

***COVID-19 no Brasil:
Os Múltiplos Olhares da Ciência
para Compreensão e Formas de
Enfrentamento***

***Luís Paulo Souza e Souza
(Organizador)***

USO DE TERMOGRAFIA POR INFRAVERMELHO NA DETECÇÃO DE FEBRE E TRIAGEM PARA O COVID-19: FUNDAMENTOS, PROCEDIMENTOS E BOAS PRÁTICAS

Data de aceite: 01/08/2020

Data de submissão: 05/06/2020

Gabriela Di Lorenzo Garcia Scherer

<http://lattes.cnpq.br/8565556736838069>

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), Escola de Medicina
Porto Alegre - Rio Grande do Sul

Bárbara Adelman de Lima

<http://lattes.cnpq.br/3084687771369500>

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), Escola de Medicina
Porto Alegre - Rio Grande do Sul

Carolina Siciliani Aranchipe

<http://lattes.cnpq.br/7457657039674943>

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), Escola de Medicina
Porto Alegre - Rio Grande do Sul

Cecília Gatti Wolff

<http://lattes.cnpq.br/2074526055877057>

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), Escola de Medicina
Porto Alegre - Rio Grande do Sul

Eduarda Herscovitz Jaeger

<http://lattes.cnpq.br/5022284584492520>

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), Escola de Medicina
Porto Alegre - Rio Grande do Sul

Giovana Berger de Oliveira

<http://lattes.cnpq.br/4230671688586635>

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), Escola de Medicina
Porto Alegre - Rio Grande do Sul

Miriam Viviane Baron

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), Programa de Pós-Graduação em
Medicina e Ciências da Saúde
Porto Alegre - Rio Grande do Sul

<http://lattes.cnpq.br/1104236941308567>

Thomas Miliou

Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP),
Extecamp - Escola de Extensão da Unicamp
Campinas - São Paulo

<https://orcid.org/0000-0002-5289-3408>

Bartira Ercília Pinheiro da Costa

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), Programa de Pós-Graduação em
Medicina e Ciências da Saúde

Porto Alegre - Rio Grande do Sul

<http://lattes.cnpq.br/3553707735604418>

RESUMO: O COVID-19 surgiu na China, em dezembro de 2019, e se espalhou globalmente. Sua transmissão ocorre principalmente por contato com pessoas infectadas no período de incubação do vírus. De 83% a 98% dos casos confirmados apresentam febre, mas

outros sintomas também incluem tosse seca, fadiga e mialgia. A detecção precoce da febre (37,5°C) é uma possibilidade de impedir a transmissão e disseminação do vírus por pessoas com outros sintomas sugestivos de COVID-19 que, apesar de não se sentirem com febre, podem ser portadoras do vírus latente ou em período de incubação. Um meio de detecção da febre, inclusive antes dela ser manifestada clinicamente, é a termografia por infravermelho. Esta ferramenta pode ser utilizada em postos de atendimento ou hospitais, em pacientes com suspeita de contaminação ou sintomas de COVID-19 que buscam por atendimento especializado, pois trata-se de um método não invasivo e que não exige contato físico do paciente com o profissional que maneja o aparelho. Além disso, com a retomada da economia e reabertura de setores do comércio e demais serviços, a circulação pública de pessoas irá aumentar. Neste sentido, as câmeras termográficas podem ser instaladas em locais públicos para fornecerem uma triagem rápida e eficiente na detecção de indivíduos com febre por COVID-19 e que não apresentam sinais e sintomas aparentes. Os indivíduos detectados com febre poderão ser encaminhados para uma nova triagem e exame diagnóstico para coronavírus por PCR ou *swab* nasal/oral. Desta forma, pode-se evitar a disseminação do vírus, uma vez que a COVID-19 é uma patologia para a qual ainda não existe uma vacina e que apresenta potencial risco à vida.

PALAVRAS-CHAVE: febre, SARS-CoV-2, câmera termográfica, diagnóstico, pandemia, coronavírus.

USE OF INFRARED THERMOGRAPHY IN FEVER AND SCREEN DETECTION FOR COVID-19: FUNDAMENTALS, PROCEDURES AND GOOD PRACTICES

ABSTRACT: COVID-19 emerged in China in December 2019 and has spread globally. Its transmission occurs mainly through contact with infected people during the virus incubation period. 83% to 98% of confirmed cases have fever, but other symptoms also include dry cough, fatigue and myalgia. The early detection of fever (37,5 °C) is a possibility to prevent the transmission and spread of the virus by people with other symptoms suggestive of COVID-19 who, despite not feeling feverish, may carry the latent virus or the virus in its incubation period. One way of detecting fever, even before it is clinically manifested, is infrared thermography. This tool can be used in service stations or hospitals in patients with suspected contamination or symptoms of COVID-19 who seek specialized care, as it is a non-invasive method and does not require physical contact of the patient with the professional handling the device. In addition, with the resumption of the economy and the reopening of sectors of commerce and other services, the public circulation of people will increase. In this sense, thermographic cameras can be installed in public places to provide a quick and efficient screening for detecting individuals with COVID-19 fever who do not show any apparent signs and symptoms. Individuals detected with fever may be referred for further screening and diagnostic examination for coronavirus by PCR or nasal/oral swab. In this way, the spread of the virus can be prevented, since COVID-19 is a pathology for which there is still no vaccine,

and which presents a potential risk to life.

KEYWORDS: fever, SARS-CoV-2, thermographic camera, diagnostic, pandemic, coronavirus.

1 | INTRODUÇÃO

O COVID-19, também conhecido como SARS-CoV-2, surgiu em Wuhan, China em dezembro de 2019 e se espalhou globalmente, atingindo 114 países, 1,8 milhões de casos e 192 mil mortes até março de 2020 [1]. A pandemia possivelmente se iniciou como uma pneumonia viral reportada em 27 pacientes pela *Wuhan Municipal Health Commission* (WMHC), sendo que a maioria desses pacientes possuía histórico de exposição a animais silvestres do mercado de frutos do mar de Wuhan, onde cobras, morcegos e outros animais são vendidos [2].

Porém, outros coronavírus filogeneticamente próximos ao COVID-19 foram detectados em pangolins, potenciais hospedeiros intermediários do SARS-CoV-2, na província de Guangdong e na região Guangxi Zhuang, China. Esse estudo filogenético trouxe a hipótese de que o surgimento do COVID-19 não teria ocorrido apenas no mercado de frutos do mar de Wuhan, mas em locais similares do Sudeste Asiático, em que ocorre a venda de diferentes espécies de animais encarcerados no mesmo ambiente [3].

Com as descobertas feitas até o momento, estima-se que o período de incubação do vírus varie entre 1-14 dias e tenha média de 5-6 dias, que uma pessoa contaminada transmita o vírus para 1 ou 2 pessoas, que a idade média dos casos confirmados seja de 50 anos e que predominem casos do sexo feminino. A taxa de mortalidade é altamente variável, sendo em Hubei, China de 8-15% em adultos, aumentando naqueles com comorbidades e com desenvolvimento de sintomas respiratórios severos. Fora de Hubei, a taxa de mortalidade é de 1-2% [4].

No dia 13/04/2020, às 18h50min - horário de Brasília -, o *site* da Universidade John Hopkins atualizou 1.911.407 casos e 118.854 mortes, tendo mais casos nos Estados Unidos e mais mortes na Itália. Percebe-se que, apesar de ter uma baixa taxa de mortalidade em comparação a SARS e MERS, o COVID-19 já causou mais mortes que essas duas doenças juntas [5]. Isso pode estar associado à maior taxa de transmissão do COVID-19, sugerindo um potencial de pandemia maior que a SARS e MERS [4].

A transmissão da SARS-CoV-2 ocorre principalmente entre familiares, incluindo parentes que entraram em contato com pessoas infectadas no período de incubação. Além disso, a transmissão entre profissionais da área da saúde é muito significativa, sendo de 3-8% [6]. A febre, por ser o sintoma mais comum do COVID-19 [4], deve ser detectada precocemente em pacientes infectados, consistindo em uma possibilidade de impedir a transmissão e a disseminação do vírus por pessoas com outros sintomas sugestivos de COVID-19 – que ainda não apresentem febre sistêmica –, portadores do vírus latente ou

em período de incubação.

Quando ocorre infecção por SARS-CoV-2, receptores tipo *Toll* da superfície celular [7] e receptores citoplasmáticos de DNA e RNA (RIG-I, MDA5 e cGAS) percebem o processo infeccioso e recrutam interferons e outras proteínas para ativarem a transcrição de NF- κ B e de citocinas pró-inflamatórias. As citocinas cumprem uma função importante na imunidade e na imunopatologia durante a infecção viral, constituindo a primeira linha de defesa do organismo contra o COVID-19 [8], sendo responsáveis pela elevação da temperatura corporal [6].

As citocinas são necessárias para a eliminação do vírus, mas sua produção em excesso (tempestade de citocinas) pode induzir uma resposta desregulada. O número de citocinas pode ser aumentado com a elevação da velocidade de replicação viral e com o acúmulo de monócitos, macrófagos e neutrófilos do hospedeiro [7]. As citocinas pró-inflamatórias mais encontradas no plasma de pacientes com COVID-19 são IL-6, IL-10, TNF alfa, IL-2, IL-10, IP-10, MCP-1, MIP-1 α , IL-1, IL-4, IL-7, IL-12, IL-13, IL-17, GCSF, IFN- γ [6]. Também foi encontrada uma baixa expressão de citocinas antivirais IFN- $\alpha\beta$, um moderado aumento de TNF e IL-6 e um aumento significativo de citocinas inflamatórias como CCL3, CCL5, CCL2 e CXCL10 no plasma de casos confirmados [7].

Em relação aos achados clínicos e laboratoriais dos casos confirmados, 83%-98% apresentam febre, 76%-82% apresentam tosse seca e 11%-44% apresentam fadiga e mialgia [9] [10] [11]. Além disso, dor de cabeça, dor de garganta, dor abdominal, diarreia, linfopenia, tempo de protrombina prolongado e níveis elevados de lactato-desidrogenase já foram observados em pacientes portadores do vírus [4]. Segundo estudo realizado em 30 hospitais da China, incluindo um total de 1099 pacientes confirmados com COVID-19 até 31 de janeiro de 2020, o sintoma mais comum dos pacientes era a febre (com 43,8% apresentando febre na admissão e 88,7%, durante a hospitalização), a tosse estava presente em 67,8% dos pacientes [12]. A febre se apresenta como um dos sintomas mais comuns do COVID-19 [13]. Portanto, deve ser incentivada a busca por formas de aceleração de triagem de pacientes com suspeita de COVID-19, mas que ainda não apresentem a manifestação clínica da febre, com o vírus em latência ou em período de incubação.

No final de fevereiro de 2020, quando os primeiros casos de COVID-19 foram registrados no Brasil, a força tarefa da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) do aeroporto de Guarulhos usou um questionário e um aplicativo em voos seletivos - oriundos de destinos considerados de alto risco -, solicitando aos passageiros que se identificassem caso tivessem sinais de gripe. A medida não foi suficiente para evitar a entrada da epidemia no Brasil. Fiar-se na percepção própria da existência de febre não é confiável, conforme mostrou uma pesquisa que analisou 2.873 pessoas na chegada ao pronto atendimento em hospitais. Destes, 25% dos pacientes febris não relataram febre, o que sugere um verdadeiro desconhecimento da febre entre algumas pessoas.

Apenas 0,1% daqueles que relataram ter febre foram realmente febris. Além disso, em situações de risco, pessoas doentes podem ter menos probabilidade de relatar sintomas por medo de consequências adversas, como atrasos nas viagens, isolamento involuntário ou quarentena. Em locais de trânsito, como aeroportos e locais de trabalho, a termografia poderia fornecer um meio objetivo para detecção de febre em massa como parte de uma estratégia de triagem de saúde pública, uma vez que a termografia teve maior precisão do que autorrelatos de febre [14].

Assim, um meio de detecção da febre, inclusive antes dela ser manifestada clinicamente, é a termografia por infravermelho. Esse método possibilita um diagnóstico rápido, eficaz, fácil, sem contato físico e não invasivo, que mede a radiação infravermelha de ondas eletromagnéticas emitida por objetos e a converte em temperatura, podendo detectar elevações da temperatura corporal - que podem indicar febre associada ou não a infecções subjacentes [15].

O princípio de funcionamento de uma câmera térmica por infravermelho tem como base a lei de Stefan-Boltzmann - relação do poder de emissão com temperatura - [16] e a perda de calor do corpo humano por meio de irradiação para manter a homeostase corporal [17]. A câmera de infravermelho detecta radiações de diferentes fontes: irradiação do objeto, radiação refletida do objeto, irradiação do ar e irradiação de outros objetos entre a câmera e o objeto de interesse [16]. Essas radiações de energia infravermelha são focadas em um detector que as converte em sinais eletrônicos para que ocorra o processamento de imagem [16], fornecendo um mapa visual colorido com escalas de temperatura da pele em tempo real [17].

A câmera de infravermelho de microbolômetro com 30 Hz possui uma alta sensibilidade que permite detectar diferenças de temperatura a partir de 0,07 °C, funções integradas que medem a temperatura mais alta em uma área de interesse específica e configurações para detectar de maneira automática o ponto que possui a temperatura mais alta, emitindo alarmes sonoros quando um determinado limiar de temperatura for excedido [17]. O aparelho detecta nanopartículas magnéticas com hipertermia e monitora o dano induzido no campo adjacente [18].

Sua imagem térmica permite o desenvolvimento de uma fisiologia comparativa de fenômenos, que incluem termogênese, ajustes de fluxo sanguíneo periférico, resfriamento evaporativo e fisiologia respiratória [19]. Sendo assim, a termografia por infravermelho se torna muito importante para a detecção precoce de câncer, detecção e tratamentos de hipertermia [18], detecção de reações alérgicas, uso na angiologia, reumatologia e cirurgias plásticas [20], avaliação do metabolismo cerebral durante neurocirurgias [21] e tratamentos terapêuticos [22].

Um ponto importante a definir é o ponto de corte da temperatura a ser estabelecido como febre para o encaminhamento do indivíduo para uma triagem adicional do COVID-19. Apesar de não existir um consenso internacional, a temperatura normal do

corpo é considerada 37°C (98,6°F). No entanto, uma grande variação é observada. Entre indivíduos normais, a temperatura média diária pode apresentar variações de 0,25°C a 0,5°C. Para propósitos clínicos práticos, um paciente é considerado febril se a temperatura oral exceder 37,5°C (99,5°F) ou se a temperatura retal exceder 38°C. Na triagem pandêmica, uma temperatura limite é “definida” para distinguir indivíduos normais de indivíduos febris. Pesquisadores do assunto apoiam uma temperatura limiar interna do canto medial do olho para detecção febril estabelecida em 37,5°C. Esta recomendação é inferior aos 38°C usados anteriormente para o surto de SARS na China [23] [24].

O grau de assimetria térmica entre lados opostos do corpo (ΔT) é muito pequeno, mas as diferenças entre as regiões do corpo são significativas [25]. A temperatura retal normal é tipicamente 0,27°C a 0,38°C (0,5 °F a 0,7 °F) maior que a temperatura oral. A temperatura axilar é cerca de 0,55 °C (1,0 °F) menor que a temperatura oral [26]. Sabendo que a temperatura geral da pele de um indivíduo varia entre regiões e não é equivalente à sua temperatura central, surge a dúvida sobre qual seria a região correta e mais confiável para a realização da medição da temperatura central do corpo humano. Em estudo publicado em 2019, comparando 206 participantes de ambos os sexos, foram comparados três métodos de medir a temperatura: axilar, timpânica e facial pela termografia. A base da comparação foi avaliar as diferenças de temperatura bilateral, uma vez que os humanos são simétricos termicamente. Com base nos achados desta pesquisa, apesar de todos os métodos terem sido capazes de estimar a temperatura central do corpo, sugere-se o uso de imagens de termografia no canto medial do olho, uma vez que é um procedimento rápido, confiável e reproduzível para triagem em massa [27].

Naturalmente, surge a dúvida: “porque a face humana é melhor?”. Isso é devido a uma descoberta por meio de imagem térmica que permitiu detectar a irradiação no canto medial dos olhos, local onde o ducto lacrimal chega à superfície, sendo conhecido como Brain Temperature Tunnel (BTT) [28]. O BTT é um “túnel” entre a pele livre de gordura (termicamente condutora) na ponte do nariz e o seio cavernoso em torno do centro termorregulatório hipotalâmico (através da veia oftálmica superior) [17]. Ao contrário das temperaturas registradas na pele da testa, o BTT é uma medida da temperatura intracranial [29]. Por isso, o BTT fornece uma medida precisa da temperatura central, que não é influenciada por mudanças na temperatura ambiental, ao contrário da pele de outras áreas do corpo - como a testa -, que reflete o resfriamento e o aquecimento do ambiente [30].

A termografia oferece um excelente meio para determinar qualitativamente a temperatura do BTT, mas há muitas dificuldades em obter uma medição absoluta, como: exigir um ambiente controlado, limitar a interferência do infravermelho, posicionamento e inicialização da câmera térmica, falta de treinamento dos operadores, presença de artefatos (como máscaras, óculos, chapéus, cachecóis), presença de uma referência de temperatura, diferentes formatos de arquivos pelos fabricantes e total desconhecimento

dos padrões existentes nos locais de triagem. Tudo isso pode ser tratado, mas exige tempo, conscientização e treinamento [27]. Desde a pandemia da SARS em 2003, quando se iniciou o emprego da técnica no rastreamento de pessoas, cientistas e entidades de metrologia elaboraram diretrizes de padronização para garantir o melhor desempenho para esta finalidade. As primeiras diretrizes (ISO IEC 80601-2-59:2008 e IEC 80601-2-59, 2017) estabeleceram normas mínimas para o uso das câmeras, como: apresentar o mínimo de 240x320 pixels, uso do BTT, valores de temperatura e outras boas práticas de uso - como a necessidade de remoção de máscaras que cubram todo o rosto, óculos, bonés e outros artefatos no momento da detecção da radiação pela câmera. [31].

Na perspectiva atual, a câmera termográfica pode ser utilizada para medir a temperatura corporal dos pacientes com sintomas suspeitos de COVID-19, mas que ainda não manifestam a febre clinicamente, otimizando a triagem desses indivíduos. Dessa forma, pacientes com temperatura corporal elevada ($37,5^{\circ}\text{C}$), associada a outros sintomas característicos do COVID-19, devem ser encaminhados para atendimento médico antes de receberem o resultado dos testes convencionais. Isso permitiria que os profissionais atendessem com mais qualidade os casos suspeitos e evitaria uma superlotação das emergências de hospitais e postos de saúde. Ademais, a câmera termográfica apresenta os benefícios de ser um recurso preciso e seguro para a concretização de diagnósticos, um método não invasivo e que não exige contato físico do paciente com o profissional que maneja o aparelho, nem com a própria máquina [20]. Esses fatos mostram a segurança de utilização do dispositivo durante o período de pandemia do COVID-19 e sua eficácia para a detecção precoce da febre - que pode auxiliar a impedir a transmissão e a disseminação do vírus de pessoas assintomáticas, portadoras do vírus de forma latente ou em período de incubação.

Contudo, em artigo da Associação Europeia de Termologia (EAT), os cientistas afirmam que é evidente que as diretrizes da ISO estão sendo ignoradas em muitos casos. Os requisitos mínimos recomendam que os sujeitos sejam rastreados individualmente, de frente para a câmera térmica e com o rosto desobstruído por máscaras, óculos ou chapéus. Erroneamente, equipamentos de imagens térmicas estão sendo empregados para rastrear grande número de pessoas no mesmo campo de visão, rostos estão sendo obscurecidos por máscaras e não está havendo tentativa em isolar o canto interno do olho na medição. Não é necessário comentar que a utilidade da termografia na detecção de pessoas febris nestas condições precárias é limitada [32].

2 | SUGESTÃO DE PROCEDIMENTO E BOAS PRÁTICAS

Todos os pacientes que procurarem atenção especializada em postos de atendimento ou hospitais com suspeita de contaminação ou sintomas de COVID-19 terão, inicialmente, a temperatura corporal avaliada com uma câmera termográfica. Este procedimento já é

adotado em hospitais de referência, como o Hospital Israelita Albert Einstein, em São Paulo, e o Hospital das Forças Armadas, em Brasília.

Considerando que a febre é um dos sintomas do COVID-19, poderá ser utilizada uma câmera termográfica para detectá-la. O dispositivo fica acoplado a um tripé móvel ou estrutura similar, a uma distância segura de 1 a 2 metros entre o paciente e o operador – profissional da saúde - para a captura da imagem do rosto (Figura A). A análise de detecção térmica mede a temperatura na região dos cantos internos dos olhos, o BTT (Figura B). A imagem capturada pode também incluir uma fotografia da pessoa para a sua identificação. Caso a câmera acuse uma temperatura elevada ($37,5^{\circ}\text{C}$) (Figura B), o paciente deverá ser encaminhado para avaliação por um agente de saúde e uma coleta de *swab* nasal/oral ou de exame de sangue para o teste PCR e diagnóstico de COVID-19.

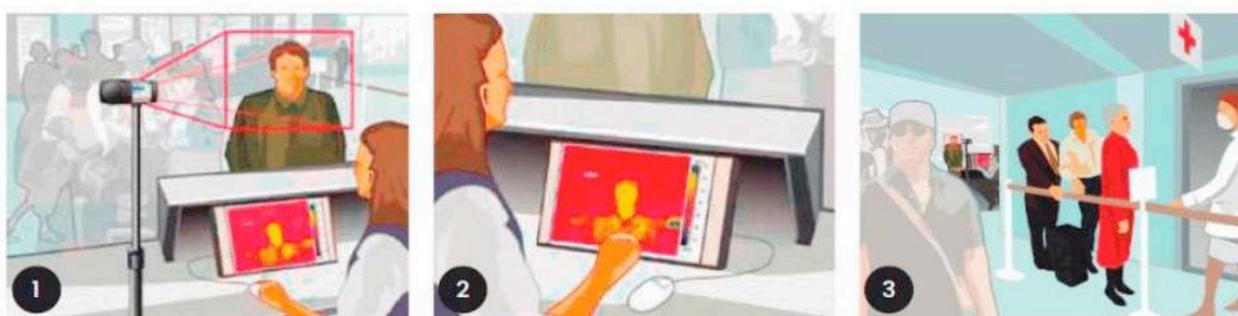


Figura A - Demonstração das etapas de triagem térmica com câmera de infravermelho. 1 - Os indivíduos são monitorados remotamente ao passar nos pontos de verificação de triagem montados em um aeroporto, fronteira ou no saguão de entrada de uma corporação, hospital ou escola. 2 - O operador da câmera infravermelha olha para um monitor, que usa alarmes visíveis e/ou sonoros quando um indivíduo exibe uma temperatura corporal incomum, a partir de $37,5^{\circ}\text{C}$. 3 - Os indivíduos com temperaturas corporais mais elevadas que a normal são enviados para uma fila separada para posterior rastreamento por um profissional de saúde ou designado.

Fonte: imagens cedidas pela Poliscan Brasil tecnologias médicas <https://www.poliscanbrasil.com.br>

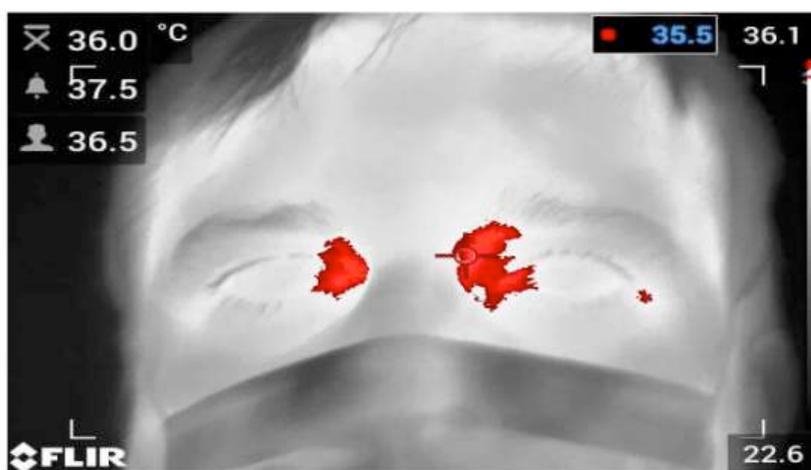


Figura B - Imagem após captura da temperatura facial por termografia. Na paleta usada para a febre, temperaturas podem aparecer em cor vermelha acima de um limite. No caso, o limite foi de $35,5^{\circ}\text{C}$. Assim, ficam em destaque os pontos alvos (área vermelha) de medição da temperatura do BTT.

Fonte: imagens cedidas pela Poliscan Brasil tecnologias médicas <https://www.poliscanbrasil.com.br>



Figura C - À esquerda: captura termográfica de um paciente com febre. À direita: paciente sem febre. Ambas imagens com alarme sonoro configurado em 37,5° C. Os pacientes tiveram a temperatura medida e confirmada por termômetro digital.

Fonte: imagens cedidas pela Poliscan Brasil tecnologias médicas <https://www.poliscanbrasil.com.br>

Com a retomada da economia e reabertura de setores do comércio e demais serviços, a circulação pública de pessoas irá aumentar nos estabelecimentos, principalmente em aeroportos, shoppings, portos marítimos, prédios comerciais e outras áreas de grande circulação. Estas câmeras podem ser instaladas nestes locais e monitoradas por um operador ou equipe de saúde. As câmeras termográficas podem fornecer uma triagem rápida e eficiente na detecção de indivíduos com febre por COVID-19 que não apresentem sinais e sintomas aparentes e que estiverem circulando nestes ambientes públicos. As câmeras realizam uma leitura da temperatura do rosto em segundos, produzindo imagens quase em tempo real, realizando a triagem rápida de um grande número de pessoas.

Além disso, muitas câmeras termográficas oferecem funções integradas, como alarmes visuais e sonoros que podem ser configurados para disparar quando um determinado limite de temperatura for excedido. Desta forma, o operador pode encaminhar o indivíduo que exceder a temperatura limite para uma nova triagem com outras ferramentas de avaliação e consulta, tais como: medida da temperatura corporal com termômetro de mercúrio, oximetria, exame diagnóstico para coronavírus por PCR (reação em cadeia da polimerase) ou teste diagnóstico que detecte o material genético do vírus (RNA) em amostras respiratórias (*swab* nasal/oral).

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A termografia infravermelha é um método rápido e sem contato, seguro para o operador da câmera e para as pessoas que estão passando pela triagem. O dispositivo também pode trazer benefícios para o paciente assintomático detectado com febre, pois este pode confirmar o diagnóstico por meio de exame clínico, e, se positivado, seguir os protocolos orientados pela equipe de saúde. Desta forma, pode se evitar o contágio para

familiares, colegas de trabalho e demais indivíduos, uma vez que a COVID-19 é uma patologia para a qual ainda não existe uma vacina e que apresenta potencial risco à vida.

AGRADECIMENTOS

Este estudo foi financiado em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código Financeiro 001. Agradecemos também o apoio da Poliscan Brasil Medical Technologies.

CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores declaram não ter nenhum conflito de interesses em relação a este artigo.

REFERÊNCIAS

- (1) NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Organização Mundial da Saúde classifica novo coronavírus como pandemia**. Março, 2020. Disponível em <https://nacoesunidas.org/organizacao-mundial-da-saude-classifica-novo-coronavirus-como-pandemia>.
- (2) CHENG, Zhangkai J et al. **Novel coronavirus: where we are and what we know**. *Infection*, v. 48, p.155–163. Fevereiro, 2020. Disponível em <https://link.springer.com/article/10.1007/s15010-020-01401-y>. <https://doi.org/10.1007/s15010-020-01401-y>
- (3) ZHANG, Xiaodong et al. **Epidemiology of Covid-19**. *The New England Journal of Medicine*, v. 382, p. 1869-1870. Março, 2020. Disponível em <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMc2005157>. doi: 10.1056/NEJMc2005157
- (4) DEL RIO, Carlos et al. **COVID-19 - New Insights on a Rapidly Changing Epidemic**. *JAMA*, v. 323, n. 14, p. 1339–1340. Fevereiro, 2020. Disponível em <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2762510>. doi: 10.1001/jama.2020.3072
- (5) MAHASE, Elisabeth. **Coronavirus: covid-19 has killed more people than SARS and MERS combined, despite lower case fatality rate**. *BMJ*, v. 368, p. 641. Fevereiro, 2020. Disponível em <https://www.bmj.com/content/368/bmj.m641>. <https://doi.org/10.1136/bmj.m641>
- (6) GUO, Yan-Rong et al. **The origin, transmission and clinical therapies on coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak – an update on the status**. *Military Medical Research*, v. 7, n. 11. Março, 2020. Disponível em <https://mmrjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40779-020-00240-0#citeas>. <https://doi.org/10.1186/s40779-020-00240-0>
- (7) CHANNAPPANAVAR, Rudragouda et al. **Pathogenic human coronavirus infections: causes and consequences of cytokine storm and immunopathology**. *Seminars in Immunopathology*, v. 39, n. 5, p. 529–539. Maio, 2017. Disponível em <https://link.springer.com/article/10.1007/s00281-017-0629-x>. doi:10.1007/s00281-017-0629-x
- (8) QIN, Chuan et al. **Dysregulation of immune response in patients with Coronavirus 19 (COVID-19) in Wuhan, China**. *Clinical Infectious Diseases*, ciaa248. Março, 2020. Disponível em <https://academic.oup.com/cid/advance-article/doi/10.1093/cid/ciaa248/5803306>. <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa248>

- (9) HUANG, Chaolin et al. **Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China.** *The Lancet*, v. 395, p. 497-506. Janeiro, 2020. Disponível em [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(20\)30183-5/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(20)30183-5/fulltext) [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30183-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30183-5)
- (10) WANG, Weier et al. **Updated understanding of the outbreak of 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) in Wuhan, China.** *Journal of Medical Virology*. Janeiro, 2020. Disponível em <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/jmv.25689>
<https://doi.org/10.1002/jmv.25689>
- (11) CHEN, Nanshan et al. **Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study.** *The Lancet*, v. 395, p. 507-513. Fevereiro, 2020. Disponível em [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(20\)30211-7/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(20)30211-7/fulltext)
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30211-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30211-7)
- (12) GUAN, Wei-jie et al. **Clinical Characteristics of Coronavirus Disease 2019 in China.** *The New England Journal of Medicine*, v. 382, p. 1708-1720. Abril, 2020. Disponível em <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMoa2002032> DOI: 10.1056/NEJMoa2002032
- (13) MENNI, Cristina et al. **Real-time tracking of self-reported symptoms to predict potential COVID-19.** *Nature Medicine*. Maio, 2020. Disponível em <https://www.nature.com/articles/s41591-020-0916-2> <https://doi.org/10.1038/s41591-020-0916-2>
- (14) NGUYEN, An V. et al. **Comparison of 3 infrared thermal detection systems and self-report for mass fever screening.** *Emerging Infectious Diseases*, v. 16, n.11, p. 1710-1717. Novembro, 2010. Disponível em https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/16/11/10-0703_article <https://dx.doi.org/10.3201/eid1611.100703>
- (15) FIELDS, Howard L. **Pain Syndromes in Neurology.** A volume in Butterworths International Medical Reviews. 1990. <https://doi.org/10.1016/C2013-0-03977-1>
- (16) CHAN, Lung-Sang et al. **Screening for Fever by Remote-sensing Infrared Thermographic Camera.** *Journal of Travel Medicine*, v. 11, n. 5, p. 273–279. Março, 2006. Disponível em <https://academic.oup.com/jtm/article/11/5/273/1802116>. <https://doi.org/10.2310/7060.2004.19102>
- (17) POLISCAN SOLUÇÕES EM TERMOGRAFIA, FLIR. **Uso de termografia infravermelha para o controle epidemiológico em pontos estratégicos.** Março, 2020. Disponível em <https://www.yumpu.com/pt/document/read/63163003/termografia-infravermelha-para-controle-epidemiologico-poliscan-brasil>.
- (18) RODRIGUES, Harley F. et al. **Real-time infrared thermography detection of magnetic nanoparticle hyperthermia in a murine model under a non-uniform field configuration.** *International Journal of Hyperthermia*, v. 29, n. 8, p. 752-767. Outubro, 2013. Disponível em <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/02656736.2013.839056>. <https://doi.org/10.3109/02656736.2013.839056>
- (19) TATTERSALL, Glenn J. **Infrared thermography: A non-invasive window into thermal physiology.** *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, v. 202, p. 78-98. Dezembro, 2016. Disponível em <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1095643316300435?via%3Dihub>. <https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2016.02.022>
- (20) MIKULSKA, Danuta. **[Contemporary applications of infrared imaging in medical diagnostics].** *Annales Academiae Medicae Stetinensis*, v. 52, n.1, p. 35-40. 2006. Disponível em <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17131845/>. PMID:17131845
- (21) DE FONT-RÉAULX, Enrique et al. **Thermography mapping patterns in temporal lobe epilepsy surgery.** *Surgical Neurology International*, v. 11, n. 30. Fevereiro, 2020. Disponível em <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7110298/>. doi:10.25259/SNI_549_2019
- (22) YANG, W.J. et al. **Literature survey on biomedical applications of thermography.** *Bio-medical Materials and Engineering*, v 2, n. 1, p. 7-18. 1992. Disponível em <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1458204/>. PMID:1458204

- (23) PASCOE, David et al. **International standards for pandemic screening using infrared thermography.** Proceedings volume 7626, Medical Imaging 2010: Biomedical Applications in Molecular, Structural and Functional Imaging. Março, 2010. Disponível em <https://www.spiedigitallibrary.org/conference-proceedings-of-spie/7626/1/International-standards-for-pandemic-screening-using-infrared-thermography/10.1117/12.843836>. short <https://doi.org/10.1117/12.843836>
- (24) Singapore: Standardisation Dept., SPRING Singapore. **Technical Reference for Thermal Images for Human Temperature Screening, Part 1: Requirements and test methods.** Standards Productivity and Innovation Board Singapore. 2004.
- (25) UEMATSU, Sumio et al. **Quantification of thermal asymmetry. Part 1: Normal values and reproducibility.** Journal of Neurosurgery. Outubro, 1988. Disponível em <https://thejns.org/view/journals/j-neurosurg/69/4/article-p552.xml> <https://doi.org/10.3171/jns.1988.69.4.0552>
- (26) WALKER, H. Kenneth et al. **Clinical Methods: The History, Physical, and Laboratory Examinations.** 3rd ed. Boston: Butterworths; 1990. PMID: 21250045
- (27) VARDASCA, Ricardo et al. **Bilateral assessment of body core temperature through axillar, tympanic and inner canthi thermometers in a young population.** Physiological Measurement, v. 40, n. 9. Setembro, 2019. Disponível em <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1361-6579/ab2af6> doi:10.1088/1361-6579/ab2af6
- (28) HADDADIN, A.S. et al. **Noninvasive Assessment of Intracranial Temperature Via the Medial Canthal-Brain Temperature Tunnel.** Anesthesiology, v. 103. Outubro, 2005. Disponível em <http://www.asaabstracts.com/strands/asaabstracts/abstract.htm?year=2005&index=4&absnum=1662>
- (29) SILVERMAN, David G. et al. **Monitoring Temperature of the Brain Thermal Tunnel: Is It Influenced by Facial Temperature?** Anesthesiology. Outubro, 2016. Disponível em <http://www.asaabstracts.com/strands/asaabstracts/abstract.htm?year=2016&index=8&absnum=4528>
- (30) ABREU, Marc M. et al. **Consistency of Brain Temperature Tunnel Measurements in Different Environmental Temperature.** Anesthesiology. Outubro, 2010. Disponível em <http://www.asaabstracts.com/strands/asaabstracts/abstract.htm?year=2010&index=8&absnum=1991>
- (31) **IEC 80601-2-59:2017 Medical electrical equipment - Part 2-59: Particular requirements for the basic safety and essential performance of screening thermographs for human febrile temperature screening.** Disponível em www.iso.org/standard/69346.html.
- (32) HOWELL, Kevin J. et al. **Infrared thermography for mass fever screening: repeating the mistakes of the past?** Thermology International, v. 30, n. 1, p. 5-6. Fevereiro, 2020. Disponível em https://www.researchgate.net/publication/340435412_Infrared_thermography_for_mass_fever_screening_repeating_the_mistakes_of_the_past