EXCELÊNCIA EM OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E CONFIABILIDADE OPERACIONAL: USO DE QR CODES NA GESTÃO DA DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA DE ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ESGOTO

Pedro Henrique de Jesus
Graduando do curso de Engenharia Civil pela Faculdade Única (Campos Ipatinga). Técnico de Edificações pelo Colégio CEST (Ipatinga). Eletricista de Manutenção pelo SENAI/Usiminas (Ipatinga). Técnico de Projetos e Obras na Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA-MG)

Luiz Henrique de Oliveira
Engenheiro Eletricista pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Engenheiro de Projetos e Obras na Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA-MG)

Filipe Nepomuceno Bicalho Santos
Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Superintendente na Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA-MG)

Fabrício Alexandre
Engenheiro da Computação pelo Centro Universitário (UNA). Supervisor de Automação na Gerência de Manutenção Eletromecânica de Esgoto Metropolitana na Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA-MG)

Aline de Paula Oliveira Gomes
Engenheira Civil (FUMEC), especialista em Engenharia Sanitária e Ambiental (PUC MG) e especialista em Engenharia de Estruturas (UFMG). Gerente da unidade de Manutenção Eletromecânica de Esgoto Metropolitana da COPASA MG.

Endereço: Rua Mar de Espanha, 453, Santo Antônio, Belo Horizonte, MG, Brasil, CEP 30330-270. Tel.: +55 31 99521-1807 – e-mail: pedro.jesus1@copasa.com.br

RESUMO

Este trabalho apresenta a implantação de QR Codes como solução tecnológica para acesso digital, em ambiente de nuvem, à documentação técnica dos equipamentos instalados nas Estações Elevatórias de Esgoto (EEE) da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH). A proposta busca garantir atualização contínua das informações, rastreabilidade documental, agilidade no acesso em campo e redução do uso de documentos impressos, alinhando-se às boas práticas de gestão da informação e sustentabilidade.

A Gerência de Manutenção Eletromecânica de Esgoto (GMME) da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (Copasa) é responsável pela operação e manutenção de mais de 130 EEE e aproximadamente 45 Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), que concentram um extenso parque de ativos eletromecânicos, cada qual acompanhado de documentação técnica específica, como manuais, desenhos, especificações e registros de segurança do trabalho.

Considerando a necessidade frequente de revisões documentais e as limitações do uso de arquivos físicos ou desatualizados, adotou-se a integração das informações já consolidadas no memorial fotográfico e no ambiente colaborativo SharePoint (Microsoft). A associação dessa base estruturada ao uso de QR Codes mostrou-se uma solução eficiente para a centralização, padronização e disponibilização segura da documentação técnica diretamente no campo operacional.

PALAVRAS-CHAVE: QR Code, Gestão da Informação, Confiabilidade Operacional

INTRODUÇÃO

A disponibilização de informações confiáveis, atualizadas e em tempo real constitui um elemento fundamental para a execução segura, eficiente e assertiva das atividades de operação e manutenção de ativos de saneamento. No contexto das Estações Elevatórias de Esgoto (EEE), que possuem elevada criticidade operacional devido à presença de sistemas eletromecânicos e de controle, a gestão adequada da documentação técnica — incluindo manuais, diagramas, históricos de manutenção e especificações — é essencial para garantir a continuidade do serviço, a integridade dos ativos e a conformidade com requisitos normativos (WHO, 2017).

Entretanto, a crescente complexidade dos equipamentos e a necessidade de atualizações frequentes tornam os métodos tradicionais de gerenciamento documental, baseados em registros físicos ou sistemas descentralizados, cada vez menos eficientes. Esses métodos tendem a apresentar limitações relacionadas à rastreabilidade, à confiabilidade das informações, à conservação dos documentos e ao tempo necessário para recuperação de dados, impactando negativamente a tomada de decisão em campo (CRYOTOS, 2026). Ademais, normas técnicas aplicáveis a sistemas de esgotamento sanitário indicam que a documentação deve ser periodicamente revisada e mantida atualizada, reforçando a necessidade de soluções que garantam o acesso às versões mais recentes dos documentos (IRISH WATER, 2017).

Nesse cenário, a incorporação de tecnologias digitais no gerenciamento de ativos tem se consolidado como uma estratégia essencial no contexto da transformação digital e da Indústria 4.0. Dentre essas tecnologias, os QR Codes (Quick Response Code) destacam-se como uma ferramenta versátil e de baixo custo para integração entre o ambiente físico e bases de dados digitais. Originalmente desenvolvidos para rastreamento na indústria automotiva, os QR Codes evoluíram para aplicações amplas na gestão de manutenção, possibilitando o acesso rápido e direto às informações por meio de dispositivos móveis (HERNANDEZ et al., 2023).

A aplicação de QR Codes em sistemas de manutenção permite que cada ativo seja identificado de forma única, possibilitando a consulta instantânea de seu histórico, especificações técnicas, projetos, manuais e procedimentos operacionais diretamente no local de instalação. Estudos indicam que essa abordagem contribui significativamente para o aumento da eficiência operacional, redução de tempo de inspeção e diminuição de custos associados à manutenção, além de promover uma melhor organização e rastreabilidade das informações (RASOULIMANESH; NGUYEN; WONG, 2024). Adicionalmente, a adoção de manuais eletrônicos acessados via QR Code tem demonstrado ganhos em qualidade, segurança e eficácia na execução de atividades técnicas, sobretudo em ambientes com alta variabilidade operacional (MA; LI; ZHANG, 2021).

Outro aspecto relevante refere-se à melhoria da acessibilidade à informação e à redução de erros operacionais. A utilização de QR Codes elimina a necessidade de consultas manuais a documentos físicos e reduz a dependência de conhecimento tácito, tornando as informações críticas disponíveis de forma imediata e padronizada. Como resultado, observa-se um aumento da produtividade das equipes de manutenção, bem como a redução de retrabalho e de falhas decorrentes de informações desatualizadas (INFIZO, 2024).

Diante desse contexto, considerando que a Gerência de Manutenção Eletromecânica de Esgoto Metropolitana (GMME) já havia promovido a atualização do memorial fotográfico de mais de 130 Estações Elevatórias de Esgoto em ambiente colaborativo SharePoint, foi desenvolvido o presente projeto com o objetivo de integrar essa base de dados a um sistema de acesso em campo por meio de QR Codes. A solução proposta permite a consulta rápida, padronizada e segura da documentação técnica diretamente nas unidades operacionais, contribuindo para o aumento da confiabilidade operacional, redução de riscos e custos associados à operação e manutenção (O&M), bem como para a adoção de práticas mais sustentáveis ao eliminar o uso de documentos impressos.

OBJETIVO

Este trabalho apresenta a implantação de QR Codes como solução tecnológica para acesso digital, em ambiente de nuvem, à documentação técnica dos equipamentos instalados nas Estações Elevatórias de Esgoto (EEE) da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), visto que muitos dos documentos sofrem rasura por conta do uso e perdem a confiabilidade devido as atualizações sem a troca da cópia impressa disponibilizada *"in loco"*.

METODOLOGIA UTILIZADA

A implantação foi planejada com a realização das seguintes etapas: 1) busca e organização dos documentos pertinentes a cada unidade; 2) padronização das pastas no SharePoint; 3) desenvolvimento do layout da placa de identificação dos QR Codes; 4) geração dos QR Codes para cada unidade; 5) confecção e instalação das placas nas unidades; 6) período dos testes em campo; 7) controle e atualização dos documentos.

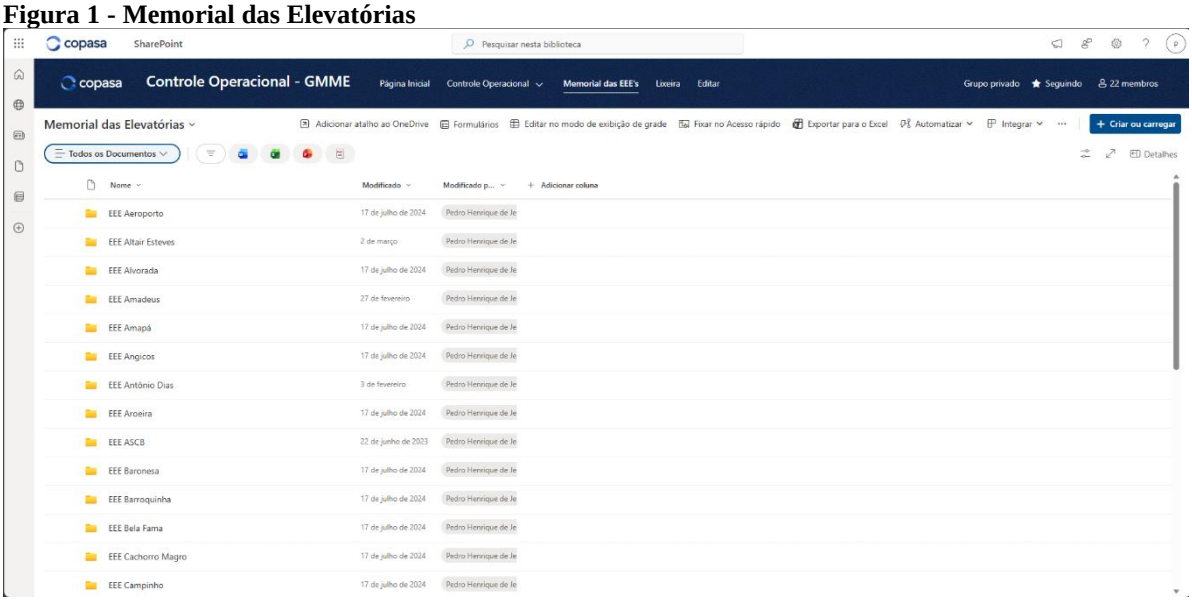
A gerência estabeleceu metas voltadas à eficiência operacional e à qualidade das informações, com o objetivo de facilitar o acesso aos documentos, garantir sua padronização e otimizar os processos, fazendo uso de ferramentas tecnológicas já disponíveis na organização.

A necessidade do projeto surgiu a partir das inconformidades relacionadas à saúde e segurança do trabalho identificadas nas unidades da Copasa, especialmente no que se refere à atualização e disponibilidade dos documentos exigidos pela **NR-10**. Observou-se a dificuldade em manter esses documentos sempre em condições adequadas de uso (sem rasuras, atualizados e acessíveis), além da necessidade recorrente de deslocamentos apenas para substituição de documentação física. Esse cenário estimulou a busca por uma solução mais prática e eficiente.

Considerando que já existia uma base de dados contendo registros fotográficos das unidades, identificou-se a oportunidade de utilizar essa infraestrutura como suporte para o arquivamento dos documentos técnicos, estabelecendo como desafio principal a disponibilização dessas informações para acesso remoto e rápido.

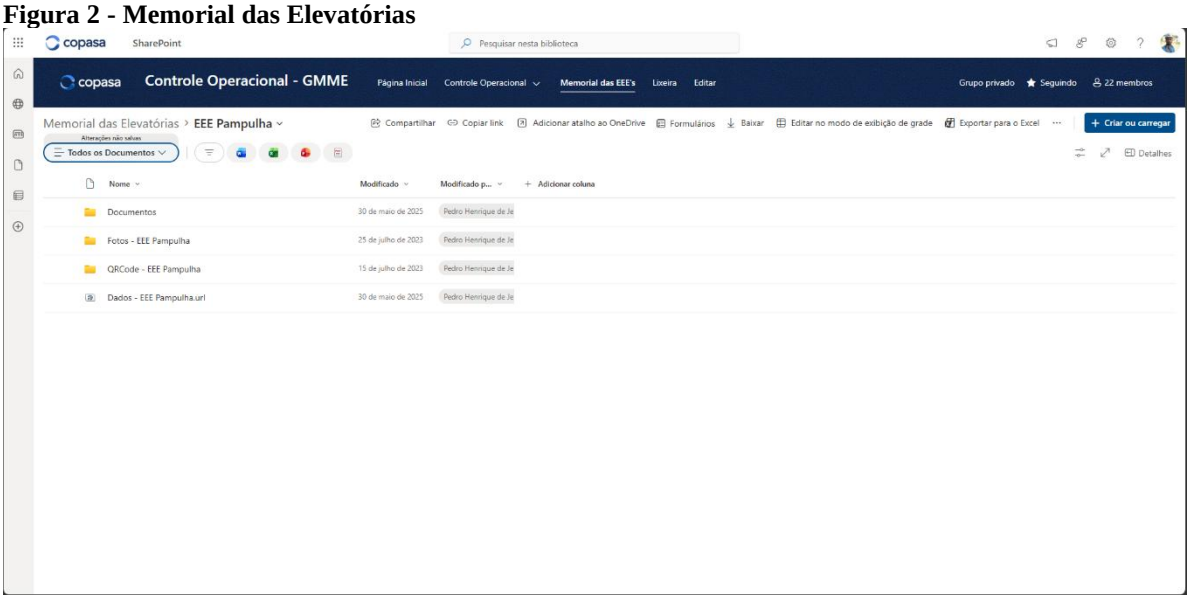
Após o levantamento dos documentos relacionados aos equipamentos das unidades, foi realizada sua organização e padronização no SharePoint, estruturando o conteúdo por unidade e por tipo de equipamento, de forma a tornar o acesso mais intuitivo e didático (Figuras 1 e 2).

Figura 1 - Memorial das Elevatórias



Fonte: Arquivo pessoal

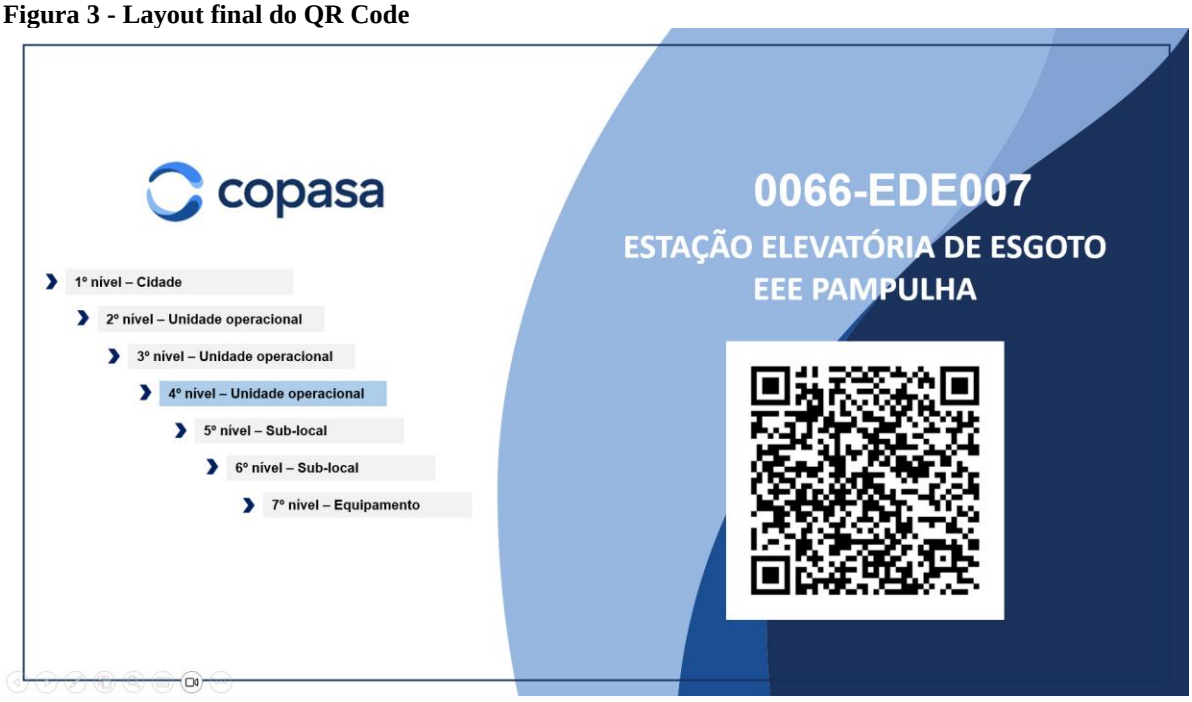
Figura 2 - Memorial das Elevatórias



Fonte: Arquivo pessoal

Com os documentos devidamente organizados e as pastas padronizadas, iniciou-se o desenvolvimento dos QR Codes, os quais permitem o acesso direto aos links da base de dados digital. O layout dos QR Codes (Figura 3) foi desenvolvido priorizando um visual limpo e intuitivo, contendo a identificação da unidade, o acesso direto às pastas correspondentes e a classificação da unidade conforme a estrutura organizacional do SAP.

Figura 3 - Layout final do QR Code



Fonte: Arquivo pessoal

Após a finalização do layout, geração dos QR Codes e confecção das placas, deu-se início à instalação nas unidades. Não houve necessidade de deslocamento exclusivo das equipes para essa finalidade, uma vez que as placas foram instaladas gradualmente, aproveitando as visitas realizadas para execução de atividades de manutenção, em locais visíveis e de fácil acesso (Figura 4).

Figura 4 - QR Code instalado na EEE



Fonte: Arquivo pessoal.

Por fim, foram realizados testes em campo para a validação da ferramenta. Durante essa etapa, constatou-se que em algumas unidades o sinal de internet é intermitente ou inexistente, o que inviabiliza o acesso remoto aos documentos. Nesses casos específicos, manteve-se a necessidade de disponibilização dos documentos em formato impresso, como medida complementar.

RESULTADOS OBTIDOS

A implantação do sistema de acesso à documentação técnica por meio de QR Codes demonstrou resultados expressivos sob os pontos de vista operacional, econômico, organizacional e ambiental.

Do ponto de vista operacional, verificou-se ganho significativo na agilidade de acesso às informações em campo. As equipes de manutenção passaram a consultar, de forma imediata e diretamente nos ativos, documentos técnicos atualizados, como manuais, diagramas e procedimentos operacionais. Essa melhoria reduziu o tempo de busca por informações e proporcionou maior assertividade na execução das atividades, contribuindo para a diminuição de erros operacionais e retrabalho.

Em relação à gestão da informação, destaca-se o aumento substancial da confiabilidade e rastreabilidade documental. A centralização dos arquivos em ambiente digital (SharePoint), associada ao acesso por QR Code, assegura que os colaboradores utilizem sempre a versão mais atualizada dos documentos, eliminando inconsistências típicas de acervos físicos descentralizados. Além disso, o modelo adotado permite controle de versões, histórico de alterações e padronização da estrutura documental, aspectos fundamentais para a gestão de ativos alinhada às boas práticas da ISO 55000.

Sob o aspecto econômico, a iniciativa resultou na redução de custos diretos e indiretos. Houve diminuição significativa na necessidade de impressão, reposição e transporte de documentos físicos até as unidades operacionais. Adicionalmente, observou-se redução de deslocamentos exclusivamente destinados à atualização documental, permitindo melhor alocação dos recursos humanos e aumento da produtividade das equipes.

No âmbito da sustentabilidade, a redução do uso de papel evidencia a contribuição do projeto para práticas ambientais responsáveis, alinhando-se à política de transformação digital e à iniciativa corporativa de “Zero Papel”. Tal resultado reforça o compromisso institucional com a eficiência no uso de recursos e a minimização de impactos ambientais.

Do ponto de vista da segurança da informação e conformidade regulatória, o sistema implementado atende aos requisitos da Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), uma vez que o acesso aos documentos é controlado por permissões específicas e restrito aos colaboradores autorizados. Essa abordagem garante a integridade, confidencialidade e disponibilidade das informações técnicas, especialmente aquelas relacionadas à segurança do trabalho (como documentos da NR-10).

Adicionalmente, observou-se impacto positivo na cultura organizacional, com incentivo à digitalização de processos e à adoção de tecnologias simples e eficazes no cotidiano das equipes. A aceitação da solução foi favorecida pela facilidade de uso dos QR Codes e pela ampla disponibilidade de dispositivos móveis, o que reduziu barreiras de implementação.

Como limitação identificada, destaca-se a dependência de conectividade com a internet para acesso aos documentos. Em unidades com sinal instável ou inexistente, foi necessária a manutenção de documentos impressos como medida complementar. Ainda assim, esses casos foram pontuais e não comprometem os benefícios globais da solução.

De forma geral, os resultados evidenciam que a utilização de QR Codes integrada a uma base de dados digital estruturada constitui uma solução eficaz, de baixo custo e alta escalabilidade para a gestão da documentação técnica em sistemas de saneamento, promovendo ganhos relevantes em eficiência operacional, confiabilidade e sustentabilidade.

CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

A experiência apresentada demonstra avanços relevantes na disponibilização das informações operacionais, com a digitalização dos processos e a consequente redução de custos. Inicialmente concebida para o arquivamento do memorial fotográfico das unidades, a base de dados evoluiu para incorporar o uso de QR Code como ferramenta de apoio à gestão dos ativos instalados em campo, como inversores, painéis elétricos e conjuntos motobomba (CMB), além de informações essenciais das unidades, como setpoint, vazão, endereço, coordenadas geográficas e dados de monitoramento.

Por se tratar de informações sujeitas a constantes atualizações, destaca-se a importância da padronização e da organização da base documental, garantindo a confiabilidade da ferramenta. Uma vez que o QR Code direciona para um link específico com os dados da unidade, qualquer alteração no endereço digital dos documentos demanda a geração de um novo código, assegurando a integridade e a disponibilidade das informações em campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Acervo de arquivos e imagens da Gerência de Manutenção Eletromecânica de Esgoto (GMME) da Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA/MG.
2. CRYOTOS. QR code maintenance logs: how to replace paper checklists with digital scans. Chennai: Cryotos Technologies, 2026. Disponível em: <https://www.cryotos.com/blog/qr-code-maintenance-logs-replace-paper-checklists-digital-scans>. Acesso em: 11 jun. 2026.
3. DA SILVA, R. F.; DE SOUZA, G. F. M. Modeling a maintenance management framework for asset management based on ISO 55000 series guidelines. Journal of Quality in Maintenance Engineering, v. 28, n. 4, p. 915–937, 2022. DOI: https://doi.org/10.1108/JQME-08-2020-0082.
4. HERNANDEZ, C.; ASLANKOOHI, E.; FROLIKOV, P.; LI, H.; KURNIAWAN, S.; ROLANDI, M. Implementing QR codes in academia to improve sample tracking, data accessibility, and traceability in multicampus interdisciplinary collaborations. PLOS ONE, v. 18, n. 4, 2023. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0282783. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0282783&type=printable>. Acesso em: 11 jun. 2026.
5. INFIZO. Asset management and operational efficiency solutions. 2024. Disponível em: <https://www.infizo.com/>. Acesso em: 11 jun. 2026.
6. IRISH WATER. Wastewater infrastructure standard details: connections and developer services – design and construction requirements for self-lay developments. Dublin: Irish Water, 2017. Disponível em: <https://www.water.ie/sites/default/files/iwstandards/IW-CDS-5030-01_0.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2026.

7. MA, Lifang; MU, Yonghong; WEI, Ling; WANG, Xiumei. Practical application of QR code electronic manuals in equipment management and training. Frontiers in Public Health, v. 9, 2021. DOI: https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.726063. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8645646/>. Acesso em: 11 jun. 2026.

8. RASOULIMANESH, M.; RAHAI, A.; SHAHHOSSEINI, V. Development of an inspection, maintenance and rehabilitation system for bridge infrastructures using integrated BIM, web server and QR-code technologies. International Journal of Civil Engineering, 2024. DOI: https://doi.org/10.1007/s40999-024-01052-2. Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s40999-024-01052-2.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2026.

9. WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first addendum. Geneva: WHO, 2017. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241549950>. Acesso em: 11 jun. 2026.