

MARCO FERNANDO COSTA PIEDADE

**O SERVIÇO DE URGÊNCIA DA UNIDADE DE  
FARO DO CENTRO HOSPITALAR  
UNIVERSITÁRIO DO ALGARVE, EPE**

Um modelo de Simulação de Eventos Discretos de apoio à gestão  
da resposta hospitalar na pandemia COVID-19



**UNIVERSIDADE DO ALGARVE**  
**FACULDADE DE ECONOMIA**

2021

MARCO FERNANDO COSTA PIEDADE

**O SERVIÇO DE URGÊNCIA DA UNIDADE DE  
FARO DO CENTRO HOSPITALAR  
UNIVERSITÁRIO DO ALGARVE, EPE**

Um modelo de Simulação de Eventos Discretos de apoio à gestão  
da resposta hospitalar na pandemia COVID-19

**Dissertação de Mestrado em Gestão de Unidades de Saúde**

**Trabalho efetuado sob a orientação de:**

Professor Doutor Guilherme José Fresca

Mirador de Andrade Castela

Professor Doutor Nelson Tavares da Silva



**UNIVERSIDADE DO ALGARVE**

**FACULDADE DE ECONOMIA**

2021

# **O SERVIÇO DE URGÊNCIA DA UNIDADE DE FARO DO CENTRO HOSPITALAR UNIVERSITÁRIO DO ALGARVE, EPE**

Um modelo de Simulação de Eventos Discretos de apoio à gestão  
da resposta hospitalar na pandemia COVID-19

## Declaração de Autoria do Trabalho

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

.....

*(Marco Fernando Costa Piedade)*

## Direitos de cópia ou Copyright

© Copyright: Marco Fernando Costa Piedade.

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.

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho aos meus pais Fernando Amâncio Piedade e Maria da Luz Piedade, à minha esposa Paula Vala e à minha filha Carolina Piedade, pelo amor e apoio incondicional em todos os momentos difíceis da minha trajetória de vida.

## AGRADECIMENTOS

*“A menos que modifiquemos a nossa maneira de pensar,  
não seremos capazes de resolver os problemas causados  
pela forma como nos acostumamos a ver o mundo”*

Albert Einstein

Um trabalho de mestrado é um percurso académico repleto de desafios. Apesar de ser um processo solitário e atribulado, a que qualquer investigador está destinado, constata-se que não caminhamos sós, ao reunirmos contributos de algumas pessoas que são indispensáveis na procura do melhor rumo em cada momento desta caminhada.

Neste sentido, agradeço ao orientador Professor Doutor Guilherme Castela e ao coorientador Professor Doutor Nelson Silva por todo o rigor científico, interesse permanente, disponibilidade constante e clarificação de ideias no decurso deste trajeto académico.

Agradeço também à minha colega e amiga Alda Pereira pelo incentivo, apoio e motivação, que tornaram este trabalho numa agradável experiência de aprendizagem.

Agradeço ainda aos meus colegas de mestrado pelos momentos de companheirismo, interajuda e descontração, especialmente após os momentos avaliativos.

Por fim, o meu profundo e sentido agradecimento a todas as pessoas que contribuíram para a concretização desta dissertação, estimulando-me intelectual e emocionalmente.

## RESUMO

O *Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2* (SARS-CoV-2) tornou-se um desafio ameaçador de vida para a população e para os sistemas de saúde, tendo sido experienciadas muitas decisões políticas baseadas numa evidência científica muito recente e limitada. Pelo número de infetados, taxa de mortalidade e uma procura sem precedentes dos serviços de saúde, a *Coronavirus Disease 2019* (COVID-19) parece destinada a ser considerada a pior doença pandémica de uma geração. Esta nova realidade exige estratégias atempadas de preparação e planeamento, que inclui os modelos de simulação nos sistemas do setor da saúde. A presente investigação pretende compreender o desempenho da resposta hospitalar do Serviço de Urgência (SU) da Unidade de Faro do Centro Hospitalar Universitário do Algarve (CHUA), em contexto de pandemia COVID-19, de forma a apoiar o processo de tomada de decisão estratégica, otimizar recursos e circuitos, antecipar necessidades e mitigar ameaças à qualidade e segurança dos cuidados de saúde. Os dados utilizados neste trabalho, relativos ao período entre abril e dezembro 2020, provêm de: a) uma Análise Fatorial Múltipla (AFM), que permite não só captar as influências sobre os indivíduos e as variáveis ao longo de diferentes condições experimentais ou ocasiões, identificando os grupos de variáveis que mais contribuem para a coerência ou divergência no consenso, mas também identificar as variáveis e os indivíduos responsáveis e, b) uma técnica *Bootstrap*, enquanto instrumento de simulação, que objetiva a obtenção de intervalos de confiança para as estimativas dos parâmetros de interesse, por reamostragem do conjunto original de dados. Os resultados obtidos não somente permitiram identificar as contribuições e as influências na produção do último quadrimestre de 2020, como possibilitaram uma grelha de diagnóstico, suportada por um conjunto de orientações, para um processo de tomada de decisão mais eficiente na gestão do circuito externo COVID-19 do SU de Faro do CHUA.

**Palavras-Chave:** COVID-19, Serviços de Urgência, Simulação, Análise Fatorial Múltipla, *Bootstrap*.

## ABSTRACT

Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) has become a life-threatening challenge for the population and healthcare systems, and many policy decisions have been experienced based on very recent and limited scientific evidence. By the number of infected, mortality rate, and unprecedented demand on health services, Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) seems destined to be considered the worst pandemic disease in a generation. This new reality calls for timely preparedness and planning strategies, which includes simulation models in healthcare systems. This research aims to understand the performance of emergency response services of the Emergency Department of Faro Unit of the Algarve University Hospital Center (CHUA), in the context of the COVID-19 pandemic, in order to support the strategic decision-making process, optimize resources and circuits, anticipate needs and mitigate threats to the quality and safety of health care. The data used in this work, concerning the period between April and December 2020, comes from: a) a Multiple Factor Analysis, which allows not only to capture the influences on individuals and variables over different experimental conditions or occasions, and to identify groups of variables that contribute most to the consistency or divergence in the consensus, but also to pinpoint the responsible variables and individuals, and b) a *Bootstrap* technique, as a simulation tool, which aims to obtain confidence intervals in order to estimate parameters of interest, by resampling the original data set. The results obtained, not only allowed identification of contribution factors and influences on the output of the last four months of 2020, but also enabled a diagnostic grid, supported by a set of guidelines, for a more efficient decision-making process in the management of the COVID-19 external circuit at Faro Emergency Department of the CHUA.

**Keywords:** COVID-19, Emergency Services, Simulation, Multiple Factor Analysis, Bootstrap.

# ÍNDICE GERAL

Página

ÍNDICE DE FIGURAS .....	xi
ÍNDICE DE TABELAS .....	xii
LISTA DE ABREVIATURAS .....	xiii
<b>CAPÍTULO 1</b>	
<b>INTRODUÇÃO, OBJETIVOS E RELEVÂNCIA DA INVESTIGAÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1 Introdução .....	2
1.2 Objetivos .....	4
1.3 Relevância da Investigação .....	5
<b>CAPÍTULO 2</b>	
<b>CIRCUITO EXTERNO COVID-19: SERVIÇO DE URGÊNCIA DA UNIDADE DE FARO DO CHUA .....</b>	<b>6</b>
2.1 COVID-19.....	7
2.2 Serviço de Urgência Polivalente (Unidade de Faro) .....	9
2.3 Plano de Contingência COVID-19: Circuito Externo .....	11
2.4 Níveis de Risco Pandémico: Indicadores e Valores Críticos.....	13
2.5 Recursos Humanos, Materiais e Tecnológicos .....	14
2.6 Caracterização de Doentes Suspeitos/Infetados.....	18
2.7 Triagem de <i>Manchester</i> .....	19
2.8 Tempos Médios de Espera no Circuito COVID-19 .....	20
2.9 Simulação de Eventos Discretos .....	21
<b>CAPÍTULO 3</b>	
<b>METODOLOGIA E MÉTODOS .....</b>	<b>24</b>
3.1 Procedimento Metodológico .....	25
3.1.1 Etapa 1: Recolha da Informação e Criação da Estrutura de Dados .....	25
3.1.2 Etapa 2: Análise Fatorial Múltipla .....	29
3.1.2.1 Introdução .....	29
3.1.2.2 Os Métodos de Três-Vias.....	29
3.1.2.3 O Método .....	31
3.1.2.4 A Estrutura de Dados.....	31
3.1.2.5 A Operacionalização.....	32
3.1.2.5.1 O Consenso.....	32
3.1.2.5.2 A Intraestrutura.....	33

3.1.2.5.3 A Interpretação das Trajetórias .....	34
3.1.3 Etapa 3: Validação dos Resultados .....	36
3.1.4 Etapa 4: Transferência de Conhecimento.....	37
<b>CAPÍTULO 4</b>	
<b>ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....</b>	<b>39</b>
4.1 Análise do Consenso .....	40
4.2 Análise da Interestrutura.....	40
4.3 Análise da Intraestrutura.....	41
4.4 Análise das Trajetórias .....	42
4.5 Validação dos Resultados .....	46
4.6 Discussão dos Resultados .....	50
<b>CAPÍTULO 5</b>	
<b>CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES E SUGESTÕES .....</b>	<b>57</b>
5.1 Conclusões .....	58
5.2 Limitações.....	59
5.3 Sugestões.....	60
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>61</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
2.1 Diagrama de fluxo de doentes no circuito externo COVID-19.....	11
2.2 Plano de contingência: disposição de contentores em circuito externo.....	12
2.3 Incidência cumulativa a 14 dias (100 000 habitantes) em Portugal.....	14
2.4 Prioridades da Triagem de Manchester com o tempo alvo correspondente	19
2.5 Processo de <i>Throughput</i> e a sobrelotação dos Serviços de Urgência.....	20
3.1 Esquema Metodológico.....	25
3.2 Estruturação da Base de Dados.....	28
3.3 Representação de uma estrutura de dados de três vias.....	30
3.4 Representação concatenada de uma matriz de Três-Vias .....	31
4.1 Representação Euclidiana do Consenso.....	40
4.2 Representação Euclidiana da Interestrutura.....	41
4.3 Representação Euclidiana da Intraestrutura.....	42
4.4 Produção do Circuito COVID-19 (Número de Registos).....	43
4.5 Trajetórias (setembro-dezembro de 2020).....	44

## ÍNDICE DE TABELAS

	Página
3.1 Recursos Humanos, Materiais e Tecnológicos.....	26
3.2 Caracterização dos Doentes Suspeitos/Positivos.....	26
3.3 Triagem: Prioridades de Atendimento.....	27
3.4 Tempos Médios do Circuito COVID-19.....	27
3.5 Nível de Risco Pandémico .....	28
4.1 Contributos/Influências (setembro 2020).....	45
4.2 Contributos/Influências (outubro 2020).....	45
4.3 Contributos/Influências (novembro 2020).....	46
4.4 Contributos/Influências (dezembro 2020).....	46
4.5 <i>Bootstrapping</i> (setembro 2020).....	47
4.6 <i>Bootstrapping</i> (outubro 2020).....	48
4.7 <i>Bootstrapping</i> (novembro 2020).....	49
4.8 <i>Bootstrapping</i> (dezembro 2020).....	50
4.9 Transferência de Conhecimento.....	56

## LISTA DE ABREVIATURAS

ACP	Análise de Componentes Principais
AFM	Análise Fatorial Múltipla
CA	Conselho de Administração
CDSP	Caracterização dos Doentes Suspeitos/Positivos
CHUA	Centro Hospitalar Universitário do Algarve
CODU	Centro de Orientação de Doentes Urgentes
COVID-19	<i>Coronavirus Disease 2019</i>
DC1	Decisão Clínica 1 (contentor)
DC2	Decisão Clínica 2 (contentor)
DEUCI	Departamento de Emergência, Urgência e Cuidados Intensivos
DGS	Direção-Geral da Saúde
ECG	Eletrocardiograma
EPI	Equipamento de Proteção Individual
MCDT	Meios Complementares de Diagnóstico e Tratamento
NRP	Nível de Risco Pandémico
OBS	Sala de Observação (Doente Crítico)
OMS	Organização Mundial de Saúde
RHMT	Recursos Humanos, Materiais e Tecnológicos
Rx	Raio-x
SARS-CoV-2	<i>Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2</i>
SDRA	Síndrome de Dificuldade Respiratória Aguda
SED	Simulação de Eventos Discretos
SNS	Serviço Nacional de Saúde
SU	Serviço de Urgência
SUB	Serviço de Urgência Básica
TC	Tomografia Computorizada
TMC	Tempos Médios de Circuito
TPA	Triagem - Prioridades de Atendimento
UCI	Unidade de Cuidados Intensivos

**CAPÍTULO 1**  
**INTRODUÇÃO, OBJETIVOS E RELEVÂNCIA**  
**DA INVESTIGAÇÃO**

## 1.1 Introdução

A epidemia COVID-19, doença causada pelo novo Coronavírus SARS-CoV-2, foi declarada pela Organização Mundial de Saúde (OMS) como pandemia no dia 11 de março de 2020. Neste seguimento, várias medidas têm sido adotadas para conter a expansão da doença. Em Portugal, com fundamento na verificação de uma situação de calamidade pública, foi decretado o Estado de Emergência Nacional, nos termos do Decreto do Presidente da República n° 14-A/2020 de 18 de março, tendo sido renovado sucessivamente.

Pelo número de infetados, taxa de mortalidade e uma procura sem precedentes dos serviços de saúde, a COVID-19 parece destinada a ser considerada a pior doença contagiosa pandémica de uma geração (Currie *et al.*, 2020).

Continuamos ainda hoje a enfrentar a maior ameaça biológica das últimas décadas, demonstrando que o mundo não estava preparado para uma situação de catástrofe à escala mundial. Em alguns países, neste contexto pandémico, verificou-se o colapso dos sistemas de saúde, comprometendo fortemente a capacidade de resposta à comunidade e o acesso aos cuidados de saúde à população, onde a disponibilidade de ajuda ou assistência internacional também se encontrava simultaneamente esgotada (Coccolini *et al.*, 2020).

De acordo com Wang e Flessa (2020), num curto período de tempo, muitas decisões foram e continuam a ser tomadas num sistema complexo e interdependente que considera as vertentes sanitária, farmacêutica, comportamental, social, legal, política e económica. Desde que o SARS-CoV-2 se tornou um desafio ameaçador de vida para a população e para os sistemas de saúde, têm sido experienciadas muitas decisões políticas baseadas numa evidência científica muito recente e limitada.

Considerando a reorganização dos recursos humanos e materiais afetos à prestação de cuidados no Serviço Nacional de Saúde (SNS) para dar resposta à avaliação e tratamento dos doentes com COVID-19, importa continuar a adaptar a abordagem clínica dos doentes com suspeita e infeção confirmada por SARS-CoV-2. Em especial, de forma a garantir a prestação de cuidados de saúde e a implementação das medidas de Saúde Pública adequadas.

Na opinião de Jee *et al.* (2020), a maioria dos Serviços de Urgência (SU) não contemplavam um plano de contingência para um evento de etiologia biológica e de natureza tão prolongada. Precisavam efetivamente de estar preparados para a gestão de cenários de catástrofe ou multivítimas, a curto ou médio prazo. Ao contrário de eventos que necessitam de uma resposta imediata do Sistema Integrado de Emergência Médica (acidentes de viação, aviação e ferroviários), os surtos infecciosos, como é o caso da pandemia COVID-19, requerem uma resposta contínua, eficiente e sustentável. Esta resposta é direcionada para uma rápida adaptação ao aumento de admissões hospitalares, a utilização eficiente e racional dos recursos disponíveis e a manutenção de um ambiente de trabalho seguro para os profissionais de saúde, sob o risco de sobrelotação ou colapso dos sistemas de saúde mundiais (Schreyer *et al.*, 2020).

Decisões estratégicas mal fundamentadas poderão ter um impacto negativo na resposta hospitalar em situações de catástrofe, neste caso numa vertente biológica, onde os recursos tendem a ser escassos face às necessidades existentes (Currie *et al.*, 2020).

Segundo os mesmos autores, esta nova realidade exige estratégias atempadas de preparação e planeamento, que inclui os modelos de simulação nos sistemas do setor da saúde. Referem ainda que a simulação tem sido amplamente utilizada pelos governos de vários países e pela OMS na tomada de decisão sobre as melhores estratégias de mitigação dos efeitos do COVID-19. À medida que a ameaça pandémica aumenta, os governos parecem confiar nos modelos de simulação informáticos para determinar as melhores estratégias de redução do seu impacto, com especial ênfase no nivelamento da curva epidemiológica, com o intuito de diminuir a pressão nos sistemas de saúde. Perante uma pandemia, surgem vários desafios que requerem outros modelos de simulação para a sua solução.

O contributo destes modelos, deverá considerar não apenas a compreensão da doença, mas também o planeamento de cuidados e previsão de recursos, para garantir a segurança e qualidade dos cuidados de saúde prestados à população, neste período tão atípico. A simulação tem-se revelado de enorme importância na testagem dos sistemas e na integração e melhoria de componentes como protocolos, normas, fluxos e circuitos de trabalho (Dubé *et al.*, 2020).

Neste contexto, a Unidade de Faro do Centro Hospitalar Universitário do Algarve (CHUA), foi ativada como hospital de referência COVID-19, a 09/03/2020 pela Direção

Geral da Saúde (DGS). O Conselho de Administração (CA) do CHUA iniciou um plano de contingência pandémico como anexo ao Plano de Emergência Hospitalar, que incluiu a criação de um circuito externo de assistência e atendimento aos doentes suspeitos/infetados com COVID-19 no SU.

Pretende-se desta forma, analisar os dados estatísticos de assistência a doentes suspeitos ou positivos para COVID-19 neste circuito externo do SU Faro do CHUA, nos primeiros 10 meses referentes à pandemia (1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> vagas), enquanto dados de referência, na comparação com vários cenários de simulação para uma eventual terceira, quarta ou quinta vagas da pandemia em Portugal. Esta análise objetiva prever e antecipar necessidades e recursos, representando um sistema complexo de natureza dinâmica e aleatória, difíceis de resolver analiticamente.

Considera-se assim, não somente fornecer informação detalhada para o processo de gestão organizacional e operacional, como também possibilitar a elaboração de estratégias mais eficientes.

## 1.2 Objetivos

Destacam-se os cinco objetivos, que se descrevem seguidamente:

1. Compreender o desempenho da resposta hospitalar do SU da Unidade de Faro do CHUA, em contexto de pandemia COVID-19, avaliando o impacto de estratégias alternativas de operação neste serviço hospitalar, atendendo ao Plano de Emergência Interna instituído;
2. Perceber a importância da AFM e do *Bootstrapping*, enquanto metodologia de simulação de eventos discretos, na validação dos resultados obtidos por forma a potenciar uma interpretação mais fiável e consistente;
3. Interpretar as contribuições e as influências dos recursos humanos, materiais e tecnológicos, dos doentes suspeitos/positivos, da triagem e dos tempos médios de circuito, na produção do último quadrimestre de 2020 do circuito externo COVID-19 do SU da Unidade de Faro do CHUA;
4. Avaliar a pertinência da metodologia proposta no planeamento estratégico de resposta hospitalar a uma pandemia, na antecipação de necessidades e

comportamentos epidemiológicos, na eficiência dos circuitos, na otimização de recursos, na manutenção de boas práticas, na segurança dos profissionais, na oportunidade de melhoria contínua e nos ganhos em saúde;

5. Produzir um diagnóstico, suportado por um conjunto de orientações conducentes a um processo de tomada de decisão mais eficiente, na gestão do circuito externo COVID-19 do SU de Faro do CHUA.

### **1.3 Relevância da Investigação**

A grande importância deste estudo reside na metodologia proposta, enquanto ferramenta de gestão, que permite antecipar a necessidade de recursos críticos na promoção de cuidados de saúde seguros e de qualidade aos doentes suspeitos/infetados por COVID-19, garantindo a eficiência e a eficácia do circuito externo, definido enquanto área dedicada ao COVID-19 no SU da Unidade de Faro do CHUA.

Pretende-se que a partilha dos resultados deste estudo, possibilite que outros serviços de urgência nacionais ou internacionais, melhorem a sua capacidade de resposta e/ou preparação para esta crise sanitária.

**CAPÍTULO 2**

**CIRCUITO EXTERNO COVID-19: SERVIÇO  
DE URGÊNCIA DA UNIDADE DE FARO DO  
CHUA**

## 2.1 COVID-19

As pandemias mantêm os sistemas de saúde pressionados e os decisores políticos introduzem e aliviam medidas de Saúde Pública para suprimir as vagas de infecção e aliviar esta pressão das organizações de saúde. Na preparação da resposta de muitos hospitais evidencia-se a preocupação constante na previsão das admissões dos doentes suspeitos/infetados e a respetiva alocação de recursos. Verifica-se um foco hospitalar nos doentes COVID-19, contudo os cuidados de saúde necessários aos doentes não-COVID-19 não desapareceram. É essencial, numa perspetiva estratégica e ética, que o foco passe a ser nos dois grupos de doentes, alocando os recursos necessários que garantam a equidade, qualidade e a segurança dos cuidados de saúde prestados à população em geral (Melman *et al.*, 2021).

A COVID-19 emergiu no final de 2019 na China e desde então propagou-se por todo o mundo. A 31 de dezembro de 2019, as autoridades de saúde chinesas alertaram a OMS sobre um número considerável de casos de pneumonia de etiologia desconhecida, na cidade de Wuhan, situada na província de Hubei, na República Popular da China (Harapan *et al.*, 2020). De acordo com os mesmos autores, muitos dos primeiros casos de COVID-19 foram reportados desde o dia 8 de dezembro de 2019 e associados a um mercado de animais vivos, admitindo-se que o vírus tenha sido inicialmente transmitido de animais para humanos.

A transmissão interpessoal foi posteriormente reconhecida e ocorre sobretudo através de gotículas respiratórias, quando a pessoa infetada fala, espirra ou tosse a uma distância inferior a 2 metros. Mas também pode ocorrer indiretamente por contato com uma superfície ou objeto contaminado por gotículas (Jee *et al.*, 2020).

Harapan *et al.* (2020) salientam que no dia 7 de janeiro de 2020, o novo coronavírus, originalmente abreviado como 2019-nCoV, foi identificado na China, através de um teste de zaragatoa efetuado a um doente. Este agente patogénico foi renomeado pela OMS como *Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2* (SARS-CoV-2) e a doença definida como *Coronavirus Disease 2019* (COVID-19).

Os pesquisadores continuam a tentar determinar a rapidez da transmissão do vírus de uma pessoa para outra ou como a infeção será sustentável numa população, embora o vírus pareça ser mais transmissível do que o da Síndrome de Dificuldade Respiratória Aguda

(SDRA) e a sua propagação seja provavelmente mais semelhante à do vírus *Influenza* (Gripe).

Infelizmente para os esforços de controlo da pandemia, pessoas com poucos sintomas ou assintomáticas também aparentam transmitir a doença, embora a transmissão do vírus por estes doentes continue a ser controversa entre a comunidade científica (Harapan *et al.*, 2020).

Os locais de maior risco de transmissão da COVID-19 são os de média ou longa permanência e com elevada densidade populacional, onde não é fácil manter o distanciamento físico necessário para prevenir a transmissão.

As medidas de quarentena e distanciamento social têm sido aplicadas, numa tentativa de conter esta pandemia. Em alguns países a adesão estrita a essas medidas teve sucesso no controlo da disseminação da doença. A identificação e rutura das cadeias de transmissão é essencial no controlo da disseminação do vírus.

Pessoas com COVID-19 podem ter poucos ou nenhuns sintomas ou, desenvolver formas graves da doença, potencialmente fatais. Os sintomas mais comumente observados são febre, tosse e dispneia. As pessoas com formas graves da doença podem analiticamente apresentar linfopenia, tempo de protrombina aumentado, valores elevados de desidrogenase láctica (LDH), proteína c reativa (PCR), d-dímeros, procalcitonina e achados radiológicos sugestivos de pneumonia. A resposta exagerada do sistema imunitário do hospedeiro resulta em patogénese, progredindo para SDRA, choque séptico e eventual falência multiorgânica (Harapan *et al.*, 2020).

Os mesmos autores concluem que o período de incubação estimado varia de 1 a 14 dias e que o risco de doença grave e morte nos casos de COVID-19 aumenta com a idade e presença de certas comorbilidades, como as doenças cardiovasculares e diabetes. Alguns estudos sugerem que a enzima de conversão de angiotensina 2 (ECA2) do hospedeiro, pode funcionar como um recetor para a entrada do vírus nas células através da ligação com a proteína *spike* do mesmo. Esta enzima além de estar abundantemente presente no epitélio alveolar, é também mais evidente em doentes hipertensos e diabéticos, exacerbada pelo uso de medicação para estas doenças crónicas.

O tratamento da COVID-19 é essencialmente de suporte. Até à data nenhum antivírico ou outro tratamento específico está disponível. Centenas de ensaios clínicos com

fármacos previamente existentes estão atualmente registados, mas a evidência sobre a sua eficácia escasseia. A vacinação e as medidas de isolamento e de suporte, como a oxigenoterapia e fluidoterapia mantêm-se recomendadas (World Health Organization, 2020).

De acordo com a mesma Organização, a educação para a saúde tem um papel fulcral no reconhecimento precoce dos sintomas, de forma a tentar evitar uma transmissão comunitária em larga escala, com o impacto sanitário, social e económico, evidenciado nos períodos experienciados de confinamento obrigatório. A necessidade de aumentar a oferta de vagas ocorre porque nenhum sistema de saúde, a nível mundial, está desenhado para suportar pandemias. Elas são atípicas.

Desta forma, investir em estruturas extra-hospitalares temporárias, durante uma crise sanitária, é uma recomendação feita pela OMS. Segundo o Diretor-Geral da mesma organização, a capacidade de resposta de vários países permanece no limite, o que coloca em risco a vida de pessoas que precisam de cuidados de saúde ligados ou não à COVID-19.

A implementação de um sistema de triagem e medidas de controlo de infeção, com o isolamento de casos suspeitos/positivos, são a solução para limitar a disseminação da doença dentro das organizações de saúde. Os casos suspeitos/positivos com sintomas respiratórios devem ser separados dos doentes não suspeitos, através de outro tipo de circuito hospitalar (Harapan *et al.*, 2020).

## **2.2 Serviço de Urgência Polivalente (Unidade de Faro)**

O CHUA, E.P.E. foi criado pelo Decreto-Lei n.º 69/2013, de 17 de maio, por fusão do Centro Hospitalar do Barlavento Algarvio e do Hospital de Faro, entrando este decreto-lei em vigor a 1 de julho de 2013. A 23 de agosto de 2017, ao abrigo do Decreto-Lei n.º 101/2017, foi alterada a designação para Centro Hospitalar Universitário do Algarve.

Constitui-se assim como uma pessoa coletiva de direito público, de natureza empresarial, integrado no SNS, dotada de autonomia jurídica, autonomia administrativa, financeira e patrimonial, regendo-se pelas normas aplicáveis às entidades públicas empresariais, com as especificidades resultantes do Decreto-Lei n.º 233/2005, de 29 de dezembro,

republicado em anexo ao Decreto-Lei n.º 244/2012, de 9 de novembro, bem como pelas disposições vigentes para o SNS que os não contrariem e pelo regulamento interno.

O Centro Hospitalar é composto por três Unidades Hospitalares (Faro, Portimão e Lagos), às quais se juntam os Serviços de Urgência Básica de Albufeira, Loulé e Vila Real de Santo António e o Centro de Medicina Física e de Reabilitação do Sul (CMR Sul).

O Departamento de Emergência, Urgência e Cuidados Intensivos (DEUCI) da Unidade de Faro, ocupa toda a ala poente do 2º Piso do Edifício Principal e os espaços físicos onde se localizam os Serviços de Urgência Básica (SUB) nos respetivos Centros de Saúde.

O SU da Unidade de Faro é uma Urgência Polivalente para as suas áreas de influência e é o nível mais diferenciado de resposta à situação de urgência/emergência. É o serviço hospitalar do CHUA que apresenta o maior número de recursos humanos nas suas escalas de trabalho (assistentes operacionais, enfermeiros e médicos) e é constituído por 10 setores de trabalho: triagem, sala de emergência, sala de observação (internamento), sala de observação de doente crítico (OBS), 2 balcões de atendimento geral, balcão de cirurgia, balcão de ortopedia, balcão de oftalmologia e balcão de otorrinolaringologia.

O Serviço de Urgência Polivalente do CHUA Faro, tem o apoio integral no mesmo piso, do Laboratório, Serviço de Sangue e Serviço de Imagiologia (3 salas de Raio-x e 2 salas de Tomografia Computorizada).

Tem como missão prestar cuidados de saúde em situação de urgência/emergência ao doente/família 365 ou 366 dias por ano, 24 horas por dia, satisfazendo as necessidades e expectativas dos doentes. A filosofia de conduta no atendimento do SU, resulta da aplicação dos direitos do doente e da família, através de uma prática de respeito mútuo e dignidade pela pessoa humana, respeito pelas diferenças individuais, justiça e equidade, aprendizagem contínua e procura constante de novos conhecimentos, ou seja, a humanização dos cuidados de saúde.

Nos últimos 3 anos, o SU da Unidade de Faro do CHUA apresenta uma média de 250-300 episódios de urgência diários, com picos de afluência nos períodos sazonais ou eventos culturais e desportivos (verão, páscoa, passagem de ano, concentração de motas de Faro, autódromo de Portimão). Este SU presta assistência direta à população do Sotavento Algarvio e também serve de referência para toda a região do Algarve e ainda parte do Baixo Alentejo.

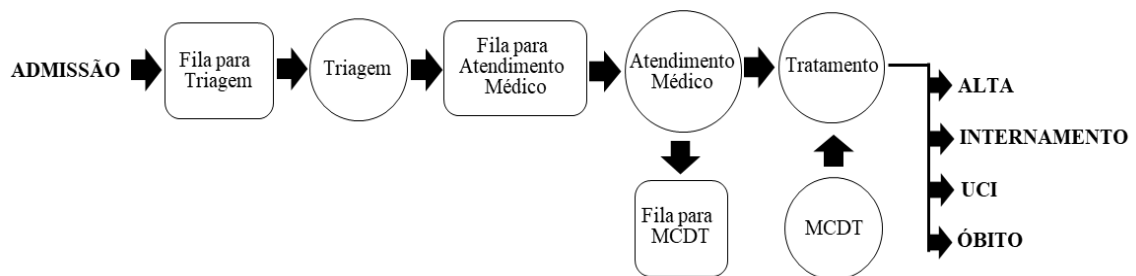
### 2.3 Plano de Contingência COVID-19: Circuito Externo

Atendendo ao alargamento progressivo da expressão geográfica da pandemia COVID-19 em Portugal, foi emergente o planeamento de medidas que dessem garantia de uma resposta adequada, atempada e articulada de todo o sistema de saúde. A Unidade de Faro do CHUA foi considerada hospital de referência, apto a receber casos suspeitos/infetados ainda antes da primeira vaga, a 09/03/2020.

Neste seguimento, a equipa gestora do SU da Unidade de Faro do CHUA, elaborou um plano de contingência pandémico, com a aprovação do respetivo CA, que visava a implementação de um circuito externo do mesmo serviço, enquanto área dedicada ao atendimento de doentes suspeitos/infetados com COVID-19. Numa perspetiva de controlo de propagação da doença e risco de infeções cruzadas em contexto intrahospitalar, estabeleceu-se um circuito externo COVID-19 e um circuito interno não COVID-19. Assim, pretendeu-se uma separação dos circuitos dos doentes, encaminhando os doentes com queixas do foro respiratório (febre, tosse e dispneia) para o circuito externo e os doentes sem queixas do foro respiratório para o circuito interno. Os doentes encaminhados para o circuito interno (não respiratório) mantinham as medidas de proteção universal: distanciamento de 2 metros de distância, uso obrigatório de máscara e desinfeção frequente das mãos.

À semelhança do circuito interno, este circuito externo pretende também um fluxo unidirecional de doentes. A **Figura 2.1** demonstra, de forma simplificada, as componentes do sistema deste circuito, com um ponto de entrada, que se inicia na admissão e quatro pontos de saída, resultantes dos processos de alta clínica, internamento em enfermaria, internamento em Unidade de Cuidados Intensivos (UCI) ou óbito.

**Figura 2.1** – Diagrama de fluxo de doentes no circuito externo COVID-19

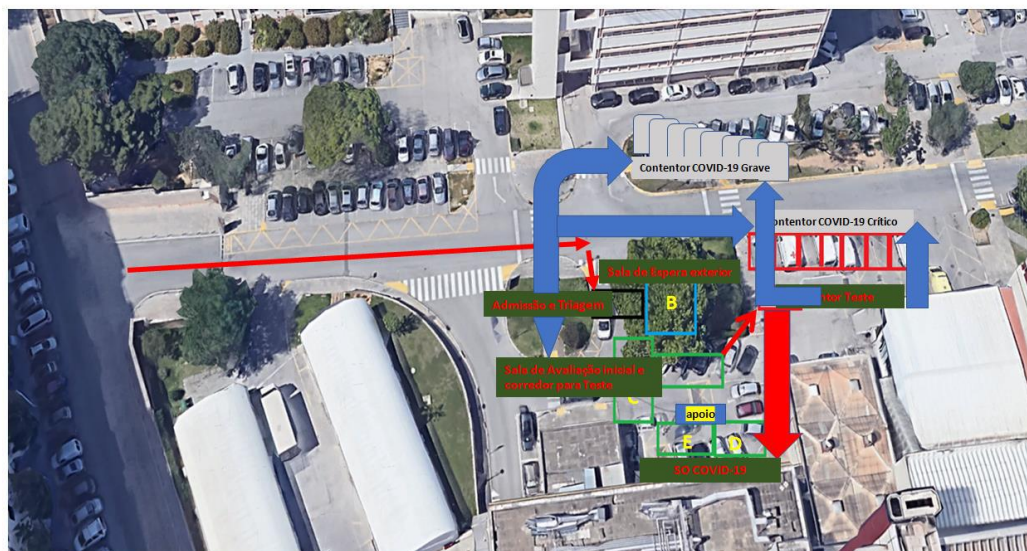


**Fonte:** Adaptado de Robinson (2008) com informação de Martin *et al.* (2011), Storm-Versloot *et al.* (2014), Amorim *et al.* (2019) e Martins e Filipe (2020)

Entre o ponto de entrada e os pontos de saída, a mesma figura, evidencia os prováveis tempos de espera inerentes a este circuito, nomeadamente, o tempo de espera para triagem, tempo de espera para atendimento médico, tempo de espera para tratamento e tempo de espera para meios complementares de diagnóstico e tratamento (MCDT).

O circuito externo para a área COVID-19 foi instalado à entrada do SU, no exterior do edifício central, entre o parque de ambulâncias e a casa mortuária (**Figura 2.2**) no início do mês de abril 2020. Este circuito é composto por 9 contentores para a área COVID-19 que contempla os seguintes setores de trabalho: admissão, triagem, contentor de colheitas 1, contentor de colheitas 2, sala de espera de casos suspeitos, sala de espera de casos positivos, armazém, contentor Decisão Clínica 1 (DC1) com 10 quartos de isolamento e contentor de Decisão Clínica 2 (DC2), igualmente com 10 quartos, mas com capacidade para ventilação mecânica, se necessário. Verifica-se também a presença de 2 sanitários.

**Figura 2.2** – Plano de contingência: disposição de contentores em circuito externo



**Fonte:** Draft do Plano Contingência Pandémico CHUA - Faro

Para os 20 quartos disponíveis em DC1 e DC2, existem 10 camas, 10 cadeirões, 20 monitores de parâmetros vitais e dois carros de emergência de apoio. Todos os contentores estão equipados com ar condicionado com filtro *High Efficiency Particulate Air* (HEPA), com uma elevada eficiência na filtração de vírus e bactérias (99,95%), de acordo com a orientação 033/2020 da DGS.

Deste modo, qualquer doente com sintomas de febre ou tosse ou dispneia é admitido no circuito externo COVID-19 do SU e não entra no edifício principal da Unidade de Faro do CHUA, sendo esta admissão efetuada por um administrativo. Segue-se o processo de triagem efetuado por um enfermeiro, que estabelece a prioridade de atendimento médico do doente, de acordo com o protocolo da Triagem de Manchester.

Os doentes com sintomatologia ligeira são encaminhados para os contentores de colheita para atendimento médico. Os doentes com sintomatologia moderada ou grave são encaminhados para os contentores DC1 ou DC2 para vigilância ou internamento (enfermaria ou cuidados intensivos).

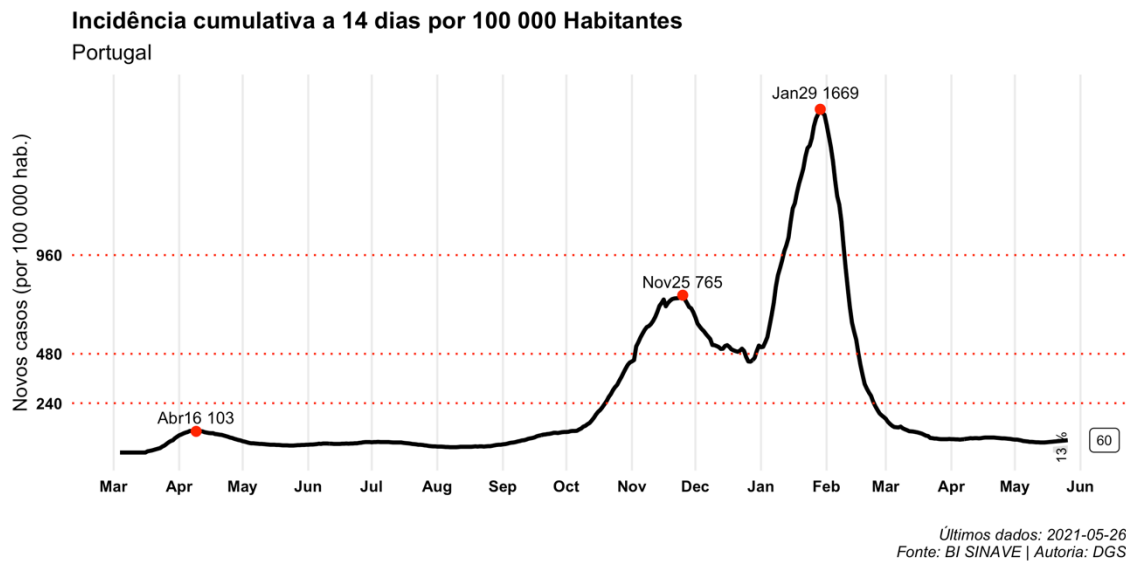
#### **2.4 Níveis de Risco Pandémico: Indicadores e Valores Críticos**

A monitorização de indicadores é fundamental para o acompanhamento da evolução da pandemia COVID-19 em Portugal e na implementação de medidas que contribuam para o seu controlo. Um desses indicadores é a incidência cumulativa a 14 dias por 100 000 habitantes, que sinaliza a gravidade da incidência (Direção-Geral da Saúde, 2021a).

Segundo a Direção-Geral da Saúde (2021b), é considerado um nível de risco extremamente elevado, quando o número de habitantes infetados é superior a 960 por 100 000 habitantes. Quando se constata um número de habitantes infetados superior a 480 por 100 000 habitantes, o nível de risco é considerado muito elevado e por último, quando se verifica um valor superior a 240 habitantes infetados por 100 000 habitantes, o nível de risco é classificado como elevado.

A **Figura 2.3** demonstra a incidência cumulativa a 14 dias por 100.000 habitantes em Portugal entre 18/03/2020 e 25/05/2021.

**Figura 2.3** – Incidência cumulativa a 14 dias (100 000 habitantes) em Portugal



**Fonte:** Direção-Geral de Saúde (2021b)

Constata-se que a nível nacional, durante o período do estudo, Portugal apresentou um risco pouco elevado entre os meses de abril e setembro, um risco elevado no mês de outubro e um risco muito elevado nos meses de novembro e dezembro de 2020.

Em conformidade com a DGS, para efeitos deste estudo, considera-se o Nível de Risco Pandémico Reduzido (NRP) (Nível 1) de abril a setembro 2020, o NRP Moderado (Nível 2) para o mês de outubro 2020 e o NRP Elevado (Nível 3) para os meses de novembro e dezembro 2020.

## 2.5 Recursos Humanos, Materiais e Tecnológicos

À medida que a pandemia progride, existem decisões que têm que ser tomadas: decisões relacionadas com a transmissão da doença; decisões relacionadas com a gestão de recursos e as decisões sobre os cuidados de saúde (Currie *et al.*, 2020).

A pandemia COVID-19, pelos seus desafios, alterou a gestão dos cuidados de saúde. Será necessário um prognóstico preciso sobre os recursos necessários, de forma a promover os melhores cuidados de saúde possíveis. Esta precisão é importante na capacidade de resposta do setor da saúde e no número de vidas salvas (Garcia-Vicuña *et al.*, 2020).

De acordo com DeRienzo *et al.* (2017), a adequação dos recursos humanos nos hospitais é um desafio diário dos gestores, de forma a assegurar a qualidade e segurança dos

cuidados de saúde e ainda o grau de satisfação dos doentes e profissionais de saúde. Uma carência de recursos humanos na prestação de cuidados de saúde, interfere com os resultados de saúde dos doentes, aumentando o nº de casos de pneumonia, infeções urinárias, choque e paragem cardiorrespiratória. Nesta sequência, Chartier *et al.* (2016) reforçam que as características próprias do funcionamento dos SU acentuam a existência de ineficiências, como alertam para a necessidade de apoio à gestão dos serviços e dos recursos.

Deste modo, os recursos humanos considerados neste estudo foram o número mensal de administrativos, assistentes operacionais, enfermeiros e médicos que exerceram funções no circuito externo COVID-19 do SU do CHUA.

Os gestores hospitalares utilizam alguns indicadores para gerirem os recursos humanos, mas baseiam-se essencialmente no número de admissões, internamentos e altas anuais. Seria útil que estes mesmos gestores dispusessem de ferramentas, como a simulação, que permitem uma melhor identificação e antecipação de necessidades de recursos humanos nas suas organizações de saúde (DeRienzo *et al.*, 2017).

Para os mesmos autores, a simulação é uma ferramenta de gestão, que ao permitir o cálculo e a análise da adequação dos recursos humanos necessários, reduz os custos pela eficiência, diminui a sobrecarga de trabalho e o *stress* dos outros profissionais de saúde, promovendo a qualidade e segurança dos cuidados e ainda providenciando ganhos em saúde para os doentes.

A simulação é baseada em modelos que representam sistemas do mundo real relativamente a stocks de recursos materiais e os fluxos entre os mesmos. Os efeitos destes *feedbacks* são elementos fulcrais que são usados para explicar e analisar o sistema em experimentação (Currie *et al.*, 2020).

Os mesmos autores salientam que a gestão de recursos é vital na capacidade de resposta ao combate à pandemia COVID-19, principalmente no que diz respeito aos recursos médicos, nomeadamente camas hospitalares, equipamento respiratório, recursos humanos, assim como, o fornecimento de alimentação, produtos farmacêuticos, consumíveis, equipamento de proteção individual, kits de teste e vacinação.

Neste sentido, os recursos materiais considerados neste estudo foram o número mensal de fármacos consumidos e um número estimativo de equipamento de proteção individual (EPI), que inclui máscaras, toucas, batas, luvas, e cobre pés.

Ao SNS solicita-se a otimização da utilização destes recursos, assim como a criação de uma capacidade adicional, de forma a responder efetivamente aos desafios impostos por esta pandemia (Currie *et al.*, 2020).

Na opinião de Seow (2013), os profissionais não devem perder tempo na procura do material necessário para desempenharem as suas funções, que não se encontre nos seus setores de trabalho, que esteja inacessível ou que simplesmente não exista, sob o risco de possíveis repercussões na eficiência da prestação dos cuidados de saúde.

A COVID-19 afetou a forma como lidamos com catástrofes e as ações futuras sugerem a preparação de planos epidémicos de contingência, considerando capacidade de reserva, reserva de fornecedores, reservas de prazos e subcontratação local (Vieira *et al.*, 2020).

Neste entendimento, Currie *et al.* (2020) enfatizam que os modelos de simulação podem suportar as decisões tomadas a nível nacional, regional e local na gestão de recursos e criação de capacidade de resposta aos doentes mais críticos.

Os recursos tecnológicos considerados neste estudo foram o número mensal de MCDT efetuados (Raio-x, Tomografia Computorizada, eletrocardiograma, zaragatoas e análises sanguíneas).

A imagiologia tem apresentado um papel importante na gestão dos doentes infetados/suspeitos, com a utilização frequente de alguns MCDT. A Tomografia Computorizada (TC) torácica é considerado o MCDT mais diferenciado na deteção de alterações pulmonares, particularmente no estadio inicial da COVID-19. A principal alteração ao nível do parênquima pulmonar é a imagem em vidro despolido. A TC tem manifestado a sua importância diagnóstica, especialmente quando os resultados dos testes por zaragatoa são demorados e nos critérios de tomada de decisão para internamento hospitalar (Ducray *et al.*, 2020).

O Raio-X (Rx) tórax, no contexto de urgência é um exame importante na identificação do envolvimento pulmonar, perante a suspeita da doença pandémica. As hipotransparências heterogéneas difusas bilaterais são aspetos típicos de uma pneumonia de etiologia viral. Os exames de radiologia são complementares e não substitutos dos

testes COVID-19 recolhidos por técnica de zaragatoa nasal e/ou oral, no diagnóstico da doença (Moroni *et al.*, 2021).

Denegri *et al.* (2021) referem que também são conhecidas algumas manifestações clínicas da COVID-19 no sistema cardiovascular, como a miocardite, síndrome coronário agudo e insuficiência cardíaca. Segundo os mesmos autores, o eletrocardiograma (ECG) pode ser um exame útil na identificação das alterações de ritmo cardíaco nos doentes COVID-19.

Tornou-se também importante identificar os fatores de risco que possam revelar a gravidade dos casos COVID-19. É conhecida a alta patogenicidade, contudo é desconhecida a sua evolução. A doença progride de uma forma mais grave em doentes com comorbilidades. A resposta inflamatória sistémica é evidente nos casos positivos COVID-19, com alterações de marcadores como os linfócitos, neutrófilos, plaquetas, dímeros e proteína c reativa. As alterações inerentes aos rácios destes parâmetros inflamatórios estão associadas à taxa de mortalidade da doença e podem ser utilizados como possível prognóstico (Acar *et al.*, 2021).

Os mesmos autores salientam que, de acordo com a OMS, o diagnóstico de COVID-19 é confirmado pela deteção de *Ribonucleic Acid* (RNA) do vírus SARS-CoV-2 em teste laboratorial, através da técnica de zaragatoa. No caso de teste negativo, mas o doente mantém queixas clínicas ou exames laboratoriais/imagiológicos compatíveis com COVID-19 e que não possam ser explicados pela presença de outras doenças, então o doente tem que continuar a ser considerado e tratado como um caso suspeito.

Desde o início da pandemia, tem sido crucial encontrar medidas de controlo que evitem a sobrelotação dos circuitos dos SU, sendo imperativo a existência de uma ferramenta rápida e segura, que permita uma decisão clínica precoce para os doentes COVID-19 e não COVID-19 (Ducray *et al.*, 2020).

O risco de mortalidade associado à COVID-19 pode ser estimado quando os achados clínicos, laboratoriais e imagiológicos são avaliados em conjunto no SU. O diagnóstico e tratamento precoce são importantes na redução das taxas de mortalidade e morbidade, assim como no controlo e prevenção da pandemia (Kunt *et al.*, 2021).

## 2.6 Caracterização de Doentes Suspeitos/Infetados

Nesta caracterização foi considerado o número mensal de admissões no circuito externo COVID-19, assim como, o sexo, a média de idades, o número de altas, o número de internamentos e o número de óbitos.

O número de admissões variou entre 434 e 815 admitidos mensalmente no referido circuito. As médias de idades mensais variaram entre os 53,6 e os 60,3 anos. Segundo Leung *et al.* (2017), o excesso de procura por estes serviços, afetam a qualidade dos mesmos, pois as elevadas afluências fazem com que seja excedida a sua capacidade de resposta.

Perante o número de admissões neste circuito, ao verificar-se um número de doentes acima da capacidade do circuito, gera-se um desequilíbrio entre a procura e os profissionais alocados ao circuito, e que pode agravar-se com um espaço físico que é desajustado à quantidade de doentes que aguardam por atendimento, tratamento ou que estão sob observação (Machado *et al.*, 2018).

Os SU Polivalentes não devem servir como primeiro recurso de entrada nos Serviços de Saúde, devendo este circuito iniciar-se nas SUB, ficando o encaminhamento dos casos mais graves e complexos para os SU Médico-Cirurgico, e em último caso, para os SU Polivalentes. De acordo com Ramos e Almeida (2015), as referências nem sempre cumprem os critérios previamente estabelecidos, influenciando negativamente a eficácia dos SU mais diferenciados (SU Polivalente), repercutindo-se mais uma vez na qualidade e segurança dos cuidados de saúde, assim como, no grau de satisfação dos doentes e dos profissionais.

A maioria dos doentes apresentaram sintomatologia ligeira e tiveram alta clínica. Os doentes com presença de sintomatologia grave foram encaminhados para internamentos em enfermaria ou em UCI após o diagnóstico confirmado. O número de óbitos está relacionado com vítimas de complicações de COVID-19 ou de outras patologias respiratórias.

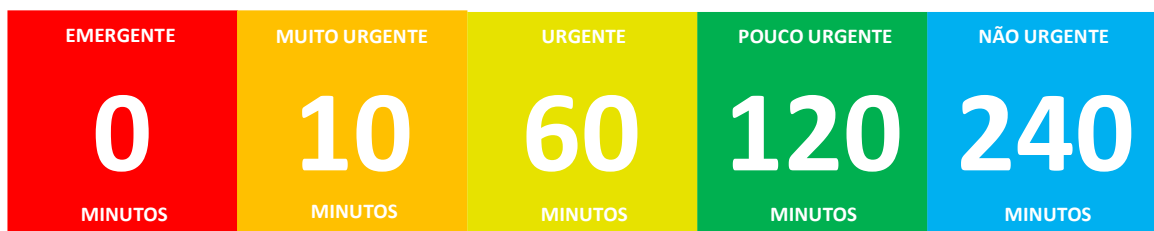
## 2.7 Triagem de *Manchester*

Os SU são responsáveis pela estabilização e prestação de cuidados imediatos à pessoa em situação crítica. A sobrelotação destes serviços de urgência é multifatorial, mas a variabilidade nas admissões de doentes e o processo de triagem requerem uma atenção especial. A criticidade destes dois fatores e a sua configuração têm um impacto direto nos tempos de espera, tempo de permanência no SU e ainda na qualidade dos cuidados prestados (Ferreira *et al.*, 2020).

Castanheira-Pinto *et al.* (2021) manifestam que de forma a minimizar este impacto, a triagem dos doentes é primordial na categorização dos doentes por prioridades de atendimento, promovendo fluxos e circuitos organizados.

No circuito externo e interno do SU da Unidade de Faro do CHUA é utilizado o protocolo de Triagem de Manchester (**Figura 2.4**), em que é atribuída uma cor ao doente, de acordo com a sua criticidade. A cor representa não só a gravidade do doente, como também estabelece tempos alvo de atendimento médico.

**Figura 2.4** – Prioridades da Triagem de Manchester com o tempo alvo correspondente



**Fonte:** Grupo Português de Triagem (2010)

A avaliação clínica inicia-se na queixa apresentada (sinal ou sintoma) identificada pelo doente ou profissional de saúde. Segue-se a seleção do fluxograma para a queixa apresentada. Percorrem-se os discriminadores do fluxograma, escolhendo o primeiro que seja positivo ou que não se consiga negar. Desta forma, é atribuída uma prioridade de atendimento médico que é representada por uma cor e que estabelece o tempo preconizado para esse mesmo atendimento (Grupo Português de Triagem, 2010). Não obstante a prioridade que é atribuída, os doentes são considerados urgentes (cor vermelha, laranja e amarela) e não urgentes (cor verde ou azul).

Segundo o mesmo grupo de trabalho, a utilização de um protocolo objetivo, sistematizado e validado cientificamente permite uma maior segurança para o doente, profissional de saúde e organização de saúde.

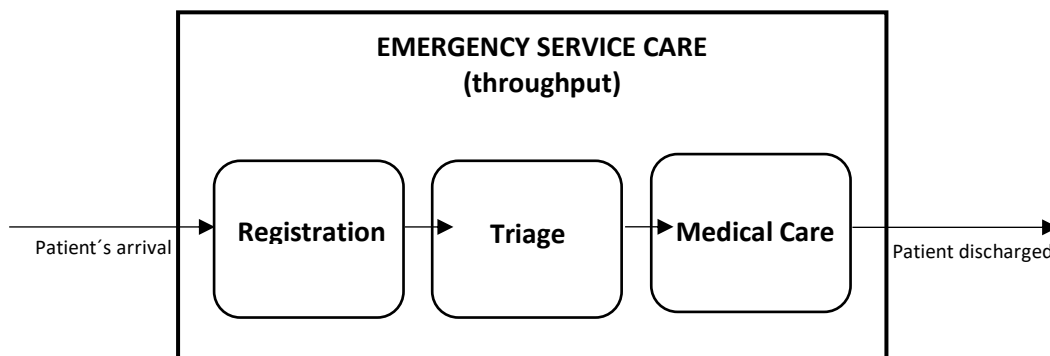
No circuito externo COVID-19, manteve-se o protocolo de Triagem de Manchester. Tendo em conta a possibilidade de uma elevada afluência a este circuito, tornou-se necessário um sistema de classificação de riscos, que organize os doentes de acordo com a necessidade de cuidados com maior urgência e que, realize a gestão de fluxos de urgência, padronizando o atendimento e garantindo a utilização dos devidos recursos.

## 2.8 Tempos Médios de Espera no Circuito COVID-19

A simulação baseia-se em modelos que contemplam a variação do tempo na realização de atividades e o tempo despendido entre as mesmas. Esta ferramenta acaba por modelar a operacionalidade de um sistema num determinado período de tempo, onde pessoas e tarefas fluem por uma série de atividades e filas de espera (Currie *et al.*, 2020).

Os tempos de espera estudados no circuito externo COVID-19 foram baseados no modelo operacional *input-throughput-output* (Figura 2.5) proposto por Asplin *et al.* (2003) e evidenciado por Ferreira *et al.*, (2020), que consiste num conjunto de distribuições de probabilidade teórica que representa o fluxo do doente e o tempo de atendimento consoante os recursos.

Figura 2.5 – Processo de *Throughput* e a sobrelotação dos Serviços de Urgência



Fonte: Asplin *et al.* (2003) adaptado por Ferreira *et al.* (2020)

Os mesmos autores, referem que o tempo de permanência desejável num serviço de urgência é de quatro horas, independentemente se o doente necessitar de internamento hospitalar ou ter alta clínica. A **Figura 2.5** foca o tempo de permanência de um doente no serviço de urgência, desde a sua admissão, triagem e prestação de cuidados de saúde.

Os tempos de espera, assim como os tempos de permanência nos SU são exemplos de indicadores de desempenho que devem ser melhorados, de forma a promover um melhor serviço à comunidade (Castanheira-Pinto *et al.*, 2021).

Em conformidade com Unwin *et al.* (2016), apesar de esperar um rápido atendimento dos doentes no SU, isto nem sempre acontece, pois, a procura excessiva destes serviços, aumenta os tempos de espera de atendimento médico, tratamento dos doentes que mais necessitam, podendo resultar em aumentos das taxas de mortalidade e morbilidade.

De acordo com Leung *et al.* (2017), cada vez mais a procura por estes serviços afeta a qualidade dos mesmos, pois elevadas afluências fazem com que seja excedida a sua capacidade de resposta. Na verdade, o fenómeno da superlotação é uma questão que se verifica a nível mundial e para além de prejudicar os cuidados ao nível da segurança, qualidade e eficiência, encontra-se intimamente relacionado com a diminuição da satisfação dos utentes.

Nesta sequência, os tempos de espera estudados no circuito externo COVID-19 incluem os tempos médios mensais de espera dos doentes para a triagem, atendimento médico, prescrição e administração de fármacos, prescrição e execução de análises sanguíneas, prescrição e execução de Rx, prescrição e execução de TC, prescrição e execução de ECG e o tempo total de permanência do doente no circuito.

## 2.9 Simulação de Eventos Discretos

Os hospitais são sistemas complexos em que as incertezas são maiores em períodos pandémicos. Deste modo, a simulação emerge enquanto uma ferramenta analítica adequada. Os modelos de simulação suportam as decisões estratégicas, reproduzindo o desempenho do sistema de saúde, analisando e avaliando os níveis de recursos, a gestão do fluxo dos doentes e os processos de tomada de decisão a longo termo (Garcia-Vicuña *et al.*, 2020).

Segundo os mesmos autores, a simulação proporciona cenários que consideram futuras utilizações dos recursos, mantendo as autoridades de saúde informadas sobre as eventuais necessidades, facultando tempo para um planeamento mais adequado. A antecipação de recursos necessários através dos modelos de simulação é essencial para um planeamento prévio dos mesmos, reduzindo a pressão nos sistemas e o stress nos profissionais de saúde.

Também Aljahany *et al.* (2020), entendem que a preparação para uma situação pandémica é de extrema importância. Esta preparação ao ser efetuada em ambiente seguro de simulação, promove a melhoria do desempenho das organizações de saúde. A utilização de modelos de simulação é considerada uma metodologia efetiva na melhoria do nível de preparação dos serviços de urgência no combate à pandemia COVID-19 e outros surtos infecciosos.

Ainda Dubé *et al.* (2020), acrescentam que no contexto pandémico, a prática deliberada através da simulação pode reduzir o impacto cognitivo e emocional nos profissionais de saúde envolvidos na linha da frente da prestação de cuidados. Permite também mitigar as ameaças latentes à segurança dos cuidados de saúde, em tempos de pressão prolongada, exaustão e *burnout*.

Os mesmos autores concordam que a simulação é a solução na preparação e prontidão dos sistemas de saúde, na otimização de circuitos, desenvolvimento de novos processos, gestão de recursos humanos, aquisição de novos equipamentos, gestão de camas e na consistência da gestão dos cuidados de saúde à população. Deste modo, a simulação pode ser simultaneamente utilizada como uma ferramenta de aprendizagem e avaliação, melhorando a capacidade de resposta à pandemia COVID-19.

A utilização de modelos matemáticos na simulação de cenários é crucial para os decisores. Com o modelo apropriado, os efeitos e resultados da simulação de cenários podem ser projetados e utilizados na decisão estratégica do planeamento de resposta hospitalar à pandemia COVID-19 (Wood *et al.*, 2020a).

A simulação permite então projetar o modelo e realizar experiências com o mesmo, de modo a analisar o seu comportamento e avaliar estratégias de gestão e operacionalidade. Simular envolve a elaboração de um método de experimentação que procura descrever comportamentos, construir teorias e antecipar comportamentos futuros. Esta técnica

objetiva avaliar teorias através da experimentação, que de outro modo seriam inacessíveis à realidade (Vieira *et al.*, 2020).

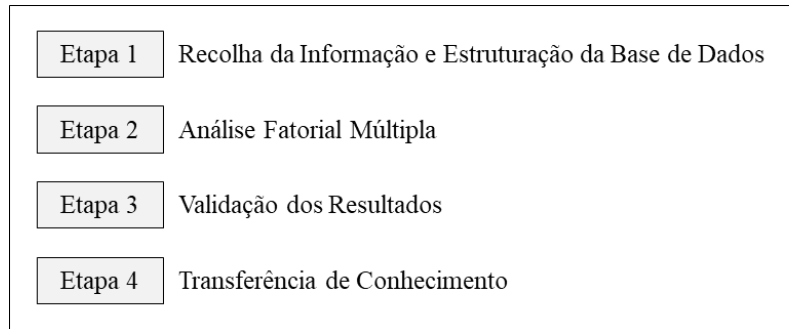
De acordo com os mesmos autores, além da possibilidade de testar e validar uma atividade já existente, a simulação pode contribuir para oportunidades de melhoria, permitindo explorar e testar alternativas e diagnosticar problemas. Uma das grandes vantagens desta ferramenta é modelar diferentes cenários, respondendo a questões lógicas e hipotéticas como “o que aconteceria se” (*what-if?*), diminuindo riscos, tempo e custos com a realização de testes estatísticos adequados.

**CAPÍTULO 3**  
**METODOLOGIA E MÉTODOS**

### 3.1 Procedimento Metodológico

A **Figura 3.1** apresenta o esquema metodológico que sustenta esta investigação, organizado em quatro etapas.

**Figura 3.1:** Esquema Metodológico



**Fonte:** Elaboração Própria

#### 3.1.1 Etapa 1: Recolha da Informação e Criação da Estrutura de Dados

O presente trabalho é um estudo retrospectivo que incide sobre os doentes que utilizaram o circuito externo COVID-19 do SU da Unidade de Faro do CHUA, entre os meses de abril e dezembro 2020. Foi elaborada e apresentada uma proposta para a realização da presente investigação ao CA do CHUA, no dia 3 de dezembro de 2020, tendo sido aprovada a 5 de março de 2021.

Com o recurso ao sistema integrado de informação hospitalar, através dos programas SONHO, ALERT e SClínico, a informação relativa ao período do estudo, contempla o nível de risco pandémico mensal e contem dados correspondentes a 4 conjuntos de dados:

1. Recursos humanos, materiais e tecnológicos (RHMT);
2. Caracterização dos doentes suspeitos/positivos (CDSP);
3. Triagem e prioridades de atendimento (TPA);
4. Tempos médios de circuito (TMC).

As variáveis utilizadas foram definidas a partir de pesquisa bibliográfica e de dados disponibilizados pelos sistemas de informação em saúde.

Os RHMT do circuito externo COVID-19, são constituídos por 16 variáveis designadamente, em relação aos recursos humanos: o número mensal de turnos de médicos, enfermeiros, assistentes operacionais e administrativos. Os recursos materiais são formados pelas estimativas dos Equipamentos de Proteção Individual (EPI) consumidos e pelo número de fármacos administrados mensalmente. Por fim, os recursos tecnológicos apresentam o número de MCDT (análises, Rx, TC, ECG e zaragatoas) realizados por mês, nos doentes encaminhados no circuito COVID-19 (**Tabela 3.1**).

**Tabela 3.1:** Recursos Humanos, Materiais e Tecnológicos

RHMT1	Nº Turnos de Médicos
RHMT2	Nº Turnos de Enfermeiros
RHMT3	Nº Turnos de Assistentes Operacionais
RHMT4	Nº Turnos de Administrativos
RHMT5	Nº de Fármacos Administrados
RHMT6	Nº de Máscaras Cirúrgicas Consumidas (estimativa)
RHMT7	Nº de Máscaras FPP2 Consumidas (estimativa)
RHMT8	Nº de Toucas Descartáveis Consumidas (estimativa)
RHMT9	Nº de Batas Cirúrgicas Impermeáveis Consumidas (estimativa)
RHMT10	Nº de Luvas de Cano Alto Consumidas (estimativa)
RHMT11	Nº de Proteções de Pés Consumidas (estimativa)
RHMT12	Nº de Colheitas de Análises Realizadas
RHMT13	Nº de Radiografias Realizadas
RHMT14	Nº de Tomografias Realizadas
RHMT15	Nº de Eletrocardiogramas Realizados
RHMT16	Nº de Zaragatoas Consumidas (estimativa)

Fonte: Elaboração Própria

Na CDSP, as variáveis em estudo relacionam-se com a caracterização dos doentes suspeitos/positivos. A **Tabela 3.2** apresenta o número de admissões no circuito, a média de idades dos doentes admitidos, o número de indivíduos do sexo masculino e feminino, o número de altas clínicas, o número de internamentos em enfermaria, o número de internamentos em unidade de cuidados intensivos e o número de óbitos ocorridos.

**Tabela 3.2:** Caracterização dos Doentes Suspeitos/Positivos

CDSP1	Nº de Admissões no Circuito
CDSP2	Média de Idades dos Doentes Admitidos
CDSP3	Nº de Indivíduos do Sexo Masculino
CDSP4	Nº de Indivíduos do Sexo Feminino
CDSP5	Nº de Altas Clínicas
CDSP6	Nº de Internamentos
CDSP7	Nº de Internamentos UCI
CDSP8	Nº de Óbitos no Circuito

Fonte: Elaboração Própria

A TPA está associada às variáveis inerentes ao Sistema de Triagem de Manchester (STM). Este sistema utiliza de 5 categorias de prioridade de atendimento médico e é agrupado em dois níveis: os cuidados urgentes (cor vermelha, laranja e amarela) e os cuidados não urgentes (cor verde e azul). Ao observar-se a **Tabela 3.3**, verifica-se a existência de uma sexta categoria, que engloba a cor branca, no nível não urgente, e que pretende categorizar o atendimento que poderá ser programado ou encaminhado de um outro serviço de saúde. A sétima categoria “doentes não triados” relaciona-se com os profissionais de saúde do CHUA que não apresentam sintomatologia clínica, mas que tiveram um contacto de risco, em ambiente profissional, com doentes ou colegas positivos. Necessitam de efetuar a admissão no circuito, por uma necessidade administrativa, para o acesso à realização de teste de zaragatoa.

**Tabela 3.3:** Triagem: Prioridades de Atendimento

TPA1	Nº de Doentes Emergentes (Cor Vermelha)
TPA2	Nº de Doentes Muito Urgentes (Cor Laranja)
TPA3	Nº de Doentes Urgentes (Cor Amarela)
TPA4	Nº de Doentes Pouco Urgentes (Cor Verde)
TPA5	Nº de Doentes Não Urgentes (Cor Azul)
TPA6	Nº de Doentes Referenciados (Cor Branca)
TPA7	Nº de Doentes Não Triados

**Fonte:** Elaboração Própria

Os TMC, considerados variáveis suplementares, resultam dos tempos médios de espera ao longo do circuito externo COVID-19 (**Tabela 3.4**).

**Tabela 3.4:** Tempos Médios do Circuito COVID-19

TMC1	Tempo Médio para Triagem de Manchester (atendimento Enfermagem)
TMC2	Tempo Médio para Primeiro Atendimento Médico
TMC3	Tempo Médio para Primeira Prescrição de Fármacos
TMC4	Tempo Médio para Primeira Administração de Fármacos
TMC5	Tempo Médio para Prescrição de Análises
TMC6	Tempo Médio para Colheita de Análises
TMC7	Tempo Médio para Prescrição de Radiografia
TMC8	Tempo Médio para Realização de Radiografia
TMC9	Tempo Médio para Prescrição de Tomografia
TMC10	Tempo Médio para Realização de Tomografia
TMC11	Tempo Médio para Prescrição de Eletrocardiograma
TMC12	Tempo Médio para Realização de Eletrocardiograma
TMC13	Tempo Médio do Doente no Circuito desde a Admissão até à Alta Clínica

**Fonte:** Elaboração Própria

Os 4 conjuntos de dados foram categorizadas pelos indicadores de evolução da pandemia, emanados pela Direção-Geral da Saúde (2021a) e a **Tabela 3.5** mostra o Nível de Risco Pandémico (NRP) nacional para os meses incluídos no período do estudo.

**Tabela 3.5:** Nível de Risco Pandémico

1 = Reduzido	abr/20	1
	mai/20	1
2 = Moderado	jun/20	1
	jul/20	1
3 = Elevado	ago/20	1
	set/20	1
	out/20	2
	nov/20	3
	dez/20	3

Fonte: Elaboração Própria

A **Figura 3.2** revela a estrutura tridimensional das 4 matrizes de dados de acordo com a metodologia utilizada a qual é descrita no próximo subcapítulo.

**Figura 3.2:** Estruturação da Base de Dados

	TPA1	TPA2	TPA3	TPA4	TPA5	TPA6	TPA7	TMC1	TMC2	TMC3	TMC4	TMC5	TMC6	TMC7	TMC8	TMC9	TMC10	TMC11	TMC12	TMC13
	0	83	135	217	25	180	2	00.07	00.47	02.35	03.18	01.17	01.33	02.57	05.40	12.35	16.18	04.26	05.36	22.45
	0	65	128	169	19	50	3	00.06	00.37	01.14	01.53	00.49	01.02	02.47	05.58	10.10	13.00	05.22	06.13	19.49
	1	111	144	173	10	90	4	00.06	00.21	00.64	01.25	00.46	00.57	03.20	06.49	09.32	13.34	03.20	04.17	15.05
	0	83	135	217	25	180	2	00.54	01.20	03.30	07.04	08.57	12.45	03.43	04.34	13.06	00.53	01.15	02.53	06.13
	0	65	128	169	19	50	3	00.59	01.14	02.56	06.07	10.26	16.00	03.03	03.45	11.32	00.49	01.09	02.50	06.26
	1	111	144	173	10	90	4	00.49	01.09	02.50	06.26	10.50	14.25	03.39	04.24	11.24	01.12	01.22	02.04	04.48
	0	83	135	217	25	180	2	00.49	01.11	03.00	05.32	08.33	10.29	04.03	04.50	19.37	00.49	01.11	03.00	05.32
	0	65	128	169	19	50	3	00.49	01.09	02.50	06.26	10.50	14.25	03.39	04.24	11.24	01.12	01.22	02.04	04.48
	1	111	144	173	10	90	4	00.49	01.09	02.50	06.26	10.50	14.25	03.39	04.24	11.24	01.12	01.22	02.04	04.48
	0	83	135	217	25	180	2	00.49	01.11	03.00	05.32	08.33	10.29	04.03	04.50	19.37	00.49	01.11	03.00	05.32
	0	65	128	169	19	50	3	00.49	01.09	02.50	06.26	10.50	14.25	03.39	04.24	11.24	01.12	01.22	02.04	04.48
	1	111	144	173	10	90	4	00.49	01.09	02.50	06.26	10.50	14.25	03.39	04.24	11.24	01.12	01.22	02.04	04.48
	0	83	135	217	25	180	2	00.49	01.11	03.00	05.32	08.33	10.29	04.03	04.50	19.37	00.49	01.11	03.00	05.32
	0	65	128	169	19	50	3	00.49	01.09	02.50	06.26	10.50	14.25	03.39	04.24	11.24	01.12	01.22	02.04	04.48
	1	111	144	173	10	90	4	00.49	01.09	02.50	06.26	10.50	14.25	03.39	04.24	11.24	01.12	01.22	02.04	04.48
	0	83	135	217	25	180	2	00.49	01.11	03.00	05.32	08.33	10.29	04.03	04.50	19.37	00.49	01.11	03.00	05.32
	0	65	128	169	19	50	3	00.49	01.09	02.50	06.26	10.50	14.25	03.39	04.24	11.24	01.12	01.22	02.04	04.48
	1	111	144	173	10	90	4	00.49	01.09	02.50	06.26	10.50	14.25	03.39	04.24	11.24	01.12	01.22	02.04	04.48
	0	83	135	217	25	180	2	00.49	01.11	03.00	05.32	08.33	10.29	04.03	04.50	19.37	00.49	01.11	03.00	05.32
	0	65	128	169	19	50	3	00.49	01.09	02.50	06.26	10.50	14.25	03.39	04.24	11.24	01.12	01.22	02.04	04.48
	1	111	144	173	10	90	4	00.49	01.09	02.50	06.26	10.50	14.25	03.39	04.24	11.24	01.12	01.22	02.04	04.48
	0	83	135	217	25	180	2	00.49	01.11	03.00	05.32	08.33	10.29	04.03	04.50	19.37	00.49	01.11	03.00	05.32
	0	65	128	169	19	50	3	00.49	01.09	02.50	06.26	10.50	14.25	03.39	04.24	11.24	01.12	01.22	02.04	04.48
	1	111	144	173	10	90	4	00.49	01.09	02.50	06.26	10.50	14.25	03.39	04.24	11.24	01.12	01.22	02.04	04.48
	0	83	135	217	25	180	2	00.49	01.11	03.00	05.32	08.33	10.29	04.03	04.50	19.37	00.49	01.11	03.00	05.32
	0	65	128	169	19	50	3	00.49	01.09	02.50	06.26	10.50	14.25	03.39	04.24	11.24	01.12	01.22	02.04	04.48
	1	111	144	173	10	90	4	00.49	01.09	02.50	06.26	10.50	14.25	03.39	04.24	11.24	01.12	01.22	02.04	04.48
	0	83	135	217	25	180	2	00.49	01.11	03.00	05.32	08.33	10.29	04.03	04.50	19.37	00.49	01.11	03.00	05.32
	0	65	128	169	19	50	3	00.49	01.09	02.50	06.26	10.50	14.25	03.39	04.24	11.24	01.12	01.22	02.04	04.48
	1	111	144	173	10	90	4	00.49	01.09	02.50	06.26	10.50	14.25	03.39	04.24	11.24	01.12	01.22	02.04	04.48
	0	83	135	217	25	180	2	00.49	01.11	03.00	05.32	08.33	10.29	04.03	04.50	19.37	00.49	01.11	03.00	05.32
	0	65	128	169	19	50	3	00.49	01.09	02.50	06.26	10.50	14.25	03.39	04.24	11.24	01.12	01.22	02.04	04.48
	1	111	144	173	10	90	4	00.49	01.09	02.50	06.26	10.50	14.25	03.39	04.24	11.24	01.12	01.22	02.04	04.48
	0	83	135	217	25	180	2	00.49	01.11	03.00	05.32	08.33	10.29	04.03	04.50	19.37	00.49	01.11	03.00	05.32
	0	65	128	169	19	50	3	00.49	01.09	02.50	06.26	10.50	14.25	03.39	04.24	11.24	01.12	01.22	02.04	04.48
	1	111	144	173	10	90	4	00.49	01.09	02.50	06.26	10.50	14.25	03.39	04.24	11.24	01.12	01.22	02.04	04.48
	0	83	135	217	25	180	2	00.49	01.11	03.00	05.32	08.33	10.29	04.03	04.50	19.37	00.49	01.11	03.00	05.32
	0	65	128	169	19	50	3	00.49	01.09	02.50	06.26	10.50	14.25	03.39	04.24	11.24	01.12	01.22	02.04	04.48
	1	111	144	173	10	90	4	00.49	01.09	02.50	06.26	10.50	14.25	03.39	04.24	11.24	01.12	01.22	02.04	04.48
	0	83	135	217	25	180	2	00.49	01.11	03.00	05.32	08.33	10.29	04.03	04.50	19.37	00.49	01.11	03.00	05.32
	0	65	128	169	19	50	3	00.49	01.09	02.50	06.26	10.50	14.25	03.39	04.24	11.24	01.12	01.22	02.04	04.48
	1	111	144	173	10	90	4	00.49	01.09	02.50	06.26	10.50	14.25	03.39	04.24	11.24	01.12	01.22	02.04	04.48
	0	83	135	217	25	180	2	00.49	01.11	03.00	05.32	08.33	10.29	04.03	04.50	19.37	00.49	01.11	03.00	05.32
	0	65	128	169	19	50	3	00.49	01.09	02.50	06.26	10.50	14.25	03.39	04.24	11.24	01.12	01.22	02.04	04.48
	1	111	144	173	10	90	4	00.49	01.09	02.50	06.26	10.50	14.25	03.39	04.24	11.24	01.12	01.22	02.04	04.48
	0	83	135	217	25	180	2	00.49	01.11	03.00	05.32	08.33	10.29	04.03	04.50	19.37	00.49	01.11	03.00	05.32
	0	65	128	169	19	50	3	00.49	01.09	02.50	06.26	10.50	14.25	03.39	04.24	11.24	01.12	01.22	02.04	04.48
	1	111	144	173	10	90	4	00.49	01.09	02.50	06.26	10.50	14.25	03.39	04.24	11.24	01.12	01.22	02.04	04.48
	0	83	135	217	25	180	2	00.49	01.11	03.00	05.32	08.33	10.29	04.03	04.50	19.37	00.49	01.11	03.00	05.32
	0	65	128	169	19	50	3	00.49	01.09	02.50	06.26	10.50	14.25	03.39	04.24	11.24	01.12	01.22	02.04	04.48
	1	111	144	173	10	90	4	00.49	01.09	02.50	06.26	10.50	14.25	03.39	04.24	11.24	01.12	01.22	02.04	04.48
	0	83	135	217	25	180	2	00.49	01.11	03.00	05.32	08.33	10.29	04.03	04.50	19.37	00.49	01.11	03.00	05.32
	0	65	128	169	19	50	3	00.49	01.09	02.50	06.26	10.50	14.25	03.39	04.24	11.24	01.12	01.22	02.04	04.48
	1	111	144	173	10	90	4	00.49	01.09	02.50	06.26	10.50	14.25	03.39	04.24	11.24	01.12	01.22	02.04	04.48
	0	83	135	21																

### **3.1.2 Etapa 2: Análise Fatorial Múltipla**

#### **3.1.2.1 Introdução**

O estudo de um determinado fenómeno não pressupõe, apenas, a sua simples compreensão num determinado momento do tempo, mas antes, a sua compreensão ao longo de tempo ou em diferentes ocasiões experimentais. São muitas vezes os comportamentos de estabilidade ou de instabilidade detetados na evolução de um fenómeno que permitem as conclusões mais relevantes.

A principal vantagem dos métodos de análise de estruturas multidimensionais de múltiplos conjuntos de dados encontra-se no facto de permitir não só captar padrões comportamentais nos indivíduos, mas também identificar os responsáveis pela estabilidade e/ou instabilidade.

Esta investigação recorre à Análise Fatorial Múltipla (AFM), um dos principais métodos de Três-Vias.

#### **3.1.2.2 Os Métodos de Três-Vias**

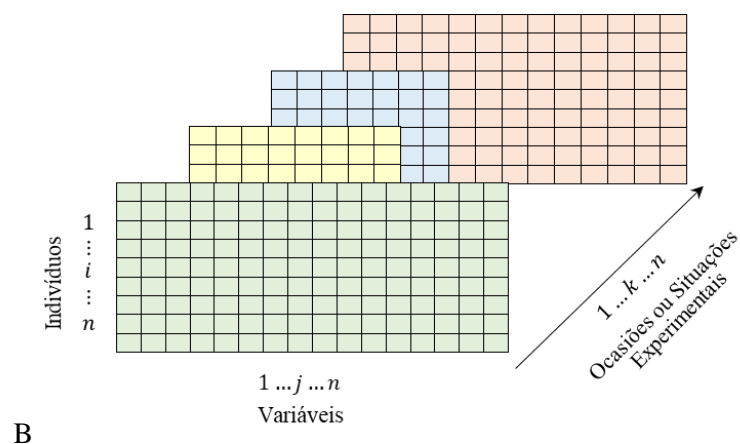
Tradicionalmente a análise multivariada trata dados obtidos pela medição de mais de uma variável sobre um conjunto de indivíduos ou objetos, representados numa estrutura de duas vias, denominada matriz de dados. Embora uma estrutura de dados de três vias (indivíduos, variáveis, ocasiões ou situações) se possa considerar como uma sucessão de matrizes de duas vias (indivíduos, variáveis), os métodos de análise que usualmente analisam estes últimos não são indicados para o tratamento dos de três vias uma vez que não permitem analisar, no mesmo espaço, as diversas matrizes de dados, dispostas por tempo ou por situação, com o intuito de detetar as semelhanças e as diferenças observadas nas configurações das trajetórias dos indivíduos e das variáveis. Por outras palavras, os métodos de duas vias não identificam os padrões da estrutura interna presentes entre os elementos das configurações de dados de três vias.

Deste modo, os métodos de três vias, geram análises mais completas e assumem principal relevância ao permitir estudar em simultâneo diversas matrizes de dados, possibilitando captar outras relações que caracterizam os fenómenos.

O principal objetivo é analisar estruturas múltiplas de dados que relacionem indivíduos, variáveis e condições. Assim, a informação é organizada em estruturas onde cada dado é representado por três vias ou índices (**Figura 3.3**):

1. Um primeiro índice para identificar os indivíduos ( $i$ ) que são objeto de estudo;
2. Um segundo índice para as variáveis ( $j$ ) que se mediram sobre esses indivíduos e
3. Um terceiro para identificar as diversas ocasiões ou situações experimentais ( $k$ ) em que essas medições se realizaram.

**Figura 3.3:** Representação de uma estrutura de dados de três vias



Fonte: Elaboração Própria

De acordo com Kiers (1988, 1991) estas estruturas correspondem, essencialmente, a dois tipos de organização dos dados:

- I. Dados Cúbicos ou Triádico para observações, sobre o mesmo conjunto de indivíduos, para os quais se mediu o mesmo conjunto de variáveis, em diferentes ocasiões.
- II. Dados de múltiplos conjuntos de variáveis, onde podem existir:
  - a) Observações dos mesmos indivíduos, em diferentes conjuntos de variáveis, em diferentes ocasiões;
  - b) Observações de diferentes conjuntos de indivíduos, sobre as mesmas variáveis, em diferentes ocasiões.

### 3.1.2.3 O Método

A AFM foi inicialmente desenvolvida por Escofier e Pagès (1985) e aplica-se ao tratamento simultâneo de uma sucessão de matrizes de dados com os mesmos indivíduos caracterizados por iguais ou diferentes conjuntos de variáveis, quantitativas ou qualitativas.

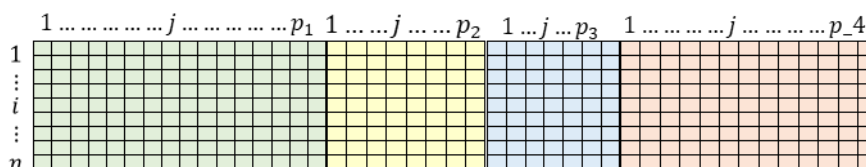
Trata-se de um método de análise exploratória de dados multivariados, que se baseia na álgebra linear e em espaços vetoriais euclidianos e procura uma estrutura comum e representativa de todas as matrizes.

Assim, os dados, de tipo quantitativo, são apresentados em  $K$  matrizes de dados, recolhidas em diferentes condições (temporais, espaciais ou outras), denominadas por estudos, sobre os mesmos indivíduos, mas em que as variáveis podem diferir.

### 3.1.2.4 A Estrutura de Dados

Começamos por representar a estrutura de um conjunto de dados ao qual se possa aplicar AFM (**Figura 3.4**):  $k$  matrizes de dados ( $X_k$ ), onde  $n$  representa o número de indivíduos em cada matriz e  $p_k$  o número de variáveis no  $k$ -ésimo conjunto.

**Figura 3.4:** Representação concatenada de uma matriz de Três-Vias



**Fonte:** Elaboração Própria

Na AFM, um estudo é um trio estatístico  $(X_k, Q_k, D)$ , onde  $(X_k)_{n \times p_k}$  com  $k = 1, \dots, K$  representa a matriz de dados associada à  $k$ -ésima ocasião ou situação,  $n$  é o número total de indivíduos e  $p_k$  o número de variáveis no  $k$ -ésimo conjunto de dados.

### 3.1.2.5 A Operacionalização

A implementação da AFM (Escofier e Pagès, 1990) baseia-se no conceito de Interestrutura, Consenso e Intraestrutura (ICI), e compreende duas etapas essenciais:

1. A primeira etapa consiste em realizar uma Análise de Componentes Principais (ACP) sobre cada um dos grupos de variáveis ( $K$ ). O objetivo desta etapa centra-se na obtenção do primeiro valor próprio de cada análise ( $\lambda_1^k$ ), tendo em vista a sua utilização como fator de ponderação na etapa seguinte, bem como na avaliação de eventuais efeitos da dimensionalidade de cada grupo na análise subsequente.
2. Na segunda etapa realiza-se uma ACP normada sobre a matriz global ( $K_{1\dots k}$ ) a qual pondera cada matriz tabela pelo inverso do primeiro valor próprio obtido na etapa anterior, com o objetivo de equilibrar a influência dos grupos de variáveis. Em seguida, justapõem-se todas as sub-matrizes ( $K$ ) assim ponderadas e, finalmente, realiza-se nova ACP sobre a matriz global correspondente. Esta abordagem possibilita a obtenção de um referencial comum chamado espaço consenso, o qual possibilita o estudo e a análise da evolução ou dinamismo dos diferentes indivíduos e variáveis, permitindo obter representações gráficas e índices de qualidade que facilitam o estudo dessa evolução.

#### 3.1.2.5.1 O Consenso

Esta etapa pretende produzir uma matriz que resuma a informação das várias configurações em estudo, a matriz consenso.

Assim, se a análise da interestrutura permitir concluir sobre a existência de uma estrutura de indivíduos comum às várias matrizes de dados, pode finalmente proceder-se à construção da matriz consenso. Esta não é mais do que uma combinação linear dos diversos objetos representativos  $W_k$  ponderados mediante  $\alpha_k$ .

$$W = \sum_{k=1}^K \alpha_k W_k \quad 3.1$$

As referidas ponderações representam as coordenadas do primeiro vetor próprio resultante da ACP sobre cada um dos grupos de variáveis e a utilização do primeiro valor próprio de cada análise como fator de ponderação para equilibrar a influência dos grupos de variáveis.

$$\alpha_k = \frac{1}{\lambda_1^k} \quad 3.2$$

Por isso, o compromisso  $W$  resulta da justaposição de todas as sub-tabelas assim ponderadas. Obtida a matriz consenso pretende-se, em seguida, uma imagem euclidiana consenso dos indivíduos em estudo, ou seja, uma representação das posições dos indivíduos.

Uma ACP sobre a matriz compromisso  $W$ , permitirá obter  $B_1, \dots, B_n$ , ou seja, os pontos representativos dos indivíduos na imagem euclidiana. As coordenadas destes pontos sobre o  $l^{\text{ésimo}}$  eixo são as coordenadas do vetor  $\sqrt{\theta_l} q_l$ , sendo  $q_l$  o  $l^{\text{ésimo}}$  vetor próprio associado ao  $l^{\text{ésimo}}$  maior valor próprio,  $\theta_l$ , da matriz  $W$ .

$$B_i = \sqrt{\theta_l} q_l = \frac{1}{\sqrt{\theta_l}} W D q_l \quad 3.3$$

Na prática, havendo evidência de uma estrutura de indivíduos comum às matrizes de dados, restringe-se a representação da imagem euclidiana do compromisso aos dois ou três primeiros eixos, segundo a percentagem de inércia explicada por estes.

### 3.1.2.5.2 A Intraestrutura

A análise das correlações das variáveis com os eixos do plano possibilita a interpretação das posições dos indivíduos na imagem euclidiana do compromisso.

A correlação da variável  $p_k$  com o  $k^{\text{ésimo}}$  eixo e é dada pela seguinte expressão:

$$\text{corr}(p_k, U) = X'_k D U_W \quad 3.4$$

Estas correlações resumem-se num gráfico em que a variável  $p_k$  é representada por um ponto no  $k^{\text{ésimo}}$  eixo, cuja coordenada é igual à correlação entre a variável e o eixo.

Deste modo são detetadas as associações entre as variáveis originais e as situações experimentais. Estas associações permitirão interpretar as posições relativas dos indivíduos, no espaço compromisso, no que diz respeito às diferenças observadas entre as variáveis originais na imagem euclidiana do compromisso.

### 3.1.2.5.3 A Interpretação das Trajetórias

Para visualizar graficamente os indivíduos responsáveis pelos desvios entre os estudos, representamos as diferentes posições dos indivíduos para cada objeto da imagem euclidiana do compromisso, ou seja, as suas trajetórias. Desta forma obtém-se uma representação de  $nK$  pontos:  $n$  trajetórias, cada uma com  $K$  pontos.

Cada trajetória representa a deslocação de um indivíduo ao longo do horizonte temporal, delineando a evolução de cada um ao longo dos eixos do compromisso. Esta evolução é melhor compreendida pela associação com as variáveis que mais contribuíram para a formação de cada um dos eixos, ou seja, pela correlação das variáveis com cada um dos eixos. A representação das trajetórias na imagem euclidiana do compromisso consiste em representar, nesta imagem, as  $K$  nuvens de indivíduos.

Para se calcular a coordenada de cada um dos pontos referentes ao indivíduo  $i$ , num determinado quadro  $k$ ,  $B_i^{(1)}, \dots, B_i^{(k)}$ , utiliza-se uma expressão semelhante à (3.3), mas agora calculada com base em cada um dos objetos representativos dos quadros de dados,

$$B_i^{(k)} = \frac{1}{\sqrt{\theta_l}} W_k D q_l \quad 3.5$$

Além disso, o indivíduo compromisso  $B_i$  é o centro de gravidade dos pontos  $B_i^{(1)}, \dots, B_i^{(k)}$  ponderados pelos coeficientes  $\alpha_1, \dots, \alpha_k$  e esta propriedade mantém-se na projeção (Saporta, 1990).

Sendo assim, as trajetórias definem a mudança na posição de um indivíduo, ao longo do período temporal ou condições experimentais, em torno de um indivíduo médio representado no consenso.

Quando os estudos não correspondem a um horizonte temporal, é efetuado o cálculo da distância entre cada indivíduo no estudo  $k$  e a sua posição consenso, baricentro da posição desse indivíduo para o conjunto de  $K$  estudos.

$$d_{B_i, B_i^{(k)}}^2 = \left\| (B_i) - (B_i)^{(k)} \right\|^2 \quad 3.6$$

Em síntese, a análise dos resultados da AFM assenta nas seguintes 5 etapas fundamentais:

1. A análise do consenso consiste em resumir as  $K$  tabelas numa só, da mesma natureza das matrizes originais. O espaço gerado pelo consenso permite um resumo global do conjunto das  $K$  matrizes;
2. A interpretação dos eixos da intraestrutura de acordo com as variáveis: as posições consenso dos indivíduos correspondem às suas posições médias ao longo das  $K$  matrizes. A análise da intra-estrutura engloba o conceito de trajetória ou distância ao indivíduo médio. Este conceito tem a sua origem em estudos onde as matrizes são geradas temporalmente e o que se procura é a descrição da evolução do fenómeno em análise. Porém, o conceito é também aplicável e interpretável para matrizes geradas a partir de diferentes situações experimentais. O objetivo aplica-se, de modo geral, para conhecer a evolução de cada um dos elementos que compõem as matrizes com detalhe;
3. O estudo da interestrutura e interpretação das posições das matrizes de dados: o objetivo da análise da interestrutura, também designada por Análise Global, é comparar as  $K$  tabelas entre si e reconhecer grupos que contribuem para a estabilidade e para a divergência. Para efetuar essas comparações deve, não somente ter-se em conta o conceito de proximidade entre matrizes, como também procurar uma representação gráfica sobre a qual se possa interpretar a proximidade entre dois pontos, como correspondência a duas matrizes similares, no sentido da distância considerada. Em síntese, através da análise da interestrutura revelam-se as proximidades entre as matrizes de dados;

4. A interpretação das posições consenso e das coordenadas parciais dos indivíduos;
5. As representações gráficas associadas à AFM assentam tradicionalmente na aplicação da ACP que permite projetar num espaço de dimensionalidade reduzida os indivíduos consenso, as nuvens de pontos parciais, as variáveis e grupos de variáveis que resultam da aplicação da AFM.

Em suma, a AFM permite não só captar as influências sobre os indivíduos e as variáveis ao longo de diferentes condições experimentais ou ocasiões, identificando sobre que grupos de variáveis mais contribuem para a coerência ou divergência no consenso, mas também identificar as variáveis e os indivíduos responsáveis.

### 3.1.3 Etapa 3: Validação dos Resultados

O *Bootstrapping* é uma ferramenta estatística fundamental, que permite estimar quantidades desconhecidas associadas a modelos estatísticos. Na prática é frequentemente utilizada para encontrar erros padrão para estimadores, intervalos de confiança para parâmetros desconhecidos ou *p – values* para estatísticas de teste sob hipótese nula (Beaton *et al.*, 2014).

Segundo Boos (2003), o *Bootstrapping* tem um impacto fundamental na realização de inferência estatística, em problemas sem soluções analíticas. Um modelo estatístico é essencialmente um conjunto de distribuições de probabilidade, que tenta descrever o verdadeiro estado da natureza e os dados aleatórios relacionados disponíveis para entender esse estado verdadeiro. Neste sentido, o objetivo da inferência estatística é escolher uma dessas distribuições de probabilidade e dar alguma noção de incerteza nessa escolha. Por outras palavras, esta técnica permite efetuar inferências sobre populações desconhecidas (representadas por modelos estatísticos) a partir dos dados da amostra.

De acordo com Martínez-Espinosa (2006), o termo *Bootstrap*, refere-se de uma forma generalista, a uma técnica ou método de simulação, que objetiva a obtenção de intervalos de confiança para as estimativas dos parâmetros de interesse, por reamostragem do conjunto original de dados. Podemos reexaminar uma análise de regressão já efetuada, comparando os resultados obtidos sob certas circunstâncias assumidas. De acordo com o mesmo autor, reamostrar permite diferentes alternativas para se encontrar desvios padrão e intervalos de confiança através da análise de um conjunto de dados. A distribuição

estatística *Bootstrap*, baseada em reamostras, representa uma distribuição amostral, que permite verificar a normalidade da distribuição estatística original em estudo. Para que a aplicação da técnica resulte em valores confiáveis devem ser feitas, a partir da amostra mestre, centenas ou até milhares de reamostras do mesmo tamanho  $n$ . A maioria dos autores recomenda a utilização de 1000 reamostras.

No entanto, na opinião de Davidson *et al.* (2003), o número de reamostragens pode ser estipulado, verificando a variação do desvio padrão para a estimativa do parâmetro em questão calculado para as reamostras à medida que estas são realizadas. No momento em que esse valor se estabilizar o tamanho da reamostra *Bootstrap* estará adequado.

#### **3.1.4 Etapa 4: Transferência de Conhecimento**

A última fase do Procedimento Metodológico apresenta a transferência de conhecimento como o processo que disponibiliza o conhecimento técnico ou científico com os meios, de forma a permitir que o desenvolvimento científico e tecnológico esteja acessível a uma ampla gama de utilizadores. Na prática, facilita-se a transferência de propriedade tangível e intelectual, experiência, aprendizagem e habilidades entre a academia e a comunidade não académica e é reconhecida pelos governos e pelos financiadores organizacionais como um retorno importante sobre o investimento em investigação, que fornece uma força motriz significativa para melhorar o crescimento económico e o bem-estar social (Dietsch e Khemiri, 2017; Dezi, 2017).

Em 2017, a Organização Mundial de Saúde (OMS) entendeu que a transferência de conhecimento representa “... a síntese, a troca e a aplicação do conhecimento pelas partes interessadas relevantes para acelerar os benefícios da inovação global e local no fortalecimento dos sistemas de saúde e na melhoria da saúde das pessoas.” (World Health Organization, 2017).

Na área da saúde, de acordo com a mesma organização, a transferência de conhecimento assume um papel particularmente importante, pois surgem por vezes situações críticas (doenças ou epidemias) que exigem uma rápida transferência de conhecimento científico para cenários reais (epidemias, surtos ou acidentes), e neste contexto, quanto mais rápida e eficaz for esta transferência, mais célere é a resposta.

Crê-se que o conhecimento aqui produzido tornou possível evidenciar a importância que a simulação possui, enquanto instrumento de gestão no apoio à resposta hospitalar, em contexto de pandemia COVID-19.

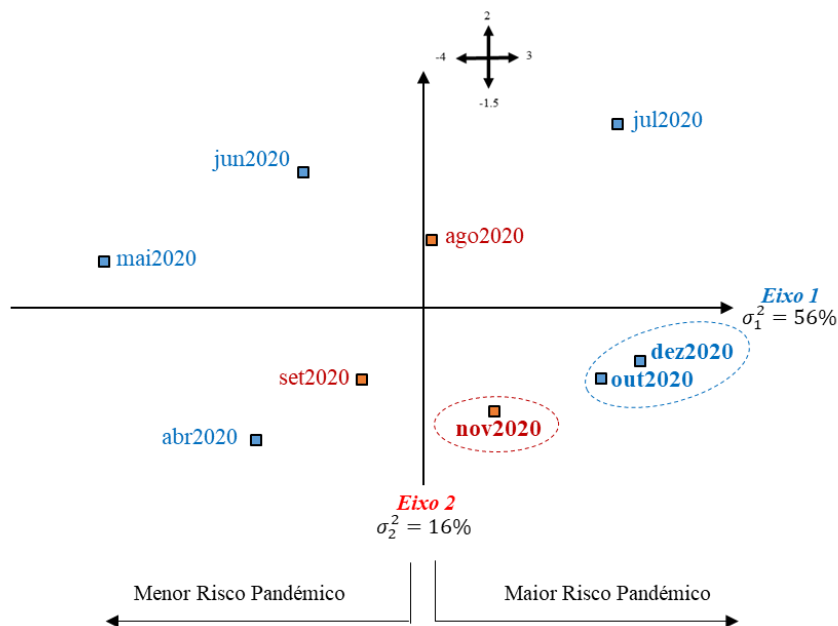
**CAPÍTULO 4**  
**ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

## 4.1 Análise do Consenso

Na **Figura 4.1**, é possível constatar na representação euclidiana da matriz consenso a forma como os meses em análise se distribuem, em relação aos dois eixos, demonstrando duas realidades temporais diferentes:

- 6 meses associados ao **Eixo 1** com uma explicabilidade de 56% e distribuídos segundo o nível de risco pandémico (julho, outubro e dezembro, com maior risco pandémico e abril, maio e junho com menor). Encontram-se ainda assinalados a negrito os meses que mais contribuíram para a formação deste eixo;
- 3 meses relacionados com o **Eixo 2** com uma interpretabilidade de 16% e distribuídos nos 1º, 3º e 4º quadrantes. Está assinalado a negrito novembro por ser o mês que mais contribuiu para a criação deste eixo.

**Figura 4.1:** Representação Euclidiana do Consenso



**Fonte:** Adaptado de *outputs* do Programa R do *Software* ADE4

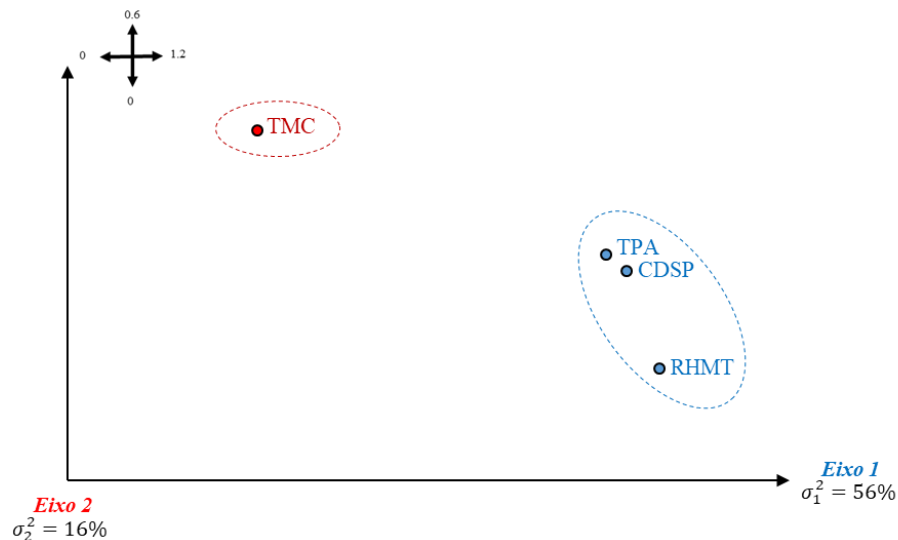
## 4.2 Análise da Interestrutura

Esta análise tem por finalidade avaliar como os quatro grupos de variáveis se comportam entre si. Através do posicionamento relativo que ocupam no espaço euclidiano, consegue perceber-se, pelas proximidades e afastamentos, as semelhanças e as diferenças entre as quatro matrizes de dados.

A **Figura 4.2** revela também duas realidades diferentes:

- TPA, CDSP e RHMT similares entre si e associados ao **Eixo 1** com uma interpretabilidade de 56% sendo, no entanto, TPA e CDSP mais correlacionados;
- TMC relacionado com o **Eixo 2** com uma explicabilidade de 16%.

**Figura 4.2:** Representação Euclidiana da Interestrutura



Fonte: Adaptado de *outputs* do Programa R do *Software* ADE4

### 4.3 Análise da Intraestrutura

A **Figura 4.3** apresenta a representação euclidiana da intraestrutura. Esta representação simultânea (meses e grupos de variáveis) no espaço consenso é bastante útil, uma vez que sintetiza o comportamento evidenciado em cada mês do estudo, na perspectiva de cada um dos grupos de variáveis associadas. Os meses são representados, nesta estrutura euclidiana, como centróides e as nuvens de pontos parciais que lhes estão associadas mostram os grupos de variáveis que os influenciam.

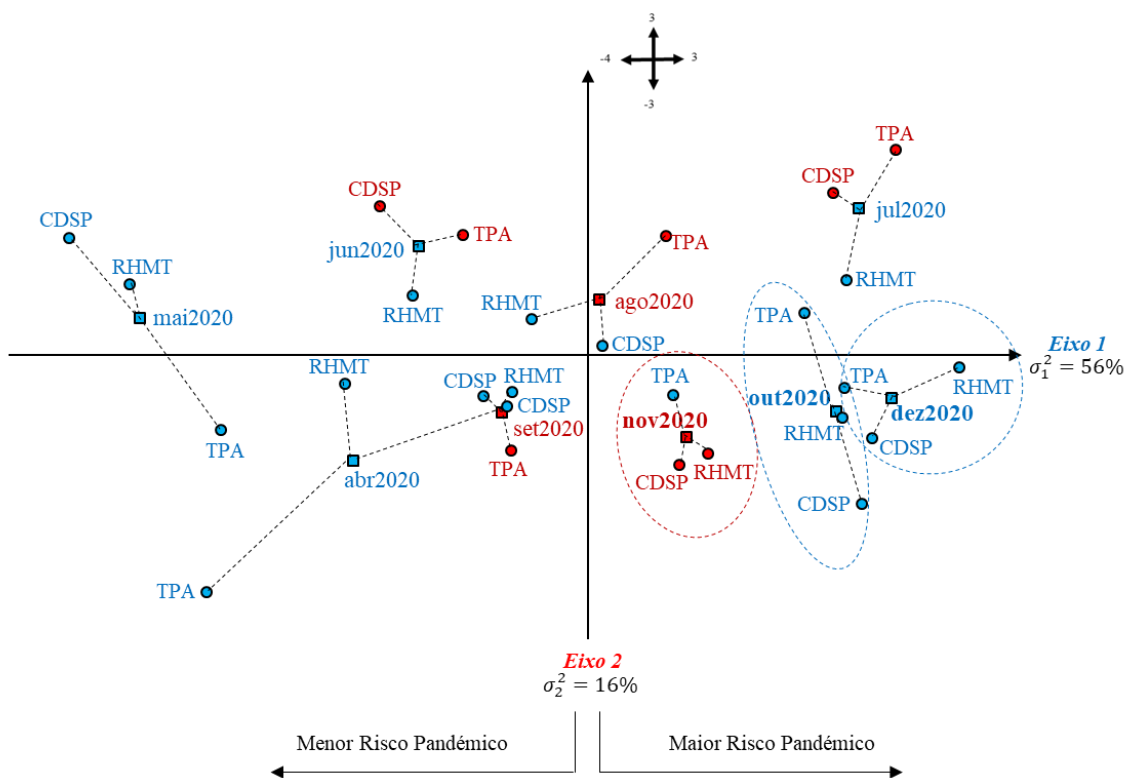
Os meses de maior nível de risco pandémico (outubro, novembro e dezembro 2020, os meses que mais contribuíram para a formação deste espaço bidimensional), que se encontram assinalados na **Figura 4.3**, revelam dispersões diferentes relativamente aos grupos de variáveis que lhes estão afetos:

- Outubro de 2020, ligado ao **Eixo 1**, é o mês onde existe uma maior dispersão. TPA e CDSP estão em oposição e mostram maior afastamento em relação ao

centróide, o que significa que influenciaram mais a produção de outubro, embora de forma diferente. RHMT por se encontrar muito próximo do centróide mostra que causou pouca influência na produção de outubro;

- A produção de novembro de 2020, relacionada com o **Eixo 2**, indica que existiu pouca influência dos três grupos de variáveis, embora TPA revelasse um comportamento diferente de RHMT e de CDSP;
- A produção de dezembro de 2020, também associada ao **Eixo 1**, apresenta maior influência de RHMT em oposição a TPA e CDSP que foram menos influentes.

Figura 4.3: Representação Euclidiana da Intraestrutura



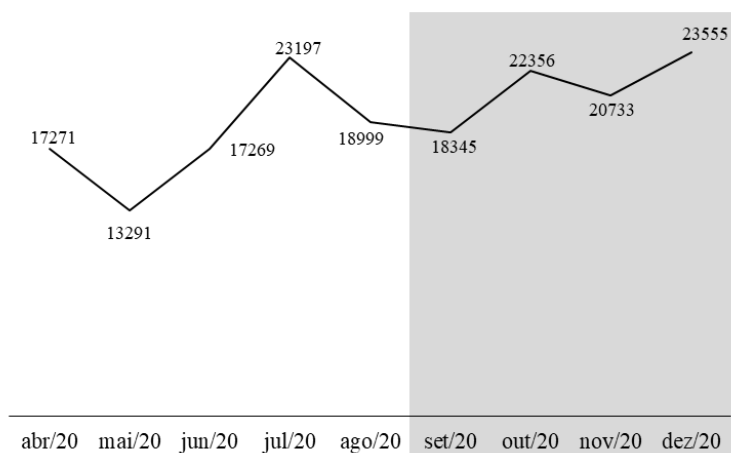
Fonte: Adaptado de outputs do Programa R do Software ADE4

#### 4.4 Análise das Trajetórias

Esta etapa analisa o período de maior risco pandêmico no Circuito COVID-19.

A **Figura 4.4** descreve através do número de registos observados, a produção do Circuito COVID-19 entre abril e dezembro de 2020 e destaca os últimos quatro meses que apresentaram um maior número de registos.

Figura 4.4: Produção do Circuito COVID-19 (Número de Registos)



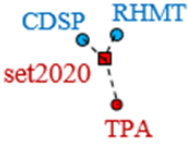



Fonte: Elaboração Própria

A **Figura 4.5** particulariza as trajetórias, já observadas na Intraestrutura, para os últimos quatro meses de 2020. Desta forma, constatou-se:

- Setembro de 2020 do Circuito COVID-19 foi estável, dada a menor variabilidade e maior consistência de CDSP, RHMT e TPA que tiveram reduzida influência na produção deste mês. No entanto, o maior contributo foi de TPA (com fraca correlação negativa com a produção) e o menor contributo foi de CDSP e RHMT (ambos com fraca correlação positiva, entre si e com a produção);
- Outubro de 2020 do Circuito COVID-19 foi instável, dada a maior variabilidade e menor consistência de CDSP e TPA que tiveram elevada influência na produção deste mês. O maior contributo foi de TPA e CDSP (ambos com forte correlação negativa entre si e positiva com a produção) e o menor contributo foi de RHMT (com fraca correlação positiva com a produção);
- Novembro de 2020 do Circuito COVID-19 foi estável, dada a menor variabilidade e maior consistência de CDSP, RHMT e TPA que tiveram reduzida influência na produção deste mês. O maior contributo foi de TPA (com fraca correlação positiva com a produção) e o menor contributo foi de RHMT e CDSP (ambos com fraca correlação positiva entre si e com a produção);
- Dezembro de 2020 do Circuito COVID-19 foi instável, dada a maior variabilidade e menor consistência de CDSP, TPA e RHMT que tiveram influência na produção deste mês. O maior contributo foi de RHMT (com forte correlação positiva com

a produção) e o menor contributo foi de CDSP e TPA (com fraca correlação positiva entre si e com a produção).

**Figura 4.5:** Trajetórias (setembro-dezembro de 2020)

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Registos: <b>18345</b></li> <li>▪ Menor Variabilidade</li> <li>▪ Maior Consistência</li> <li>▪ Estabilidade</li> </ul> <p style="text-align: right;">Maior Contributo: TPA Menor Contributo: CDSP e RHMT CDSP e RHMT correlacionados positivamente TPA correlacionado negativamente</p>	<p style="text-align: center;">NRP = 1</p> 
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Registos : <b>22356</b></li> <li>▪ Maior Variabilidade</li> <li>▪ Menor Consistência</li> <li>▪ Instabilidade</li> </ul> <p style="text-align: right;">Maior Contributo: TPA e CDSP Menor Contributo: RHMT RHMT, TPA e CDSP correlacionados positivamente</p>	<p style="text-align: center;">NRP = 2</p> 
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Registos : <b>20733</b></li> <li>▪ Menor Variabilidade</li> <li>▪ Maior Consistência</li> <li>▪ Estabilidade</li> </ul> <p style="text-align: right;">Maior Contributo: TPA Menor Contributo: CDSP e RHMT RHMT, TPA e CDSP correlacionados positivamente</p>	<p style="text-align: center;">NRP = 3</p> 
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Registos : <b>23555</b></li> <li>▪ Maior Variabilidade</li> <li>▪ Menor Consistência</li> <li>▪ Instabilidade</li> </ul> <p style="text-align: right;">Maior Contributo: RHMT Menor Contributo: CDSP e TPA RHMT, TPA e CDSP correlacionados positivamente</p>	<p style="text-align: center;">NRP = 3</p> 

**Fonte:** Adaptado de *outputs* do Programa R do *Software* ADE4

Contudo, a análise das trajetórias beneficia com o conhecimento dos valores dos coeficientes de correlação obtidos das variáveis presentes nos quatro conjuntos em estudo. Deste modo a avaliação das contribuições e das influências nas produções dos últimos quatro meses do Circuito COVID-19 realiza-se com maior detalhe.

A **Tabela 4.1** apresenta, para o mês de setembro de 2020, os coeficientes de correlação das variáveis, por grupo, incluindo o grupo das variáveis suplementares (TMC) os quais permitem medir a contribuição/influência para a produção do mês. Assim, o número de doentes não urgentes (azul) e os tempos médios para a prescrição de análises e fármacos foram as variáveis que mais contribuíram na produção de setembro.

**Tabela 4.1:** Contributos/Influências (setembro 2020)

set2020 Nível Reduzido de Risco Pandémico			Corr
MAIOR CONTRIBUIÇÃO	TRIAGEM	Nº de Doentes Não Urgentes (Azul)	-0,608
	TEMPOS MÉDIOS	Tempo Médio para Prescrição de Análises	-0,614
		Tempo Médio para Primeira Prescrição de Fármacos	-0,513
MENOR CONTRIBUIÇÃO	DOENTES SUSPEITOS/POSITIVOS	Nº de Indivíduos do Sexo Masculino	0,969
		Nº de Admissões no Circuito	0,944
		Nº de Indivíduos do Sexo Feminino	0,908
		Nº de Internamentos	0,897
		Nº de Altas Clínicas	0,889
	RECURSOS HUMANOS, MATERIAIS E TECNOLÓGICOS	Nº de Máscaras FPP2 Consumidas (estimativa)	0,969
		Nº de Toucas Descartáveis Consumidas (estimativa)	0,969
		Nº de Batas Cirúrgicas Impermeáveis Consumidas (estimativa)	0,969
		Nº de Luvas de Cano Alto Consumidas (estimativa)	0,969
		Nº de Máscaras Cirúrgicas Consumidas (estimativa)	0,944
		Nº de Zaragatoas Consumidas (estimativa)	0,944
	Nº de Eletrocardiogramas Realizados	0,711	

Fonte: Adaptado de *outputs* do Programa R do Software ADE4

A **Tabela 4.2** indica que a maior contribuição/influência para a produção de outubro 2020 foi devida ao número de doentes urgentes (amarelo), muito urgentes (laranjas) e emergentes (vermelhos) e ao tempo médio para realização de ECG.

**Tabela 4.2:** Contributos/Influências (outubro 2020)

out2020 Nível Moderado de Risco Pandémico			Corr
MAIOR CONTRIBUIÇÃO	TRIAGEM	Nº de Doentes Urgentes (Amarelo)	0,929
		Nº de Doentes Muito Urgentes (Laranja)	0,869
		Nº de Doentes Emergentes (Vermelho)	0,653
	TEMPOS MÉDIOS	Tempo Médio para a Realização de Eletrocardiograma	-0,534
	DOENTES SUSPEITOS/POSITIVOS	Nº de Indivíduos do Sexo Masculino	0,969
		Nº de Admissões no Circuito	0,944
Nº de Indivíduos do Sexo Feminino		0,908	
Nº de Internamentos		0,897	
Nº de Altas Clínicas		0,889	
MENOR CONTRIBUIÇÃO	RECURSOS HUMANOS, MATERIAIS E TECNOLÓGICOS	Nº de Máscaras FPP2 Consumidas (estimativa)	0,969
		Nº de Toucas Descartáveis Consumidas (estimativa)	0,969
		Nº de Batas Cirúrgicas Impermeáveis Consumidas (estimativa)	0,969
		Nº de Luvas de Cano Alto Consumidas (estimativa)	0,969
		Nº de Máscaras Cirúrgicas Consumidas (estimativa)	0,944
		Nº de Zaragatoas Consumidas (estimativa)	0,944
	Nº de Eletrocardiogramas Realizados	0,711	

Fonte: Adaptado de *outputs* do Programa R do Software ADE4

No mês de novembro 2020, as variáveis com maior contribuição/influência aconteceram novamente na TRIAGEM, embora distintas das do mês anterior, ou seja, os números de doentes urgentes, muito urgentes e emergentes, e ainda, o tempo médio para a realização de ECG (**Tabela 4.3**).

**Tabela 4.3:** Contributos/Influências (novembro 2020)

nov2020 Nível Elevado de Risco Pandémico			Corr
MAIOR CONTRIBUIÇÃO	TRIAGEM	Nº de Doentes Urgentes (Amarelo)	0,929
		Nº de Doentes Muito Urgentes (Laranja)	0,869
		Nº de Doentes Emergentes (Vermelho)	0,653
	TEMPOS MÉDIOS	Tempo Médio para a Realização de Eletrocardiograma	-0,534
MENOR CONTRIBUIÇÃO	DOENTES SUSPEITOS/POSITIVOS	Média de Idades dos Doentes Admitidos	0,85
		Nº de Óbitos no Circuito	0,64

Fonte: Adaptado de *outputs* do Programa R do Software ADE4

A **Tabela 4.4** mostra as variáveis com maior contribuição/influência na produção de dezembro 2020, destacando-se a estimativa do consumo de EPI, número estimado de zaragatoas realizadas número e ECG efetuados e ainda o tempo médio para a realização de ECG.

**Tabela 4.4:** Contributos/Influências (dezembro 2020)

dez2020 Nível Elevado de Risco Pandémico			Corr
MAIOR CONTRIBUIÇÃO	RECURSOS HUMANOS, MATERIAIS E TECNOLÓGICOS	Nº de Máscaras FFP2 Consumidas (estimativa)	0,969
		Nº de Toucas Descartáveis Consumidas (estimativa)	0,969
		Nº de Batas Cirúrgicas Impermeáveis Consumidas (estimativa)	0,969
		Nº de Luvas de Cano Alto Consumidas (estimativa)	0,969
		Nº de Máscaras Cirúrgicas Consumidas (estimativa)	0,944
		Nº de Zaragatoas Consumidas (estimativa)	0,944
		Nº de Eletrocardiogramas Realizados	0,711
	TEMPOS MÉDIOS	Tempo Médio para a Realização de Eletrocardiograma	-0,534
MENOR CONTRIBUIÇÃO	TRIAGEM	Nº de Doentes Urgentes (Amarelo)	0,929
		Nº de Doentes Muito Urgentes (Laranja)	0,869
		Nº de Doentes Emergentes (Vermelho)	0,653
	DOENTES SUSPEITOS/POSITIVOS	Nº de Indivíduos do Sexo Masculino	0,969
		Nº de Admissões no Circuito	0,944
		Nº de Indivíduos do Sexo Feminino	0,908
		Nº de Internamentos	0,897
	Nº de Altas Clínicas	0,889	

Fonte: Adaptado de *outputs* do Programa R do Software ADE4

#### 4.5 Validação dos Resultados

Como forma de validar os resultados obtidos e potenciar uma interpretação dos mesmos mais fiável e consistente, foi utilizado o *Bootstrapping* enquanto metodologia de simulação para os coeficientes de correlação observados nos últimos quatro meses do ano 2020, onde se verificou o maior nível de risco pandémico.

Assim, foram produzidas reamostras (réplicas) e calculados os intervalos de confiança *Bootstrap* para os coeficientes de correlação das variáveis, por grupo, por forma validar os quatro eventos discretos, isto é, a produção do Circuito COVID-19 relativa aos últimos quatro meses do ano 2020.

Na **Tabela 4.5** constata-se que no mês de setembro 2020 três coeficientes de correlação foram considerados estatisticamente significativos, com um intervalo de confiança de 95% via *Bootstrapping*. Assim confirma-se que o número de admissões no circuito (CDSP1) está positivamente correlacionado com a estimativa dos consumos de EPI (RHMT7, RHMT9, RHMT10, RHMT11) e o com tempo médio para primeira prescrição de fármacos (TMC3). Semelhantemente, o número de internamentos em enfermaria (CDSP6) está positivamente correlacionado com o tempo médio para primeira prescrição de fármacos (TMC3).

**Tabela 4.5:** *Bootstrapping* (setembro 2020)

		CDSP1
RHMT7	Coeficiente de Correlação de Pearson	
		<b>,962</b>
RHMT9	Amostra	
		4
RHMT10	<i>Bootstrap</i>	Enviesamento
		Desvio Padrão
		Intervalo de Confiança de 95%
RHMT11		Inferior
		Superior

930 réplicas amostrais

		TPA5	TMC3	TMC5	
CDSP1	Coeficiente de Correlação de Pearson		-.185	<b>.820</b>	-.351
	Amostra		4	4	4
	<i>Bootstrap</i>	Enviesamento	,049	,059	-,222
		Desvio Padrão	,710	,150	,547
		Intervalo de Confiança de 95%	Inferior	-1,000	-1,000
		Superior	1,000	1,000	-,018

934 réplicas amostrais

		TPA5	TMC3	TMC5	
CDSP6	Coeficiente de Correlação de Pearson		.038	<b>.808</b>	.178
	Amostra		4	4	4
	<i>Bootstrap</i>	Enviesamento	,232	-,007	-,224
		Desvio Padrão	,692	,430	,680
		Intervalo de Confiança de 95%	Inferior	-1,000	-1,000
		Superior	1,000	1,000	1,000

984 réplicas amostrais

**Fonte:** Adaptado de *outputs* do Software IBM SPSS21

No mês de outubro 2020 (**Tabela 4.6**) nove coeficientes de correlação foram considerados estatisticamente significativos, com um intervalo de confiança de 95% via

*Bootstrapping*. Assim destaca-se a correlação positiva entre o número de admissões no circuito (CDSP1) e o número de internamentos em enfermaria (CDSP6) com a estimativa dos consumos de EPI (RHMT7, RHMT9, RHMT10, RHMT11), com o número de doentes urgentes (TPA1), com o número de doentes muito urgentes (TPA2), com o número de doentes emergentes (TPA3) e com o tempo médio para realização de ECG (TMC12).

**Tabela 4.6:** *Bootstrapping* (outubro 2020)

		CDSP1	
RHMT7	Coefficiente de Correlação de Pearson	.962	
RHMT9	Amostra	4	
RHMT10	<i>Bootstrap</i>	Enviesamento	.011
RHMT11		Desvio Padrão	.027
		Intervalo de Confiança de 95%	Inferior .911 Superior 1,000

930 réplicas amostrais

		TPA1	TPA2	TPA3	TMC12	
CDSP1	Coefficiente de Correlação de Pearson	.857	.966	.687	.898	
	Amostra	4	4	4	4	
	<i>Bootstrap</i>	Enviesamento	.063	.017	.138	.046
		Desvio Padrão	.078	.021	.189	.053
		Intervalo de Confiança de 95%	Inferior -1,000 Superior 1,000	-1,000 1,000	.365 1,000	-1,000 1,000

(TPA1, TPA2, TPA3) 933 réplicas amostrais  
(TMC12) 875 réplicas amostrais

		TPA1	TPA2	TPA3	TMC12	
CDSP6	Coefficiente de Correlação de Pearson	.977	.669	.677	.595	
	Amostra	4	4	4	4	
	<i>Bootstrap</i>	Enviesamento	.012	-.209	.060	-.063
		Desvio Padrão	.011	.649	.503	.539
		Intervalo de Confiança de 95%	Inferior -1,000 Superior 1,000	-1,000 1,000	-1,000 1,000	-1,000 1,000

(TPA1, TPA2, TPA3) 933 réplicas amostrais  
(TMC12) 875 réplicas amostrais

**Fonte:** Adaptado de *outputs* do Software IBM SPSS21

A **Tabela 4.7** apresenta para o mês de novembro de 2020 cinco coeficientes de correlação considerados estatisticamente significativos, com um intervalo de confiança de 95% via *Bootstrapping*. A correlação positiva entre a média de idades dos doentes admitidos (CDSP2) e o número de doentes urgentes (TPA3). O número de óbitos no circuito (CDSP8) está positivamente correlacionado com os doentes urgentes (TPA3), muito urgentes (TPA2), emergentes (TPA1), e ainda, com o tempo médio para a realização de ECG (TMC12).

**Tabela 4.7:** *Bootstrapping* (novembro 2020)

		CDSP8	TPA1	TPA2	TPA3	TMC12	
<b>CDSP2</b>	Coefficiente de Correlação de Pearson	-.168	-.191	.164	<b>.727</b>	.451	
	Amostra	4	4	4	4	4	
	<i>Bootstrap</i>	Enviesamento	-.068	-.167	-.177	-.429	-.123
		Desvio Padrão	.622	.593	.682	.850	.626
		Intervalo de Confiança de 95%	Inferior	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000
		Superior	1,000	.157	1,000	1,000	

(TPA1, TPA2, TPA3) 935 réplicas amostrais  
(CDSP8, TMC12) 878 réplicas amostrais

		TPA1	TPA2	TPA3	TMC12	
<b>CDSP8</b>	Coefficiente de Correlação de Pearson	<b>.878</b>	<b>.923</b>	<b>.482</b>	<b>.782</b>	
	Amostra	4	4	4	4	
	<i>Bootstrap</i>	Enviesamento	.057	.026	.124	-.027
		Desvio Padrão	.058	.050	.498	.420
		Intervalo de Confiança de 95%	Inferior	-1,000	.816	-1,000
		Superior	1,000	1,000	1,000	1,000

(TPA1, TPA2, TPA3) 935 réplicas amostrais  
(TMC12) 878 réplicas amostrais

**Fonte:** Adaptado de *outputs* do Software IBM SPSS21

Por último, a **Tabela 4.8** mostra para o mês de dezembro de 2020 quinze coeficientes de correlação considerados estatisticamente significativos, com um intervalo de confiança de 95% via *Bootstrapping*. A correlação positiva entre o número de admissões no circuito (CDSP1) e o número de internamentos em enfermaria (CDSP6) com a estimativa do consumo de EPI (RHMT7, RHMT9, RHMT10, RHMT11), com o número de indivíduos do sexo masculino (CDSP3), número de indivíduos do sexo feminino (CDSP4), com o número de altas clínicas (CDSP5), com o número de doentes urgentes (TPA3), doentes muito urgentes (TPA2), doentes emergentes (TPA1) e tempo médio para realização de ECG (TMC12).

**Tabela 4.8:** *Bootstrapping* (dezembro 2020)

		CDSP1
RHMT7	Coeficiente de Correlação de Pearson	
	,962	
RHMT9	Amostra	
	4	
RHMT10	Bootstrap	Enviesamento
		,011
RHMT11	Intervalo de Confiança de 95%	Desvio Padrão
		,027
	Intervalo de Confiança de 95%	Inferior
		,911
	Superior	1,000

930 réplicas amostrais

		CDSP3	CDSP4	CDSP5	TPA1	TPA2	TPA3	TMC12	
CDSP1	Coeficiente de Correlação de Pearson		,990	,993	,986	,857	,966	,687	,898
	Amostra		4	4	4	4	4	4	4
	Bootstrap	Enviesamento	,005	,003	,006	,060	,015	,133	,041
		Desvio Padrão	,006	,005	,008	,080	,022	,185	,055
	Intervalo de Confiança de 95%	Inferior	,981	,986	,973	,794	,933	,365	,837
		Superior	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

(CDSP3, CDSP4, CDSP5) 921 réplicas amostrais

(TPA1, TPA2, TPA3) 868 réplicas amostrais

(TMC12) 983 réplicas amostrais

		CDSP3	CDSP4	CDSP5	TPA1	TPA2	TPA3	TMC12	
CDSP6	Coeficiente de Correlação de Pearson		,902	,768	,735	,977	,669	,677	,595
	Amostra		4	4	4	4	4	4	4
	Bootstrap	Enviesamento	-,169	-,234	-,224	,012	-,189	,109	-,014
		Desvio Padrão	,498	,633	,637	,011	,627	,414	,473
	Intervalo de Confiança de 95%	Inferior	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000	-1,000
		Superior	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

(CDSP3, CDSP4, CDSP5) 921 réplicas amostrais

(TPA1, TPA2, TPA3) 868 réplicas amostrais

(TMC12) 983 réplicas amostrais

**Fonte:** Adaptado de *outputs* do Software IBM SPSS21

#### 4.6 Discussão dos Resultados

1. Da análise do consenso constatou-se que no decurso de abril a dezembro de 2020, existe uma maior explicabilidade sobre a produção mensal do Circuito COVID-19 do SU da Unidade de Faro do CHUA, segundos os níveis de risco pandémico (julho, outubro e dezembro, com maior risco e abril, maio e junho com menor) e que as produções de agosto, setembro e novembro são analisadas de outra perspectiva. No entanto, são as produções dos meses de outubro, novembro e dezembro que revelaram maior importância interpretativa.
2. Da análise da interestrutura, comprovou-se que, embora a TRIAGEM, a CARACTERIZAÇÃO DOS DOENTES SUSPEITOS/POSITIVOS e os RECURSOS HUMANOS, MATERIAIS E TECNOLÓGICOS fossem

perspetivas de análise semelhantes, a TRIAGEM e a CARACTERIZAÇÃO DOS DOENTES são bastante similares. Por sua vez, os TEMPOS MÉDIOS DE CIRCUITO COVID-19 representam outro modo de análise com menos explicabilidade.

3. Da análise da intraestrutura, observou-se que em outubro, novembro e dezembro (os meses com maior importância interpretativa) as produções sofreram influências diferentes. Em outubro de 2020, a TRIAGEM e a CARACTERIZAÇÃO DOS DOENTES, apesar de apresentarem comportamentos opostos, afetaram mais e os RECURSOS HUMANOS, MATERIAIS E TECNOLÓGICOS menos. Em novembro, foi reduzida a influência dos RECURSOS, da CARACTERIZAÇÃO DOS DOENTES e da TRIAGEM na produção do mês, se bem que a TRIAGEM revelasse um comportamento diferente. A produção de dezembro apresentou maior influência dos RECURSOS, por oposição à TRIAGEM e à CARACTERIZAÇÃO DOS DOENTES que foram menos importantes.
4. A análise das trajetórias incidu no período de maior risco pandémico no Circuito COVID-19 de onde se destacaram os últimos quatro meses com maior produção. Em setembro de 2020 a produção, embora estável, foi pouco afetada pelos RECURSOS, pela CARACTERIZAÇÃO DOS DOENTES e pela TRIAGEM. Não obstante, o maior contributo veio da TRIAGEM, correlacionada negativamente com a produção e, tanto os RECURSOS como a CARACTERIZAÇÃO DOS DOENTES, correlacionados positivamente com a produção, contribuíram menos. Em outubro, a produção foi instável devido ao elevado efeito da TRIAGEM e da CARACTERIZAÇÃO DOS DOENTES que apresentaram forte correlação negativa entre si, embora positiva com a produção. O menor contributo deveu-se aos RECURSOS. O mês de novembro foi estável e o maior contributo foi da TRIAGEM (com fraca correlação positiva com a produção) e o menor contributo veio dos RECURSOS e da CARACTERIZAÇÃO DOS DOENTES (ambos com fraca correlação positiva entre si e com a produção). Por fim, a produção de dezembro de 2020 do Circuito COVID-19 foi novamente instável, onde o maior contributo se verificou nos RECURSOS (com forte correlação positiva com a produção) e o menor da CARACTERIZAÇÃO DOS

DOENTES e da TRIAGEM (com fraca correlação positiva entre si e com a produção).

- Os coeficientes de correlação obtidos detalharam a interpretação das contribuições e das influências nas produções dos últimos quatro meses do Circuito COVID-19. Em setembro de 2020, o número de doentes não urgentes e os tempos médios para a prescrição de análises e fármacos foram as variáveis que mais contribuíram para a produção. Na produção de outubro, o maior contributo veio do número de doentes urgentes, muito urgentes e emergentes, bem como do tempo médio para realização de ECG. A produção de novembro, embora diferente da do mês anterior, teve igualmente maior influência do número de doentes urgentes, muito urgentes e emergentes, e ainda, do tempo médio para a realização de ECG. Em dezembro, o maior contributo proveio da estimativa do consumo de EPI, do número estimado de zaragatoas realizadas e do número de ECG efetuados e também do tempo médio para a realização de ECG.
- A validação dos resultados obtidos derivou de intervalos de confiança *Bootstrap* para os coeficientes de correlação das variáveis que mais afetaram a produção do Circuito COVID-19 nos últimos quatro meses do ano 2020. Em setembro, confirmou-se que o número de admissões no circuito está positivamente correlacionado com a estimativa dos consumos de EPI e o com tempo médio para primeira prescrição de fármacos. Também se confirmou que o número de internamentos em enfermaria está positivamente correlacionado com o tempo médio para primeira prescrição de fármacos. Em outubro, atestou-se a correlação positiva entre o número de admissões no circuito e o número de internamentos em enfermaria com a estimativa dos consumos de EPI, com o número de doentes urgentes, com o número de doentes muito urgentes, com o número de doentes emergentes e com o tempo médio para realização de ECG. Em novembro, certificou-se a correlação positiva entre a média de idades dos doentes admitidos e o número de doentes urgentes. O número de óbitos no circuito está positivamente correlacionado com os doentes urgentes, muito urgentes, emergentes, e ainda, com o tempo médio para a realização de ECG. Finalmente para dezembro, reconheceu-se a correlação positiva entre o número de admissões no circuito e o número de internamentos em enfermaria com a estimativa do consumo de EPI, com o número de indivíduos do sexo masculino, número de

indivíduos do sexo feminino, com o número de altas clínicas, com o número de doentes urgentes, doentes muito urgentes, doentes emergentes e tempo médio para realização de ECG.

7. Na análise dos coeficientes de correlação, no mês de setembro 2020, verifica-se uma diminuição dos tempos médios para primeira prescrição de fármacos e prescrição de análises, à medida que a produção do mês aumenta. O mesmo comportamento constata-se com o número de doentes não urgentes (azul). No mês de outubro 2020, verifica-se um aumento do número de admissões, altas clínicas e internamentos, assim como, o aumento do número de doentes emergentes, muito urgentes e urgentes, na circunstância do incremento da produção deste mês, coincidente com um nível de risco pandémico acrescentado. Relativamente ao mês de novembro 2020, o aumento da produção do mês resulta no aumento do número de doentes emergentes, muito urgentes e urgentes e na diminuição do tempo médio para a realização de ECG. No mês de dezembro 2020, o número de EPI e zaragatoas consumidas, assim como o número de ECG, acompanha o aumento da produção do mês, ao contrário do tempo médio para a realização de ECG, que evidencia um comportamento oposto.
8. Na validação dos resultados obtidos por *Bootstrapping*, no mês de setembro 2020, constata-se um aumento do consumo estimativo de EPI e tempo de prescrição de fármacos, à medida que aumenta o número de admissões e internamentos. O mês de outubro 2020, evidencia um aumento do consumo de EPI, do número de doentes emergentes, muito urgentes e urgentes e do tempo médio para a realização de ECG, se houver um aumento do número de admissões e internamentos no respetivo mês. Em relação ao mês de novembro 2020, verifica-se que o aumento da média de idades, incrementa o número de doentes urgentes (cor amarela) e que o aumento destes doentes urgentes acompanhado pelo aumento do tempo médio de realização de ECG, incrementa o número de óbitos. No mês de dezembro 2020, constata-se que o aumento do número de admissões e internamentos repercute-se no aumento do número estimativo de EPI consumidos, de altas clínicas, de doentes emergentes, muito urgentes e urgentes, assim como, no tempo médio para a realização de ECG.

9. Perante os resultados, considera-se a diminuição de doentes não urgentes no circuito no mês de setembro 2020 face a um aumento da produção, numa fase de transição de nível de risco pandémico, relacionado com a referenciação de doentes não urgentes para as SUB do Algarve (Ramos e Almeida, 2015), não obstante, segundo o mesmo autor, existe a necessidade de dotação das mesmas com MCDT, para o diagnóstico dos doentes suspeitos não urgentes. Reforça-se a necessidade de campanhas de literacia em saúde, para fomentar a consciencialização sobre o uso indevido do SU pela população (Unwin *et al.*, 2016) e a melhoria de fluxos para doentes urgentes e não urgentes no circuito externo (Castanheira-Pinto *et al.*, 2021). No mesmo mês, verifica-se que um possível aumento do número de admissões e internamentos, provocará um aumento no tempo de prescrição de fármacos, atrasando o tratamento do doente e aumentando o tempo de permanência no circuito. Este resultado evidencia a necessidade de reforço de recursos humanos da área médica (Schreyer *et al.*, 2020) e uma previsão de fluxos para uma gestão direcionada aos afluxos diários previsíveis (Chantier *et al.*, 2016).
10. A correlação positiva entre a produção dos meses de outubro e novembro 2020 com o número de doentes urgentes, assim como a correlação positiva entre a admissão e o número de internamentos com o número de doentes urgentes no mês de outubro 2020, revelam o aumento de doentes urgentes no circuito, sendo esta a génese de um SU. Perante este resultado, é importante reforçar os recursos humanos, materiais e equipamentos, de acordo com o nível de risco pandémico (Schreyer *et al.*, 2020), reorganizar a assistência interna do hospital para maior capacitação do SU (Leung *et al.*, 2017), preservar uma maior disponibilidade de recursos face à afluência de casos urgentes (Currie *et al.*, 2020), manter uma previsão de fluxos para uma gestão direcionada aos afluxos diários previsíveis (Chantier *et al.*, 2016), otimizar as equipas de trabalho, através da flexibilidade de horários (Leung *et al.*, 2017), reforçar/aumentar as infraestruturas de apoio (contentores) à observação de doentes suspeitos/infetados COVID-19 no circuito externo, se necessário (Machado *et al.*, 2018), instalar e preparar uma estrutura extrahospitalar de apoio ao serviço de internamento COVID-19 (World Health Organization, 2020), melhorar os fluxos para doentes urgentes e não urgentes no circuito externo (Castanheira-Pinto *et al.*, 2021), criar um Posto de Emergência na triagem do circuito externo, para possível assistência dentro das ambulâncias,

em caso de sobrelotação do circuito (Machado *et al.*, 2018) e instalar uma Sala de Emergência para doentes emergentes (cor vermelha) no circuito externo (Castanheira-Pinto *et al.*, 2021).

11. No mês de novembro 2020, observa-se que o aumento de doentes urgentes, à medida que aumenta a média de idades, está associado às características do hospedeiro (comorbilidades), o que se traduz num aumento do número de óbitos nos mencionados doentes urgentes.
12. A correlação positiva da produção do mês de dezembro 2020 com o consumo de EPI, assim como, a correlação positiva entre a admissão e o internamento com o consumo de EPI nos meses de maior nível de risco pandémico, evidenciam que este consumo estimativo foi bem calculado, reforçando a necessidade de uma otimização contínua de *stocks* e alocação de materiais e equipamentos (Currie *et al.*, 2020) (Seow, 2013) e garantir a preservação de *stocks* de reserva (Vieira *et al.*, 2020).
13. É importante ainda referir que no último trimestre de 2020, nos meses com maior nível de risco pandémico, verifica-se uma correlação positiva entre o número de admissões e internamentos com o tempo de realização de ECG. Este resultado obtido, manifesta a necessidade de alocar um técnico de cardiopneumologia em exclusividade no circuito externo COVID-19 (Denegri *et al.*, 2020) (Kunt *et al.*, 2021), assim como a contratação atempada de recursos humanos, de acordo com as respetivas necessidades (Currie *et al.*, 2020) (Chantier *et al.*, 2016).
14. Apesar da matriz TMC estar associada ao eixo 2 na análise de interestrutura e, não obstante de apresentar uma menor explicabilidade para este estudo, verifica-se que os tempos médios de espera para realização de exames de imagiologia (Rx e TC) são aumentados, contribuindo para o atraso no diagnóstico do doente (Ducray *et al.*, 2020) e no aumento do tempo médio do doente no circuito, desde a admissão até à alta clínica, repercutindo-se na capacidade de resposta do mesmo circuito perante uma realidade pandémica (Ferreira *et al.*, 2020).

Por último, na **Tabela 4.9**, dadas as evidências, foi possível elencar um conjunto de orientações para um processo de tomada de decisão conducente a uma gestão eficiente do circuito externo COVID-19 do SU de Faro do CHUA

**Tabela 4.9:** Transferência de Conhecimento

EVIDÊNCIAS		ORIENTAÇÕES PARA AÇÕES DE GESTÃO
RHMT	<p>↑ Tempo de Execução de ECG</p> <p>↑ Tempo Prescrição de Fármacos</p> <p>Tempo de Realização de Rx (*)</p> <p>Tempo de Realização de TC (*)</p> <p>↑ Consumo de EPI</p> <p>↓ Doentes Não Urgentes</p> <p>↑ Doentes Urgentes</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Utilização de metodologias de simulação no planeamento estratégico de resposta hospitalar à pandemia (Wood <i>et al.</i>, 2020a) (DeRienzo <i>et al.</i>, 2020);</li> <li>▪ Reforço de Recursos Humanos, de acordo com nível de risco pandémico (Schreyer <i>et al.</i>, 2020);</li> <li>▪ Reorganização assistencial interna do hospital para maior capacitação do SU (Leung <i>et al.</i>, 2017);</li> <li>▪ Contratação atempada de Recursos Humanos (Currie <i>et al.</i>, 2020) (Chantier <i>et al.</i>, 2016)</li> <li>▪ Preservação de maior disponibilidade de recursos face à afluência de casos urgentes (Currie <i>et al.</i>, 2020);</li> <li>▪ Manutenção da previsão de fluxos para uma gestão direcionada aos afluxos diários previsíveis (Chantier <i>et al.</i>, 2016);</li> <li>▪ Otimização das equipas de trabalho, através da flexibilidade de horários (Leung <i>et al.</i>, 2017);</li> <li>▪ Otimização de stock e alocação de materiais e equipamentos (Currie <i>et al.</i>, 2020) (Seow, 2013);</li> <li>▪ Garantia de stocks de reserva (Vieira <i>et al.</i>, 2020);</li> </ul>
CDSP	<p>↓ Doentes Não Urgentes</p> <p>↑ Doentes Urgentes</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Reformulação do Plano de Emergência Interno (Jee <i>et al.</i>, 2020);</li> <li>▪ Referenciação de doentes não urgentes para as SUB do Algarve (Ramos e Almeida, 2015);</li> <li>▪ Dotar as SUB de MCDT para o diagnóstico de COVID-19 (Ramos e Almeida, 2015);</li> <li>▪ Realização de campanhas de literacia em saúde, para fomentar a consciencialização sobre o uso indevido do SU pela população (Unwin <i>et al.</i>, 2016);</li> <li>▪ Reforço de infraestruturas de apoio (contentores) à observação de doentes suspeitos/infetados COVID-19 no circuito externo, se necessário (Machado <i>et al.</i>, 2018);</li> <li>▪ Instalação e preparação de estrutura extrahospitalar de apoio ao serviço de internamento COVID-19 (World Health Organization, 2020);</li> </ul>
TPA	<p>↓ Doentes Não Urgentes</p> <p>↑ Doentes Urgentes</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Melhoria de fluxos para doentes urgentes e não urgentes no circuito externo (Castanheira-Pinto <i>et al.</i>, 2021) (Grupo Português de Triagem, 2010);</li> <li>▪ Criação de Posto de Emergência na triagem do circuito externo, para possível assistência dentro das ambulâncias (Castanheira-Pinto <i>et al.</i>, 2021) (Machado <i>et al.</i>, 2018);</li> <li>▪ Criação de uma Sala de Emergência para doentes emergentes (cor vermelha) no circuito externo (Castanheira-Pinto <i>et al.</i>, 2021);</li> </ul>
TMC	<p>↑ Tempo de Execução de ECG</p> <p>Tempo de Realização de Rx (*)</p> <p>Tempo de Realização de TC (*)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alocação de técnico de cardiopneumologia em exclusividade com o circuito externo COVID-19 (Denegri <i>et al.</i>, 2020) (Kunt <i>et al.</i>, 2021);</li> <li>▪ Alocação de equipa exclusiva de radiologia para o circuito externo COVID-19 (Ducray <i>et al.</i>, 2020);</li> <li>▪ Análise e melhoria dos tempos de espera inerentes ao circuito do doente (Ferreira <i>et al.</i>, 2020);</li> </ul>

(\*) Tempos médios de espera aumentados para realização de exames de imagiologia, contribuindo para o atraso do diagnóstico do doente (Ducray *et al.*, 2020) e consequente aumento do tempo médio do mesmo no circuito (Ferreira *et al.*, 2020)

**Fonte:** Elaboração Própria

**CAPÍTULO 5**  
**CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES E SUGESTÕES**

## 5.1 Conclusões

1. A metodologia utilizada permitiu compreender o desempenho da resposta hospitalar do SU da Unidade de Faro do CHUA, em contexto de pandemia COVID-19, entre abril e dezembro de 2020.
2. Em conformidade com os níveis de risco pandémico mais elevados, a produção mensal do circuito externo COVID-19 relativa ao último quadrimestre, de setembro a dezembro de 2020, revelou ser de maior importância explicativa, atendendo ao Plano de Emergência Interna instituído.
3. Constatou-se que, embora a TRIAGEM, a CARACTERIZAÇÃO DOS DOENTES SUSPEITOS/POSITIVOS e os RECURSOS HUMANOS, MATERIAIS E TECNOLÓGICOS mostrassem perspetivas de análise semelhantes, a TRIAGEM e a CARACTERIZAÇÃO DOS DOENTES são bastante similares, ao contrário dos TEMPOS MÉDIOS DE CIRCUITO COVID-19, que apresentaram outro modo de análise.
4. Em outubro de 2020, a TRIAGEM e a CARACTERIZAÇÃO DOS DOENTES, afetaram mais a produção do Circuito COVID-19 que os RECURSOS HUMANOS, MATERIAIS E TECNOLÓGICOS. Em novembro, foi reduzida a influência dos RECURSOS HUMANOS, MATERIAIS E TECNOLÓGICOS, da CARACTERIZAÇÃO DOS DOENTES e da TRIAGEM na produção do mês e em dezembro, a produção apresentou maior influência dos RECURSOS HUMANOS, MATERIAIS E TECNOLÓGICOS, por oposição à TRIAGEM e à CARACTERIZAÇÃO DOS DOENTES que tiveram menos importância.
5. Foi possível interpretar as contribuições e as influências na produção do último quadrimestre de 2020 do Circuito COVID-19. Em setembro de 2020, o número de doentes não urgentes e os tempos médios para a prescrição de análises e fármacos foram as variáveis que mais contribuíram para a produção. Em outubro, o maior contributo veio do número de doentes urgentes, muito urgentes e emergentes, bem como o tempo médio para realização de ECG. A produção de novembro, embora diferente da do mês anterior, teve igualmente maior influência do número de doentes urgentes, muito urgentes e emergentes, e ainda, o tempo médio para a realização de ECG. E, em dezembro, o maior contributo proveio da

estimativa do consumo de EPI, do número estimado de zaragatoas realizadas e do número de ECG efetuados e também do tempo médio para a realização de ECG.

6. Através da Simulação de Eventos Discretos, os resultados obtidos foram validados por *Bootstrapping* e atestaram, que no mês de setembro 2020, o aumento do consumo estimativo de EPI e do tempo de prescrição de fármacos, ocorre à medida que aumenta o número de admissões e internamentos. Em outubro, constatou-se que um aumento do consumo de EPI, do número de doentes emergentes, muito urgentes e urgentes e do tempo médio para a realização de ECG, advém de um aumento do número de admissões e internamentos. Em relação ao mês de novembro, verificou-se que o aumento da média de idades, incrementa o número de doentes urgentes e que o aumento destes doentes urgentes, acompanhado pelo aumento do tempo médio de realização de ECG, incrementa o número de óbitos. No mês de dezembro 2020, comprovou-se que o aumento do número de admissões e internamentos repercute-se no aumento do número estimativo de EPI consumidos, de altas clínicas, de doentes emergentes, muito urgentes e urgentes, assim como, no tempo médio para a realização de ECG.
7. Foi produzida uma grelha de diagnóstico, suportada por um conjunto de orientações para um processo de tomada de decisão mais eficiente na gestão do circuito externo COVID-19 do SU de Faro do CHUA.
8. O estudo revelou a importância da utilização de metodologia proposta no planeamento estratégico de resposta hospitalar a uma pandemia, na antecipação de necessidades e comportamentos epidemiológicos, na eficiência dos circuitos, na otimização de recursos, na manutenção de boas práticas, na segurança dos profissionais, na oportunidade de melhoria contínua e nos ganhos em saúde.

## 5.2 Limitações

Não obstante o presente trabalho ser um dos primeiros estudos sobre COVID-19 em SU a nível nacional, foram detetadas algumas limitações, designadamente:

- Escassa literatura ou investigações existentes sobre a temática;

- Utilização de um horizonte temporal limitado (abril-dezembro 2020) e abrangência geográfica limitados;
- Ausência de variáveis de carácter financeiro.

### **5.3 Sugestões**

Perante os resultados do presente estudo sugere-se:

- Comparação do estudo em diferentes períodos de confinamento;
- Realização de um estudo sobre os circuitos COVID-19 nos SU, a nível nacional, para todo o período temporal da pandemia;
- Incorporação de variáveis financeiras.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Acar, E., Demir, A., Yildirim, B., Kaya, M. & Gökçek, K. (2021) The role of hemogram parameters and role of C-protein in predicting mortality in COVID-19 mortality. *The International Journal of Clinical Practice*, 75 (7), 1-11.
- Affleck, A., Parks, P., Drummond, A., Rowe, B. & Ovens, H. (2013) Emergency department overcrowding and access block. *Canadian Journal of Emergency Medicine*, 15 (6), 359-370.
- Aljahany, M., Alassaf, W., Alibrahim, A., Kentab, O., Alotaibi, A., Alresseeni, A., Algarni, A., Algareed, H., Aljaber, M., Alruwaili, B. & Aljohani, K. (2020) Use of In Situ Simulation to Improve Emergency Department Readiness for the COVID-19 Pandemic. *Prehospital and Disaster Medicine*, 36 (1), 6-13.
- Amorim, F., de Almeida, K., Barbalho, S., de Amorim Teixeira Balieiro, V., Neto, A., de Freitas Dias, G. & Dasu, S. (2019) Reducing overcrowding in an emergency department: A pilot study. *Revista Da Associacao Medica Brasileira*, 65 (12), 1476-1481.
- Beaton, D., Fatt, C. & Abdi, H. (2014) Na ExPosition of multivariate analysis with the singular value decomposition in R. *Computational Statistics and Data Analysis*, 72, 176-189.
- Bellow, A. & Gillespie, G. (2014) The evolution of ED crowding. *Journal of Emergency Nursing*, 40 (2), 153-160.
- Ben-Assuli, O., Arazy, O., Shabtai, I., Kumar, N. & Leshno, M. (2015) The Use of Information Systems in Emergency Departments: the Effect of Task Complexity. *Workshop of information Technology and Systems, Conference Paper*, 1-14.
- Berchet, C. (2015) Emergency care Services: Trends, Drives and Interventions to Manage the Demand. *OECD Health Working Papers*, 83, 1-48.
- Bernstein, S. L., Aronsky, D., Duseja, R., Epstein, S., Handel, D., Hwang, U., McCarthy M., McConnell J., Pines J. M., Rathelev N., Schafermeyer R., Zwemer F., Schull M. & Asplin B. R. (2009) The effect of emergency department crowding on clinically oriented outcomes. *Academic Emergency Medicine*, 16 (1), 1-10.
- Bindman, A., Grumbach, K., Keane, D., Rauch, L. & Luce, J. (1991) Consequences of queuing for care at a public hospital emergency department. *Jama*, 266 (8), 1091-1096.
- Birmingham, L., Cochran, T., Frey, J., Stiffler, K. & Wilber, S. (2017) Emergency department use and barriers to wellness: A survey of emergency department frequent users. *BMC Emergency Medicine*, 17 (16), 1-8.
- Boos, D. (2003) Introduction to Bootstrap World. *Statistical Science*, 18 (2), 168-174.
- Brazão, M., Nobrega, S., Bebiano, G. & Carvalho, E. (2016) Atividade dos Serviços de Urgência Hospitalares. *Revista da Sociedade Portuguesa de Medicina Interna*, 23 (3), 8-14.

- Carret, M., Fassa, A. & Domingues, M. (2009) Inappropriate use of emergency services: a systematic review of prevalence and associated factors. *Cadernos de Saúde Pública*, 25, 7-28.
- Carvalho-Silva M., Monteiro M., Sá-Soares F. & Dária-Nóbrega S. (2017) Assessment of forecasting models for patient arrival at Emergency Department. *Operations Research for Health Care*, 1-7.
- Castanheira-Pinto, A., Gonçalves, B., Lima, R. & Dinis-Carvalho, J. (2021) Modeling, Assessment and Design of an Emergency Department of a Public Hospital through Discrete-Event Simulation. *Applied Sciences*, 11 (2), 1-20.
- Chan, C., Huang, H. & You, H. (2012) Intelligence modeling for coping strategies to reduce emergency department overcrowding in hospitals. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 23 (6), 2307-2318.
- Chaou, C., Chiu, T., Pan, S., Yen, A., Chang, S., Tang, P., Lai, C., Wang, R. & Chen, H. (2020) Quantifying Dynamic Flow of Emergency Department (ED) Patient Managements: A Multistate Model Approach. *Emergency Medicine International*.
- Chartier, L., Simoes, L, Kuipers, M. & MCGovern, B. (2016) Improving Emergency Department flow through optimized bed utilization. *BMJ Quality Improvement Reports*, 5, 1-5.
- Chen, Z., He, S., Li, F., Yin, J. & Chen, X. (2020) Mobile field hospitals, an effective way of dealing with COVID-19 in China: sharing our experience. *BioScience Trends*, 14 (3), 212-214.
- Cheung, V., Kwong So, E., Ng, G., So, S., Hung, J. & Chia, N. (2020) Investigating effects of healthcare simulation on personal strengths and organizational impacts for healthcare workers during COVID-19 pandemic: a cross-sectional study, *Integrative Medicine Research*, 9, 1-6.
- Coccolini, F., Sartelli, M., Kluger, Y., Pikoulis, E., Karamagioli, E., Moore, E., Biffl, W., Peitzman, A., Hecker, A., Chirica, M., Damaskos, D., Ordonez, C., Veja, F., Fraga, G., Chiarugi, M., Di Saverio, S., Kirkpatrick, A., Abu-Zidan, F., Mefire, A., Leppaniemi, A., Khokha, V., Sakakushev, B., Catena, R., Coimbra, R., Ansaloni, L., Corbella, D. & Catena, F. (2020) COVID-19 the showdown for mass casualty preparedness and management: the Cassandra Syndrome. *World Journal of Emergency Surgery*, 15 (26). 1-6.
- Cohen, B., Wessling, E., Serina, P., Kim, H., Cruz, D., McCarthy, D. & Loftus, T. (2020) Emergency Department Operations in a large health system during COVID-19. *American Journal of Emergency Medicine*, 41, 241-243.
- Crilly, J., Keijzers, G., Tippet, V., O'Dwyer, J., Wallis, M., Lind, J., Bost, N., O'Dwyer, M. & Shiels, S. (2014). Expanding emergency department capacity: a multisite study. *Australian Health Review*, 38 (3), 278-287.

- Currie, C., Fowler, J., Kotiadis, K., Monks, T., Onggo, B., Robertson, D. & Tako A. (2020) How simulation modelling can help reduce the impact of COVID-19. *Journal of Simulation*, 14 (2), 83-97.
- Dahlquist, R. T., Reyner, K., Robinson, R. D., Farzad, A., Laureano-Phillips, J., Garrett, J. S., Young J. M., Zenarosa N. R. & Wang, H. (2018) Standardized Reporting System Use During Handoffs Reduces Patient Length of Stay in the Emergency Department, *Journal of Clinical Medicine Research*, 10 (5), 445-451.
- Davidson, A., Hinkley, D. & Young, G. (2003) Recent Developments in Bootstrap Methodology. *Statistical Science*, 18 (2), 141-157.
- Decreto do Presidente da República nº 14-A/2020. *Diário da República nº 55/2020, Série I de 2020-03-18*. Assembleia da República.
- Decreto-Lei nº 69/2013. *Diário da República nº95/2013, Série I de 2013-05-17*. Assembleia da República.
- Decreto-Lei nº 101/2017. *Diário da República nº162/2017, Série I de 2017-08-23*. Assembleia da República.
- Decreto-Lei nº 244/2012. *Diário da República nº217/2012, Série I de 2012-11-09*. Assembleia da República.
- Denegri, A., Pezzuto, G., D'Arienzo, M., Morelli, M., Savorani, F., Cappello, C., Luciani, A. & Boriani, G. (2021) Clinical and electrocardiographic characteristics at admission of COVID-19/SARS CoV-2 pneumonia infection. *Internal and Emergency Medicine*, 16, 1451-1456.
- DeRienzo, C., Shaw, R., Lada, P., Ferranti, J. & Tanaka D. (2017) A discrete event simulation tool to support and predict hospital and clinic staffing. *Health Informatics Journal*, 23 (2), 124-133.
- De Sá, F., Botelho, M. & Henriques, M. (2015) Cuidar da Família da Pessoa em Situação Crítica: A Experiência do Enfermeiro Caring for the Family of the Critically Ill Person: The Experience of Nurses, 19 (1), 31-47.
- Devapriya, P., Strömblad, C., Bailey, M., Frazier, S., Bulger, J., Kemberling, S. & Wood, R. (2015) StratBAM: A Discrete-Event Simulation Model to Support Strategic Hospital Bed Capacity Decisions. *Journal of Medical Systems*, 39 (10), 1-13.
- Dezi, A. (2017) How MNC's subsidiaries may improve their innovative performance? The role of external sources and knowledge management capabilities. *Journal of Knowledge Management*, 21 (3), 1-17.
- Dietsch, D. & Khemiri, R. (2017) Impact of the Use of Knowledge Obtained Through Informal Exchanges on the Performance of Innovation Projects: for the Enrichment of Inbound Open Innovation Practices. *International Journal of Innovation Management*, 22 (6) 1-35.

- Direção-Geral de Saúde (2020) *Orientação 033/2020 Sistemas AVAC (Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado) nas Unidades de Prestação de Cuidados de Saúde*. Lisboa.
- Direção-Geral de Saúde (2021a) *Linhas Vermelhas: Epidemia de Infecção por SARS-CoV-2/COVID-19*. Lisboa.
- Direção-Geral de Saúde (2021b) *Monitorização das Linhas Vermelhas para a COVID-19*. Lisboa.
- Dixe, M., Passadouro, R., Peralta, T., Ferreira, C., Lourenço, G. & de Sousa, P. (2018) Determinants of non-urgent emergency department use - Determinantes do acesso ao serviço de urgência por utentes não urgentes Determinantes del acceso al servicio de urgencias por usuarios no urgentes. *Revista de Enfermagem Referência*, 4 (16), 41-50.
- Dubé, M., Kaba, A., Cronin, T., Barnes, S., Fuselli, T. & Grant, V. (2020) COVID-19 pandemic preparation: using simulation for systems based learning to prepare the largest healthcare workforce and system in Canada. *Advances in Simulation*, 5 (22), 1-12.
- Ducray, V., Vlachomitrou, A., Bouscambert-Duchamp, M., Si-Mohamed, S., Gouttard, S., Mansuy A., Wickert, F., Sigal, A., Gaymard, A., Talbot, F., Michel, C., Perpoint, T., Pialat, J. B., Rouviere, O., Milot, L., Cotton, F., Douek, P., Rabilloud, M. & Boussel, L. (2020) Chest CT for rapid triage of patients in multiple emergency departments during COVID-19 epidemic: experience report from a large french university hospital. *European Radiology*, 31 (2), 795-803.
- Easter, B., Houshiarian, N., Pati, D. & Wiler, J. (2019) Designing efficient emergency departments: Discrete event simulation of internal-waiting áreas and split flow sorting, *American Journal of Emergency Medicine*, 37 (12), 2186-2193.
- Escofier, B. & Pagès J. (1985) *Mise en oeuvre de l'AFM pour les tableaux numériques, qualitatifs ou mixtes*. Publication interne de l'IRISA, 429.
- Escofier, B. & Pagès J. (1990) *Analyses factorielles simples et multiples*. 2ª Edição, Dunod, Paris, 274.
- Ferreira, L., Santos, I., Santos, A. & Reis, A. (2020) Discrete event simulation for problem solving in the context of an emergency department. *Independent Journal of Management & Production*, 11 (5), 1515-1531.
- Forero, R., McCarthy, S. & Hillman, K. (2011) Access block and emergency department overcrowding. *Critical Care*, 15 (2), 1-6.
- Garcia-Vicuña, D., Esparza, L. & Mallor, F. (2020) Hospital preparedness in epidemics by using simulation - The case of COVID-19. *MedRxiv*, 1-25.
- Gill, S., Lane, S., Sheridan, M., Ellis, E., Smith, D. & Stella, J. (2018) Why do 'fast track' patients stay more than four hours in the emergency department? An investigation of factors that predict length of stay. *Emergency Medicine Australasia*, 30 (5), 641-647.

- Golmohammadi, D. (2016) Predicting hospital admissions to reduce emergency department boarding. *International Journal of Production Economics*, 182, 535-544.
- Grouse, A., Bishop, R. & Bannon, A. (2009) The Manchester Triage System provides good reliability in an Australian emergency department. *Emergency Medicine Journal*, 26 (7), 484-486.
- Grupo Português de Triagem (2010) Triagem no Serviço de Urgência. *Manual do Formando*. 2ª edição. Lisboa, Grupo Português de Triagem.
- Gundrosen, S., Andenaes, E., Aadahl, P. & Thomassen, G. (2016) Team talk and team activity in simulated medical emergencies: A discourse analytical approach. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*, 24 (135), 1-10.
- Hansagi, H., Carlsson, B. & Brismar, B. (1992) The urgency of care need and patient satisfaction at a hospital emergency department. *Health care management review*, 17 (2), 71-75.
- Harapan, H., Itoh, N., Yufika, A., Winardi, W., Keam, S., Te, H., Megawati, D., Hayati, Z., Wagner, A. & Mudatsir, M. (2020) Coronavirus disease 2019 (COVID-19): A literature review. *Journal of Infection and Public Health*, 13 (5), 667-673.
- Harris, C., Allen, K., King, R., Ramsey, W., Kelly, C. & Thiagarajan, M. (2017) Sustainability in Health care by Allocating Resources Effectively (SHARE) 2: Identifying opportunities for disinvestment in a local healthcare setting. *BMC health services research*, 17 (1), 328-340.
- Hesselink, G., Berben, S., Beune, T. & Schoonhoven, L. (2016) Improving the governance of patient safety in emergency care: A systematic review of interventions. *BMJ Open*, 6, 1-12.
- Hu, X., Barnes, S. & Golden, B. (2018) Applying queueing theory to the study of emergency department operations: a survey and a discussion of comparable simulation studies. *International Transactions in Operational Research*, 25, 7-49.
- Jat, M. & Rafique, R. (2020) Mass-Casualty Distribution for Emergency Healthcare: A simulation Analysis. *International Journal of Disaster Risk Science*, 11 (3), 364-377.
- Jee, M., Khamoudes, D., Brennan, A. & O'Donnell J. (2020) COVID-19 Outbreak Response for na Emergency Department Using In Situ Simulation. *Cureus*, 12 (4), 1-17.
- Johnston, A., Abraham, L., Greenslade, J., Thom, O., Carlstrom, E., Wallis, M. & Crilly, J. (2016) Review article: Staff perception of the emergency department working environment: Integrative review of the literature. *EMA - Emergency Medicine Australasia*, 28, 7-26.

- Joshi, A. & Rys, M. (2011) Study on the effect of different arrival patterns on an emergency department's capacity using discrete event simulation. *International Journal of Industrial Engineering*, 18 (1), 40-50.
- Kiers, H. (1988). Comparison of Anglo-Saxon and French Three-Mode Methods. *Statistique et Analyse des Données*, 13, 14-32.
- Kiers, H. (1991). Hierarchical relations among three-way methods. *Psychometrika*, 56, 449-470.
- Kocher, K., Meurer, W., Desmond, J. & Nallamotheu, B. (2012) Effect of testing and treatment on emergency department length of stay using a national database. *Academic Emergency Medicine*, 19 (5), 525-534.
- Kunt, A., Kozaci, N. & Torun, E. (2021) Mortality Predictors in Patients Diagnosed with COVID-19 in the Emergency Department: ECG, Laboratory and CT. *Medicina*, 57 (6), 1-12.
- Kurstjens, S., Van der Horst, A., Herpers, R., Geerits, M., Kluiters-de Hingh, Y., Göttgens E. L., Blaauw, M., Thelen, M., Elisen, M. & Kusters, R. (2020) Rapid identification of SARS CoV-2 infected patients at emergency department using routine testing. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, 58 (9), 1587-1593.
- Larson, D., Johnson, L., Schnell, B., Salisbury, S. & Forman, H. (2011) National trends in CT use in the emergency department: 1995-2007. *Radiology*, 258 (1), 164-173.
- Lee, I., Chen, C., Lee, Y., Hsu, Y., Lu, C., Huang, H., Hsu T., How C., Yen D. & Yang, U. (2017) A new strategy for emergency department crowding: High-turnover utility bed intervention. *Journal of the Chinese Medical Association*, 80 (5), 297-302.
- Lega, F. & Mengoni, A. (2008) Why non-urgent patients choose emergency over primary care services? Empirical evidence and managerial implications. *Health Policy*, 88 (2), 326-338.
- Leung, A., Whatley, S., Gao, D. & Duic, M. (2017) Impact of process improvements on measures of emergency department efficiency. *Canadian Journal of Emergency Medicine*, 19 (2), 96-105.
- Liu, Z., Cabrera, E., Taboada, M., Epelde, F., Rexachs, D. & Luque, E. (2015) Quantitative evaluation of decision effects in the management of Emergency Department problems. *Procedia Computer Science*, 51, 433-442.
- Lobachova, L., Brown, D., Sinclair, J., Chang, Y., Thielker, K. & Nagurney, J. (2014) Patient and provider perceptions of why patients seek care in emergency departments. *Journal of Emergency Medicine*, 46 (1), 104-112.
- Lovalho, A. (2004) Administração de serviços de saúde em urgências e emergências. *Mundo saúde*, 28 (2), 160-171.

- Lowthian, J., Curtis, A., Jolley, D., Stoelwinder, J., McNeil, J. & Cameron, P. (2012) Demand at the emergency department front door: 10-year trends in presentations. *Medical Journal of Australia*, 196 (2), 128-132.
- Machado, H., Nunes, C., Marques, A., Almeida, I., Barros, A., Alves, E., Pereira A., Barros J. & Barbosa, P. (2018) Ten Years of Activity at a Portuguese University Hospital Emergency Department: A Retrospective Observational Study. *General Medicine: Open Access*, 6 (1), 1-11.
- Martin, M., Champion, R., Kinsman, L., & Masman, K. (2011) Mapping patient flow in a regional Australian emergency department: A model driven approach. *International Emergency Nursing*, 19 (2), 75-85.
- Martinez-Espinosa, M., Sandanielo, V. & Louzada-Neto, F. (2006) O método de Bootstrap para o estudo de dados de fadiga dos materiais. *Revista de Matemática e Estatística*, 24 (2), 37-50.
- Martins, B., & Filipe, L. (2020) Doctors' response to queues: Evidence from a Portuguese emergency department. *Health Economics*, 29 (2), 123-137.
- Martins, H., Cuña, L. & Freitas, P. (2009) Is Manchester (MTS) more than a triage system? A study of its association with mortality and admission to a large Portuguese hospital. *Emergency Medicine Journal*, 26 (3), 183-186.
- Melman, G., Parlikad, A. & Cameron, E. (2021) Balancing scarce hospital resources during the COVID-19 pandemic using discrete-event simulation. *Health Care Management Science*, 24 (2), 356-374.
- Miró, O., Antonio, M., Jimenez, S., De, A., Sanchez, M., Borrás, A. & Milla, J. (1999) Decreased health care quality associated with emergency department overcrowding. *European journal of emergency medicine: official journal of the European Society for Emergency Medicine*, 6 (2), 105-107.
- Morganti, K., Bauhoff, S., Blanchard, J., Abir, M., Iyer, N., Smith, A., Vesely, J, Okeke, E. & Kellermann, A. (2013) The evolving role of emergency departments in the United States. *Rand health quarterly*, 3 (2), 1-56.
- Moroni, C., Cozzi, D., Albanesi, M., Cavigli, E., Bindi, A., Luvarà, S., Busoni, S., Mazzoni, L., Grifoni, S., Nazerian, P. & Miele, V. (2021) Chest X-ray in the emergency department during COVID-19 pandemic descending phase in Italy: correlation with patients outcome. *Radiologia Medica*, 126 (5), 661-668.
- Mumma, B., McCue, J., Li, C. & Holmes, J. (2014) Effects of emergency department expansion on emergency department patient flow. *Academic Emergency Medicine*, 21 (5), 504-509.
- Niessner, H., Rauner, M. & Gutjahr, W. (2018) A dynamic simulation-optimization approach for managing mass casualty incidents. *Operations Research for Health Care*, 17, 82-100.
- Noble, J., Degesys, N., Kwan, E., Grom, E., Brown, C., Fahimi, J. & Raven, M. (2020) Emergency department preparation for COVID-19: accelerated care units. *Emergency Medicine Journal*, 37 (7), 402-406.

- Ordu, M., Demir, E. & Tofallis, C. (2020) A decision support system for demand and capacity modelling of an accident and emergency department. *Health Systems*, 9 (1), 31-56.
- Parker, C., Liu, N., Wu, S., Shen, Y., Lam, S. & Ong, M. (2018) Predicting hospital admission at the emergency department triage: A novel prediction model. *The American Journal of Emergency Medicine*, 37 (8), 1498-1504.
- Peterson, J., Gottstein, R. & Ranganna, R. (2020) The role of simulation in preparing a response to the COVID-19 pandemic. *Infant*, 16 (3), 108-112.
- Quezada, R. (2017) Conceptos generales para la administración de los servicios de urgencia. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 28 (2), 206-212.
- Ramos, P. & Almeida A. (2015) The Impact of an Increase in User Costs on the Demand For Emergency Service: The Case of Portuguese Hospitals. *Health economics* 25 (11), 1-17.
- Ramos, P. & Paiva, J. A. (2017) Dedication increases productivity: an analysis of the implementation of a dedicated medical team in the emergency department. *International Journal of Emergency Medicine*, 10 (8), 1-8.
- Robinson, S., Brooks, R., Kotiadis, K., & Van der Zee, D. (2010) *Conceptual modeling for discrete-event simulation*, Conceptual Modeling for Discrete-Event Simulation, CRC Taylor & Francis.
- Santos, A., Oliveira, F., Alemão, M. & Roquete, F. (2018) A gestão estratégica em serviços de urgência e emergência de uma fundação hospitalar de Minas Gerais. *Revista Médica de Minas Gerais*, 28 (5), 117-124.
- Saporta, G. (1990). *Probabilités, Analyse des Données et Statistique*. Éditions Technip.
- Schneider, K., Hgwa, G., Schwehm, M., Eichner, L. & Eichner, M. (2020) The COVID-19 pandemic preparedness simulation tool: CovidSIM. *BMC Infectious Diseases*, 20 (1), 2-11.
- Scherer, M., Lühmann, D., Kazek, A., Hansen, H. & Schäfer, I. (2017) Patients Attending Emergency Departments: A Cross-sectional Study of Subjectively Perceived Treatment Urgency and Motivation for Attending, *Deutsches Arzteblatt International*, 114, 645-653.
- Schreyer, K., del Portal, D., King, L., Blome, A., DeAngelis, M., Stauffer, K., Desrochers, K., Donahue, W., Politarhos, N., Raab, C. & McNamara, R. (2020) Emergency Department Management of the COVID-19 Pandemic. *The Journal of Emergency Medicine*, 59 (6), 946-951.
- Seow, E. (2013) Leading and managing an emergency department-A personal view. *Journal of Acute Medicine*, 3, 61-66.
- Storm-Versloot, M., Vermeulen, H., Van Lammeren, N., Luitse, J., & Goslings, J. (2014) Influence of the Manchester triage system on waiting time, treatment time, length of stay and patient satisfaction; a before and after study. *Emergency Medicine Journal*, 31 (1), 13-18.

- Sun, B., Hsia, R., Weiss, R., Zingmond, D., Liang, L., Han, W., McCreath, H. & Asch, S. (2013) Effect of emergency department crowding on outcomes of admitted patients. *Annals of Emergency Medicine*, 61 (6), 605-611.
- Sung, C., Lu, T., Fang, C., Huang, C., Chen, W., Chen, S. & Tsai, C. (2020) Impact of COVID-19 pandemic on emergency department services acuity and possible colateral damage. *Resuscitation*, 153, 185-186.
- TariVerdi, M., Miller-Hooks, E. & Kirsch, T. (2018) Strategies for Improved Hospital Response to Mass Casualty Incidents. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, 12 (6), 778-790.
- Tekwani, K., Kerem, Y., Mistry, C., Sayger, B. & Kulstad, E. (2013) Emergency department crowding is associated with reduced satisfaction scores in patients discharged from the emergency department. *Western Journal of Emergency Medicine*, 14 (1), 11.
- Totten, V. & Bellou A. (2013) Development of Emergency Medicine in Europe. *Academic emergency Medicine*, 20 (5), 514-521.
- Unwin, M., Kinsman, L., Nurs G., Kinsman L., Rigby, S. & Nurs G. C. (2016) Why are we waiting? Patients' perspectives for accessing emergency department services with non-urgent complaints. *International Emergency Nursing*, 29, 3-8.
- Uscher-Pines, L., Pines, J., Kellermann, A., Gillen, E. & Mehrotra, A. (2013) Deciding to visit the emergency department for non-urgent conditions: a systematic review of the literature. *The American journal of managed care*, 19 (1), 47-59.
- Vieira, L., Juventino, G., Pimentel, C., Menezes, M., Bezerra, M. & Santos, B. (2020) Contribuições da simulação no *lean healthcare* para o combate a Covid-19. *Revista Tecnologia e Sociedade*, 16 (45), 184-201.
- Wang, M. & Flessa, S. (2020) Modelling COVID-19 under uncertainty: what can we expect? *The European Journal of Health Economics*, 21 (5), 665-668.
- Wang, Z., Xiong, X., Wang, S., Yan, J., Springer, M. & Dellinger, R. (2018) Causes of Emergency Department Overcrowding and Blockage of Access to Critical Services in Beijing: A 2-Year Study. *The Journal of Emergency Medicine*, 54 (5), 665-673.
- Weng, S., Cheng, B., Kwong, S., Wang, L. & Chang, C. (2011) *Simulation optimization for emergency department resources allocation*, Proceedings of the 2011 Winter Simulation Conference (WSC), 1231-1238.
- World Health Organization (2017) Knowledge Translation. Disponível em: [http://www.who.int/ageing/projects/knowledge\\_translation/en/](http://www.who.int/ageing/projects/knowledge_translation/en/) (acedido a 6/5/2021).
- World Health Organization (2020) Centro de Tratamento de Infecções Respiratórias Agudas Graves. Disponível em: <http://www.who.int/publications/i/item/10665-331601> (acedido a 2/5/2020).

- Wood, R. (2020) Modelling the impact of COVID-19 on elective waiting times. *Journal of Simulation*.
- Wood, R., McWilliams, C., Thomas, M., Bourdeaux, C. & Vasilakis, C. (2020a) COVID-19 scenario modelling for the mitigation of capacity-dependent deaths in intensive care. *Health Care Management Science*, 23 (3), 315-324.
- Wood, R., Pratt, A., Kenward, C., McWilliams, J., Booton, R., Thomas, M., Bourdeaux, C. & Vasilakis, C. (2020b) The Value of Triage during Periods of Intense COVID-19 Demand: Simulation Modeling Study. *Medical Decision Making*, 41 (4), 393-407.