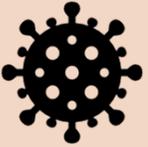




Modos Possíveis de transmissão do coronavírus

Trabalho de: Carolina Reto n.º5; Joana Assunção n.º10; Madalena Oliveira n.º14; Margarida Pacheco n.º15; Marta Correia n.º17; 11B; Escola Básica e Secundária Alfredo da Silva; Disciplina de Física e Química A; 2020/2021

Índice



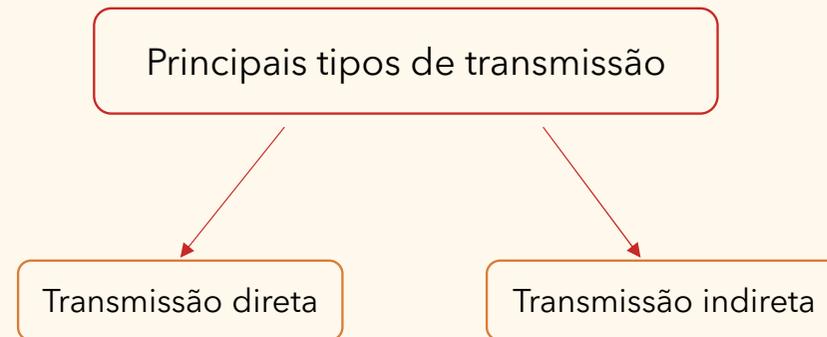
- Principais vias de contaminação.....3
- Transmissão direta.....4
- Transmissão indireta.....5
- O que ajuda a prevenir a transmissão indireta?6
- Processos que estão na origem da emissão de partículas a partir de um indivíduo infetado.....7
- Principais processos de propagação.....8
- Caracterização das partículas.....9
- Trajetória de partículas.....10
- Classificação das partículas que podem ser formadas nas secreções respiratórias atendendo ao seu tamanho.....11
- Continuação (do slide 11).....12
- Qual é a quantidade de partículas expelidas no fluido oral por segundo de acordo com processo com que são eliminadas (fala, canto, tosse, espirro, etc...).....13
- Fatores que influenciam a dispersão das partículas expiratórias humanas.....14
- Conclusão.....15
- Webgrafia.....16



Principais vias de contaminação

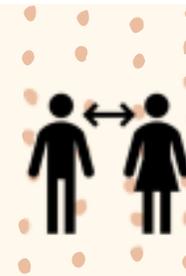


- Como se transmite? A COVID-19 transmite-se pessoa-a-pessoa por contacto próximo com pessoas infetadas pelo SARS-CoV-2 (transmissão direta), ou através do contacto com superfícies e objetos contaminados (transmissão indireta).



Transmissão direta

- Ocorre principalmente através de gotículas que contêm partículas virais que são libertadas pelo nariz ou boca de pessoas infetadas, quando tosse ou espirram, e que podem atingir diretamente a boca, nariz e olhos de quem estiver próximo.
- As gotículas podem depositar-se nos objetos ou superfícies que rodeiam a pessoa infetada e, desta forma, infetar outras pessoas quando tocam com as mãos nestes objetos ou superfícies, tocando depois nos seus olhos, nariz ou boca.
- Existem também evidências sugerindo que a transmissão pode ocorrer de uma pessoa infetada cerca de dois dias antes de manifestar sintomas.



Formas de transmissão

PELO AR



Gotículas de saliva com o vírus saem no espirro, na tosse, no catarro, e na fala. As gotículas com o vírus entram em contato com mucosas, como boca, olhos e nariz, e ocorre a infecção.

POR CONTATO

Beijo
troca direta de saliva com o vírus



Aperto de mão
vírus na pele entra em contato com olho, nariz e boca



Abraço
gotículas da fala entram em contato com mucosas.



Transmissão indireta

- Após o contacto de uma pessoa infetada com superfícies e objetos, estes passam a ficar contaminados, sendo que, se um indivíduo não contaminado entrar em contacto com os mesmos poderá, se não tiver os cuidados necessários, ficar também contaminado.
- O tempo que uma superfície ou objeto estão contaminados depende, entre outros fatores, do material do qual são constituídos. Aqui estão alguns exemplos:



Aerossol	3 horas	Madeira	4 dias
Plástico	Até 72h (meia-vida de 6.8 horas) em estudo que compara SARS-CoV-1 e SARS-CoV-2 (3)/ até 9 dias em revisão com outros coronavírus (1)	Papel	5 dias
		Vidro	5 dias
Aço inoxidável	Até 3 dias	Luva (látex)	8 horas
Cobre	4 horas	Avental descartável	2 dias
Cartão	24 horas	Cerâmica	5 dias
Alumínio	2-8 horas		
Metal	5 dias		

NOTA: Os objetos que mais podem contribuir para a propagação do vírus são: o dinheiro, as maçanetas, os telemóveis e os telefones fixos, comandos de tv, ar condicionado, botões de elevador, máquinas de multibanco e corrimões.

O que ajuda a prevenir a transmissão indireta?

Se sair de casa, ao regressar descalce-se e guarde o calçado à entrada

Guarde a roupa usada num saco até à lavagem preferencialmente a 60-90°

Lave regularmente as mãos com água e sabão, durante 20 segundos, e sempre depois de utilizar estes objetos

Não partilhe objetos de uso pessoal

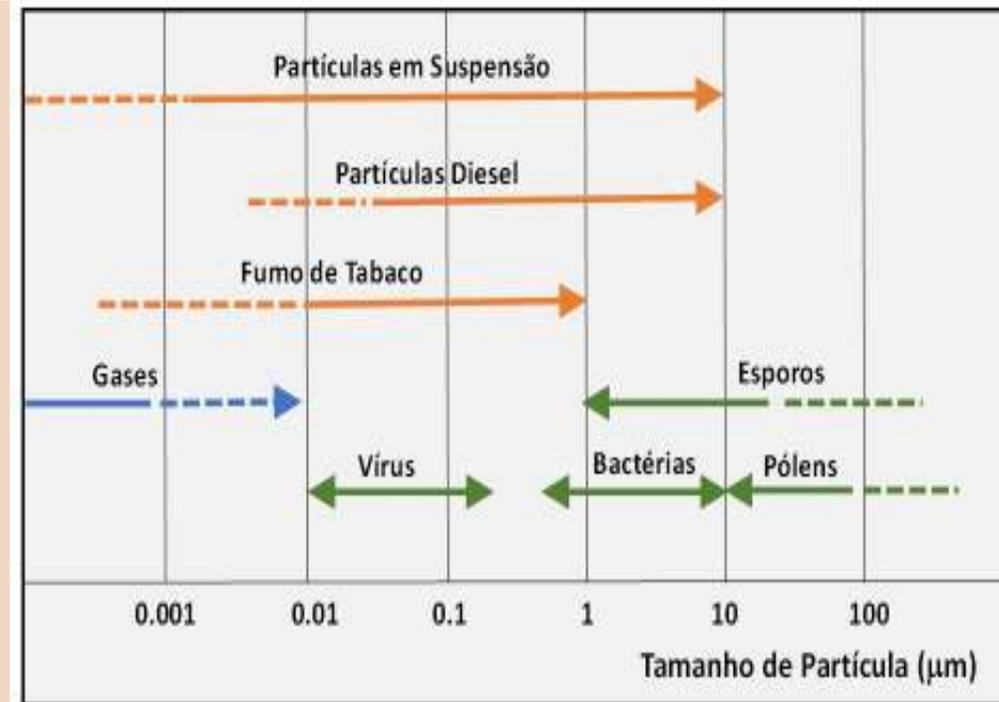
Evite tocar nos olhos, boca ou nariz

Recorra a gel ou toalhas desinfetantes

Evite partilhar o seu telemóvel. Poderá desinfetá-lo com álcool a 70%

Processos que estão na origem da emissão de partículas a partir de um indivíduo infetado

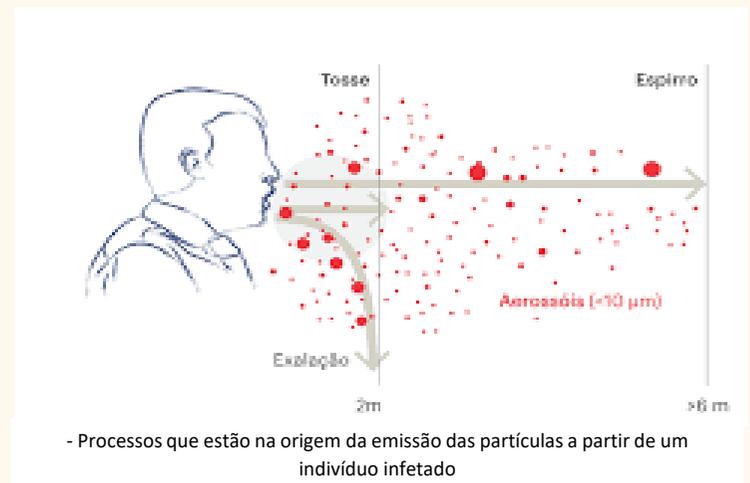
- Tem sido repetidamente reconhecido que a transmissão concebe-se maioritariamente por contato e através das gotas que, emitidas pelo indivíduo infetado, atingem no seu percurso um ou uns recetores sensíveis, pelo que se se manter uma distância de segurança compreendida entre 1 a 2 metros, se minimizará fortemente o risco de contaminação e de propagação da doença covid-19.



– Gamas de tamanho dos principais tipos de matéria particulada no ar interior

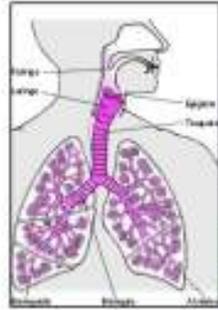
Principais processos de transmissão

- Entre os modos possíveis de transmissão, destacam-se a infeção por partículas em suspensão (bioaerossóis), por gotas e por contato. Na figura apresentam-se os mesmos ilustrados.
- Na origem da emissão das gotas a partir do indivíduo infetado podem estar diferentes processos, como tossir, espirrar, vomitar, falar e respirar, sendo naturalmente diferentes as quantidades e as distribuições por classes de dimensão das partículas exaladas, conforme o processo. No caso da transmissão a partir de partículas em suspensão, em que as mesmas terão dimensões tipicamente inferiores a $10\ \mu\text{m}$, o fenómeno normalmente envolve uma evaporação de uma parte substancial da massa de água da gotícula, que fica reduzida ao que se designa por núcleo da gotícula onde poderá haver o vírus, que poderá ser inalado pelo indivíduo que será posteriormente contaminado.



Caracterização das partículas

- As partículas podem ser classificadas em função do seu nível de penetração, como inaláveis, torácicas e respiráveis, sendo a correspondência entre esta classificação e as gamas de tamanho apresentadas na figura:



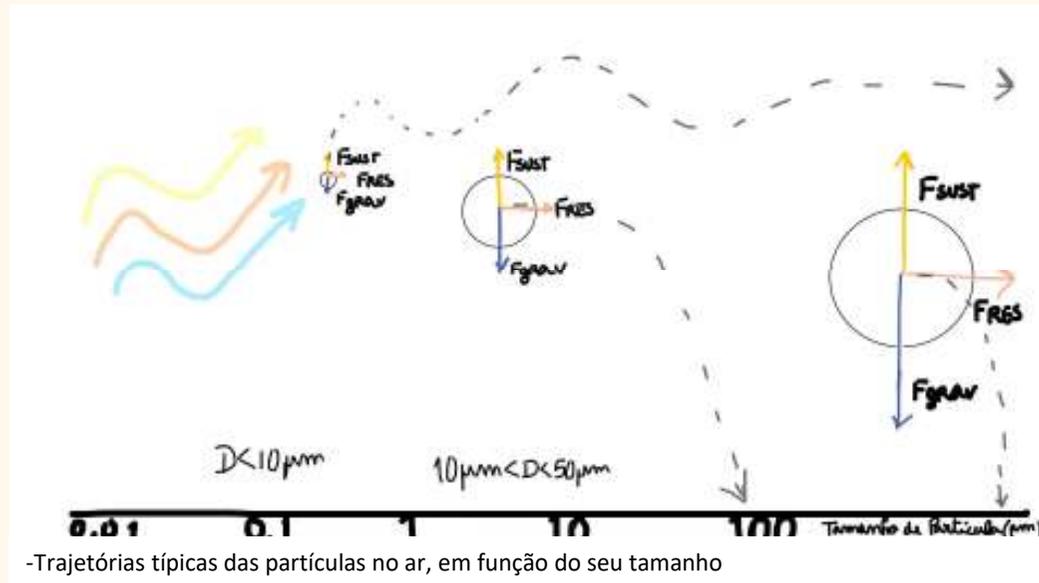
Diâmetro (μm)	Nível de Penetração	Classificação
> 7	Cavidades oral e nasal	Inaláveis
4,7 – 7	Laringe	
3,3 – 4,7	Traquéia e Brônquios	Torácicas
2,1 – 3,3	Brônquios secundários	
1,1 – 2,1	Bronquíolos	Respiráveis
0,65 – 1,1	Alvéolos	

-Classificação das partículas em função do nível de penetração no sistema respiratório

- As partículas inaláveis são retidas na pilosidade existente no nariz ou pelo muco existente nas cavidades oral, nasal ou na laringe.
- As partículas torácicas conseguem penetrar até à traqueia e aos brônquios, sendo retidas pelo muco aí existente.
- As partículas respiráveis vão até aos bronquíolos ou, até mesmo aos alvéolos.

Não considerando o grau de infecciosidade, sob o ponto de vista estritamente físico, as partículas mais perigosas são as de menor dimensão, uma vez que se podem alojar nos alvéolos e provocar a sua colmatação/adaptação, impedindo ou prejudicando as trocas gasosas aí realizadas que são fundamentais para a vida.

Trajetoória de partículas



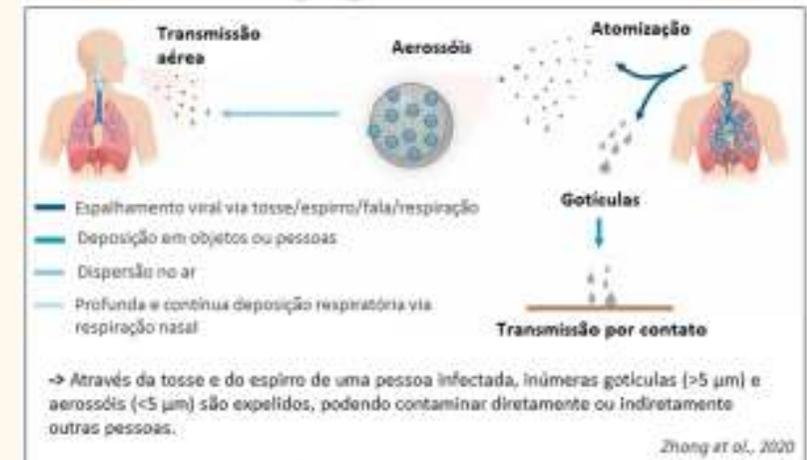
-Trajetórias típicas das partículas no ar, em função do seu tamanho

NOTA: Gráfico realizado pelo grupo na aplicação "PicsArt".

- Em função da sua dimensão, as partículas podem ter comportamento diversos relativamente às suas trajetórias no ar. Esta diversidade de comportamentos resulta dos diferentes balanços entre as forças que atuam sobre as partículas na sua interação com o ar. As principais forças que se consideram a atuar sobre uma partícula no ar são a força da gravidade e a força de arrasto aerodinâmico.
- A maior ou menor distância percorrida na horizontal pelas partículas dependerá da sua dimensão, do campo de velocidades do escoamento e também da sua velocidade inicial.

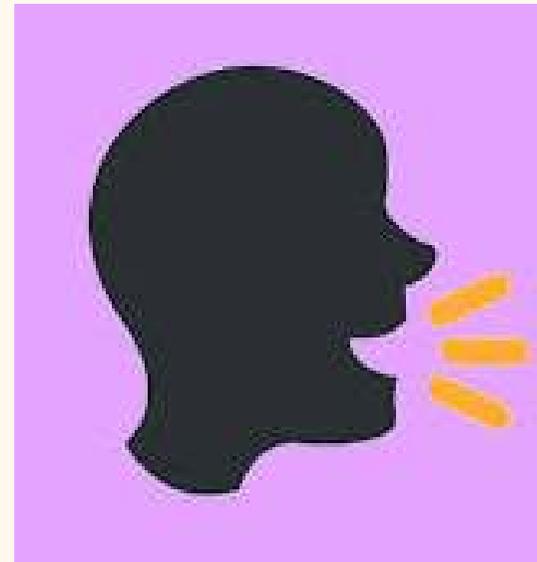
Classificação das partículas que podem ser formadas nas secreções respiratórias atendendo ao seu tamanho

- O vírus COVID-19 espalha-se principalmente por meio de gotículas de saliva ou secreção nasal.
- Devido às forças gravitacionais, partículas maiores tendem a assentar perto da sua fonte, com uma velocidade elevada e, por isso, quanto maiores são, mais rápido caem.
- Em geral, espera-se que gotículas maiores que $5\ \mu\text{m}$ assentem dentro de 1–2 metros da fonte de emissão. Essa expectativa é a base para a recomendação de que o distanciamento social requer um mínimo de 1–2 m, uma distância considerada suficiente para evitar o contato direto com as emissões de gotículas aerossolizadas. No entanto, muitos aerossóis são na verdade partículas menores ($1\ \mu\text{m}$), que tendem a depositar-se mais devagar e que permanecem no ar por mais tempo e se dispersam mais amplamente (pode chegar aos 7-8 metros de distância), devido à sua velocidade de propagação ser reduzida.
- Para além disto, a emissão de gotículas, seja da fala ou da tosse, é afetada pela turbulência do ar que impulsiona e carrega as gotículas além do que seria esperado no ar parado. Assim, uma distância social de 1–2 m pode ser protetora contra a propagação viral devido ao discurso civilizado, mas não devido a gritos ou cantos, tosses ou espirros.



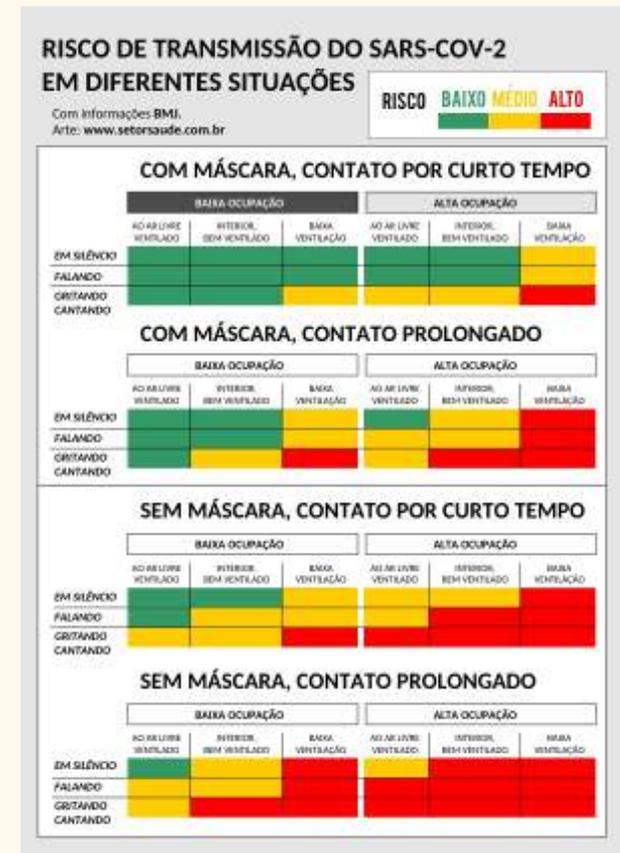
Continuação (do slide 11)...

- As gotículas de água tendem a evaporar rapidamente: gotículas menos a 1 μm evaporam em alguns milissegundos; gotículas de 10 μm evaporam em menos de um segundo; gotículas grandes, com diâmetros superiores a 100 μm , podem sobreviver por quase um minuto.
- Quando evaporam, as gotículas tornam-se "núcleos de gotículas", partículas secas que podem incluir vírus e outros patógenos e que tendem a permanecer no ar e, portanto, são distribuídas por uma área maior (aerossóis). Como a taxa de evaporação está diretamente relacionada à humidade e temperatura ambiente, a formação e dispersão dos núcleos das gotículas depende das condições ambientais. Condições mais quentes e húmidas levam à persistência mais longa de gotículas maiores, o que, por sua vez, resulta numa dispersão menos ampla de partículas contendo vírus. Isso pode explicar a observação de que a propagação de infeções respiratórias virais é maior durante os invernos frios e secos do que durante os verões quentes e húmidos.

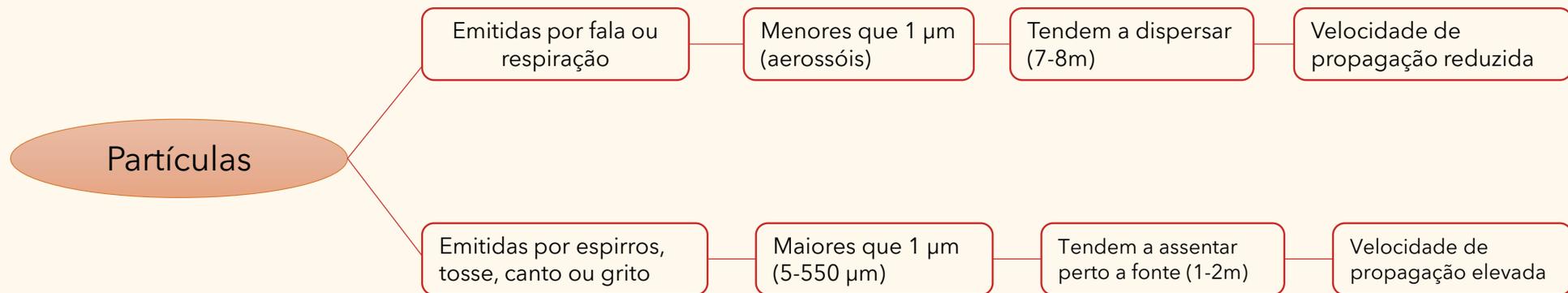


Qual é a quantidade de partículas expelidas no fluido oral por segundo de acordo com processo com que são eliminadas (fala, canto, tosse, espirro, etc...)

- Durante a respiração e a fala, as partículas são emitidas por um mecanismo que envolve “fluid-film burst” nas vias aéreas, o que leva à emissão de partículas menores a 1 µm de diâmetro. Em contraste, as secreções mais fortes associadas a espirros, tosse, gritos e canto resultam num maior número de partículas muito maiores (5–500 µm). Os diferentes tamanhos de gotas afetam diretamente a sua transmissão.
- Através de diversos estudos, foi possível calcular uma estimativa do número de gotículas expelidas no fluido oral por segundo, de acordo com o processo com que são eliminados:
 - ✓ Fala: o valor varia de 112 a 6720 partículas por segundo;
 - ✓ Tosse: o valor varia de 947 a 2085 partículas por segundo;
 - ✓ Espirro: o valor vai até 40000 (4x10⁴) partículas por segundo;
- **NOTA:** Não existem ainda dados concretos sobre o número de partículas expelidas no fluido oral por segundo através da respiração ou do canto, uma vez que depende, para além da carga viral do indivíduo infetado, da intensidade da respiração (se é mais ou menos ofegante) e da intensidade do som emitido quando cantamos (mais forte ou mais fraco).



Esquema sobre partículas e a sua velocidade de propagação



Exemplo:

Simulações de computador (taxa de ventilação = $2\text{AC} / \text{h}$) revelaram que compartilhar o espaço do escritório com um infetado sintomático COVID-19 (4 tosses e 10 eventos de fala por hora) por uma hora resultou na inalação de 16,9 gotículas respiratórias aerossolizadas, equivalendo a cerca de 280-1190 partículas inaladas ao longo de uma semana de trabalho de 35 horas. O compartilhamento com um infetado assintomático (10 eventos de fala por hora) resultou em cerca de 196-875 partículas inaladas ao longo de 35 horas.

Qual é a gama de tamanhos das partículas exaladas numa expiração normal e uma partícula típica do coronavírus e qual a sua composição do ar expirado

- A humidade elevada do ar pode prolongar em até 23 vezes o tempo de vida útil aérea de gotículas que transportam o novo coronavírus, que provoca a doença covid-19.
- As gotículas exaladas numa expiração normal de um ser humano têm uma gama de tamanhos que vão de um décimo de micrómetro a 1000 micrómetros (1 micrómetro é equivalente a 0,001 milímetros). Em termos de comparação, um cabelo tem um diâmetro aproximado de cerca de 70 micrómetros, enquanto uma partícula típica de coronavírus é menor do que um décimo de micrómetro.
- As gotículas exaladas mais comuns têm entre 50 e 100 micrómetros de diâmetro e contêm substâncias como água, lípidos, proteínas e sal. E contêm também vírus caso a pessoa esteja infetada.
- Em ar com 100% de humidade relativa, simulações mostraram que as gotículas maiores, com 100 micrómetros, podem cair no chão a até quase dois metros (1,82 metros) da fonte de exalação. As gotas mais pequenas, de 50 micrómetros, podem viajar mais longe, até cinco metros.
- Um ar menos húmido retarda a propagação. Com uma humidade relativa de 50% nenhuma das gotículas de 50 micrómetros foi além dos 3,5 metros.

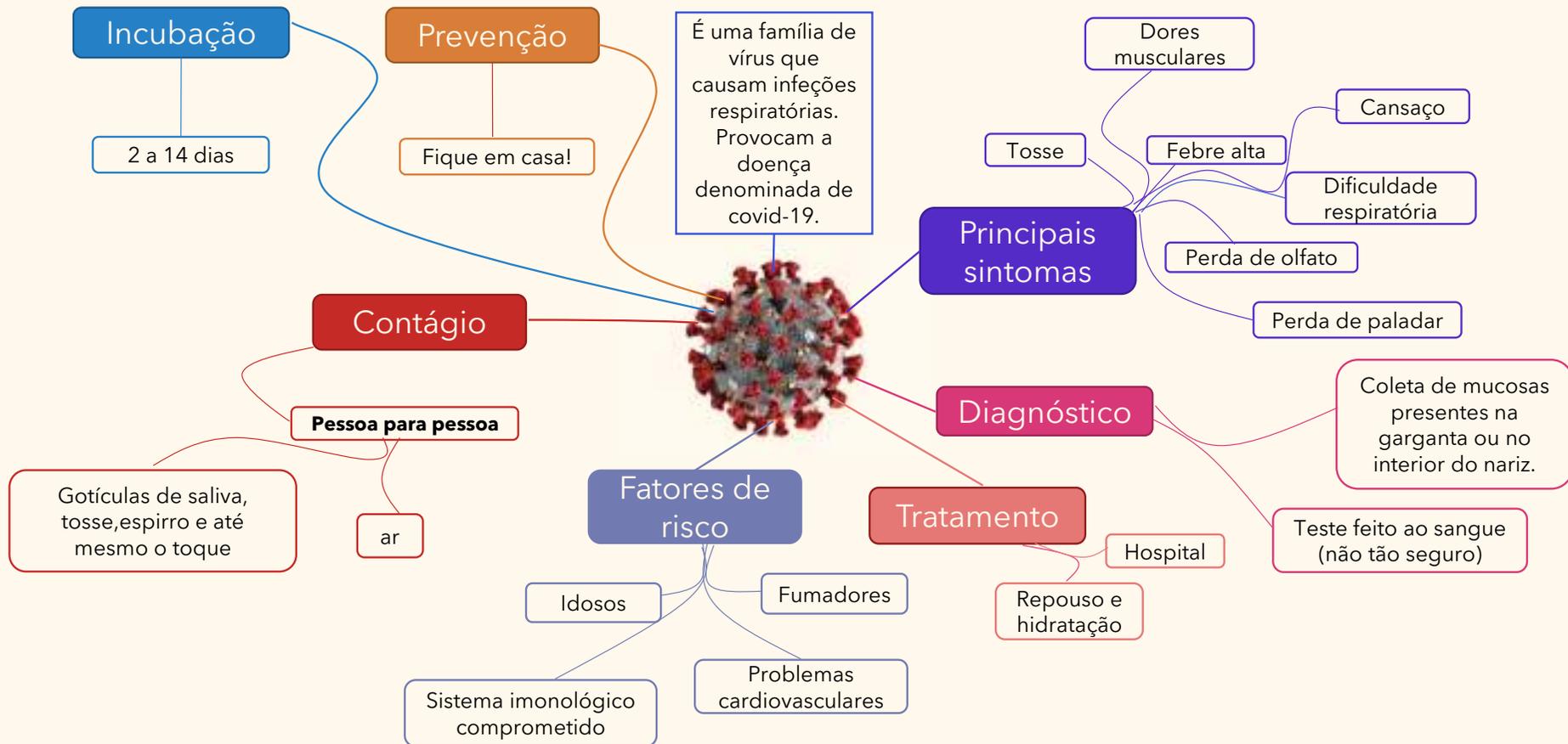


Fatores que influenciam a dispersão das partículas expiratórias humanas

- Existem diferentes fatores que ajudam na transmissão e dispersão de partículas expiratórias humanas.
- Um dos fatores é o clima, isto é, as partículas são sensíveis às condições ambientais havendo uma maior propagação com condições térmicas menos elevadas pois a transmissão é facilitada devido ao facto das partículas ficarem suspensas no ar por mais tempo, facilitando assim a inalação do vírus.
- Outro fator é a forma como nos expressamos sendo que, por exemplo, quando falamos, se falarmos num tom mais alto, a dispersão das partículas será mais facilitada.
- Por último, é também um fator fundamental a condição e as características em que o sujeito se encontra, ou seja, embora a mecânica geral que produz aerossóis respiratórios seja a mesma entre todas as pessoas, existe uma grande variação entre a quantidade que cada indivíduo realmente produz. Por exemplo, pessoas com condições crónicas como asma, podem fazer com que os fluidos fiquem mais espessos.



Mapa Mental sobre o coronavírus



Conclusões



- Existem dois tipos de transmissão do novo coronavírus: a transmissão direta e a transmissão indireta. A transmissão direta obriga ao contacto direto de pelo menos dois indivíduos que não cumpram as regras de distanciamento social, e ocorre através de espirros, tosse, fala, respiração, entre outros processos. Já a transmissão indireta ocorre após o contacto de uma pessoa infetada com uma superfície e/ou objeto e o posterior contacto de uma pessoa não infetada com esse mesmo objeto/superfície.
- A transmissão desta doença baseia-se essencialmente em processos comuns, realizados no dia-a-dia tais como espirrar, tossir, falar e até mesmo respirar. Após a realização do trabalho, é possível fazer uma melhor compreensão acerca dos perigos que nos rodeiam e das medidas que devem ser adotadas para, no mínimo, diminuir o risco de contacto.
- A distinção entre partícula e aerossol depende do seu tamanho. Assim, qualquer partícula que seja menor que 1 μm será denominada de aerossol e qualquer partícula que tenha um tamanho superior ao referido dá-se o nome de partícula.
- O tamanho e a quantidade de partículas expelidas estão diretamente relacionadas com o mecanismo de eliminação. Os aerossóis são produzidos por processos de respiração e fala; já as partículas são produzidas por processos relacionados com espirros, tosse, gritos e/ou canto.
- O vírus pode-se prolongar muito mais no ar quando temos um grau elevado de humidade. As partículas exaladas numa expiração normal são maiores do que uma partícula típica do coronavírus. As gotículas exaladas mais comuns têm como constituintes a água, lípidos, proteínas e sal.
- Existem inúmeros fatores que irão contribuir para aumentar a transmissão ou inalação do vírus, fatores esses que estão associados à nossa saúde e ao meio que nos rodeia e aos quais devemos ter extrema atenção.

Webgrafia

- <https://www.sns24.gov.pt/tema/doencas-infecciosas/covid-19/transmissao/>
- <https://covid19.min-saude.pt/como-se-transmite-2/>
- <https://noticias.uc.pt/wp-content/uploads/2020/03/Uma-análise-sobre-os-modos-de-transmissão-da-COVID.pdf>
- <https://static.publicocdn.com/Multimedia/Infografias/499/img/tosse.svg?v93>
- [Airborne Transmission of COVID-19 | Occupational Medicine | Oxford Academic \(oup.com\)](#)
- [Coronavirus \(who.int\)](#)
- [Physics of virus transmission by speaking droplets | PNAS](#)
- [Full article: Quantity and Size Distribution of Cough-Generated Aerosol Particles Produced by Influenza Patients During and After Illness \(tandfonline.com\)](#)
- [Is there an airborne component to the transmission of COVID-19? : a quantitative analysis study | medRxiv](#)
- [Characterization of expiration air jets and droplet size distributions immediately at the mouth opening - ScienceDirect](#)
- [Espirro - Wikipédia, a enciclopédia livre \(wikipedia.org\)](#)
- [The Size Distribution of Droplets in the Exhaled Breath of Healthy Human Subjects | Journal of Aerosol Medicine \(liebertpub.com\)](#)
- <https://oxfordbrazilebm.com/index.php/qual-e-a-evidencia-para-apoiar-a-regra-dos-2-metros-de-distanciamento-social-para-reduzir-a-transmissao-da-covid-19/>
- <https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2020/09/evaporacao-de-goticulas-com-sars-cov-2-influencia-disseminacao-da-covid-19.html>
- <https://www.ihmt.unl.pt/origem-e-dispersao-pandemica-do-coronavirus-sars-cov-2-causador-da-covid-19/>
- <https://www.ihmt.unl.pt/origem-e-dispersao-pandemica-do-coronavirus-sars-cov-2-causador-da-covid-19/>
- <https://www.dn.pt/vida-e-futuro/ar-humido-prolonga-vida-das-goticulas-exaladas-pelas-pessoas-12532918.html>
- <https://pplware.sapo.pt/ciencia/covid-19-humidade-do-ar-pode-prolongar-ate-23x-o-tempo-de-vida-de-goticulas/>

