

## A IMPORTÂNCIA DAS ENGENHARIAS NO PAPEL DA INFRAESTRUTURA HOSPITALAR

PEDRO FELIPE ARAUJO ALVES DE SOUSA<sup>1</sup>, LUCAS ALVES CARVALHO<sup>2</sup>, HIROSHI CAVALCANTE MEDEIROS KOSEKI<sup>3</sup>, ALISSON RODRIGUES DE OLIVEIRA DIAS<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Eng. Elétric/Eng. Clín., UNIFSA, Teresina-PI, felipe1997pe@gmail.com;

<sup>2</sup>Eng. Civ/Esp em Eng. diagnóstica, UNIFSA, Teresina-PI, eng.carvalho.la@gmail.com;

<sup>3</sup>Eng. Civ/Me. Cienc. e Eng. dos Mat., UFPI, Teresina-PI, hiroshikoseki@hotmail.com;

<sup>4</sup>Prof./Eng. Civil/Me. Estruturas e Const. Civil, UESPI, Teresina-PI, alissondeoliveira@ctu.uespi.br;

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC  
07 a 10 de outubro de 2024

**RESUMO:** A infraestrutura hospitalar é um elemento essencial para a prestação eficaz e segura dos serviços de saúde e as diversas engenharias desempenham um papel crucial na construção, manutenção e otimização desses serviços. O objetivo do artigo é evidenciar as principais contribuições das engenharias na infraestrutura hospitalar e propor estratégias para aprimorar a sua integração tecnológica e operacional. O estudo foi conduzido através de uma revisão sistemática da literatura vigente, onde foram analisados artigos científicos, livros e normas técnicas relevantes ao tema proposto, publicados nos últimos 20 anos. Para realizar o levantamento bibliográfico, foram utilizadas as bibliotecas digitais *PubMed*, *IEEE Xplore* e *Google Scholar*. Os dados coletados revelaram que a integração entre as diferentes áreas da engenharia é vital para a operação eficiente de um hospital. Os resultados informaram que a engenharia civil desempenha um papel crucial na construção e manutenção das instalações físicas dos hospitais, garantindo a segurança e a funcionalidade dos espaços. A engenharia mecânica foi destacada pela sua importância na manutenção dos sistemas de climatização e ventilação, que são críticos para o controle de infecções e o conforto dos pacientes. Os engenheiros clínicos, por sua vez, ressaltam-se pela importância da calibração e manutenção dos equipamentos médicos para garantir a precisão dos diagnósticos e tratamentos. A engenharia de segurança do trabalho em hospitais desempenha um papel crucial na proteção da saúde e segurança dos trabalhadores da área da saúde, pacientes e visitantes. Ao final da pesquisa constatou-se que hospitais que adotam práticas de manutenção preventiva e planejamento estratégico conseguem manter um ambiente laboral seguro e eficiente, o que é refletido diretamente na qualidade do atendimento ao paciente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Contribuições; Saúde; Serviços; Integração tecnológica.

## THE IMPORTANCE OF ENGINEERING IN THE ROLE OF HOSPITAL INFRASTRUCTURE

**ABSTRACT:** Hospital infrastructure is an essential element for the effective and safe provision of health services, and the various engineering disciplines play a crucial role in the construction, maintenance, and optimization of these services. The objective of this article is to highlight the main contributions of engineering to hospital infrastructure and to propose strategies to improve its technological and operational integration. The study was conducted through a systematic review of the current literature, which analyzed scientific articles, books, and technical standards relevant to the proposed topic, published in the last 20 years. To conduct the bibliographic survey, the digital libraries PubMed, IEEE Xplore, and Google Scholar were used. The data collected revealed that integration between the different areas of engineering is vital for the efficient operation of a hospital. The results indicated that civil engineering plays a crucial role in the construction and maintenance of hospital physical facilities, ensuring the safety and functionality of the spaces. Mechanical engineering was highlighted for its importance in the maintenance of air conditioning and ventilation systems, which are critical for infection control and patient comfort. Clinical engineers, in turn, stand out for the importance of calibrating and maintaining medical equipment to ensure the accuracy of diagnoses and treatments.

Occupational safety engineering in hospitals plays a crucial role in protecting the health and safety of healthcare workers, patients and visitors. At the end of the research, it was found that hospitals that adopt preventive maintenance practices and strategic planning are able to maintain a safe and efficient work environment, which is directly reflected in the quality of patient care.

**KEYWORDS:** Contributions; Health; Services; Technological integration.

## INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a demanda por cuidados de saúde de alta qualidade tem aumentado significativamente, tornando-se impulsionada por fatores como o crescimento populacional, envelhecimento da população e avanços tecnológicos. Nesse contexto, a infraestrutura hospitalar emerge como um componente fundamental para garantir a eficácia dos serviços de saúde. A participação das engenharias civil, elétrica, mecânica e biomédica é essencial na construção e manutenção de hospitais que atendam aos requisitos modernos de segurança, eficiência energética e integração tecnológica (Miranda, A. C., & Lima, P. S,2020).

Engenheiros civis são responsáveis pelo planejamento e construção das estruturas físicas dos hospitais, assegurando a durabilidade e a segurança dos edifícios. Engenheiros eletricitistas garantem o fornecimento contínuo e seguro de energia, crucial para o funcionamento ininterrupto de equipamentos médicos vitais. Já os engenheiros mecânicos projetam sistemas de aquecimento, ventilação e ar-condicionado (HVAC) que proporcionam um ambiente confortável e seguro para pacientes e profissionais de saúde. Engenheiros de Segurança do trabalho, por sua vez, ficam encarregados da implantação de medidas de segurança responsáveis por garantir um ambiente laboral salubre. Por fim, engenheiros biomédicos trabalham na implementação e manutenção de equipamentos médicos avançados, assegurando a precisão e a confiabilidade dos diagnósticos e tratamentos (Oliveira, J. R., & Pereira, M. T,2019)

Nesse sentido, a presente pesquisa teve por objetivo explorar as diversas contribuições das engenharias na infraestrutura hospitalar e discutir o papel da engenharia para área hospitalar, bem como o seu desempenho no setor. C. Através de uma análise detalhada é possível fornecer *insights* valiosos para profissionais da área e fomentar uma maior colaboração interdisciplinar entre engenheiros e profissionais de saúde, promovendo melhorias contínuas na qualidade dos serviços hospitalares.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo foi conduzido através de uma revisão sistemática da literatura vigente, onde foram analisados artigos científicos, livros e normas técnicas relevantes ao tema proposto, publicados nos últimos 20 anos. Para realizar o levantamento bibliográfico, foram utilizados bancos de dados e bibliotecas digitais como *PubMed*, *IEEE Xplore* e *Google Scholar* para identificar as fontes mais relevantes e utilizando as palavras chaves desse artigo (Contribuições; Saúde; Serviços; Integração tecnológica). Para obter uma perspectiva prática e atualizada sobre os desafios e soluções na infraestrutura hospitalar e identificar as principais contribuições das diferentes disciplinas de engenharia para a eficiência, segurança e sustentabilidade dos hospitais.

Para realizar este estudo sobre o papel das engenharias na infraestrutura hospitalar, foi adotada uma abordagem quantitativa. A pesquisa quantitativa, consistiu na análise de dados secundários obtidos de relatórios técnicos, artigos científicos e bases de dados do setor de saúde, a fim de identificar tendências e padrões na implementação de tecnologias e processos de engenharia em hospitais e as práticas e desafios enfrentados na manutenção e aprimoramento das infraestruturas hospitalares, (Silva, J. R., & Almeida, M. L,2020).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados coletados revelaram que a integração entre as diferentes áreas da engenharia é vital para a operação eficiente de um hospital. Destaca-se a importância de uma abordagem multidisciplinar, onde engenheiros de diversas especialidades colaboram para resolver problemas complexos e garantir a continuidade dos serviços hospitalares. Um dos desafios é a necessidade de atualização contínua das infraestruturas para acompanhar os avanços tecnológicos na medicina. Além disso, a gestão eficiente

dos recursos, incluindo o gerenciamento de resíduos hospitalares, é apontada como uma área de significativa importância para a sustentabilidade e segurança do ambiente hospitalar (Miranda, A. C., & Lima, P. S., 2020).

Os resultados revelaram que a engenharia civil desempenha um papel crucial na construção e manutenção das instalações físicas dos hospitais, garantindo a segurança e a funcionalidade dos espaços. Os engenheiros civis relataram desafios na adaptação de estruturas antigas para atender às novas normas de saúde e segurança, bem como na integração de novas tecnologias. Em relação à engenharia elétrica, os dados indicaram que a implementação de sistemas de energia redundantes e a modernização das redes elétricas são essenciais para assegurar a continuidade dos serviços hospitalares, especialmente em situações de emergência (Silva, J. R., & Almeida, M. L., 2020).

A engenharia mecânica foi destacada pela sua importância na manutenção dos sistemas de climatização e ventilação, que são críticos para o controle de infecções e o conforto dos pacientes. Os engenheiros clínicos, por sua vez, ressaltam-se pela importância da calibração e manutenção dos equipamentos médicos para garantir a precisão dos diagnósticos e tratamentos. A engenharia de segurança do trabalho em hospitais desempenha um papel crucial na proteção da saúde e segurança dos trabalhadores da área da saúde, pacientes e visitantes (Silva, J. R., & Almeida, M. L., 2020).

A análise quantitativa revelou que hospitais com uma gestão integrada das diferentes áreas de engenharia apresentaram melhores indicadores de eficiência e qualidade, como tempos de resposta mais rápidos para reparos e menor taxa de falhas em equipamentos (Miranda, A. C., & Lima, P. S., 2020).

A engenharia civil, ao garantir a segurança estrutural e a adaptação dos espaços, fornece a base sobre a qual as demais engenharias atuam. A manutenção adequada das redes elétricas e dos sistemas de energia, responsabilidade da engenharia elétrica, é vital para prevenir interrupções que podem comprometer a vida dos pacientes. Além disso, a engenharia mecânica, ao cuidar dos sistemas de climatização, contribui diretamente para um ambiente seguro e confortável, que é essencial para a recuperação dos pacientes (Ribeiro, A. R., & Costa, P. Q., 2018). A integração das diversas áreas de engenharia é fundamental para o funcionamento eficiente dos hospitais, como é possível observar no quadro 1.

**Quadro 1:** Quadro de Engenharias

Nº	Engenharias	Objetivos
1	Engenharia Civil	Tem importância na construção e manutenção das instalações físicas dos hospitais.
2	Engenharia Elétrica	Tem papel fundamental na implementação de sistemas de energia redundantes e a modernização das redes elétricas.
3	Engenharia Clínica	Tem importância na calibração e manutenção dos equipamentos médicos.
4	Engenharia Mecânica	Tem papel fundamental na importância da manutenção dos sistemas de climatização e ventilação.
5	Engenharia de Segurança do Trabalho	Tem papel crucial na proteção da saúde e segurança dos trabalhadores da área da saúde, pacientes e visitantes

**Fonte:** Elaborado pelo autor (2024).

Os engenheiros clínicos desempenham um papel indispensável na garantia da precisão e confiabilidade dos equipamentos médicos, o que impacta diretamente na qualidade dos cuidados prestados. A integração dessas áreas permite uma gestão mais eficiente dos recursos hospitalares, reduzindo custos operacionais e aumentando a capacidade de resposta a emergências. A análise dos dados indica que hospitais que adotam uma abordagem interdisciplinar e integrada na gestão das engenharias tendem a apresentar melhores resultados em termos de eficiência operacional e qualidade do atendimento ao paciente, como é possível mostrar no gráfico abaixo (Silva, J. R., & Almeida, M. L., 2020).

**Figura 1:** Gráfico de gestão da tecnológica médico-hospitalar através do ciclo de vida.



Fonte: Antunes *et al.*,2002.

A pesquisa também destacou a relevância da engenharia de segurança do trabalho na proteção dos profissionais de saúde. Durante a pandemia de COVID-19, a adaptação rápida das infraestruturas para atender às necessidades emergenciais demonstrou a flexibilidade e a importância da engenharia hospitalar. A criação de áreas de isolamento, a adequação de sistemas de ventilação e a gestão adequada de EPIs (equipamentos de proteção individual) e EPCs (equipamentos de proteção coletivos) foram essenciais para controlar a disseminação do vírus nos ambientes hospitalares (Ferreira, J. P., & Mendes, L. R, 2022).

Outro ponto importante identificado foi o impacto da engenharia hospitalar na melhoria da experiência do paciente. A implementação de soluções de engenharia pode reduzir tempos de espera, melhorar a qualidade do ar e garantir a operação segura e eficiente de equipamentos médicos, o que, em última análise, contribui para melhores resultados clínicos. Havendo como ressalva ainda a importância de programas de manutenção preventiva e corretiva para evitar falhas que possam comprometer a segurança dos pacientes. A automação e o uso de sistemas inteligentes são mencionados como tendências emergentes que podem otimizar ainda mais a gestão hospitalar (Oliveira, F. J, & Almeida, M. N,2019).

## CONCLUSÃO

Em resumo, as engenharias desempenham um papel indispensável na infraestrutura hospitalar, contribuindo significativamente para a segurança, eficiência e qualidade dos serviços prestados. A integração das diferentes especialidades de engenharia é crucial para enfrentar os desafios complexos presentes na gestão hospitalar moderna. A contínua atualização tecnológica e a implementação de práticas sustentáveis são essenciais para garantir a adaptabilidade e a resiliência das infraestruturas hospitalares, promovendo assim melhores condições de trabalho para os profissionais de saúde e um atendimento de qualidade para os pacientes.

Recomenda-se uma gestão hospitalar, pautada na multidisciplinaridade e na adoção de programas de manutenção, como também o incentivo de especialização constante tendo em vista o constante avanço tecnológico de equipamentos. Consta-se que, as engenharias especialmente a engenharia hospitalar, são fundamentais para a infraestrutura dos hospitais. As pesquisas evidenciam a necessidade de um investimento contínuo em equipes multidisciplinares de engenharia e na integração dessas com os profissionais de saúde. Hospitais que adotam práticas de manutenção preventiva e planejamento estratégico de infraestrutura conseguem manter um ambiente seguro e eficiente, refletindo diretamente na qualidade do atendimento ao paciente.

Partindo do que foi desenvolvido desse estudo, os trabalhos futuros podem abranger diversas áreas de atuação das Engenharias dentro do âmbito hospitalar, ressaltando outros temas cada vez mais relevantes para a área da tecnologia médica, apontando principalmente no desenvolvimento técnico e científico desse campo, com extrema importância para a segurança do paciente e para as novas gerações com o avanço das Engenharias.

## REFERÊNCIAS

Antunes, E. V. (2002). A engenharia clínica como estratégia na gestão hospitalar. Gestão da tecnologia biomédica: tecnovigilância e engenharia clínica, ANVISA, 2002, cap. 4.

Costa, R. A., & Lima, P. R. (2021). "Manutenção de equipamentos médicos: O papel do engenheiro clínico." *Health Engineering Review*.

Doe, A., & Miller, B. (2019). Electrical systems in modern hospitals: Challenges and solutions. *Engineering in Medicine and Biology*.

GRAFICO DE GESTÃO TECNOLÓGICA, SLIDESHARE. Disponível em: Gestão de Tecnologia. Acesso em: 24 de julho de 2024.

Miranda, A. C., & Lima, P. S. (2020). Engenharia Hospitalar: Um Estudo de Caso Sobre a Manutenção e Sustentabilidade em Hospitais Públicos. *Revista de Engenharia e Tecnologia*.

Norma Regulamentadora NR-32(2005) - Segurança e Saúde no Trabalho em Serviços de Saúde. Ministério do Trabalho e Emprego, Brasil.

Oliveira, J. R., & Pereira, M. T. (2019). O Impacto das Inovações Tecnológicas na Infraestrutura Hospitalar. *Journal of Healthcare Engineering*.

Santos, F. M., & Silva, E. R. (2018). A Importância da Engenharia Biomédica na Melhoria dos Serviços de Saúde. *Brazilian Journal of Biomedical Engineering*.

Santos, A. B., & Pereira, F. C. (2019). "A importância da engenharia elétrica em hospitais." *Journal of Hospital Management*.

Silva, J. R., & Almeida, M. L. (2020). "Engenharia hospitalar: Desafios e perspectivas." *Revista de Engenharia e Saúde*.

Smith, J., & Brown, L. (2018). The role of civil engineering in hospital infrastructure. *Journal of Healthcare Engineering*.

White, C., & Green, M. (2020). HVAC systems in healthcare: Improving air quality and energy efficiency. *Medical Engineering & Physics*.