



Ferramentas tecnológicas aplicadas no campo da hanseníase: um mapeamento sistemático

Technological tools applied to leprosy: a systematic mapping

Herramientas tecnológicas aplicadas en el campo de la lepra: un mapeo sistemático

Rafael Everton Assunção Ribeiro da Costa^{ID¹}, Fergus Tomas Rocha de Oliveira^{ID¹}, Vitoria Neris Rebelo Veras^{ID¹}, Juliana do Nascimento Sousa^{ID²}, Sandra Marina Gonçalves Bezerra^{ID¹}, Dario Brito Calçada^{ID¹}

COMO CITAR ESSE ARTIGO:

Costa REAR, Oliveira FTR, Veras VNR, Sousa JN, Bezerra SMG, Calçada DB. Ferramentas tecnológicas aplicadas no campo da hanseníase: um mapeamento sistemático. *Hansen Int.* 2024;49:e40288. doi: <https://doi.org/10.47878/hi.2024.v49.40288>.

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA:

Rafael Everton Assunção Ribeiro da Costa.
Universidade Estadual do Piauí.
e-mail: rafaelearcosta@gmail.com.

EDITOR-CHEFE:

Dejair Caitano do Nascimento

EDITORA-ASSISTENTE:

Fabiana Covolo de Souza Santana

RECEBIDO EM: 11/02/2024

ACEITO EM: 10/07/2024

PUBLICADO EM: 02/08/2024

¹ Universidade Estadual do Piauí, Teresina, Piauí, Brasil.

² Universidade Federal do Piauí, Parnaíba, Piauí, Brasil.

RESUMO

Introdução: a hanseníase é uma doença infectocontagiosa causada pela bactéria *Mycobacterium leprae*, permanecendo importante causa de morbimortalidade em países como Índia, Brasil e Indonésia. **Objetivo:** realizar um mapeamento sistemático das pesquisas primárias disponíveis na literatura sobre o uso de ferramentas tecnológicas aplicadas no campo da hanseníase. **Metodologia:** a questão de pesquisa foi: "Quais ferramentas existem para estudo remoto da hanseníase?". Aplicou-se estratégia de busca específica nas bases *PubMed*, *Scopus* e *Web of Science*, tendo sido incluídos todos os artigos científicos publicados em inglês, português ou espanhol, no período entre 2015 e 2021, e que estivessem no escopo da pesquisa. Os dados foram extraídos com uso



de questionário estruturado e avaliou-se o risco de viés dos estudos incluídos. **Resultados:** a metodologia empregada permitiu a seleção de 15 artigos científicos. Predominaram estudos realizados no Brasil, na Índia e na Indonésia, indexados no *PubMed* e publicados entre 2020 e 2021. Os estudos avaliados mostraram o uso de ferramentas tecnológicas na hanseníase nas mais diversas plataformas, com resultados promissores para a saúde primária, condução dos casos e pesquisa. Contudo, ainda de forma incipiente. **Conclusão:** este mapeamento sistemático indica a necessidade de mais estudos, com maior robustez, acerca do uso de ferramentas tecnológicas no enfrentamento da hanseníase em nível de saúde e pesquisa.

Palavras-chave: *Aplicações da Informática Médica. Tecnologia em Saúde. Hanseníase. Mycobacterium leprae.*

ABSTRACT

Introduction: leprosy is an infectious disease caused by the bacteria *Mycobacterium leprae*, remaining an important cause of morbidity and mortality in countries such as India, Brazil, and Indonesia. **Objective:** carry out a systematic mapping of the primary research available in the literature on the use of technological tools in the field of leprosy. **Methods:** the research question was: "What tools exist for the remote study of leprosy?". A specific search strategy was applied in the *PubMed*, *Scopus*, and *Web of Science* databases, including all scientific articles published in English, Portuguese, or Spanish between 2015 and 2021 that were within the scope of the research. Data were extracted using a structured questionnaire, and the bias risk of the included studies was assessed. **Results:** the methodology used allowed the selection of 15 scientific articles. Studies in Brazil, India, and Indonesia predominated, indexed in *PubMed*, and published between 2020 and 2021. The studies evaluated showed the use of technological tools in leprosy on the most diverse platforms, with promising results for primary health, case management, and search; however, they were still incipient. **Conclusion:** this systematic mapping indicates the need for more studies, with greater robustness, on using technological tools to combat leprosy at the health and research level.

Keywords: *Medical Informatics Applications. Health Technology. Leprosy. Mycobacterium leprae.*



RESUMEN

Introducción: la lepra es una enfermedad infecciosa causada por la bacteria *Mycobacterium leprae* y sigue siendo una causa importante de morbilidad y mortalidad en países como India, Brasil e Indonesia. **Objetivo:** realizar un mapeo sistemático de las investigaciones primarias disponibles en la literatura sobre el uso de herramientas tecnológicas aplicadas en el campo de la lepra. **Métodos:** la pregunta de investigación fue: "¿Qué herramientas existen para el estudio remoto de la lepra?". Se aplicó una estrategia de búsqueda específica en las bases de datos *PubMed*, *Scopus* y *Web of Science*, incluyendo todos los artículos científicos publicados en inglés, portugués o español, en el período comprendido entre 2015 y 2021, que estuvieran dentro del alcance de la investigación. Los datos se extrajeron mediante un cuestionario estructurado y se evaluó el riesgo de sesgo de los estudios incluidos. **Resultados:** la metodología empleada permitió la selección de 15 artículos científicos. Predominaron los estudios realizados en Brasil, India e Indonesia, indexados en *PubMed* y publicados entre 2020 y 2021. Los estudios evaluados mostraron el uso de herramientas tecnológicas en lepra en una amplia variedad de plataformas, con resultados prometedores para la salud primaria, la gestión de casos y la investigación. Sin embargo, todavía están en sus inicios. **Conclusión:** este mapeo sistemático indica la necesidad de más estudios, con mayor robustez, sobre el uso de herramientas tecnológicas en el combate a la lepra a nivel de salud y de investigación.

Palabras clave: *Aplicaciones de la Informática Médica. Tecnología en Salud. Lepra. Mycobacterium leprae.*

INTRODUÇÃO

A hanseníase é uma das doenças mais antigas que se tem registro na história, com relatos já no século V a.C. Contudo, o principal agente etiológico da doença (*Mycobacterium leprae*) foi descrito pela primeira vez apenas em 1873 pelo médico norueguês Armauer Hansen, confirmando sua natureza infectocontagiosa¹. No ano 2000, a Organização Mundial da Saúde (OMS) declarou a hanseníase como um problema de saúde pública internacional "eliminado", pois a incidência mundial da doença alcançou valores menores que um caso a cada 10 mil indivíduos. No entanto, ainda existem casos de hanseníase em mais de 150 países, predominantemente na Índia, no Brasil e na Indonésia, que juntos albergam cerca de 80,2% dos casos no mundo. A apresentação clínica da hanseníase depende da resposta individual à infecção, sendo a pele,

o sistema nervoso periférico e o sistema reticuloendotelial as regiões primariamente acometidas².

O tratamento padrão da hanseníase é realizado por meio da poliquimioterapia (PQT), que inclui rifampicina, dapsona e clofazimina. Pacientes com hanseníase podem ainda evoluir com reações hansênicas: reação do tipo 1 (RT1) ou reação reversa; e reação do tipo 2 (RT2) ou eritema nodoso leproso. A OMS recomenda que o tratamento das reações hansênicas RT1 e RT2 seja feito com corticoesteroides e talidomida, respectivamente. Em pacientes gestantes e lactantes, o tratamento da hanseníase e das reações hansênicas deve ser administrado observando possíveis efeitos teratogênicos e tóxicos dos medicamentos utilizados. Até o momento, já foram registrados alguns casos de resistência à PQT, mas nenhum deles às 3 drogas simultaneamente, tornando necessário a constante vigilância quanto a episódios de resistência³.

A pandemia de COVID-19 trouxe muitos desafios para a saúde, uma vez que várias medidas restritivas foram aplicadas em muitos países. Neste contexto, as tecnologias da informação e comunicação (TICs) ajudaram a mitigar os impactos da pandemia, colocando em evidência o valor da telessaúde para o cuidado ao paciente. As TICs são utilizadas para monitoramento, triagem, diagnóstico, tratamento, acompanhamento e reabilitação, de modo que o escopo de aplicação da telessaúde tem muito espaço para pesquisas futuras. Vale ressaltar que o uso de *wereables* e equipamentos como oxímetros de pulso e estetoscópios digitais aumentam o valor da telessaúde, de forma que inovações em equipamentos e sistemas significam avanços na saúde^{4,5}.

A telessaúde também é utilizada para enfrentar os problemas apresentados em muitas doenças infecciosas e não infecciosas⁶. Com relação às doenças infecciosas, abordagens inovadoras são essenciais para o monitoramento e detecção de novos surtos a partir do uso de dispositivos móveis, *Internet of Things (IoT)* e computação em nuvem, por exemplo⁷. Ainda que o uso de telessaúde, para melhorar a saúde da população, seja mais usada em países de alta renda em comparação ao uso por países de média e baixa renda, os resultados deste estudo mostram que países em desenvolvimento são os que mais realizam pesquisas acerca do uso de TICs para o controle da hanseníase⁸. Isso é explicado pela distribuição da doença no mundo, na qual o Brasil, a Índia e a Indonésia são os países responsáveis pelo maior número de novos casos, sendo, também, os países que mais pesquisam no campo².

Desde o início da pandemia, houve um imenso crescimento do uso das TICs no campo da saúde (*eHealth*). Por exemplo, houve uma grande disse-

minação do uso de aplicativos médicos e relacionados à saúde (*mHealth*). Os possíveis benefícios da *eHealth* são diversos, permitindo melhores resultados e menor custo nas ações de promoção em saúde, maior acesso a médicos especialistas por meio da telemedicina, melhor gerenciamento de dados dos pacientes e seguimento mais preciso de condições clínicas, dentre outros. Contudo, também existem uma série de desafios a serem enfrentados, como a melhor instrução quanto ao uso destas novas tecnologias, mudanças na interação entre profissionais e pacientes, questões referentes à segurança e privacidade dos dados, interoperabilidade, padronização dos dados clínicos avaliados e menor aderência dos pacientes, por exemplo^{9,10}.

A hanseníase permanece importante causa de morbimortalidade, sobretudo nos países de maior prevalência, como Brasil, Índia e Indonésia. Por outro lado, o crescimento da *eHealth* nos últimos anos e seus possíveis benefícios muito podem contribuir para mitigar o impacto da hanseníase na saúde global. Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi realizar um mapeamento sistemático das pesquisas primárias disponíveis na literatura sobre o uso de ferramentas tecnológicas aplicadas no campo da hanseníase.

MÉTODOS

Desenho do estudo

Trata-se de um mapeamento sistemático da literatura acerca das ferramentas tecnológicas relacionadas à hanseníase. Mapeamentos sistemáticos objetivam quantificar as pesquisas primárias realizadas em um campo do conhecimento e identificar lacunas nas bases de dados utilizadas, apontando temáticas que precisam de mais estudos primários e que ainda não foram abordadas em revisões sistemáticas. Mapeamentos sistemáticos descrevem o “estado da arte” de um tema, resumindo a pesquisa realizada¹¹.

Questão norteadora da pesquisa

Utilizou-se como questão norteadora da pesquisa: “Quais ferramentas existem para estudo remoto da hanseníase?”.

Estratégia de busca

Realizou-se uma busca nas bases de dados *PubMed*, *Scopus* e *Web of Science* com o uso da estratégia: “(Computational system OR Digital health OR Mobile App OR Digital platform OR Digital technologies OR Mobile applications OR Software OR Framework) AND (Leprosy OR Mycobacterium leprae)”.

Critérios de elegibilidade

Foram lidos os títulos e resumos das publicações retornadas pelas bases de dados utilizadas. Inclui-se os artigos científicos que fossem referentes a estudos primários que apresentassem uma ferramenta tecnológica relacionada à hanseníase (escopo da pesquisa). Foram excluídos todos os artigos científicos repetidos entre as bases utilizadas, publicados fora do período entre 2015 e 2021 e em idioma que não fosse inglês, português ou espanhol.

Extração dos dados

Os artigos científicos selecionados foram lidos na íntegra. Para a extração dos dados, utilizou-se como direcionamento um questionário composto por três perguntas: “Quem são os usuários da ferramenta?”; “Em quais plataformas a ferramenta funciona?”; “Quais as funcionalidades da ferramenta?”. A coleta dos dados foi realizada por dois pesquisadores de forma independente, que compararam os resultados ao final do procedimento. Em caso de dúvida sobre algum tópico levantado, um terceiro pesquisador envolvido com maior experiência na área da pesquisa foi consultado.

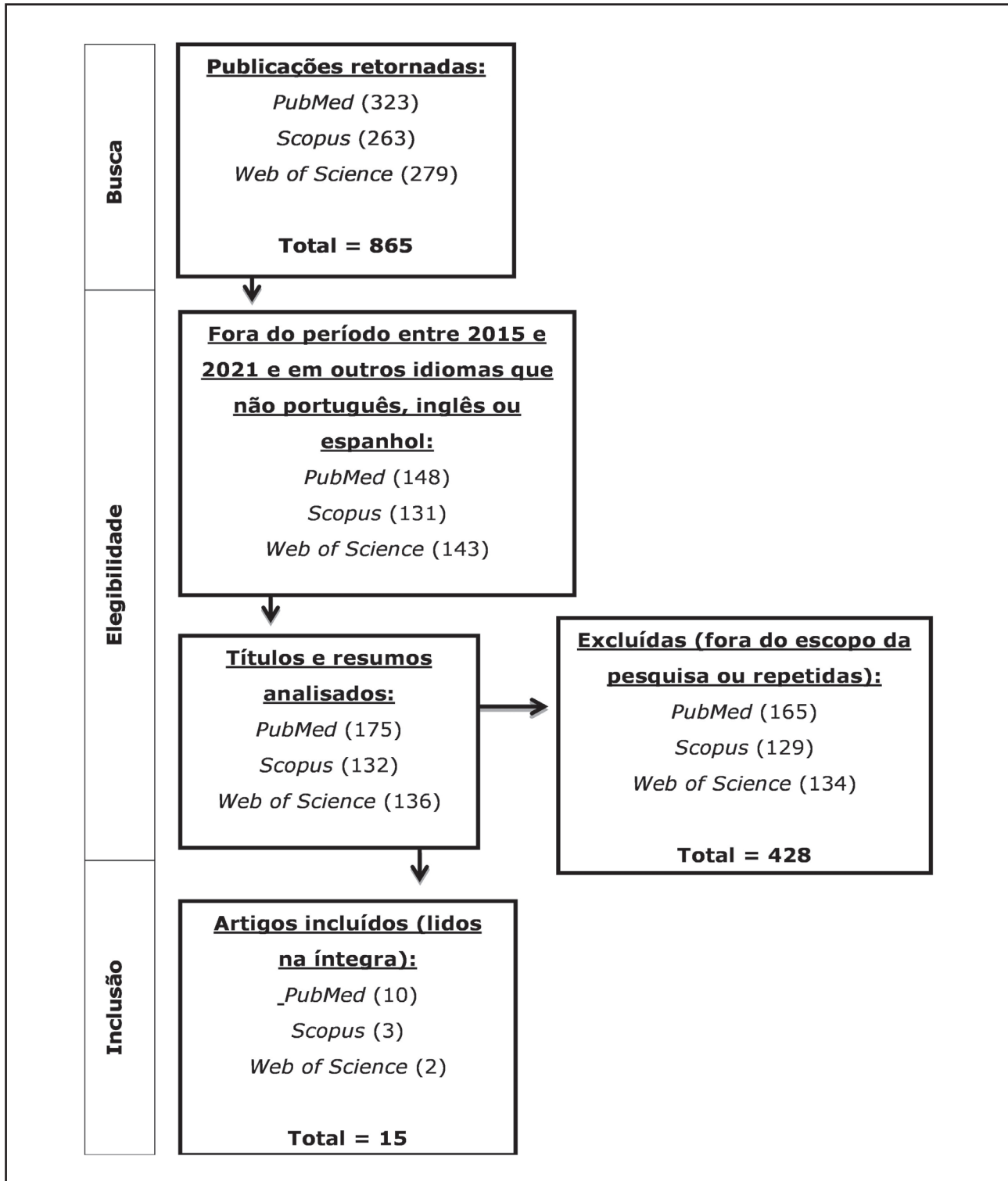
Risco de viés

Como é usualmente realizado em mapeamentos sistemáticos, o risco de viés foi avaliado de forma genérica com base nas metodologias utilizadas nos estudos selecionados. Os dados quantitativos foram avaliados quanto ao risco de viés geral associado a cada desenho de estudo e os dados apresentados de forma qualitativa foram revisados quanto à coerência da pesquisa e utilidade dos achados¹¹.

RESULTADOS

Conforme mostra o fluxograma de seleção dos artigos incluídos (Figura 1), a estratégia de busca nas bases *PubMed*, *Scopus* e *Web of Science* retornou um total de 865 publicações. Destas, 850 foram excluídas quando aplicados os critérios de elegibilidade, restando um total de 15 artigos científicos, que foram lidos na íntegra para a extração dos dados a ser analisados no estudo.

Figura 1 – Fluxograma de seleção dos artigos incluídos.



Fonte: Elaborada pelos autores.

A Figura 2 caracteriza os 15 artigos científicos incluídos por: autores do estudo, ano de publicação da pesquisa, base de dados que retornou o artigo, país de realização da pesquisa, plataforma da tecnologia, usuários e público-alvo da ferramenta tecnológica relacionada à hanseníase apresentada, objetivo da tecnologia e resultados alcançados.

Figura 2 – Caracterização dos artigos científicos incluídos no estudo.

Autores/ ano	Base	País	Plataforma	Público-alvo	Objetivo da tecnologia	Resultados alcançados
Nisha et al. ¹² / 2018	PubMed	Índia	Servidores Web	Pesquisadores	Caracterizar a interação da Ofloxacina (OFLX) com as formas nativas e mutantes de <i>GyrA</i> complexadas com DNA.	Visualização computacional da interação <i>GyrA-DNA-OFLX</i> e melhor entendimento da resistência do <i>M. leprae</i> mediada por OFLX, devido à mutação A91V.
Nisha et al. ¹³ / 2015	PubMed	Índia	Servidores Web	Pesquisadores	Estudar o mecanismo molecular e estrutural de ligação da rifampicina a <i>rpoB</i> nativa e mutante.	Melhor compreensão do mecanismo molecular de resistência ao RMP devido à mutação S425L.
Rachmani et al. ¹⁴ / 2019	PubMed	Indonésia	Aplicativo com notificações SMS	Pacientes com hanseníase	Enviar lembretes relativos ao tratamento da hanseníase por SMS a pacientes, familiares e profissionais de saúde envolvidos.	Otimização do tratamento e melhor controle da doença.
Dhane et al. ¹⁵ / 2017	PubMed	Índia	Inteligência Artificial (Câmera Digital)	Pessoas com feridas crônicas	Demarcação e estimativa do limite da úlcera usando imagens ópticas.	Delineamento da região da ferida com acurácia de 91,5%.
De Souza et al. ¹⁶ / 2021	PubMed	Brasil	Aplicativo Multiplataforma	Pacientes com hanseníase	Reconhecer padrões de lesões hansênicas com uso de inteligência artificial.	O aplicativo proposto foi capaz de reconhecer padrões em casos de hanseníase registrados no banco de dados do SINAN e classificar novos pacientes com hanseníase paucibacilar ou multibacilar.

Autores/ ano	Base	País	Plataforma	Público-alvo	Objetivo da tecnologia	Resultados alcançados
Choo et al. ¹⁷ / 2015	PubMed	Malásia	Web	Profissionais de saúde e pesquisadores	Ser um banco de dados para o gênero <i>Mycobacterium</i> e abrigar dados genômicos das espécies de <i>Mycobacterium</i> .	O <i>MycoCAP</i> mostrou ser uma plataforma <i>web</i> de análise comparativa de última geração e útil para a comunidade de pesquisa sobre <i>Mycobacterium</i> .
Portelli et al. ¹⁸ / 2020	PubMed	Reino Unido	Servidor Web	Profissionais de saúde	Previsão e visualização dos fenótipos de mutação <i>missense</i> , relativos aos <i>M. tuberculosis</i> , <i>M. leprae</i> , <i>P. aeruginosa</i> e <i>S. aureus</i> .	A ferramenta de diagnóstico <i>SUSPECT-RIF</i> ajudou a explicar as diferenças nos mecanismos moleculares subjacentes transmitidos por mutações de resistência em comparação com os suscetíveis.
Vedithi et al. ¹⁹ / 2021	PubMed	Reino Unido	Servidores Web, Aplicativos Desktop	Pesquisadores	Modelagem de proteínas, especificamente do proteoma de <i>M. leprae</i> .	Melhor previsão dos impactos de mutações usando a sequência ou a estrutura de proteínas, ou ambos.
Sosa et al. ²⁰ / 2018	PubMed	Argentina	Web	Pesquisadores	Permitir a integração de ponderação de informações sobre proteínas de patógenos, inclusive do <i>Mycobacterium leprae</i> .	Classificação não apenas de proteínas, mas de vias inteiras, permitindo priorizar vias promissoras para desenvolver novos fármacos.

Autores/ ano	Base	País	Plataforma	Público-alvo	Objetivo da tecnologia	Resultados alcançados
Rachmani et al. ²¹ / 2020	PubMed	Indonésia	Aplicativo com notificações SMS	Pacientes com hanseníase, profissionais de saúde	Enviar automaticamente lembretes por SMS a pacientes com hanseníase sobre o tratamento.	O programa <i>e-Leprosy</i> promete, com baixos custos, auxiliar na implementação de programas de controle da hanseníase em nível primário.
Irawatia et al. ²² / 2020	Scopus	Indonésia	Aplicativo mobile	Pacientes com hanseníase	Examinar a confiabilidade do <i>Peek Acuity</i> , em comparação ao <i>Snellen Chart</i> , na realização de triagem de acuidade visual em pacientes com hanseníase.	O <i>Peek Acuity</i> mostrou ser uma ferramenta de triagem de acuidade visual precisa e repetível, tão eficaz quanto o <i>Snellen Chart</i> .
Mieras et al. ²³ / 2018	Scopus	Moçambique	Aplicativo mobile	Pacientes com hanseníase e profissionais de saúde	Apoiar profissionais de saúde a reconhecer os primeiros sinais e sintomas de doenças de pele, especialmente DTNs (doenças tropicais negligenciadas) que atingem a pele, como a hanseníase.	A <i>mHealth</i> em geral e o <i>NLR SkinApp</i> em particular foram promissores em melhorar a condução de casos de DTNs de pele.
Canci et al. ²⁴ / 2021	Scopus	Brasil	Aplicativo mobile	Pacientes com hanseníase e profissionais de saúde	Auxiliar na detecção precoce da hanseníase e esclarecer dúvidas referentes à avaliação de casos suspeitos.	Espera-se que este aplicativo apoie os profissionais de saúde nas ações de controle da hanseníase.

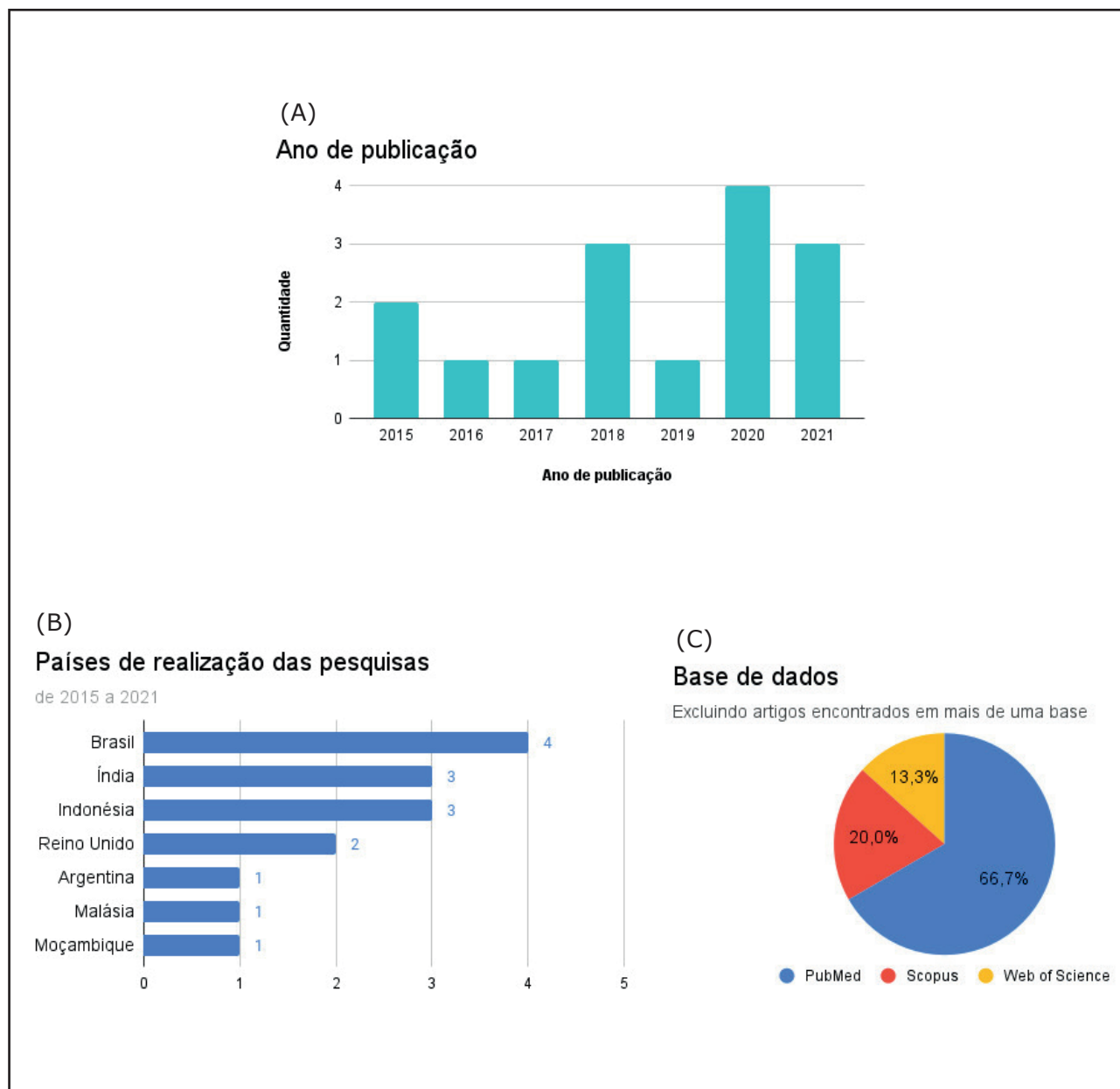


Autores/ ano	Base	País	Plataforma	Público-alvo	Objetivo da tecnologia	Resultados alcançados
Cavalheiro et al. ²⁵ / 2016	<i>Web of Science</i>	Brasil	Câmera infravermelha e software <i>Therma CAM Researcher Professional 2.9</i>	Pacientes com hanseníase e profissionais de saúde	Auxiliar na detecção precoce de neuropatias.	A termografia infravermelha foi capaz de detectar mudanças de temperatura nas mãos de pacientes com hanseníase. A temperatura apresentou comportamento diferente em relação às formas clínicas da hanseníase e nervo acometido.
Soares et al. ²⁶ / 2020	<i>Web of Science</i>	Brasil	Aplicativo desktop (<i>Metropsis software</i>)	Pacientes com hanseníase	Analisar a sensibilidade ao contraste da luminância espacial e a discriminação de cores.	Alterações na expressão visual puderam ser consideradas um marcador biológico para distinguir o início da hanseníase.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Dos 15 artigos científicos incluídos no estudo, 7 foram publicados apenas entre os anos de 2020 e 2021 (Figura 3A). Quanto aos países de realização das pesquisas, a maior parte delas (10) foram realizadas no Brasil, na Índia e na Indonésia (Figura 3B). No tocante às bases de dados analisadas, predominaram artigos científicos indexados no *PubMed*, representando 66,7% do total (Figura 3C).

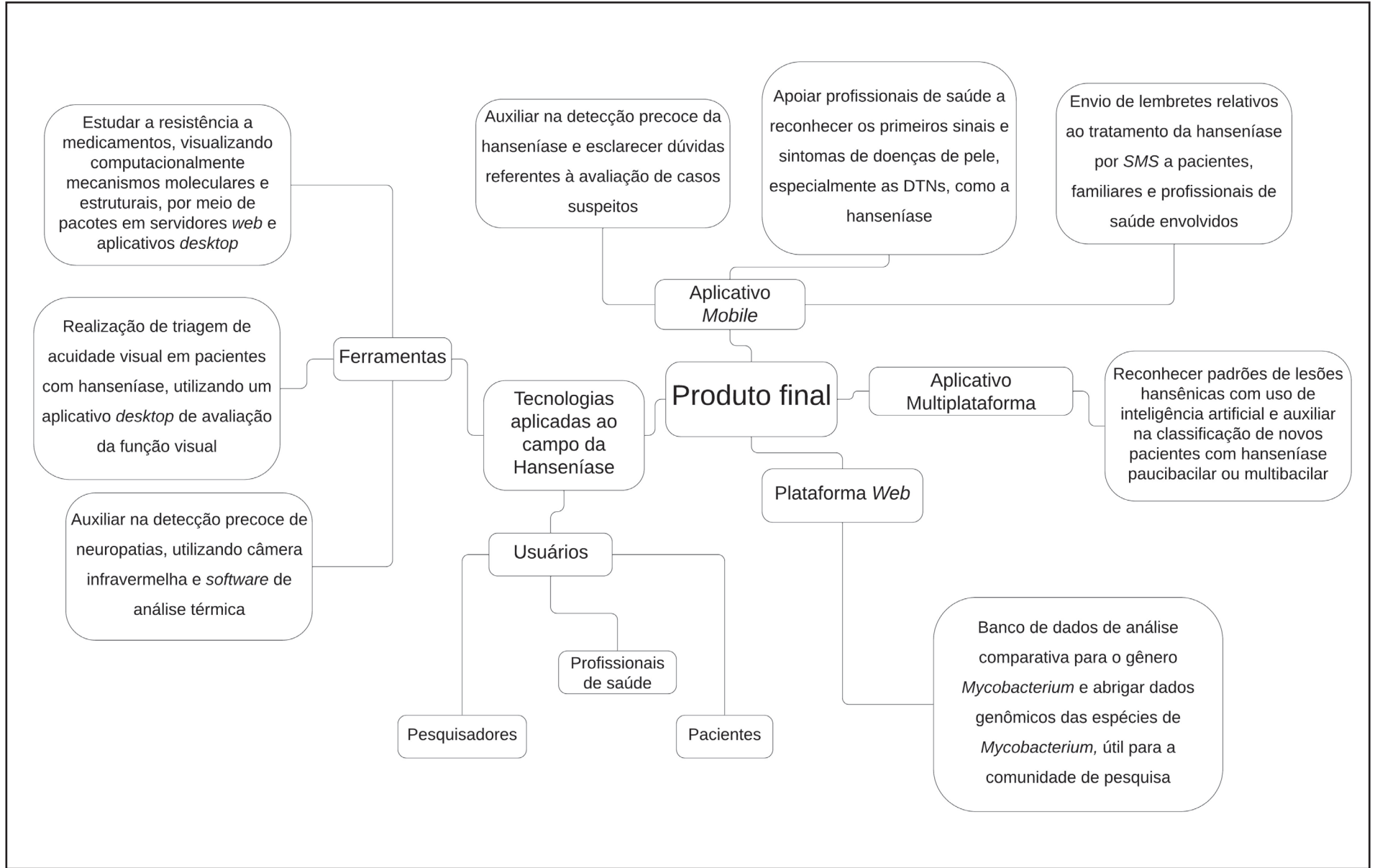
Figura 3 – Artigos científicos incluídos no estudo por: (A) – Ano de publicação; (B) – Países de realização das pesquisas; (C) – Base de dados na qual estava indexado.



Fonte: Elaborada pelos autores.

A Figura 4 mostra o mapa conceitual construído a partir dos dados extraídos, ressaltando os principais aspectos relativos às ferramentas abordadas pelos artigos científicos incluídos no mapeamento sistemático.

Figura 4 – Mapa conceitual.



Fonte: Elaborada pelos autores.

DISCUSSÃO

Apesar de declarada erradicada pela OMS no ano 2000, a incidência de novos casos de hanseníase ainda permanece constante e o diagnóstico precoce é fundamental para evitar as sequelas desabilitantes da doença^{2,27}. Uma solução para este problema é o uso de Inteligência Artificial (IA) em aplicativos *mobile* para detecção da doença, como já tem sido feito em relação à COVID-19²⁸. Neste sentido, Souza et al. propuseram um aplicativo multiplataforma com o uso de IA para reconhecer padrões de lesões hansênicas e classificar o paciente em paucibacilar ou multibacilar, contribuindo para o diagnóstico precoce e a orientação terapêutica¹⁶. De modo análogo, Mieiras et al. e Cancis et al. propuseram aplicativos *mobile* para ajudar os profissionais de saúde a reconhecer os primeiros sinais e sintomas da doença, visando ao aumento da suspeita diagnóstica para reconhecimento precoce da condição^{23,24}.

Outra medida importante para evitar as sequelas é o correto seguimento do tratamento, que é de difícil acompanhamento por causa do longo tempo (6 meses para paucibacilares e 12 meses para multibacilares). Este contexto evidencia que a medicina participativa garante um melhor oferecimento de saúde para a população, visto que a colaboração do paciente é essencial para que o tratamento seja feito corretamente. Para garantir que este novo paradigma seja atendido, as TICs podem ser utilizadas para ajudar pacientes e profissionais da saúde a definir a melhor estratégia para o seguimento do tratamento. Assim como está sendo utilizado para conduzir pacientes com asma, Rachmani et al. propuseram utilizar aplicação baseada em *mHealth* para lidar com o tratamento da hanseníase. Nesses casos, são utilizados aplicativos *mobile* para notificar os pacientes acerca do uso das medicações^{3,14,21,29}.

Caso não seja corretamente tratada, a hanseníase pode afetar primariamente pele, nervos e olhos; ainda, há perda de sensibilidade e força muscular decorrente da inflamação das células de Schwann, o que propicia surgimento de infecções secundárias a traumas que podem tornar o paciente permanentemente debilitado. Entretanto, reações hansênicas fazem parte do curso natural da doença, mesmo com tratamento adequado, de modo que os profissionais da saúde devem estar sempre atentos para um possível surgimento destes fenômenos^{30,31}. Neste sentido, Carvalheiro et al. utilizaram termografia infravermelho para detectar mudanças de temperatura na mão de pacientes e possibilitar o reconhecimento precoce de neuropatias²⁵; Irawatia et al. também realizaram o reconhecimento precoce de lesões, valendo-se de um aplicativo *mobile* para triar a acuidade visual dos pacientes²².

Outra consequência de um tratamento malconduzido da hanseníase é a resistência antimicrobiana. Ainda que não seja um problema tão expressivo



como nos casos de tuberculose, em países como Brasil e Índia, a resistência no contexto da hanseníase está se tornando digna de nota, já havendo casos registrados de resistência à rifampicina e ofloxacina. Nesse sentido, Nisha et al. estudaram o mecanismo molecular e estrutural de ligação da rifampicina à *rpoB* nativa e mutante para melhor entender os mecanismos de resistência e propuseram o desenvolvimento de um servidor *web* para colaborar com a comunidade científica ao divulgar os resultados de suas pesquisas^{12,13}. Esta proposta está alinhada com a de Cho et al. que buscaram a criação de um banco de dados para o gênero *Mycobacterium*, que abrigue dados genômicos das espécies deste gênero, contribuindo, dessa maneira, para o estudo da hanseníase pela comunidade científica¹⁷. Estas medidas se tornam importantes à medida que fortalecem o monitoramento de casos resistentes de hanseníase e ajudam os pesquisadores a estarem preparados para cepas mutantes³².

Métodos inovadores para seguimento clínico e vigilância epidemiológica estão sendo desenvolvidos para lidar com doenças infecciosas utilizando telemedicina, *mHealth* e IA³³. Dessa forma, este estudo buscou reunir as inovações referentes ao combate à hanseníase para que a comunidade científica possa validar estas estratégias para que sejam implementadas com eficiência no sistema de saúde, objetivando a erradicação da hanseníase. Cabe destacar que o mapeamento sistemático realizado mostrou que ainda existem poucos estudos primários sobre o uso de ferramentas tecnológicas no campo da hanseníase, sendo a maioria das pesquisas sobre o tema realizada nos três países de maior incidência de casos novos: Brasil, Índia e Indonésia.

CONCLUSÃO

Acompanhando a tendência mundial de crescimento do uso da *eHealth* nos últimos 2 anos, notou-se que houve um aumento das pesquisas sobre a temática depois do surgimento da pandemia de COVID-19. Ainda assim, os estudos primários disponíveis atualmente sobre o uso de ferramentas tecnológicas no campo da hanseníase ainda são incipientes, mostrando a necessidade de avanço nos estudos em número e robustez, o que permitirá melhorar a pesquisa no campo da hanseníase e sistemas de saúde locais.

APROVAÇÃO ÉTICA E CONSENTIMENTO INFORMADO: *não aplicável.*

CONFLITOS DE INTERESSE: *os autores informam que não há conflitos de interesse no presente artigo.*



CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES: *Costa REAR, Oliveira FTR, Veras VNR e Sousa JN* contribuíram na concepção e delineamento do estudo, análise e interpretação dos resultados, redação e revisão crítica do conteúdo do manuscrito. *Bezerra SMG e Calçada DB* contribuíram na análise e interpretação dos dados, redação e revisão crítica do conteúdo do manuscrito. Todos os autores realizaram revisão crítica da redação do manuscrito.

DISPONIBILIDADE DE DADOS E MATERIAL: *não aplicável.*

FONTES DE FINANCIAMENTO: *não aplicável.*

PREPRINT: *não aplicável.*

REFERÊNCIAS

1. Fischer M. Leprosy – an overview of clinical features, diagnosis, and treatment. *J Dtsch Dermatol Ges.* 2017;15(8):801-27. doi: <https://doi.org/10.1111/ddg.13301>.
2. Maymone MBC, Laughter M, Venkatesh S, Dacso MM, Rao PN, Stryjewska BM, et al. Leprosy: clinical aspects and diagnostic techniques. *J Am Acad Dermatol.* 2020;83(1):1-14. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2019.12.080>.
3. Maymone MBC, Venkatesh S, Laughter M, Abdat R, Hugh J, Dacso MM, et al. Leprosy: treatment and management of complications. *J Am Acad Dermatol.* 2020;83(1):17-30. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2019.10.138>.
4. Doraiswamy S, Abraham A, Mamtani R, Cheema S. Use of telehealth during the COVID-19 pandemic: scoping review. *J Med Internet Res.* 2020;22(12):e24087. doi: <https://doi.org/10.2196/24087>.
5. Ding X, Clifton D, Ji N, Lovell NH, Bonato P, Chen W, et al. Wearable sensing and telehealth technology with potential applications in the coronavirus pandemic. *IEEE Rev Biomed Eng.* 2021;14:48-70. doi: <https://doi.org/10.1109/RBME.2020.2992838>.



6. Abbott PA, Liu Y. A scoping review of telehealth. *Yearb Med Inform.* 2013 [cited 2023 May 23];8:51-8. Available from: <https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/pdf/10.1055/s-0038-1638832.pdf>.
7. Huang F, Brouqui P, Boudjema S. How does innovative technology impact nursing in infectious diseases and infection control?: a scoping review. *Nurs Open.* 2021;8(5):2369-84. doi: <https://doi.org/10.1002/nop2.863>.
8. Scott RE, Mars M. Telehealth in the developing world: current status and future prospects. *Smart Homecare Technol Telehealth.* 2015;3(1):25-37. doi: <https://doi.org/10.2147/SHTT.S75184>.
9. Kernebeck S, Busse TS, Böttcher MD, Weitz J, Ehlers J, Bork U. Impact of mobile health and medical applications on clinical practice in gastroenterology. *World J Gastroenterol.* 2020;26(29):4182-97. doi: <https://doi.org/10.3748/wjg.v26.i29.4182>.
10. Bousquet J, Ansotegui IJ, Anto JM, Arnavielhe S, Bachert C, Basagaña X, et al. Mobile technology in allergic rhinitis: evolution in management or revolution in health and care? *J Allergy Clin Immunol Pract.* 2019;7(8):2511-23. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jaip.2019.07.044>.
11. Fernandez A, Black J, Jones M, Wilson L, Salvador-Carulla L, Astell-Burt T, et al. Flooding and mental health: a systematic mapping review. *PLoS One.* 2015;10(4):e0119929. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0119929>.
12. Nisha J, Shanthi V. Characterization of ofloxacin interaction with mutated (A91V) quinolone resistance determining region of DNA gyrase in *mycobacterium leprae* through computational simulation. *Cell Biochem Biophys.* 2018;76(1-2):125-34. doi: <https://doi.org/10.1007/s12013-017-0822-5>.
13. Nisha J, Shanthi V. Computational simulation techniques to understand rifampicin resistance mutation (S425L) of rpoB in *M. leprae*. *J Cell Biochem.* 2015;116(7):1278-85. doi: <https://doi.org/10.1002/jcb.25083>.



14. Rachmani E, Hsu CY, Chang PWS, Jumanto J, Fuad A, Ningrum DNA, et al. Encouraging on-time completion of leprosy patients treatment: implementing e-leprosy framework to primary health care in Indonesia. *Asia Pac J Public Health*. 2019;31(4):296-305. doi: <https://doi.org/10.1177/1010539519847355>.
15. Dhane DM, Maity M, Mungle T, Bar C, Achar A, Kolekar M, et al. Fuzzy spectral clustering for automated delineation of chronic wound region using digital images. *Comput Biol Med*. 2017;89:551-60. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2017.04.004>.
16. Souza MLM, Lopes GA, Castelo Branco A, Fairley JK, Fraga LAO. Leprosy screening based on artificial intelligence: development of a cross-platform app. *JMIR mHealth uHealth*. 2021;9(4):e23718. doi: <https://doi.org/10.2196/23718>.
17. Choo SW, Ang MY, Dutta A, Tan SY, Siow CC, Heydari H, et al. MycoCAP – *mycobacterium* comparative analysis platform. *Sci Rep*. 2015;5:18227. doi: <https://doi.org/10.1038/srep18227>.
18. Portelli S, Myung Y, Furnham N, Vedithi SC, Pires DEV, Ascher DB. Prediction of rifampicin resistance beyond the RRDR using structure-based machine learning approaches. *Sci Rep*. 2020;10(1):18120. doi: <https://doi.org/10.1038/s41598-020-74648-y>.
19. Vedithi SC, Malhotra S, Acebrón-García-de-Eulate M, Matusevicius M, Torres PHM, Blundell TL. Structure-guided computational approaches to unravel druggable proteomic landscape of *Mycobacterium leprae*. *Front Mol Biosci*. 2021;8:663301. doi: <https://doi.org/10.3389/fmolb.2021.663301>.
20. Sosa EJ, Burguener G, Lanzarotti E, Defelipe L, Radusky L, Pardo AM, et al. Target-Pathogen: a structural bioinformatic approach to prioritize drug targets in pathogens. *Nucleic Acids Res*. 2018;46(D1):D413-8. doi: <https://doi.org/10.1093/nar/gkx1015>.
21. Rachmani E, Lin MC, Hsu CY, Jumanto J, Iqbal U, Shidik GF, et al. The implementation of an integrated e-leprosy framework in a leprosy control program at primary health care centers in Indonesia. *Int J Med Inform*. 2020;140:104155. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2020.104155>.



22. Irawatia Y, Bani AP, Gabriella K, Fitriana A, Paramita C, Susiyanti M, et al. Peek Acuity vs Snellen Chart for visual impairment screening in leprosy: a cross-sectional study. *Lepr Rev.* 2020;91(3):262-73. doi: <https://doi.org/10.47276/lr.91.3.262>.
23. Mieras LF, Taal AT, Post EB, Ndeve AGZ, Van Hees CLM. The development of a mobile application to support peripheral health workers to diagnose and treat people with skin diseases in resource-poor settings. *Trop Med Infect Dis.* 2018;3(3):102. doi: <https://doi.org/10.3390/tropicalmed3030102>.
24. Canci B, Pereira EG, Sakata-So K, Nichiata L. The development of a Portuguese mobile application for clinical support in detecting leprosy suspects. *Lepr Rev.* 2021;92(2):141-51. doi: <https://doi.org/10.47276/lr.92.2.141>.
25. Cavalheiro AL, Costa DT, Menezes AL, Pereira JM, Carvalho EM. Thermographic analysis and autonomic response in the hands of patients with leprosy. *An Bras Dermatol.* 2016;91(3):274-83. doi: <https://doi.org/10.1590/abd1806-4841.20164612>.
26. Soares PFC, Andrade MJO, Andrade SLE, Santos NA. Visual processing of color and shape in people with leprosy. *Psicol Reflex Crit.* 2020;33:14. doi: <https://doi.org/10.1186/s41155-020-00153-w>.
27. Sarode G, Sarode S, Anand R, Patil S, Jafer M, Baeshen H, et al. Epidemiological aspects of leprosy. *Dis Mon.* 2020;66(7):100899. doi: <https://doi.org/10.1016/j.disamonth.2019.100899>.
28. Wong CK, Ho DTY, Tam AR, Zhou M, Lau YM, Tang MOY, et al. Artificial intelligence mobile health platform for early detection of COVID-19 in quarantine subjects using a wearable biosensor: protocol for a randomised controlled trial. *BMJ Open.* 2020;10(7):e038555. doi: <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-038555>.
29. Alonso SG, De La Torre Díez I, Zapiraín BG. Predictive, personalized, preventive and participatory (4P) medicine applied to telemedicine and eHealth in the literature. *J Med Syst.* 2019;43(5):140. doi: <https://doi.org/10.1007/s10916-019-1279-4>.



30. Belachew WA, Naafs B. Position statement: leprosy: diagnosis, treatment and follow-up. *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 2019;33(7):1205-13. doi: <https://doi.org/10.1111/jdv.15569>.
31. Lau KHV. Neurological complications of leprosy. *Semin Neurol*. 2019;39(4):462-71. doi: <https://doi.org/10.1055/s-0039-1687884>.
32. Cambau E, Saunderson P, Matsuoka M, Cole ST, Kai M, Suffys P, et al. Antimicrobial resistance in leprosy: results of the first prospective open survey conducted by a WHO surveillance network for the period 2009-15. *Clin Microbiol Infect*. 2018;24(12):1305-10. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2018.02.022>.
33. Carrion C, Robles N, Sola-Morales O, Aymerich M, Ruiz Postigo JA. Mobile health strategies to tackle skin neglected tropical diseases with recommendations from innovative experiences: systematic review. *JMIR Mhealth Uhealth*. 2020;8(12):e2. doi: <https://doi.org/10.2196/22478>.

