

Sistema de monitorização de doenças respiratórias transmissíveis

alguns contributos

Novembro 2022

- Proposta de sistema flexível, efectivamente capaz de monitorizar em tempo real ameaças à saúde pública;
- Criação de equipa multidisciplinar, com liderança clara e capacidade de decisão e de implementação;
- Melhoramento da partilha e utilização de dados entre entidades (de saúde, investigação, etc) permitindo melhores sistemas de deteção e alarme;
- Investimento na formação de profissionais e na capacitação de estruturas;
- Investimento no SNS24 como ferramenta de acesso aos serviços de saúde, interface com a população e potencial de monitorização e investigação;
- Sistema piloto que possa servir de modelo para controlo de outras doenças.

SISTEMA DE MONITORIZAÇÃO DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS TRANSMISSÍVEIS – ALGUNS CONTRIBUTOS

Novembro 2022

No âmbito do projeto “Identificação e Previsão de Procura de Urgências Hospitalares”
DSAIPA/AI/0087/2018



ÍNDICE

RESUMO EXECUTIVO	3
PREÂMBULO	5
1. INTRODUÇÃO E CONTEXTO ATUAL	7
2. MONITORIZAÇÃO	13
2.1. Agentes conhecidos/endêmicos	14
2.1.1. Monitorização clínica e sindrômica	14
2.1.2. Monitorização laboratorial	19
2.1.3. Monitorização ambiental e zoonótica	21
2.2. Agentes desconhecidos/emergentes	22
2.2.1. Monitorização sindrômica	22
2.2.2. Monitorização ambiental e zoonótica	23
3. SISTEMAS DE INFORMAÇÃO	24
3.1. Recolha e tipo de dados	27
3.1.1. Dados de Saúde	27
3.1.2. Dados Sociais e ambientais	28
3.1.3. Dados Externos	28
3.2. Organização e gestão dos dados	30
3.2.1. Sistema centralizado	31
3.2.2. Sistema vertical de acesso	31
3.2.3. Aprendizagem federada	32
3.3. Alertas e Modelos	32
3.3.1. Sistemas de análise.....	33

3.3.2. Modelos preditivos	33
3.3.3. Criação de alertas	34
3.3.4. Visualização	34
4. POLÍTICAS DE IMPLEMENTAÇÃO	35
4.1. Desenvolvimento de uma plataforma hierárquica de coordenação institucional	36
4.2. Monitorização e alarmística	37
4.2.1. Expansão do SNS24	37
4.2.2. Expansão dos sistemas de cuidados primários	38
4.2.3. Sistemas de alarmística	38
4.3. Estratégias de mitigação	39
4.3.1. Legislação	39
4.3.2. Incorporação do teletrabalho por omissão	40
4.3.3. Cooperação Internacional	40
4.3.4. Vacinação	41
4.4. Comunicação	42
4.4.1. Comunicação com a população	42
4.4.2. Comunicação entre instituições	43
4.5. Investigação e estratégia a longo prazo	44
5. CONCLUSÕES	45
6. REFERÊNCIAS	47

RESUMO EXECUTIVO

Este documento procura ser uma base de trabalho para o desenho de um sistema de **monitorização e mitigação de doenças respiratórias infecciosas**, causadas por agentes conhecidos e desconhecidos. Parte do atual Programa Nacional de Vigilância da Gripe, das aprendizagens feitas durante as tentativas de controlo da pandemia de COVID-19 e inspira-se em tendências recentes da chamada epidemiologia digital.

Procura cumprir **três objetivos principais**:

- Antecipar ou detetar rapidamente alterações do padrão de transmissão ;
- Reduzir os impactos nos sistemas de saúde, particularmente nos serviços de urgência;
- Minimizar a mortalidade e a morbilidade.

A estratégia proposta assenta em três pilares: **monitorização**, novo **sistema de informação** e **políticas** de implementação. Defende uma abordagem multidisciplinar, flexível e integrada, que permita sistemas de monitorização e desenho de estratégias de curto e médio prazos. Em particular, propõe a ampliação do atual sistema de monitorização para incluir diferentes fontes de dados e integração da informação, propondo um modelo de sistemas de informação em saúde, capaz de análises complexas de apoio à decisão, e oferece propostas de políticas de implementação ajustadas à realidade atual.

Mais especificamente, para a monitorização, propomos:

- Estender temporalmente e uniformizar a vigilância laboratorial.
- Melhorar o cálculo de taxas de incidência através de testagem aleatória ou introdução de controlos na rede de médicos-sentinela.
- Implementar sistemas automatizados por notificação de exposição ou de auto-reporte para rastreio retrospectivo e prospetivo de contactos.
- Implementar um sistema de monitorização comunitária (monitorização de registos médicos eletrónicos e bases de dados administrativas, chamadas ao SNS24, escolas e comunidades de alto risco sentinela e monitorização de dados de auto avaliação de sintomas).
- Implementar um sistema de monitorização ambiental e veterinária integrada nos sistemas anteriores (monitorização de águas residuais e de doenças com potencial zoonótico).

Para os sistemas de informação, consideramos importante:

- Desenhar um sistema híbrido, que permita tanto a centralização como a análise de dados dispersos.
- Garantir a interoperabilidade e integração de dados médicos e não médicos relevantes, ao mesmo tempo que, sempre que possível, estes não saiam das instituições que os detêm - aprendizagem federada.
- Desenvolver algoritmos de monitorização automatizados para a criação de alertas.
- Desenvolver sistemas de visualização, integração e partilha de informação entre diferentes entidades e com a população.
- Encontrar novos sistemas de partilha de dados com a academia que preservem a privacidade e diminuam a burocracia- sistema vertical.

No caso das políticas para mitigar os efeitos das doenças respiratórias, sugerimos:

- Desenvolver uma plataforma hierárquica de coordenação institucional que defina a estratégia e garanta a comunicação e cooperação multidisciplinar.
- Expansão do SNS24 e dos sistemas de cuidados primários.
- Desenhar e aprovar uma Lei de Emergência Sanitária.
- Priorizar o teletrabalho por defeito durante períodos epidémicos.
- Reforçar e liderar a cooperação internacional em termos de interoperabilidade e padronização dos sistemas de informação e testagem.
- Facilitar que estudos clínicos para vacinas sejam promovidos por autoridades públicas competentes.
- Desenvolver ferramentas para comunicar de modo eficaz com a população.
- Garantir a cooperação com a academia e o financiamento de longo prazo.

PREÂMBULO

Este documento foi preparado na sequência de um workshop organizado pelo Social Physics and Complexity Lab - SPAC do Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas (LIP), ao abrigo do projecto financiado pela FCT “Identificação e Previsão de Procura de Urgências Hospitalares” (IPPU), com a referência DSAIPA/AI/0087/2018.

O workshop “Sistemas de Vigilância de Doenças Respiratórias” teve lugar nos dias 2 e 3 de Junho de 2022, na Nova SBE, com a participação de Maria João Amorim (IGC & CBR FM-UCP), João Ferreira (SPMS), João Franco (HGO), Rafael Franco (SPMS), Joana Gonçalves-Sá (SPAC LIP), Raquel Guiomar (INSA), Francisca Leite (Luz Saúde), Carlota Louro (UNL), Bruno Martins (IST), Céu Mateus (Lancaster University, UK), Sara Mesquita (SPAC LIP) Micaela Monteiro (CUF), Telmo Nunes (FMV), André Peralta Santos (ENSP), Lília Perfeito (SPAC LIP), Ana Paula Rodrigues (INSA), Rita Saraiva (SPAC LIP), Nuno André Silva (Luz Saúde) e Irma Varela-Lasheras (SPAC LIP). O documento contou também com os comentários e edição de Paulo Almeida (SPAC LIP), Ana I. Bento (Rockefeller Foundation & Indiana University, USA), Bernardo Mateiro Gomes (FMUP), Pedro Pinto Leite (DGS), Pedro Pita Barros (Nova SBE) e Cláudia Soares (ISR IST).

O documento está dividido em quatro secções e inclui uma tabela que resume todas as medidas propostas. Na primeira secção oferece-se uma curta introdução, descrevendo brevemente o estado atual e justifica-se a necessidade de uma nova abordagem. Na segunda propõe-se um sistema de monitorização integrado e os seus objetivos, desde a identificação atempada de surtos à proteção dos mais vulneráveis. Na terceira sugere-se uma estrutura para um sistema de informação, passando pela recolha, tratamento e gestão de dados e pela criação de sistemas de alarmística e visualização, com enfoque na transparência e respeito pela privacidade. Na quarta secção, recomendam-se mudanças na estrutura de implementação e nas políticas públicas, que possam apoiar este sistema de vigilância e controlo. Na quinta secção, resumem-se as medidas chave e fazem-se algumas considerações finais.

1. INTRODUÇÃO E CONTEXTO ATUAL

Os últimos dados publicados pela OMS [1] indicam que a taxa de mortalidade estimada devida a doenças respiratórias a nível global representa 20% de todas as causas de morte e, destas, 7% são devidas a infeções respiratórias. No caso do grupo de países onde se encontra Portugal, as doenças respiratórias representam 16,5% do total de mortes, sendo um terço destas mortes devido a doenças respiratórias transmissíveis. Em particular, as infeções das vias respiratórias inferiores são a quarta causa de morte no mundo (a sexta em países com rendimentos mais elevados) e a principal causa de morte por doenças transmissíveis.

Estas infeções são causadas tanto por bactérias (*Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae*, etc.) como por vírus (influenza, rinovírus, etc.), com frequentes co-infeções e interações, podendo também ocorrer períodos pós-infeção de vulnerabilidade a outros microorganismos (ex. pneumonia bacteriana após infeção por vírus da gripe) [2].

Assim, a maioria dos países criou sistemas de monitorização, e várias doenças respiratórias transmissíveis são acompanhadas pelas autoridades de saúde em Portugal. Esta monitorização segue diferentes estratégias em função da gravidade, transmissibilidade e prevalência de diferentes doenças. Algumas doenças são de notificação obrigatória e algumas destas exigem também que cada caso seja seguido de forma individual, identificando contactos de risco e tentando encontrar a origem da infeção ou surto. Outras são feitas de forma agregada, através de vigilância sindrómica ou laboratorial, sendo o número agregado de casos reportado às autoridades de saúde, sem identificação dos indivíduos afetados. Por fim, existem cada vez mais sistemas alternativos de monitorização de doenças na população, quer através da análise serológica quer através de metodologias baseadas em auto-relatório e redes sociais [3].

Algumas doenças têm sido alvo de programas de vigilância específicos, mas a única com um programa de vigilância permanente é a gripe sazonal, causada pelos vírus influenza (IV, no acrónimo em inglês). Esta depende de uma rede de médicos sentinela, assim como de uma rede de hospitais e laboratórios.

Os IV, vulgarmente conhecidos como vírus da gripe, são os principais causadores da epidemia de gripe sazonal, que resulta em cerca de 3 a 5 milhões de casos de doença grave e cerca de 290 000 a 650 000 mortes por ano em todo o mundo, o representando também uma forte carga social e económica para as nossas sociedades e sistemas de saúde [4,5].

Em Portugal, estima-se que na época de 2018/2019 cerca de 40 000 pessoas tenham sido infectadas com IV, resultando em cerca de 3300 óbitos [6]. Para além destes, outros vírus respiratórios não-influenza (*non-influenza respiratory virus*, ou NIRVs), que causam doença similar à gripe (*Influenza-like illness*, ou ILI), circulam normalmente em paralelo e podem causar diferentes infeções respiratórias agudas graves (*severe acute respiratory infectious*, ou SARI) [7]. Tais vírus incluem o coronavírus humano comum (hCoV), o vírus respiratório sincicial (RSV), o metapneumovírus (hMPV), entre outros. Há muito que foi reconhecido que existe uma contribuição significativa dos NIRVs para a proporção de vírus que circulam durante as epidemias sazonais de gripe. Entre 2012 e 2019 uma média de 47% dos casos de ILI corresponderam a IV, enquanto 20% correspondem a NIRVs e 33% permanecem negativos para todos os vírus testados [6].

Além disso, as NIRVs contribuem significativamente para a morbidade e mortalidade da epidemia sazonal da gripe: o RSV é o vírus predominante associado à infeção respiratória inferior aguda em crianças com menos de 5 anos [8]; os hCoVs são responsáveis por 15-30% das infeções das vias respiratórias superiores e podem causar doenças mais graves em grupos vulneráveis (recém-nascidos, crianças, idosos e em indivíduos com comorbilidades) [9]; o hMPV é também uma causa importante de infeção respiratória aguda, mais uma vez com uma maior gravidade em grupos vulneráveis [10].

Tendo estas infeções uma gravidade relativa, com mortalidade tipicamente baixa, os sistemas de monitorização não procuram a sua eliminação ou controlo apertado, apenas a vigilância para minimização dos impactos nos sistemas de saúde e a eventual proteção dos mais vulneráveis.

Em Portugal, a monitorização da gripe é feita através do Programa Nacional de Vigilância da Gripe (PNVG) que integra as componentes de vigilância clínica e laboratorial (figura 1) [6]. O PNVG é coordenado pelo Laboratório Nacional de Referência para o Vírus da Gripe (LNRVG) em estreita colaboração com o Departamento de Epidemiologia (DEP) do Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge, IP (INSA) e a Direção-Geral da Saúde (DGS). O PNVG integra as redes europeias de vigilância da gripe: a Rede *European Influenza Surveillance Network* (EISN) coordenada pelo ECDC e a Rede *Global Influenza Surveillance and Response System* (GISRS) coordenada pela OMS.

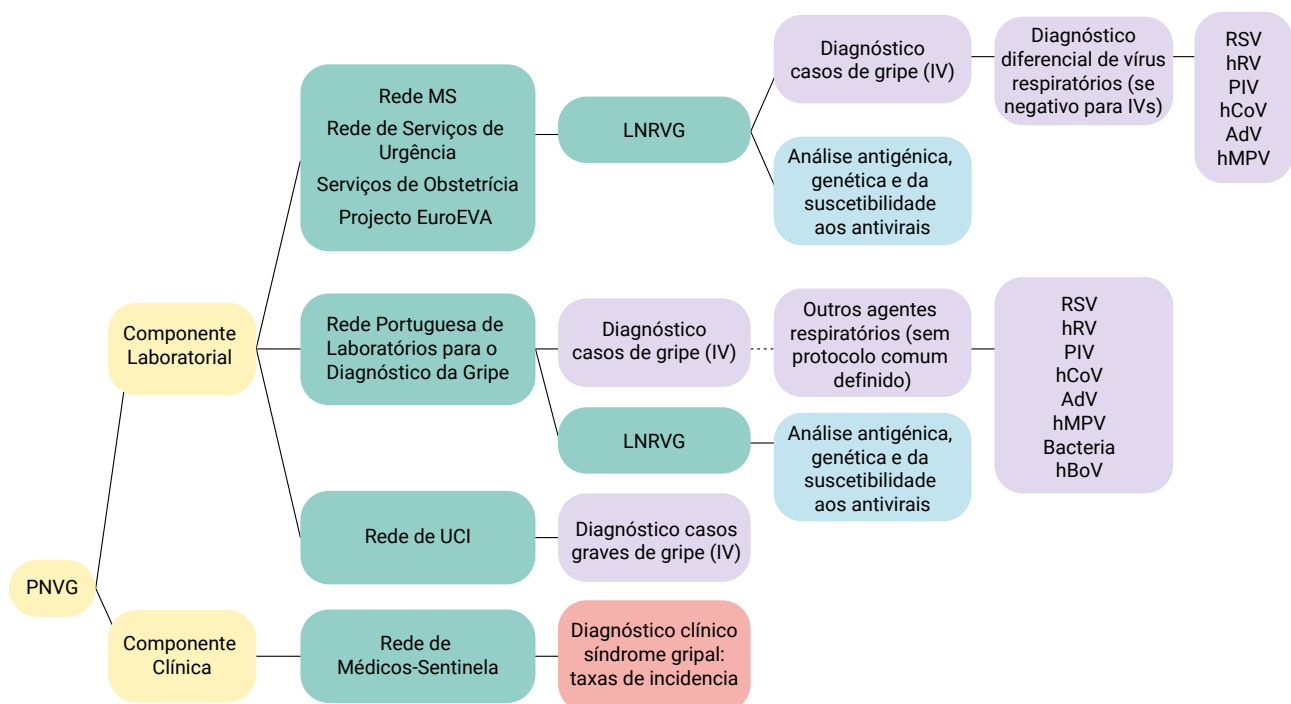


Figura 1. Esquema do atual Programa Nacional de Vigilância da Gripe (PNVG) baseado no Relatório da época 2018-2019 (INSA) [6].

Este programa nacional está baseado na estimacão das taxas de incidência (componente clínica) e no diagnóstico e caracterização do vírus da gripe assim como de outros vírus respiratórios (componente laboratorial), com o objetivo de i) monitorizar e descrever a epidemia de gripe, a sua intensidade, evolução e dispersão geográfica; ii) caracterizar os vírus respiratórios em circulação; e iii) monitorizar o impacto da doença na população [6].

O programa está bem estabelecido e integrado internacionalmente mas não pôde ser utilizado durante a pandemia devido à sua morosidade: podem passar-se semanas entre a visita aos médicos sentinela, a testagem laboratorial e a comunicação dos resultados em formato agregado e, frequentemente, os alertas de início de surto gripal acontecem quando este já é uma realidade conhecida dos hospitais e outros serviços [11].

Assim, cinco fatores sugerem que o **atual sistema deva ser atualizado**, não colocando em risco todas as suas indiscutíveis qualidades: i) apesar da gripe sazonal ser uma das principais causadoras de afluência às urgências, não é óbvio que, dada a sua **morosidade**, o sistema minimize impactos nos sistemas de saúde; ii) os vírus respiratórios estiveram na origem das mais recentes **pandemias** [12] (gripe não-sazonal de 2009, de MERS de 2015, de COVID-19 de 2020) e nem os países mais ricos do mundo estavam preparados para uma crise sanitária das dimensões da pandemia de COVID-19; iii) na sequência da recente pandemia, as dinâmicas das doenças respiratórias sazonais mudaram (por exemplo, os surtos de gripe e de vários NIRVs não aconteceram ou aconteceram fora de época [13, 14]) e não conhecemos os impactos nem as causas destas **novas dinâmicas**; iv) relacionado com o terceiro ponto, **factores ambientais** como as alterações climáticas, o uso excessivo do solo, a agricultura e pecuária intensivas, o aumento da poluição e da mobilidade humana são fatores que vão potenciar o aparecimento de novas doenças, bem como alterar os padrões das já existentes; v) a sociedade tem à sua disposição cada vez **mais ferramentas** para apoiar e melhorar sistemas de existentes (como a análise avançada de dados de saúde, análise de dados não tradicionais, incluindo redes sociais ou águas residuais, metagenómica, sequenciação rápida, etc).

Estamos numa **altura crucial para poder pensar e implementar novos sistemas de vigilância**, que possam ajudar tanto a controlar surtos sazonais como a antecipar e dar resposta ao aparecimento de novos surtos e epidemias causadas por agentes ainda desconhecidos, permitindo um melhor planeamento de curto e longo prazos. Este documento procura ser um contributo para ajudar a pensar a implementação de novos sistemas de vigilância e resposta mais rápidos e eficientes que possam cumprir os seguintes **objetivos**:

1. **Deteção precoce de alterações do padrão de transmissão;**
2. **Limitar a transmissão dos agentes detetados;**
3. **Minimizar a mortalidade e morbilidade;**
4. **Minimizar o impacto no sistema de saúde;**
5. **Proteger a sociedade e os mais susceptíveis.**

Um outro objetivo importante para um sistema de monitorização eficiente é a sequenciação sistemática de genomas virais de modo a avaliar as variantes em circulação, bem como acompanhar a evolução dos agentes patogénicos (especialmente no caso dos vírus devido à sua alta taxa de mutação). Devido à sua complexidade, deixamos este ponto para discussões futuras.

A tabela 1 e a figura 2 mostram um resumo das nossas propostas para atingir cada um destes 5 objetivos.

Objetivos	Monitorização	Sistemas de informação	Políticas
1. Detecção precoce de alterações do padrão de transmissão	<ul style="list-style-type: none"> • Monitorização de bases de dados (clínicos e não-clínicos) • Telessaúde • Monitorização laboratorial • Sentinelas (médicos, escolas, comunidades de alto-risco - ERPI) • Automonitorização • Monitorização ambiental e veterinária 	<ul style="list-style-type: none"> • Recolha e processamento contínuo de dados de várias fontes • Análise sindrómica • Cruzamento de dados • Criação de alertas • <i>Nowcasting</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Alarmística • Cooperação internacional • Investigação multidisciplinar • Legislação
2. Limitar a transmissão	<ul style="list-style-type: none"> • Sentinelas • Automonitorização • Rastreios 	<ul style="list-style-type: none"> • Recolha e processamento contínuo de dados de várias fontes • Visualização de alterações a padrões de transmissão • Cruzamento de dados • Partilha de informação 	<ul style="list-style-type: none"> • Expansão do SNS24 • Teletrabalho • Consultas multicanal • Cooperação internacional • Investigação multidisciplinar • Legislação • Vacinação
3. Minimizar a mortalidade e morbilidade	<ul style="list-style-type: none"> • Sentinelas • Automonitorização • Rastreios 	<ul style="list-style-type: none"> • Recolha e processamento contínuo de dados de várias fontes • Modelos de alteração de padrões de mortalidade • <i>Nowcasting</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Confirmação laboratorial e validação do resultado nos óbitos das comunidades sentinela de risco. • Vacinação • Teletrabalho • Legislação
4. Minimizar o impacto no sistema de saúde	<ul style="list-style-type: none"> • Monitorização de bases de dados (clínicos e não-clínicos) • Sentinelas • Rastreios • Telessaúde 	<ul style="list-style-type: none"> • Recolha e processamento contínuo de dados de várias fontes • Integração com plataformas existentes • Sistemas de automatização de processos • Inclusão de novas tecnologias para reduzir carga de trabalho • Disponibilização de perfis específicos 	<ul style="list-style-type: none"> • Expansão do SNS24 • Expansão dos cuidados de saúde primários • Consultas multicanal • Investigação multidisciplinar • Legislação • Vacinação • Alarmística
5. Proteger a sociedade e os mais susceptíveis	<ul style="list-style-type: none"> • Monitorização de bases de dados (clínicos e não-clínicos) • Escolas sentinela • Comunidades sentinela de alto risco 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar e limitar infodemias • Recolha e processamento contínuo de dados de várias fontes • Cruzamento de dados • Fomentar utilização da plataforma pela população 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigação multidisciplinar • Legislação • Vacinação • Alarmística • Protecção social • Teletrabalho

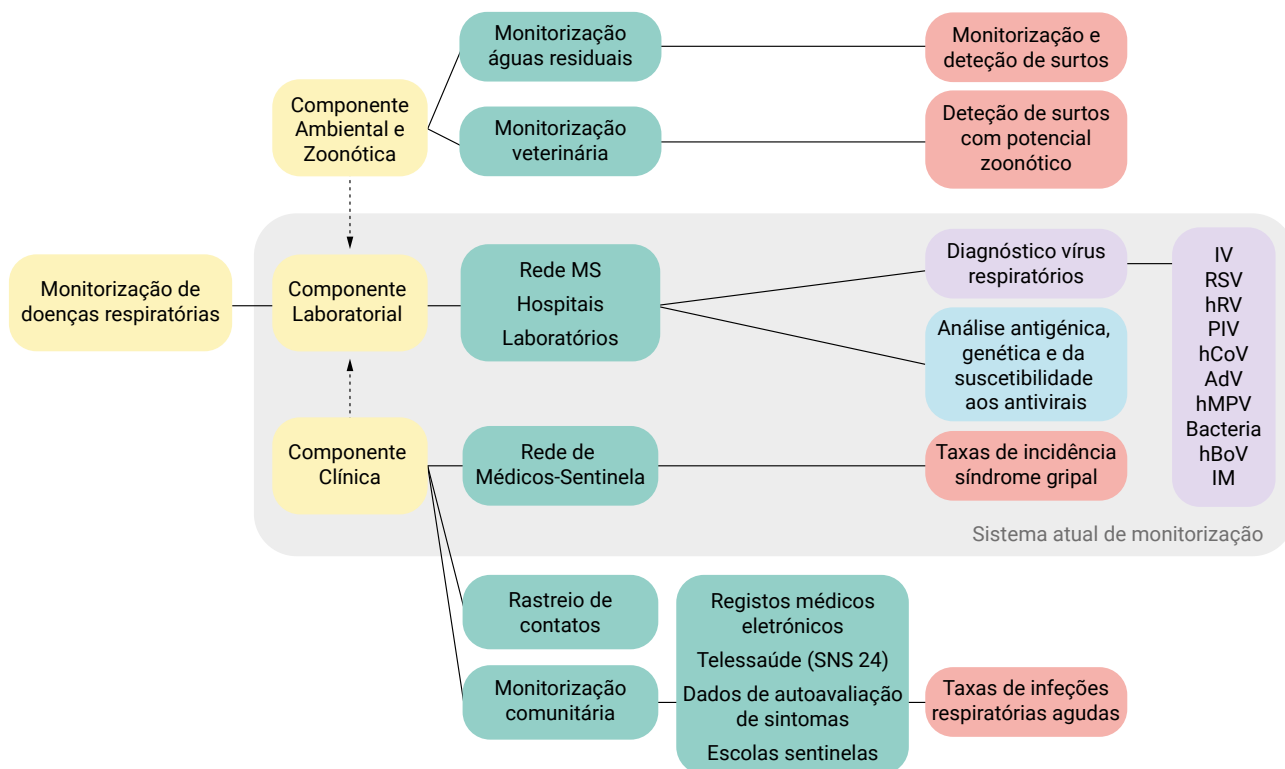


Figura 2. Esquema do sistema de monitorização de doenças respiratórias transmissíveis com as propostas deste documento. As setas representam o envio de amostras para serem analisadas pela componente laboratorial. A zona cinzenta mostra o sistema atual de vigilância de síndrome gripal.

Assim, este “white paper” procura oferecer uma possível estratégia de controlo, procurando conciliar alguns interesses distintos: por exemplo o interesse puramente diagnóstico dos/as profissionais de saúde e a sua carga de trabalho com a necessidade de dados de qualidade, sem os quais não é possível fazer análises e desenhar sistemas de informação. Este deverá ser entendido como um documento de trabalho multidisciplinar, com ênfase na situação portuguesa e nas infeções causadas por vírus (por serem de rápida evolução e os causadores das duas últimas pandemias) e para as quais existe pouca terapêutica.

O documento está dividido em três secções: monitorização, sistemas de informação e políticas de implementação. O primeiro trata da recolha de informação de monitorização de doenças respiratórias; o segundo da gestão dessa informação; e o terceiro de como o sistema é organizado para produzir conhecimentos acionáveis. Em cada um é discutida tanto a questão de agentes conhecidos como de agentes novos, ou desconhecidos. Em cada sub-secção é também indicado qual o objetivo que a proposta tenta cumprir.

2. MONITORIZAÇÃO

Até ao início da pandemia de COVID-19, o pico do surto de gripe sazonal tendia a ocorrer no inverno, tipicamente nos meses mais frios do ano, entre Dezembro e Fevereiro. No entanto, e apesar desta sazonalidade e de um sistema de vigilância bem estabelecido, a data de início, duração, intensidade e gravidade dos surtos são variáveis de muito difícil antecipação. Esta incerteza, agravada pela co-ocorrência de outros NIRVs, de fatores culturais e de organização do sistema de saúde, culmina tipicamente numa enorme sobrecarga sobre os serviços, especialmente nos serviços de urgência.

Outros sistemas de monitorização, sendo corretamente integrados, podem complementar o sistema já existente e melhorar a nossa capacidade de identificação e resposta através de novas metodologias e tecnologias [15]. No caso de doenças respiratórias, sazonais ou não, o objetivo é a **deteção precoce dos padrões de transmissão e minimizar o seu impacto** na mortalidade e morbilidade, nos sistemas de saúde e na economia; no caso de agentes infecciosos emergentes desconhecidos, o principal objetivo é ter sistemas capazes de uma **rápida identificação e gestão da transmissão**. Assim, esta secção está dividida em monitorização de agentes conhecidos e monitorização de agentes desconhecidos, seguindo uma abordagem Uma Só Saúde (*One Health*), na linha do descrito em [16].

2.1. Agentes conhecidos/endémicos

Conhecendo o agente é possível desenhar estratégias de recolha e identificação ativas, como acontece no atual PNVG. Atualmente, são utilizadas técnicas de avaliação sindrómica e laboratorial que podem ser complementadas com outros tipos de dados e com análíticas avançadas (detalhes na secção dedicada aos sistemas de informação), bem como com outras técnicas que permitam a implementação de modelos de previsão de surtos em tempo real. É importante mencionar que um sistema robusto, eficaz e rápido de monitorização e resposta frente a agentes endémicos, facilitaria também a resposta ante agentes desconhecidos.

Caixa 1: Testagem. A pandemia de COVID-19 veio generalizar o uso de testes para a deteção de vírus de diferentes tipos (material genético, antigénios) e a partir de diferentes amostras (nasofaríngea, saliva, águas residuais). Já existem testes de antigénio comerciais, rápidos, de simples utilização e de baixo custo para a deteção de SARS-CoV-2 e devem começar a surgir para IV-A e IV-B. A pandemia aumentou também grandemente a capacidade de testagem molecular de RT-qPCR e esta capacidade instalada pode ser utilizada para generalizar a testagem em formato multiplex, detetando a presença de vários vírus em simultâneo e deverá ser a utilizada no desenho de um eventual roteiro serológico (ver Caixa 4). Introduziu também os testes em amostras de saliva, quer de antigénio quer detetando material genético, menos invasivos e com grande potencial para a testagem de comunidades específicas, como a escolar, e forma agregada.

2.1.1. Monitorização clínica e sindrómica

A monitorização sindrómica pode basear-se quer na identificação de sintomas e sinais clínicos indicativos de uma certa doença (neste caso de ILI), quer no agrupamento de sintomas não específicos e alterações nos padrões de comportamento ligados à saúde que possam indicar um surto ou acontecimento atípico. Esta pode ser feita de forma agregada ou casual, de forma clínica ou comunitária. O sistema atual tem privilegiado sistemas clínicos com notificação agregada, mas é possível melhorar ambos e aumentar o peso da monitorização comunitária, a custo controlado, conforme descrito em baixo.

2.1.1.1. Monitorização comunitária | Todos os objetivos

A monitorização comunitária permite estabelecer “baselines” e estimar prevalência de um modo pouco enviesado; permite também ajudar a identificar surtos antes que estes sejam detetáveis pelo corpo clínico. Sugerimos a integração destes dados no sistema atual e a criação de cinco sistemas de vigilância:

i) Monitorização de registos médicos eletrónicos | Objetivos 1, 3 e 4

Com a adoção generalizada de registos médicos eletrónicos, os diferentes estabelecimentos de saúde estão a produzir uma grande quantidade de dados com um enorme potencial para melhorar a saúde da população. Estes registos digitais, como a prescrição eletrónica médica ou registos médicos, incluem informação relevante, relativa a tratamentos e sintomas relacionados com doenças respiratórias, que pode ser acedida de forma segura. Através de técnicas computacionais de análise de texto, é possível a extração de dados de campos de texto livre e um **sistema automático de deteção de padrões** poderia identificar sinais menos frequentes e antecipar surtos (ver Sistemas de Informação). De facto, existe evidência abundante sobre a utilidade deste tipo de dados na monitorização de doenças respiratórias [17, 18]. Estes dados já são compilados e a sua utilização em sistemas automatizados de deteção de padrões deve ser reforçada.

ii) Monitorização em serviços de telessaúde | Objetivos 1 e 4

O serviço de atendimento telefónico SNS24 tem como objetivos a triagem de condições de saúde (sintomas e sinais) e o fornecimento de recomendações e aconselhamento sobre o nível adequado de cuidados. Com base nos sintomas descritos, um/a enfermeiro/a segue um algoritmo informático e seleciona um protocolo de saúde específico, o que resultará em aconselhamento clínico adequado. Não conhecemos estudos aprofundados da população de utentes do SNS24 mas este é um serviço acessível e quase gratuito (preço de uma chamada telefónica local), e cobre uma ampla faixa demográfica, incluindo idosos, estando bem integrado nos hábitos de saúde da população. Cada chamada telefónica é registada e etiquetada com data e hora da chamada, idade e sexo do/a doente, localização no momento da chamada, e o protocolo de saúde selecionado. Os enfermeiros podem também preencher um campo de texto livre, com comentários que incluam queixas e sintomatologia. Os dados podem ser extraídos sem informação que permita identificar o doente.

Portanto, o SNS24 representa uma fonte de informação clínica e sintomática em tempo real, abrangente em termos sociodemográficos e supervisionada por profissionais da saúde, tendo um enorme potencial na deteção em tempo real e na gestão da saúde, como já foi mostrado para este tipo de dados noutros países [19]. Um sistema apoiado na seleção das chamadas que ativem os protocolos relacionados com problemas respiratórios, juntamente com uma análise dos sintomas recolhidos no campo de texto livre, geraria séries de dados relevantes.

Este tipo de metodologia com dados do SNS24 foi testada na previsão do início das epidemias sazonais de gripe, em Portugal e em outros países, com resultados promissores [11]. O uso de dados do SNS24 tem ainda a vantagem de ser um sistema já integrado na sociedade, até nas camadas mais idosas e susceptíveis a complicações. Assim, um sistema de **monitorização sintomática** baseado nos dados recolhidos pelo SNS24 seria complementar à monitorização de dados de registos de saúde eletrónicos, de fontes administrativas, relativos à utilização de serviços de saúde, e à rede de médicos-sentinela, fornecendo dados sintomáticos representativos e com qualidade clínica, rapidamente e em grande escala.

iii) Monitorização de dados de auto-avaliação de sintomas | Objetivos 1, 2 e 3

Graças à internet e a sistemas de partilha de informação (sejam inquéritos online, aplicações ou redes sociais), a utilização de dados comunitários com relevância clínica é cada vez mais fácil e reconhecida [15]. Existem fortes evidências de que a pesquisa ou partilha de informação através de diferentes **ferramentas digitais** (ex. pesquisas no Google, posts no Twitter, etc.) constitui um sinal representativo da circulação de doenças respiratórias na população e fornece informação atempada, sem necessidade de dados sobre visitas clínicas e relatórios laboratoriais (detalhes na secção Sistemas de Informação). De forma mais activa, aplicações online de **auto-avaliação de sintomas**, nas quais a população fornece voluntária e regularmente dados sobre os seus sintomas, através de plataformas web ou aplicações móveis, já têm sido implementados no caso da epidemia de gripe e da COVID-19.

Sendo importante ter em conta as suas limitações, a implementação abrangente destes sistemas fornece informação em tempo real que, em combinação com outros dados, pode contribuir para a deteção e controlo de surtos.

iv) Escolas sentinela (pré-escolar) | Objetivos 1, 2, 4 e 5

As crianças são reconhecidas como importantes transmissores de doenças infecciosas e as doenças respiratórias são uma das causas principais de absentismo no contexto escolar [20]. Existe evidência que o absentismo relacionado com sintomas de ILI apresenta uma forte correlação com outros sistemas de monitorização como hospitalizações e número de testes positivos, e pode proporcionar uma antecipação de 1-2 semanas em relação a estes [20, 21]. Assim, os registos de assiduidade, pedidos de baixas médicas [22] e assiduidade escolar oferecem dados que podem ser úteis para a caracterização de casos assim como para apoiar a identificação de surtos, e a intervenção atempada para reduzir a transmissão, dentro e fora do contexto escolar.

Deveria ser criado um mecanismo de monitorização dentro de um programa de escolas-sentinela de modo a **quantificar o número de faltas** ligada à presença de sintomas de ILI, do lado do pessoal docente, não-docente e discente. Tal sistema, que já foi implementado em vários países [e.g. 23, 24] incluindo Portugal¹ [25], deverá ser ampliado e atualizado para permitir às escolas comunicar os dados diariamente mas de maneira simples, com o objetivo de não aumentar a carga de trabalho para as instituições de ensino, assim como considerar a implementação de um sistema de retorno e incentivos. Deverá ser implementado também um sistema de testagem laboratorial, com **testes pouco invasivos** (ex. testes de saliva), quando um surto seja detetado, que teria, entre outros, benefícios no controlo da transmissão.

v) Comunidades sentinela de alto risco | Objetivos 1, 3, 4 e 5

Quer para identificar surtos como para proteger comunidades especialmente susceptíveis, sugerimos a implementação de um programa de monitorização sindrómica que reporte sintomas e permita a testagem regular nestas comunidades (lares, unidades de hemodiálise, hospitais, etc.) para profissionais e utentes [26]. Este deveria incluir sistemas de partilha simples de informação, como preenchimento de **inquéritos epidemiológicos**, e como o impacto na saúde neste contexto é elevado, estratégias de **testagem** mais invasivas (por exemplo, amostragem com zaragatoa) seriam justificadas pelo duplo benefício em termos clínicos e de saúde pública.

2.1.1.2. Rastreio retrospectivo e prospetivo | Todos os objetivos

A identificação da origem de uma infeção pode ajudar na interrupção de cadeias de transmissão e de novos casos ainda desconhecidos. Este tipo de rastreio só é feito em casos particulares e normalmente não se aplica às infeções respiratórias sazonais, durante a fase epidémica. Durante os períodos de maior incidência de COVID-19, os inquéritos epidemiológicos nem sempre foram feitos ao ritmo ideal e é difícil de estimar o real impacto destes esforços na redução da transmissão do SARS-CoV-2. No entanto, o rastreio é particularmente importante na identificação de clusters de infeção e de eventos *super-spreader*, em que um infectado dá origem a muitos novos casos.

Em alternativa a apps de contacto e ao sistema tradicional, de chamadas telefónicas e inquéritos epidemiológicos clássicos, existem **sistemas automatizados de auto-reporte**, por exemplo preenchendo inquéritos online semelhantes aos preenchidos pelas equipas de rastreio, mas sem necessidade de intervenção de pessoal especializado. Este método levanta menos questões de privacidade e poderia libertar as equipas para confirmação dos contactos, auditorias pontuais e apoio aos contactos com maior dificuldade de acesso à internet. Consideramos que a utilização destes sistemas deve ser reforçada e promovida junto da população. Em qualquer dos casos, a utilização das ferramentas digitais deve ser sempre voluntária (*opt-in* com facilidade de *opt-out*) e não se substitui à necessidade de inquéritos epidemiológicos.

¹ Projeto-piloto de vigilância do absentismo escolar (não específico para casos de ILI) na região Norte criado pelo Departamento de Saúde Pública junto com a Direção Regional de Educação do Norte e implementado entre 2006 e 2012.

Caixa 2 - Rastreio digital de contactos. Durante a pandemia de COVID-19 foi introduzida uma aplicação móvel digital (StayAway COVID) com o objetivo de facilitar o rastreio prospetivo, avisando possíveis contactos de risco. Este sistema de rastreio digital de contactos por notificação de exposição utiliza tecnologia Bluetooth, implica uma enorme adesão e levanta questões técnicas e de privacidade importantes. Da forma como foi desenvolvido envolvia também a partilha de dados fora dos sistemas de saúde, incluindo de localização e de contactos não epidemiologicamente relevantes. Esta implementação não foi um sucesso e a reintrodução destes sistemas só deverá ser equacionada depois de se considerar: 1) desempenho de apps semelhantes em Portugal e no resto do mundo, tendo em vista colmatar falhas operacionais (por exemplo, permitindo a atribuição de códigos por pessoal não médico, automaticamente); 2) uma análise de custo-benefício tendo em conta a eficácia e preocupações éticas, como a privacidade e a equidade.

2.1.1.3. Rede de Médicos-Sentinela | Objetivos 1, 2 e 4

A componente clínica do PNVG é suportada atualmente pela Rede Médicos-Sentinela e tem um papel especialmente relevante por possibilitar o cálculo de taxas de incidência, permitindo descrever a intensidade e evolução da epidemia no tempo. Os Médicos-Sentinela notificam semanalmente o Departamento de Epidemiologia de todos os novos casos de doença que ocorreram nos utentes inscritos nas respectivas listas, o que permite o cálculo das taxas de incidência [6]. Neste momento, apenas doentes que apresentem sintomas ILI são sujeitos a zangaratoa e a testagem. Isto implica que estamos a calcular a incidência com base em pessoas que são sintomáticas e que vão ao médico. Como a prevalência de doenças respiratórias nestas pessoas é provavelmente diferente da da população geral, isto leva à introdução de enviesamentos nas estimativas (ver caixa 3). Por isso, é importante que se redesenhe o sistema para permitir também a **testagem aleatória da população**, ou pelo menos a testagem controlo de doentes sem sintomas ILI (por exemplo, que vão ao centro de saúde fazer consultas de rotina).

Caixa 3 - Enviesamentos causados pelo teste de sintomáticos. Frequentemente, os testes moleculares de diagnóstico são efetuados em pessoas sintomáticas (é o caso por exemplo da rede de médicos-sentinela). Como vários agentes infecciosos provocam os mesmos sintomas, as taxas de positividade dos vários agentes patogénicos não são independentes. Por exemplo, durante um surto de gripe, a taxa de positividade para os rinovírus será relativamente baixa porque a maioria dos sintomáticos terá gripe. Do mesmo modo, fora dos surtos de gripe, os rinovírus e outros NIRVs poderão aparentar ter taxas de positividade muito altas. Estes enviesamentos podem ser colmatados se houver uma estimativa da taxa de pessoas com sintomas na população.

Outro problema mais difícil de resolver é o facto de agentes infecciosos diferentes causarem sintomas diferentes, mas com uma grande sobreposição. Por exemplo, se os pacientes com gripe forem testados com maior probabilidade do que pacientes com rinovírus (porque têm mais frequentemente sintomas respiratórios), a taxa de positividade será mais alta para a gripe que para os rinovírus mesmo que a incidência das duas doenças seja a mesma.

Estes enviesamentos podem ser resolvidos com 1) programas de testagem aleatória, independente de sintomas; 2) o seguimento de coortes, sendo que estas também têm a vantagem de permitir a análise do historial clínico dos pacientes; ou 3) a análise de águas residuais.

2.1.2. Monitorização laboratorial | Objetivo 1

O atual sistema de monitorização laboratorial procura ajudar a cumprir principalmente o objetivo 1 e é abrangente e eficaz. Como todos os sistemas, poderia ser melhorado e fazemos as seguintes propostas:

- i) Uma vez que a sazonalidade dos NIRVs foi profundamente alterada com a pandemia de SARS-CoV-2 e que o aparecimento de novos agentes não segue necessariamente um calendário sazonal, a monitorização laboratorial e a vigilância clínica devem estar **ativas o ano todo**, não só entre outubro e maio, e incluir o **SARS-CoV-2** nos NIRVs testados.
- ii) Os protocolos de testagem e notificação de casos devem ser uniformizados. Enquanto a Rede de Médicos-Sentinelas tem um protocolo diferencial de testagem, onde as amostras negativas para os vírus da gripe são testadas em multiplex para o resto dos vírus, a Rede Portuguesa de Laboratórios para o Diagnóstico da gripe, que contribui com 10 vezes mais casos e diagnósticos, não tem um protocolo estandardizado nem diferencial quanto à testagem de outros agentes respiratórios para além do vírus da gripe, o que impede uma análise aprofundada destes importantes dados (ex. cálculos de incidência). Assim, os vírus respiratórios

listados e tipicamente em circulação deveriam ser **testados de forma paralela**, para possibilitar também a identificação de **co-infeções e a prevalência** de NIRVs independentemente da prevalência dos IVs.

- iii) Para além da caracterização genética do vírus da gripe, feita pelo Laboratório Nacional de Referência para o Vírus da Gripe, a inclusão de amostras positivas para outros vírus respiratórios tornaria a **monitorização genética** de doenças respiratórias mais completa.
- iv) Para evitar novas introduções ou reintroduções deveria ser implementado um sistema de **testagem aleatória e voluntária** nos aeroportos e outros pontos de entrada de larga escala no país.

Uma dificuldade na implementação dos pontos i) e ii) é que o objetivo prioritário dos profissionais clínicos é o diagnóstico e isto é particularmente notório no caso dos vírus respiratórios: uma vez que muitas vezes não existem diferenças entre a terapêutica, a identificação dos vírus torna-se desnecessária. Esta identificação e a recolha de dados epidemiológicos são atividades complementares, feitas em conjunto com as autoridades de saúde e respectivas equipas de saúde pública. Assim, é importante implementar em paralelo um **sistema de incentivos** para os profissionais clínicos e centros médicos que contribuam para a monitorização, por exemplo, através da participação ativa em projetos de saúde pública e de investigação. Para além disso, é fundamental o **retorno da informação**, de maneira a que os profissionais clínicos e instituições vejam o resultado da sua participação e usufruam na sua prática clínica dos dados epidemiológicos. É também importante que existam **recursos financeiros apropriados** a esta monitorização. Caso isto não seja possível de forma generalizada, devem ser identificados **hospitais-piloto**, que integrem uma rede de vigilância e que sigam os protocolos de identificação de agentes pré-estabelecidos.

Caixa 4: Roteiro Serológico. Portugal implementou um roteiro serológico de âmbito nacional, durante a pandemia de COVID-19, podendo estar preparado para também o fazer durante surtos sazonais de doenças respiratórias. Testes serológicos servem para determinar o número de pessoas que tiveram contacto anterior com um agente patogénico e que desenvolveram anticorpos, na população geral ou numa população específica, como por exemplo hospitais ou escolas. Este levantamento traz imensas vantagens quer para se conhecer a prevalência num certo momento quer de forma longitudinal e, neste caso, permite também estudar perda de imunidade, estimar incidência, probabilidade de co-infeção, etc. Estes estudos devem ser complementados com ensaios de neutralização a fim de se determinar se os anticorpos são eficazes a bloquear a infeção, da mesma ou de outras variantes, na sequência de protocolos com institutos de investigação com capacidade técnica e científica para coordenarem estes esforços.

2.1.3. Monitorização ambiental e zoonótica

2.1.3.1. Monitorização de águas residuais | Objetivo 1

A metagenómica, estudo do material genético presente em amostras ambientais, (em conjugação com técnicas de sequenciação de próxima geração) pode ser utilizada para estudar a diversidade de microrganismos presentes em diferentes tipos de amostras, assim como para identificar microrganismos específicos [27]. Em particular, a vigilância de águas residuais é um método de monitorização epidemiológica relativamente recente e com um enorme potencial ao permitir detetar agentes em circulação independentemente dos sintomas, do acesso aos serviços de saúde ou de testagem, ou de fatores socioeconómicos e demográficos. A monitorização de águas residuais tem duas aplicações principais [28]: i) **A deteção qualitativa de surtos** quando há pouca ou nenhuma circulação do agente infeccioso; e ii) A monitorização e **estimativa da prevalência** de uma determinada doença, livre dos enviesamentos descritos em cima.

Efetivamente, o vírus da gripe e outros vírus respiratórios já têm sido detetados em águas residuais [29] e, apesar de ainda existirem desafios técnicos e metodológicos, o seu potencial compensa os esforços para o implementar [30]. Se associado a uma componente de caracterização genética, para monitorizar variantes em circulação, poderia complementar a **vigilância laboratorial metagenómica** de forma anónima e nada invasiva.

Para isto, é fundamental assegurar uma estreita colaboração entre os Ministérios da Saúde, do Ambiente e outras autoridades responsáveis, tanto em termos de partilha de dados como de financiamento. Em Portugal, tal sistema deve ser construído em conjunto com o projeto para a vigilância sistemática de SARS-CoV-2 em águas residuais atualmente em desenvolvimento² e em parceria com a APA (Agência Portuguesa do Ambiente), ERSAR (Entidade Reguladora de Serviços de Água e Resíduos), e as entidades locais que esta supervisiona, de forma a aproveitar as infraestruturas e conhecimentos já existentes.

2.1.3.2. Monitorização veterinária | Objetivo 1

A monitorização zoonótica merece-nos apenas uma breve nota, dada a sua complexidade e especificidade. Vírus respiratórios podem ser completamente novos (como foi o caso do SARS-CoV-2), ou podem ser novas variantes de agentes conhecidos (como a estirpe A(H1N1)pdm09 do vírus da gripe) mas são quase sempre zoonóticos, ou seja, surgem primeiro em animais, quer domésticos quer selvagens. Assim, a vigilância de animais é fundamental na deteção e controlo de eventos de transmissão interespecífica ou *spillover*, quando agente patogénico é transmitido a partir da população reservatório a uma população hospedeira, neste caso humana. A Direção Geral de Alimentação e Veterinária (DGAV) conta com vários programas de monitorização de certas doenças veterinárias com capacidade de transmissão ao ser humano em animais de produção, entre os quais se encontra o

² Na sequência da Recomendação (UE) 2021/472 da Comissão de 17 de março de 2021, encontra-se em fase de conclusão o desenvolvimento em Portugal um sistema de vigilância de SARS-CoV-2 nas águas residuais pela DGS, APA e outras entidades. Este sistema vem na sequência do projeto-piloto [COVIDetect](#).

Programa de Vigilância da Gripe Aviária em aves de capoeira e selvagens [31]. Também conta com programas de vigilância de algumas doenças para espécies cinegéticas, mas a vigilância de doenças zoonóticas carece de uma abordagem integrada, de forma a permitir a identificação atempada de fenómenos de transmissão interespecífica ou *spillover*.

Nesta abordagem é fundamental a partilha de informação relativa à ocorrência de agregados espaço-temporais (clusters) de doença, à caracterização dos agentes (genotipagem) e aos eventos de excesso de mortalidade (associados a doença respiratória neste caso) em espécies domésticas, selvagens e, em caso de novos agentes, animais de companhia. Portanto, um sistema de monitorização veterinária, interoperacional e integrado no sistema de monitorização geral, é de enorme importância, de acordo com uma abordagem de Uma Só Saúde (*One Health*). Isto deve ser implementado através da criação de equipas multidisciplinares nos diversos níveis de decisão para o acompanhamento dos programas de vigilância³ ou, idealmente, integrando num centro próprio a **vigilância veterinária e ambiental**. Estas equipas deverão comunicar de forma célere com o INSA ou com uma estrutura coordenadora a criar, permitindo a fácil identificação de novos agentes e o despoletar de medidas de mitigação.

Apesar da sua dificuldade, nomeadamente uma baixa centralização de efluentes, deve ser considerada também a análise de **águas residuais de pecuárias** e outras estruturas de produção ou aglomeração animal e um reforço da testagem e monitorização de animais selvagens, em coordenação com entidades internacionais.

2.2. Agentes desconhecidos/emergentes

A deteção de agentes patogénicos desconhecidos apresenta uma dificuldade maior dado que não existe informação prévia sobre o agente e não é possível a sua deteção utilizando testes laboratoriais. Neste caso, a prioridade é a deteção precoce de surtos baseada num forte sistema de monitorização clínica de sintomas respiratórios, na monitorização de possíveis zoonoses e, finalmente, num sistema eficaz de cooperação internacional para a identificação de agentes importados. A seguir à deteção do surto, é de extrema importância a existência de um sistema de resposta rápida.

2.2.1. Monitorização sindrómica | Todos os objetivos

Os sistemas de monitorização sindrómica mencionados anteriormente, têm a capacidade de identificar surtos de sintomas na população fora do seu padrão usual e dois sistemas podem ser utilizados de forma complementar: analíticas computacionais e genotipagem.

³ Como o Grupo de Gestão da Gripe Aviária de Alta Patogenicidade coordenado pela DGAV (Despacho n.º 2902/2022).

Como no caso dos agentes conhecidos, as técnicas analíticas avançadas são de grande importância na implementação de modelos de deteção de surtos causados por agentes desconhecidos. Neste caso, estas técnicas podem extrair informação dos sistemas de vigilância sintomática em vigor e detetar **padrões atípicos**, possíveis sinais de alarme.

Em paralelo, e quando a componente laboratorial não seja capaz de identificar o agente etiológico de entre os agentes habituais monitorizados, um **protocolo de identificação** do agente deve ser ativado. Para que este protocolo seja eficiente e rápido, deve ser padronizado, quer centralizando-o numa única instituição, quer através da coordenação das instituições que fazem análises laboratoriais. Idealmente, estes protocolos deverão seguir as normas internacionais, particularmente do ECDC. Em Portugal, o INSA tem um laboratório de genotipagem capaz de sequenciar novos agentes.

2.2.2. Monitorização ambiental e zoonótica

2.2.2.1. Monitorização de águas residuais | Objetivo 1

Existindo um sistema de monitorização de águas residuais que esteja em funcionamento para a deteção de surtos sazonais, este poderia ser facilmente adaptado ao caso de novos agentes patogénicos, dentro de um protocolo de alerta ante um surto ou alarme internacional de origem desconhecida.

2.2.2.2. Monitorização veterinária | Objetivo 1

Tal como descrito em cima, a maioria das doenças respiratórias transmissíveis são causadas por agentes patogénicos zoonóticos, transmitidos aos humanos pelo contacto com animais domésticos ou selvagens. No entanto, a monitorização clínica de sintomas respiratórios em medicina veterinária é realizada (atualmente) apenas para gripe aviária. Assim, a monitorização para outros agentes e espécies, requer a criação de programas, com a disponibilização de recursos para os realizar. Como no caso de agentes conhecidos, um sistema que integre a vigilância espaço-temporal de eventos de transmissão assim como de **eventos de mortalidade** em excesso em animais de companhia e de produção, será uma ferramenta de enorme utilidade na vigilância de agentes desconhecidos com potencial zoonótico. Neste sentido a DGAV junto com o Instituto de Conservação da Natureza e as Florestas (ICNF) já conta com a Aplicação de Notificação Imediata de Mortalidade de Animais Selvagens ([ANIMAS](#)) [32] que tem como objetivo que pessoas que contatem frequentemente com espécies selvagens (profissionais e público em geral) notifiquem a presença de animais mortos no meio natural.

3. SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

A existência de um Sistema de Informação (SI) robusto é fundamental para a deteção, controlo e erradicação de surtos, quer estes sejam causados por agentes conhecidos, quer por agentes novos em circulação. Estes sistemas são tipicamente alimentados por diferentes tipos de dados (clínicos e não clínicos) que podem ser organizados de forma estruturada e analisados para apoio à decisão ou apenas para facilitar a gestão dos serviços de saúde. Esta combinação de informação permite a criação de alertas e modelos de *nowcasting* e, eventualmente, de *forecasting*. O sistema deverá ser transversal a todo o processo de monitorização de doenças respiratórias infecciosas, seguindo uma abordagem Uma Só Saúde, ou seja, através da integração de dados de vários sectores (saúde ambiental, animal e humana). Se bem desenhada, esta plataforma conjunta poderá contribuir para uma melhor cooperação entre instituições nacionais e internacionais, além de auxiliar a produção de relatórios técnicos já instituídos.

Os seus principais objetivos serão:

- **Recolha e processamento contínuo** de dados de várias fontes e de forma **flexível**, capaz de se adaptar a novas situações e fontes de dados e facilitando a partilha de dados para efeitos de **investigação** e melhoria dos serviços de saúde;
- Criação de sistemas de **análise automática** de dados, estruturados e não-estruturados;
- Desenvolvimento e testagem de **algoritmos de monitorização**, *now-* e *forecasting* e de apoio à decisão, com a **criação de alertas** para investigação adicional com base em várias análises temporais e espaciais;
- Desenvolvimento de **sistemas de visualização** de dados e de partilha de informação entre diferentes entidades e com a população;
- **Integração da informação** recolhida ou das análises com sistemas já existentes na prática clínica;
- Desenvolvimento e implementação de novas tecnologias que possam ser úteis à **monitorização e mitigação** de surtos ou **proteção** de comunidades;
- Oferecer uma **visão global** das características dos surtos e fatores de risco, tanto quanto possível em tempo real, para **apoiar a decisão em saúde**;
- Fazer a ligação com entidades **internacionais**, promovendo a **colaboração** e a **investigação**, integrando a liderança da transformação digital na saúde.

As funcionalidades deste SI, tirando proveito da sua utilização e alimentação contínua, deverão passar pela: i) criação de alertas temporais; ii) análise personalizada desenvolvida por e para os utilizadores; iii) mapeamento geográfico; iv) recolha de dados complementares; e v) comunicação de ocorrências. Para que tal seja possível, é necessário pensar numa arquitetura de informação que torne todas estas funcionalidades possíveis e eficientes. A Figura 3 mostra as diferentes componentes que o SI deve assegurar.

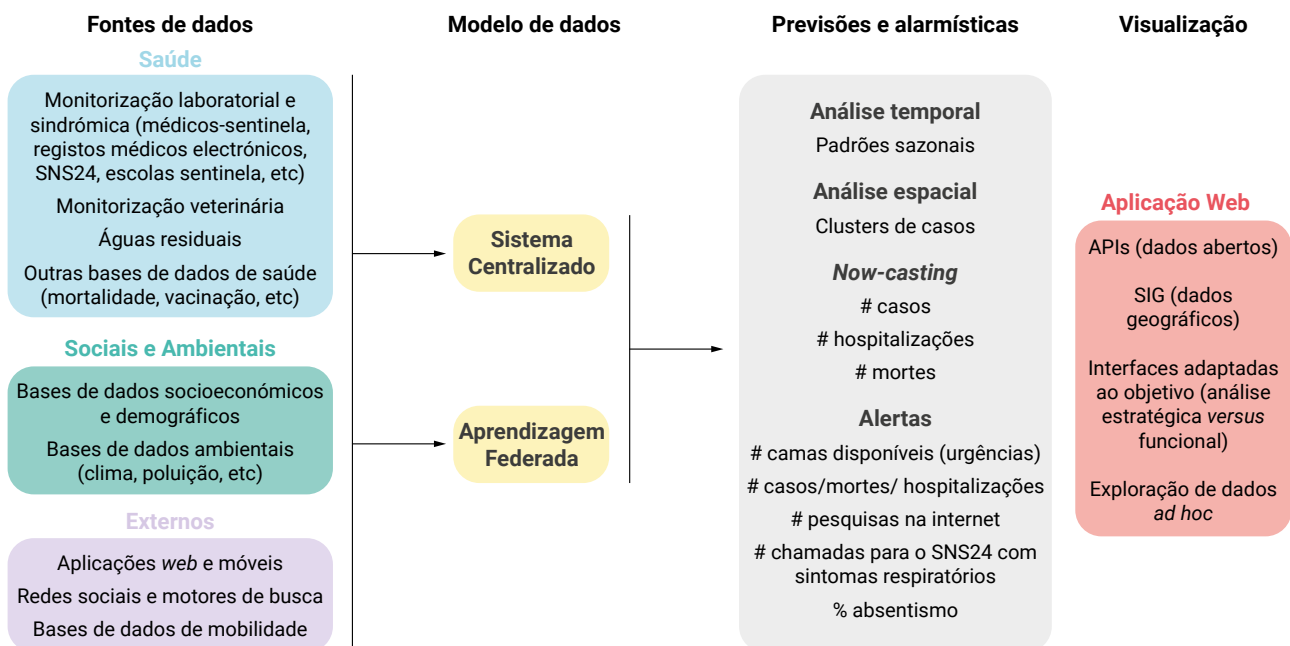


Figura 3. Diagrama ilustrativo (e não-exaustivo) das várias componentes que devem integrar o sistema de informação para monitorização das doenças respiratórias infecciosas (SIG: Sistemas de Informação Geográfica; API: interface de programação de aplicações).

Os grandes desafios do sistema a implementar passam por:

- Conseguir **interligar** dados de várias fontes e naturezas, tais como dados genómicos, informação clínica não estruturada, informação de redes sociais ou dados epidemiológicos de inquéritos de campo, sempre tão rapidamente quanto possível;
- Desenvolver, testar, auditar e implementar sistemas computacionais de **apoio à decisão**;
- **Atualização** constante de sistemas de recolha de dados e de análise, com um peso mínimo para o sistema de saúde
- Garantir uma **cobertura** nacional, de forma a assegurar **equidade** e motivar todas as partes interessadas a contribuir para esta plataforma
- **Comunicação** e interligação entre as diferentes entidades envolvidas, garantindo que todas as instituições que participam na obtenção de dados recebem **feedback útil** para as suas atividades, tendo em conta as suas necessidades específicas.

Uma vez que este SI servirá de base tanto para análises estratégicas, como operacionais, é necessário que seja criada uma equipa dedicada à construção e manutenção do mesmo, incluindo especialistas em áreas como a Epidemiologia e Saúde Pública, Ciência de Computadores, Matemática, Sociologia, Comunicação, proteção de dados, etc. Poderá também ser necessário consultar pontualmente vários especialistas, particularmente na fase de desenvolvimento e implementação deste sistema. Esta equipa poderá integrar uma estrutura existente ou, idealmente, fazer a ponte entre diferentes estruturas ou integrar uma nova, a ser criada para a monitorização de doenças infecciosas.

3.1. Recolha e tipo de dados

Toda a recolha de dados, detalhada na Figura 3, deverá ser assegurada pela equipa de SI que deverá ainda definir os requisitos que as diferentes fontes de informação deverão cumprir para que possam ser continuamente recolhidos, seguindo um **modelo de dados e linguagem comum** para todas as instituições envolvidas (tais como as normas [HL-7/FHIR](#)⁴ e, sempre que possível, com base em catálogos de *standards* internacionais como o SNOMED ou as terminologias clínicas do [SNS](#)⁵). Para além de assegurar a recolha dos dados, esta equipa deverá ser capaz de os gerir e garantir a possibilidade de **expansão das fontes** (para além das listadas na Figura 3), assegurando que todas as componentes deste sistema são **flexíveis**.

Aqui, iremos distinguir entre dados de saúde, que poderão ser recolhidos em qualquer ponto do ecossistema da saúde, dados socioeconómicos, que poderão ou não ser recolhidos em ambiente clínico, e dados externos, como informação partilhada em redes sociais ou de mobilidade. Nas perspetiva Uma Só Saúde mencionada anteriormente, e tendo em conta a probabilidade de doenças emergentes terem origem zoonótica, este sistema poderá integrar também dados dos sistemas de vigilância da DGV, bem como a prescrição eletrónica médico-veterinária (PEMV). Assim, e conforme exemplificado na Figura 3, o sistema deverá estar preparado para integrar **dados de diferentes naturezas**.

3.1.1. Dados de Saúde | Todos os objetivos

Os dados de saúde incluem os provenientes do sistema de monitorização de doenças respiratórias (taxas de positividade para diferentes vírus e outros dados da componente laboratorial, taxas de incidência de síndrome gripal, dados extraídos dos registos médicos eletrónicos e das chamadas para a linha SNS24, etc.) assim com outros dados de saúde (mortalidade, prescrições médicas, reações medicamentosas adversas, dados de vacinação, etc.). Serão considerados dados de saúde todos aqueles que reflitam o acesso aos cuidados, o estado de saúde do indivíduo e da população e que possam ser monitorizados tanto a nível individual, como de forma agregada (por exemplo, distribuição geográfica) e também dados provenientes da monitorização veterinária.

⁴ <https://hl7.org/fhir/>

⁵ <https://www.ctc.min-saude.pt>

Como referido anteriormente, estes dados provêm de fontes muito distintas, podendo refletir realidades locais, regionais, nacionais e internacionais. Neste sentido, deverá ser assegurada a interoperabilidade entre os sistemas que recolhem e armazenam esses dados de forma a que estejam preparados tanto para análises do dia-a-dia, como para dar resposta a situações urgentes. A falta dessa integração e **visão global** do problema, pode levar a uma fragmentação e atrasos na resposta, Esta situação verificou-se recentemente com a pandemia de COVID-19, em que a gestão das diferentes fontes de dados estava entregue a diferentes entidades, limitando a atuação no controlo da infeção.

3.1.2. Dados Sociais e ambientais | Objetivos 2, 4 e 5

Os fatores sociais influenciam a saúde a vários níveis, como nível de acesso aos cuidados de saúde ou aumento da morbilidade e mortalidade, cobertura vacinal, etc. A contínua monitorização e integração de dados socioeconómicos é de extrema importância pois identificar e compreender atempadamente os **determinantes sociais** que mais impacto têm na dinâmica e distribuição espacial de uma infeção, permite canalizar recursos para as populações em risco, mitigando os efeitos das diferenças sociais. Neste sentido, deverão ser considerados dados provenientes de bases de dados como a Pordata, Instituto Nacional de Estatística, DGEES (absentismo escolar), redes sociais, entre outros.

Dados de **fatores ambientais**, climáticos e geográficos também deverão ser considerados num sistema de monitorização de infeções respiratórias, tendo em conta informação sobre **poluição e alergénios**.

3.1.3. Dados Externos | Todos os objetivos

Neste contexto, dados externos referem-se tanto aos dados recolhidos de forma não convencional (por exemplo, através de aplicações móveis), bem como aos dados recolhidos de fontes cujo objetivo primordial não visa a melhoria da saúde da população ou o controlo epidémico/pandémico. Como exemplos de fontes de dados externos temos: i) a **Internet das Coisas** (*Internet of Things*, ou IoT) que se refere a todos os aparelhos e objetos que se encontram permanentemente ligados à Internet, sendo capazes de comunicar entre si; ii) a utilização crescente de **wearables**, capazes de medir parâmetros vitais de forma contínua; e iii) as **aplicações web/móveis**, que tiveram recentemente em grande destaque durante a pandemia de COVID-19, particularmente para rastreio de contactos [33].

Estes dados podem ajudar a ultrapassar as limitações dos métodos mais tradicionais, como o desfasamento de tempo entre a infeção e o diagnóstico clínico, que pode ser de várias semanas, potencialmente acelerando a identificação e localização de surtos. Podem também ser úteis aos cidadãos, aumentando o controlo sobre a sua informação de saúde e permitindo escolhas informadas, tendo em conta o seu nível de risco face à comunidade onde se inserem [33]. Naturalmente, estes dados sofrem de diferentes limitações, como a dificuldade de validação, a não-ubiquidade devido a desigualdades ao nível da literacia digital, diferentes questões de ordem ética e a importância de assegurar a privacidade dos indivíduos que os partilham.

Assim, propomos que sejam desenvolvidos e integrados:

3.1.3.1. Sistemas participativos de monitorização online | Objetivos 2 e 3

Sistemas abrangentes e baseados em *self-reporting*, que permitem a recolha de sintomas introduzidos em plataformas web ou aplicações móveis pelos cidadãos. Desde que corrigidos para enviesamentos de seleção, estes sistemas podem ser eficazes na monitorização da gripe (ex. InfluenzaNet) e da COVID-19 (exemplos no Brasil, Reino Unido e Suíça). Estes sistemas também podem incluir inquéritos de rastreio tanto prospetivo como retrospectivo (ver secção 2).

3.1.3.2. Ferramentas de Rastreio populacional | Objetivo 2

Conduzido de forma **passiva** na população através das redes sociais, dos diferentes media e das pesquisas em motores de busca, podem ser uma boa fonte de dados complementar à vigilância clínica tradicional. Através destes dados é possível criar visualizações e identificar em quase tempo real surtos e clusters por região. Porque estes sistemas são altamente influenciados pela saliência mediática, podendo levar à criação de falsos alertas, é importante incluir correções nos sistemas analíticos.

3.1.3.3. Ferramentas de avaliação de risco individualizado | Objetivo 2

Diferentes aplicações online podem ter grande potencial ao, através da idade, localização e tipo de atividade, poderem devolver níveis de risco calculados para as características de cada indivíduo, ou outras informações relevantes. Versões integradas terão de ser pensadas e testadas fora de períodos pandémicos ou críticos (ver secção 2).

3.1.3.4. Sistemas de previsão de agentes patogénicos causadores de doença | Objetivos 1 e 2

Têm surgido várias plataformas e iniciativas, tais como a [Nextstrain](#) [34] e o [Global Virome Project](#) [35], que pretendem rastrear em tempo real populações de agentes patogénicos e a sua evolução, de forma a informar a comunidade científica e as autoridades de saúde pública.

Assim, esta informação poderá contribuir para modelos de previsão mais robustos, incorporando o conhecimento científico o mais cedo possível no processo de tomada de decisão. Sempre que possível, esta informação deve ser complementada pelo levantamento genético efetuado pelas instituições locais.

Apesar das limitações de alguns destes sistemas e da necessidade de se continuar o estudo sobre impacto que cada um destes tem no controlo de surtos, a sua utilização em paralelo com os sistemas tradicionais e a recolha contínua destes dados pode contribuir para: i) **informar o cidadão** sobre o seu risco individual; ii) fornecer informação sobre as **taxas de infeção** em tempo real nas diferentes comunidades, locais de trabalho e escolas; e iii) a respectiva **previsão de risco**. Para que se mantenha um nível alto de participação e interesse por parte de quem participa e fornece estes dados, é necessário que a informação lhes seja disponibilizada e seja relevante a nível individual e institucional.

3.2. Organização e gestão dos dados

Os dados em saúde levantam dificuldades particulares de tratamento e gestão. Primeiro, são tendencialmente dispersos e, sendo gerados por múltiplas entidades, são de difícil centralização; Segundo, têm naturezas diferentes, entre campos de texto, numéricos, imagens ou vídeo, podem ser estruturados ou não estruturados, etc; Terceiro, constituem um enorme volume de informação e são de constante atualização aumentando em permanência esse volume; e Quarto, são considerados sensíveis, sendo fundamentais a transparência, a segurança, a garantia de privacidade e o tratamento ético.

Por causa destas dificuldades, nem sempre é possível armazená-los num repositório central (*data lake*). São necessárias alternativas que possam tirar partido da existência destas fontes de dados e alimentar os modelos construídos sobre eles. Adicionalmente, para que os modelos possam recolher informação com menos enviesamento possível é necessário que os modelos tenham acesso não apenas a algumas instituições de saúde (com perfis de pacientes específicos), sendo o mais universais possível. Em paralelo, é necessário definir regras de acesso aos dados e à informação por eles gerada que minimize a informação partilhada (ex. limitando o acesso a dados não-anonimizados, mesmo que *in-house*), não prejudicando o seu potencial de investigação e apoio à decisão.

Assim, propomos uma abordagem mista, que defende: 1) um sistema centralizado de dados sempre que possível; 2) seguindo um sistema de acesso vertical (detalhes em baixo) e 3) aberta à aprendizagem federada sempre que a partilha de dados não seja possível ou recomendável. Este sistema deverá ser avaliado continuamente, recolhendo feedback dos utilizadores, para que seja feita a melhor utilização dos recursos possível.

3.2.1. Sistema centralizado | Todos os objetivos

Deverá existir um sistema central que, sempre que possível, integre a maioria dos dados relevantes, quer clínicos quer não clínicos, e coordene a sua recolha e tratamento. Este trabalho poderá ter como base o já desenvolvido pela SPMS, mas deverá ser ampliado para incluir informação de outras naturezas e modelos preditivos ou de análise em tempo-real, úteis à tomada de decisão. Sempre que possível deverá estar explícito qual a frequência de recolha destes dados e respetiva fonte de dados e falhas nesta recolha deverão ser refletidas no nível de incerteza dos modelos (detalhes em baixo).

3.2.2. Sistema vertical de acesso⁶ | Todos os objetivos

É importante desenvolver novos sistemas que facilitem o acesso aos dados, garantindo o tratamento ético e a privacidade. Propomos um sistema inspirado no que outras áreas da ciência adotaram, desde experimentação biológica até manipulação de material nuclear. Em linhas gerais, o acesso deve ser concedido a pessoas certificadas para a prossecução de objetivos específicos e delimitados, sujeitos a exame por comissões de ética, mas, uma vez emitidas, estas certificações têm uma duração definida durante a qual o acesso aos dados é facilitado. Uma vez que os direitos dos cidadãos em relação à propriedade de seus dados e seu livre arbítrio estão em jogo, estes devem ter voz, individualmente ou por meio de organizações dedicadas à proteção dos direitos digitais do público, resultando em legislação para regular a área.

O esquema sugerido seria o seguinte:

Etapa 1: **Classificação dos dados.** Diferentes tipos de dados seriam classificados de acordo com os níveis de risco. Isso está de acordo com o RGPD e classificações mais refinadas podem ser desenvolvidas pelos proprietários e controladores de dados, envolvendo os cidadãos conforme relevante;

Etapa 2: **Autorização dos Investigadores.** Investigadores e trabalhadores do SI (dos sectores público e privado) com acesso a qualquer tipo de dados humanos de saúde seriam obrigados a fazer formação em gestão de dados. Isso pode incluir ética e certificação RGDP. Diferentes cursos ofereceriam diferentes certificações que levariam a diferentes níveis de "autorização". Por exemplo, deve haver cursos diferentes para investigadores e trabalhadores que lidem com dados não-anonimizados ou pseudo-anonimizados;

Etapa 3: **Avaliação e acesso.** Projetos de análise ou investigação seriam avaliados de forma independente por comités de ética e proteção de dados. Como já acontece com toda a investigação científica, e deveria ser feito na administração pública (AP), este trabalho deve ser feito pelas instituições (de investigação ou AP);

⁶ Este sistema é adaptado do proposto originalmente por Joana Gonçalves de Sá, Paulo Almeida e José Reis em "Um Sistema Vertical para a Certificação Ética de Investigação em Dados Pessoais" [36].

Etapa 4: **Acesso às Infraestruturas**. Uma vez estabelecidas as autoridades de certificação, tanto para projetos quanto para cientistas individuais, os sistemas de controle de acesso podem ser incorporados nas fontes de dados. Estes estipulariam quem tem acesso (cientistas/projetos/trabalhadores certificados de nível A teriam acesso apenas aos dados de nível A, e assim por diante), quando e para que finalidade, incluindo registo e monitorização desse acesso. Além disso, esse esquema de certificação poderia ser facilmente integrado nas infraestruturas já existentes.

Um sistema desta natureza seria simples de escalar e uniformizar com congêneres europeias, facilitando ainda mais o acesso seguro e ético a dados de saúde.

3.2.3. Aprendizagem federada | Todos os objetivos

Este tipo de acesso aos dados surge como uma solução quando a centralização não seja possível e quando o acesso é fortemente limitado. Permite que os modelos obtenham experiência a partir de várias fontes de **dados localizados em locais diferentes**, facilitando a colaboração entre instituições no desenvolvimento de modelos, sem a necessidade de partilhar dados sensíveis entre si. Esta solução garante que os modelos treinem num volume muito maior de dados do que o volume interno de cada organização, por exemplo, tanto de hospitais públicos como de privados, sem colocar em risco a segurança nem exigir protocolos de partilha [37, 38]. Naturalmente, isto implica coordenação entre as instituições, para que o formato de armazenamento e acesso a dados seja **uniformizado**.

3.3. Alertas e Modelos

Com base nos dados recolhidos, o sistema deverá estar preparado para oferecer três tipos de informação: i) sistemas de análise; ii) modelos preditivos e iii) sistemas de alerta. Em conjunto com a equipa dos sistemas de informação, as restantes áreas envolvidas na monitorização de doenças respiratórias infecciosas deverão definir que modelos devem ser implementados, bem como quando e de que forma.

É importante notar que as soluções aqui propostas não teriam a intenção de substituir o sistema atual, mas sim ser um complemento que pudesse gerar avisos e conduzir a monitorização para algumas áreas mais difíceis de identificar.

3.3.1. Sistemas de análise | Objetivos 1, 2 e 4

Estes sistemas deverão ser desenhados pela equipa multidisciplinar, em função das prioridades identificadas, para servir diferentes propósitos. Uma lista não exaustiva inclui:

- Identificar períodos endémicos e inter-endémicos, **identificando surtos** em tempo-quase real e facilitando o ajustamento das políticas (ver secção 4);
- Facilitar o trabalho dos serviços: por exemplo, desenvolvendo ou aplicando sistemas automáticos de **análise de voz** que permitam reduzir o tempo despendido por clínicos na preparação de relatórios e fichas médicas, aumentando a qualidade dos registos, ou ser aplicado em tempo real ao SNS24, reduzindo a necessidade dos campos de texto ou da análise posterior;
- Facilitar o **trabalho de gestão**: por exemplo, facilitando o conhecimento do número de camas disponíveis por serviço, em cada momento e em todo o país;
- Desenvolver sistemas de **identificação de padrões**, por exemplo através da criação de clusters de sintomas, ou seja, de padrões de sintomas agrupados por características em comum, que possam informar os modelos e sistemas de alerta.

3.3.2. Modelos preditivos | Objetivos 1 e 4

A existência de grandes volumes de dados em saúde permite o desenvolvimento de **modelos estatísticos** ou de aprendizagem automática com grande potencial para detetar surtos em tempo real ou antecipar o seu impacto nos sistemas de saúde. Dois exemplos: 1) modelos que combinem pesquisas online com dados meteorológicos e chamadas para o SNS24 poderão ser úteis para antecipar procura dos serviços de urgência, ou 2) modelos que comparem padrões de prescrição de medicamentos com informação partilhada nas redes sociais poderão ajudar a identificar comunidades em risco de certo tipo de patologias.

Estes modelos podem também ajudar na deteção e gestão adequada de “**infodemias**”, ou seja, produção e circulação de informação excessiva e não fidedigna, que prejudica o acesso a fontes e orientações confiáveis. Este é um problema que se prevê crescente.

Todos os modelos deverão seguir o princípio de minimização de dados, incluir um nível de incerteza estimado associado a cada previsão e incluir chamadas de atenção relevantes, principalmente quando derem origem a alertas.

3.3.3. Criação de alertas | Objetivos 2 e 4

Estes são tipicamente baseados em contagens acima ou abaixo de determinados thresholds e seguem-se naturalmente ao desenvolvimento dos modelos preditivos ou de análise. Estes alertas podem ser gerados quer para fins operacionais, quer para fins estratégicos: diferentes alertas poderão ser úteis tanto para a gestão de um serviço de urgências hospitalar, pela antecipação da afluência, como para a criação de melhores políticas de saúde pública (por exemplo, na identificação de sintomas causados por doenças novas, como perda total ou parcial do olfato durante a pandemia de COVID-19, e subsequente adequação das normas clínicas).

Fazemos notar que a criação de alertas poderá conduzir a situações de excesso de sinalização e que estes devem ser desenhados em colaboração com especialistas em comportamento e comunicação e ser **flexíveis** para que os utilizadores os ajustem às suas necessidades (por exemplo, um responsável da ARS Norte deverá receber alertas da região pela qual é responsável e não necessariamente todos os alertas a nível nacional). Mas, genericamente, deverá ser garantido acesso a um conjunto de alertas por defeito, mediante o perfil do utilizador e deve ser possível a cada utilizador definir os seus próprios alertas.

Como anteriormente, todo o sistema deverá ser flexível, estar preparado para recolher feedback dos utilizadores e ser melhorado de forma contínua.

3.3.4. Visualização | Todos os objetivos

A visualização de dados é, cada vez mais, uma componente fundamental dos SI. Esta poderá ter diferentes camadas e granularidade, em função dos objetivos e dos níveis de acesso vertical dos utilizadores. **Interfaces** deverão ser construídas ou melhoradas para facilitar este acesso à informação e, independentemente dos dados a que cada utilizador tem acesso, este deverá poder cruzar informação, construindo a sua análise e visualizações mediante as suas necessidades. Deverão ser criadas diferentes vistas para cada perfil de utilização e é aconselhável que os utilizadores possam partilhar as suas análises com outros utilizadores de forma segura e respeitando níveis de acesso. Isto permite maior comunicação das análises resultantes entre os pares, bem como a rápida notificação de outros profissionais em caso de necessidade. Sempre que fizer sentido, deverá ser possível integrar esta plataforma com os softwares já existentes na prática clínica, de forma a evitar acrescentar mais um passo à rotina médica. Deverá ser garantida uma interface disponível ao público geral, com a possibilidade de reportar sintomas (*self-reporting*), de forma integrada com as aplicações propostas na secção 2.

4. POLÍTICAS DE IMPLEMENTAÇÃO

Não é eficiente tentar mitigar os efeitos dos surtos apenas após o seu início e, idealmente, conseguiríamos prevê-los com alguma antecedência.

Tornou-se evidente durante a pandemia de COVID-19 a necessidade de integrar as várias componentes do sistema médico sob a mesma hierarquia e o mesmo plano de atuação, com lideranças claras. Esta aprendizagem é extensível a todo o sistema e, para isso, são necessários, por um lado, gabinetes de estratégia e investigação a curto, médio e longo prazo e, por outro, canais de comunicação fluídos.

Assim, pensamos que a preparação a longo prazo para surtos (endémicos ou pandémicos) vai requerer o reforço das instituições existentes (ou mesmo a criação de novas estruturas de governança e desenho estratégico) com os recursos necessários para não só colecionar recolher informação epidemiológica do dia-a-dia no âmbito da vigilância em Saúde Pública, mas também antecipar o quão próximos estamos de uma alteração ao padrão de transmissão em cada momento, coordenar respostas e desenhar estratégias de avaliação, no âmbito da gestão de risco. Esta secção descreve algumas ideias para garantir estes quatro níveis: estratégia e sua implementação, comunicação e investigação.

Caixa 5 - Paralelo com o sistema meteorológico. Há pouco mais de 100 anos a previsão do tempo era considerada um problema insolúvel. No entanto, criámos agências nacionais e internacionais capazes de executar modelos que seguem o estado-da-arte e incorporam centenas de anos de dados, bem como conhecimento científico atual e que permitem não só fazer previsões frequentes e de curto-prazo (como a temperatura máxima diária) mas também antecipar eventos mais raros mas de grande impacto (como furacões), mesmo que ofereçam pouco tempo de antecipação. De seguida, é importante coordenar estruturas que garantam a mitigação dos seus impactos (equivalentes à Proteção Civil, no caso de furacões), monitorizar a sua eficácia e comunicar com a população. De igual modo, a mitigação de doenças infecciosas implica a existência de estruturas de estratégia e coordenação. Deveria ser possível fazer algo semelhante com as epidemias, através da integração de equipas multidisciplinares num ecossistema funcional.

4.1. Desenvolvimento de uma plataforma hierárquica de coordenação institucional

O ecossistema de saúde pública é por definição multi-institucional, sendo composto por *stakeholders* de vários campos. Torna-se assim imprescindível ter uma estrutura hierárquica reconhecida por todos, que defina a estratégia e garanta a comunicação e cooperação multidisciplinar. Esta estrutura, bem como o papel de cada instituição devem ser definidos durante o período inter-surtos, onde não se esperam emergências sanitárias.

Primeiro, é fundamental uma **liderança** bem definida, que responda diretamente junto do governo. Esta pessoa ou equipa deve ser nomeada de uma forma transparente e ser responsável pela resposta epidémica. Uma vez que a gestão de doenças infecciosas requer a **ação concertada** de várias instituições - DGS, INSA, DGAV, Ministérios da Saúde, Ciência e Economia, etc, a área de influência, deveres e responsabilidades de cada instituição devem estar à partida bem definidas e ser responsabilidade desta equipa. Outro dos principais papéis da equipa de liderança é a gestão de conflitos - por exemplo, a existência de duas instituições a tentar resolver o mesmo problema, relutância por parte dos profissionais no campo (médicos, assistentes sociais, etc) em recolher informação, incompatibilidade de bases de dados, problemas de implementação, etc.

A esta equipa irá caber a definição do período epidémico, a coordenação das equipas de monitorização e de sistemas de informação, o planeamento estratégico e a comunicação institucional e com os cidadãos.

Em segundo lugar, deve ser nomeada uma **equipa consultora** constituída por elementos pertencentes às instituições descritas em cima, bem como membros da academia. O Ministério da Saúde, o SNS e a equipa de liderança epidémica devem estar representados,

bem como os organismos envolvidos na vigilância zoonótica. Os consultores devem ser escolhidos de um modo transparente, que leve em conta os seus interesses e experiência.

Estas estruturas serão ainda mais importantes no caso de agentes desconhecidos, ao ser necessária a rápida definição de estratégia e eficiente integração e comunicação entre diferentes instituições; é imprescindível que as tarefas sejam distribuídas atempadamente e que haja monitorização do seu progresso. Idealmente, a equipa seria a mesma quer a gerir os surtos epidémicos como emergentes mas, se necessário podem ser pessoas diferentes, desde que conheçam o trabalho umas das outras. Em ambos os casos, a transparência na nomeação e funcionamento e a confiança entre pares são essenciais.

4.2. Monitorização e alarmística

Dois dos maiores desafios enfrentados pelos sistemas de saúde durante um surto, epidemia, ou pandemia são 1) a procura excessiva de serviços de urgência e 2) a falta de isolamento e autocuidado, fundamentais para controlar a transmissão e, muitas vezes, diminuir a severidade dos casos.

Colocar limites ao acesso a cuidados de saúde de urgência levanta questões éticas. No entanto, existem medidas que podem ser tomadas para simultaneamente reduzir o número de pessoas que procuram os serviços de urgência, na ausência de situações verdadeiramente urgentes, e minimizar a transmissão.

4.2.1. Expansão do SNS24 | Objetivos 2 e 4

As visitas não justificadas aos serviços de atendimento de urgência devem-se principalmente a duas razões interligadas e que podem ser mitigadas por uma expansão do âmbito da linha de apoio à saúde SNS24, conforme descrito em baixo. A linha de apoio SNS24 tem enorme potencial como **ponto de entrada** do SNS, pelo menos quando os doentes têm sintomas de doenças respiratórias. Isto já é em parte conseguido através da isenção de taxas moderadoras para pacientes referenciados para as urgências por parte da linha telefónica; mas este processo pode ser melhorado.

Assim, propomos:

- i) Aumentar o potencial de **triagem** do SNS24, através da inclusão de **consultas multicanal** (áudio, vídeo, etc.) com clínicos, bem como a prescrição de testes-diagnóstico por parte de enfermeiros de serviço (à semelhança do que aconteceu durante a pandemia COVID-19). Estas medidas vão permitir, por um lado reduzir a pressão sobre os serviços de saúde, e por outro reduzir o potencial de transmissão dentro das salas de espera dos serviços de urgência e facilitar o autocuidado, suficiente para o controlo de muitas infeções respiratórias.

- ii) Acesso a **justificações para faltas** ao emprego via SNS24. Muitas vezes, os serviços de urgência são procurados porque as pessoas precisam de faltar ao emprego (ou escola) para cuidar de si ou de familiares doentes. Estas justificações também podem ser emitidas por um enfermeiro ao telefone. Este sistema pode ser abusado por pessoas que mentem acerca dos seus sintomas mas este abuso pode ser minimizado graças às consultas multicanal e é menos provável durante surtos confirmados ou períodos epidémicos, quando os benefícios de reduzir as chamadas falsas urgências, são mais altos.

4.2.2. Expansão dos sistemas de cuidados primários | Objetivo 4

A inclusão de novas formas de triagem, como triagem à distância por vídeo ou telefone (ver acima), deve envolver também os centros de saúde. As idas não justificadas às urgências ocorrem por vezes porque as pessoas não têm acesso ou não têm confiança nos cuidados de saúde primários, ou porque nestes serviços não têm tanto acesso a métodos de diagnóstico complementar.

Assim, propomos uma experiência piloto que reforce os cuidados de saúde primários e os prepare para responder a afluência de doentes não-urgentes com infeções respiratórias, através da reabertura de serviços de atendimento permanente (SAP), com métodos de diagnóstico complementares relevantes no caso de doenças respiratórias infecciosas (análises PCR para identificação de vírus ou bactérias, imagiologia por raios X, etc). Neste contexto, é importante que os sistemas funcionem de um modo semelhante em todo o país de modo a aumentar a confiança das populações e garantir que estas sabem o que fazer, independentemente do paciente ter ou não médico de família.

4.2.3. Sistemas de alarmística | Objetivos 1, 2 e 4

Conforme descrito na secção 2, por definição, há pouca ou nenhuma informação acerca de agentes patogénicos emergentes e é necessário desenvolver rapidamente ferramentas moleculares para fazer diagnósticos e acompanhar a incidência na população. A pandemia de Covid-19 demonstrou que é possível obter testes moleculares robustos em poucas semanas, mas precisamos agir antes disso se o objetivo for a erradicação. Como descrito noutras partes deste documento, a deteção de doenças emergentes tem de ser sindrómica, isto é, baseadas nos sintomas. Para isso ajuda ter **sistemas automatizados de alarme** que indiquem a existência de padrões inesperados nas populações. Conforme descrito na secção 3, estes sistemas de alarme podem ser alimentados por dados de várias fontes, incluindo registos de saúde, assiduidade escolar, dados de redes sociais, etc.

4.3. Estratégias de mitigação

4.3.1. Legislação | Todos os objetivos

É urgente desenhar e aprovar uma **lei geral de emergência sanitária**, que preveja a necessidade de confinamentos e suspensões de liberdades individuais várias. Esta lei deve responder às necessidades específicas de uma emergência em saúde pública, contrastando com o estado de emergência que foi desenhado para responder a emergências de uma forma genérica.

Como parte desta legislação, é importante prever em que situações o **trabalho e escola remotos** devem ser usados e como se devem processar confinamentos locais ou gerais. Estando esta situação antecipada, é importante poder garantir o acesso universal à internet e, no caso do ensino remoto, treinar os professores. No caso da necessidade de confinamento, devem estar identificadas as crianças que irão necessitar de apoio suplementar de modo a garantir a igualdade de acesso ao ensino e este trabalho deverá ser feito em coordenação com o Ministério da Educação e com a administração local.

Medidas de apoio económico e social devem ser equacionadas para garantir o confinamento e minimizar incentivos ao seu incumprimento. Estas medidas passam primeiro pela identificação de quem está em maior risco de incumprimento devido a razões económicas; esta informação vai permitir dirigir as ações para as pessoas que mais necessitem, sendo estas identificadas pela segurança social e executadas com o apoio de organizações locais. Ao mesmo tempo, deve-se garantir que os apoios são aplicados de uma forma homogénea em todo o país. Dentro das medidas, sugerimos⁷:

- i) Criação de um **programa de compensação** de perda de rendimento, independente de outros sistemas que possam ser criados para apoio durante confinamentos gerais; esta compensação deve ser suficiente para mitigar os efeitos do isolamento, sem induzir a comportamentos de aproveitamento;
- ii) facilitação da realização de tarefas comuns fora de casa por **apoio** de voluntários ou trabalhadores de entidades públicas locais, sempre que não exista agregado (familiar ou outro) capaz de o fazer;
- iii) criação de uma **linha de apoio telefónico** para organização das tarefas acima descritas ou para mero contacto social (reduzindo a solidão eventualmente associada à situação de isolamento);
- iv) **apoios a menores** com cuidadores em isolamento, em particular transporte escolar e transporte de casos suspeitos que não se possam deslocar a centros de testagem por meios próprios.

⁷ Adaptado de *Proposta de mapa de controlo pandémico* [39] de Paulo Almeida; Maria João Amorim; Leonardo Azevedo; Thiago Carvalho; Joana Gonçalves de Sá; Joana Lobo Antunes; Sara Mesquita; Lília Perfeito; Pedro Pita-Barros

4.3.2. Incorporação do teletrabalho por omissão | Objetivos 2, 4 e 5

O teletrabalho deverá ser preferido sempre que possível e durante períodos epidémicos, com o consentimento de empregadores e empregados. Vários empregos não precisam de deslocações diárias e o isolamento é uma ferramenta fundamental e de baixo custo para travar a transmissão de doenças infecciosas respiratórias. Tal como já foi feito, esta medida deve vir associada a **políticas económicas**, por exemplo garantindo que com uma justificação médica (emitida pelo SNS24 ou pelo centro de saúde), no caso de doenças infecciosas respiratórias se permita o teletrabalho, ou, quando os trabalhadores estão a dar apoio a familiares doentes, o salário seja pago a 100%.

4.3.3. Cooperação Internacional | Objetivos 1 e 2

Para além de ter sistemas para deteção interna, Portugal também deverá estar preparado para se adaptar rapidamente a um novo agente patogénico importado. Estas importações são prováveis dada a elevada e crescente taxa de turistas no nosso país e a probabilidade crescente de eventos de *spillover* [40]. Assim, a monitorização de aeroportos e outros pontos de entrada é de extrema importância (ver secção 2) e a **cooperação internacional** torna-se crucial. Os países devem partilhar informação sobre taxas de incidência, sintomas descritos, ferramentas de diagnóstico, etc. Isto é especialmente relevante dentro da União Europeia, onde há livre trânsito de pessoas, ao mesmo tempo que os sistemas de saúde são completamente independentes. A cooperação internacional contribui para os objetivos 1 e 2 – deteção antecipada de surtos e limitação da transmissão. Para isto propomos:

- i) Ter em permanência **pessoal qualificado** para identificar e reagir a surtos, quer tenham origem interna ou sejam importados;
- ii) Garantir a **interoperabilidade** dos sistemas de informação. Mesmo que sejam construídos usando arquiteturas diferentes, deve haver uma plataforma que permita a troca de informação estruturada;
- iii) **Transparência e padronização** de testes e critérios de testagem: Uma das maiores dificuldades na comparação de incidência entre países deve-se ao facto de os critérios de testagem serem diferentes e nem sempre conhecidos. Sempre que possível os critérios de testagem devem ser idênticos, ou pelo menos transparentes, e Portugal deve participar ativamente nas decisões e ensaios sobre os protocolos a adoptar;
- iv) As diferentes equipas deverão trabalhar em conjunto para que a **partilha de dados** cumpra a legislação em vigor (nacional e europeia) e Portugal poderá ser líder na implementação de sistemas de acesso (como o proposto na secção 3.2.2) e no desenho de sistemas de alertas automatizados.

4.3.4. Vacinação | Objetivos 2, 3, 4 e 5

O plano nacional de vacinação (PNV) [41] é um instrumento de saúde pública fundamental em Portugal. Em termos de doenças respiratórias, três estão disponíveis para toda a população (*H. influenzae b*, *S. pneumoniae* e tosse convulsa) e duas, a da gripe e a vacina contra a tuberculose, estão disponíveis para grupos de risco. A vacina contra a gripe é um caso de especial sucesso em que, a cada ano é feita uma análise a nível mundial onde se prevê qual será a estirpe predominante na época seguinte, e a vacina é atualizada de acordo com esses resultados. O mesmo deverá ser possível para a COVID-19, mas só recentemente foram aprovadas as primeiras vacinas atualizadas (e estas só para reforços). Neste momento, as duas vacinas estão a ser dadas em conjunto pois existe uma sobreposição dos grupos de risco. De futuro pode ser considerada a inclusão de outros NIRVs e da vacina contra a COVID-19 no PNV, mas incentivos terão de ser criados para o **desenvolvimento e atualização de vacinas**.

Atualmente, as vacinas têm de passar por rigorosos estudos clínicos controlados e randomizados (*randomized control trials*, ou RCTs) de modo a quantificar a segurança e o custo/benefício destas, antes de as aplicar na população geral. A vacina contra a COVID-19 foi desenvolvida em tempo record mas depois deste esforço inicial, pouco mais se fez para otimizar a aplicação da vacina. Houve um intervalo de tempo de meses entre se saber que a imunidade conferida pela vacina estava a diminuir e a introdução da dose de reforço, e mais tempo ainda até à adaptação da vacina para novas estirpes. Idealmente deveria ser encurtado o tempo entre a existência de dados robustos sobre imunidade e alterações genéticas do agente patogénico, e a alteração do esquema vacinal. Uma solução pode passar por serem as **autoridades competentes a promover os RTCs** (Infarmed em Portugal, EMA na Europa, FDA nos EUA, etc.) que permitam uma mais eficiente imunização da população, em vez desta responsabilidade ser quase exclusiva de farmacêuticas.

4.4. Comunicação

4.4.1. Comunicação com a população⁸ | Todos os objetivos

É importante desenvolver ferramentas para comunicar de um modo eficaz com o público em todas as fases. Os objetivos são **promover a confiança, reduzir o alarme social**, mas ao mesmo tempo garantir que a população esteja preparada para possíveis alterações ao seu dia-a-dia. A comunicação deve ser bidirecional, isto é, as autoridades devem tanto transmitir informação à população, como ouvir o que as preocupa. Isto permitirá que: i) sejam compreendidas as instruções e regras de mitigação; ii) exista adesão; iii) se conheçam as preocupações e riscos de não-adesão. A interação com a população deve seguir os seguintes princípios básicos: 1) Comunicar as razões, 2) Ouvir e reconhecer dificuldades; 3) Comunicar os “como”; 4) Comunicar com respeito e 5) Partilhar sucessos.

A estratégia deverá ser adaptada aos objetivos específicos de cada dimensão da resposta epidémica:

- **Testagem** - será necessário explicar em detalhe a importância de testar consoante critérios epidemiológicos, bem como as diferenças entre os vários tipos de teste e a segurança que cada um pode dar. A testagem serve também para reduzir riscos e a população deve compreender que o esforço é no sentido de proteger as pessoas.
- **Rastreio** - tem de ser claro que não se trata de um policiamento da sua vida privada mas sim de informação essencial ao controlo da saúde de todos. Os rastreadores deverão ser sensíveis a diferentes realidades e, sempre que possível, ser recrutados localmente.
- **Isolamento** - em caso de necessidade, o isolamento apenas irá surtir o efeito desejado se os indivíduos a ele obrigados forem capazes de entender as consequências de não aderirem - ainda que estejam assintomáticos e não se sintam contagiosos. A estratégia de comunicação deve incluir o apoio de cientistas sociais, que compreendam as barreiras enfrentadas pela população e possam aconselhar medidas de apoio social, estratégias de comunicação de proximidade e outras.
- **Vacinação** - Dado o recente crescimento de grupos anti-vacinas, é importante ter uma estratégia de comunicação específica para a vacinação. Primeiro, é importante oferecer informação clara, não apenas sobre como funcionam, a sua segurança e benefícios, mas também sobre o quando e onde vai ocorrer para cada pessoa. Para não gerar falsas expectativas nem aumentar a probabilidade de desinformação, uma das distinções de particular importância é a diferença entre as vacinas que impedem a infeção, e só precisam de poucas inoculações,

⁸ Adaptado de *Proposta de mapa de controlo pandémico* [39] de Paulo Almeida; Maria João Amorim; Leonardo Azevedo; Thiago Carvalho; Joana Gonçalves de Sá; Joana Lobo Antunes; Sara Mesquita; Lília Perfeito; Pedro Pita-Barros

em oposição às vacinas que requerem reforços regulares. Onde existem dúvidas sobre o plano de vacinação, estas devem ser partilhadas e explicadas. É também importante aferir sobre possíveis resistências da população portuguesa à vacinação e as suas possíveis causas, para que estas possam ser abordadas de forma direta. Uma estratégia eficaz deverá selecionar membros respeitados das **diferentes comunidades** e envolvê-los no esforço de comunicação.

A informação tanto das autoridades como da população, para ser eficaz, tem de usar linguagem, escrita e visual, adequada ao público-alvo a que se destina. As instituições públicas devem promover uma política de dados abertos sobre os principais indicadores da evolução da doença, após assegurar a anonimização dos mesmos. Esta disponibilização de dados de fácil leitura permite que possam ser utilizados pela comunidade e promove a relação de confiança entre cidadãos e autoridades.

De uma forma geral, a comunicação deve ser o mais transparente possível, prevendo diferentes cenários e ajudando ao planeamento e organização familiar e social. É também fundamental trabalhar a nível local, com autarquias e organizações não governamentais, para oferecer informação detalhada e granular (pelo menos a nível de concelho) e para identificar membros das diferentes comunidades que possam servir como intermediários e comunicadores de referência e de proximidade.

4.4.2. Comunicação entre instituições | Todos os objetivos

A comunicação inter-institucional mencionada na secção 4.1 visa a coordenação das instituições, cada uma com o seu papel. Esta comunicação deve ocorrer também a outro nível, entre instituições semelhantes. Especificamente deve-se garantir que existem canais de comunicação e fóruns de discussão para a partilha de melhores práticas, por exemplo, entre hospitais, ou entre estabelecimentos de cuidados de saúde primários.

4.5. Investigação e estratégia a longo prazo | Todos os objetivos

Para desenhar estratégias de curto e longo prazo e planos de mitigação adaptados a diferentes situações é importante combinar planeamento com investigação. Para isso, será imprescindível a cooperação com a academia e financiamento de longo prazo, independente de ciclos políticos, que garanta a manutenção das equipas e dos seus objetivos. Os EUA estão a desenvolver instituições semelhantes quer com fundos públicos (*CDC's Center for Forecasting and Outbreak Analytics*) quer privados (*Rockefeller's Pandemic Preparedness Institute*). Estes projetos procuram ser muito abrangentes e têm uma forte componente multidisciplinar. Por exemplo, algumas equipas procuram estudar o impacto diferencial de doenças em função de níveis socioeconómicos, outras tentam compreender consequências de médio e longo prazo de políticas de saúde, como probabilidade do aparecimento de resistências a antibióticos. Assim, é fundamental garantir que os serviços de saúde estão equipados para recolher dados e tirar vantagem das diferentes abordagens de base tecnológica propostas. Para isto é urgente renovar o **parque computacional do SNS**, garantindo ferramentas apropriadas aos trabalhadores, incluindo computadores eficientes, seguros e com bom acesso à internet.

Em paralelo é necessário garantir condições para a **colaboração entre sistemas de saúde e academia**. Para além de assegurar o acesso aos dados de forma transparente e ética (secção 3), é importante pensar a longo prazo e estabelecer coortes que sejam regularmente testadas para vários agentes. É também importante definir perguntas e objetivos claros e que a liderança identifique os desafios que devem ser estudados; por exemplo, Que cenários devem ser testados? A que nível de risco devem os alarmes soar?

Esta listagem não exaustiva de perguntas e projetos pretende apenas exemplificar como estratégias de planeamento de longo-prazo poderão reduzir os impactos tanto de surtos sazonais como de futuras e atuais pandemias.

5. CONCLUSÕES

A pandemia de COVID-19 veio colocar um enorme peso sobre a sociedade e sobre os sistemas de saúde mundiais, mas também ofereceu uma oportunidade para repensar sistemas de vigilância, reconhecer o potencial de novas técnicas e fontes de dados e estabelecer novas formas de trabalho e comunicação.

Este documento procura fundamentar a necessidade de atualização e amplificação do sistema de vigilância de síndrome gripal em uso, para incluir novos vírus, novas fontes de dados, novos métodos e novas políticas. Pretende apenas ser uma base de trabalho que possa facilitar uma discussão mais alargada e originar uma estratégia abrangente e de médio prazo.

As principais propostas são:

- i) Criar uma equipa multidisciplinar, que possa desenhar e coordenar os esforços de vigilância e controlo de doenças infecciosas respiratórias, de forma integrada e de longo prazo. Esta deverá ter liderança clara, capacidade de decisão e de implementação.
- ii) Desenvolver um novo sistema de monitorização, que seja efetivamente capaz de identificar e reagir em tempo-real a ameaças à saúde pública.
- iii) Desenvolver políticas de recolha, utilização e partilha de diferentes fontes de dados (ex. SNS24, ferramentas online, escolas-sentinela, aeroportos, águas residuais, redes sociais), facilitando a ligação entre entidades públicas, privadas e de investigação;
- iv) Desenhar um sistema flexível e de adaptação rápida, para a implementação de um sistema de monitorização que perdure no tempo.
- v) Reforçar a capacitação técnica dos profissionais e da comunidade, quer para a tomada de decisão quer para o acesso aos sistemas propostos, incluindo renovar o parque computacional do SNS.
- vi) Desenvolver um abrangente conjunto de recursos para comunicação, fomentando a partilha de informação fidedigna quer entre profissionais e instituições (nacionais e internacionais), quer entre a população, com reforço no estabelecimento da confiança nas instituições.
- vii) Posicionar o SNS24 como uma ferramenta fundamental no ecossistema de saúde, reforçando as suas capacidades de gerar e analisar dados, triagem e acesso a acompanhamento médico, através de consultas multicanal, analítica em tempo real e interface com a população.

Propomos também que um sistema destes, dedicado à minimização do impacto de doenças respiratórias infecciosas, principalmente de origem viral, possa servir como um piloto que, se bem sucedido, sirva de modelo ao controlo de outras doenças comunicáveis.

6. REFERÊNCIAS

1. World Health Organization. (2002). *The World health report : 2002 : Reducing risks, promoting healthy life*.
2. Forum of International Respiratory Societies. (2021). *The Global Impact of Respiratory Disease*.
3. Murray J, Cohen AL. (2017). Infectious Disease Surveillance. *International Encyclopedia of Public Health*. 2017:222–9.
4. Iuliano, A. D., Roguski, K. M., Chang, H. H., Muscatello, D. J., et al. (2018). Estimates of global seasonal influenza-associated respiratory mortality: a modelling study. *The Lancet*, 391(10127), 1285–1300.
5. Federici, C., Cavazza, M., Costa, F., & Jommi, C. (2018). Health care costs of influenza-related episodes in high income countries: A systematic review. *PLOS ONE*, 13(9), e0202787.
6. Instituto Nacional de Saúde Doutor Ricardo Jorge. (n.d.). *Programa Nacional de Vigilância da Gripe: relatórios anuais*.
7. Tang, J. W., Lam, T. T., Zaraket, H., Lipkin, W. I., et al. (2017). Global epidemiology of non-influenza RNA respiratory viruses: data gaps and a growing need for surveillance. *The Lancet Infectious Diseases*, 17(10), e320–e326.
8. Li, Y., Johnson, E. K., Shi, T., Campbell, H., et al. (2021). National burden estimates of hospitalisations for acute lower respiratory infections due to respiratory syncytial virus in young children in 2019 among 58 countries: a modeling study. *The Lancet Respiratory Medicine*, 9(2), 175–185.
9. Wang, Y., Grunewald, M., & Perlman, S. (2020). Coronaviruses: An Updated Overview of Their Replication and Pathogenesis. *Methods in Molecular Biology (Clifton, N.J.)*, 2203, 1.
10. Williams, J., & Shafagati, N. (2018). Human metapneumovirus - what we know now. In *F1000Research* (Vol. 7). Faculty of 1000 Ltd.
11. Won, M., Marques-Pita, M., Louro, C., & Gonçalves-Sá, J. (2017). Early and Real-Time Detection of Seasonal Influenza Onset. *PLOS Computational Biology*, 13(2), e1005330.
12. Piret, J., & Boivin, G. (2020). Pandemics Throughout History. *Frontiers in Microbiology*, 11.
13. Groves, H. E., Piché-Renaud, P.P., Peci, A., Farrar, D. S., et al. (2021). The impact of the COVID-19 pandemic on influenza, respiratory syncytial virus, and other seasonal respiratory virus circulation in Canada: A population-based study. *The Lancet Regional Health - Americas*, 1, 100015.
14. Eden, J.S., Sikazwe, C., Xie, R., Deng, Y.M., et al. (2022). Off-season RSV epidemics in Australia after easing of COVID-19 restrictions. *Nature Communications*, 13(1), 2884.

15. Hammond, A., Kim, J. J., Sadler, H., & Vandemaele, K. (2022). Influenza surveillance systems using traditional and alternative sources of data: A scoping review. *Influenza and Other Respiratory Viruses*.
16. Gomes, B. M., Rebelo, C. B., & de Sousa, L. A. (2022). Public health, surveillance systems and preventive medicine in an interconnected world. In *One Health* (pp. 33-71). Academic Press.
17. Baltrusaitis, K., Brownstein, J. S., Scarpino, S. v., Bakota, E., et al. (2018). Comparison of crowd-sourced, electronic health records based, and traditional health-care based influenza-tracking systems at multiple spatial resolutions in the United States of America. *BMC Infectious Diseases*, 18(1), 1–8.
18. Bouzillé, G., Poirier, C., Campillo-Gimenez, B., Aubert, M. L., et al. (2018). Leveraging hospital big data to monitor flu epidemics. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 154, 153–160.
19. van Dijk, A., McGuinness, D., Rolland, E., & Moore, K. M. (2008). Can Telehealth Ontario respiratory call volume be used as a proxy for emergency department respiratory visit surveillance by public health? *CJEM*, 10(1), 18–24.
20. Donaldson, A. L., Hardstaff, J. L., Harris, J. P., Vivancos, R., & O'Brien, S. J. (2021). School-based surveillance of acute infectious disease in children: a systematic review. *BMC Infectious Diseases*, 21(1), 1–10.
21. Mogto, C. A. K., de Serres, G., Fradet, M. D., Lebel, G., T et al. (2012). School Absenteeism As an Adjunct Surveillance Indicator: Experience during the Second Wave of the 2009 H1N1 Pandemic in Quebec, Canada. *PLOS ONE*, 7(3), e34084.
22. Groenewold, M., Burrer, S., Ahmed, F., Uzicanin, A. (2019) National Surveillance for Health-Related Workplace Absenteeism, United States 2017-18. *Online J Public Health Inform.* 30;11(1):e398.
23. Ministère de l'Éducation Québec. (2013). *Guide de planification des services essentiels dans les établissements d'enseignement et les organismes scolaires en cas de pandémie de grippe*.
24. Suzue, T., Hoshikawa, Y., Nishihara, S., Fujikawa, et al. (2012). The New School Absentees Reporting System for Pandemic Influenza A/H1N1 2009 Infection in Japan. *PLoS ONE*, 7(2), e30639.
25. Correia, A. M. & Vieira, M. (2012) Absentismo Escolar Região de Saúde do Norte Seis Anos de Vigilância. *Administração Regional de Saúde do Norte, I.P*
26. Jans, B., Latour, K., Broex, E., & Catry, B. (2010). Surveillance of influenza-like illness in Belgian nursing homes. *Archives of Public Health*, 68(3), 100.
27. Quince, C., Walker, A. W., Simpson, J. T., Loman, N. J., & Segata, N. (2017). Shotgun metagenomics, from sampling to analysis. *Nature Biotechnology*, 35(9), 833–844.

28. Olesen, S. W., Imakaev, M., & Duvallet, C. (2021). Making waves: Defining the lead time of wastewater-based epidemiology for COVID-19. *Water Research*, 202, 117433.
29. Xagorarakis, I., & O'Brien, E. (2020). Wastewater-Based Epidemiology for Early Detection of Viral Outbreaks. *Women in Water Quality*, 75.
30. Safford, H. R., Shapiro, K., & Bischel, H. N. (2022). Wastewater analysis can be a powerful public health tool—if it's done sensibly. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 119(6).
31. Direção Geral de Alimentação e Veterinária. (2019). *Programa de Vigilância da Gripe Aviária*.
32. Direção Geral de Alimentação e Veterinária & Instituto de Conservação da Natureza e as Florestas. Aplicação de Notificação Imediata de Mortalidade de Animais Selvagens (ANIMAS) <https://animas.icnf.pt>. Acedido: 14-10-2022
33. Pandit, J. A., Radin, J. M., Quer, G. et al. (2022). Smartphone apps in the COVID-19 pandemic. *Nature Biotechnology*: 1-10.
34. Hadfield, J., Megill, C., Bell, S.M., et al. (2018) Nextstrain: real-time tracking of pathogen evolution, *Bioinformatics*, Volume 34, Issue 23, 01(4121–4123).
35. The global virome project. <https://www.globalviromeproject.org/>. Acedido: 14-10-2022
36. Hadfield, J., Megill, C., Bell, S.M., et al. (2018) Nextstrain: real-time tracking of pathogen evolution, *Bioinformatics*, Volume 34, Issue 23, 01(4121–4123).
37. Almeida, P., Reis, J. e Gonçalves de Sá, J. (2022) Um Sistema Vertical para a Certificação Ética de Investigação em Dados Pessoais. Acedido em 14-10-2022 <https://socialcomplexity.eu/pt/2022/09/14/sistema-vertical-certificacao-etica-dados-pessoais/>
38. Yang, Qiang, et al. (2019) Federated learning. *Synthesis Lectures on Artificial Intelligence and Machine Learning* 13.3 : 1-207.
39. Rieke, N., et al. (2020) The future of digital health with federated learning. *NPJ digital medicine* 3.1: 1-7.
40. Smith, K.F., Goldberg, M., Rosenthal, S., Carlson, L., Chen, J., Chen, C., Ramachandran, S. (2014) Global rise in human infectious disease outbreaks. *J R Soc Interface*. 6;11(101).
41. Direção Geral de Saúde (2020) *Programa Nacional de Vacinação 2020*, Norma nº 018/2020 de 27/09/2020.



No âmbito do projeto “Identificação e Previsão de Procura de Urgências Hospitalares”
DSAIPA/AI/0087/2018