

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE LORENA**

CAROLINE PISCO DEL GRANDE

**Importância dos equipamentos de proteção individual:
do cotidiano da indústria ao cenário de pandemia**

Lorena
2020

CAROLINE PISCO DEL GRANDE

**Importância dos equipamentos de proteção individual:
do cotidiano da indústria ao cenário de pandemia**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
à Escola de Engenharia de Lorena -
Universidade de São Paulo como requisito
parcial para conclusão da Graduação do
curso de Engenharia Química.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Patrícia Caroline
Molgero Da Rós

Lorena
2020

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Automatizado
da Escola de Engenharia de Lorena,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Grande, Caroline Pisco del
Importância dos equipamentos de proteção
individual: do cotidiano da indústria ao cenário de
pandemia / Caroline Pisco del Grande; orientadora
Patrícia Caroline Molgero da Rós. - Lorena, 2020.
50 p.

Monografia apresentada como requisito parcial
para a conclusão de Graduação do Curso de Engenharia
Química - Escola de Engenharia de Lorena da
Universidade de São Paulo. 2020

1. Equipamento de proteção individual. 2. Proteção
química. 3. Proteção biológica. 4. Pandemia. I. Título.
II. Rós, Patrícia Caroline Molgero da, orient.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família, em especial à minha mãe, por todo o suporte e apoio, aos meus amigos, professores e a todos aqueles que contribuíram nesta minha trajetória.

RESUMO

GRANDE, C. P. D. **Importância dos equipamentos de proteção individual: do cotidiano da indústria ao cenário de pandemia.** 2020. 49 p. Monografia (Trabalho de conclusão de curso em Engenharia Química) – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2020.

A indústria moderna é um dos fatores que alimentam a economia mundial, gerando renda e empregando milhões de pessoas. No entanto, o ambiente industrial pode oferecer riscos à saúde dos trabalhadores se não forem criadas estratégias de segurança. Além de infraestrutura e controles de engenharia, a maioria das vezes é necessária a proteção individual de cada colaborador, por meio do uso de equipamentos de proteção individual (EPI). Os EPIs de proteção química e biológica são utilizados numa vasta variedade de indústrias e também se tornam essenciais em atividades relacionadas à área da saúde, onde é necessário proteger não só os trabalhadores, mas todos presentes no ambiente. No presente momento, o mundo vivencia um dos maiores desafios da história: a pandemia de COVID-19. Tornou-se imprescindível a utilização dos EPIs por grande parte da população global, uma vez que ainda não há cura ou tratamento da doença, e a contenção da disseminação depende de contramedidas. Desta forma, neste trabalho foi realizado um estudo utilizando o método de revisão bibliográfica sobre a importância do uso dos equipamentos de proteção individual, tanto no cotidiano das indústrias quanto em um cenário de pandemia, analisando as soluções proporcionadas ao redor do mundo para diminuir o impacto na cadeia de suprimentos dos EPIs. Assim, foi possível constatar os principais EPIs utilizados nas indústrias, com foco em proteção química e biológica, além dos fatores a serem considerados para a implementação e utilização dos mesmos. Pode-se compreender quais foram os principais tipos de equipamentos de proteção individual procurados durante a pandemia e como sua importância foi evidenciada nesse contexto. Ainda, foram apresentadas as soluções criadas por empresas, pesquisadores e instituições para suprir a crise de abastecimento de EPIs gerada como consequência da pandemia.

Palavras-chave: Equipamento de proteção individual; proteção química; proteção biológica; pandemia.

ABSTRACT

GRANDE, C. P. D. **Importance of personal protective equipment: from routine industry to pandemic scenario.** 2020. 49 p. Undergraduate final work in Chemical Engineering – Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, Lorena, 2020.

Modern industry is one of the factors that feeds the world economy, providing revenue and employing millions of people. However, the industrial environment can offer risks to workers health, if safety strategies are not created. In addition to infrastructure and engineering controls, individual protection of each employee is often required through the use of personal protective equipment (PPE). Chemical and biological protection PPE are used in a vast variety of industries and also become essential in healthcare activities, where it is necessary to protect not only workers, but everyone in the environment. At the present time, the world is experiencing one of the greatest challenges in history: the COVID-19 pandemic. The use of PPE it has become essential by a large part of the global population, since there is still no cure or treatment of the disease, and the containment of the dissemination depends on countermeasures. Thus, in this work, a study was conducted using the method of literature review on the importance of the use of personal protective equipment, both in everyday industries and in a pandemic scenario, analyzing the solutions provided around the world to reduce the impact on the supply chain of PPE. Thus, it was possible to see the main PPE used in industries, focusing on chemical and biological protection, and the factors to be considered for their implementation and use. It was possible to understand which were the main types of personal protective equipment searched during the pandemic and how their importance was evidenced in this context. Also, the solutions created by companies, researchers and institutions to supply the PPE offering crisis generated as a consequence of the pandemic increasing demand were presented.

Keywords: Personal protective equipment; chemical protection; biological protection; pandemic.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Evolução histórica dos acidentes em ambiente industrial no Brasil.	11
Figura 2 - Principais agentes causadores de acidentes no trabalho.	12
Figura 3 - Fluxograma dos processos de escolha de um EPI.	23
Figura 4 - ISO 16602: Tipos de proteção para roupas contra agentes químicos.	27
Figura 5 - Fontes de contaminação em ambientes controlados.	29
Figura 6 - Evolução das mortes por COVID-19 em comparação a outras pandemias.	30
Figura 7 - Casos acumulados de COVID-19 no Brasil até meados de novembro.....	32
Figura 8 - Óbitos acumulados devido à COVID-19 no Brasil até meados de novembro...32	
Figura 9 - Agente da saúde vestindo EPIs em surto de Ebola na África.	34
Figura 10 – Curva epidêmica amostral comparando um cenário com e sem precauções. .35	
Figura 11 – Detalhamento do material Tyvek®.	36
Figura 12 – Rolos de Tyvek® 1222 A para produção de EPI.	37
Figura 13 – Respirador descartável PFF2 fabricado pela 3M.	38
Figura 14 – Performance de três máscaras de composições diferentes após simulação de incêndio.....	39

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Segmentos que compõem as atividades da indústria química.	17
Quadro 2 - Principais EPIs utilizados na indústria.	21
Quadro 3 - Níveis de Proteção definidos pela <i>United States Environmental Protection Agency</i> (EPA).	26

LISTA DE SIGLAS

ABIQUM	Associação Brasileira da Indústria Química
ANIMASEG	Associação Nacional da Indústria de Material de Segurança e Proteção ao Trabalho
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
BBC	British Broadcasting Corporation
CLT	Consolidação das Leis do Trabalho
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
CNI	Confederação Nacional da Indústria
COVID-19	Doença de Coronavírus 2019
DNA	Ácido Desoxirribonucleico
EPA	United States Environmental Protection Agency
EPC	Equipamento de Proteção Coletivo
EPI	Equipamento de Proteção Individual
EUA	Estados Unidos da América
FIOCRUZ	Fundação Oswaldo Cruz
FISPQ	Ficha de Informação de Segurança para Produtos Químico
FMUL	Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa
H1N1	Vírus Influenza A
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFBA	Instituto Federal da Bahia
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
INSS	Instituto Nacional do Seguro Social
ISO	International Organization for Standardization
MERS-CoV	Síndrome Respiratória por Coronavírus do Oriente Médio
NR-6	Norma Regulamentadora 6
OMS	Organização Mundial da Saúde
PIB	Produto Interno Bruto
RNA	Ácido Ribonucleico
SARS-CoV	Síndrome Respiratória Aguda Grave Coronavírus
SARS-CoV-2	Síndrome Respiratória Aguda Grave Coronavírus 2
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
UV	Ultra Violeta
UVC	Ultra Violeta C
VH ₂ O ₂	Vapor de peróxido de hidrogênio

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Os cinco primeiros países com os maiores números de casos confirmados de COVID-19 até meados de novembro de 2020.....	31
---	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	METODOLOGIA.....	14
3	DESENVOLVIMENTO.....	15
3.1	Indústria química.....	15
3.1.1	Histórico e definição	15
3.1.2	Riscos da indústria química	18
3.2	Equipamentos de proteção individual.....	19
3.2.1	Histórico.....	19
3.2.2	Caracterização e uso adequado	20
3.2.3	EPI de proteção química	25
3.2.3.1	Níveis de proteção e normativas	25
	3.2.3.1.1 United States Environmental Protection Agency (EPA).....	26
	3.2.3.1.2 International Organization for Standardization (ISO)	27
3.2.4	EPI de proteção biológica	27
3.3	A importância do uso de EPIs em um cenário de pandemia	29
3.3.1	Contexto mundial atual	29
3.3.2	O papel fundamental dos EPIs em casos de pandemia.....	33
3.3.3	O papel fundamental das empresas fabricantes de EPI	35
3.3.4	Busca mundial por soluções para o abastecimento de EPI.....	40
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
5	REFERÊNCIAS.....	45

1 INTRODUÇÃO

A indústria desempenha um importante papel na economia mundial e nacional. De acordo com o Banco Mundial, em 2017, a indústria brasileira ocupou o décimo lugar no ranking dos dez maiores produtores industriais do mundo (CNI, 2020).

Segundo a Confederação Nacional da Indústria (CNI), o termo indústria geral inclui as indústrias extrativa, de transformação, de construção e os serviços industriais de utilidade pública, e representa 20,9% do PIB brasileiro atual. No entanto, a indústria de transformação, definida também pela CNI como sendo responsável pelas transformações físicas, químicas e biológicas de materiais, substâncias e componentes a fim de obter produtos novos, corresponde a 11% do PIB no Brasil. A indústria de maneira geral, é responsável por empregar aproximadamente um quinto da população brasileira (CNI, 2020).

Portanto, a indústria é responsável pela fonte de renda de grande parte da população brasileira. Mas, assim como outros trabalhos, o ambiente industrial oferece riscos à saúde dos colaboradores. Segundo o INSS, 623,8 mil trabalhadores regulares foram acidentados em 2018 na indústria. A figura 1 apresenta a evolução histórica dos acidentes industriais no Brasil (OBSERVATÓRIO DE SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO, 2020).

Figura 1 - Evolução histórica dos acidentes em ambiente industrial no Brasil.



Fonte: Adaptado de Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho (2020).

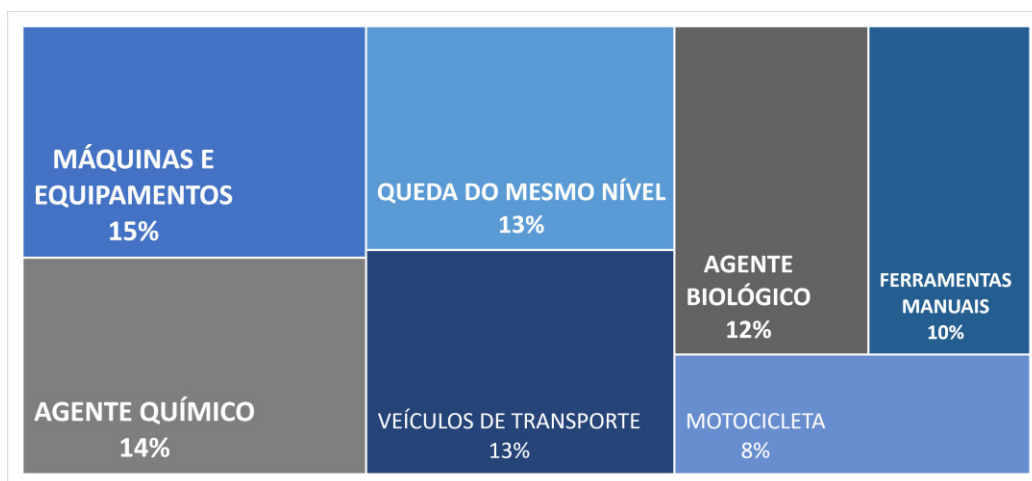
O ambiente de trabalho requer um plano de segurança e saúde aos trabalhadores,

que contenha estratégias de proteção à acidentes, como por exemplo a análise de riscos, que envolve avaliação dos aspectos de segurança e saúde de operações individuais, identificação de perigos em potencial e planejamento de tarefas e operações mais seguras evitando acidentes (MARTIN; WALTERS, 2001).

Uma das medidas de proteção que deve ser implementada no âmbito de trabalho é o uso de equipamentos de proteção individual (EPI), que são vestimentas e acessórios destinados à proteção do corpo e saúde dos colaboradores. Os EPIs não substituem as demais medidas de segurança, como a infraestrutura e os controles de engenharia, sendo assim, um complemento às práticas de segurança ao trabalho. Portanto, os EPIs podem ser considerados a última barreira de proteção aos trabalhadores (MARTIN; WALTERS, 2001).

Segundo o Ministério da Economia e a Secretaria do Trabalho, no período de 2012 a 2018, os agentes químicos e biológicos estiveram entre os cinco principais agentes causadores de acidentes de trabalho no Brasil, de acordo com a figura 2. Esses dados sugerem a importância do uso dos EPIs de proteção química e biológica.

Figura 2 - Principais agentes causadores de acidentes no trabalho.



Fonte: Adaptado de Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho (2020).

Além de serem considerados de extrema importância no ambiente industrial, os EPIs também são imprescindíveis em atividades relacionadas à área da saúde. De acordo com o Ministério da Economia e a Secretaria do Trabalho, as atividades de atendimento hospitalar representaram 9% dos setores de acidente de trabalho, de 2012 a 2018.

Desta forma, a importância dos EPIs no segmento da saúde torna-se ainda mais evidente em situações de pandemia, como é o caso da situação atual que o mundo está enfrentando em virtude da COVID-19. Em dezembro de 2019, foi descoberto em Wuhan, na China, o vírus SARS-CoV-2, causador da doença COVID-19. O vírus espalhou-se rapidamente entre os continentes, e até meados de novembro de 2020 foram detectados 54.973.013 casos confirmados e 1.326.902 mortes no mundo, de acordo com a Universidade Johns Hopkins, em Baltimore nos EUA. A COVID-19 pode causar infecções respiratórias graves e possui alto nível de transmissibilidade (BBC, 2020; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2020).

Ainda não existem medicamentos e vacinas capazes de conter ou curar a COVID-19 (AL-QAHTANI, 2020), o que faz com que os esforços mundiais para controlar a disseminação do vírus sejam contramedidas, como o isolamento social e o uso de EPIs entre a população e principalmente os agentes da saúde. Essa situação fez com que a demanda por EPIs aumentasse drasticamente.

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo analisar e ressaltar a importância do uso dos equipamentos de proteção individual tanto no âmbito industrial, quanto num contexto de pandemia, prezando pela proteção e saúde dos trabalhadores e consequentemente da população como um todo. Além disso, foi realizado um levantamento de dados sobre as alternativas que empresas, instituições e pesquisadores estão buscando para evitar uma possível crise na cadeia de suprimentos de EPIs.

2 METODOLOGIA

Segundo a classificação de Antônio Carlos Gil (2008), o trabalho realizado foi de natureza aplicada, de abordagem qualitativa, objetivos descritivos e o desenvolvimento por método de pesquisa bibliográfica.

Foram utilizados artigos, livros, revistas, normas e reportagens relevantes para o entendimento sobre os aspectos abordados no trabalho, dando ênfase ao uso dos equipamentos de proteção individual e os contextos de pandemia.

Para esta pesquisa foram utilizadas as bases de dados ScienceDirect, Google Scholar e SciELO, além de outras fontes que forneçam informações importantes para o desenvolvimento do trabalho.

A partir das informações coletadas foi realizada uma revisão bibliográfica sobre a indústria química e quais os riscos que os colaboradores estão expostos durante suas atividades de trabalho, a fim de compreender a necessidade e a importância dos equipamentos de proteção individual (EPI). O estudo contemplou uma abordagem geral dos EPIs, com ênfase para as categorias de proteção química e biológica, explicando suas definições e como devem ser utilizados de forma correta para que a saúde dos trabalhadores seja prezada.

A pesquisa abordou também, o conceito de pandemia, mostrando o contexto global e nacional, enfatizando o cenário atual provocado pela COVID-19. Dentro desse contexto, foram abordados os aspectos gerais sobre o vírus, tais como disseminação, contágio, casos confirmados e mortes, para que seja possível compreender a importância do uso dos EPIs também nessa situação. Além disso, foi realizado um levantamento sobre como as empresas, organizações e pesquisadores ao redor do mundo estão procurando soluções para diminuir o impacto de uma possível escassez de EPIs gerada pela pandemia.

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Indústria química

3.1.1 Histórico e definição

As transformações ocorridas nos processos produtivos da segunda metade do século XVIII, na Inglaterra, deram origem à Revolução Industrial, caracterizada como a passagem da manufatura para a maquinofatura, associada à produção em série, em larga escala e destinada a um público desconhecido (CREMASCO, 2015).

Segundo Cremasco (2015, p. 51),

A indústria, de modo geral, pode ser entendida como um conjunto de atividades econômicas, visando à manipulação e a exploração de matérias-primas e fontes energéticas, bem como a transformação de produtos semi acabados em *bens de produção* (ou *de capital*, que são bens intermediários que servem para a produção de outros) ou *de consumo* (bens que atendem diretamente à demanda a médio ou a longo prazos).

O avanço da Revolução Industrial se deu pelo aumento da produção em massa de bens de consumo, como vidro, sabão e têxteis. E foi assim que, no século XIX, a indústria química teve sua origem, a fim de atender a procura por produtos naturais já conhecidos, mas que começaram a tornar-se insuficientes para suprir a nova demanda industrial e os novos padrões de consumo da sociedade. Novos processos industriais, incluindo reações químicas para formação de uma nova substância, separações iônicas, destilações, além de transformações por aquecimento ou por outros tipos de métodos, foram empregados para originar as matérias-primas utilizadas na produção dos bens de consumo (WILLIAN, 2014).

Wongtschowski (2002, p. 8) afirma que o sucesso da indústria química moderna se consolidou devido à combinação da descoberta de novos produtos e materiais por meio de pesquisas e desenvolvimentos em laboratório, e da produção em escala industrial dos mesmos. O autor defende ainda, que essa indústria foi originada a partir de duas fontes distintas:

- a) a indústria química alemã, do século XIX, desenvolvida por químicos a partir da química derivada do carvão, e caracterizada pelos pequeno e médio portes, de produção descontínua;

- b) e a indústria química norte americana, do século XX, desenvolvida por engenheiros químicos, a partir da química derivada do petróleo e caracterizada por unidades de grande porte e de produção contínua.

Desta forma, a indústria química pode ser considerada uma indústria de transformação, também caracterizada como indústria de base ou pesada, em que as matérias-primas são transformadas em produtos intermediários ou que sofreram algum processo inicial de transformação. Há também a indústria de consumo ou leve, quando os produtos finais são bens de consumo, e ainda a indústria de ponta, sendo aquela que finaliza um processo de fabricação em que houve o envolvimento de diversas outras indústrias. (CREMASCO, 2015).

No Brasil, a primeira experiência industrial se deu pela fabricação de açúcar, em 1520, com a instalação dos primeiros engenhos. Quando D. João VI chegou ao país, em 1808, já havia produção de açúcar, aguardente, sabão, medicamentos, barrilha (carbonato de sódio), entre outros compostos. A partir de 1880, o país passou por significativo desenvolvimento industrial, contando com usinas de açúcar, indústria de papel e celulose, moinhos de trigo, cervejaria, fábricas de fósforo e algumas vertentes das indústrias metalmeccânicas. Nessa época, algumas das maiores indústrias químicas conhecidas atualmente começaram a se instalar no Brasil, como a Rhodia Brasileira e a Bayer do Brasil. Esse processo foi acelerado pela Primeira Guerra Mundial, quando o país foi atingido pela falta das matérias-primas importadas, gerando a necessidade de incrementar a produção industrial interna (CREMASCO, 2015; WONGTSCHOWSKI, 2002).

A evolução da indústria química no Brasil foi crescendo gradativamente, e muitas multinacionais se instalaram no país, com objetivo de alcançar o desenvolvimento petroquímico, agroquímico e farmacêutico (WILLIAN, 2014). Desde então, esse setor vem se ampliando no país, e atualmente conta com diversas ramificações, descritas na Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), mencionadas no quadro 1.

Quadro 1 - Segmentos que compõem as atividades da indústria química.

Fabricação de Produtos	Indústrias
Fabricação de produtos químicos inorgânicos	Cloro e álcalis; intermediários para fertilizantes; adubos e fertilizantes; gases industriais; produtos químicos inorgânicos não especificados anteriormente.
Fabricação de produtos químicos orgânicos	Produtos petroquímicos básicos; intermediários para plastificantes; resinas e fibras; produtos químicos orgânicos não especificados anteriormente.
Fabricação de resinas e elastômeros	Resinas termoplásticas; resinas termofixas; elastômeros.
Fabricação de fibras artificiais e sintéticas	Fibras artificiais e sintéticas.
Fabricação de defensivos agrícolas e desinfetantes domissanitários	Defensivos agrícolas; desinfetantes domissanitários.
Fabricação de sabões, detergentes, produtos de limpeza, cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal	Sabões e detergentes sintéticos; produtos de limpeza e polimento; cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal.
Fabricação de tintas, vernizes, esmaltes, lacas e produtos afins	Tintas, vernizes, esmaltes e lacas; tintas de impressão; impermeabilizantes, solventes e produtos afins.
Fabricação de produtos e preparados químicos diversos	Adesivos e selantes; explosivos; aditivos de uso industrial; catalisadores; produtos químicos não especificados anteriormente.
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	Produtos farmoquímicos; medicamentos para uso humano; medicamentos para uso veterinário; preparações farmacêuticas.

Fonte: Adaptado de ABIQUIM (2012) e Cremasco (2015).

Como visto no quadro 1, os produtos químicos podem ser encontrados em quase toda atividade industrial e também em serviços, como os de saúde e de transporte. Segundo dados reportados pelo IBGE, a indústria química representou a terceira maior participação setorial do PIB industrial do Brasil em 2016. Além disso, em 2017, a participação desse setor no PIB total do país foi de 2,4%. Esses dados mostram que a indústria química ocupa uma posição estratégica no Brasil, devido à sua alta contribuição nas atividades econômicas e sua capacidade de geração de trabalho qualificado e de renda (ABIQUIM, 2018), sendo responsável por empregar milhões de brasileiros todos os anos.

3.1.2 Riscos da indústria química

Assim como a atividade industrial teve seu desenvolvimento atrelado aos fatos históricos, a importância dos riscos e acidentes químicos também está diretamente associada à evolução histórica da produção e consumo de substâncias químicas. O aumento das dimensões das plantas industriais, assim como da taxa de produção e das complexidades dos processos, foram gerados pela combinação da alta taxa de competitividade desse setor industrial, do crescimento da economia mundial e do rápido avanço da tecnologia (FREITAS; PORTE; GOMEZ, 1995).

Em 1960, uma planta industrial para craquear nafta, com capacidade de produzir 50.000 toneladas/ano de etileno era considerada de grande porte, enquanto em 1980, a produção desse composto ultrapassou a escala de 1 milhão de toneladas. O transporte e o armazenamento tiveram suas taxas de crescimento tão altas quanto à de produção. A capacidade dos navios petroleiros no pós guerra passou de 40.000 toneladas à 500.000 toneladas e a de armazenamento de gás, de 10.000 m³ à 150.000 m³. No período entre 1950 e 1990, a comercialização mundial de químicos orgânicos cresceu aproximadamente 376%, passando de 63 milhões para 300 milhões. O crescimento das atividades de produção, armazenamento e transporte de substâncias químicas provocou um aumento no número de trabalhadores e comunidades expostos aos seus riscos (FREITAS; PORTE; GOMEZ, 1995).

É necessário considerar todo o ciclo de vida de uma substância química, desde a produção até o destino final, para que seja possível avaliar seus benefícios ou danos, dado que essas substâncias podem ser nocivas à saúde e ao meio ambiente, e até causar incêndios e explosões (FREITAS, 2000).

As substâncias químicas podem provocar vários riscos à saúde se penetradas ou em contato com o corpo, já que a exposição geralmente acontece pelas vias respiratórias, pele ou ingestão. No ambiente industrial, a forma pela qual os trabalhadores estão frequentemente mais expostos à penetração da substância no corpo é a respiração, podendo ocorrer irritação no nariz e garganta, dor e pressão no peito ou até mesmo ocasionar danos ao pulmão. A sílica e o amianto, quando chegam ao pulmão, podem causar silicose e asbestose, doenças graves. O benzeno, quando transportado do sangue até a medula óssea, pode acarretar complicações sérias à saúde. Com relação à pele, os danos podem ser superficiais ou mais profundos, dependendo do tipo de substância e tempo de exposição. As reações mais comuns nesse caso são alergias, inchaços e até queimaduras. Se houver

penetração, a substância pode alcançar a corrente sanguínea, podendo ser nociva aos órgãos. Os olhos também estão expostos e suscetíveis à irritação e corrosão, dependendo da substância química e do tipo de contato. A contaminação por ingestão ocorre geralmente quando o trabalhador faz refeições no local de trabalho ou por práticas inadequadas das atividades, estando vulnerável a ingerir a substância química (FREITAS, 2000).

Diante do exposto, verifica-se que o tipo de risco associado ao trabalhador depende das substâncias químicas utilizadas e das atividades exercidas, e os danos podem variar entre queimaduras, asfixias, alergias, irritações, tonturas, cegueiras, efeitos sistêmicos (comprometendo os sistemas do organismo), câncer, entre outros (FREITAS, 2000).

Desta forma, os riscos em um ambiente industrial podem ser evitados, se as atividades forem exercidas de maneira correta, a estrutura da indústria e seus equipamentos estiverem de acordo com as leis de segurança e os trabalhadores estiverem adequadamente protegidos.

Segundo o Guia Trabalhista (2019, p. 1), durante os processos e atividades industriais os trabalhadores devem estar protegidos pelos equipamentos de proteção individual (EPI) e coletivos (EPC). Os principais EPIs utilizados na grande maioria do segmento industrial são óculos, máscara, capuz, macacão, avental ou jaleco, botas, tampões para o ouvido, luvas, capacete, entre outros. Os EPCs são dispositivos utilizados no ambiente de trabalho, tais como o enclausuramento acústico de fontes de ruído, a ventilação dos locais de trabalho, a proteção de partes móveis de máquinas e equipamentos, a sinalização de segurança, dentre outros (TALTY, 1998).

3.2 Equipamentos de proteção individual

3.2.1 Histórico

Assim como a indústria, os equipamentos de proteção evoluíram rapidamente nos cenários da Revolução Industrial e Primeira Guerra Mundial, quando a demanda industrial estava em alta e a preocupação com a saúde dos trabalhadores marginalizada. Nessa época, os riscos foram evidenciados, gerando conscientização a respeito da proteção da saúde no trabalho (BOTELHO, 2001).

No Brasil, o governo de Getúlio Vargas impulsionou o crescimento industrial. Assim, cresceram também os riscos ocupacionais, incitando a criação do Ministério do

Trabalho, em 1930. A história da evolução dos EPIs está atrelada à evolução do trabalho no Brasil, passando pela criação da Associação Brasileira para Prevenção de Acidentes em 1941 e aprovação da CLT (Consolidação das Leis do Trabalho) em 1943, pela formação do Fundacentro (Portal da Saúde e Segurança do Trabalhador) em 1966, com o objetivo de investir nas pesquisas sobre saúde trabalhista, até a aprovação das normas regulamentadoras (NR) de segurança do trabalho, em 1978 (BOTELHO, 2001).

Alguns dos equipamentos foram desenvolvidos a partir da década de 60, entre eles, a vestimenta antichamas confeccionada com a fibra DuPont™ Nomex®, que foi utilizada a primeira vez em 1965 pela a Marinha americana. As botas de borracha utilizadas atualmente substituíram um calçado de madeira e solado de pneu ou couro, denominado Chanca, que era utilizado para proteção dos pés em áreas quentes até meados de 1960. Na década de 90, empresas brasileiras inovaram o modelo de óculos de segurança conhecido pelo país até o momento, devido à pressão dos preços atrativos e das inovações dos produtos importados. Os óculos, antes de metal ou acetato com lentes de vidro temperado, passaram a ser confeccionados de acordo com as características faciais brasileiras. Já os capacetes atuais tiveram sua origem na era medieval, a partir dos elmos confeccionados em couro, ferro e malha. Essa foi uma das primeiras fontes de estudo de acidentes envolvendo impacto, choques elétricos e fontes de calor (DUPONT, 2019).

3.2.2 Caracterização e uso adequado

De acordo com a Norma Regulamentadora NR-6 (2001, p. 1),

Considera-se Equipamento de Proteção Individual - EPI, todo dispositivo ou produto, de uso individual utilizado pelo trabalhador, destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho.

Os tipos de EPIs a serem utilizados devem ser escolhidos de acordo com as atividades exercidas e com a parte do corpo que necessita de proteção, podendo variar entre:

- a) proteção auditiva: abafadores de ruídos ou protetores auriculares;
- b) proteção respiratória: máscaras, filtros e respiradores (autônomos ou não);
- c) proteção da cabeça: capacetes e capuzes;
- d) proteção de mãos e braços: luvas e mangotes;
- e) proteção de pernas e pés: sapatos, botas e calças;
- f) proteção do tronco: blusões, jaquetas e aventais;

- g) proteção do corpo inteiro: macacões;
- h) proteção contra queda com diferenças de nível: cinturões de altura (GUIA TRABALHISTA, 2019).

Alguns exemplos dos principais tipos de EPIs utilizados na indústria estão expostos no quadro 2.

Quadro 2 - Principais EPIs utilizados na indústria.
(continua)

Exemplos de EPIs	Descrições e Funções
	Macacões de proteção térmica: resistentes a chamas e a altas temperaturas, não derretem nem propiciam combustão do ar. Utilizados por bombeiros, pilotos militares, pilotos de corrida, entre outros.
	Protetor auditivo: protetores auriculares ou abafadores de ruídos, contra níveis de pressão sonora prejudiciais à saúde.
	Macacões de proteção química: proteção contra substâncias químicas. Há vários tipos de macacões, cada um recomendado para uma gama de riscos químicos e atividades diferentes. Utilizados para uma variedade de indústrias, como de petróleo, de papel e celulose, farmacêutica, química, entre outras.
	Aventais de proteção química: proteção contra respingos de substâncias químicas. Utilizados quando o trabalhador está menos exposto ao risco químico do que quando comparado à necessidade de uso de macacão, por exemplo, para manuseio das substâncias.

Quadro 2 - Principais EPIs utilizados na indústria.
(conclusão)

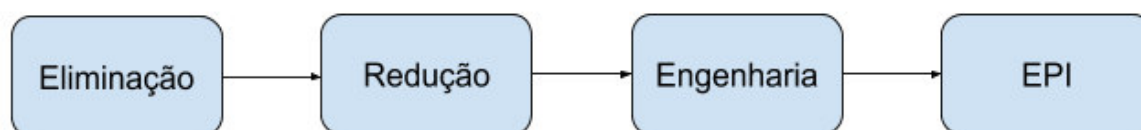
Exemplos de EPIs	Descrições e Funções
	Máscaras/Respiradores: proteção contra exposição a aerossóis, poeiras e névoas, utilizado para preservar as vias respiratórias. Há também os respiradores motorizados, os de tipo linha de ar comprimido e os autônomos.
	Óculos: proteção contra impactos de partículas e respingos, utilizado tanto nas linhas de produção quanto em laboratórios, por exemplo. Também existem os óculos de proteção contra luminosidade e radiação.
	Capacetes: proteção da cabeça contra impactos. Há capacetes que protegem também contra choques elétricos e contra agentes térmicos.
	Luvas: utilizadas para manuseio de substâncias químicas, para atividades envolvendo altas temperaturas ou para manuseio de peças cortantes, entre outros.
	Botas: proteção contra impacto e queda de objetos, objetos cortantes, choques elétricos, altas temperaturas, produtos químicos e agentes abrasivos.
	Cinturões: proteção contra queda em operações com movimentação vertical ou horizontal, necessários para trabalhos em altura.

Fonte: 3M (2020); Bracol (2020); Danny (2020); DuPont (2020); Hércules (2020); NR-6 (2001); Work EPIs (2020).

O uso de EPIs muitas vezes é indispensável para a atividade exercida, no entanto, eles devem ser considerados a última linha de defesa, já que não eliminam nem impedem os riscos. Os equipamentos de proteção individual não substituem os projetos e controles de engenharia, nem as práticas de manutenção e operação, mas é possível determinar sua necessidade a partir de uma linha de raciocínio. Primeiramente, observar se o risco pode

ser removido, caso não possa, é fundamental o uso do EPI. Estudar a possibilidade de redução do risco e, se for possível, há a opção de utilizar um EPI de nível menor de proteção. Por último, analisar a probabilidade de ocorrência do risco, sendo que esta etapa não descarta o uso do EPI mas reduz a chance de acidentes (MARTIN; WALTERS, 2001). As etapas para determinação da necessidade dos EPIs estão expostas na figura 3.

Figura 3 - Fluxograma dos processos de escolha de um EPI.



Fonte: Informação verbal¹.

Martin e Walters (2001, p. 203) afirmam que após confirmada a necessidade dos equipamentos de proteção individual, a seleção dos mesmos deve ser feita levando em consideração seis critérios:

- a) é necessário avaliar o potencial dos riscos em causar danos, fazendo uma análise clara de sua natureza, dos prejuízos que podem causar à saúde do colaborador e da probabilidade de sua ocorrência. Por exemplo, para a utilização de um respirador para proteção contra aspiração de poeira, deve ser considerado o tamanho das partículas de pó e a dimensão dos poros do material do respirador, para que seu uso não seja ineficiente;
- b) o grau de proteção requerida é proporcional ao nível do risco. É imprescindível a adequação à proteção apropriada para a escolha do equipamento. Por exemplo, para selecionar um macacão de proteção química é necessário atentar-se à quais substâncias e compostos essa vestimenta foi testada e aprovada, e verificar se são compatíveis aos riscos a que os trabalhadores estão expostos;
- c) além da proteção, deve-se considerar também a probabilidade e a capacidade do EPI interferir na realização das tarefas do trabalhador. Por exemplo, luvas muito maiores do que as mãos do trabalhador podem diminuir a destreza necessária para determinadas atividades;

¹ Informação fornecida pela empresa DuPont, Barueri, 2019.

- d) é imprescindível a verificação das certificações e testes de cada equipamento, para que seu uso esteja adequado às atividades do colaborador;
- e) a qualidade do equipamento de proteção individual, seu fabricante e material devem ser considerados para uma escolha adequada e segura;
- f) o custo também pode ser um fator importante, mas é necessário avaliar primeiramente a segurança do trabalhador. Por exemplo, se um EPI é utilizado para uma atividade apenas enquanto outra medida de segurança está sendo instalada, pode não haver problema em usar um equipamento de menor custo. Porém, se o EPI for utilizado por tempo indeterminado, deve-se adquirir um produto apropriado e da melhor qualidade.

De acordo com a NR-6 (2001, p. 1),

o equipamento de proteção individual, de fabricação nacional ou importado, só poderá ser posto à venda ou utilizado com a indicação do Certificado de Aprovação - CA, expedido pelo órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho do Ministério do Trabalho e Emprego.

O CA é um documento obtido junto à Secretaria do Trabalho para garantir a qualidade e funcionalidade do EPI. Os certificados são aprovados a partir relatórios de ensaios realizados após testes em laboratórios acreditados pelo INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia) ou em laboratórios certificados internacionalmente. (ANIMASEG, 2020; MINISTÉRIO DA ECONOMIA, 2020).

A NR-6 (2001, p. 1) afirma ainda que:

A empresa é obrigada a fornecer aos empregados, gratuitamente, EPI adequado ao risco, em perfeito estado de conservação e funcionamento, nas seguintes circunstâncias: a) sempre que as medidas de ordem geral não ofereçam completa proteção contra os riscos de acidentes do trabalho ou de doenças profissionais e do trabalho; b) enquanto as medidas de proteção coletiva estiverem sendo implantadas; e, c) para atender a situações de emergência.

Além disso, é imprescindível o treinamento dos trabalhadores sobre a importância do uso dos EPIs, dos riscos a que estão expostos, e também de como utilizar os equipamentos, mantendo-os em bom estado. É aconselhável que reparos mais severos nos equipamentos sejam feitos pelo fabricante (MARTIN; WALTERS, 2001).

Para a implementação e sucesso no uso dos equipamentos deve-se, portanto, analisar todas as condições de trabalho, como período de horas trabalhadas e condições de serviço, conforto e aptidão do colaborador, treinamento, capacitação, supervisão e validade

do EPI ao longo de seu ciclo de vida (tempo em que pode ficar armazenado e ser utilizado) (Informação verbal)².

3.2.3 EPI de proteção química

As substâncias químicas, compostos ou produtos que podem penetrar no organismo do trabalhador são considerados agentes de riscos químicos. A contaminação pode acontecer pela via respiratória, caso haja exposição a gases, poeiras, neblinas e vapores, por contato direto com a pele, ou por ingestão (FIOCRUZ, 2004).

A primeira etapa para a proteção contra os riscos químicos é analisar os seguintes fatores:

- a) relação de toxicidade em comparação ao tempo de exposição;
- b) tabela FISPQ (Ficha de Segurança de Produtos Químicos), que contém informações sobre composição, propriedades químicas, toxicidades, riscos e perigos dos produtos;
- c) concentração e apresentação dos produtos (se estão na forma de gás, líquido, sólido ou vapor);
- d) intensidade do risco de exposição (respingo, aerossol, jato ou gás);
- e) dados de permeação do fabricante do EPI (os equipamentos são submetidos a testes de permeação para diferentes substâncias, compostos e produtos. Assim, é definido para quais deles o EPI é permeável ou não e por quanto tempo) (Informação verbal).³

Após as análises dos riscos, é necessário selecionar o EPI correto. Para as vestimentas de proteção química, considera-se o tecido, tipo de costura, desenho e as classificações de níveis de proteção.

3.2.3.1 Níveis de proteção e normativas

Os níveis de proteção de riscos químicos representam um dos requisitos de escolha das vestimentas e são definidos de acordo com as normas americana e europeia. A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (*United States Environmental Protection Agency* - EPA) estabelece quatro níveis de proteção à químicos tóxicos: A, B, C e D. Já a

² Informação fornecida pela empresa DuPont, Barueri, 2019.

³ Informação oferecida pela empresa DuPont, Barueri, 2019.

norma europeia, pela ISO 16602, define seis níveis de proteção, variando do tipo 1, de maior proteção, ao tipo 6, de menor proteção (MANUAL DE BIOSSEGURANÇA, 2001).

3.2.3.1.1 United States Environmental Protection Agency (EPA)

A EPA classifica os níveis de proteção conforme o grau de exposição do trabalhador e as partes do corpo que necessitam ser protegidas, como detalhado no Quadro 3.

Quadro 3 - Níveis de Proteção definidos pela *United States Environmental Protection Agency* (EPA).

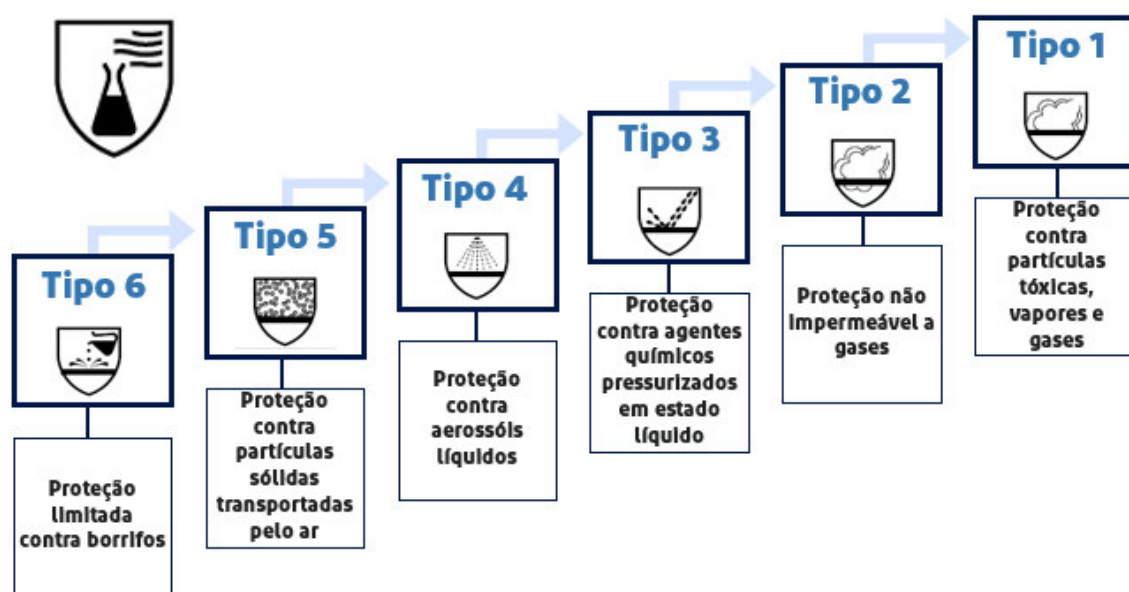
Nível de Proteção	Definição	Caracterização	Exemplo
Nível A	Proteção total à pele, às vias respiratórias e aos olhos. Necessário em ambientes extremamente tóxicos, caracterizando o maior nível de proteção.	O traje deve ser encapsulado e hermético a gases, conter luvas de dupla proteção química, e botas de proteção química. Deve haver proteção facial total por meio de capuz que permita a utilização de tanques de ar autônomo ou suprimento de ar externo que permita manter pressão positiva.	
Nível B	Mesmo nível de proteção respiratória que o Nível A, porém requer menor proteção para a pele. Utilizado em casos de exposição de substâncias que oferecem riscos se inaladas, mas não se em contato com a pele.	Mesmos requisitos que o nível A e proteção respiratória semelhante a esse nível, porém o traje não precisa ser encapsulado.	
Nível C	Nível médio de proteção. Geralmente utilizado quando há probabilidade de contato com líquidos perigosos. Menor nível de proteção às vias respiratórias comparado ao nível B.	Trajes de proteção química contra respingos, botas de proteção química, luvas simples de proteção química e máscara com filtro para produto químico.	
Nível D	Menor nível de proteção para a pele e não é necessário proteção respiratória. Caracteriza ambientes que não possuem riscos tóxicos. É o menor nível de proteção.	Traje específico, é necessário uso de sapato de segurança convencional, óculos de segurança normal luvas de segurança simples e não requer proteção respiratória.	

Fonte: DuPont (2019); Manual de Biossegurança (2001).

3.2.3.1.2 International Organization for Standardization (ISO)

A ISO 16602 (2007) estabelece os requisitos mínimos de classificação de desempenho para roupas de proteção contra produtos químicos, caracterizando-as em tipos, de acordo com a intensidade de risco de exposição, conforme a figura 4.

Figura 4 - ISO 16602: Tipos de proteção para roupas contra agentes químicos.



Fonte: Informação verbal⁴; ISO 16602 (2007).

Esta norma destina-se a oferecer os requisitos mínimos para testes, classificação e rotulagem das vestimentas, além de descrições para métodos de testes referenciados, diretrizes para avaliação de riscos e níveis de desempenho (ISO 16602, 2007).

3.2.4 EPI de proteção biológica

Os processos produtivos em ambientes controlados, tais como os laboratórios farmacêuticos, necessitam de uma barreira adicional à proteção química. Para essa finalidade, tem-se os EPIs de proteção biológica, que apresentam como principal função a proteção à agentes biológicos. Além disso, também oferecem um nível de desprendimento de partículas muito baixo. Dessa forma, são utilizados também pelas indústrias de

⁴ Informação fornecida pela empresa DuPont, Barueri, 2019.

eletrônicos, devido à alta sensibilidade dos aparelhos a qualquer partícula não desejada, que pode afetar suas funcionalidades. (DUPONT, 2019).

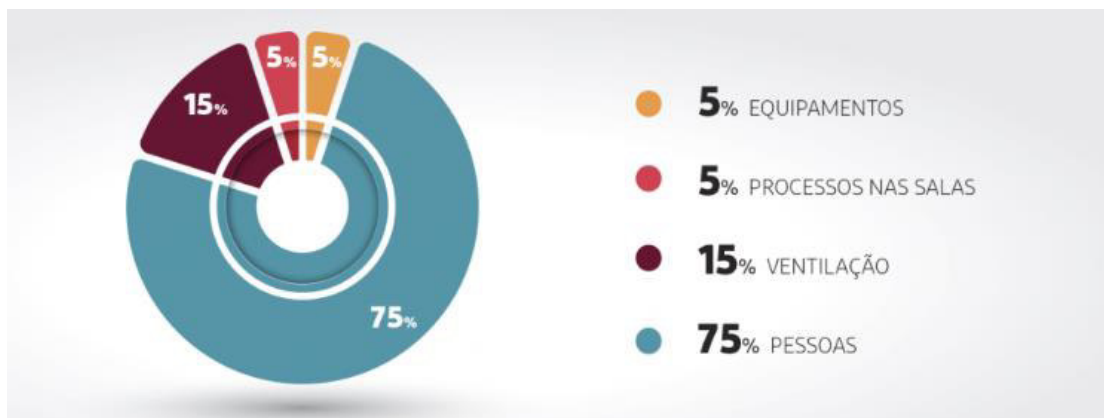
Essa categoria de EPIs é muito utilizada em hospitais, laboratórios e perícias, a fim de evitar acidentes de biossegurança. Quando os riscos apresentados são os agentes biológicos, ou seja, vírus, bactérias, parasitas, protozoários, fungos e bacilos, é necessário conhecer a classe de risco para que seja possível bloquear a disseminação. De acordo com o Ministério da Saúde (2006), as classes de risco dos agentes biológicos no Brasil são:

- a) classe 1: agentes que não possuem capacidade comprovada em causar doenças em homens adultos saudáveis ou animais, e possuem baixo risco individual e para a comunidade;
- b) classe 2: agentes que podem causar doenças no homem ou animais, mas que não representam riscos sérios para a comunidade, meio ambiente, animais e profissionais de laboratório. Possuem risco individual moderado e baixo para a comunidade;
- c) classe 3: agentes que causam doenças graves em humanos e animais, mas possuem medidas terapêuticas e medicamentos como forma de tratamento. Representam risco individual alto e moderado para a comunidade;
- d) classe 4: agentes que causam doenças graves em humanos e animais, altamente patogênicos, não possuem tratamento e propagam-se com facilidade. Geralmente são agentes virais (CARDOSO, 2011; FIOCRUZ, 2020).

Os EPIs empregados para proteção contra riscos biológicos incluem luvas, máscaras, aventais, macacões, respiradores, óculos de proteção, botas, sapatos e capuzes, e geralmente são de uso único e estéreis. Estes são considerados a barreira primária para proteger os trabalhadores, sendo que para que haja o maior nível de proteção possível, é necessário a implementação das barreiras secundárias, que incluem a construção de instalações como sistemas de ventilação e tratamento de ar (FIOCRUZ, 2020).

Apesar da estrutura e a construção serem de extrema importância para um ambiente seguro, as pessoas ainda são a maior fonte de contaminação em um ambiente controlado. Portanto, o uso dos EPIs é imprescindível. A figura 5 mostra os principais vetores de contaminação em ambientes controlados.

Figura 5 - Fontes de contaminação em ambientes controlados.



Fonte: DuPont (2019).

3.3 A importância do uso de EPIs em um cenário de pandemia

3.3.1 Contexto mundial atual

As epidemias acompanham a humanidade desde o início de sua existência, sendo responsáveis pela morte de parte significativa das populações, alterando o crescimento demográfico e muitas vezes, mudando o curso da história (REZENDE, 2009). De acordo com Georges e Nunes (2009, p. 2), “o termo pandemia, como o próprio nome indica, refere-se a uma epidemia com expansão à escala pluricontinental”.

As epidemias e pandemias mais relevantes da história tiveram diferentes agentes, como protozoários, vírus e bactérias. Suas transmissões podem variar entre contato respiratório, contato direto, por objetos ou partículas contaminadas, transmissão vetorial (mosquitos ou carrapatos) ou por fezes (MOURA; ROCHA, 2012). O que elas possuem em comum é a alta capacidade de se alastrarem pelas populações em diversas regiões do mundo, podendo levar milhões de pessoas a morte, despertando uma preocupação maior com a proteção à saúde e com medidas preventivas que bloqueiem a disseminação.

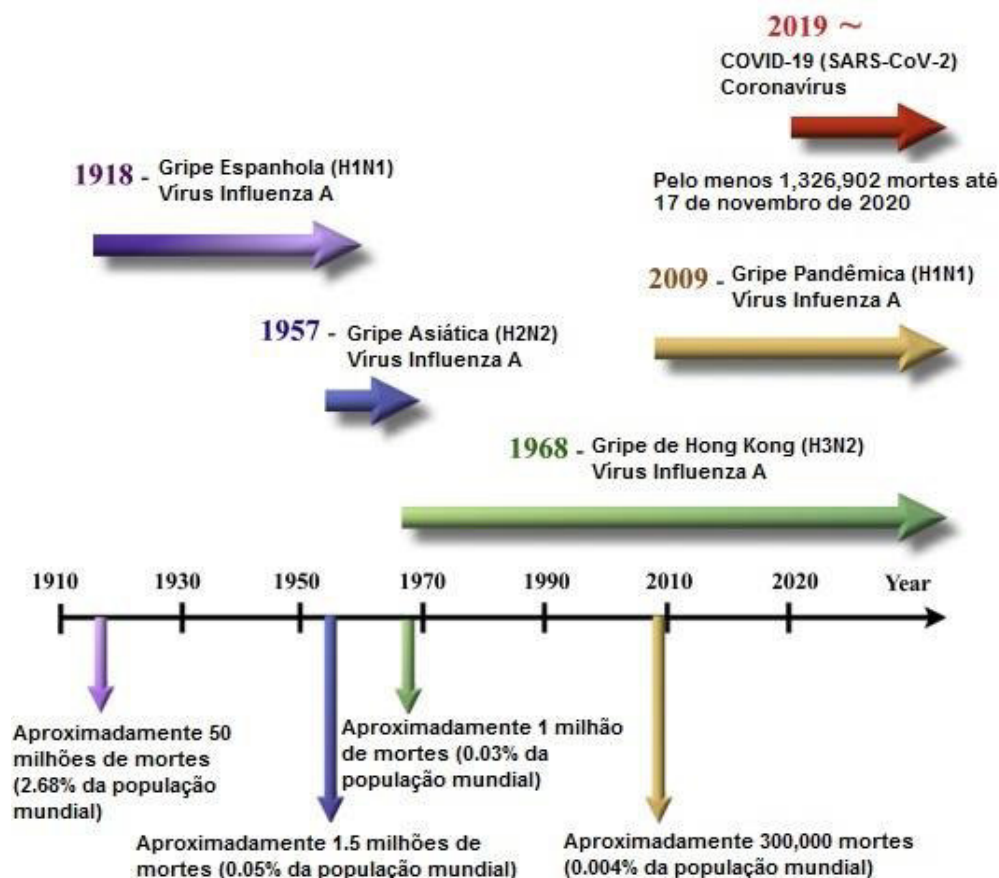
No presente momento, o mundo está vivenciando um dos maiores desafios encontrados na história: a pandemia do coronavírus. Esse vírus, em sua versão atual denominado como COVID-19, tornou-se a quinta pandemia documentada desde a pandemia de gripe de 1918 (LIU; KUO; SHIH, 2020).

O coronavírus, denominado oficialmente como síndrome respiratória aguda grave de coronavírus 2 (SARS-CoV-2), pertence à subfamília de vírus Coronavirinae e se

apresenta como o sétimo da evolução a infectar humanos. Devido à alta homologia de sequência com um coronavírus isolado de morcegos, o SARS-CoV-2 é considerado um coronavírus de origem zoonótica, assim como o SARS-CoV e MERS-CoV, que são da mesma família de coronavírus e apresentam como características pneumonia grave e morte em humanos (ARSHAD ALI et al., 2020; LIU; KUO; SHIH, 2020; FIOCRUZ, 2020).

Os primeiros casos de COVID-19 aconteceram em Wuhan, na China, em dezembro de 2019. O vírus evoluiu por quatro meses e se espalhou rapidamente pelo mundo inteiro caracterizando uma ameaça global. Em 11 de março de 2020 a Organização Mundial da Saúde (OMS) denominou oficialmente o coronavírus como pandemia, após a gripe espanhola em 1918, a gripe asiática em 1957, a gripe de Hong Kong em 1968 e a gripe pandêmica de H1N1 em 2009. Estima-se que essas pandemias tenham levado à óbito 50 milhões, 1,5 milhão, 1 milhão e 300.000 pessoas, respectivamente (LIU; KUO; SHIH, 2020). A figura 6 mostra a evolução das mortes por COVID-19 em comparação a outras pandemias.

Figura 6 - Evolução das mortes por COVID-19 em comparação a outras pandemias.



Fonte: Adaptado de LIU; KUO; SHIH (2020).

A transmissão desse vírus ocorre via gotículas de saliva, espirro, tosse, coriza e objetos contaminados. O quadro clínico varia de infecções assintomáticas a quadros respiratórios graves. Segundo a OMS, a maioria das pessoas infectadas, cerca de 80%, podem ser assintomáticas e cerca de 20% podem necessitar de internação hospitalar devido às complicações respiratórias, sendo que os sintomas variam de um simples resfriado até um quadro respiratório agudo e pneumonia severa (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2020).

Até meados de novembro, o número de casos de COVID-19 atingiu 46.818.512 mundialmente, segundo a Universidade Johns Hopkins. A tabela 1 abaixo demonstra os cinco primeiros países com mais casos, e seus números de óbitos e recuperados.

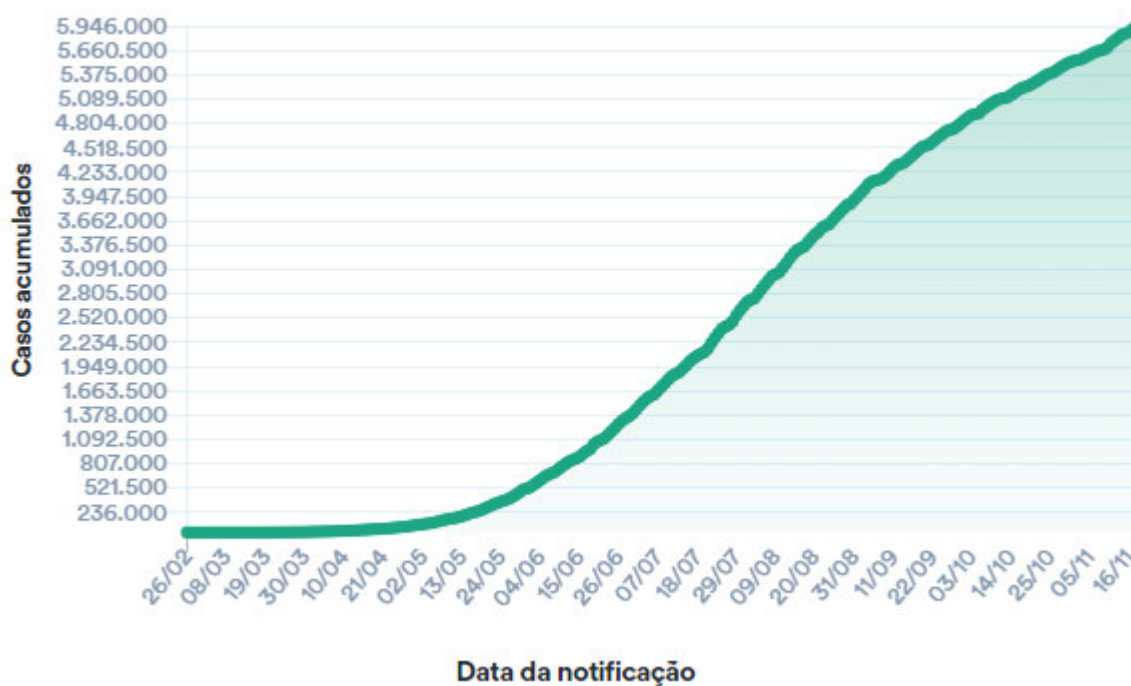
Tabela 1 – Os cinco primeiros países com os maiores números de casos confirmados de COVID-19 até meados de novembro de 2020.

País	Casos confirmados	Número de óbitos	Casos recuperados
Estados Unidos	11.340.563	248.429	7,088,305
Índia	8.845.127	130.070	8.249.579
Brasil	5.911.758	166.699	5.361.592
França	2.036.755	46.273	143.152
Rússia	1.971.013	33.931	1.475.904

Fonte: Universidade Johns Hopkins (2020); Universidade de Washington (2020); Worldometer (2020).

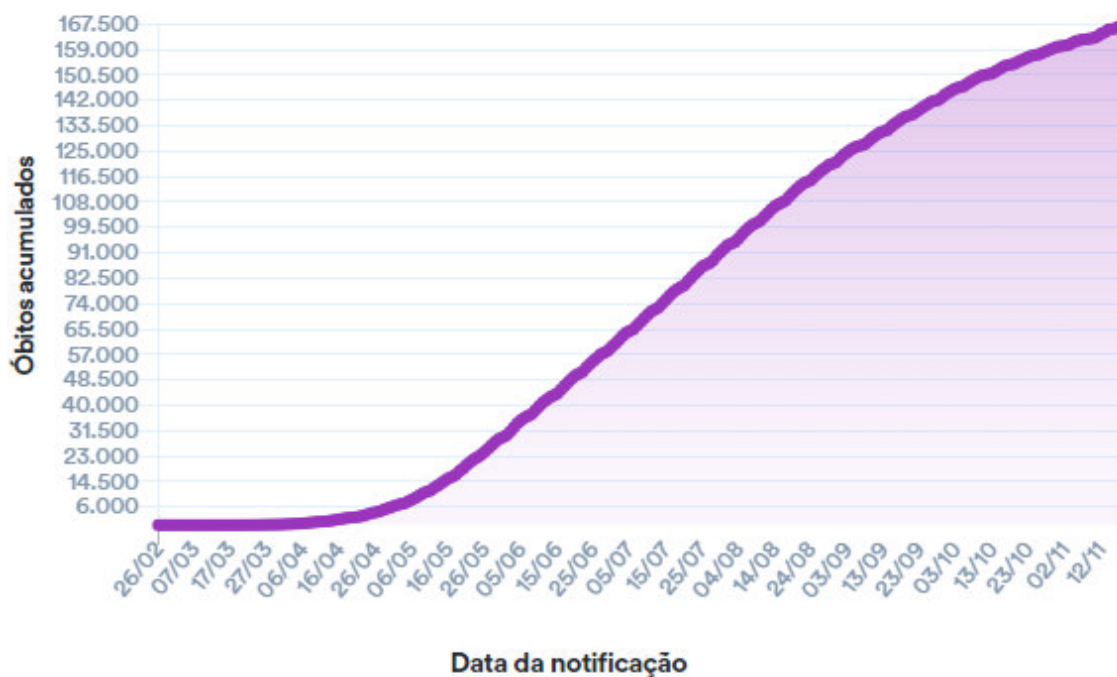
No Brasil, o primeiro caso confirmado de COVID-19 foi registrado no dia 26 de março de 2020. Até meados de novembro, foram estimados 5.911.758 casos confirmados, 166.699 mortes e 5.361.592 de casos recuperados. A figura 7 mostra o gráfico de casos confirmados acumulados de COVID-19 no Brasil e a figura 8, o gráfico de mortes acumuladas, ambos até o dia 17 de novembro de 2020.

Figura 7 - Casos acumulados de COVID-19 no Brasil até meados de novembro.



Fonte: Secretarias Estaduais de Saúde (2020).

Figura 8 - Óbitos acumulados devido à COVID-19 no Brasil até meados de novembro.



Fonte: Secretarias Estaduais de Saúde (2020).

Atualmente, ainda não há tratamento antiviral conhecido para a COVID-19 (AL-QAHTANI, 2020). Existem estudos e pesquisas de vacinas em andamento. De acordo com a OMS, até o momento há 30 projetos de vacinas já em fase clínica (testadas em humanos) e outros 139 em avaliação pré-clínica (estudos em laboratórios ou com animais). Nove desses projetos já estão na última fase de testes em humanos, a chamada fase 3, em que milhões de pessoas estão sendo testadas. Duas dessas finalistas possuem acordo para serem produzidas no Brasil: uma delas desenvolvida pela Universidade de Oxford que será produzida pela Fiocruz, e a outra desenvolvida pela empresa chinesa Sinovac, que será produzida pelo Instituto Butantan (STEVANIM, 2020). Até o momento nenhuma das pesquisas foi finalizada e atualmente os governos mundiais estão trabalhando com medidas preventivas para diminuir a disseminação, como o distanciamento social e uso de EPIs.

3.3.2 O papel fundamental dos EPIs em casos de pandemia

Em uma situação de exposição à agentes infecciosos umas das principais medidas que os profissionais da saúde devem tomar é o uso de EPIs para se protegerem e evitarem que haja disseminação do risco.

O EPI é uma estratégia abrangente de prevenção e controle de infecções. A epidemia de Ebola, por exemplo, em sua última crise na África Ocidental, infectou e matou mais prestadores de serviços de saúde do que qualquer outro surto na história desse vírus. Dado que o Ebola é transmitido principalmente pelo contato direto de membranas mucosas e cortes na pele dos pacientes infectados, foi essencial o uso de EPIs para proteger essas áreas potenciais de infecção dos trabalhadores. É necessário analisar a transmissão dos patógenos e instituir estratégias para proteger os profissionais da saúde e a população contra os riscos biológicos (FISCHER; WEBER; WOHL, 2015). A figura 9 mostra um profissional da saúde utilizando EPIs durante um dos surtos de Ebola na África.

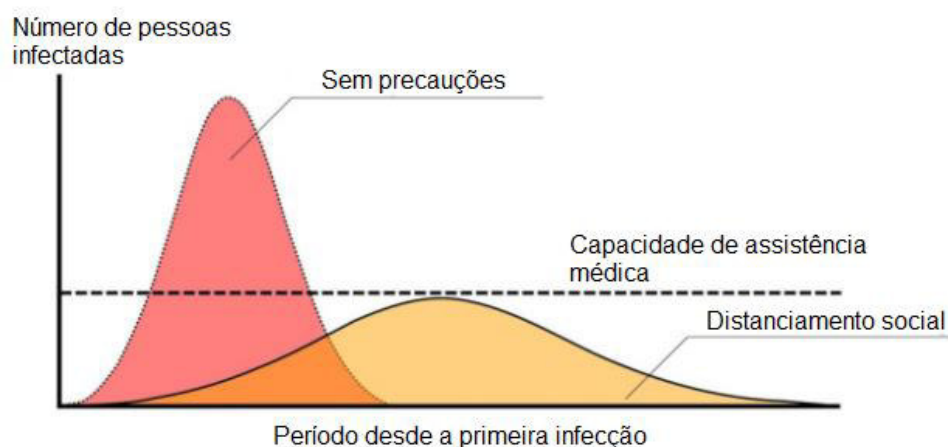
Figura 9 - Agente da saúde vestindo EPIs em surto de Ebola na África.



Fonte: Médicos sem fronteiras (2018).

No contexto atual, a COVID-19 é altamente infecciosa e possui alta taxa de disseminação, caracterizando um grande desafio para a saúde pública mundial. Como não existe vacina eficaz para combater a pandemia até o momento, as contramedidas dependem da prevenção e redução da transmissão do vírus entre a população. Há esforços diários para impedir a contaminação dos trabalhadores que combatem a COVID-19 na linha de frente, atuando em serviços da saúde (ROWAN; LAFHEY, 2020a). Somado a isso, foi recomendado à toda população que utilize máscaras de proteção na tentativa de diminuir o contágio da doença. E ainda, há o uso cotidiano de EPIs nas indústrias, em processos produtivos, como de costume. Ou seja, a demanda mundial por EPIs de proteção química e biológica está muito maior do que normalmente, o que pode ocasionar uma possível escassez desses equipamentos. A figura 10 mostra uma curva epidêmica amostral, com e sem distanciamento social, demonstrando a importância das precauções como distanciamento social e uso de EPI na mitigação dos efeitos da pandemia.

Figura 10 – Curva epidêmica amostral comparando um cenário com e sem precauções.



Fonte: Adaptado de Laffey e Rowan (2020).

Este cenário faz com que haja uma crescente preocupação internacional em relação à cadeia de suprimentos dos EPIs. Diante dessa situação, algumas empresas, instituições e pesquisadores estão em busca de soluções para mitigar, e se possível impedir, a escassez dos equipamentos.

3.3.3 O papel fundamental das empresas fabricantes de EPI

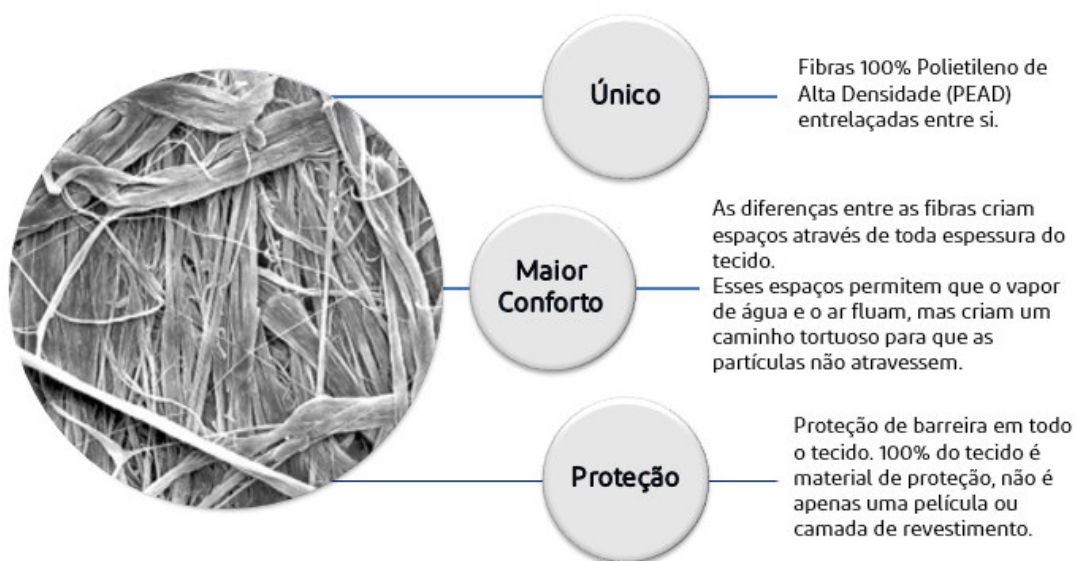
A demanda mundial por EPI aumentou drasticamente desde o início da pandemia de COVID-19 e fez com que as empresas fabricantes dos equipamentos de proteção individual tivessem que se reinventar e modificar seus modelos de negócio e capacidades produtivas, para que conseguissem atender ao mercado.

A DuPont, uma das maiores fabricantes de EPI do mundo e que conta com um portfólio de tecnologias exclusivas para proteção química e biológica, lançou no primeiro semestre de 2020 uma nova solução para contornar o cenário originado pela pandemia. O programa *Tyvek Together* foi criado com a finalidade de aumentar a disponibilidade de EPIs de qualidade no mercado, inovando o modelo de negócios da DuPont (DUPONT, 2020).

O Tyvek®, tecnologia exclusiva da DuPont, é um não tecido versátil feito de fibras finas e contínuas com 100% de polietileno de alta densidade. Produzido a partir do método flash spun de aglutinação por pressão a quente, é um material forte, leve, flexível, não desprende fibras e possui baixíssimo desprendimento de partículas, não se degrada com a

água, produtos químicos, abrasão ou envelhecimento (informação verbal)⁵. Devido à tais características, este material é utilizado na confecção de vestimentas de proteção química e biológica e se caracteriza como uma das marcas mais difundidas no mercado mundial. A figura 11 demonstra o detalhamento do material Tyvek®.

Figura 11 – Detalhamento do material Tyvek®.



Fonte: Informação verbal⁶.

Para cobrir a nova demanda de EPI, a DuPont desenvolveu o Tyvek® 1222 A, que é entregue em rolo ao invés de uma vestimenta pronta. O material é vendido a confecções parceiras da empresa, que por sua vez têm a possibilidade de fabricarem EPIs, principalmente macacões, para usos diversos, contando com suporte virtual e modelagens padrão oferecidos pela DuPont. Os parceiros também contam com a possibilidade de utilizarem suas próprias modelagens de EPI para atenderem às necessidades locais, acelerando ainda mais o processo produtivo das vestimentas. Este novo modelo de negócios criado pela DuPont possibilitou aumentar em tempo recorde a capacidade de entrega de EPI, expandindo em 27% a produção atual de tecidos Tyvek® globalmente. Dessa maneira, por meio de investimentos em tecnologia e equipamentos, foi possível desenvolver 6 milhões de vestimentas a mais por mês ao redor do mundo, chegando a 15 milhões por mês (DUPONT, 2020). A figura 12 apresenta o novo Tyvek® 1222 A em rolos de tecido.

⁵ Informação fornecida pela empresa DuPont, Barueri, 2019.

⁶ Informação fornecida pela empresa DuPont, Barueri, 2019.

Figura 12 – Rolos de Tyvek® 1222 A para produção de EPI.



Fonte: DuPont (2020).

A Ansell, empresa australiana produtora de EPI, também buscou soluções inovadoras para lidar com a crise de abastecimento de vestimentas de proteção. Dois programas colaborativos foram planejados para o contexto atual, ambos na América do Norte. Um deles, o programa de parceria, busca fabricantes americanos de EPI como aliados para expandir a capacidade produtiva da região. Há também o programa de colaboração, focado no trabalho com parceiros governamentais e industriais selecionados para compartilhar conhecimento sobre as vestimentas de proteção contra agentes infecciosos (ANSELL, 2020).

Por meio do programa *Network of Heroes*, a Ansell buscou oferecer suporte aos fabricantes de EPI com os equipamentos necessários para produção de macacões e aventais. Devido aos esforços para maximizar sua própria produção para atender a nova demanda de vestimentas, a empresa enfrentou escassez de material para fabricação. Pensando no compromisso com a segurança e na resposta às necessidades de proteção dos trabalhadores de linha de frente, a Ansell e a DuPont se uniram para aumentar o fornecimento de EPI na América do Norte. Por meio dessa colaboração, foi possível produzir 600.000 unidades de macacões para os EUA, combinando o exclusivo modelo de macacão Alphatec® da Ansell ao tecido Tyvek® 1222 A da DuPont (DUPONT, 2020).

A demanda por respiradores adequados para proteção dos profissionais da saúde no combate à COVID-19 atualmente é maior do que a capacidade de fornecimento desses equipamentos no Brasil. A 3M, uma das principais fabricantes de máscaras e respiradores, dobrou sua produção mundial no ano de 2020, atingindo 1.1 bilhão de unidades de respiradores dos modelos PFF2/N95 em suas fábricas, incluindo EUA, Ásia e Europa. A

empresa planeja dobrar a fabricação para dois bilhões de unidades até o próximo ano. No Brasil, o aumento da produção se deu de maneira gradual e constante desde janeiro, quando o volume de respiradores produzidos pela 3M cresceu em 15% com relação à média do ano anterior. Em março a produção alcançou um volume cinco vezes maior que o de 2019 (3M, 2020). A figura 13 mostra um dos modelos de respirador descartável PFF2 fabricado pela empresa 3M.

Figura 13 – Respirador descartável PFF2 fabricado pela 3M.



Fonte: 3M (2020).

Além de expandir sua produção e buscar fazer parcerias com outras companhias para o desenvolvimento de soluções inovadoras, a 3M também trabalha com os governos e outros públicos para priorizar, selecionar e redirecionar suprimentos para atender áreas e necessidades mais críticas. A maioria dos respiradores PFF2 é destinada prioritariamente aos profissionais da área da saúde e àqueles que trabalham na linha frente, sendo que uma parcela também é destinada às indústrias essenciais durante a pandemia, como indústria elétrica, de alimentos e farmacêutica (3M, 2020).

Pensando também na exposição dos trabalhadores das indústrias frente à COVID-19, a DuPont criou a máscara facial de tecido Nomex®, tecnologia de proteção contra riscos de fogo e arco elétrico. Para algumas indústrias como de petróleo, gás, serviços públicos e manufatura, além de serviços essenciais como bombeiros e equipes de emergência, é imprescindível a proteção contra riscos térmicos para os trabalhadores que estão expostos durante suas atividades. Ao contrário de tecidos tratados quimicamente (tecidos de algodão com tratamento químico contra fogo), o Nomex® é inerentemente resistente à chama, fornecendo proteção embutida na fibra, o que significa que a proteção não sai ou diminui com as lavagens do tecido (DUPONT, 2020). Assim, além de os

trabalhadores estarem protegido contra o vírus, também estão protegidos contra os possíveis riscos térmicos. A figura 14 mostra o resultado de um teste de performance de três máscaras de composições diferentes (máscara de Nomex®, máscara de algodão com filtração de carbono e máscara facial resistente à água) durante a simulação de um incêndio.

Figura 14 – Performance de três máscaras de composições diferentes após simulação de incêndio.



Fonte: DuPont (2020).

Além das iniciativas dos principais fabricantes de EPI, algumas instituições como o SENAI (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial), no Brasil, se mobilizaram para gerar ações que impactassem positivamente a cadeia de suprimentos dos equipamentos de proteção individual. O SENAI selecionou 600 indústrias para receberem mentoria gratuita em fabricação, adequação e ampliação de produção de EPI. Os participantes receberam treinamento para produzirem máscaras e aventais hospitalares, máscaras domésticas e protetores faciais, além de serem orientados a partir da criação de planos de ação, instruções sobre as especificações técnicas exigidas na fabricação de cada item segundo a Anvisa (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) e adequações de infraestrutura para o processo produtivo. O SENAI ainda mobilizou sua rede de parceiros em todo o Brasil, para incrementar a produção de EPI durante a pandemia. Até agosto de 2020 foram produzidos 31 milhões de máscaras cirúrgicas, 20,3 milhões de máscaras de uso comum, 601 mil vestimentas hospitalares e 501,9 mil máscaras de acetato (CNI, 2020).

3.3.4 Busca mundial por soluções para o abastecimento de EPI

Há um esforço mundial na busca por soluções para contornar a escassez de EPI originada como uma das consequências da pandemia de COVID-19, não só das indústrias produtoras dos equipamentos de proteção individual, mas também de pesquisadores e instituições. Para minimizar os efeitos na cadeia de suprimentos de EPI e proteger o maior número de pessoas possível, alguns estudos sobre reprocessamento das vestimentas e acessórios estão sendo desenvolvidos. Apesar da grande maioria destes EPIs ser de uso único e descartável, a crescente e urgente procura dos mesmos faz com que seja necessário abrir exceções para métodos que possibilitem a sua reutilização. Em março de 2020, a OMS projetou que os suprimentos de EPI deveriam aumentar em aproximadamente 40% por mês para atender a demanda mundial e é esperado que o aumento desta demanda seja sustentado no período pós pandemia, com um crescimento anual estimado em 20% no fornecimento de máscaras faciais de 2020 a 2025 (SINGH; TANG; OGUNSEITAN, 2020).

De acordo com os fabricantes, os EPIs devem ser utilizados apenas uma vez para que não haja alteração no material, comprometendo a proteção oferecida. Dessa forma, o tratamento de um EPI é um grande desafio, pois os materiais constituintes são sensíveis a processos de descontaminação rigorosos, o que restringe as opções de reprocessamento. Muitos países estão estendendo, descontaminando e reutilizando os EPIs onde há escassez crítica, porém apenas em casos de emergência. Essa necessidade sem precedentes provavelmente permanecerá no decorrer da pandemia devido à ausência de vacina e ocorrência de ondas sucessivas de COVID-19 em todo o mundo (ROWAN; LAFFEY, 2020). Nesse contexto, algumas soluções estão sendo estudadas e em alguns casos já foram colocadas em prática:

- a) Reprocessamento utilizando peróxido de hidrogênio em vapor (VH_2O_2): o vapor de H_2O_2 , puro ou na presença de ozônio, tem sido utilizado para descontaminação de alto rendimento e reutilização de EPI complexos, como máscaras de filtragem (FFR) e o respirador N95. Os estudos comprovaram a eficiência do VH_2O_2 na eliminação de esporos bacterianos, além de não ter comprometido o desempenho de filtração dos modelos FFR e N95 testados. O VH_2O_2 foi certificado como alternativa de reprocessamento nos Estados Unidos (ROWAN; LAFFEY, 2020);

- b) Reprocessamento utilizando calor úmido: método promissor para descontaminar modelos FFR, que utiliza aquecimento úmido de 60°C a 70°C combinado com alta umidade durante 60 minutos, permitindo escalabilidade e alto de rendimento. O aquecimento causa danos estruturais irreversíveis nas proteínas dos vírus, impedindo assim sua ligação às células hospedeiras (ROWAN; LAFFEY, 2020);
- c) Reprocessamento utilizando luz ultravioleta (UV): método que utiliza o comprimento de onda UVC e foi constatado como tecnologia apropriada para descontaminação de EPI desde que o vírus não penetre as camadas interiores do material, pois nessas condições ficaria oculto ao UV. A irradiação ultravioleta causa a inativação do vírus ao danificar seu RNA ou DNA por meio de um processo de fotodimerização. Os EPIs do tipo FFR e N95 foram testados (ROWAN; LAFFEY, 2020);
- d) Reprocessamento utilizando micro ondas: estudo observou reduções de carga viral nos respiradores testados com calor seco à 70° por 90 minutos e com utilização de micro ondas durante 90 segundos. Após três ciclos de reprocessamento nenhum dos processos comprometeu a eficiência da filtração bacteriana dos respiradores (PASCOE et al., 2020).

Como alternativa a longo prazo, o abastecimento de EPI de forma ambientalmente sustentável também é uma opção e se configura como uma solução necessária visto que o aumento do uso de equipamentos de proteção individual também implica no descarte dos mesmos no ambiente.

A substituição da cadeia de valor dos plásticos de matérias-primas baseadas em combustíveis fósseis e fontes não renováveis já está sendo priorizada como parte de acordos internacionais para criar uma economia verde circular. Como solução sustentável, os plásticos de base biológica estão emergindo em um estado inicial, mas ainda representam menos do que 2% da participação de mercado, o que equivale a aproximadamente 7,2 milhões de toneladas em comparação a 348 milhões de toneladas de plásticos de base fóssil (CHINTHAPALLI, R et al.). Esta pequena representatividade está relacionada ao baixo custo dos plásticos de base fóssil, a necessidade intensa de uso da terra e investimentos financeiros relacionados e as rotas de reciclagem não desenvolvidas. O desenvolvimento de soluções de base biológica com propriedades físicas idênticas à de base fóssil seria de interesse para produção de EPI como protetores faciais, respiradores, botas, entre outros, pois permitiriam seu reaproveitamento ou processamento (aumentando

assim a recuperação de energia) na infraestrutura existente após a devida descontaminação. Ainda, o desenvolvimento de soluções biodegradáveis para máscaras, luvas, e outros plásticos descartáveis diminuiria sua pressão ambiental no quesito de aterros sanitários ou opções de transformação de resíduos em energia (PATRÍCIO SILVA et al., 2020).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do trabalho desenvolvido verificou-se que os principais EPIs utilizados na indústria são os protetores auriculares, capacetes, capuzes, máscaras, óculos, macacões, blusas, calças, botas, cinturões de altura, luvas e aventais. Foi possível compreender que alguns fatores devem ser considerados para a implementação do uso de EPI, tais como análise das condições de trabalho e dos possíveis riscos, qualidade do material, certificações, adaptação às atividades e vida útil. É de extrema importância ainda que haja treinamento e capacitação de toda a equipe para que compreendam a importância do uso do EPI, como ele deve ser utilizado e quando deve ser descartado.

Com relação à indústria química, constatou-se a importância de proteção principalmente do tronco, das vias respiratórias, mãos e pés. A escolha das vestimentas e acessórios nesse setor devem levar em consideração a toxicidade e o tempo de exposição dos produtos utilizados, a tabela FISPQ, a concentração e apresentação dos produtos, a intensidade dos riscos e os dados de permeação atestados pelo fabricante. Além dos EPIs de proteção química, os de proteção biológica também são de suma importância. Foi possível verificar que essa classe de EPI é muito utilizada em laboratórios, hospitais, perícias e indústrias de tecnologia, pois além de possuírem proteção contra agentes biológicos, também possuem baixo desprendimento de partículas, tornando os processos ainda mais seguros.

Com relação ao contexto atual, o mundo está presenciando uma das maiores pandemias da história, que trouxe uma demanda por EPIs de proteção química e biológica sem precedentes, principalmente máscaras, macacões e aventais. A COVID-19 se alastrou rapidamente pelo mundo inteiro e despertou em toda a população uma grande preocupação com a saúde e práticas de higiene. Como ainda não existe uma vacina ou tratamento concretos contra a COVID-19, a contenção da doença atualmente depende de contra medidas como o isolamento social e o uso de EPI.

Devido ao drástico aumento na demanda mundial por EPI, foi possível constatar que as empresas fabricantes, instituições e pesquisadores buscaram soluções que mitigassem a escassez de EPI, por meio da reinvenção de modelos de negócio, do aumento da produtividade, das propostas de reprocessamento de EPI e da procura por tecnologias que permitam a produção desses equipamentos de maneira sustentável.

Sem dúvida, a pandemia de COVID-19 evidenciou e comprovou a necessidade e a importância do uso de EPI em diversas situações. A demanda mundial atual representa a

área da saúde que está na linha de frente lutando contra o vírus, a população que foi fortemente orientada a utilizar acessórios que até então não havia necessidade, como as máscaras, e as indústrias, que já utilizavam EPIs em seus processos produtivos. Todos esses fatores justificam o aumento da procura pelos equipamentos de proteção individual, que não gerou impacto somente na área da saúde, mas também nas indústrias, já que as dificuldades no abastecimento de EPI afetaram a todos.

5 REFERÊNCIAS

3M . **Todos os Produtos**. Disponível em: https://www.3m.com.br/3M/pt_BR/3m-do-brasil/todos-os-produtos-3m-do-brasil/~Todos-os-Produtos-3M/?N=5002385+8711017&rt=r3. Acesso em: 6 mai. 2020.

3M DO BRASIL. **Contribuindo com o enfrentamento mundial a COVID-19**. Disponível em: https://www.3m.com.br/3M/pt_BR/3m-do-brasil/coronavirus/. Acesso em: 4 nov. 2020.

3M DO BRASIL. **Respirador Descartável 3M Aura 9322+BR PFF-2(S), Branco**. Disponível em: https://www.3m.com.br/3M/pt_BR/3m-do-brasil/todos-os-produtos-3m-do-brasil/~Respirador-Descart%C3%A1vel-3M-Aura-9322-BR-PFF-2-S-Branco/?N=5002385+3288894856&rt=rud. Acesso em: 9 nov. 2020.

ABIQUIM. **A Indústria Química | Conceito**. Disponível em: <https://abiquim-files.s3-us-west-2.amazonaws.com/includes/pdf/indQuimica/AIndustriaQuimica-Conceitos.pdf>. Acesso em: 7 mai. 2020.

ABIQUIM. **O Desempenho da Indústria Química Brasileira**. Disponível em: https://abiquim-files.s3-us-west-2.amazonaws.com/uploads/guias_estudos/Livreto_Desempenho_da_Ind%C3%BAstria_Qu%C3%ADmica_Brasileira_R4_-_Abiquim_DIGITAL_1.pdf. Acesso em: 7 mai. 2020.

AGÊNCIA DE NOTÍCIAS CNI. **600 indústrias foram selecionadas para receber consultoria gratuita do SENAI em fabricação de EPIs**. Disponível em: <https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/inovacao-e-tecnologia/600-industrias-foram-selecionadas-para-receber-consultoria-gratuita-do-senai-em-fabricacao-de-epis/>. Acesso em: 5 nov. 2020.

AL-QAHTANI, A. A. Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2): Emergence, history, basic and clinical aspects. **Saudi Journal of Biological Sciences**, 2020.

ANIMASEG. **RA-CA**. Disponível em: https://animaseg.com.br/animaseg/index.php/ra-ca?switch_to_desktop_ui=542%27A=0. Acesso em: 16 mai. 2020.

ANSELL. **BUILDING A NETWORK OF HEROES**. Disponível em: <https://www.ansell.com/us/en/industrial/protections/chemical-protection/building-heroes>. Acesso em: 6 nov. 2020.

ARCGIS. **COVID-19 Dashboard by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University**. Disponível em: <https://gisanddata.maps.arcgis.com/apps/opsdashboard/index.html#/bda7594740fd40299423467b48e9ecf6>. Acesso em: 2 nov. 2020.

ARSHAD ALI, S. et al. The outbreak of Coronavirus Disease 2019 (COVID-19)—An emerging global health threat. **Journal of Infection and Public Health**, v. 13, n. 4, p. 644–646, 2020.

BBC NEWS BRASIL. **Coronavírus: o mapa que mostra o alcance mundial da doença.** Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/internacional-51718755>. Acesso em: 24 mai. 2020.

BRACOL. **Bota 82BPC.** Disponível em: <http://www.bracolonline.com.br/produtos/62/82BPC>. Acesso em: 7 mai. 2020.

CCMS. **Manual de Biossegurança: parte III Laboratórios.** Disponível em: http://www.ccs.saude.gov.br/visa/publicacoes/arquivos/p3_laborat%C3%B3rios.pdf. Acesso em: 15 mai. 2020.

CHINTHAPALLI, R. et al. Bio-based Building Blocks and Polymers – Global Capacities, Production and Trends 2018–2023. **Nova-Institute**, Hürth, p.3, fev. 2019. Disponível em: https://european-biotechnology.com/fileadmin/Content/NewsAndStories/2019/Nova_exec.pdf. Acesso em: 3 dez. 2020.

CNI. **Perfil da Indústria Brasileira.** Disponível em: <http://industriabrasileira.portaldaindustria.com.br/#!/industria-transformacao>. Acesso em: 24 mai. 2020.

CORONAVÍRUS SAÚDE. **Sobre a doença.** Disponível em: <https://coronavirus.saude.gov.br/sobre-a-doenca>. Acesso em: 23 mai. 2020.

CREMASCO, M. A. **Vale a Pena Estudar Engenharia Química.** [s.l.] Blucher, 2015.

DANNY. **Luva Topster.** Disponível em: https://www.danny.com.br/dny_topster-luva-de-kevlar-fios-aco-nitrilico-foam/. Acesso em: 7 mai. 2020.

DUPONT PERSONAL PROTECTION. **Ansell joins #TyvekTogether Program to produce gowns for COVID-19 respons.** Disponível em: <https://www.dupont.com/content/dupont/amer/us/en/knowledge/personal-protection/article/Ansell-DuPont-Hands-Together.html>. Acesso em: 5 nov. 2020.

DUPONT PERSONAL PROTECTION. **FR facial protection against COVID-19 exposure.** Disponível em: <https://www.dupont.com/personal-protection/fr-face-mask.html>. Acesso em: 7 nov. 2020.

DUPONT. **About.** Disponível em: <https://www.dupont.com.br/about.html>. Acesso em: 18 jun. 2020.

DUPONT. **Our History.** Disponível em: <https://www.dupont.com/about/our-history.html>. Acesso em: 18 jun. 2020.

ENIT. **PORTARIA Nº 11.437, DE 6 DE MAIO DE 2020 (*).** Disponível em: https://enit.trabalho.gov.br/porta/images/Arquivos_SST/SST_Legislacao/SST_Legislacao_Portarias_2020/Portaria-SEPRT-n.-11.437-procedimentos-de-CA.pdf. Acesso em: 15 mai. 2020.

FALANDO DE PROTEÇÃO. **#TyvekTogether: a DuPont acelerando a proteção de todos.** Disponível em: <https://falandodeprotecao.com.br/blog/2020/05/06/tyvektogether/>. Acesso em: 6 nov. 2020.

FALANDO DE PROTEÇÃO. **Gestão dos Riscos para Salas Limpas.** Disponível em: <https://falandodeprotecao.com.br/2019/12/12/gestao-dos-riscos-para-salas-limpas/>. Acesso em: 8 mai. 2020.

FALANDO DE PROTEÇÃO. **História e Evolução dos EPIs.** Disponível em: <https://falandodeprotecao.com.br/2019/10/04/historia-e-evolucao-dos-epis/>. Acesso em: 6 mai. 2020.

FIOCRUZ. **Riscos Químicos.** Disponível em: http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/lab_virtual/riscos_quimicos.html. Acesso em: 16 mai. 2020.

FISCHER, W. A.; WEBER, D. J.; WOHL, D. A. Personal Protective Equipment: Protecting Health Care Providers in an Ebola Outbreak. **Clinical Therapeutics**, v. 37, n. 11, p. 2402–2410, 2015.

FREITAS, C. M. DE; PORTE, M. F. DE S.; GOMEZ, C. M. Acidentes químicos ampliados: um desafio para a saúde pública. **Revista de Saúde Pública**, 1995.

FREITAS, Nilton Benedito Branco. Riscos Devido à Substâncias Químicas. **Caderno de Saúde do Trabalhador**, São Paulo, Jun. 2020. Disponível em: <http://www.ifba.edu.br/PROFESSORES/armando/SMS/Unid%20I%20HST/caderno%20risco%20quimico.pdf>. Acesso em: 9 mai. 2020.

GEORGE, Francisco; NUNES, Emília. Pandemias no século XXI. **JANUS**, Lisboa, v. 13, n. 2009, p. 1-8, fev./2020. Disponível em: http://www.janusonline.pt/arquivo/2009/2009_2_6.html. Acesso em: 21 mai. 2020.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2008. p. 1-200.

GUIA TRABALHISTA. **EPI - Equipamento de Proteção Individual - Não Basta Fornecer É Preciso Fiscalizar.** Disponível em: <http://www.guiatrabalhista.com.br/tematicas/epi.htm>. Acesso em: 7 mai. 2020.

GUIA TRABALHISTA. **Norma Regulamentadora 6.** Disponível em: <http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr6.htm>. Acesso em: 9 mai. 2020.

HGIS. **Novel Coronavirus (COVID-19) Infection Map.** Disponível em: <https://hgis.uw.edu/virus/>. Acesso em: 2 nov. 2020.

HÉRCULES. **Cinto de segurança tipo paraquedista.** Disponível em: <https://www.hercules.com.br/produto/cinto-de-seguranca-tipo-paraquedista-hl009act-hercules/>. Acesso em: 6 mai. 2020.

IN VIVO FIOCRUZ. **Coronavírus.** Disponível em: <http://www.invivo.fiocruz.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=1438&sid=8>. Acesso em: 3 dez. 2020.

ISO. **ISO 16602.** Disponível em: <https://www.iso.org/standard/45985.html>. Acesso em: 15 mai. 2020.

LIU, Y.-C.; KUO, R.-L.; SHIH, S.-R. COVID-19: The first documented coronavirus pandemic in history. **Biomedical Journal**, 2020.

MARTIN, W. F.; WALTERS, J. B. 13 - **Personal Protective Equipment.** In: MARTIN, W. F.; WALTERS, J. B. B. T.-S. AND H. E. (Eds.). . Woburn: Butterworth-Heinemann, 2001. p. 202–233.

MOURA, Alexandre Sampaio; ROCHA, Regina Lunardi. **Endemias e Epidemias:** dengue, leishmaniose, febre amarela, influenza, febre maculosa e leptospirose. 1. ed. Belo Horizonte: [s.n.], 2012. p. 1-78.

MÉDICOS SEM FRONTEIRAS. **Ebola.** Disponível em: <https://www.msf.org.br/o-que-fazemos/atividades-medicas/ebola>. Acesso em: 21 mai. 2020.

NEWS@FMUL. **Epidemias e pandemias na história da humanidade.** Disponível em: <https://www.medicina.ulisboa.pt/newsfmul-artigo/99/epidemias-e-pandemias-na-historia-da-humanidade>. Acesso em: 22 mai. 2020.

OBSERVATÓRIO DE SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO. **Frequência de Notificações - CAT.** Disponível em: <https://smartlabbr.org/sst/localidade/0?dimensao=frequenciaAcidentes>. Acesso em: 24 mai. 2020.

OBSERVATÓRIO DE SEGURANÇA E SAÚDE. **Grupo de Acidentes Causadores.** Disponível em: <https://smartlabbr.org/sst/localidade/0?dimensao=perfilCasosAcidentes>. Acesso em: 24 mai. 2020.

PASCOE, M. J. et al. Dry heat and microwave-generated steam protocols for the rapid decontamination of respiratory personal protective equipment in response to COVID-19-related shortages. **Journal of Hospital Infection**, 2020.

PATRÍCIO SILVA, A. L. et al. Rethinking and optimising plastic waste management under COVID-19 pandemic: Policy solutions based on redesign and reduction of single-use plastics and personal protective equipment. **Science of the Total Environment**, 2020.

REZENDE, J. M. DE. As grandes epidemias da história. In: **À sombra do Plátano: crônicas de história da medicina.** [s.l: s.n.].

ROWAN, N. J.; LAFFEY, J. G. Challenges and solutions for addressing critical shortage of supply chain for personal and protective equipment (PPE) arising from Coronavirus disease (COVID19) pandemic – Case study from the Republic of Ireland. **Science of The Total Environment**, v. 725, p. 138532, 2020.

ROWAN, N. J.; LAFHEY, J. G. **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*, 2020.

SAFESPEC DUPONT. Tychem. Disponível em:
[https://www.safespec.dupont.com.br/tyvek/featured-products/corebrand\\$\\$TYCHEM.html](https://www.safespec.dupont.com.br/tyvek/featured-products/corebrand$$TYCHEM.html).
 Acesso em: 9 mai. 2020.

SINGH, N.; TANG, Y.; OGUNSEITAN, O. A. Environmentally Sustainable Management of Used Personal Protective Equipment. **Environmental Science & Technology**, v. 54, n. 14, p. 8500–8502, 21 jul. 2020.

TALTY, J. T. B. T.-I. H. E. (SECOND E. (ED.)). **4 - Personal Protective Equipment**. In: Park Ridge, NJ: William Andrew Publishing, 1998. p. 800–811.

WILLIAN, Felipe. A indústria química e o seu desenvolvimento no âmbito da engenharia. **Revista Brasileira de Engenharia Química**, v. 30, n. 1, p. 6-10, jan./abr. 2014.
 Disponível em:
https://www.abeq.org.br/comunicacao/rebeq/REBEQ_30_1_2014/Completo/REBEQ_v30n1.pdf. Acesso em: 8 mai. 2020.

WONGTSCHOWSKI, Pedro. **Indústria Química: Riscos e Oportunidades**. 2. ed. [S.l.]: Editora Blucher, 2002. p. 1-320.

WORK EPIS. **Calçado de Segurança: o que é e para que serve?** Disponível em:
<http://www.workepis.com.br/calçado-de-seguranca-o-que-e-e-para-que-serve/>. Acesso em: 8 mai. 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Shortage of personal protective equipment endangering health workers worldwide**. Disponível em:
<https://www.who.int/news/item/03-03-2020-shortage-of-personal-protective-equipment-endangering-health-workers-worldwide>. Acesso em: 8 nov. 2020.

WORLDOMETERS. **Coronavírus**. Disponível em:
<https://www.worldometers.info/coronavirus/>. Acesso em: 18 nov. 2020.