

Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Maria Esmeralda Araújo da Silva

Gestão de Resíduos Hospitalares em Situação de Pandemia

março 2021



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Maria Esmeralda Araújo da Silva

Gestão de Resíduos Hospitalares em Situação de Pandemia

Dissertação de Mestrado Integrado
em Engenharia Biológica
Ramo Tecnologias do Ambiente

Trabalho efetuado sob a orientação da
Professora Doutora Mariana Henriques
(Universidade do Minho)

março 2021

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição-NãoComercial-SemDerivações

CC BY-NC-ND

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a todos os professores e técnicos que fizeram parte do meu percurso académico, que me mostraram que Engenharia Biológica é muito mais do que um curso, é uma instituição digna de homenagem, onde todos os dias há novas descobertas.

Agradeço à Professora Mariana que apesar das dificuldades vividas, me mostrou que somos sempre capazes de atingir os nossos objetivos e contornar a maioria das situações, com sucesso.

À DGS, que desde sempre respondeu aos meus emails e me ajudou na concretização desta dissertação, com a cedência de artigos diversos.

Aos amigos que Engenharia Biológica me deu, pela entreatajuda, os sorrisos, que me mostraram o que realmente é sentir emoção e união. Agradecer às minhas amigas do coração pela força e motivação para escrever a tese e por estarem sempre presentes na minha vida, que me ensinaram que a amizade é uma procura mútua, e a todos os meus amigos que sempre me apoiaram durante estes anos.

Aos meus pais, irmãs, avó, tias, tios, primos e à minha flor mais linda, a minha “Vó” Catarina que sempre estiveram lá para me apoiar nos momentos menos bons e nos mais importantes da minha vida. Que me ensinaram que com perseverança e humildade chegamos onde queremos sem ter de passar por cima de ninguém.

E por fim ao homem da minha vida que me ensinou o poder do amor e me incentivou a persistir, Nuno, obrigada!

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho acadêmico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

RESUMO

Desde 2020, enfrenta-se um dos maiores surtos pandémicos da história de Portugal, da COVID-19. Os resíduos produzidos pelo doente da COVID-19 e os resíduos que resultam da prestação de cuidados de saúde a doentes com o vírus são considerados contaminados, com risco infeccioso. Sendo os resíduos hospitalares inevitáveis, a Gestão Hospitalar enfrenta atualmente um dos maiores desafios. O aumento exponencial de resíduos obrigou a uma adaptação dos sistemas de gestão, a uma implementação de medidas extraordinárias de Higiene e Segurança no Trabalho e uma reinvenção de soluções rápidas e práticas para uma maior eficiência em todos os processos de gestão.

A presente dissertação aborda a temática da Gestão de Resíduos Hospitalares (RH) em contexto de pandemia, bem como a sua importância na quebra de cadeias de transmissão e salvaguarda dos operadores de saúde, que colaboram nos centros hospitalares de Portugal. Foi estudado um conjunto de soluções face à rotura no abastecimento de equipamentos de proteção pessoal e ao crescimento de RH. Estas passam pelo recurso a tecnologias existentes para o reprocessamento e reutilização de equipamentos de proteção pessoal e pela criação de novos modelos de gestão de resíduos hospitalares, respetivamente.

O estudo das repercussões da COVID-19 demonstrou que a gestão hospitalar teve uma adaptação, adotando-se medidas excecionais para a salvaguarda dos intervenientes da mesma como a proibição de armazenamento de resíduos COVID-19 e uma maior frequência na recolha dos mesmos. Foi possível também perceber que o recurso a tecnologias de desinfecção por peróxido de hidrogénio, luz UV germicida e o calor húmido podem ser eficazes no reprocessamento de máscaras, mas são limitados aos modelos e respiradores estudados bem como o papel dos modelos logísticos para uma maior eficiência no combate a uma pandemia.

PALAVRAS-CHAVE

Resíduos hospitalares, COVID-19, pandemia, Gestão de Resíduos, EPI

ABSTRACT

Since 2020, we face one of the biggest pandemics that Portugal has ever seen, the new Coronavirus. The medical waste produced by COVID-19 patients and the waste coming from the treatment of those patients are considered contaminated and are infectious. As hospital waste is unavoidable, the Hospital Management faces one of the biggest challenges. The exponential increase in hospital waste required an adaptation of the management systems, to an implementation of extraordinary Health and Safety at Work measures and to reinvent quick and practical solutions for greater efficiency in all management processes.

This dissertation addresses the theme Hospital Waste Management in a pandemic context, as well as its importance in breaking transmission chains and safeguarding health operators, who collaborate in health care centers in Portugal. It also refers the solutions in face of a disruption in supply of personal protective equipment and hospital waste growth. That includes the use of existing technologies for reprocessing and reuse of personal protective equipment and the creation of new design models for an effective management of medical waste.

The study of the repercussions of COVID-19 demonstrated that hospital management had an adaptation, adopting exceptional measures to safeguard its interveners, such as the prohibition of the storage of COVID-19 residues and a greater frequency of their collection. It was possible to understand that the use of hydrogen peroxide disinfection technologies, germicidal UV light and moist heat could be useful in facemasks reprocessing, but only in the studied models and respirators, as well as the role of logistics models for greater efficiency in combating a pandemic.

KEYWORDS

Hospital waste, COVID-19, pandemic, Waste Management, PPE

ÍNDICE

Direitos de Autor e Condições de Utilização do Trabalho por Terceiros	iii
Agradecimentos	iv
Declaração de integridade	v
Resumo.....	vi
Abstract	vii
Índice de Figuras.....	x
Índice de Tabelas.....	xi
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....	1
1. Introdução.....	3
2. Enquadramento legislativo e conceptual dos Resíduos Hospitalares	5
2.1 Definição e Classificação de Resíduos	5
2.2 Gestão de Resíduos Hospitalares	11
2.2.1 Hierarquia da gestão de resíduos	12
2.2.3 Produção, Triagem e Acondicionamento dos Resíduos.....	15
2.2.4 Quantificação e Registo.....	17
2.2.5 Transporte dos Resíduos	18
2.2.6 Valorização e Eliminação dos Resíduos.....	19
2.2.7 Produção de resíduos hospitalares em Portugal	27
2.3 Riscos associados aos RH.....	29
2.3.1 Riscos para a saúde	29
2.3.2 Riscos para o ambiente	31
3. Caso de estudo: Gestão de RH em situação da COVID-19.....	33
3.1 COVID-19	33
3.1.1 SARS-CoV-2.....	34
3.1.2 Sintomas e Transmissão	34
3.1.3 Diagnóstico e gestão clínica específica	35
3.1.4 Evolução da doença em Portugal e no Mundo	36
3.1.5 A terceira vaga.....	41
3.1.6 Impactos da Pandemia	42

3.2	Gestão de resíduos da COVID-19 em contexto hospitalar	47
3.2.1	Classificação de resíduos.....	48
3.2.2	Medidas de Higiene e Segurança do Trabalho.....	48
3.2.3	Medidas operacionais de Gestão dos Resíduos.....	49
3.2.4	Transporte dos resíduos.....	49
3.2.5	Tratamento dos resíduos	50
3.2.6	Modelo de Gestão de Resíduos Hospitalares	56
4.	Conclusão e abordagens futuras	58
	Bibliografia	60
	Anexo 1- Guia Eletrónico de Acompanhamento de Resíduos	68
	Anexo 2- Abordagem médica à COVID-19 [41].....	70
	Anexo 3- Situação de Epidemiológica de Portugal face ao novo coronavírus a 1 de janeiro de 2021 [51]	71
	Anexo 4- Estudos de métodos de reprocessamento de máscaras cirúrgicas e respiradores..	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Operações do SGRH (adaptado de SGRH em Centros de Saúde, 2007).....	14
Figura 2- Acondicionamento de RH por grupos de resíduos (adaptação do despacho nº 242/96 pela Stericycle [®])	16
Figura 3- Distribuição da percentagem de resíduos hospitalares, por Grupos, em todos os hospitais, entre 2006 e 2016 [7].	29
Figura 4- Fatalidade e número total de casos (A) e distribuição dos casos de COVID-19 no mundo (B), a 31 de dezembro de 2020 [50].	41
Figura 5- Evolução no número de novos casos da COVID-19 em Portugal desde o primeiro caso reportado. Fonte: JHU CSSE COVID-19 Data.	42
Figura 6- COVID-19: estatísticas das empresas, particulares, administrações públicas, bancos, da economia portuguesa e do Mundo [55].	43
Figura 7- Estado de saúde dos portugueses durante a pandemia [58].	45
Figura 8- Impacto da poluição das máscaras nos oceanos. Fonte: OceansAsia.	47
Figura 9- Otimização da disponibilidade de EPIs.	51

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação dos RH segundo a Lista Europeia de Resíduos	8
Tabela 2 - Operações de Eliminação e Valorização de RH.....	20
Tabela 3 - Quantidade de RH em toneladas (t), dos Grupos I, II, III e IV, estimada para todos os tipos de Hospitais e Centros de Saúde, de 2001 a 2006 [7].....	28
Tabela 4 - Propriedades dos diferentes processos de descontaminação para o reprocessamento e reutilização de EPI, adaptado de [69,75]	55

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

ACE-2 *Angiotensin-converting enzyme 2*

APA Agência Portuguesa do Ambiente

COV Composto Orgânico Volátil

DGS Direção Geral de Saúde

DL Decreto Lei

EPI Equipamento de Proteção Individual

LER Lista Europeia de Resíduos

MIRR Mapa Integrado de Registo de Resíduos

OMS Organização Mundial de Saúde

PERH Plano Estratégico dos Resíduos Hospitalares

R₀ *Reproduction Number*

RH Resíduos Hospitalares

RPE Regulamento Nacional do Transporte de Mercadorias Perigosos por Estrada

RSU Resíduos Sólidos Urbanos

RT-PCR *Reverse Transcription in a Polymerase Chain Reaction*

SARS-CoV-2 *Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2*

SGRH Sistema de Gestão de Resíduos Hospitalares

SGS Sociedade Geral de Superintendência

SILIAMB Sistema Integrado de Licenciamento Ambiental

SIRAPA Sistema Integrado de Registo da Agência Portuguesa do Ambiente

SIRER Sistema Integrado de Registo Eletrónico de Resíduos

SNS Serviço Nacional de Saúde

SWOT *Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats*

VIH Vírus da Imunodeficiência Humana

VHB Vírus da Hepatite B

VHC Vírus da Hepatite C

1. INTRODUÇÃO

Os resíduos hospitalares, RH, são dos resíduos mais produzidos em Portugal. Só no ano de 2016 foram produzidos cerca de 102 189 t, das quais 80 422 t dizem respeito a resíduos suscetível de valorização.

Os RH dividem-se em quatro grupos distintos. O grupo I inclui os resíduos equiparados a urbanos e do grupo II fazem parte os resíduos considerados não perigosos. Estes dois grupos são equiparados a urbanos pelo facto de não apresentarem necessidade de tratamentos específicos e correspondem à maior percentagem de resíduos produzidos dentro das unidades hospitalares. O grupo III e IV são resíduos que devem ser devidamente tratados e eliminados pelo facto de apresentarem riscos para a saúde pública e para o meio ambiente.

Para gerir estes resíduos, é necessário que todas as unidades hospitalares possuam um Sistema de Gestão de Resíduos Hospitalares, com etapas fundamentais desde a produção, triagem, armazenamento, transporte e valorização até ao destino final do resíduo. A triagem apresenta uma das mais importantes etapas, pois a seleção na origem dos diferentes resíduos permitirá a sua correta valorização e tratamento.

Numa época que se prima pela sustentabilidade ambiental e a saúde pública é imperativo que os mediadores de saúde estejam cientes do seu papel fundamental na gestão correta dos resíduos, de modo a otimizar todas as operações e reduzir a quantidade de RH submetidos a tratamentos incorretos que se tornam um risco ambiental.

Nos dias de hoje enfrenta-se o maior surto pandémico da história de Portugal, o novo Coronavírus. Os resíduos produzidos pelo doente de COVID-19 e os resíduos que resultam da prestação de cuidados de saúde a doentes com o vírus são considerados contaminados, com risco infeccioso.

As unidades de saúde necessitaram assim de criar estratégias de gestão de resíduos salvaguardando o papel específico dos operadores de gestão de resíduos hospitalares na quebra das cadeias de transmissão, contribuindo decisivamente para a sua proteção e para a proteção da comunidade.

Estas novas estratégias e medidas de contingência levaram a um aumento do consumo dos materiais específicos para proteção individual que impreterivelmente resultaram num aumento dos resíduos hospitalares.

Esta dissertação surge com o objetivo principal de estudar o impacto da Pandemia COVID-19 na produção e tratamento final dos RH, estudando o papel da gestão de resíduos hospitalares, os métodos adotados e perceber de que forma estes resíduos específicos são tratados e eliminados.

O presente trabalho está organizado em 5 partes fundamentais. Após este capítulo de introdução ao tema, no segundo capítulo, encontra-se o enquadramento teórico da dissertação apoiado no enquadramento normativo e conceptual dos resíduos hospitalares, abordando-se a definição e classificação de resíduos e as diferentes etapas de um Sistema de Gestão Hospitalar. É dada relevância aos riscos associados aos RH e à situação de Portugal no que concerne à produção deste grupo de resíduos. Relativamente ao Capítulo 3 este divide-se em dois subcapítulos, onde primeiramente faz-se uma abordagem mais específica à situação de pandemia, procurando conhecer o vírus e qual o seu impacto na produção de RH em Portugal e no Mundo. A segunda parte deste 3º capítulo procura elucidar o papel da gestão hospitalar no combate à pandemia da COVID-19, conhecendo os processos que atualmente são utilizados e aborda-se o conceito de modelo logístico inverso, dando a conhecer um processo inovador para o tratamento in-situ dos resíduos COVID-19. No capítulo 4 apresentam-se as conclusões e abordagens futuras.

2. ENQUADRAMENTO LEGISLATIVO E CONCEPTUAL DOS RESÍDUOS HOSPITALARES

Neste capítulo visa-se conhecer o enquadramento normativo e conceptual dos resíduos hospitalares classificando-os em categorias, perceber como funciona um sistema de gestão de resíduos num hospital, estudando também a situação atual de Portugal na produção destes.

2.1 Definição e Classificação de Resíduos

Os Resíduos Hospitalares, RH, de acordo com a sua fonte de produção, são resíduos que resultam de atividades de prestação de cuidados de saúde a seres humanos ou a animais, nas áreas da prevenção, diagnóstico, tratamento, reabilitação ou investigação e ensino, bem como de outras atividades que envolvam procedimentos invasivos, tais como acupuntura, piercings e tatuagens (Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de junho).

Na história destes resíduos, denota-se que até meados dos anos oitenta, os RH, apesar de já serem considerados perigosos, não tinham um conceito definido no âmbito do regime jurídico de gestão de resíduos. Estes eram depositados em lixeiras e/ou aterros municipais juntamente com todos os Resíduos Sólidos Urbanos, RSU. Só em 1995 apareceu pela primeira vez no Diário da República no Decreto-Lei n.º 310/95, de 20 de novembro, a definição de RH como “os resíduos produzidos em unidades de prestação de cuidados de saúde, incluindo as atividades médicas de diagnóstico, tratamento e prevenção da doença em seres humanos ou animais, e ainda as atividades de investigação relacionadas”. Esta definição prevaleceu até 2006 sendo alterada e posteriormente retificada em 2011 [1].

Um dos mais importantes objetivos das políticas de resíduos passa por assegurar que todos os resíduos têm um fim adequado, de forma a reduzir o impacto e riscos para a saúde humana e para o meio ambiente. Torna-se, assim, imperativo que os resíduos sejam identificados e separados na origem para que, mediante a sua classificação, sejam tratados e depositados do modo mais adequado e menos nefasto possível para a saúde e ambiente.

A Lista Europeia de Resíduos, LER, publicada pela decisão 2014/955/UE, da Comissão, de 18 de dezembro, que altera a decisão 2000/532/CE, da Comissão, de 3 de maio, referida no artigo 7.º da diretiva 2008/98/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de

novembro surgiu para clarificar o processo de classificação de resíduos através de uma lista com nomenclatura específica, universal e harmonizada que tem em consideração a origem e composição dos resíduos [2].

Os diferentes tipos de resíduos incluídos na lista são totalmente definidos por um código de seis dígitos para o resíduo e, respetivamente, de dois e quatro dígitos para os números dos capítulos e subcapítulos.

Os detentores ou produtores de resíduos encontram-se obrigados a fazer a classificação dos resíduos que produzem ou detém nos termos da LER. A escolha do código que melhor classifica um resíduo deverá ser feita com base na descrição do capítulo e subcapítulo e por fim no processo de fabrico que lhe deu origem [2].

As 842 entradas pertencentes à LER dizem respeito a três tipologias de resíduos diferentes, nomeadamente:

- Resíduos que são sempre **perigosos**;
- Resíduos que são sempre **não perigosos**;
- Resíduos que podem ser **inertes**;

Os resíduos perigosos são produzidos essencialmente no setor industrial, mas ganham na saúde um papel de destaque. Devido à sua perigosidade quer para o Homem quer para o ambiente, estes resíduos devem ser tratados em unidades licenciadas para a sua recuperação, valorização e eliminação.

Os resíduos considerados não perigosos, não apresentam um risco elevado a nível da saúde pública, estes podem ser tratados em centrais de triagem caso sejam recicláveis, ou eliminados e valorizados energeticamente caso não sejam recicláveis.

Os resíduos inertes são dotados de características que não permitem a sua decomposição nem alteração ao longo do tempo. Podem ser depositados em aterros sanitários ou até mesmo reciclados, quando em contacto com a água ou o solo não são libertadas substâncias prejudiciais ao meio ambiente logo não são poluentes.

Os resíduos hospitalares constituem o capítulo 18 da LER e têm a classificação publicada no *Jornal Oficial da União Europeia*, em vigor desde 1 de junho de 2015 [3] e apresentada na Tabela 1.

Estando todas as substâncias identificadas e quantificadas no resíduo, torna-se necessário avaliar se a perigosidade apresentada se reflete no resíduo. Para esta avaliação

criou-se a Lista das Características de Perigosidade, que divide os resíduos em categorias de perigo. Os RH constam desta lista fazendo parte da categoria HP9- Infeciosos, ou seja, apresentam perigo para a saúde humana e dos seres vivos, quer isto dizer que contém microrganismos viáveis ou toxinas, em relação aos quais se sabe ou há várias razões para se crer que causam doenças nos seres humanos ou organismos vivos [2]. Os resíduos produzidos em ambiente hospitalar podem estar contaminados com agentes patogénicos, contendo, ainda, resíduos especiais tais como: agulhas de seringas e radioisótopos usados em técnicas de diagnóstico ou em terapia. Como apresentam características infecciosas e/ou tóxicas requerem especial atenção no seu manuseamento, transporte e tratamento.

Na última década, a produção e complexidade de resíduos hospitalares tem vindo a aumentar de forma significativa, a existência de novos conceitos de gestão de resíduos, nomeadamente no que diz respeito à valorização, à análise de risco inerente ao resíduo e o desenvolvimento de tecnologias de tratamento entre outros aspetos, conduziram à publicação do Despacho n.º 242/96, publicado a 13 de agosto, do Ministério da Saúde. Este decreto visa a criação de novas condições para que a proteção da saúde das populações se proporcione de mãos dadas à preservação do meio ambiente, integrando na eliminação destes resíduos, tecnologias distintas de tratamento [1].

Neste sentido, o anterior despacho veio instituir uma nova classificação de RH, com o foco na separação seletiva na origem, contemplando princípios de gestão global de resíduos, como sejam os riscos efetivos, a proteção de trabalhadores do setor, a operacionalidade das diversas secções, os preceitos éticos e a perceção de risco pela opinião pública. Para além de obedecer à nomenclatura da LER e devido à sua desigual constituição, tornou-se imperativo que estes resíduos se separassem em grupos distintos (I a IV), com tratamentos distintos de acordo com o tipo de perigosidade que apresentam. Os Grupos I e II são agrupados como “resíduos não perigosos” e os pertencentes aos Grupos III e IV como “resíduos perigosos”.

Os grupos referidos posteriormente foram elaborados pela DGS e pela Agência Portuguesa do Ambiente, APA, de modo a serem um instrumento mais acessível da classificação de resíduos hospitalares comparando com a LER e do preenchimento do Mapa Integrado de Registo de Resíduos [4].

Tabela 1 - Classificação dos RH segundo a Lista Europeia de Resíduos

Código LER	Classificação dos Resíduos
18	resíduos da prestação de cuidados de saúde a seres humanos ou animais e/ou de investigação relacionada (exceto resíduos de cozinha e restauração não provenientes diretamente da prestação de cuidados de saúde)
18 01	resíduos de maternidades e de diagnóstico, tratamento ou prevenção de doenças em seres humanos
18 01 01	objetos cortantes e perfurantes (exceto 18 01 03)
18 01 02	partes anatómicas e órgãos, incluindo sacos de sangue e sangue conservado (exceto 18 01 03)
18 01 03*	resíduos cujas recolha e eliminação estão sujeitas a requisitos específicos, com vista à prevenção de infeções
18 01 04	resíduos cujas recolha e eliminação não estão sujeitas a requisitos específicos, com vista à prevenção de infeções (por exemplo pensos, compressas, ligaduras, gessos, roupas, vestuário descartável, fraldas)
18 01 06*	produtos químicos contendo ou compostos por substâncias perigosas
18 01 07	produtos químicos não abrangidos em 18 01 06
18 01 08*	medicamentos citotóxicos e citostáticos
18 01 09	medicamentos não abrangidos em 18 01 08
18 01 10*	resíduos de amálgamas de tratamentos dentários
18 02	resíduos de investigação, diagnóstico, tratamento ou prevenção de doenças em animais
18 02 01	objetos cortantes e perfurantes (exceto 18 02 02)
18 02 02*	resíduos cujas recolha e eliminação estão sujeitas a requisitos específicos com vista à prevenção de infeções
18 02 03	resíduos cuja recolha e eliminação não estão sujeitas a requisitos específicos com vista à prevenção de infeções
18 02 05*	produtos químicos contendo ou compostos por substâncias perigosas
18 02 06	produtos químicos não abrangido em 18 02 05
18 02 07*	medicamentos citotóxicos e citostáticos
18 02 08	medicamentos não abrangidos em 18 02 07

*Resíduos considerados perigosos de acordo com os termos da Diretiva 2008/98/CE.

Grupo I - Resíduos equiparados a urbanos: não apresentam exigências especiais no seu tratamento:

- a) Resíduos provenientes de serviços gerais (como de gabinetes, salas de reunião, salas de convívio, instalações sanitárias, vestiários, etc);
- b) Resíduos provenientes de serviços de apoio (como oficinas, jardins, armazéns e outros);
- c) Embalagens e invólucros comuns (como papel, cartão, mangas mistas e outros de idêntica natureza);
- d) Resíduos provenientes da hotelaria, resultantes de confeção e restos de alimentos servidos a doentes, não incluídos no grupo III.

• **Grupo II** - Resíduos hospitalares não perigosos: não estão sujeitos a tratamentos específicos, podendo ser equiparados a urbanos:

- a) Material ortopédico: talas, gessos e ligaduras gessadas não contaminados e sem vestígios de sangue;
- b) Fraldas e resguardos descartáveis não contaminados e sem vestígios de sangue;
- c) Material de proteção individual utilizado nos serviços gerais de apoio, com exceção do utilizado na recolha de resíduos;
- d) Embalagens vazias de medicamentos ou produtos de uso clínico ou comum, com exceção dos incluídos no grupo III e IV;
- e) Frascos de soros não contaminados, com exceção dos do grupo IV.

• **Grupo III** - Resíduos hospitalares de risco biológico: resíduos contaminados ou suspeitos de contaminação, suscetíveis de incineração ou de outro pré-tratamento eficaz, permitindo posterior eliminação como resíduo urbano:

- a) Todos os resíduos provenientes de quartos ou enfermarias de doentes infecciosos suspeitos, de unidades de hemodiálise, de blocos operatórios, de salas de tratamento, de salas de autópsia e de anatomia patológica, de patologia clínica e de laboratórios de investigação com exceção dos do grupo IV;
- b) Todo o material utilizado em diálise;
- c) Peças anatómicas não identificáveis;

- d) Resíduos que resultam da administração de sangue e derivados;
 - e) Sistemas utilizados na administração de soros e medicamentos, com exceção dos do grupo IV;
 - f) Sacos coletores de fluidos orgânicos e respectivos sistemas;
 - g) Material ortopédico: talas, gessos e ligaduras gessadas contaminados com sangue e material de prótese retirado a doentes;
 - h) Fraldas e resguardos descartáveis contaminados ou com vestígios de sangue;
 - i) Material de proteção individual utilizado em cuidados de saúde e serviços de apoio geral em que haja contacto com produtos contaminados (como luvas, máscaras, aventais e outros).
- **Grupo IV** - Resíduos hospitalares específicos: resíduos de vários tipos, de inceneração obrigatória:
 - a) Peças anatómicas identificáveis, fetos e placentas, até publicação de legislação específica;
 - b) Cadáveres de animais de experiência laboratorial;
 - c) Materiais cortantes e perfurantes: agulhas, cateteres e todo o material invasivo;
 - d) Produtos químicos e fármacos rejeitados, quando não sujeitos a legislação específica;
 - e) Citostáticos e todo o material utilizado na sua manipulação e administração.

É importante esclarecer que os resíduos pertencentes ao grupo IV são classificados e geridos como resíduos específicos por razões que se relacionam com a sua composição, com a prevenção de riscos decorrentes do seu manuseamento e com questões de natureza ética e cultural [1]. Para que um RH esteja contaminado é necessário que na sua composição apresente microrganismos patogénicos viáveis, isto é, que possam persistir e/ou multiplicar-se nesse meio. Esta limitada capacidade de sobrevivência, deve-se essencialmente à resistência dos microrganismos em condições ambientais como: a humidade, a temperatura, a radiação, a disponibilidade de substrato e a presença de predadores [4].

Os resíduos que apresentam características radioativas têm de ser obrigatoriamente e escrupulosamente separados na fonte, não podendo ser misturados com qualquer um dos grupos anteriores, sendo alvo de um tratamento específico.

Cabe aos órgãos de gestão das unidades de saúde formar e sensibilizar os seus trabalhadores para o cumprimento deste diploma, nomeadamente nos aspetos relacionados com a sua proteção individual e os corretos procedimentos [4].

Fazendo uma análise aos dois sistemas de classificação de resíduos, é possível estabelecer uma relação direta entre ambas:

- Os resíduos do Grupo I correspondem ao capítulo 20;
- Os resíduos do grupo II correspondem ao código 18 01 04;
- Os resíduos do grupo III incluem resíduos com código 18 01 03*;
- Os resíduos do grupo IV incluem os resíduos 18 01 01, 18 01 02.

Volvidas dezenas de anos da sua aplicação, a classificação dos resíduos hospitalares encontra-se em revisão, considerando a evolução científico-tecnológica e estratégica, no âmbito da gestão dos resíduos em geral e dos resíduos hospitalares, em particular.

2.2 Gestão de Resíduos Hospitalares

Ao longo das duas últimas décadas, os RH foram identificados como um dos principais problemas que afetam tanto a saúde humana como o meio ambiente. Por muitos anos a Organização Mundial de Saúde, OMS, advogou que os resíduos hospitalares teriam de ser tratados e manuseados como resíduos especiais, e agora é de conhecimento comum, que certas categorias deste tipo de resíduo apresentam um grande risco patogénico e biológico comparando com todos os resíduos produzidos nas comunidades [5, 6].

No seu volume total, os RH apresentam uma grande componente de resíduos urbanos ou equiparados a urbanos e apenas uma pequena percentagem de resíduos perigosos, para tal é necessário haver um plano de gestão estratégico destes. Estes resíduos perigosos requerem uma atenção acrescida, não só dentro da unidade de saúde, como nas fases subsequentes fora desse espaço, até ao destino final e eliminação.

Cabe a cada unidade de saúde responsabilizar-se por uma correta gestão de resíduos, sendo também de sua responsabilidade o destino final dos resíduos produzidos (art.º 6º do

Decreto-Lei n.º 239/97, de 9 de setembro). Todas as regras previstas pelo Decreto-Lei devem ser consideradas para a triagem e acondicionamento de resíduos, o seu transporte, armazenamento, quantificação e registo, tratamento e valorização e eliminação. A gestão dos resíduos necessita de uma estratégia com o objetivo de facilitar a implementação de medidas, de uma boa organização e administração e a participação ativa de pessoal bem formado e informado [7].

A formação de todas as partes intervenientes na gestão de resíduos hospitalares desde médicos, enfermeiros e auxiliares de saúde é de extrema importância pois são nestas ações de sensibilização que são adquiridos conceitos e práticas essenciais para uma gestão sustentável dos mesmos.

Segundo o Plano Estratégico de Resíduos Hospitalares, PERH, de 2011-2016, os diversos regimes gerais de gestão de resíduos têm apresentado elementos comuns no contexto hospitalar como: o incentivo à redução da produção de resíduos, o desenvolvimento de um sistema de registo obrigatório de resíduos, a aposta em processos tecnológicos inovadores e o adequado encaminhamento e eliminação dos resíduos.

2.2.1 Hierarquia da gestão de resíduos

Sendo uma consequência inevitável e natural, em todas as unidades de saúde há a produção de resíduos, no entanto esta produção pode ser minimizada e prevenida por um bom manuseamento das matérias-primas criando assim um sistema de gestão de resíduos mais sustentável. Muitos dos materiais utilizados não têm um tempo de vida longo e são desperdiçados mesmo antes de serem utilizados, aumentando assim a aquisição de materiais e consequentemente a geração de resíduos.

Todos os sistemas de gestão de resíduos, quer sejam eles hospitalares ou não, devem salvaguardar os trabalhadores e a saúde pública, prevenindo a propagação de doenças, devem ter também em consideração a eficácia ambiental, ser economicamente rentáveis e socialmente aceites [8].

A gestão de resíduos deve assegurar que a utilização de um bem sucede uma nova utilização ou que, não sendo viável a sua reutilização, se procede à sua reciclagem ou ainda a outras formas de valorização (DL n.º 178/2006). A política dos quatro Rs pode ser aplicada neste contexto:

- **Redução**
 - Reduzir a quantidade de material por produto (por exemplo, adquirir produtos que na sua composição não apresentem compostos orgânicos voláteis, COVs);
 - Aumentar o tempo de vida do produto;
 - Eliminar a necessidade do produto.
- **Reutilização**
 - Reintroduzir sem alterações significativas substâncias, objetos ou produtos nos circuitos de produção ou de consumo de forma a evitar a produção de resíduos;
 - Utilizar um produto sem necessidade de reprocessamento.
- **Reciclagem**
 - Reprocessar materiais orgânicos;
 - Utilizar os materiais para o seu fim original ou para novos fins;
 - A reciclagem é maximizada sempre que há separação na fonte.
- **Recuperação (valorização)**
 - Valorizar os resíduos orgânicos através de operações de compostagem e valorização energética

Todas estas práticas podem ser um grande passo para uma boa gestão de RH, pois com a minimização de resíduos são reduzidos os custos de gestão, os riscos de contaminação e acidente e o impacto ambiental. No entanto, tais práticas não podem ser aplicadas a todos os resíduos gerados numa unidade de saúde, logo todas as possibilidades devem ser analisadas cuidadosamente.

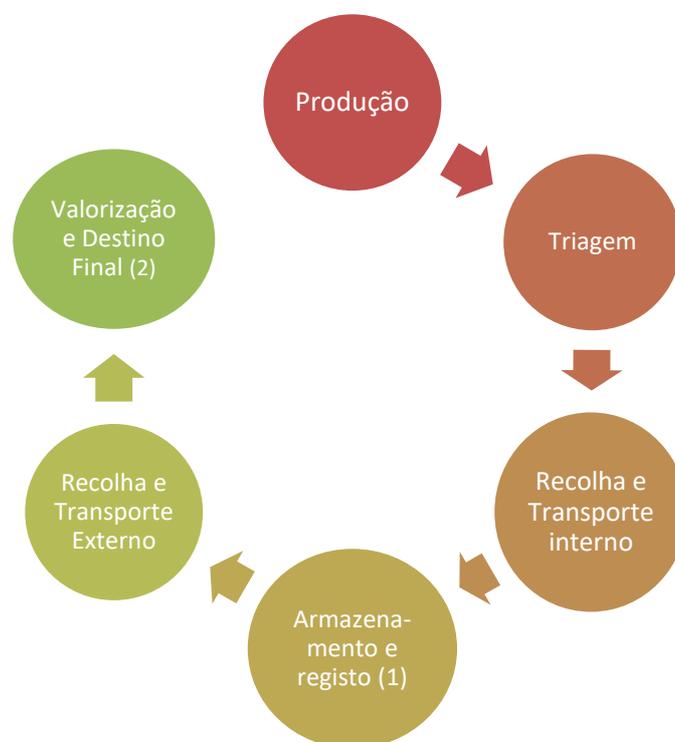
Os materiais mais passíveis de serem valorizados são os fluxos específicos de resíduos como as embalagens de papel ou cartão, plástico, vidro, resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos, pilhas e acumuladores usados.

2.2.2 Operações do Sistema de Gestão de Resíduos Hospitalares

O Sistema de Gestão de Resíduos Hospitalares, SGRH, pressupõe a sequência encadeada de condutas, em que a falha de um compromete irremediavelmente os procedimentos seguintes e todo o processo de gestão.

A importância da sensibilização e formação de todos os profissionais envolvidos na produção e manipulação destes RH tornam-se essenciais no alcance de uma boa gestão destes resíduos, nomeadamente nas fases de triagem e acondicionamento, e até na interiorização e concretização dos princípios fundamentais do Regime Geral de Gestão de Resíduos (Decreto-Lei n.º 178/2006), tais como a redução de produção de resíduos na fonte e a correta gestão de stocks para a minimização de produção de resíduos.

O SGRH, assenta num conjunto de operações, definidas no PERH, desde a produção de resíduos até ao destino final dos mesmos, ilustradas na Figura 1.



Nota:

- (1) Quando houver um contrato estabelecido com uma empresa operadora de gestão de RH, deve ser feita a pesagem dos RH produzidos. Se o contrato for efetuado em função do volume produzido deve ser feita a inspeção dos contentores para verificar o seu completo enchimento.
- (2) Decorre fora das entidades de saúde. É efetuado pelas empresas operadoras de gestão de RH, licenciadas pela DGS.

Figura 1- Operações do SGRH (adaptado de SGRH em Centros de Saúde, 2007)

Uma questão a considerar, e que tem, necessariamente, implicações nos programas de gestão, é a pequena dimensão do tipo de serviço de saúde (ex. clínicas dentárias,

laboratórios, postos de saúde), nestes casos a gestão pode ter variantes devido a uma menor quantidade de resíduos produzidos diariamente. No entanto, deverão seguir todas os princípios e requisitos exigidos para os diferentes tipos de resíduos.

2.2.3 Produção, Triagem e Acondicionamento dos Resíduos

Como referido anteriormente, a produção de resíduos hospitalares é uma consequência inevitável da atividade hospitalar e deve ser um foco de atenção, pois num processo que se pretende eficiente, deve-se atuar logo no início, começando na redução de RH. Para a minimização de RH é importante que se pratique uma recolha seletiva dos mesmos, implementando o conceito de “fileira de resíduo” que corresponde ao tipo de material constituinte dos resíduos, nomeadamente fileira dos vidros, fileira dos plásticos, fileira dos metais, fileira da matéria orgânica ou fileira do papel e cartão (Decreto-Lei n.º 178/2006, art.º 3). Os medicamentos também deverão ser alvos de triagem, encaminhando aqueles que estão perto do fim de vida para entidades de saúde que façam a sua devida gestão, evitando assim, a mistura destes com os demais resíduos.

Para uma gestão sustentável de resíduos, uma das mais importantes etapas é a da triagem na fonte de produção. Esta operação é o pilar de toda a gestão integrada de resíduos, pois dela depende a redução dos riscos ambientais e sanitários associados a possíveis contaminações, resultado da mistura de resíduos contaminados com risco biológico associado, induzidas por circuitos inapropriados ou misturas descuidadas, ou ainda, falta de formação/informação dos profissionais envolvidos [4].

A triagem visa a redução de várias parcelas e a valorização de componentes recicláveis ou reutilizáveis, que poderão vir a condicionar os próprios custos. Estas operações são importantes em todas as categorias de resíduos, especialmente para os resíduos considerados perigosos do grupo III ou IV, pelos seus riscos patogénicos e pela necessidade de recorrer a tecnologias específicas para o seu tratamento, tais como descontaminação ou inceneração.

Para uma correta triagem de resíduos é necessário que cada serviço de saúde tenha a identificação do serviço na origem, a identificação dos recipientes, contentores ou embalagens, bem como todas as condições para um transporte interno, apropriado, dos mesmos. Quanto aos resíduos pertencentes aos grupos I e II, equiparados a urbanos, ou que não estão sujeitos a tratamentos específicos, a sua gestão, não só na recolha, como nas restantes etapas, deve ser acordada com os sistemas de gestão RSU da região, para a

instalação de ecopontos e demais equipamentos para a valorização da componente reciclável ou valorizável.

Na Figura 2 pode-se observar como são acondicionados os RH, mediante o grupo a que pertencem.

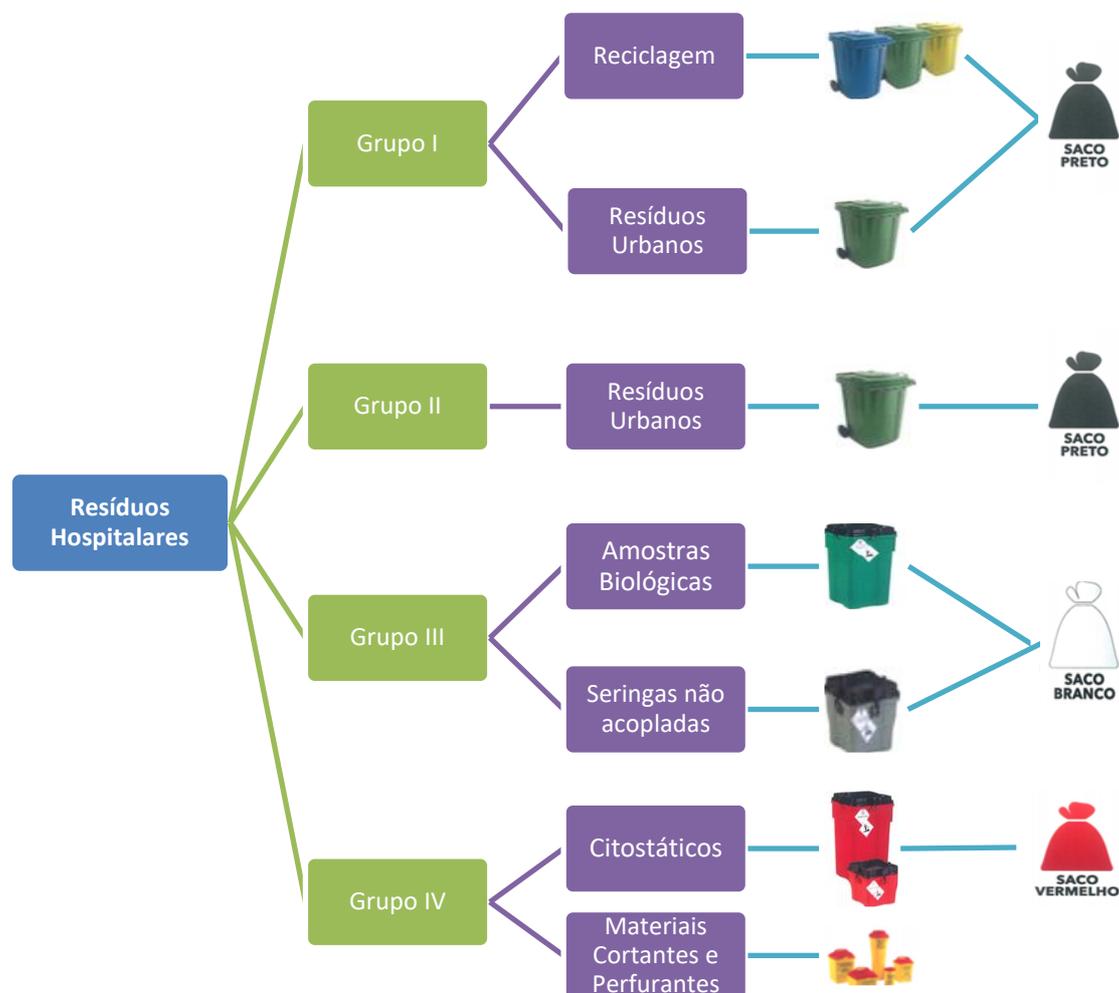


Figura 2- Acondicionamento de RH por grupos de resíduos (adaptação do despacho nº 242/96 pela Stericycle ®)

Se a produção de RH for elevada, o armazenamento dos resíduos carece de uma atenção especial. O local de armazenamento de RH deve obedecer a normas técnicas e estruturais, e devem ser asseguradas todas as condições de segurança, ventilação, sinalização e higiene das instalações, com uma verificação da quantidade e qualidade dos contentores, de acordo com o contrato estabelecido com a entidade de saúde.

Dentro de uma unidade hospitalar, o PERH de 1999 prevê o cumprimento das condições de armazenamento:

- Cabe a cada unidade de saúde possuir locais específicos para armazenar os resíduos, que deverão estar devidamente sinalizados, de acesso fácil para o seu uso e transporte. Os locais de armazenamento devem ser de tamanho proporcional ao volume de resíduos gerados, dependendo do tipo de contentor utilizado e da periodicidade de recolha, no entanto, a sua capacidade mínima terá de corresponder a três dias de produção;
- Resíduos pertencentes aos grupos I e II deverão ser depositados em contentores adaptados ao sistema de RSU;
- Resíduos pertencentes aos grupos III e IV deverão ser depositados em contentores facilmente transportados, resistentes, estanques, e caso sejam de uso múltiplo, laváveis e desinfetáveis;
- Caso se preveja que o período de armazenamento ultrapasse os três dias, o contentor deverá ter capacidade até sete dias, e possuir condições de refrigeração;
- Se o local de armazenagem for lavado ou desinfetado, deverá ser assegurada a ligação ao coletor municipal/rede de drenagem do hospital, para dar cumprimento à lei atual de descargas de águas residuais;
- Para reaproveitamento de componentes recicláveis, deverão ser instalados contentores para recolha de fileiras de resíduos;
- Todos estes locais deverão ser dotadas de equipamentos de proteção e luta contra incêndios.

2.2.4 Quantificação e Registo

O conhecimento quantitativo de RH produzidos é um aspeto fulcral para o cumprimento de uma política de gestão dos mesmos. Em 1995, a constituição da república, lançou as bases de um sistema de registo em que estabelecia a obrigatoriedade do produtor e detentor organizar um inventário que indicasse, com referência temporal, as quantidades, natureza, origem e destinos dos resíduos produzidos em ambiente hospitalar. Entretanto, em 1997 a constituição veio aprovar o modelo de mapa de registo de resíduos hospitalares, efetuado de acordo com as normas de gestão e classificação destes resíduos, com entrega anualmente obrigatória à DGS.

O Regime Geral de Gestão de Resíduos criou o Sistema Integrado de Registo Eletrónico de Resíduos (SIRER), com a agregação de toda a informação relativa aos resíduos produzidos e importados para território nacional e as entidades que operam no setor dos resíduos. Este sistema foi disponibilizado em 2007 e é atualmente utilizado por todos os operadores e todas as operações de gestão de resíduos. Compete à Agência Portuguesa do Ambiente a gestão do SIRER.

O SIRER, veio acabar com os anteriores mapas em papel para o registo de resíduos, contemplando o módulo MIRR – Mapa Integrado de Registo de Resíduos, possibilitando de forma rápida e integrada, o conhecimento dos resíduos hospitalares gerados e geridos pelos operadores de RH. Estes são preenchidos por produtores, transportadores, comerciantes/corretores e operadores de tratamento de resíduos, desde que abrangidos pela obrigação legal decorrente do artigo 48.º do Decreto-Lei n.º 178/2006, de 5 de setembro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 73/2011, de 17 de junho e da Portaria n.º 289/2015 de 17 de setembro (Regulamento SIRER) alterada pela Portaria n.º 28/2019, de 18 de janeiro. Estes sistemas funcionam na plataforma SILIAMB – Sistema Integrado de Licenciamento do Ambiente, também gerida pela Agência Portuguesa do Ambiente.

Os registos devem ser conservados e enviados à DGS, até ao último dia do mês de março do ano imediato àquele a que se reportam os respetivos dados. O relatório síntese dos registos será posteriormente enviado pela DGS ao Instituto de Resíduos.

2.2.5 Transporte dos Resíduos

A Portaria n.º 335/97, de 16 de maio deixa claro que o transporte dos resíduos só poderá ser efetuado pelas entidades produtoras, por entidades licenciadas na gestão dos resíduos ou por pessoal especializado e refere ainda que: “o produtor ou detentor, o transportador, e o destinatário dos resíduos devem manter em arquivo os exemplares da guia de acompanhamento por um período de cinco anos”. A legislação vem realçar a importância dum correto transporte de resíduos bem como o seu destino final, pois um transporte ou um fim inadequado vem pôr em causa todas as fases anteriormente descritas.

A fase de transporte de resíduos pode ser considerada em duas etapas: transporte interno e transporte externo. Na primeira etapa em que o resíduo é transportado desde o local de produção até ao de armazenagem, é necessário atentar a aspetos como as condições de transporte e a escolha dos circuitos internos. Dentro da unidade hospitalar, deve ter-se em

conta uma correta e fácil identificação do tipo de resíduos e a sua origem, garantir a segurança dos profissionais e dos doentes, assegurando sempre as condições de higiene da unidade, e aspetos de natureza ética e estética.

O transporte desde a unidade hospitalar até à unidade de tratamento ou destino final das frações resultantes da triagem e destinadas a operações de valorização, deve ser assegurado pela entidade produtora ou detentora do resíduo, podendo para o efeito contratar uma entidade licenciada que execute essas operações. Este transporte deverá ser efetuado sempre acompanhado das “Guias de Acompanhamento de Resíduo”, eletronicamente ou não, representadas no Anexo 1, cumprindo os princípios gerais de gestão de resíduos.

No caso dos resíduos hospitalares abrangidos nos grupos III e IV, tratando-se de resíduos específicos e de riscos biológicos, deverão ser transportados acompanhados do modelo B da “Guia de Acompanhamento de Resíduos”, que consiste no Modelo n.º 1429 da Imprensa Nacional-Casa da Moeda. O correto preenchimento das guias é essencial para uma boa gestão de resíduos hospitalares, auxiliando, também, na verificação dos quantitativos registados pelas várias entidades envolvidas [4].

Os resíduos considerados perigosos devem ser transportados por entidades licenciadas para o efeito, respeitando o Regulamento Nacional do Transporte de Mercadorias Perigosas por Estrada, RPE, no caso de o transporte ser realizado em território nacional, e do Acordo Europeu Relativo ao Transporte Internacional de Mercadorias Perigosas por Estrada, caso seja efetuado fora do território nacional, em território europeu.

2.2.6 Valorização e Eliminação dos Resíduos

As últimas operações do SGRH, visam a valorização e o destino final do resíduo. A valorização do resíduo aponta o reaproveitamento de alguns materiais que possam integrar uma fileira ou fluxo de resíduos, a sua rentabilidade dependerá de uma correta triagem na fonte através do uso de contentores que diferenciem o tipo de resíduo valorizável (vidro, embalagens, papel, orgânicos). Os resíduos equiparados a urbanos pertencentes aos grupos I e II não apresentam exigências especiais a nível da sua gestão.

As operações de eliminação correspondem a qualquer operação que não vise a valorização do resíduo, embora secundariamente haja o aproveitamento de substâncias ou a

produção de energia. A eliminação dos resíduos hospitalares pertencentes aos grupos III e IV, considerados perigosos, só poderá ser realizada em entidades licenciadas para o efeito.

A evolução da tecnologia e a percepção da natureza do resíduo, associados a novos conceitos de triagem e valorização, permitiram a separação de duas linhas para tratamentos de resíduos, os resíduos de risco biológico, que são alvos de vários pré-tratamentos antes da eliminação final, e os resíduos especiais que são de eliminação obrigatória. É importante saber que a quantidade de resíduos gerados (por tipo) influenciará na escolha das tecnologias a aplicar.

As tecnologias praticadas em Portugal para o tratamento dos RH, têm como objetivo reduzir a sua perigosidade para a saúde e para o ambiente, permitindo que o resíduo seja manipulado de forma segura, diminua o volume e a massa, e mude a aparência, nomeadamente as peças anatómicas por razões éticas. Esta tecnologia é selecionada mediante as características dos resíduos, a eficácia do processo, o impacto a nível ambiental e as características dos resíduos resultantes do tratamento.

Na Tabela 2, pode-se observar exemplos de operações de eliminação e valorização dos resíduos.

Tabela 2 - Operações de Eliminação e Valorização de RH

	Operações de Eliminação	Operações de Valorização
Grupos I+II	Aterro, Incineração	Compostagem, Reciclagem de metais, de vidro, de papel, ...)
Grupos III	Autoclavagem, Desinfecção Química, Micro-ondas, Incineração	-
Grupo IV	Incineração	-

Existem diferentes tipos de tecnologias de tratamento, mas, não existindo uma considerada ótima, deve ser selecionado o método mais apropriado de acordo com as características dos resíduos e unidade de saúde, região ou país, considerando custos de investimentos, de exploração e manutenção, eficiência, perigosidade do resíduo pós-tratamento e possível contaminação ambiental [5].

As tecnologias de tratamento do resíduo podem ser agrupadas em processos de desinfecção e de incineração. A desinfecção pode ser classificada como [9]:

- **Desinfecção Física:** Utiliza processos físicos, ocorre por aumento de temperatura, a seco ou com vapor, ou por radiação. Neste grupo integram-se processos de autoclavagem, tratamento por micro-ondas, ionização e tratamento térmico por trituração.
- **Desinfecção Química:** Utiliza agentes químicos para a eliminação de microrganismos.

Em Portugal, para a gestão dos resíduos dos Grupos I e II é admitida a gestão conjunta com os resíduos urbanos, sendo exigidos tratamentos específicos para os resíduos pertencentes aos grupos III e IV.

Os resíduos pertencentes ao Grupo III podem sofrer vários tratamentos físicos ou químicos e depois de pré-tratados estes podem ser eliminados como resíduos não perigosos. Já os RH do Grupo IV são de incineração obrigatória, os resíduos citotóxicos e citostáticos devem ser incinerados, a temperatura igual ou superior a 1100 °C, durante pelo menos 2 s, pelo facto de poderem conter composto com teores superiores a 1 % de moléculas derivadas de halogénios. [1]

De forma sintetizada, apresentam-se as diferentes tecnologias para o tratamento dos resíduos dos Grupos III e IV, em função do respetivo objetivo - descontaminação ou incineração, bem como as vantagens e desvantagens das mesmas.

Tecnologias de descontaminação

- Autoclavagem

Neste tratamento por desinfecção com calor húmido, os resíduos são introduzidos numa câmara de metal na qual o vapor de água em sobrepressão (3-3,5 bar) durante um período de tempo entre 20 a 30 minutos, irá destruir os agentes patogénicos ou reduzi-los a um nível que não constitua perigo. Este processo inclui ciclos de compressão e de descompressão, aumentando a área de contacto entre o vapor e o resíduo, permitindo a penetração do vapor nas superfícies a tratar.

A temperatura do processo de autoclavagem depende da pressão a que os autoclaves se encontrem, sendo utilizada para alterar a temperatura do vapor saturado, atingindo valores

na ordem dos 135 °C. A destruição dos microrganismos dá-se devido ao aumento da pressão que causa o aumento da temperatura no interior do autoclave [10, 11].

Os resíduos de risco biológico, Grupo III, estão sujeitos a um pré-tratamento de homogeneização prévia, para que o vapor atinja toda a superfície sem que haja resistência à propagação de calor [11].

A eficácia do processo deve ser monitorizada constantemente, de forma a assegurar que o tratamento é efetuado conforme o previsto, utilizando o tempo e a temperatura planeados. Para assegurar a inativação dos microrganismos mais resistentes, podem ser utilizados indicadores químicos, que registam alterações de cor que correspondem à relação tempo/temperatura, ou indicadores biológicos, como tiras de esporos de *Bacillus subtilis* ou *Bacillus stearotherophilus*, para verificar se a penetração do vapor e o tempo de exposição ocorreram suficientemente [12,13].

Os tipos de resíduos tratados em autoclaves são: culturas microbianas, objetos perfurantes, materiais contaminados com sangue e fluidos, resíduos de cirurgia e isolamento e outros materiais (gazes, ligas, vestuário de proteção, lençóis). Com tempo e temperatura suficientes para tornar os resíduos irreconhecíveis é tecnicamente possível tratar resíduos anatómicos humanos com uma pré trituração, mas considerações legais e éticas impedem o seu tratamento por este processo [13].

Os compostos orgânicos voláteis e semi voláteis, os resíduos de quimioterapia, o mercúrio e outros compostos químicos perigosos não devem ser tratados num autoclave.

As vantagens desta tecnologia surgem associadas à sua simplicidade de operação, a uma grande variedade de autoclaves (permitem tratar desde poucos quilogramas a toneladas de resíduos por hora) e a custos de investimento e operação economicamente acessíveis.

Em relação às desvantagens, salienta-se que a eficiência de descontaminação é bastante sensível às condições de operação e podem ser produzidos cheiros desagradáveis. Esta tecnologia não deixa os resíduos irreconhecíveis e não reduz o volume de resíduos tratados se não for adicionado ao processo um triturador. Se estiverem presentes no resíduo substâncias químicas perigosas como formaldeído, fenol, agentes citotóxicos ou mercúrio, estes contaminantes tóxicos podem ser emitidos para a atmosfera, água ou solo [13 - 15].

Os resíduos que resultam da autoclavagem são classificados como não perigosos, podendo normalmente ser depositados em aterros para resíduos não perigosos.

- Desinfecção Química

A desinfecção química baseia-se no princípio da destruição de microrganismos patogênicos presentes nos resíduos hospitalares, através da introdução de uma solução desinfetante no processo, como dióxido de cloro, hipoclorito de sódio ou compostos inorgânicos secos. Para promover a exposição dos resíduos ao agente químico, é necessário adicionar processos de trituração e mistura [14, 16].

Existem micobactérias, vírus e fungos que têm uma resistência microbiológica aos desinfetantes. Para tal, a eficácia da descontaminação dependerá do uso de um desinfetante que garanta a morte de tais microrganismos e esta é estimada a partir da taxa de sobrevivência dos organismos indicadores em testes microbiológicos [17].

Devido ao leque de desinfetantes presentes no mercado, o processo é viável economicamente. Algumas empresas desenvolveram processos de tratamento químico para os resíduos hospitalares dentro de contentores de vários formatos e tamanhos. Existem sistemas deste tipo que possuem filtração de ar, trituram os resíduos e podem efetuar a desinfecção química por via húmida ou seca [17].

A desinfecção química produz resíduos sem odor e efluentes que podem ser encaminhados para coletores sanitários. Contudo, não se conhece ainda uma substância química eficaz e o método tem os seguintes inconvenientes [11]:

- Há formação de efluentes líquidos com altas cargas de desinfetantes, o que pode pôr em risco o bom funcionamento das Estações de Tratamento de Águas Residuais da unidade de prestação de saúde ou da entidade gestora dos resíduos hospitalares;
- Risco de intoxicação, particularmente quando a tecnologia é utilizada com gás ou vapor com substâncias tóxicas;
- A eficácia do processo é reduzida devido à penetração incompleta do desinfetante nos resíduos a tratar;
- A tecnologia não pode ser aplicada a todos os resíduos.

A eficácia do processo necessita de ser demonstrada por testes microbiológicos e pela monitorização de indicadores apropriados [18].

- Micro-ondas

O tratamento de desinfecção por micro-ondas, utilizado para o tratamento de resíduos hospitalares do Grupo III, consiste num processo de descontaminação que ocorre pelo choque das moléculas de água com a irradiação micro-ondas, provocando o aquecimento do material, sendo que a maioria dos microrganismos é destruída com uma frequência de cerca de 2450 MHz [19].

Após um pré-tratamento de trituração, essencial para redução do volume de resíduos, estes são transportados para uma câmara onde a temperaturas entre os 95 °C e os 100 °C, durante 20 a 30 minutos, ocorre a criação duma atmosfera propicia à morte de microrganismos patogénicos.

Esta tecnologia permite reduzir o volume de resíduos mais de 80 %, no final o material resultante é irreconhecível. A eficiência pode ser reforçada por um sistema misto de vácuo e pressão [9, 17, 20].

O tratamento por micro-ondas tem custos de investimento elevados e não pode ser aplicado a todos os tipos de resíduos.

Tal como no processo de autoclavagem, os resíduos resultantes do tratamento por micro-ondas são considerados não perigosos podendo ser posteriormente depositados em aterros de resíduos não perigosos.

- Ionização

Quando a radiação eletromagnética tem energia suficiente para expulsar eletrões das suas orbitais atómicas ocorre a radiação ionizante, por exemplo a radiação gama e a radiação X. Esta radiação, pela sua elevada energia, é capaz de penetrar na matéria, ionizar átomos, romper ligações químicas e causar danos nos tecidos biológicos [14].

A radiação ionizante usa a radiação gerada pelo radioisótopo Cobalto-60, que emite raios gama a alta velocidade, para descontaminação dos resíduos hospitalares. A radiação de eletrões através de gerador de raios de eletrões, causa a dissociação química e rutura das paredes celulares dos microrganismos presentes nos resíduos hospitalares [21].

O sistema de raios de eletrões não produz qualquer emissão poluente exceto pequenas quantidades de ozono (O₃) que quebra a ligação para oxigénio diatómico (O₂). Este ozono residual ajuda na remoção de odores e contribui para o processo de desinfecção na

câmara de tratamento, mas deve ser convertido em O₂ antes de ser libertado para a atmosfera ou área de trabalho [14].

As vantagens desta tecnologia além da ausência de produtos ou emissões tóxicas, são a sua realização à temperatura ambiente e ausência de aditivos ao resíduo.

A aplicação desta tecnologia é limitada devido aos elevados custos de investimento e exploração, implica a criação de unidades com proteção às radiações. Os resíduos tratados por estes processos mantêm a sua aparência após o tratamento [17,22, 23].

- Outros Métodos de Tratamento

No tratamento dos resíduos por calor seco, o calor é aplicado sem a introdução de vapor ou água. Os resíduos são aquecidos por condução, convecção natural ou forçada, e/ou por radiação térmica. No aquecimento por convecção forçada, o ar é aquecido por resistências de calor ou gás natural, e circula ao redor dos resíduos na câmara. Em algumas tecnologias, as paredes das câmaras aquecem o próprio resíduo através da condução e da convecção natural. Os RH previamente desfeitos, são introduzidos numa câmara hermética de aço inoxidável e expostos a correntes de alta velocidade de ar sobreaquecido injetado no fundo da câmara através de um anel de pás. O ar quente é direcionado de maneira a provocar turbulência das partículas. Nestas condições, a taxa de calor transferido aumenta e em 4-5 min, os resíduos secos são injetados do sistema já numa forma irreconhecível e podem ser depositados em aterros para resíduos não perigosos [14]. As vantagens desta tecnologia são a sua facilidade de operar, ausência emissões de materiais perigosos e não há formação de efluentes líquidos. Os inconvenientes desta tecnologia prendem-se pelo facto de ser uma tecnologia recente e a sua aplicação é em baixa escala.

Outra tecnologia utilizada para a desinfeção é a esterilização gasosa que consiste na exposição dos resíduos a um gás esterilizante (p.e: óxido de etileno ou formaldeído). Os esterilizantes utilizados apresentam vários riscos para a saúde humana, podendo ter propriedades cancerígenas. Estes produtos são lentamente libertados dos resíduos após o tratamento, correndo o risco de exposição. Por outro lado, trata-se de uma técnica com elevados custos associados.

Estão a surgir no mercado tecnologias inovadoras no tratamento e eliminação de resíduos, que funcionam in loco, muito próximas das fontes de produção do resíduo, que

reduz o tempo de transporte e manuseamento, o que automaticamente reduz os custos associados aos mesmos. Estas tecnologias promovem a redução do volume de resíduos, sempre que possível, transformando-os logo em matérias-primas.

Um exemplo destas tecnologias inovadoras para reciclagem de fraldas, passa pela desinfecção e posterior separação dos componentes absorventes, como o plástico, a pasta de papel e dos polímeros superabsorventes.

Outra tecnologia emergente, consiste num processador de resíduos de plástico e outros resíduos em geral, com a característica de extrair líquido e compactar numa simples operação, higienizar o material durante o processo e ser limpo e de fácil uso [1].

Tecnologias de eliminação

- Incineração

A incineração de resíduos hospitalares é um método de tratamento de resíduos por eliminação através de destruição térmica a altas temperaturas (850 a 1250 °C), com tempo de residência controlado. Neste processo ocorre a decomposição/transformação dos resíduos em inertes, libertando calor e produzindo escórias e cinzas. No final do tratamento as escórias são depositadas em aterros de Resíduos Industriais Perigosos e as cinzas volantes terão de sofrer inertização. Durante a incineração há produção de vapor e energia que pode ser utilizada através duma turbina como fonte de eletricidade.

Os resíduos são incinerados sem nunca serem retirados do contentor onde se encontram, prevenindo a contaminação do ambiente com controlo do risco para a saúde dos profissionais que manuseiam os contentores [24].

A verificação e o controlo do processo de incineração constituem, matéria regulamentada, designadamente através do DL n.º 85/2005, de 28 de abril.

A incineração é utilizada na generalidade da Europa para resíduos hospitalares perigosos. Nalguns países, apenas para resíduos similares aos do Grupo IV, através de uma unidade dedicada. Noutros, incinerando conjuntamente resíduos dos Grupos III e IV. Para os resíduos do Grupo III, há ainda a salientar a prática de alguns países de os descontaminar e, posteriormente, os incinerar em conjunto com os resíduos urbanos [1].

- Sistema de Plasma

É um sistema semelhante ao da incineração, mas sem combustão [21]. Neste processo são utilizados arcos elétricos em condições anaeróbicas, sendo o resíduo transformado em plasma. Para tal, o material tem de estar a baixa pressão e a elevada temperatura: 7000 °C a 12 000 °C. As temperaturas elevadas conduzem à destruição da matéria orgânica e não permitem a formação de poluentes atmosféricos. O produto final é um inerte vitrificado [9].

2.2.7 Produção de resíduos hospitalares em Portugal

Com o evoluir dos tempos assistimos a uma mudança da origem dos problemas de saúde. Tendências como o aumento da esperança de vida, deslocações da população para as cidades conduzem a um aumento significativo de determinados resíduos. As metas do Plano Estratégico de Resíduos Sólidos Urbanos, PERSU, de 2020, deixam bem claro a importância de minimizar a produção de resíduos em todos os setores. Os resíduos hospitalares são resíduos cuja produção é inevitável, como tal ao longo dos anos observou-se uma maior preocupação com esta causa.

O conhecimento da quantidade produzida de RH constitui uma elevada importância para a concretização dos objetivos da gestão dos mesmos.

Para a análise da produção de RH em Portugal, considerou-se apenas o Plano Estratégico de RH de 2011-2016, em que apenas foram considerados o período de 1999 a 2005 , com dados constantes no documento de Avaliação do Plano Estratégico dos Resíduos Hospitalares de 1999-2005 [7] , no ano de 2006 (início do registo através do SIRER) apenas se consideraram dados dos Hospitais do Serviço Nacional de Saúde, SNS, e Centros de Saúde de Portugal Continental registados pelos Produtores e Operadores da SIRER , e por fim recorreu-se a dados de Movimento Transfronteiriço de RH constados nos processos de notificação.

Importa referir que apenas foram discriminados resíduos pertencentes aos Grupos III e IV e, eventualmente, os dos Grupos I e II, não sendo considerados outros grupos de resíduos recolhidos seletivamente tais como: lâmpadas, óleos e gorduras alimentares.

Apresenta-se na tabela 3, por Grupo de resíduos hospitalares, a quantidade estimada para todas as entidades Hospitalares e Centros de Saúde de Portugal Continental.

Tabela 3- Quantidade de RH em toneladas (t), dos Grupos I, II, III e IV, estimada para todos os tipos de Hospitais e Centros de Saúde, de 2001 a 2016 [7]

Quantidade de RH (t) em cada ano							
Grupos de Resíduos hospitalares	Tipo de unidade	2001	2005	2006	2014	2015	2016
Grupos I e II	Hospitais	52 233	55 293	69 204			
	Centros de Saúde	1 415	3 147	2 143			
	Total	53 648	58 440	71 347	62 746	72 404	80 422
Grupo III	Hospitais	12 847	15 640	16 379			
	Centros de Saúde	668	666	637			
	Total	13 516	16 307	17 016	14 893	17 959	19 975
Grupo IV	Hospitais	2 755	1 820	1 795			
	Centros de Saúde	128	72	55			
	Total	2 882	1 892	1 850	1 696	1 183	1 288
Produção total de RH		70 046	72 901	90 213	79 335	91 546	101 685

Pela análise da tabela 3, de 2001 a 2016, verifica-se um aumento na produção de resíduos dos Grupos I e II e do Grupo III, para o mesmo período verifica-se uma diminuição dos RH do Grupo IV. O ano onde houve maior produção de RH foi 2016 com o total a ultrapassar as 100 t.

Nas Figuras 3 estão distribuídas as percentagens de RH por grupos do ano de 2006 a 2016, nos hospitais do SNS.

Os resíduos pertencentes aos Grupos I e II formam a maioria dos RH, representando sempre valores superiores a 60% da totalidade. A maior produção verifica-se nos hospitais, estando a menor quantidade associada a Centros de Saúde.

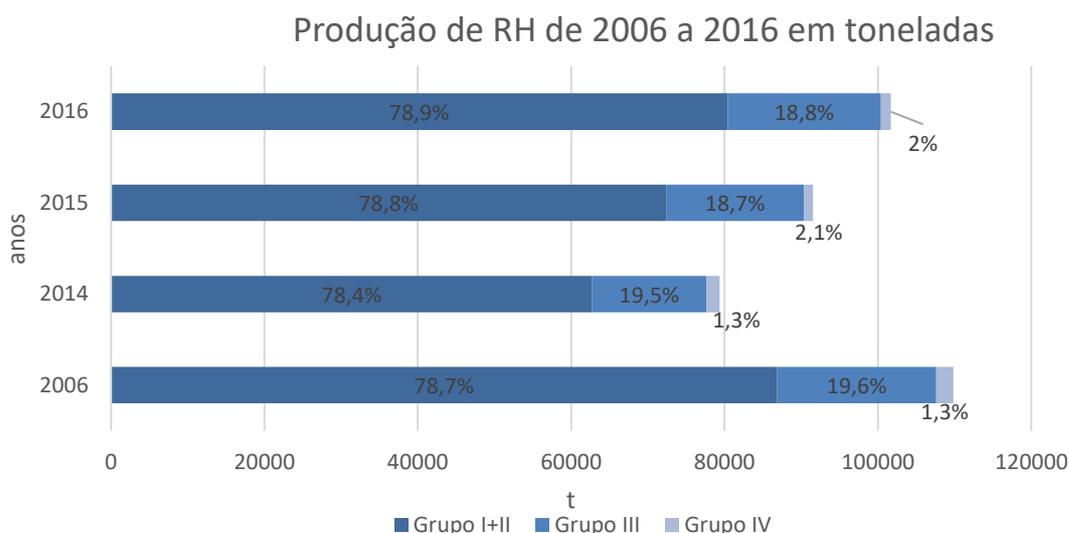


Figura 3- Distribuição da percentagem de resíduos hospitalares, por Grupos, em todos os hospitais, entre 2006 e 2016 [7].

Ao longo dos anos vem-se verificando um aumento da produção de RH pertencentes ao Grupo III contrastando com o decréscimo de RH do Grupo IV.

2.3 Riscos associados aos RH

Os RH são um grupo de resíduos com riscos associados elevados, tanto para o ambiente como para a saúde pública. Estes podem provocar doenças e alterações na saúde dos intervenientes da gestão de resíduos e em grupos populacionais. A natureza dos riscos deve-se à presença de características como: agentes infecciosos, materiais invasivos (perfurantes e cortantes), citostáticos, produtos radioativos e fármacos e químicos perigosos. De facto, os trabalhadores que estão em contacto com RH, apresentam-se no ranking como um dos trabalhos mais perigosos do mundo [26], pela sua exposição a riscos de saúde e segurança, incluindo agulhas infetadas, lesões no sistema musculoesquelético, exposição a toxinas, vírus e bactérias e a substâncias radioativas.

2.3.1 Riscos para a saúde

Nas unidades hospitalares, os riscos para a saúde, ligados à exposição dos RH, são de quatro âmbitos distintos [7]:

- Risco Biológicos (doenças transmissíveis), devidos a resíduos contaminados com microrganismos patogénicos;
- Riscos Químicos, devido ao contacto com substâncias químicas perigosas e tóxicas em contacto com a pele, ingeridas ou inaladas;
- Riscos físicos, devido ao contacto com resíduos cortantes e perfurantes, substâncias inflamáveis e explosivas;
- Incómodos psicofisiológicos, devido a qualquer incómodo/desconforto causado ao trabalhador.

Há vários indivíduos expostos aos resíduos hospitalares que devem ter em atenção as normas de manuseamento dos resíduos considerados perigosos, evitando a sua contaminação e a proliferação de substâncias tóxicas.

Os principais grupos expostos são os seguintes [17]:

- Médicos, Enfermeiros, auxiliares da ação médica ou de apoio e vigilância;
- Funcionários de empresas que prestam serviços de apoio às atividades das Unidades de Saúde- lavandaria, limpeza, recolha, cozinha e transporte de resíduos;
- Doentes e utentes, quer internados, quer em cuidados domiciliários e continuados;
- Pessoas que visitam doentes em internamento;
- Toxicodependentes (que procuram agulhas usadas e medicamentos descartados pelos serviços de saúde);
- Funcionários envolvidos no tratamento e destino final dos RH.

Dos grupos anteriormente referidos, são os profissionais de saúde e os funcionários envolvidos nas operações do SGRH que estão expostos durante mais tempo, em contacto direto ou indireto, aos RH.

Pela sua vulnerabilidade, grupos específicos de doentes expostos a RH como doentes em situação de imunodeficiência, hemofílicos, hemodialisados, toxicodependentes devem ser alvo de especial preocupação.

A maior evidência de risco para a saúde associada ao manuseamento de RH é a transmissão do vírus da imunodeficiência humana (VIH), Hepatite B e C (VHB e VHC) através

do contacto direto com resíduos infetados como agulhas, roupa descartável e tecidos humanos e fluídos, contaminados com sangue humano. O VHB e o VHC podem sobreviver numa gota de sangue até uma semana se estiver fechada no interior de uma agulha hipodérmica. O VIH apenas sobrevive 15 minutos quando exposto a etanol a 70 % e somente 3 a 7 dias à temperatura ambiente [7].

Apesar de todos os esforços nos recentes anos, em 2010, nos países em desenvolvimento, injeções com agulhas contaminadas foram responsáveis por 33 800 novas infeções do VIH, 1.7 milhões de infeções de Hepatite B e 315 000 hepatite C [27]. Para prevenir acidentes as agulhas não deveram ser recapsuladas, quebradas ou retiradas das embalagens com as mãos, devendo ser descartadas após a sua utilização em recipientes apropriados.

No que toca aos agentes responsáveis por doenças neurológicas degenerativas (como a doença de *Creutzfeldt-Jakob*), os priões têm uma resistência incomum à ação de vários agentes físicos e químicos para a sua inativação, especialmente no solo, podendo permanecer infeccioso pelo menos durante três anos [7, 28].

Excetuando os resíduos que apresentam microrganismos patogénicos ou resíduos de doentes infetados, os RH no seu todo não apresentam um nível microbiano elevado pelo facto de conterem frequentemente antissépticos.

O risco de cancro, queimaduras e irritação na pele devido a resíduos radioativos ou químicos tóxicos apresentam uma diminuta probabilidade de sucederem.

Outros riscos para a saúde podem estar associados a fármacos e químicos, que são tóxicos, corrosivos, inflamáveis, reativos e explosivos, e podem originar intoxicações por exposição aguda e lesões.

2.3.2 Riscos para o ambiente

O tratamento e deposição final dos RH originam riscos para a saúde, através da proliferação de patogénicos e poluentes tóxicos para o ambiente. Os riscos indiretos incluem a transmissão de doenças por vetores e poluição das águas e do ambiente.

Os impactos para o ambiente podem sumariar-se da seguinte maneira [11]:

- Contaminação da biosfera;
- Riscos de segurança;
- Toxidade animal e vegetal;

- Contaminação de águas subterrâneas, solo e ar;
- Propagações de doenças;
- Odores desagradáveis;
- Emissões gasosas para a atmosfera;
- Contaminação de alimentos.

Na sua composição os RSU apresentam uma maior concentração de microrganismos comparando com os RH, estes últimos contêm antissépticos que ajudam na diminuição da taxa de sobrevivência dos microrganismos. Contudo, o foco de maior preocupação relaciona-se com a resistência de alguns agentes patológicos a condições adversas.

A deposição de RH sem qualquer tratamento em aterro, pode originar a contaminação de águas subterrâneas caso o aterro não esteja corretamente construído. Torna-se imperativo o tratamento dos RH perigosos previamente, de forma a eliminar eficazmente todos os organismos patológicos presentes.

Os efluentes líquidos gerados nas unidades de prestação de cuidados de saúde colocam alguns riscos ambientais no que diz respeito aos aspetos microbiológicos, toxicológicos e genotóxicos. A concentração de algumas substâncias nestes efluentes, pode gerar efeitos consideráveis, a longo prazo, nos ecossistemas recetores [29].

Os resíduos químicos rejeitados nos sistemas de saneamento podem comprometer o tratamento biológico das águas residuais, destruindo a flora biológica, necessária para a remoção de matéria orgânica e nutrientes das mesmas.

Efeitos idênticos podem ser provocados pelos resíduos farmacêuticos, intenda-se drogas, metais pesados, como o mercúrio (utilização em desuso), fenóis, desinfetantes e antissépticos. A nível dos ecossistemas os metais pesados além de serem tóxicos, são bio acumulativos, originando consequências negativas na cadeia alimentar.

No que concerne aos efeitos no ambiente decorrente de atividades de desinfecção e eliminação de RH, pode ocorrer a libertação de substâncias químicas para o ambiente. Uma inceneração inadequada destes resíduos pode libertar para o ar cinzas, substâncias poluentes e substâncias com propriedades cancerígenas (no caso do tratamento com cloro) com efeitos adversos para a saúde [30].

2.3.3 Minimização de riscos

A chave da minimização de riscos recorrentes do manuseamento de resíduos hospitalares passa pela formação dos intervenientes nesse parâmetro. Categorizar e separar os resíduos na sua fonte mediante o seu nível de risco, apresenta um passo fulcral na prevenção de infeções e de contágios.

A deposição dos diferentes tipos de RH em aterros apropriados para o efeito bem como a inceneração para destruir resíduos perigosos pode reduzir significativamente os riscos associados a estes resíduos.

Para eliminar possíveis meios de transmissão, através do contacto direto entre pessoas e RH, é aconselhado o uso de equipamento e vestuário de proteção (e.g. luvas, óculos, fatos), criar circuitos para minimizar o contacto e restringir o acesso aos locais de depósito.

No que toca à redução dos riscos indiretos, aconselha-se a aplicação de novos métodos com vetores de controlo (e.g. cobertura dos RH), proteger os recursos hídricos de possíveis contaminações, implementar boas práticas de higiene (e.g. lavagem frequente das mãos) e utilizar para depósito de RH aterros licenciados.

A população acaba por ser afetada indiretamente pelos RH, é necessário precaver estas situações através de melhoras de ensino, formações e consciencialização para os riscos associados a resíduos produzidos em contexto hospitalar para todos os intervenientes no processo. É aplicável a imunização para certas doenças, como a Hepatite B e o tétano, bem como o fornecimento de melhores condições de saúde para pessoas que contactam diretamente com RH [31].

3. CASO DE ESTUDO: GESTÃO DE RH EM SITUAÇÃO DA COVID-19

Na secção 3 da dissertação pretende-se dar a conhecer a COVID-19, analisar a evolução epidemiológica da doença não só em Portugal, mas no Mundo inteiro. Mais adiante abordar-se-á a gestão de resíduos em condições de pandemia e os impactos da mesma no dia-a-dia.

3.1 COVID-19

Em dezembro de 2019, as autoridades de Wuhan, China, identificaram um grupo significativo de casos de pneumonia de etiologia desconhecida ligados ao Mercado Grossista

de Frutos do Mar de Huanan [32]. Investigações subsequentes revelaram um novo coronavírus de origem zoonótica, SARS-CoV-2, *Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2*), como principal agente causador do surto. Apesar das dramáticas previsões na imprensa internacional, a quarentena foi caracterizada por uma rápida e efetiva resposta científica, com a identificação do patogénico, publicações do seu genoma e o desenvolvimento de testes específicos para o diagnóstico da doença.

3.1.1 SARS-CoV-2

A doença COVID-19 é causada por um beta-coronavírus, intitulado SARS-Cov-2. Este partilha 79 % da identidade genética com SARS-CoV-1, o vírus que causou a maior epidemia em 2002-2003 [33]. A par com o SARS-CoV-1, o SARS-CoV-2 utiliza a ACE-2, *Angiotensin-converting enzyme 2*, como recetor para a penetração celular. Este agente patogénico foi identificado associado ao Mercado de Marisco de Wuhan, um mercado com condições de humidades únicas onde também se encontravam à venda animais como aves, cobras e morcegos. No início da pandemia, um estudo apontou a cobra como hospedeiro do vírus [34]. Esta informação tem sido substituída por análises filogenéticas convencionais, e atualmente sabe-se que o SARS-CoV-2 apresenta 88-96 % de similaridade genética do coronavírus causado por morcegos, como o SARS-CoV [35]. As investigações continuam no sentido de esclarecer este processo para que seja possível defender novas introduções.

3.1.2 Sintomas e Transmissão

Um dos primeiros estudos realizados para tentar perceber quais os sintomas mais comuns desta doença, com uma amostragem de 41 doentes internados em Wuhan, positivos para o novo coronavírus foram: febre (98 %), tosse (76 %), falta de ar (55 %) e dores musculares e fadiga (44 %) [36]. Os dados mais recentes apontam para outros sintomas como perda do olfato e paladar, e nos casos mais graves, pneumonia grave, síndrome respiratória aguda, septicémia, choque séptico e eventual morte. O agravamento da situação clínica pode ocorrer geralmente durante a segunda semana. Doentes de risco, apresentam sintomas mais acentuados e, devido à insuficiência respiratória causada por este vírus, podem necessitar de ventilação artificial.

A transmissão do vírus pode dar-se de forma direta ou indireta. Com base em evidências científicas o contacto direto dá-se sobretudo pela disseminação de gotículas

respiratórias produzidas quando, por exemplo, uma pessoa infetada tosse, espirra ou fala, e podem ser inaladas ou pousar na boca, nariz ou olhos das pessoas num raio inferior a 2 metros. A COVID-19 pode ser adquirida indiretamente através do contacto das mãos com uma superfície ou objeto contaminado e que seguidamente contactam com a boca, nariz ou olhos.

A transmissão humano-humano é estabelecida para a COVID-19, através do R_0 (o número espectável de casos secundários produzidos por uma única infeção numa população suscetível), assim sendo um R_0 de 2 significa que uma pessoa infetada, contagia em média 2 outras pessoas [37].

O vírus também está presente nas fezes humanas o que pode levar à contaminação do sistema de abastecimento de águas por aerossolização [38].

Estudos demonstram que é possível durante uma gravidez, a mãe sendo positiva transmitir o vírus ao feto através da placenta [39].

3.1.3 Diagnóstico e gestão clínica específica

Uma vez que os sintomas associados à doença sejam notórios ou em caso de contacto com alguém contaminado a pessoa terá de ser submetido a um teste laboratorial. Existem dois tipos diferentes de teste, o teste para diagnosticar o vírus e teste serológico aos anticorpos. O diagnóstico específico da COVID-19 é realizado através da recolha de amostras do trato respiratório superior, onde é recolhida uma amostra de produto nasal ou da parte posterior da garganta com o recurso a zaragatoas. O teste de diagnóstico pode ser molecular, como os testes analisados por transcrição reversa seguida de reação em cadeia de polimerase, RT-PCR, *Reverse Transcription Polymerase Chain Reaction*, que detetam o material genético do vírus, ou antigénio que deteta proteínas específicas do vírus. O teste molecular pode demorar entre 24 h a 72 h a ser concluído enquanto os testes aos antigénios obtêm os resultados mais rapidamente entre 15 min a 30 min. Além destas duas vias, uma análise serológica ao sangue pode ser realizada para determinar anticorpos específicos no combate ao vírus [40].

A abordagem para o tratamento de casos do novo Coronavírus irá depender dos sintomas apresentados pelo doente, pode-se observar no Anexo 2 um exemplo da abordagem médica aos doentes de COVID-19 [41]. Os doentes assintomáticos terão obrigatoriamente de estar em isolamento para prevenir a transmissão do vírus. Na ocorrência de febre e dor deverão ser administrados antipiréticos ao doente em conjunto com uma boa alimentação e

hidratação. Em casos mais graves a gestão clínica passa pelo suporte de órgãos, através de ventilação artificial. Nestes casos, o principal órgão em falência é o pulmão, pelo que se esperam casos de pneumonia e de lesão pulmonar difusa, que resultam em Síndrome Respiratória Aguda [42].

Na ocorrência de sepse, uma síndrome clínica de disfunção de órgãos com risco de vida causada por uma resposta desregulada a infeções, deverão ser administrados ao doente com a COVID-19 vaso pressores para manter uma pressão arterial normal [43].

Toda a assistência dada ao doente deverá ser efetuada com o uso de equipamento de proteção individual, EPI, constituído por: bata descartável, máscara, proteção ocular (óculos ou viseira), luvas descartáveis, cobre-botas e touca. Todo o material utilizado deverá ser esterilizado e devidamente desinfetado, protegendo assim a equipa médica e o paciente.

Depois de vários meses de trabalho árduo para encontrar uma vacina eficaz para o combate ao SARS-CoV-2, em dezembro de 2020, foi aprovada pela Agência Europeia de Medicamentos, EMA, o uso da vacina da *Pfizer-BioNTech*, *COMIRNATY*[®], contra a doença. Uma vacina que prima pela eficácia, superior a 95 % (7 dias após a administração da segunda dose), e pela rapidez, menos de um ano a ser desenvolvida e pela participação de 44 000 voluntários. No que toca a efeitos secundários, apenas foram observadas em 3,8 % dos participantes fadiga, na receção da primeira e segunda dose, e a 2 % enxaquecas após a segunda dose [44].

3.1.4 Evolução da doença em Portugal e no Mundo

Depois do mundo viver pandemias que puseram fim à vida de milhões de seres humanos, a COVID-19 vem desafiar a humanidade fazendo parte do leque das menos mortíferas, como é o caso da Cólera, Gripe Asiática, Ébola, etc , que raramente atingem 1 milhão de mortes. Certo é que até ao final de 2020, o número de vítimas mortais ultrapassava já a barreira dos 1,7 milhões. Na era tecnológica, a COVID-19 afetou quase todos os países do mundo desafiando-os todos os dias a arranjar novas soluções e a correr contra o tempo para a criação duma vacina.

Apresentam-se a seguir alguns dados relativos à forma como alguns países contornaram a situação, bem como o nosso país viveu e vive esta pandemia.

- China

No dia 31 de dezembro de 2019, a China notificou a Organização Mundial de Saúde da quarentena implementada e no dia 1 de janeiro o mercado de Wuhan foi encerrado. Desde então o número de casos aumentou exponencialmente [36]. O primeiro caso fatal foi reportado no dia 11 de janeiro de 2020. A migração massiva dos chineses durante o “Ano Novo Chinês” nutriu a epidemia e o aparecimento de novos casos noutras províncias chinesas e noutros países (Tailândia, Japão e Coreia do Sul) começaram a ser reportados em pessoas que regressaram de Wuhan. Ao 23.º dia de janeiro, a população de Wuhan (11 milhões) ficou isolada com restrições de entrada e saída da região. Não tardou muito para as cidades vizinhas também serem fechadas. O aparecimento de casos noutros países sem um histórico de viagens para a China sugeriu que a transmissão humano-humano estava a ocorrer nesses países [45].

O passo seguinte foi a implementação nos aeroportos de postos para detetar pessoas sintomáticas que regressavam da China e colocando-as em isolamento para serem testadas à COVID-19. Muitos países recorreram a voos exclusivos de repatriamento para retirar de Wuhan os seus emigrantes, sendo estes colocados em isolamento por 14 dias para posteriormente serem testados. Os casos de COVID-19 continuaram a aumentar, sendo mais notórios em Itália, Coreia do Sul e no Irão.

Graças à sua resiliência e a tomada de medidas imediatas, a China tornou-se um exemplo positivo no combate a esta pandemia, conseguindo controlar as transmissões e no final do ano de 2020 conta com menos de 5 000 mortos de COVID-19 e com um total de 87 071 infetados [46].

- Itália e Espanha

A 31 de janeiro de 2020 foi confirmado que a pandemia se estendia por Itália através de dois turistas que testaram positivo para o SARS-CoV-2 em Roma. O vírus rapidamente se espalhou, e no final do mês de fevereiro Itália foi atingida com mais força obrigando à suspensão de todos os voos diretos de e para a China. Medidas mais drásticas como o encerramento das fronteiras, fecho de escolas e espaços públicos e suspensão de cerimónias religiosas, foram aplicadas quando o número de casos positivos e mortes atingiu o seu pico. No início de abril, o número de mortos sofreu um decréscimo e as atividades retomaram com

medidas implementadas que promoviam o distanciamento social [47]. A segunda vaga atingiu Itália em força no início de outubro de 2020. Fazendo um balanço do ano de 2020, Itália contou com 2 129 370 casos de COVID-19 e 74 621 mortes [46].

Espanha, também foi um dos países mais afetados da Europa, não só pela importação do vírus, mas também a elevada transmissão comunitária que ocorreu no mês de março. médicos, enfermeiros e assistentes de saúde registavam taxas de infeção especialmente altas. Em 25 de março Espanha tinha ultrapassado o número de mortes na China, sendo apenas mais baixo que Itália [48]. Nos meses de maio e junho as medidas restritivas foram atenuadas e em julho de 2020 iniciava-se um novo período de contágio, no final do ano Espanha totalizava 1 937 549 casos e 50 955 mortos por SARS-CoV-2 [46].

- EUA e Brasil

Depois do continente europeu, a América passou a ser o epicentro da pandemia, destacando-se os EUA e o Brasil. Dois países economicamente distintos, mas que foram afetados em massa pela COVID-19. No dia 13 de março de 2020 o presidente Donald Trump declarou o estado de emergência para combater o novo coronavírus e uma quarentena obrigatória de 14 dias para os cidadãos que regressavam da China. No final de março de 2020, os EUA tornaram-se no epicentro da pandemia, com Nova Iorque, Nova Jersey, Califórnia, Texas e Florida com a maioria dos casos e mortes [46]. No começo de julho, os EUA registavam mais de 3 milhões de casos, mais do que qualquer outro país do mundo, àquela data [49]. Em novembro de 2020 com as eleições que determinaram Joe Biden presidente dos EUA, Biden prometia controlar a situação nos 100 dias após a sua eleição.

O primeiro caso de COVID-19 no Brasil foi confirmado a 26 de fevereiro de 2020, e a partir desse dia tanto os casos positivos, como as mortes cresceram exponencialmente. Várias foram as polémicas causadas pelo líder do Brasil, Jair Bolsonaro, quando no início promovia o uso de hidroxiquina no tratamento do novo coronavírus, medicamento com efeitos colaterais graves. No dia 5 de junho o presidente ameaça deixar a OMS, caso a entidade continuasse com “viés ideológicos”. Declaração que segue a posição de Donald Trump, que cortou relações com a OMS.

No final do ano de 2020, os EUA apresentam o maior número de casos confirmados, ultrapassando os 20 milhões com um número superior a 350 000 mortos. Logo a seguir, a Índia

com mais de 10 milhões de casos e mais de 140 mil mortes. O Brasil conta com mais de 7 milhões de casos e conta já com quase 200 mil mortes [50].

- Portugal

Portugal foi elogiado mundialmente pelas medidas tomadas no início da pandemia, quando decidiu colocar o país em estado de alerta de modo a quebrar as cadeias de transmissão. Foram encerradas escolas e espaços públicos, foram adiados jogos de futebol, espetáculos e os trabalhadores foram incentivados ao teletrabalho. Os primeiros dois casos confirmados, importados de Itália, reportam ao dia 2 de março de 2020.

Os casos de COVID-19 começaram a aumentar significativamente e a 18 de março, Marcelo Rebelo de Sousa declarou o “Estado de emergência” onde a circulação de toda a população foi restrita e apenas permaneceram abertos serviços de primeira necessidade como supermercados, farmácias, postos de combustível e serviços de *take away*.

O uso de máscara passou a fazer parte do nosso quotidiano, e o país passou o verão em alerta máximo. Em meados de outubro começaram a aumentar os números de casos, indicando a segunda vaga da doença, atingindo-se um número de mortes elevado. Na terceira semana de novembro, o pico de contágios chegou quase a 9 000 novas infeções por Coronavírus.

Em Portugal a esperança veio em forma de vacina, adquirindo-se no total 22 milhões de doses de seis empresas farmacêuticas, *Astrazeneca, BioNTech/Pfizer, Moderna, Curevac, Janssen e Sanofi/GSK*. Foi elaborado um plano de vacinação gratuito, não obrigatório, mas recomendado pela SNS, que inclui duas doses por pessoa.

A estratégia de vacinação em Portugal contará com três fases [51]:

➤ Fase 1:

- A partir de 27 de dezembro de 2020: abrangerá profissionais de saúde, profissionais das forças de segurança, profissionais e residentes de lares e da rede de cuidados continuados;
- A partir de fevereiro de 2021: serão abrangidas pessoas com mais de 50 anos com patologias cardíacas, renais e pulmonares associadas

➤ Fase 2:

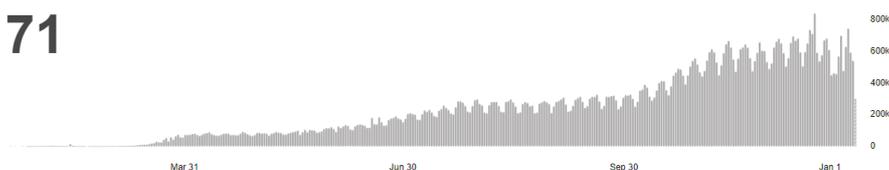
- A partir de abril de 2021: serão vacinadas todas as pessoas com idade superior a 65 anos que ainda não tenham sido vacinadas na primeira fase, e pessoas entre os 50 e os 64 que têm uma das patologias estabelecidas, como diabetes, hipertensão arterial, etc.
- Fase 3:
 - Data a determinar após a conclusão da segunda fase: a restante população.

Todos os esforços efetuados até à data podem ser comprometidos com as festividades celebradas no final de dezembro, Natal e passagem de ano. Prevê-se um aumento no número de casos dado aos ajuntamentos familiares que se irão realizar, mesmo com as normas específicas da DGS em relação ao assunto. A terceira vaga pode implicar um novo estado de emergência, que irá resultar no encerramento temporário de vários estabelecimentos e por sua vez tornar ainda mais complicada a situação económica portuguesa.

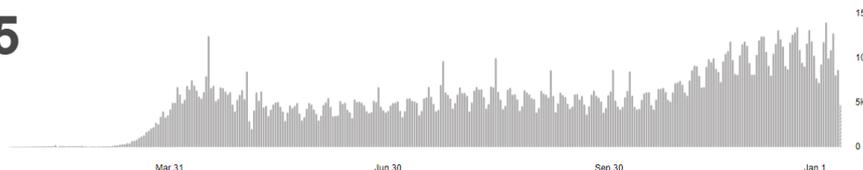
Até ao final de 2020, Portugal registava 420 629 casos de COVID-19, 6 972 mortes e um total de 338 668 recuperados da doença, no Anexo 3 apresenta-se em detalhe a situação epidemiológica de Portugal no dia 1 de janeiro de 2021, números correspondentes ao último dia do ano de 2020.

A situação mundial no que concerne às infeções e mortes por COVID-19, bem como a distribuição geográfica apresenta-se na Figura 4A e 4B, respetivamente. Pode observar-se que a curva de novos casos está a crescer exponencialmente e que o maior número de casos se concentra essencialmente nos continentes europeu, asiático e americano.

84,780,171
confirmed cases



1,853,525
deaths



Source: World Health Organization
Data may be incomplete for the current day or week.

(B)

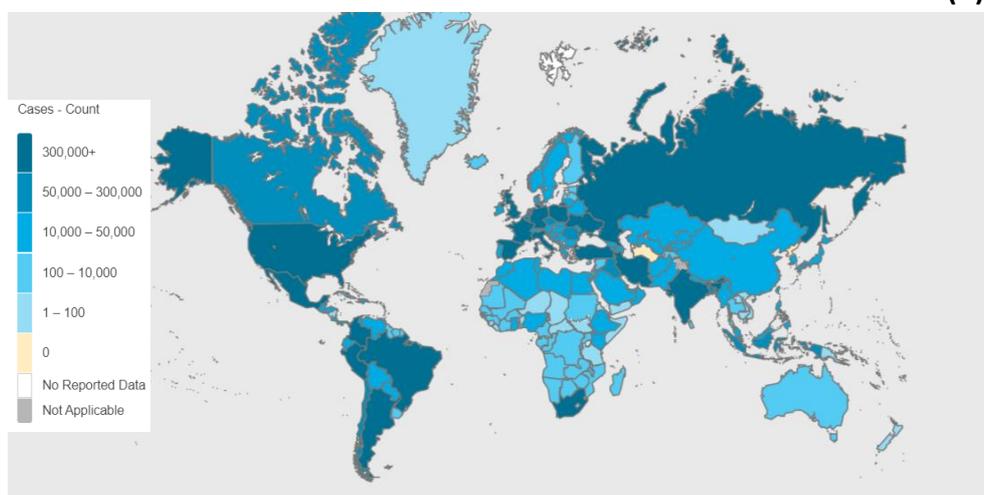


Figura 4-Fatalidade e número total de casos (A) e distribuição dos casos de COVID-19 no mundo (B), a 31 de dezembro de 2020 [50].

3.1.5 A terceira vaga

O fim do ano 2020 trouxe a terceira vaga da COVID para Portugal. O mês de janeiro de 2021 foi o mês que registou o maior número de casos COVID-19 e o pior a nível de mortes desde 2009. Este aumento do número de casos levou a uma pressão nos hospitais e nas unidades de cuidados intensivos de todo o país, sendo equacionada a transferência de doentes para outros países de maneira a dar resposta ao elevado número de internamentos.

A 19 de fevereiro de 2021, Portugal apresenta uma curva onde se evidencia o término desta terceira vaga. Na Figura 5 apresenta-se o gráfico referente ao número de novos casos em Portugal, evidenciando-se o seu crescimento e o início da terceira vaga em fins de dezembro.

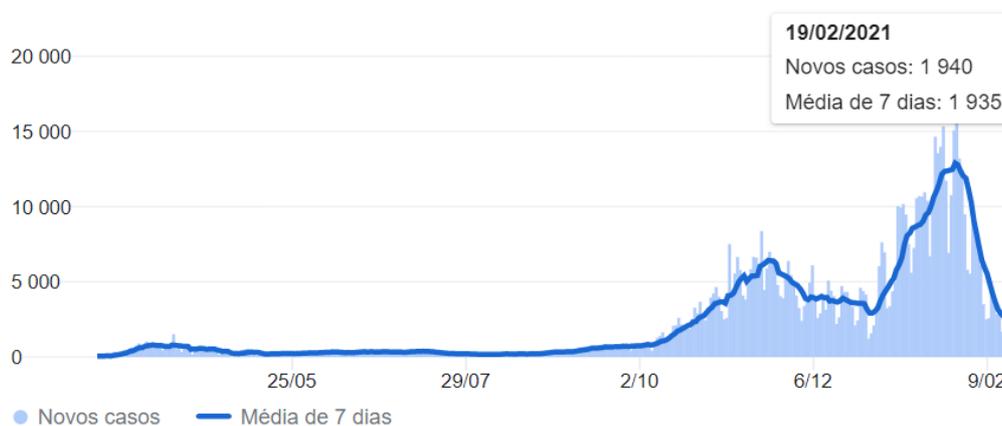


Figura 5- Evolução no número de novos casos da COVID-19 em Portugal desde o primeiro caso reportado. Fonte: JHU CSSE COVID-19 Data.

3.1.6 Impactos da Pandemia

O novo coronavírus gerou impactos notórios na maioria dos países do mundo. O vírus afetou quase todos os países do planeta (221 no total), espalhou-se por mais de 100 milhões de pessoas, causando mais de 2 milhões de mortes até ao primeiro dia do mês de fevereiro de 2021 [46].

Em todo o mundo, todos os países tomaram medidas de mitigação para combater a transmissão do novo Coronavírus, como o fecho de escolas, a promoção do teletrabalho, o uso de máscaras, quarentena, etc. Todas estas medidas restritivas causaram impactos na sociedade mundial, tanto a nível económico, social como ambiental.

- **Economia**

A rápida propagação do COVID-19, alterou drasticamente a vida das pessoas, e teve repercussões a nível da economia global. O decréscimo do turismo, voos, agricultura e na indústria decorrentes da quarentena, provocou uma diminuição da procura de certos serviços que impulsionavam a economia mundial. Em Portugal, no final do mês de agosto de 2020,

estavam registados, nos Serviços de Emprego do Continente e Regiões Autónomas, 409 331 desempregados. Face ao mesmo mês do ano anterior, houve um aumento de 34,5 % (+105 001) e face ao mês anterior (+2 029; +0,5 %) do número de desempregados [52].

O Banco de Portugal, disponibilizou um conjunto de indicadores que respondem ao impacto da COVID-19 na economia, estes podem ser observados na Figura 6.



Figura 6- COVID-19: estatísticas das empresas, particulares, administrações públicas, bancos, da economia portuguesa e do Mundo [55].

Em Portugal no mês de novembro de 2020, segundo os inquéritos realizados pelo Banco de Portugal [55]:

- O endividamento das empresas cresceu 2,1 % face ao mesmo mês do ano passado, e o valor é praticamente idêntico ao do mês anterior;
- 1,9 % dos empréstimos concedidos a particulares estavam em incumprimento, o valor é semelhante ao do mês anterior, mas inferior ao registado em novembro de 2019 (2,3 %);
- A dívida pública diminuiu em 1,1 mil milhões de euros face ao mês anterior, graças às amortizações dos títulos de dívida. Comparando com fevereiro de 2020, antes da pandemia se alastrar em Portugal a dívida aumentou 11,7 mil milhões de euros.
- O montante dos empréstimos concedidos pelos bancos às empresas, particulares e administração pública aumentou 3,8 % face ao mesmo mês do ano passado, um crescimento mais acentuado do que o observado em outubro face ao mesmo mês do ano passado.

O euro desde o final de março de 2020, apreciou de forma contínua o dólar americano, atingido o seu valor mais alto a 30 de dezembro, onde 1 euro valia 1,23 dólares americanos. Relativamente ao turismo, em novembro de 2020 o saldo foi positivo, mas bastante inferior ao registado no mesmo período de 2019 (611 milhões de euros) [55].

Além disto, o aumento de EPI foi na ordem dos 40 % por mês, correspondendo a uma Taxa de Crescimento Anual Composta, CAGR, de 6,5 % segundo as previsões. O recurso a EPI, incluindo máscaras e luvas não diminuirão no período pós-pandemia, estimando-se uma CAGR de 20 % até 2025 [53,54].

- **Saúde**

As incertezas e medos associados ao vírus, juntamente com a quarentena e a recessão económica, levaram a um aumento de doenças mentais e suicídio. Vários estudos foram levados a cabo e mostraram que, por exemplo, no Canadá, o suicídio subiu de 418 para 2 114 casos em pessoas que ficaram desempregadas [56]. A prevalência de sintomas depressivos durante a quarentena, deu-se graças a fatores negativos como: habitação em áreas urbanas, pobre acesso à saúde pública, solidão, divórcios, medo de estar contaminado, desemprego, etc [57].

Um estudo realizado em julho de 2020 pelo Centro de Estudos e Sondagens de Opinião da Universidade Católica Portuguesa para o PÚBLICO e para a RTP, diz que o estado de saúde mental não se alterou com a pandemia, mas perto de um terço se sente pior, como demonstrado na Figura 7. Este estudo contou com a participação de 1 217 portugueses, contactados aleatoriamente, a margem de erro máximo associado nesta amostra é de 2,8 %, com um nível de confiança de 95 %.

Em Portugal foi criada uma linha de apoio psicológico, destinado a profissionais de saúde e população em geral que até ao final de novembro de 2020 já tinha atendido mais de 52 mil pessoas.

A doença COVID-19, levou a uma diminuição no número de episódios de urgência por queixas não respiratórias, de repente o número de acidentes vasculares cerebrais, eventos coronários, patologia tumoral e apendicites agudas caiu drasticamente, a análise de dados ingleses estima que a diminuição da procura do serviço de urgência chegou aos 25 % [59].

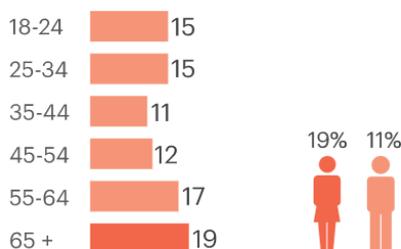
Estado da saúde

FÍSICA

Quanto à sua saúde física, sente-se melhor, igual ou pior do que estava antes da pandemia?



Dos que se sentem pior, a sensação deve ser mais prevalente nas mulheres e nos mais velhos. Em %

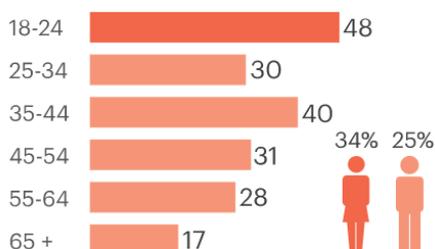


MENTAL

Quanto à sua saúde mental, sente-se melhor, igual ou pior do que estava antes da pandemia?



Dos que se sentem pior, a sensação deve ser mais prevalente nas mulheres e nos mais jovens. Em %



Fonte: Cesop – Centro de Estudos e Sondagens de Opinião da Universidade Católica PÚBLICO

Figura 7- Estado de saúde dos portugueses durante a pandemia [58].

O desinfetante em solução de álcool gel, cujo uso é incentivado pelas organizações de saúde, tem na sua constituição etanol, peróxido de hidrogénio ou álcool isopropílico (isopropanol), características estas que tornam a solução tóxica. As crianças representam assim um grupo de risco face a este consumo aumentado, devido á probabilidade de ingestão do mesmo.

- **Ambiente**

Um dos impactos mais notórios assinalados durante a quarentena mundial, foi o impacto ambiental. O recolher obrigatório, contribuiu diretamente para um ambiente mais limpo graças à diminuição de circulação e a paragem temporária das indústrias, este impacto foi mais notório nas áreas chinesas [60]. Com a redução de NO₂ (dióxido de azoto), observou-se na cidade de Wuhan um aumento de O₃ (ozono), as partículas PM_{2.5} também sofrera uma redução pelo que, conseqüentemente, houve um aumento da penetração da radiação na atmosfera [61]. A redução das emissões dos transportes e fábricas não são suficientes para

evitar a extrema poluição do ambiente, sendo ambíguo o impacto desta pandemia no ambiente.

Com um aumento exponencial dos resíduos, a desinfecção dos RH tornou-se essencial durante este período para colmatar a velocidade de transmissão de certas doenças. No que toca aos efluentes líquidos gerados pelos serviços hospitalares e face à evidente transmissão do vírus através das fezes humanas, em Wuhan houve a criação de planos de emergência para a criação de ETARs temporárias para o tratamento de efluentes hospitalares de pacientes positivos [62].

Falando especificamente das máscaras descartáveis e dos fatos de proteção, estes apresentam na sua composição polipropileno, um tipo de plástico sintético, fonte não renovável que tem sido utilizada com muita frequência. É urgente a redução das máscaras cirúrgicas e incentivar o uso de máscaras e fatos têxteis que possam possuir o mesmo desempenho a nível de proteção e, que atualmente podem ser elaborados a partir de fontes renováveis e de base natural, usando algodão com um revestimento de *lyocell* [63]. Estas máscaras são laváveis e reutilizáveis e no seu fim de vida podem ser recicladas e utilizadas novamente na cadeia de valor, tornando sustentável o processo de produção.

Como já referido, a pandemia da COVID-19 obrigou a uma produção adicional de EPI, kits de testes e desinfetantes. A OMS prevê a necessidade mensal de 129 mil milhões de máscaras e 65 mil milhões de luvas, de modo que toda a população mundial esteja protegida. Este aumento da produção, conseqüentemente, leva a um aumento de resíduos COVID-19. Em Wuhan, desde o início da pandemia os resíduos passaram de 40 t/dia para 240 t/dia e o aumento estimado de 5 Mt/ano para 2,5 Mt/mês nos EUA é preocupante se este não sofrer um tratamento apropriado. Na Coreia do Sul houve a geração de 2000 toneladas de resíduos COVID-19 desde maio de 2020 [64].

A poluição causada pelo plástico, tem vindo a crescer, e com a pandemia houve um retrocesso nos esforços para a redução destes polímeros. O DL n.º 62-A/2020 dá a conhecer aos portugueses a intenção da prorrogação da data de início da redução do impacto de determinados plásticos no ambiente para 31 de março de 2021.

O polipropileno, decompõe-se em micro plásticos, e uma vez à deriva dos oceanos, é facilmente introduzido no sistema dos seres vivos marinhos, provocando asfixia. Outro dos problemas é que esses micro plásticos acumulam toxinas perigosas que serão transmitidas

nas cadeias alimentares dos seres marinhos e por sua vez nos seres humanos através da alimentação [65].

Na Figura 8 apresentam-se imagens reais que demonstram o impacto das máscaras nos oceanos e praias do continente asiático.



Figura 8-Impacto da poluição das máscaras nos oceanos. Fonte: *OceansAsia*.

A urgência de arranjar um destino alternativo aos RH da COVID-19 é inequívoca, apesar de a incineração e outros tratamentos de desinfeção se mostrarem eficazes, apenas alguns dos resíduos têm esse fim, não sendo tratados eficientemente, podem ser um problema de saúde pública e uma fonte de disseminação do vírus SARS-COV-2.

3.2 Gestão de resíduos da COVID-19 em contexto hospitalar

No decorrer da pandemia, os resíduos de risco biológico aumentaram significativamente e o seu grande volume deve-se aos equipamentos de proteção, a kits de testes, máscaras cirúrgicas e luvas de nitrilo. Uma das preocupações da DGS foi esclarecer e orientar as instituições hospitalares e empresas de gestão de RH dos riscos associados à gestão de resíduos da COVID-19.

Como anteriormente referido, o agente patogénico da doença sobrevive em superfícies por 7 dias. Apesar das evidências não apontarem para a possibilidade de contágio por via da gestão de resíduos, o tratamento inadequado deste tipo de RH pode ser um perigo iminente

para o ambiente e a saúde pública, portanto é importante seguir e agir de acordo com as medidas preventivas implementadas, no que concerne aos intervenientes da gestão deste tipo de resíduos, para a quebra de cadeias de transmissão [66].

3.2.1 Classificação de resíduos

A primeira etapa da GRH é a classificação correta dos resíduos, e a melhor prática é fazê-lo logo na sua origem, não só é eficiente a nível de tempo, mas também para a redução da possibilidade de transmissão dos intervenientes no seu manuseamento. Os resíduos produzidos pelo doente com COVID-19 e resíduos da prestação de cuidados de saúde a doentes com COVID-19 são considerados contaminados, com um risco infeccioso associado-característica de perigo H9 [67].

Qualquer resíduo que provem de quartos, salas de tratamento ou de análises clínicas, entre outros resíduos como material de proteção individual utilizados num contexto de foco de potencial contaminação são considerados como resíduos do Grupo III.

3.2.2 Medidas de Higiene e Segurança do Trabalho

No que concerne à segurança e proteção dos trabalhadores das empresas que gerem RH e intermediários, estes devem seguir um conjunto de medidas de Higiene e Segurança do trabalho adaptadas ao contexto da pandemia. Quanto à manipulação de resíduos de doentes infetados com a COVID-19 deverá ser reduzida ao estritamente necessário. As embalagens/contentores que contém os RH deverão ser homologadas e hermeticamente fechadas para um transporte seguro dos mesmos. Deverá ser aplicado nas zonas de maior manuseamento do contentor (pegas, tampa) uma solução de 1000 mg/L de cloro [66].

A desinfeção das superfícies e do ambiente circundante, desempenha um papel fulcral no combate ao SARS-CoV-2, devendo ser usada uma solução de 1000 g/mL de cloro quatro vezes ao dia na área contaminada/isolada de 30 em 30 min. No que toca a gestão hoteleira hospitalar é necessário que todas as roupas, lençóis, e outros têxteis usados pelo paciente COVID-19 sejam lavados a temperaturas superiores a 60 °C pelo menos durante 30 minutos. Os aparelhos pessoais dos doentes (cartões, óculos, telemóvel) devem ser desinfetados com uma solução de álcool a 75 % [67]. O setor de tratamento de RH, dado ao perigo apresentado pelos resíduos perigosos e infecciosos, presa na segurança dos trabalhadores. Na situação

pandémica atual o quadro geral de medidas de higiene e segurança no trabalho sofreu algumas mudanças como [68]:

- Higienização frequente das mãos, quer por lavagem com sabão como desinfecção;
- Adoção de uma etiqueta respiratória, para evitar a propagação por via aérea do vírus;
- Distanciamento social, sempre que possível teletrabalho;
- Higienização e desinfecção de superfícies sujeitas a contacto frequente;
- Monitorização de sintomas, febre, tosse persistente e dificuldade respiratória;
- Utilização de Equipamentos de proteção individual;
- Investir na constante formação e informação dos trabalhadores;

Os trabalhadores de Centros de Eliminação de RH, devido à sua profissão de risco são dotados de formação e informação sobre os vários riscos associados a estes resíduos. O risco de infeção por SARS-CoV-2 dos trabalhadores deste setor poderá exigir novas medidas preventivas e proteção suplementares [66].

3.2.3 Medidas operacionais de Gestão dos Resíduos

Em tempos normais, todos os resíduos do Grupo III seriam encaminhados para um centro licenciado para o seu tratamento, podendo passar por uma fase de armazenamento intermédio externo ao hospital. Com o novo coronavírus todos os RH passam diretamente para centros de tratamento por autoclavagem ou até mesmo eliminação, assim como os resíduos do Grupo IV. Esta proibição de armazenamento temporário provoca inevitavelmente um aumento da frequência de recolha de RH, de preferência diária.

Todos os resíduos provenientes de doentes ou salas de isolamento deverão ser colocados no interior de dois sacos devidamente identificados e bem zelados, assim como os resíduos produzidos nas habitações de casos positivos.

3.2.4 Transporte dos resíduos

Durante o transporte dos RH, todos os intervenientes deverão usar EPI e cumprir todas as medidas de segurança estipuladas. A recolha deste tipo de resíduos deve ser feita com

maior frequência e a área de armazenamento deverá ser alvo de desinfecção constante. O veículo de transporte deverá estar sinalizado com um painel laranja refletor. No final da entrega à Unidade de Tratamento de RH, a viatura deverá ser descontaminada.

3.2.5 Tratamento dos resíduos

No decorrer duma pandemia, os resíduos produzidos por doentes contaminados ou nos seus cuidados deverão ser alvo de máxima prioridade de tratamento. No caso dos resíduos recicláveis, estes nunca deverão ser colocados em ecopontos, o destino destes resíduos será o contentor dos indiferenciados. Todos os resíduos deverão ser encaminhados segundo o seu grupo para a unidade de tratamento mais adequada, os resíduos do grupo I deverão ser depositados em aterro ou incinerados. Os resíduos hospitalares perigosos deverão ser tratados por autoclave ou incinerados.

A gestão de resíduos da COVID-19 está a ser efetuada seguindo medidas impostas anteriormente relativas à gestão de resíduos de doentes com o vírus SARS, MERS-COV e o VIH, que serviram de impulso para se adequar o tratamento. Para a desinfecção deste tipo de resíduos há que ter em conta fatores como a quantidade, o tipo de resíduos, custos e a manutenção necessária. A incineração a altas temperaturas pode ser adotada quando o volume de RH é elevado, assim como a desinfecção química combinada com tecnologias de desinfecção por microondas quando há limitações de investimento.

O uso potencial das tecnologias de desinfecção não pode ser limitado apenas a uma medida de segurança imposta, a sua importância passa também por combater os problemas ambientais mundiais. O uso de EPIs deve ser otimizado para evitar o desperdício com medidas demonstradas na Figura 9. É importante que no caso duma rutura de abastecimento de EPI, sejam aplicadas medidas temporárias de última instância. A OMS recomenda para estes tipos de situações: (1) Uso estendido de EPIs; (2) Reprocessamento e reutilização de EPIs; (3) Considerar alternativas aos padrões recomendados. Vários países já adotaram e têm posto em prática várias tecnologias de desinfecção existentes para a reciclagem de EPI usado.

Para um reprocessamento correto devem ser consideradas as seguintes questões:

- A eficácia do processo para garantir uma desinfecção e esterilização adequada

- No método utilizado deve ter zero toxicidade para o profissional de saúde
- As propriedades iniciais dos EPIs não podem ser afetadas bem como o formato do item.

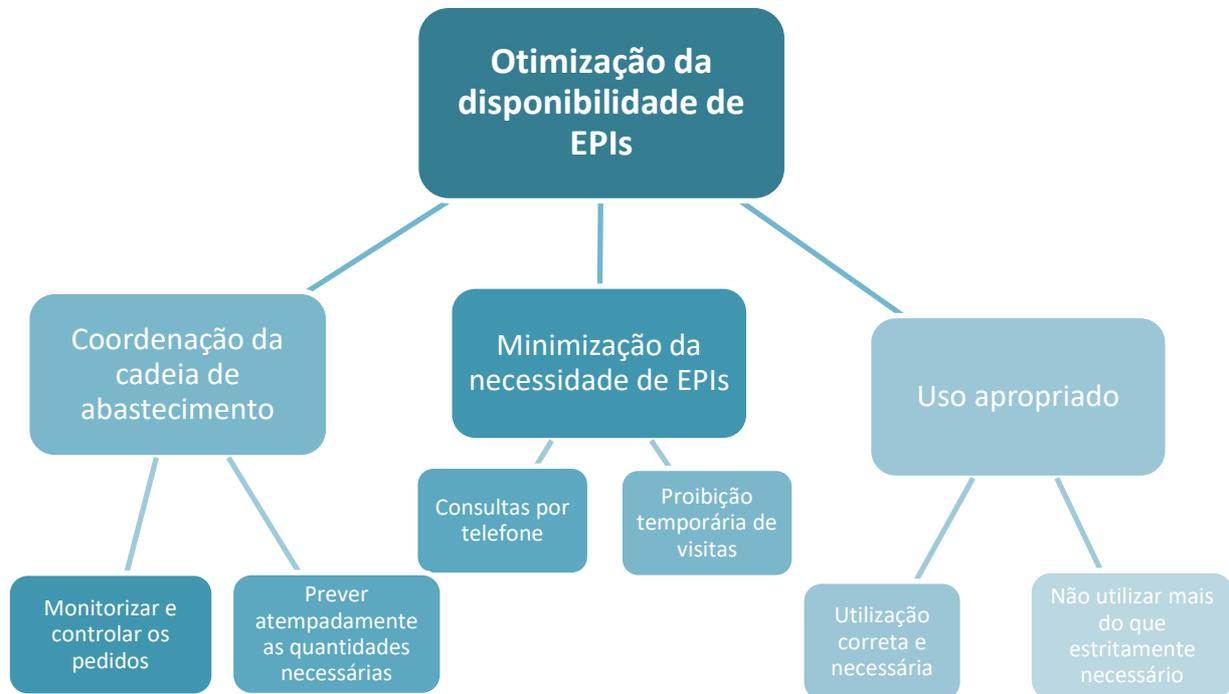


Figura 9- Otimização da disponibilidade de EPIs.

O vírus SARS-CoV-2 foi estudado e atualmente sabe-se que o genoma do RNA, o capsídeo proteico e envelope externo são sensíveis a mudanças ambiente bruscas. Para a inativação do vírus basta alterar um dos elementos estruturais através duma mudança do ambiente, como: calor, luz UV e biocidas [69,70,71,72]. O envelope externo do vírus demonstrou ser a estrutura mais sensível às tecnologias de desinfecção [69,70]. Estudos realizados a vírus semelhantes a SARS-CoV-2, como é o caso de SARS, MERS e HCoV, demonstraram que estes foram inativados em várias superfícies de contacto, através de desinfecção, utilizando 62 a 71 % de etanol, 0,5 % de peróxido de hidrogénio, ou 0,1% de hipoclorito de sódio, em menos de 1 minuto de exposição, sobrevivendo até 9 dias em superfícies não desinfetadas [73]. Estes e outros estudos serviram de base para os atuais procedimentos de desinfecção utilizados no combate ao SARS-CoV-2, incluindo a reutilização de EPI.

Os EPI (batas, óculos de proteção, máscaras, luvas e os Respiradores Filtrantes) são sensíveis ao calor, pelo que o recurso a tecnologias que laboram a altas temperaturas não seja indicado para o seu reprocessamento. Contudo o recurso a desinfetantes em solução aquosa, provocam alterações nas propriedades dos materiais constituintes dos EPI, pelo que são consideradas inadaptadas para o reprocessamento de EPI no contexto de emergência [69,74]. Foram estudadas soluções para este problema, tendo em conta a inativação do vírus, compatibilidade do material e funcionalidades (filtração, eficácia, penetração, testes de utilização) após o tratamento por desinfeção, incluindo a utilização de vapor de peróxido de hidrogénio (vH_2O_2), irradiação germicida ultravioleta (UVGI) e esterilização por autoclavagem [69,75]. No Anexo 4 podem-se observar detalhadamente os estudos efetuados às tecnologias existentes no reprocessamento de máscaras cirúrgicas e respiradores [76].

Desinfeção por vH_2O_2

A desinfeção por peróxido de hidrogénio inativa microrganismos e vírus através da oxidação de proteínas. Os radicais livres produzidos na reação inicial de H_2O_2 com as proteínas quebram os ácidos nucleicos do vírus. Este método é utilizado para descontaminar quartos de hospital, laboratórios, *hottes* e EPI e materiais não resistentes ao calor. No caso dos EPI estes são colocados em salas onde o peróxido de hidrogénio líquido é vaporizado e introduzido no espaço. O processo pode iniciar-se com a verificação das condições de temperatura e humidade e seguidamente ocorrem em 3 fases distintas [77]:

1. Fase de injeção: Onde se satura o ar da sala com vH_2O_2 ;
2. *Dwell Phase*: Para manter a concentração constante;
3. Fase de arejamento: Onde o vapor residual de peróxido de hidrogénio é removido por evaporação e há a reposição de ar.

A duração dos ciclos de descontaminação varia mediante a tecnologia utilizado e o volume da sala. No geral este processo demonstra uma eficiência de 99,9999% na eliminação de microrganismos e não afeta a capacidade de filtração em pelo menos dez N95 FFR testados [78].

Desinfeção por UVGI

UVGI é um método de desinfecção que usa radiação UV-C (245 nm) para inativar microrganismos causando uma destruição do DNA, prevenindo a sua replicação. Vários estudos elaborados, comprovaram que a radiação UVC inativou coronavírus, como o SARS-CoV e o MERS-CoV. Isto deve-se ao facto de os vírus não produzirem pigmentos nem outro tipo de mecanismo contra a radiação UVC no comprimento de onda correspondente [79].

Óxido de etileno (C₂H₄O)

O processo de tratamento por óxido de etileno é baseado num processo de difusão onde o óxido de etileno é capaz de esterilizar e eliminar microrganismos patogénicos. A esterilização ocorre quando uma molécula de gás de C₂H₄O reage e destrói o DNA microbiano. O processo requer o controlo de quatro parâmetros simultaneamente: a temperatura, concentração do gás, humidade relativa e tempo de exposição.

A eficácia de esterilização por C₂H₄O depende da difusão no produto e da embalagem envolvente. Todos os produtos devem ser colocados em embalagens respiráveis e que sejam permeáveis ao gás de modo a alcançar todas as superfícies do produto [80].

Desinfetantes químicos

O uso de desinfetantes químicos foi um método muito utilizado na mitigação da COVID-19, pelo que houve a criação de uma lista de substâncias ativas aprovadas para utilização em produtos desinfetantes. Esta lista conta com 36 substâncias aprovadas pela Agência Europeia dos Produtos químicos e autorizadas ao abrigo do Regulamento de Produtos Biocidas (RPB).

Este processo de desinfecção, por desinfetantes químicos, é limitado apenas à desinfecção de superfícies e a equipamentos de protecção ocular e o *Starmed Hood*.

Esterilização por Calor húmido- Autoclavagem

A desinfecção por calor húmido é um dos métodos mais eficazes no que toca à destruição de microrganismos. Durante o processo de esterilização ocorre a morte das células microbianas pela ação do calor húmido graças à desnaturação das proteínas e à destabilização da membrana citoplasmática. A morte celular ocorre quando as células são subjugadas a temperaturas superiores à temperatura de crescimento. A esterilização por calor húmido é

efetuada com recurso a um autoclave, tecnologia abordada anteriormente. Esta tecnologia permite a reutilização e reprocessamento de EPIs.

Na Tabela 4, está sumarizada a análise dos diferentes processos de desinfeção de resíduos COVID-19, bem como a oportunidade de reutilização e reprocessamento de EPI.

Um dado interessante é que apenas foi realizado um estudo no reprocessamento de máscaras cirúrgicas com tecido não-tecido, este estudo utilizou um esterilizador de óxido de etileno e um único ciclo quente (60 °C e 800 mg/L de C₂H₄O), com exposição de 1 hora seguida por um tempo de aeração de 4 horas. A conclusão deste estudo que remota a 1978, evidenciou uma maior eficiência de filtração nas máscaras cirúrgicas do que nas de algodão. No entanto, este estudo foi realizado com uma amostra restrita de máscaras cirúrgicas (n=2) pelo que, não pode ser generalizado.

Um aspeto importante a considerar quando se adotam os métodos acima descritos é o manuseamento das máscaras e respiradores, devendo ser manipulados o menos excessivamente possível. Além disso, devem-se adotar sistemas de inspeção a todos os itens antes de cada ciclo de reprocessamento, onde se deve verificar a integridade e manutenção do formato, devendo se descartar instantaneamente itens não conformes.

Alguns métodos devem ser evitados pois danificam as máscaras, são tóxicos e afetam a filtração: a) lavagem; b) esterilização a vapor a 134 °C; c) desinfeção com hipoclorito de sódio; d) irradiação microondas [81]. A irradiação microondas demonstra um efeito biocida quando combinada com humidade, no entanto devem ser considerados problemas como a ausência de uma análise detalhadas em desinfeção de respiradores e a possibilidade de combustão do arame metálico nasal dos respiradores [82,83].

Embora seja apresentada a radiação gama, que mostrou eficácia experimental contra os vírus presentes nos EPIs, este método não avaliou especificamente máscaras e respiradores.

O vapor de peróxido de hidrogénio mostrou-se bastante favorável em alguns estudos, mas limitado aos modelos utilizados. No caso do óxido de etileno mostrou-se eficaz, mas devido à sua toxicidade e propriedades cancerígenas a Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho não aprova o seu uso em EPIs devido ao risco para a saúde.

Tabela 4-Propriedades dos diferentes processos de descontaminação para o reprocessamento e reutilização de EPI, adaptado de [69,75]

	Vapor de peróxido de hidrogénio (vH ₂ O ₂)	Óxido de etileno (C ₂ H ₄ O)	UVGI	Calor húmido com recurso a Autoclave	Desinfetantes Químicos	Irradiação γ
Metodologia	Penetração de gases esterilizados	Penetração de gases esterilizados	Irradiação na superfície	Penetração por calor (60 °C durante 30 minutos)	Desinfecção na superfície	Utiliza fotões do radioisótopo para a irradiação
Eficácia do processo	Eficácia do processo comprovada por indicadores biológicos e/ou monitorização do processo	Eficácia do processo comprovada por indicadores biológicos e/ou monitorização do processo	Variável, eficácia do processo confirmada por indicadores biológicos ou por monitorização	Eficácia do processo comprovada por indicadores biológicos e/ou monitorização do processo	Eficácia do processo confirmada por indicadores standards ou testes de biocida	Parâmetro do processo confirmado por dosimetria
Tempo de resposta do Processo	Um dia	Num processo convencional= 9-10 dias. <i>All-in-one</i> =1 dia	Relativamente curto, tipicamente ≤ 1 h dependendo da quantidade de UV	Relativamente curto, tipicamente ≤ 1 h	Relativamente curto (geralmente ≤ 30 min)	Horas: o tempo varia com base na dose recomendada
Processo	Processo complexo que introduz vH ₂ O ₂ a vácuo	Processo complexo: as variáveis incluem o tempo, temperatura, humidade e a concentração de C ₂ H ₄ O	Processo simples e rápido: introdução de UV (1/cm ²) em câmara fechada	Processo simples e rápido- a duração depende da combinação da temperatura, humidade relativa e tempo	Processo rápido e simples- pode se afetado pelo pH, temperatura e da <i>bioburden</i> ¹	Processo simples- as variáveis incluem o tempo na célula e a carga de isótopos
Mecanismo de destruição	Potente oxidante de proteínas, mas o mecanismo ainda não está completamente estudado	Alquilação de proteínas, enzimas (especificamente grupos sulfidrílo), DNA e RNA	Destruição irreversível do DNA afetando a replicação/infeção no hospedeiro	Agregação térmica do capsídeo do SARS-CoV-2 e das proteínas da membrana	Depende do tipo de biocida- atinge o envelope exterior/capsídeo proteico do vírus via coagulação	Destrói o RNA viral
Limitações	Incompatível com materiais constituídos por celulose. Processo complexo que requer monitorização e controlo	O material final fica contaminado com substâncias tóxicas (cancerígenas e teratogénicas)	Risco para o operador (exposição a UV), problemas com as pregas dos respiradores	Processo limitado pela sensibilidade térmica dos materiais constituintes dos EPI	Não podem ser utilizados certos desinfetantes	Afeta adversamente o material
Possibilidade de Reutilização de EPI	Sim	Não	Sim- mas limitada à proteção dos olhos	Sim	Sim- Limitada à proteção ocular e <i>StarMed Hood</i> ²	Não

¹ *Bioburden*- carga microbiana, definida pelo número de bactérias vivas na superfície que não foi esterilizada.

² *StarMed Hood*- É uma interface utilizada num doente para ventilação mecânica não invasiva.

Contudo se for garantido o cumprimento da ISO 10993, focada na avaliação biológica de equipamentos médicos, que estabelece os limites deste químico em diversos materiais, nomeadamente em máscaras em 10 µg/g, este método pode ser adotado [84]. Nos estudos apresentados foram garantidas condições de arejamento posteriores à desinfecção para garantir a eliminação de resíduos de óxido de etileno e outras substâncias malignas nos EPIs. O uso da radiação UV pode ser uma alternativa possível, no entanto, esta peca por não conseguir penetrar completamente em todas as camadas principalmente nas pregas ou dobras das máscaras.

A comparação apresentada na Tabela 4 está limitada aos modelos das máscaras utilizadas, aos métodos de teste e conclusões obtidos nos estudos realizados. Devem ser consideradas as limitações apresentadas nos estudos e assegurados todos os parâmetros dos métodos.

3.2.6 Modelo de Gestão de Resíduos Hospitalares

Ao longo dos anos foram formulados modelos de otimização e novos métodos para controlar problemas de logística e preparar uma resposta rápida a surtos de doenças infecciosas [85]. Contudo nunca foi elaborada uma investigação para a criação de sistemas logísticos inversos para uma gestão de RH eficaz.

Um modelo epidémico de logística pertence ao departamento logístico de emergências e desastres, cujo objetivo é a tomada de decisões associadas à mitigação de riscos, preparação, atividades de resposta e a recuperação pós desastre [86]. Um dos maiores desafios deste tipo de modelos, observados até no decorrer da pandemia COVID-19, é a criação de infraestruturas temporárias para dar resposta ao aumento do número de internamentos. Büyüktaktin e outros cientistas, em 2017, para ajudar no combate ao vírus da Ébola em África, formularam um programa integrado para minimizar o crescimento de infeções e mortes considerando a propagação espacial do vírus. Este modelo determinou o número, a capacidade e a localização dos centros de tratamento de pacientes bem como a taxa de ocupação dos mesmos, servindo de resposta ao desafio anteriormente exposto.

No que toca a modelos de logística inversa para RH, estes focam-se sobretudo na sustentabilidade dos processos, e procuram gerir vários fatores de maneira a reaproveitar fluxos no processo. O CSCMP- *Council of Supply Chain Management Professionals*, define a logística inversa como um processo de planeamento, implementação e controlo eficiente dos

custos do fluxo de matérias-primas, produtos em processamento e acabados bem como toda a informação desde o consumo até à origem, levando à recuperação de investimento e ao tratamento adequado dos resíduos [87]. Este tipo de logística determina todas as configurações e estratégias de operação necessárias durante um longo período. A logística inversa de RH compreende três atividades fundamentais: (1) recolha e separação na fonte; (2) transporte para os centros de tratamento; (3) tratamento apropriado e deposição final.

A gestão de RH pode ser muito beneficiada através do recurso a modelos de logística inversas, e alguns cientistas nos últimos anos tentaram impulsionar o seu desenvolvimento. Desde a criação de programas integrados para a minimização de custos de investimento e de operação no tratamento de resíduos, a propostas de programas integrados com o objetivo de otimização na recolha, transporte e deposição de RH [88,89]. Contudo nestes estudos não foram considerados os riscos e os impactos ambientais do manuseamento de RH.

Normalmente os modelos de gestão e RH têm em conta dois estágios de decisão, o primeiro define locais estratégicos dos edifícios de tratamento de resíduos e o segundo determina as operações num curto espaço de tempo. Contudo quando uma epidemia surge, ocorre um aumento da produção de RH, o que leva a um terceiro estágio de decisão para combater esta acumulação de resíduos. Com isto, houve uma proposta de um novo desenho de uma rede de logística inversa para a determinação das melhores localizações para estabelecimentos temporários e estratégias de transporte mais eficientes. Esta proposta baseou-se em dados relativos à pandemia COVID-19 em Wuhan na China. Os resultados sugeriram que a instalação temporária de incineradores pode ser uma solução eficiente para a gestão do aumento de RH durante a pandemia em Wuhan [90].

4. CONCLUSÃO E ABORDAGENS FUTURAS

Esta dissertação tinha como objetivo clarificar os impactos causados na economia, pela Pandemia COVID-19, onde se verifica o crescimento do endividamento público, o decréscimo dos bens provenientes do turismo e o aumento do número de desempregados. Apresenta-se também os impactos a nível da saúde mental onde se verifica um aumento do número de suicídios e depressões. A nível ambiental esta crise pandémica numa primeira fase previu-se positiva para o ambiente com a redução da emissão de gases industriais e dos transportes com o confinamento. Mas com o aumento de RH, como é o caso dos EPIs tornou-se um problema de saúde pública, a produção de RH passou em Wuhan de 40 ton/dia para 240 ton/dia. Houve um aumento da poluição marítima com a deposição indevida de máscaras, luvas e outros equipamentos, o facto de as máscaras apresentarem polipropileno e este se deteriorar sob a influência da água mostra o desafio e o papel dos governos na sensibilização da população.

A gestão hospital enfrenta um dos maiores desafios alguma vez vividos, um deles é a gestão de RH, que devido ao seu aumento significativo precisa de soluções rápidas. A gestão hospitalar deve formar e consciencializar os intervenientes dos riscos associados aos RH, mais especificamente do seu papel na quebra nas cadeias de transmissão do SARS-CoV-2. Devem ser implementadas Medidas de Higiene e Segurança no Trabalho como a prática da etiqueta respiratória, a utilização de máscaras e a desinfeção frequente das superfícies e mãos.

Além da formação dos trabalhadores das unidades hospitalares, em tempos de pandemia devem ser adotados sistemas extraordinários que evitem ao máximo o contacto dos trabalhadores com resíduos infetados, como a proibição de armazenamento intermédio dos resíduos, a recolha na fonte de produção e um aumento da frequência de recolha de RH.

Foi também notória a necessidade de um reprocessamento e reutilização de EPIs no caso de falha de abastecimento, mas também como uma forma de colmatar problemas ambientais e reduzir o consumo dos mesmos. Verifica-se que tecnologias com recurso a vapor de peróxido de hidrogénio, a UVGI, a calor húmido e a desinfetantes químicos permitem o reprocessamento/reutilização de EPI. No caso da utilização de vapor de peróxido este apresenta apenas incompatibilidades com materiais constituídos por celulose, a luz UVGI não penetra completamente em superfícies rugosas pelo que se pode utilizar para a desinfeção de proteção ocular. No caso do calor húmido pode haver processamento, mas é limitado à

sensibilidade térmica dos materiais que constituem o EPI. Os desinfetantes químicos podem ser utilizados para a desinfecção de superfícies, equipamento ocular e para o *Starmed hood*.

O óxido de etileno, poderá ser utilizado caso a sua concentração final no produto seja inferior a 10 µg/g, para isso ser garantido tem de haver um período de arejamento posterior à desinfecção, caso contrário não é uma solução.

A criação de um modelo de logística inversa aparece como uma solução para casos extremos em que a produção de resíduos hospitalares aumenta excepcionalmente. No caso apresentado na dissertação, em Wuhan, este modelo foi essencial para a determinação das melhores localizações de estabelecimentos temporários e estratégias de transporte mais eficientes de resíduos durante a COVID-19.

Os assuntos abordados nesta dissertação podem servir de impulso para um estudo mais aprofundado sobre os problemas causados pelos resíduos da COVID-19, bem como delinear novas estratégias para a reutilização e reprocessamento de máscaras já utilizadas. Assim, sugere-se que no futuro devam ser estudadas novas propriedades e processos que por exemplo utilizem os EPIs descartados nos oceanos como matéria-prima para a produção de embalagens, calçado ou até *pellets*.

BIBLIOGRAFIA

- [1]- PERH (2016). *Plano Estratégico dos Resíduos Hospitalares 2011-2016*. DGS. APA. Lisboa;
- [2]- APA (2017). *Guia de classificação de resíduos*. (Em colaboração com DGS e Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge);
- [3]- Jornal Oficial da União Europeia (2014). *2014/955/UE* (Decisão da comissão de 18 de dezembro de 2014 que altera a Decisão 2000/532/CE relativa à lista de resíduos em conformidade com a Diretiva 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho);
- [4]- SANTIAGO, A. *Resíduos Hospitalares (Documento de Orientação)* - Direção de Serviços de Prevenção da Doença e Promoção de Saúde, DGS. Lisboa;
- [5]- SAWALEM, M.; SELIC, E.; HERBELL, J. (2008). *Hospital waste management in Libya: A case study*. Department of Mechanical Engineering Waste Management Engineering University of Duisburg-Essen. Alemanha;
- [6]- OMS (1983). *Management of waste from hospitals and other care establishments*. OMS – Centro Regional da Europa. Copenhaga (Dinamarca);
- [7]- TAVARES, A. M. B.; MADEIRA, C. P.; BARREIRO, C.; RAMOS, C. D.; PACHECO, P.; NORONHA, V. (2007). *Plano de Gestão de Resíduos Hospitalares em Centros de Saúde*. DGS. Lisboa (Portugal);
- [8]- PEAVY, H.; ROWE, D.; TCHOBANOGLIOUS, G. (1985). *Solid waste engineering*;
- [9]- SEIÇA, A. (1998). *Resíduos de cuidados médicos: opções de tratamento*. *Águas & Resíduos, Ano III, n.º 8*. APDA - Associação Portuguesa dos Distribuidores e Drenagem de Água, Associação Portuguesa para Estudos de Saneamento Básico. Sintra (Portugal);
- [10]- FERREIRA, W.F.C.; SOUSA, J.C.F., Coordenadores – *Microbiologia. Vol. 1. Lisboa: LIDEL – Edições Técnicas, 1998* (consta de citação que esta inerente à bibliografia do documento consultado Tavares, António, *A Gestão dos Resíduos hospitalares e o Papel da Autoridade de Saúde – Caso do Concelho da Amadora, Escola Nacional de Saúde Pública – Universidade Nova de Lisboa, 2004*);
- [11]- TAVARES, A. M. B. (2004). *A gestão dos resíduos hospitalares e o papel da autoridade de saúde: Caso do Concelho da Amadora*. Dissertação de

- Doutoramento em Saúde Pública, especialidade de Saúde Ambiental. ENSP – Escola Superior de Saúde Pública – Universidade Nova de Lisboa. Lisboa (Portugal);
- [12]- TURNBERG, WAYNE L. and JOHN WILEY (1996). *Biohazardous Waste*;
- [13]- Health Care Without Harm (HCWH), 2004. *Non-Incineration Medical Waste Treatment Technologies in Europe*. Czech Republic;
- [14]- ECRI (1998), *Comprehensive Waste Management. Healthcare Environment Management System*, January (consta de citação que está inerente às referências do documento consultado Gonçalves, Graça, *Gestão de Resíduos Hospitalares: Conhecimentos, Opções e Perceções dos Profissionais de Saúde*, Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade Nova de Lisboa, 2005);
- [15]- INFOTOX (2009). *Avaliação do Projeto de Decreto-Lei Sobre Resíduos Hospitalares* (Revisão da Portaria nº 174/97, de 10 março e do Despacho nº 242/96, publicado a 13 de agosto);
- [16]- PROFICO AMBIENTE (2004). *Monitorização da Implementação de Planos e Estratégias – Plano Estratégico dos Resíduos Hospitalares* (PERH). Profiro Ambiente e INR – Instituto dos Resíduos. Lisboa (Portugal);
- [17]- PRÜSS, A.; GIROULT, E.; RUSHBROOK, P. (1999). *Safe management of wastes from health-care activities*. OMS. Genebra (Suíça);
- [18]- OTA (1990). *The RX for Managing Medical Waste*. Office of Technology Assessment Washington, DC: US Congress. Government Printing Office;
- [19]- MÜHLICH, M.; M. SCHERRER & F. D. DASCHNER (2003). *Comparison of Infectious Waste Management in European Hospitals*. *Journal of Hospital Infection*, 55, 260-268;
- [20]- GOMES, R. V. (2000). *Gestão de resíduos hospitalares*. AEP ambiente, n.º 45. AEP – Associação Empresarial de Portugal. Porto (Portugal);
- [21]- HOLMES, G.; THEODORE, L; SINGH, B. R. (1993). *Handbook of environmental management and technology*. John Wiley & Sons, Inc. Nova Iorque (EUA);
- [22]- JOHANNESSEN L. M. ET AL (2000). *Health Care Waste Management Guidance Note*. World Bank Publication, Washington, May 2000;
- [23]- PERH (2005). *Plano Estratégico dos Resíduos Hospitalares 1999-2005*. DGS. APA. Lisboa ;

- [24]- Sítio da CANNON: www.cannonhygiene.pt, consultado em março de 2020;
- [25]- GONÇALVES, M. G. (2005). *Gestão de Resíduos Hospitalares: Conhecimentos, Opções e Percepções dos Profissionais de Saúde*. Dissertação apresentada para obtenção do Grau de Doutor em Engenharia do Ambiente pela Universidade Nova de Lisboa ;
- [26]- TIBBETS, J. (2013). *Garbage collection is one of the most hazardous jobs*, 185,284. Can. Med. Assoc.;
- [27]- PÉPIN, J.; CHAKR, A.; PÉPIN, E.; NAULT, V.; VALIQUETTE, L. (2014). *Evolution of the global burden of viral infections from unsafe medical injections.*;
- [28]- IFC (2016). *Encefalopatias Espongiformes Transmissíveis*. Em colaboração com The Center for Food Security & Public Health, Institute for International Cooperation in Animal Biologics e Iowa State University.;
- [29]- NORONHA, V. (2000). *Tratamento de Águas Residuais em Unidades Prestadoras de Cuidados de Saúde*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Sanitária pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa.
- [30]- OMS (2018). *Health-care waste*. ;
- [31]- HARVEY, P.; BAGHRI, S.; REED, B. (2002). *Emergency Sanitation: Assessment and Programme Design*, 8, 121-125. Water, Engineering and Development Centre, Loughborough University, United Kingdom;
- [32]- LAKE, M. (2020). *What we know so far: COVID-19 current clinical knowledge and research*, 124-126. University of Cambridge, Cambridge, UK;
- [33]- WU, F.; ZHAO, S.; YU, B et al. (2020). *Complete genome characterization of a novel coronavirus associated with severe human respiratory disease in Wuhan, China*;
- [34]- JI, W.; WANG, W.; ZHAO, X.; ZAI, J; LI, X. (2020). *Homologous recombination within the spike glycoprotein of the newly identified coronavirus may boost cross-species transmission from snake to human*. J Med Virol (E pub);
- [35]- ZHOU, P., YANG, XL.; WANG, XG. et al. (2020). *Discovery of a novel coronavirus associated with the recent pneumonia outbreak in humans and its potential bat origin*. bioRxiv (E pub)

- [36]- HUANG, C.; WANG, Y.; LI, X. et al. (2020). *Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China*. Lancet 6736:1-10, 497-506.
- [37]- PHANT, LT; NGUYEN, TV; LUANG, QC ET AL. (2020). *Importation and human transmission of a novel coronavirus in Vietnam*. Journal Med. (E pub);
- [38]- WHO: [https:// www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/situation-reports/](https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/situation-reports/). Acedido a 21 de agosto 2020.;
- [39]- VIVANTI, J.; VAULOUP-FELLOUS, C.; PREVOT, S. ET AL. (2020). *Transplacental transmission of SARS-CoV-2 infection*. Nat Commun 11, 3572.;
- [40]- Sitio da U.S Food & Drug Administration: <https://www.fda.gov/coronavirus-disease-2019-testing-basics>. Consultado em novembro de 2020;
- [41]- WHO. (2020). *Clinical management of COVID-19*. Interim Guidance;
- [42]- RONCO, C.; NAVALESI, P.; VICENT, J. (2020). *Coronavirus epidemic: preparing for extracorporeal organ support in intensive care*. The Lancet, Respiratory Medicine, volume 8, capítulo 3: 240-241.;
- [43]- Sítio do Manual MSD: www.msdmanuals.com, consultado em setembro de 2020;
- [44]- Sítio da Pfizer: www.pfizer.com, consultado em dezembro de 2020;
- [45]- ROTHE, C.; SCHUNK, M.; SOTHMANN, P.; ET AL. (2020). *Transmission of 2019-nCoV infection from an asymptomatic contact in Germany*. N Engl J Med. <https://doi.org/10.1056/NEJMc2001468>.
- [46]- Sitio do Worldometer: <https://www.worldometers.info/coronavirus/>. Consultado a setembro de 2020;
- [47]- Sitio The Guardian: *Coronavirus: US overtakes Italy as country with most deaths*. Consultado em setembro 2020;
- [48]- HEDGECOE, G. (2020). *'Top of the curve'? Spain hopes Covid-19 peak reached as deaths pass 4,000*. The Irish Times.
- [49]- Sítio da Live Science: <https://www.livescience.com/us-coronavirus-cases-surpass-china.html>, consultado em setembro de 2020.;
- [50]- Sítio da OMS: <https://www.covid19.who.int>, consultado em setembro de 2020;
- [51]- Sítio da SNS: <https://www.sns24.gov.pt>, consultado em dezembro de 2020;
- [52]- Sítio do IEFP: <https://iefp.pt9/estatisticas>, consultado em outubro de 2020;

- [53]- Market Reports. (2019). *Personal protective equipment market by type (hands & arm protection, protective clothing, foot & leg protection, respiratory protection, head protection), end-use industry (manufacturing, construction, oil & gas, healthcare) - global forecast to 2022.*
- [54]- WHO. (2020). *Shortage of personal protective equipment endangering health workers worldwide.*
- [55]- Sítio do Banco de Portugal: www.bpstat.bportugal.pt, consultado em janeiro de 2021.
- [56]- MCINTYRE, R.S.; LEE, Y. (2020). *Preventing suicide in the context of the COVID-19 pandemic.* World Psychiatry 19 (2), 250–251
- [57]- GONZÁLEZ-SANGUINO, C.; AUSÍN, B.; CASTELLANOS, M.A.; SAIZ, J.; LÓPEZ-GÓMEZ, A.; UGIDOS, C.; MUÑOZ, M. (2020). *Mental Health Consequences during the Initial Stage of the 2020 Coronavirus Pandemic (COVID-19) in Spain.* Brain Behav.
- [58]- Sítio da Universidade Católica Portuguesa: www.ucp.pt, consultado em janeiro de 2021.
- [59]- THORNTON, J. (2020). *COVID-19: A&E visits in England fall by 25% in week after lockdown.* Bmj; 369:m1401.
- [60]- LIAN, C.; HUANG, J.; HUANG, R.; LIU, C.; WANG, L.; ZHANG, T. (2020). *Impact of city lockdown on the air quality of COVID-19-hit of Wuhan city.* Journal of Science of the Total Environment nº 742.
- [61]- CHEN, H.; HUO, J.; FU, Q.; DUAN, Y.; XIAO, H.; CHEN, J. (2020). *Impact of quarantine measures on chemical composition of PM2.5 during the COVID-19 epidemic in Shanghai, China.* Science Total Environment: 140758.
- [62]- WANG, J. ET AL. (2020). *Disinfection technology of hospital wastes and wastewater: Suggestions for disinfection strategy during coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic in China.* Environmental Pollution 262.
- [63]- Sítio da Citeve: <https://www.citeve.pt/>, consultado em dezembro de 2020.
- [64]- ESCAP. (2020). *The safe waste treatment for COVID-19, lessons from the Republic of Korea.*

- [65]- BONDAROFF, T.; COOKE, S. (2020). *Masks on the Beach: The Impact of COVID-19 on Marine Plastic Pollution*. OceansAsia.
- [66]- DGS. (2020). Orientação nº 012/2020 de 19/03/2020.
- [67]- ILYAS, S.; SRIVASTAVA, R.; KIM, H. (2020). *Disinfection technology and strategies for COVID-19 hospital and bio-medical waste management*. Science of the Total Environment 749
- [68]- DGS. (2020). *SAÚDE E TRABALHO: medidas de prevenção da COVID-19 nas empresas*.
- [69]- ROWAN, N.; LAFFEY, J. (2020). *Unlocking the surge in demand for personal and protective equipment (PPE) and improvised face coverings arising from coronavirus disease (COVID-19) pandemic- Implications for efficacy, re-use and sustainable waste management*. Science of the Total Environment 752, 142259.
- [70]- BENTLEY, K.; DOVE, B.K.; PARKS, S.R.; WALKER, J.T.; BENNETT, A.M. (2016). *Hydrogen peroxide vapour decontamination of surfaces artificially contaminated with Norovirus surrogate feline Calicivirus*. J. Hospital Infection 80, 116-121.
- [71]- PINNON, A.; VIALETTE, M. (2018). *Survival of viruses in water*. Intervirology 61, 214-222.
- [72]- GORBALENYA, A.E.; BAKER, S.C. ET AL. (2020). *The species Severe acute respiratory syndrome-related coronavirus: classifying 2019-nCoV and naming it SARS-CoV-2*. Nat. Microbiol. 5, 536-544.
- [73]- KAMPF, G.; TODT, D.; PFAEMDER, S.; STEINMANN, E. (2020). *Persistence of coronavirus on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents*. J. Hosp. Infect. 104 (3), 246-257.
- [74]- ROWAN, N.J.; LAFFEY, J.C. (2020). *Challenges and solutions for addressing critical shortage of supply chain for personal and protective equipment (PPE) arising from Coronavirus disease (COVID19) pandemic- case of study from the Republic of Ireland*. Science of the Total Environment 725, 138532.
- [75]- Sítio da CDS: www.cdc.gov, consultado em janeiro 2021.
- [76]- OMS. (2020) *Uso racional de equipamentos de proteção individual para a doença COVID-19 e considerações gerais durante desabastecimentos graves*.

- [77]- MCEVORY, B.; ROWAN, N. (2019). *Terminal sterilization of medical devices using vaporized hydrogen peroxide: a review of current methods and emerging opportunities*. J. Appl. Microbiol. 127 (5), 1403-1420.
- [78]- REMPEL, D.; HENNEMAN, J.; AGALLOCO, J.; CRITTENDEN, J.; N95DECON CONSORTIUM. (2020). *Hydrogen Peroxide Methods for Decontaminating N95 Filtering Facepiece Respirators*.
- [79]- O'HEARN, K.; GERTSMAN, S. ET AL. (2020). *Decontaminating N95 and SN95 masks with ultraviolet germicidal irradiation does not impair mask efficacy and safety*. J. Hospital Infection 106, 163-175.
- [80]- Sítio da Sterigenics: www.sterigenics.pt, consultado em janeiro de 2021.
- [81]- VISCUSI, D.; BERGMAN, M.; ELMER & SHAFFER. (2009). *Evaluation of Five Decontamination Methods for Filtering Facepiece Respirators*. The Annals of Occupational Hygiene.
- [82]- HEIMBUCH, B. K.; WALLACE, W. H.; KINNEY, K.; LUMEY, A. E.; WU, C.; WOO & WANDER, J. (2011). *A pandemic influenza preparedness study: Use of energetic methods to decontaminate filtering facepiece respirators contaminated with H1N1 aerosols and droplets*. American Journal of Infection Control, 39.
- [83]- LORE, M.; HEIMBUCH, B. K.; BROEN, T. L.; WANDER, J. D., & HINRICHS, S. (2011). *Effectiveness of three decontamination treatments against influenza virus applied to filtering facepiece respirators*. The Annals of Occupational Hygiene.
- [84]- VO, E.; RENGASAMY, S.; & SHAFFER, R. (2009). *Development of a test system to evaluate procedures for decontamination of respirators containing viral droplets*. Applied and Environmental Microbiology, 75(23), 7303-7309.
- [85]- LIU, M.; CAO, J.; LIANG, J.; CHEN, M. (2020). *Epidemic- Logistics Modeling: A New Perspective on Operations Research*. Singapura.
- [86]- BOONMEE, C.; ARIMURA, M.; ASADA, T. (2017). *Facility location optimization model for emergency humanitarian logistics*. Int. J. Disaster Risk Reduct.
- [87]- Sítio da CSCMP: www.cscmp.org, consultado em janeiro de 2021;
- [88]- SHI, L. ET AL. (2009). *Network Model and Optimization of Medical Waste Reverse Logistics by Improved Genetic Algorithm*, International Symposium on Intelligence Computation and Application.

- [89]- BUDAK, A.; USTUNDAG, A. (2017). *Reverse logistics optimization for waste collection and disposal in health institutions: The case of Turkey*. Int. J. Logist. Res. Appl.
- [90]- YU, H.; SUN, X.; SOLVANG, W.; ZHAO, X. (2020). *Reverse Logistics Network Design for Effective Management of Medical Waste in Epidemic Outbreaks: Insights from the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Outbreak in Wuhan (China)*.

ANEXO 1- GUIA ELETRÓNICO DE ACOMPANHAMENTO DE RESÍDUOS

	ESTADO Concluída (certificado de receção)	
CÓDIGO DOCUMENTO CÓDIGO VERIFICAÇÃO	PT2020010200 3558 c70424db65bd23c6	Para realizar a validação do documento e comprovar que o documento apresentado corresponde à GAR vigente, aceda a "https://silamb.apambiente.pt" e no link "Consultar Documentos", indique o código do documento e de verificação apresentados.

e-GAR GUIA ELETRÓNICA DE ACOMPANHAMENTO DE RESÍDUOS



PRODUTOR/DETENTOR

NIF/NIPC	515545180
ORGANIZAÇÃO	Hospital de Braga, E.P.E.
ESTABELECIMENTO	Hospital de Braga, E.P.E. (APA00126608)
MORADA	Apartado 2242
LOCALIDADE	BRAGA
CÓDIGO POSTAL	4701-902
CONCELHO	Braga
NOTA DE VALIDAÇÃO	Validação efetuada eletronicamente pelo produtor/detentor do resíduo. Guia válida para circulação.



RESÍDUO

	DADOS ORIGINAIS	DADOS FINAIS/CORRIGIDOS
DESIGNAÇÃO	Contentor verde	Contentor verde
QUANTIDADE (KG)	2275,6 (duas toneladas e duzentos e setenta e seis quilos)	2275,7 (duas toneladas e duzentos e setenta e seis quilos)
CÓDIGO LER	180103 - (*) Resíduos cujas recolha e eliminação estão sujeitas a requisitos específicos com vista a prevenção de infeções	180103 - (*) Resíduos cujas recolha e eliminação estão sujeitas a requisitos específicos com vista a prevenção de infeções
OPERAÇÃO	D9 - Tratamento físico-químico não especificado em qualquer outra parte do presente anexo que produza compostos ou misturas finais rejeitados por meio de qualquer das operações enumeradas de D1 a D12 (por exemplo, evaporação, secagem, calcinação, etc.)	D9 - Tratamento físico-químico não especificado em qualquer outra parte do presente anexo que produza compostos ou misturas finais rejeitados por meio de qualquer das operações enumeradas de D1 a D12 (por exemplo, evaporação, secagem, calcinação, etc.)
GRUPO	Grupo III	Grupo III



TRANSPORTADOR

N.º ORDEM	NIF/NIPC	ORGANIZAÇÃO	MATRÍCULA	DATA INÍCIO TRANSPORTE	HORA INÍCIO TRANSPORTE
1	503593427	AmbiMed - Gestão Ambiental, Lda	38-TG-94	2020/01/02	10:17



OPERADOR DE GESTÃO DE RESÍDUOS

NIF/NIPC	503593427
ORGANIZAÇÃO	AmbiMed - Gestão Ambiental, Lda
ESTABELECIMENTO	AmbiMed - Unidade de Tratamento de Resíduos Hospitalares de Braga (APA00086931)
MORADA	Ecoparque da Braval, Lugar do Monte de Alem
LOCALIDADE	Pedraiva

Declaro que as informações prestadas são verdadeiras, assumindo inteira responsabilidade pelas mesmas, ficando ciente que a prestação de informações falsas é punível nos termos gerais da lei penal.

PÁG.
1/2



ESTADO Concluída (certificado de receção)



CÓDIGO DOCUMENTO PT20200102003558
CÓDIGO VERIFICAÇÃO c70424db65bd23c6

Para realizar a validação do documento e comprovar que o documento apresentado corresponde à GAR vigente, aceda a <https://sllamb.apambiente.pt> e no link 'Consultar Documentos', indique o código do documento e de verificação apresentados.

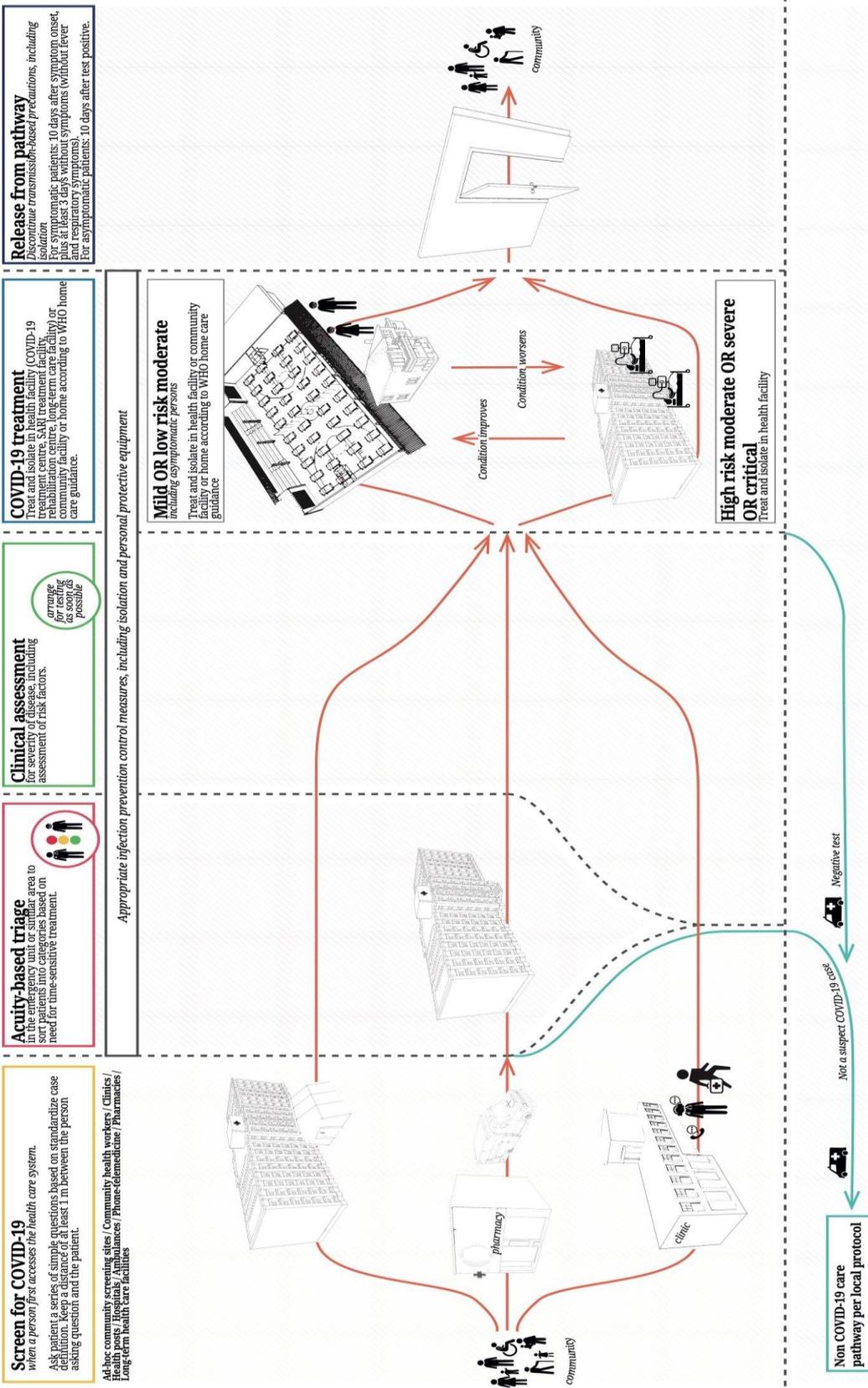
CÓDIGO POSTAL 4715-454
CONCELHO Braga

Declaro que as informações prestadas são verdadeiras, assumindo inteira responsabilidade pelas mesmas, ficando ciente que a prestação de informações falsas é punível nos termos gerais da lei penal.

PÁG.
2/2

Nota: Guia cedido pelo Hospital de Braga

COVID-19 Care Pathway



ANEXO 3- SITUAÇÃO DE EPIDEMIOLÓGICA DE PORTUGAL FACE AO NOVO CORONAVÍRUS A 1 DE JANEIRO DE 2021 [51]

COVID-19 | RELATÓRIO DE SITUAÇÃO | 01-01-2021

SITUAÇÃO EPIDEMIOLÓGICA EM PORTUGAL

TOTAL DE CASOS E VARIAÇÃO

74 989 | +2 493
ATIVOS

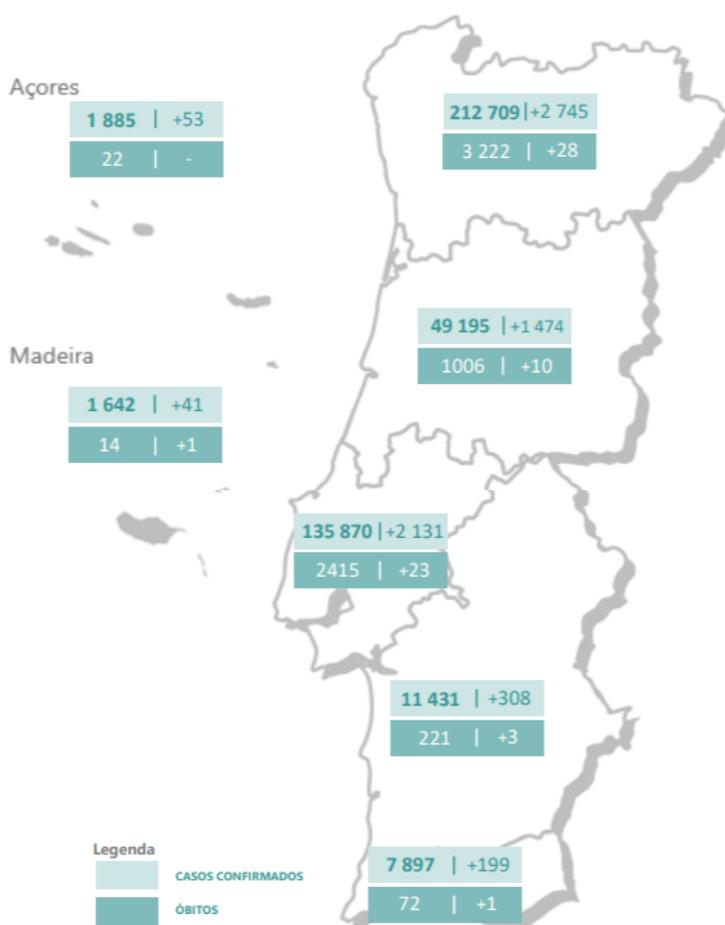
338 668 | +4 392
RECUPERADOS

6 972 | +66
ÓBITOS

91 527 | +2 993
CONTACTOS EM VIGILÂNCIA

420 629 | +6 951
CONFIRMADOS

TOTAL DE CASOS, DE ÓBITOS E VARIAÇÃO POR REGIÃO



DISTRIBUIÇÃO DOS CASOS EM INTERNAMENTO

2 806 | - 34
INTERNAMENTO

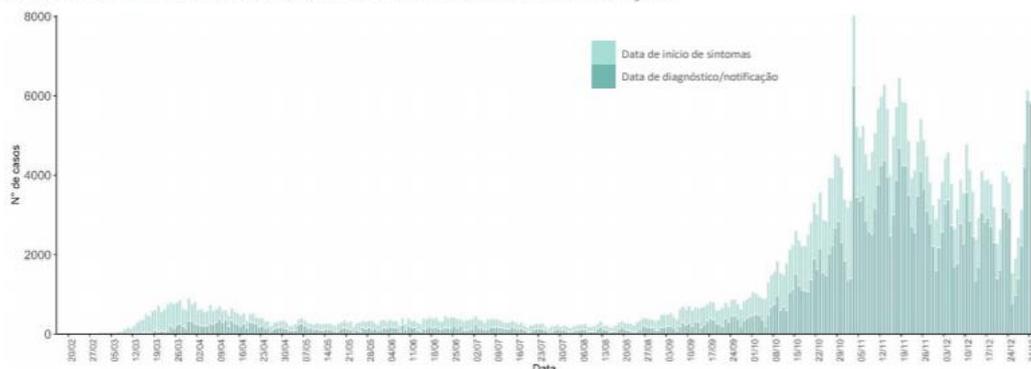
483 | +1
INTERNAMENTO EM UCI

Dados até dia 31-12-2020 23:59:59

COVID-19 | RELATÓRIO DE SITUAÇÃO | 01-01-2021

NÚMERO DE CASOS CONFIRMADOS

POR DATA DE INÍCIO DE SINTOMAS OU DIAGNÓSTICO/NOTIFICAÇÃO



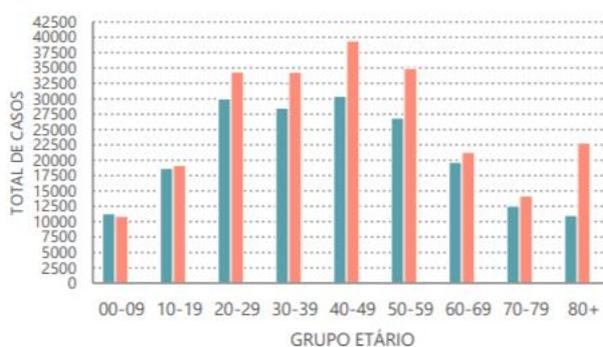
CARACTERIZAÇÃO DEMOGRÁFICA DOS CASOS CONFIRMADOS

TOTAL DE CASOS



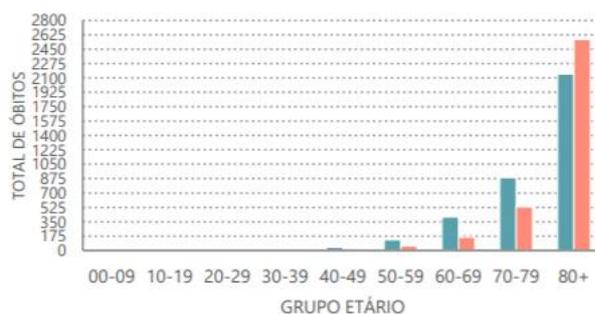
*Nota

Os casos de sexo desconhecido encontram-se sob investigação, uma vez que estes dados não são fornecidos de forma automática.



CARACTERIZAÇÃO DOS ÓBITOS POR COVID-19

TOTAL DE ÓBITOS



Nota metodológica

A 16 de novembro de 2020 houve uma atualização do sistema tecnológico de análise de dados provenientes do SINAVE. Foi atualizado o número cumulativo de casos confirmados e recuperados nessa data.

Dados até dia 31-12-2020 23:59:59

ANEXO 4- ESTUDOS DE MÉTODOS DE REPROCESSAMENTO DE MÁSCARAS CIRÚRGICAS E RESPIRADORES

Estudo RIVM, 2020

Método	Peróxido de hidrogénio vaporizado
	STERRAD NX100
Parâmetros do equipamento	<ul style="list-style-type: none">• Ciclo expresso: Esterilização a gás de baixa pressão com peróxido de hidrogénio vaporizado• Temperatura da câmara: < 55 °C• Concentração do peróxido de hidrogénio: 26,1 mg/L• Tempo de exposição ao esterilizante: 6 minutos• Dose total de 157 mg/L × tempo de exposição 24 min
	PFF2 (3M)
Máscara/Respirador- Método de teste /Desfecho avaliado	<ul style="list-style-type: none">• Teste de ajuste com cloreto de sódio para vazamento totalmente para dentro, após cada ciclo de reprocessamento
Limitações/Considerações	<ul style="list-style-type: none">• Não deve ser usado com nenhum material que contenha celulose• Respiradores com sujidade não foram usados neste estudo.• A validade de respiradores reprocessados não foi determinada
Conclusão pertinente do estudo	A eficácia de filtração para um respirador não utilizado é mantida após 2 ciclos de esterilização

Estudo de Bergman et al, 2010

Método	Peróxido de hidrogénio vaporizado
Parâmetros do equipamento	<p>Serviço de Descontaminação Biológica de Ambientes (RBDS™, BIOQUELL UK Ltd, Andover, Reino Unido)</p> <ul style="list-style-type: none">• Gerador de peróxido de hidrogénio Clarus®R utilizando H₂O₂ a 30 % + unidade de arejamento Clarus R20• O Clarus®R foi colocado numa sala de 64 m²• Foram monitorizadas a concentração de peróxido de hidrogénio, a temperatura e a humidade relativa dentro da sala: concentração da sala= 8 g/ m³, tempo total de cada ciclo de 125 min• Após a exposição, a humidade de arejamento Clarus R20 funcionou durante a noite dentro da sala para converter de forma catalítica o peróxido de hidrogénio em oxigénio e vapor de água.
Máscara/Respirador	N95 (seis modelos)
Método de teste / Desfecho avaliado	<ul style="list-style-type: none">• O estudo avaliou a aparência física, odor e desempenho da filtração em laboratório• Teste de ajuste automático 8130 (NaCl aerossolizado)• Resistência do fluxo de ar no filtro <p>Grupo de controlo: 3 submersões em água não ionizada por 4 horas</p>
Limitações/ Considerações	<p>Não deve ser usado com nenhum material que contenha celulose</p> <p>Respiradores com sujidade não foram usados neste estudo.</p> <p>A validade de respiradores reprocessados não foi determinada</p>
Conclusão pertinente do estudo	<p>Os grupos de controlo e de tratamento de descontaminação apresentaram uma percentagem média de penetração inferior a 4,01 %, semelhante aos níveis de penetração encontrados nos não tratados</p>

Estudo de Viscusi et al, 2009

Método	Gás em plasma de peróxido de hidrogénio
Parâmetros do equipamento	<ul style="list-style-type: none">• Esterilizador de gás plasma STERRAD 100S, ciclo padrão de 55 minutos
Máscara/Respirador	N95 e P100
Método de teste / Desfecho avaliado	O kit <i>Automated Filter Tester</i> foi usado para medir a penetração inicial de aerossóis do filtro, após descontaminação
Limitações/ Considerações	<ul style="list-style-type: none">• Não deve ser usado com nenhum material que contenha celuloses.• Ciclo de esterilização padronizado realizado em instalações comerciais, não pelo pesquisador principal.• Caso haja algodão presente nas tiras elásticas ou camadas da máscara, pode haver a absorção do peróxido de hidrogénio, fazendo com que o ciclo do STERRAD acabe devido à baixa concentração de vapor de peróxido de hidrogénio.• Respiradores com sujidade não foram usados neste estudo.
Conclusão pertinente do estudo	Não afetou significativamente a penetração dos aerossóis ou a resistência do fluxo de ar no filtro.

Estudo de Batelle, 2016

Método	Peróxido de hidrogénio vaporizado
Parâmetros do equipamento	<ul style="list-style-type: none">• Gerador de vapor de peróxido de hidrogénio: Bioquell Clarus C• O gerador foi usado em câmara fechada construída para a experiência• Ciclo: fase de condicionamento de 10 min, fase de gasificação de 20 min a 2 g/min, fase de espera de 0,5

	g/min, fase de aeração de 300 min. Duração total do ciclo de 480 min (8 h)
Máscara/Respirador	N95 (3M)
Método de teste / Desfecho avaliado	<ul style="list-style-type: none"> Eficácia de descontaminação após inoculação de gotículas com <i>Geobacillus stearothermophilus</i> 50 ciclos repetidos de inoculação com aerossol/descontaminação
Limitações/ Considerações	<ul style="list-style-type: none"> Notou-se certa degradação das tiras elásticas do respirador após 30 ciclos
Conclusão pertinente do estudo	<ul style="list-style-type: none"> O estudo mostrou que o desempenho do FFR N95 (respirador) continuou a exceder 95 % de eficiência após 50 ciclos repetidos de inoculação e descontaminação. A abordagem permitiu descontaminação de 50 respiradores simultaneamente.

Estudo de Bergman et al, 2010

Método	Gás plasma de peróxido de hidrogénio
Parâmetros do equipamento	<ul style="list-style-type: none"> 3 ciclos Esterilizador de gás plasma de H₂O₂ STERRAD® 100S (<i>Advanced Sterilization Products</i>, Irvine, Califórnia, EUA) Peróxido de hidrogénio a 59 % Tempo de ciclo ~ 55 min (ciclo curto); 45 °C-50 °C. As amostras foram embaladas em bolsas de esterilização de polipropileno-polietileno com termo selagem Steris Vis-U-Tyvek®
Máscara/Respirador	N95 (seis modelos)
Método de teste / Desfecho avaliado	<ul style="list-style-type: none"> O estudo avaliou a aparência física, odor e desempenho da filtração em laboratório Teste de ajuste automatizado 8130 (NaCl aerossolizado)

	<ul style="list-style-type: none"> • Resistência do fluxo de ar no filtro • Grupo controle: 3 submersão em água desionizada por 4 horas.
Limitações/ Considerações	<ul style="list-style-type: none"> • Os danos físicos variaram com o método de tratamento. • Sem mudanças físicas observáveis
Conclusão pertinente do estudo	<ul style="list-style-type: none"> • Após 3 ciclos de tratamento os níveis médios de penetração foram superiores a 5 % para quatro dos seis modelos de FFR, o que foi maior que para outros métodos e o grupo de controle.

Estudo de Viscusi et al, 2009

Método	Óxido de etileno
Parâmetros do equipamento	<ul style="list-style-type: none"> • Esterilizador Steri-Vac 5 XL 55 °C • Concentração do óxido a 725 mg/L • 1 hora de exposição ao gás a 100 % • Aeração por 4 horas
Máscara/Respirador	N95 e P100
Método de teste / Desfecho avaliado	<ul style="list-style-type: none"> • Kit Automed Filter Tester (AFT) usado para medir a penetração inicial do aerossol no filtro após contaminação.
Limitações/ Considerações	<ul style="list-style-type: none"> • Ciclo de esterilização padronizado realizado em instalações comercial, não pelo pesquisador principal • 5 horas de ciclo de processador
Conclusão pertinente do estudo	<ul style="list-style-type: none"> • A descontaminação não afetou a penetração do aerossol no filtro, resistência do fluxo de ar no filtro, ou aparência física das máscaras neste estudo

Estudo de Furuhashi, 1978

Método	Óxido de etileno
Parâmetros do equipamento	<ul style="list-style-type: none">• Concentração de gás de 800 mg/L 60 °C• Humidade relativa 55 %• 4 horas de esterilização, 1 hora de aeração
Máscara/Respirador	Máscara cirúrgica (2 máscaras comerciais de tecido não-tecido, 3 máscaras de algodão-2 camadas; 1 máscara de gaze)
Método de teste / Desfecho avaliado	<ul style="list-style-type: none">• A percentagem de eficiência de filtração bacteriológica foi medida para aerossol de bactérias (<i>Staphylococcus aureus</i> e <i>Serratia marcescens</i>)
Limitações/ Considerações	<ul style="list-style-type: none">• Ciclo de esterilização padronizado realizado em instalações comerciais, não pelo pesquisador principal• 5 horas de ciclo de processamento
Conclusão pertinente do estudo	<ul style="list-style-type: none">• Máscaras sintéticas de tecido não-tecido demonstraram maior eficiência de filtração bacteriológica que máscaras de algodão ou gaze• Não houve diferença na eficiência de filtração bacteriológica após a esterilização de máscaras cirúrgicas de tecido não-tecido

Estudo de Bergman et al, 2010

Método	Óxido de etileno
Parâmetros do equipamento	<ul style="list-style-type: none">• Amsco®Eagle® 3017• Esterilizador/aerador com óxido de etileno a 100%• 55 °C; 1 hora de exposição (736,4 mg/L) seguida de 12 horas de aeração.• As amostras foram embaladas em bolsas de polipropileno-polietileno Steris Vis-U-Tyvek®
Máscara/Respirador	N95 (seis modelos)

Método de teste / Desfecho avaliado	<ul style="list-style-type: none"> • O estudo avaliou a aparência física, odor e desempenho da filtração em laboratório • Teste de ajuste automatizado 8130 (NaCl aerossolizado) • Resistência do fluxo de ar no filtro • Grupo controle: 3 submersão em água desionizada por 4 horas.
Limitações/ Considerações	<ul style="list-style-type: none"> • Sem mudanças físicas observáveis
Conclusão pertinente do estudo	<ul style="list-style-type: none"> • Os grupos de controlo e de tratamento de descontaminação apresentaram % média de penetração (P) inferior a 4,01 %, semelhante aos níveis de penetração encontrados nas não tratadas.

Estudo de Vo et al, 2009

Método	Irradiação Ultravioleta
Parâmetros do equipamento	<ul style="list-style-type: none"> • SterilGARD III modelo SG403A • Lâmpada de arco de mercúrio de baixa pressão (5,5 mg; tipo de lâmpada: TUV 36TS 4P SE; voltagem: 94 V; Potência: 40 W; comprimento de onda: 253,7 nm) • Tempo de irradiação de 5 horas: Baixa: 4,32-5,76 J/cm²; Alta: >7,20 J/ cm².
Máscara/Respirador	N95 (Honeywell)
Método de teste / Desfecho avaliado	<ul style="list-style-type: none"> • Máscaras de respiradores carregadas uniformemente com gotículas do bacteriófago MS2 nebulizadas, geradas com nebulizador Collison de 6 jatos. • Foram recortados retalhos das máscaras dos respiradores para deteção viral.

Limitações/ Considerações	<ul style="list-style-type: none"> • O autor menciona a potencial limitação dos plissados ou pregas do respirador para penetração da luz UV • Eficácia demonstrada somente para descontaminação de um único vírus (MS2) no estudo.
Conclusão pertinente do estudo	<ul style="list-style-type: none"> • Irradiação com baixas doses de UV resultou em reduções de 3,00 a 3,16 logs • A irradiação com altas doses de UV resultou em nenhum vírus MS2 detectado neste estudo.

Estudo de Viscusi et al, 2009

Método	Irradiação Ultravioleta
Parâmetros do equipamento	<ul style="list-style-type: none"> • Cabine de fluxo laminar Sterilgard III equipado com luz UV-C de 40 W (intensidade medida experimentalmente para variar entre 0,18 e 0,20 mW/ cm²). • Exposição de 15 minutos em cada lado (exterior e interior) • Doses finais: exposição a 176-181 mJ/cm² em cada lado do FFR.
Máscara/Respirador	9 respiradores FFR Modelo 8130
Método de teste / Desfecho avaliado	<ul style="list-style-type: none"> • O kit para teste Automed Filter Tester foi usado para medir a penetração de aerossol inicial do filtro após descontaminação, resistência do fluxo de ar no filtro ou aparência física.
Limitações/ Considerações	<ul style="list-style-type: none"> • Limitado pela área de superfície de trabalho disponível em uma cabine de segurança biológica equipada com fonte de UV-C ou outra área por uma fonte UV.
Conclusão pertinente do estudo	<ul style="list-style-type: none"> • O tratamento não afetou a penetração do aerossol no filtro, a resistência do fluxo de ar no filtro, ou aparência física dos FFRs.

Estudo de Lore et al, 2012

Método	Irradiação Ultravioleta
Parâmetros do equipamento	<ul style="list-style-type: none">• Lâmpada UV-C de 15 W (comprimento de onda de 254 nm)• Altura de 25 cm acima da superfície de trabalho da cabine• Faixa de irradiação: 1,6 a 2,2 mW/cm²• 15 min de exposição no painel externo do respirador• Dose final: 1,8 J/ cm²
Máscara/Respirador	N95 (3M)
Método de teste / Desfecho avaliado	<ul style="list-style-type: none">• Reação em cadeia da polimerase quantitativa em tempo real (qRT-PCR) para eficiência de descontaminação do vírus H5N1• Penetração do NaCl com tamanho de partícula 0,3 µm
Limitações/ Considerações	<ul style="list-style-type: none">• O estudo não examinou o efeito da descontaminação sobre as tiras ou arame nasal dos dois respiradores
Conclusão pertinente do estudo	<ul style="list-style-type: none">• O qRT-PCR indicou que a descontaminação resultou em níveis mais baixos de RNA viral detetável quando comparada aos outros dois métodos (vapor gerado por microondas e calor húmido)• A eficiência de filtração foi mantida com menos de 5% de penetração de NaCl.

Estudo de Heimbuch et al, 2011

Método	Irradiação Ultravioleta
Parâmetros do equipamento	<ul style="list-style-type: none">• Uma lâmpada UV-C de 80 W e 120 cm (comprimento de onda de 254 nm) foi ajustada a uma altura de 25 cm.• A faixa UV à qual o FFR foi exposto variou de 1,6 mW/ cm² a 2,2 mW/ cm²; Duração de 15 min• Dose final: 1,8 J/ cm²

Máscara/Respirador	N95
Método de teste / Desfecho avaliado	<ul style="list-style-type: none"> • H1N1, aplicado em laboratório, foi adicionado à superfície externa do respirador. Foram recortados retalhos circulares e colocados num meio para detetar H1N1 viável usando DICT50
Limitações/ Considerações	<ul style="list-style-type: none"> • Duas instâncias em que o vírus viável foi recuperado no estudo podem ser possivelmente atribuídas à proteção da máscara. • Os autores observam que existem centenas de modelos de FFR, mas apenas 6 foram testados no estudo; os outros FFR podem ter um desempenho diferente • Eficácia demonstrada para descontaminação de um único vírus (H1N1)
Conclusão pertinente do estudo	<ul style="list-style-type: none"> • Redução logarítmica média de 4,69, vírus reduzido a valores abaixo do limite de deteção sem sinais evidentes de deterioração ou deformação

Estudo de Bergman et al, 2011

Método	Irradiação Ultravioleta
Parâmetros do equipamento	<ul style="list-style-type: none"> • Os FFRs foram colocados num suporte de laboratório dentro de uma cabine de fluxo laminar Sterilgard III equipada com lâmpada UV-C de 40W. • Intensidade de 1,8 mW/ cm² medida através do radiómetro digital UVX com sensor modelo UVX-25 (filtro de 254 nm) • 15 min de exposição no lado externo do FFR • Dose final: 1,6 a 2, 0 1,8 mW/ cm²
Máscara/Respirador	N95 cirúrgico: 3M 1860, 3M 1870, KC PFR95- 270 (46767)

Método de teste / Desfecho avaliado	<ul style="list-style-type: none"> • O vazamento relativo ao ajuste do respirador e vedação facial foi medido em 10 participantes usando o kit para teste de ajuste PORTACOUNT® Plus Modelo 8020A com um acessório N95 Companion™ Modelo 8095
Limitações/ Considerações	<ul style="list-style-type: none"> • O estudo usou um protocolo abreviado para teste de ajuste, somente 3 modelos de FFR, e um pequeno grupo (n=10) de participantes para o teste de cada modelo de FFR. • Os participantes usaram os FFRs por um período de teste total mais curto de 5 min (incluindo período de aclimatização de 3 min) usando o protocolo modificado do protocolo padrão aceite pela OSHA (12 min)
Conclusão pertinente do estudo	<ul style="list-style-type: none"> • O ajuste do respirador foi mantido por três ciclos de descontaminação alternados com quatro ciclos de parametrização • O valor do vazamento da vedação facial foi mantido abaixo de 1%

Estudo de Mills et al, 2018

Método	Irradiação Ultravioleta
Parâmetros do equipamento	<ul style="list-style-type: none"> • Dispositivo UV, feito de alumínio polido, com extensão em túnel • Oito lâmpadas UV-C de 254 nm, irradiação de 0,39 mW/cm² a 1 m para uma dose UV de 1 J/cm² durante 1 min. • Um rack móvel de fio de aço foi usado para posicionar o FFR durante o tratamento UV. • Sistema de circulação de ar com ventiladores de alto fluxo

	<ul style="list-style-type: none"> Dose de UV média por FFR de $1,1 \pm 0,1 \text{ J/ cm}^2$, temperatura média de $21 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$, humidade relativa média $48 \pm 6\%$ dentro do dispositivo UV.
Máscara/Respirador	N95 (3M, Alpha Protech, Gerson, Kimberly&Clark Moldex, Precept Prestige Ameritech, Sperian, U.S.Safety)
Método de teste / Desfecho avaliado	<ul style="list-style-type: none"> O estudo contaminou artificialmente os respiradores N95 com H1N1 e gordura cutânea, a máscara foi recordada posteriormente para deteção viral.
Limitações/ Considerações	<ul style="list-style-type: none"> O estudo foi conduzido em níveis cem vezes maiores que os níveis teóricos mais altos de contaminação viral em respiradores.
Conclusão pertinente do estudo	<ul style="list-style-type: none"> A redução logarítmica média variou de 1,25- 2,64 DICT50 para tiras elásticas contaminadas com gordura

Estudo de Lindsley et al, 2015

Método	Irradiação Ultravioleta
Parâmetros do equipamento	<ul style="list-style-type: none"> Luz UV com comprimento de onda de 254 nm (UV-C) Duas lâmpadas UV-C-T-150 de 254 nm e 15 W colocadas numa caixa refletiva revestida com feltro preto Doses UV de 120-950 J/ cm^2 (retalhos de máscaras) e 590-2360 J/ cm^2 (tiras elásticas)
Máscara/Respirador	Quatro modelos de N95 (3M, Gerson, Middleboro, Kimberley&Clark)
Método de teste / Desfecho avaliado	<ul style="list-style-type: none"> Foram cortadas duas tiras de 37 mm dos retalhos Determinou-se a penetração e resistência de fluxo no filtro antes e depois da exposição UV.
Limitações/ Considerações	<ul style="list-style-type: none"> O estudo encontrou diferenças drásticas na resistência à rutura dos materiais das camadas que compõem os respiradores

	<ul style="list-style-type: none"> • O estudo testou apenas o exterior dos respiradores, mas estimou que seria necessária uma dose alta de UV para penetrar nas camadas mais internas e seria necessário testar especificamente o respirador usado.
Conclusão pertinente do estudo	<ul style="list-style-type: none"> • A exposição a raio UV levou a um pequeno aumento na penetração de partículas (1,25 %) em doses UV de 120-950 J/ cm² com pouco ou nenhum efeito na resistência do fluxo. • Houve certa degradação das tiras elásticas usadas nos diferentes respiradores quando expostas a níveis mais altos de UV.

Estudo de Heimbuch, 2019

Método	Irradiação Ultravioleta
Parâmetros do equipamento	<ul style="list-style-type: none"> • Luz UV de 20 W Mineralight® XX-20S • Dose média UV de 4,2 ± 0,0 mW/ cm² • Dose UVGI efetiva de 1x10⁶ µJ/ cm²
Máscara/Respirador	N95 (15 modelos)
Método de teste / Desfecho avaliado	<ul style="list-style-type: none"> • Presença de saliva artificial e gordura cutânea artificial • Dose infetante (MERS-CoV, SARS-CoV-1) em cultura de tecido 50 % por mL (DICT50)
Limitações/ Considerações	<ul style="list-style-type: none"> • Na presença de sujidade em respiradores N95, a descontaminação pode ser efetiva, mas depende do tipo de material. • O formato dos respiradores, o material de que são feitos e a dose de luz UV podem afetar significativamente a eficiência da descontaminação
Conclusão pertinente do estudo	<ul style="list-style-type: none"> • A dose UV de 1 J/ cm² é a dose mínima para desinfecção máxima.

- Até 20 ciclos de tratamento UV não alterou o ajuste, resistência do fluxo de ar ou partículas

Estudo de Bergman et al, 2010

Método	Irradiação Ultravioleta
Parâmetros do equipamento	<ul style="list-style-type: none"> • Luz UV (UV-C, 254 nm, 40 W), Modelo XX-40S. • Exposição de 45 min a uma intensidade de 1,8 mW/ cm²
Máscara/Respirador	N95 (6 modelos)
Método de teste / Desfecho avaliado	<ul style="list-style-type: none"> • O estudo avaliou a aparência física, odor e desempenho da filtração em laboratório • Teste de ajuste automático 8130 (NaCl aerossolizado) • Resistência do fluxo de ar no filtro
Limitações/ Considerações	<ul style="list-style-type: none"> • Sem mudanças físicas observáveis.
Conclusão pertinente do estudo	<ul style="list-style-type: none"> • Grupo de controlo e de tratamento de descontaminação tiveram P média de 4,01 %, semelhante aos níveis de penetração encontrados nos não tratados

Estudo de Viscusi et al, 2011

Método	Irradiação Ultravioleta
Parâmetros do equipamento	<ul style="list-style-type: none"> • Cabine de fluxo Sterigard equipada com lâmpada UV-C de 40 W, intensidade de 1,8 mW/ cm², 245 nm • Exposição de 30 min (15 min de cada lado do FFR)
Máscara/Respirador	FFR (6 modelos, 3M, Moldex, Kimberley Clark)
Método de teste / Desfecho avaliado	<ul style="list-style-type: none"> • Fase 1: teste de ajuste para identificação do fator de ajuste • Fase 2: Examinados fisicamente quanto à degradação e odor

	<ul style="list-style-type: none"> • Procedimento de teste de ajuste para múltiplos parâmetros inclusive para a qualidade do arame nasal, 10 participantes x 6 modelos de FFR x 4 tratamentos
Limitações/ Considerações	<ul style="list-style-type: none"> • Cada modelo FFR é construído de um jeito, o que pode afetar o impacto da descontaminação sobre eles • Sem dano físico • Um participante relatou odor forte • O <i>multidonning fit factor</i>, MDFF, foi mais baixo que o do controlo, dependendo do modelo
Conclusão pertinente do estudo	<ul style="list-style-type: none"> • Não houve alterações significativas no ajuste, detecção de odor, conforto ou degradação de nenhum dos seis modelos.

Estudo de Bergman et al, 2010

Método	Incubação em calor húmido
Parâmetros do equipamento	<ul style="list-style-type: none"> • Incubadora de laboratório Caron modelo 6010 • Incubação por 30 minutos a 60°C, humidade relativa de 80 %. • Após a primeira incubação, as amostras foram removidas da incubadora e secas ao ar livre de um dia para o outro. Após a segunda e terceira incubações, as amostras foram removidas da incubadora e secadas ao ar por 30 minutos com a ajuda de um ventilador.
Máscara/Respirador	N95 (6 modelos)
Método de teste / Desfecho avaliado	<ul style="list-style-type: none"> • O estudo avaliou a aparência física, odor e desempenho da filtração em laboratório • Teste de vedação automatizado 8130 (NaCl aerossolizado) • Resistência do fluxo de ar no filtro

	<ul style="list-style-type: none"> • Grupo de controlo: 3 x submersão em água desionizada por 4 horas.
Limitações/ Considerações	<ul style="list-style-type: none"> • Algumas amostras sofreram separação parcial da espuma interna nasal do FFR • Possíveis faíscas durante o aquecimento por microondas, causadas pelas bandas nasais metálicas do FFR.
Conclusão pertinente do estudo	<ul style="list-style-type: none"> • Grupo de controlo e de descontaminação tiveram P média de 4,01 %, semelhante aos níveis de penetração encontrados nos não tratados

Estudo de Bergman et al, 2011

Método	Incubação em calor húmido
Parâmetros do equipamento	<ul style="list-style-type: none"> • Incubação por 15 min a 60 °C (limite superior de temperatura). • Humidade relativa de 80 % numa incubadora de laboratório Caron modelo 6010
Máscara/Respirador	<ul style="list-style-type: none"> • N95 cirúrgico (resistência N95 a fluidos): 3M 1860, 3M 1870, KC PFR95-270 (46767)
Método de teste / Desfecho avaliado	<ul style="list-style-type: none"> • O vazamento relativo ao ajuste do respirador e vedação facial foi medido em 10 participantes usando um kit para teste de ajuste PORTACOUNT® Plus Modelo 8020A com um acessório N95 Companion™ Modelo 8095
Limitações/ Considerações	<ul style="list-style-type: none"> • O estudo usou um protocolo abreviado para ajuste, somente 3 modelos de FFR e um pequeno grupo (n=10) de participantes para o teste de cada modelo de FFR. • Os participantes usaram os FFRs por um período de teste total mais curto de 5 minutos (incluindo período de aclimatização de 3 min) usando o protocolo modificado

	<p>comparado ao protocolo padrão aceite pela OSHA (12 min)</p> <ul style="list-style-type: none"> • O ciclo de descontaminação em calor húmido foi mais curto que no estudo anterior.
Conclusão pertinente do estudo	<ul style="list-style-type: none"> • A discreta separação da espuma nasal interna não foi exacerbada por múltiplos tratamentos com calor húmido em comparação com um único tratamento. • O ajuste do respirador foi mantido por três ciclos de descontaminação em calor húmido, alternados com quatro ciclos de parametrização • O valor de vazamento da vedação facial foi mantido abaixo de 1 %

Estudo de Viscusi et al, 2011

Método	Incubação em calor húmido
Parâmetros do equipamento	<ul style="list-style-type: none"> • Incubadora de laboratório Caron modelo 6010 • 60°C, 30 minutos, humidade relativa de 80%.
Máscara/Respirador	FFR (6 modelos, 3M, Moldex, Kimberley&Clark)
Método de teste / Desfecho avaliado	<ul style="list-style-type: none"> • Fase 1: teste de ajuste para identificação do fator de ajuste • Fase 2: examinados fisicamente quanto a degradação e odor • Procedimento de teste de ajuste para múltiplas parametrizações- arame nasal retomou a posição original- fator de ajuste para múltiplos parâmetros (MDFF) • 10 participantes, 6 modelos, 4 tratamentos • Questionários subjetivos à escala visual analógica padrão
Limitações/ Considerações	<ul style="list-style-type: none"> • Cada modelo FFR é constituído por diferentes materiais, o que pode afetar o impacto da descontaminação sobre eles

	<ul style="list-style-type: none">• Ausência de dano físico ou odor forte• O MDFF foi mais baixo que o do controlo, dependendo do modelo
<i>Conclusão pertinente do estudo</i>	<ul style="list-style-type: none">• Não houve alterações significativas no ajuste, deteção de odor, conforto ou dificuldade parametrização em nenhum dos seis modelos.
