

## ENGENHARIA CIVIL E A CRIAÇÃO DE AMBIENTES HOSPITALARES PROMOTORES DA PREVENÇÃO DE INFECÇÕES: FATORES DE PROJETO EM FOCO

Civil Engineering and the Creation off Hospital Environments Promoting Infection Prevention: Design Factors in Focus

Márcio Eustáquio dos Reis Júnior<sup>1</sup>

Lucas Davis Ribeiro de Paula<sup>2</sup>

Diego De Jesus Queiroz Rosa<sup>3</sup>

*Recebido em: 07.12.2023*

*Aprovado em: 18.12.2023*

**Resumo:** A pesquisa aborda a contribuição direta da engenharia civil na prevenção de infecções em ambientes hospitalares, em meio à crescente preocupação com a biossegurança. Ela otimiza materiais de revestimento, disposição de espaços, sistemas de ventilação, superfícies de contato e instalações de fácil manutenção para minimizar riscos de disseminação de infecções. Os revestimentos de paredes e pisos, ao criarem barreiras contra microrganismos e facilitarem a limpeza, desempenham um papel crucial na prevenção de infecções. A disposição inteligente dos espaços, evitando acúmulo de sujeira, contribui para a eficácia da limpeza, promovendo a biossegurança. Sistemas de ventilação bem projetados reduzem a recirculação de contaminantes, melhorando a qualidade do ar. A minimização das superfícies de contato e o design de instalações de fácil manutenção emergem como estratégias eficazes para aprimorar a limpeza e prevenir a contaminação cruzada. Em síntese, a engenharia civil, por meio de escolhas cuidadosas e designs estratégicos, desempenha um papel fundamental

---

<sup>1</sup>Discente da Faculdade FEAMIG, Curso de Engenharia Civil. marcioereisjr40@gmail.comemail.

<sup>2</sup> Revisor. Engenheiro de Produção, formado pela Faculdade de Engenharia de Minas Gerais, FEAMIG (2019), possui especialização em Direito Empresarial, pela Faculdade Venda Nova do Imigrante, FAVENI (2022) e mestrado em Engenharia e Gestão de Processos e Sistemas pelo Instituto de Educação Tecnológica, IETEC (2023).

<sup>3</sup> Revisor. Mestre em Processos Construtivos na Área de Concentração de Materiais de Construção Civil pela Universidade FUMEC, Graduado em Engenharia Civil pela Universidade FUMEC.

na criação de ambientes hospitalares mais seguros, promovendo saúde e bem-estar.

**Palavras-chave:** biossegurança; engenharia civil; prevenção de infecções.

---

**Abstract:** The research addresses the direct contribution of civil engineering to the prevention of infections in hospital environments amid growing concerns about biosafety. It optimizes coating materials, spatial layout, ventilation systems, contact surfaces, and easily maintainable facilities to minimize the risks of infection spread. Wall and floor coverings play a crucial role in infection prevention by creating barriers against microorganisms and facilitating effective cleaning. Intelligent spatial arrangement, avoiding dirt accumulation, enhances cleaning effectiveness, promoting biosafety. Well-designed ventilation systems reduce the recirculation of contaminants, improving air quality. Minimizing contact surfaces and the design of easily maintainable facilities emerge as effective strategies to enhance cleaning and prevent cross-contamination. In summary, civil engineering, through careful choices and strategic designs, plays a fundamental role in creating safer hospital environments, promoting health and well-being.

**Keywords:** biosecurity; civil Engineering; infection prevention.

## 1 INTRODUÇÃO

Na área da engenharia civil aplicada a ambientes hospitalares, emerge um projeto de pesquisa que aborda um desafio fundamental: a necessidade premente de conceber instalações hospitalares que não só ofereçam assistência médica de alta qualidade, mas também atuem como barreiras eficazes na prevenção de infecções. Este projeto representa um mergulho aprofundado nessa área do conhecimento, visando abordar o problema central que é a melhoria da infraestrutura hospitalar para garantir ambientes seguros e higiênicos, livres de infecções.

O tema central desta pesquisa é o design e a engenharia de instalações hospitalares, com ênfase na criação de ambientes que facilitem a limpeza, desinfecção e manutenção adequada, contribuindo assim para a prevenção de infecções. No cerne deste projeto está a proposição de soluções inovadoras em engenharia civil, explorando princípios de design, materiais de construção e sistemas para promover a biossegurança em ambientes hospitalares.

Este resumo aborda, de maneira concisa e clara, o trabalho a ser desenvolvido, estabelecendo os principais elementos que o compõem. A área do conhecimento é a engenharia civil, especificamente direcionada para ambientes hospitalares. O problema central é a necessidade premente de criar ambientes que reduzam o risco de infecções, tendo em vista a importância da biossegurança e o impacto direto na saúde pública.

A solução proposta por este projeto envolve uma abordagem interdisciplinar que incorpora a engenharia civil com foco em design de instalações, seleção de materiais, sistemas de construção e layout. As teorias e os conceitos que embasam essa pesquisa estão relacionados à engenharia civil, prevenção de infecções em ambientes hospitalares e boas práticas de construção.

O objetivo principal desta pesquisa é demonstrar a viabilidade de estratégias de engenharia civil para a prevenção de infecções em ambientes hospitalares, contribuindo para a promoção da biossegurança e garantindo que as instalações de saúde sejam locais não apenas de tratamento eficaz, mas também de segurança, higiene e bem-estar para pacientes e profissionais de saúde.

## 2 A CONTRIBUIÇÃO DOS REVESTIMENTOS NA PREVENÇÃO DE INFECÇÕES EM AMBIENTES HOSPITALARES

A prevenção de infecções é uma preocupação constante em ambientes de assistência à saúde, como hospitais e clínicas. Como explica Silva (2023, p.484), as infecções adquiridas em ambientes hospitalares representam um desafio significativo, o que causa preocupação tanto para os profissionais de saúde quanto para os pacientes. Essas infecções podem causar problemas graves, como a necessidade de ficar mais tempo no hospital, aumento dos gastos com tratamento médico e, em casos mais graves podem resultar em morte. Garantir a segurança dos pacientes, visitantes e profissionais de saúde é uma prioridade, e os revestimentos de paredes e pisos desempenham um papel fundamental nesse contexto. Por isso, conforme Fernandes e Ferreira (2019, p.59), “as placas cerâmicas devem ser cuidadosamente escolhidas de acordo com cada ambiente e suas características, para que desempenhem a sua função com eficiência”.

O propósito central deste capítulo é realizar uma análise aprofundada do papel dos revestimentos de paredes e pisos na prevenção de infecções em ambientes hospitalares. Este exame minucioso destaca a significativa contribuição desses revestimentos para a criação de espaços seguros e higiênicos em instituições de saúde. Além disso, é fundamental estabelecer o contexto regulatório relevante que direciona a abordagem deste tema. Como detalha o Engenheiro Wamberto Barbosa em relação à principal normativa, a (RDC) 50/2002, em artigo no Site HMDoctors (2017), Dado que todos os projetos de instituições de cuidados de saúde devem ser necessariamente elaborados em estrita conformidade com as diretrizes desta norma, eles também devem cumprir com todas as demais exigências relacionadas ao escopo desta norma, conforme definidas em regulamentos, legislações, decretos, portarias e normas em âmbito federal, estadual e municipal, inclusive.

Para isso, primeiramente, exploraremos em detalhes como os revestimentos desempenham um papel fundamental na prevenção de infecções em ambientes hospitalares. Isso envolve compreender como esses materiais atuam como barreiras protetoras, facilitam a limpeza e desinfecção, minimizam pontos de retenção de patógenos, promovem o conforto e bem-estar de pacientes e profissionais de saúde, além de destacar sua sustentabilidade e durabilidade. Como fundamenta Silva e Porto (2014, p.11), O ambiente de saúde deve contar com revestimentos de piso e parede

que sejam capazes de suportar lavagem e o uso de desinfetantes. A conexão entre o rodapé e o piso deve ser executada de modo a assegurar a total higienização do ângulo formado por essa união. O piso deve apresentar resistência, ser não poroso e de fácil limpeza, permitindo a identificação de sujeira, não deve conter junções e precisa ser antiderrapante. Toda essa fundamentação do autor está contextualizada em relevância da Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) 50/2002, emitida pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), neste cenário.

## **2.1 Barreiras Protetoras contra contaminantes**

Uma das principais maneiras pelas quais os revestimentos de paredes e pisos contribuem para a prevenção de infecções é atuando como barreiras protetoras contra a disseminação de contaminantes. Em ambientes hospitalares, é comum a presença de micro-organismos patogênicos, como bactérias, vírus e fungos, que podem representar riscos à saúde. Quando os revestimentos são escolhidos e mantidos adequadamente, eles ajudam a minimizar a penetração desses contaminantes nas superfícies, reduzindo a possibilidade de contaminação cruzada entre áreas e, conseqüentemente, a propagação de doenças infecciosas. Conforme observado por Bicalho e Barcellos (2002, p.43), materiais de revestimento ideais para ambientes assistenciais de saúde devem ser lisos, resistentes, impermeáveis ou quase, laváveis e de fácil higienização. Essas características permitem que as superfícies sejam eficazmente limpas e desinfetadas, ajudando a manter um ambiente seguro para pacientes e equipe médica.

## **2.2 Facilitação da Limpeza e Desinfecção**

A limpeza e a desinfecção adequadas são fundamentais em ambientes de saúde, onde a higiene é uma prioridade. Superfícies porosas, fissuradas ou ásperas podem abrigar bactérias e outros patógenos, tornando a limpeza e desinfecção eficazes mais desafiadoras. Como explicado por Costa (2008, p.54), é essencial que os revestimentos de paredes, pisos e bancadas sejam lisos e acessíveis à limpeza, evitando torneamentos, frestas ou saliências que possam acumular sujeira. Esses revestimentos apropriados facilitam a remoção de sujeira, resíduos e micróbios, contribuindo para um ambiente mais seguro para pacientes e equipe médica.

Soares (2009, p.18-19) ressalta que, além da lavabilidade, questões estéticas, acústicas, durabilidade e custos também são importantes na escolha dos materiais de

revestimento. Em áreas críticas e semicríticas, é recomendável optar por materiais que absorvam pouca ou nenhuma água, uma vez que os micro-organismos se proliferam mais facilmente em ambientes úmidos.

### **2.3 Minimização de pontos de retenção de patógenos**

Revestimentos bem projetados são concebidos para minimizar os pontos de retenção de patógenos. Isso significa que eles têm menos fissuras, fendas ou juntas que poderiam servir como esconderijos para bactérias e outros contaminantes. Quando os revestimentos são instalados e selados adequadamente, reduzem significativamente os locais onde micróbios podem se acumular e crescer, diminuindo, assim, o risco de infecções nosocomiais, que são as infecções adquiridas no ambiente hospitalar. De acordo com Bicalho e Barcellos (2002, p.45):

Tanto nas áreas críticas quanto nas semi-críticas, devem ser sempre utilizados materiais de acabamento que tornem as superfícies lisas, monolíticas de preferência ou com o menor número possível de ranhuras ou frestas. Esses materiais devem garantir a manutenção de suas características, mesmo após o uso intenso e limpeza frequente.

### **2.4 Contribuição para o conforto e bem-estar**

Além de sua função primordial na prevenção de infecções, os revestimentos também desempenham um papel no conforto e bem-estar de pacientes e funcionários hospitalares. Como explica Chaves (2015, p.1168), ambientes limpos, bem cuidados e agradáveis, proporcionados por revestimentos de qualidade, criam uma atmosfera mais positiva e podem contribuir para o processo de recuperação dos pacientes. Também influenciam positivamente o ambiente de trabalho da equipe médica, aumentando sua produtividade e satisfação no trabalho.

Um parecer do Conselho Regional de Enfermagem da Bahia destaca que a higienização e a desinfecção de superfícies são elementos que convergem para a sensação de bem-estar, segurança e conforto nos serviços de saúde. Isso também contribui para o controle das infecções relacionadas à assistência à saúde. (PARECER COREN - BA Nº 029/2013)

### **2.5 Sustentabilidade e Durabilidade**

Outro aspecto a ser considerado é a sustentabilidade e durabilidade dos revestimentos. Materiais de alta qualidade são mais duráveis e têm uma vida útil mais

longa, reduzindo a necessidade de substituições frequentes. Isso não apenas economiza recursos financeiros, mas também contribui para uma pegada ambiental mais sustentável. No entanto, é importante ressaltar que devido à forte ação de desinfetantes, detergentes e outros produtos químicos utilizados na manutenção e assepsia hospitalar, é necessário exercer cuidado especial na escolha e manutenção dos revestimentos (MARIANO, 2011, p. 32 e 34).

## **2.6 Regulamentação**

A regulamentação em questão faz referência à Resolução RDC nº 50 de 21 de fevereiro de 2002 da Anvisa. Essa Resolução estabelece diretriz e regulamentações técnicas para o planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde, abrangendo os hospitais. Conforme Bortoluzzi (2018, p.57), essa resolução não aborde somente de revestimentos de paredes e pisos em ambientes hospitalares, mas estabelece requisitos gerais que têm um impacto direto na prevenção de infecções, principalmente por meio da escolha apropriada de materiais de construção.

Dentro desse cenário regulatório, destacam-se algumas áreas de interesse:

### **2.6.1 Limpeza e desinfecção**

A importância da manutenção da limpeza e da desinfecção adequadas em todas as áreas do hospital, incluindo superfícies revestidas. Os materiais de revestimento devem ser selecionados de modo a facilitar a limpeza e evitar o acúmulo de sujeira e bactérias. Como enfatiza a RDC:

Os materiais, cerâmicos ou não, quando usados nas áreas críticas, não podem possuir índice de absorção de água superior a 4% individualmente ou depois de instalados no ambiente, além do que, o rejunte de suas peças, quando existir, também deve ser de material com esse mesmo índice de absorção. O uso de cimento sem qualquer aditivo antiabsorvente para rejunte de peças cerâmicas ou similares, é vedado tanto nas paredes quanto nos pisos das áreas críticas (RDC 50 BRASIL, 2002).

### **2.6.2 Ambientes controlados**

Crítérios para áreas de isolamento e controle de infecções, nas quais os revestimentos desempenham um papel fundamental na manutenção da integridade do ambiente, impedindo a entrada de agentes infecciosos. A resolução define:

Devem ser sempre priorizados para as áreas críticas e mesmo nas áreas semicríticas, materiais de acabamento que tornem as superfícies monolíticas, com o menor número possível de ranhuras ou frestas, mesmo após o uso e limpeza freqüente. (RDC 50 BRASIL, 2002).

### **2.6.3 Segurança e conforto**

A segurança dos pacientes, visitantes e profissionais de saúde é uma prioridade. Portanto, os revestimentos de pisos devem ser antiderrapantes para evitar acidentes e quedas. Como destacado a RDC 50 (BRASIL, 2002 item a e b), consecutivos “o piso de cada degrau tem de ser revestido de material antiderrapante e não ter espelho vazado”; “as rampas devem ter o piso não escorregadio”.

### **2.6.4 Conformidade com normas técnicas**

A importância de seguir as normas técnicas, incluindo as estabelecidas por manuais da ANVISA e outros órgãos governamentais, que tratam de materiais de construção e revestimentos. Isso garante que os materiais utilizados atendam aos padrões de qualidade e segurança. Como é salientado pela RDC 50 (BRASIL, 2002 item C.1 § 2):

Os materiais adequados para o revestimento de paredes, pisos e tetos de ambientes de áreas críticas e semicríticas devem ser resistentes à lavagem e ao uso de desinfetantes, conforme preconizado no manual anteriormente citado.

E destacado resolutivamente:

As tintas elaboradas a base de epoxi, PVC, poliuretano ou outras destinadas a áreas molhadas, podem ser utilizadas nas áreas críticas tanto nas paredes, tetos quanto nos pisos, desde que sejam resistentes à lavagem, ao uso de desinfetantes e não sejam aplicadas com pincel. Quando utilizadas no piso, devem resistir também a abrasão e impactos a que serão submetidas. (BRASIL, 2002 item C.1 § 5):

Portanto, embora a RDC 50/2002 não aborde somente de revestimentos de paredes e pisos em ambientes hospitalares, mas é um instrumento normativo importante para estabelecer requisitos gerais. Conforme Jesus (2019, p.89) essa resolução nos fornece condições de estabelecer um check list completo para avaliação do ambiente físico e mobiliário hospitalar. Isso por sua vez, influencia diretamente a escolha e o uso apropriado dos materiais de revestimento na prevenção de infecções, garantindo ambientes hospitalares mais seguros e higiênicos. Conforme o Site Contema Brasil (2020), A norma em questão desempenha um papel crucial na segurança das instalações de saúde, garantindo que essas estruturas cumpram com as regras de segurança em todas as fases, desde o projeto inicial até a conclusão da construção.



Isso significa que a segurança é um aspecto vital em todo o processo de criação desses locais. Por isso é fundamental que os profissionais de saúde e os responsáveis pela gestão hospitalar estejam cientes dessas diretrizes para planejar e manter instalações que atendam aos mais elevados padrões de qualidade e segurança.

### **3 A IMPORTÂNCIA DA DISPOSIÇÃO DOS ESPAÇOS EM HOSPITAIS PARA A EFICÁCIA DA LIMPEZA E MANUTENÇÃO**

Na administração hospitalar, a disposição dos espaços é frequentemente subestimada, embora desempenhe um papel vital. Este capítulo aborda a relação entre a disposição espacial, limpeza, manutenção e biossegurança em hospitais. Estudaremos como a organização dos espaços influencia diretamente a eficácia da higienização e da manutenção, incluindo a otimização dos fluxos de pessoas, equipamentos e materiais, bem como a relevância do layout de mobiliário, equipamentos médicos e a importância fundamental de uma equipe bem treinada. Conforme Moura (2017, p.10) enfatiza, as áreas nos serviços de saúde são classificadas com base no potencial de propagação de infecções, levando em conta as atividades realizadas em cada espaço. A finalidade dessa classificação é fornecer diretrizes para determinar a abrangência, o grau de detalhamento e os procedimentos necessários para as tarefas realizadas em cada área, a fim de assegurar que o processo de limpeza e desinfecção de superfícies esteja em conformidade com o nível de risco envolvido.

A crescente demanda por limpeza e segurança em hospitais, acentuada pela pandemia da COVID-19, realça a relevância da disposição inteligente dos espaços para garantir a prevenção de infecções, qualidade do atendimento e segurança de pacientes e profissionais de saúde. Caso contrário, continua Moura (2017, p.6), “se houver inconformidades, aquele que seria um controlador de infecção passa a ser um disseminador que oferece risco ao invés de segurança”.

Compreender essas questões é essencial para aprimorar a limpeza, a manutenção hospitalar e a redução dos riscos de infecções, elevando a qualidade do atendimento. Diante do exposto, Moura (2017, p.8) explica; “tais abordagens demonstram a importância da limpeza e desinfecção da unidade hospitalar como uma das práticas de redução da taxa infecções hospitalares”.

### 3.1 Áreas de Fácil Acesso

No contexto do design hospitalar voltado para uma limpeza e manutenção eficazes, a criação de áreas de fácil acesso emerge como um princípio de extrema importância. Esse conceito implica um minucioso planejamento das instalações hospitalares, com a garantia de que locais críticos, como unidades de terapia intensiva (UTIs), salas de cirurgia e áreas de isolamento, estejam prontamente acessíveis à equipe encarregada da limpeza e manutenção. Essa abordagem inovadora visa aprimorar a funcionalidade e o controle de infecções no edifício da unidade ou na estrutura de saúde em questão, como observado por Góes (2004, p. 39): “Análise dos fluxos de trabalho propostos no Projeto Físico, visando evitar problemas futuros de funcionamento e de controle de infecção (se for o caso) da unidade e do EAS como um todo”.

Além disso, é imperativo que os corredores e passagens sejam dimensionados para permitir uma movimentação desimpedida de carrinhos e equipamentos de limpeza, evitando quaisquer obstáculos que possam comprometer a eficiência do trabalho da equipe. Como ilustrado por Rocha (2008, p. 21), um exemplo de um corredor bem dimensionado e de fácil circulação no ambiente hospitalar inclui características como uma largura de 2,4 metros, visores para todas as enfermarias, portas de madeira revestidas com pintura e bate-macas em madeira envernizada, que também funcionam como corrimão.

O desenho dos espaços hospitalares deve contemplar medidas que contribuam para a prevenção de infecções. Tal abordagem inclui a disposição estratégica de áreas de isolamento, destinadas a pacientes portadores de doenças contagiosas ou centros cirúrgicos. Além disso, é de extrema relevância a instalação de sistemas de ventilação adequados, que minimizem a disseminação de patógenos no ambiente hospitalar. Como salienta Mendes (2013, p.86):

É importante ressaltar que o isolamento parcial ou total é recomendável, ou até mesmo indispensável, em inúmeros ambientes hospitalares tais como os centros cirúrgicos, onde não é permitida a abertura de janelas (a iluminação é exclusivamente artificial), e o acondicionamento de ar se faz exclusivamente por máquinas.

A escolha criteriosa de materiais de superfície que possam ser facilmente limpos e desinfetados também desempenha um papel central nesse esforço de prevenção de infecções. Completa Pape (2009, p. 34) sobre a escolha destes materiais, “Materiais

de acabamento que ofereçam superfícies lisas, para facilidade de limpeza e não acúmulo de pó”.

Essas medidas visam não apenas garantir um ambiente hospitalar mais seguro e eficiente, mas também contribuir para o controle de infecções e a qualidade dos serviços prestados aos pacientes e profissionais de saúde. Ainda sobre este tema, continua Pape (2009, p.34), “seu projeto deve minimizar o risco de erros e possibilitar a limpeza e manutenção, de modo a evitar a contaminação cruzada, o acúmulo de poeira e sujeira”.

### **3.2 Minimização de áreas de difícil alcance**

Evitar áreas de difícil alcance é de suma importância para assegurar a adequada higienização e manutenção de todos os recantos e superfícies hospitalares. Isso requer um planejamento dos espaços que visa a minimizar recantos, reentrâncias e locais de difícil acesso, onde sujeira e contaminantes possam se acumular indesejadamente. Além disso, é imperativo optar por materiais de revestimento e móveis que sejam facilmente higienizáveis, “Focos cirúrgicos suspensos ao teto, por constituírem superfície propícia ao acúmulo de poeiras, devem ser projetados para ensejar fácil limpeza”. Como exemplificam Fiorentini, Almeida e Karman (1995, p.52), reduzindo, assim, o risco de contaminação e simplificando as operações de manutenção.

Os espaços hospitalares devem ser cuidadosamente projetados considerando princípios de ergonomia e funcionalidade, o que implica criar um layout que facilite a circulação de pacientes, equipe médica e equipamentos, ao mesmo tempo em que se minimizam áreas de difícil acesso e potencial acúmulo de sujeira. Complementa Souza, Paris e Souza (2016, p.16):

Em ambientes onde são realizados serviços de assistência à saúde, onde é frequente a ocorrência de situações críticas e estressantes envolvendo relações interpessoais e indivíduos com algum grau de sofrimento físico e/ou psíquico, os fatores ambientais que definem as condições de conforto (acústico, visual, lumínico, higrotérmico, olfativo e ergonômico) são essenciais durante o desenvolvimento da concepção arquitetônica.

No que concerne à disposição de mobiliário e equipamentos médicos, devido ao grande risco de contaminação, devido a grande exposição ao ambiente, o planejamento dessas áreas deve ser minucioso, visando facilitar a limpeza e

manutenção, ao mesmo tempo em que evita a presença de cantos inacessíveis ou áreas de difícil limpeza. Esse cuidado contribui significativamente para a promoção de um ambiente hospitalar mais seguro e higiênico, beneficiando pacientes e profissionais de saúde. Como detalha o Ministério da Saúde em sua cartilha (1994, p.26):

Existem locais e mobiliários que podem constituir risco de contaminação para pacientes e pessoal hospitalar, pela presença de descarga de excreta, secreção ou exsudação de material orgânico. Estes locais necessitam de descontaminação antes ou concomitante à limpeza.

### 3.3 Otimização dos fluxos de circulação

A eficácia da limpeza e manutenção em hospitais é intrinsecamente ligada à otimização dos fluxos de circulação dentro dessas instituições de saúde. Um layout cuidadosamente projetado deve propiciar à equipe de limpeza uma movimentação fluida e ágil entre as áreas a serem atendidas, como garante Barbosa (2015, p.5):

Os procedimentos determinam o espaço usando os princípios arquitetônicos e ergonômicos na análise das áreas necessárias para instalação, utilização de equipamentos, assim como os fluxos de profissionais, pacientes e equipamentos, garantindo um dimensionamento mínimo, ora previsto na normativa ora dependendo do bom senso e do conhecimento adquirido pelo profissional.

Assim garantindo, a eficiência operacional. Elementos-chave nesse contexto incluem corredores amplos, estrategicamente posicionados, portas de fácil acesso e uma sinalização adequada. Tais elementos desempenham um papel fundamental em assegurar que os profissionais possam executar suas tarefas de forma eficaz e sem entraves. Além disso, é importante evitar congestionamentos e garantir que os fluxos de pessoas, incluindo pacientes, visitantes e o transporte de equipamentos, não interfiram nas atividades de limpeza e manutenção, como finaliza Elizalde (2009, p.3):

Planejar a construção ou reforma de um determinado espaço hospitalar é necessário haver um cuidado especial para não causar nenhum problema ao ambiente, como contaminação por proximidade entre áreas funcionais ou até mesmo fluxos de materiais contaminados.

Portanto, desenvolver o planejamento arquitetônico deve-se pensar em fatores como o fluxo, a setorização, a circulação e a flexibilidade.

A facilitação do acesso a áreas técnicas, como sistemas de ar condicionado, tubulação e fiação elétrica, é essencial para permitir a realização de manutenções preventivas e corretivas, bem como para garantir uma limpeza eficaz dessas áreas. Esses quando

mal projetados podem trazer grandes transtornos e insegurança biológica, como completa Fiorentini, Almeida e Karman (1995, p.24):

As infecções hospitalares a considerar seriam, conseqüentemente, as “adquiridas intramuros”, após a internação do paciente; neste sentido, podem ser responsabilizados: água, esgoto, roupa, resíduos, alimentos, ar condicionado; equipamento de esterilização, destilador de água e muitos outros, quando mal planejados, mal construídos, mal conservados ou operados sem a devida técnica.

A disposição inteligente desses sistemas, aliada a uma concepção espacial bem planejada, resulta em ambientes hospitalares onde os fluxos de circulação não apenas promovem a eficiência operacional, mas também contribuem para a promoção da biossegurança e a prevenção de infecções hospitalares. Concluindo Toledo (2008, p.95) afirma que nas unidades hospitalares, como em todas as outras construções complexas, o projeto arquitetônico desempenha um papel de suma importância na configuração do espaço ideal para resolver possíveis conflitos entre os diversos projetos complementares. Os arquitetos e os engenheiros, de maneira geral, assumem um papel de coordenação, trabalhando em conjunto com calculistas, instaladores e projetistas de sistemas de climatização, entre outros, para debater minuciosamente os detalhes de cada projeto complementar.

### **3.4 Considerações Ergonômicas e Construtivas**

No contexto da eficácia da limpeza e manutenção em hospitais, as considerações ergonômicas e construtivas desempenham um papel essencial na garantia do conforto, da segurança e do bem-estar dos profissionais responsáveis por essas tarefas críticas. Falcão (2016, p. 34) destaca em sua obra a importância do projeto de unidades hospitalares devido à sua complexidade operacional e à necessidade de atender às preocupações tanto dos funcionários quanto dos pacientes. O serviço de Engenharia, os projetistas e ergonomistas desempenham um papel crucial na melhoria das condições de conforto, segurança e recuperação dos pacientes, bem como nas condições de trabalho dos funcionários. A arquitetura hospitalar deve incorporar avanços tecnológicos da medicina, seguir regulamentações rigorosas e garantir a qualidade e eficiência dos ambientes projetados, considerando vários aspectos, desde a localização do edifício até a capacidade de investimento dos proprietários. O projeto de unidades hospitalares deve ser abrangente e cuidadosamente planejado para atender às necessidades complexas desse ambiente,

unindo, dessa forma, padrões de segurança, eficácia de limpeza e o bem-estar de todos os envolvidos, desde os profissionais de saúde até os pacientes.

No que diz respeito aos aspectos construtivos, a altura apropriada das bancadas e superfícies de trabalho é fundamental para evitar posturas prejudiciais à saúde dos trabalhadores. A escolha de materiais de revestimento e acessórios adequados desempenha um papel significativo na promoção de um ambiente higiênico e de fácil manutenção. Superfícies lisas e resistentes facilitam a limpeza e desinfecção, minimizando o potencial de contaminação. E além desses aspectos construtivos e materiais de acabamento e revestimento, complementa Toledo (2008, p.109):

Outras mudanças funcionais necessitam de um permanente acompanhamento por parte dos projetistas, de modo a garantir a proteção desses ambientes contra a contaminação, através da utilização de antecâmaras, lavabos cirúrgicos, pressão positiva do ar insuflado, maior renovação e filtração do ar e de outras medidas adequadas a cada caso.

Juntamente com as considerações construtivas, a seleção criteriosa de equipamentos ergonomicamente projetados é crucial para melhorar a eficiência das operações de limpeza e manutenção. Isso inclui a escolha de máquinas e dispositivos de fácil manuseio, bem como a disponibilidade de acessórios que possam reduzir a carga de trabalho dos funcionários, como sistemas de aspiração eficazes e dispositivos de levantamento de cargas pesadas. Como enfatiza o trabalho de Luz (2021, p.10):

Quanto aos equipamentos (máquinas lavadoras e extratoras, aspiradores, rodos, baldes, panos, espremedores, polidoras, discos abrasivos e carros para transporte de resíduos, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) não especifica quais ações preventivas, no contexto da ergonomia, podem ser adotadas na utilização desses equipamentos. Esta síntese recomenda modificações com a utilização de equipamentos com melhor design ergonômico e layout interfuncional. Incluem: cabos de eixo longo ou carrinho de mão; utilização do aspirador em máquina do tipo caixa comparado à máquina tipo mochila, diminuição do peso dos carros funcionais e de transportes de resíduos e esfregão com a altura do cabo ajustável.

Dessa forma, visa-se aprimorar a qualidade dos serviços de saúde, mantendo um ambiente hospitalar limpo, seguro e propício à recuperação dos pacientes.

### **3.5 Treinamento de equipe e seu impacto na biossegurança e controle de infecções**

A colaboração entre a Engenharia Civil, os ergonomistas e os profissionais da saúde desempenha um papel fundamental na eficácia das práticas de limpeza e manutenção em ambientes hospitalares. Porque, completa Almeida Souza (2021, p.8989), “a

limpeza hospitalar é uma arma importante para controlar a proliferação de doenças e para proporcionar um entorno saudável e livre de agentes causadores de enfermidades”. Essa colaboração abrange vários aspectos, desde o design e a construção até o treinamento da equipe e a manutenção preventiva.

Os engenheiros civis desempenham um papel crítico no design de hospitais que são ergonomicamente eficientes e fáceis de manter. Isso inclui a disposição estratégica de áreas de trabalho, armazenamento de materiais de limpeza e sistemas de ventilação eficazes. Estes profissionais da engenharia prosseguem, como mencionado por Silva e Ito (2017, p.4):

Assumem uma nova postura, que auxilia na promoção da saúde, melhorando as instalações hospitalares, para que as pessoas se sintam bem, resultando em ambientes mais agradáveis, eficientes, e com uma melhor distribuição do espaço e da racionalização de recursos financeiros e humanos, potenciando a agilidade e qualidade de procedimentos clínicos.

O objetivo é criar espaços intuitivos e funcionais que permitam às equipes de trabalhadores da saúde realizarem suas tarefas com eficiência, completam mais uma vez, Silva e Ito (2017, p.4), O ambiente destinado à promoção da saúde deve estabelecer uma relação mais humanizada com seus usuários, que incluem profissionais que atuam no local, familiares de pacientes, visitantes e todos os envolvidos no processo. A qualidade do ambiente desempenha um papel fundamental na recuperação dos pacientes, reduzindo assim os riscos de contaminação cruzada.

A escolha de materiais de construção desempenha um papel vital na promoção da higiene. Os engenheiros civis colaboram com profissionais da saúde para selecionar materiais resistentes e de fácil limpeza, como revestimentos de parede, pisos e bancadas lisas e impermeáveis. Exemplifica e contextualiza Araujo (2018, p.38):

Por exemplo, para os espaços que contenham pias, utilizar material que seja resistente a água. Contudo, se for uma pia de laboratório, é recomendado utilizar granito ou laminado melamínico, pois são materiais resistentes a impactos, a água e de fácil limpeza.

Esses materiais minimizam o potencial de contaminação e facilitam a desinfecção.

Além disso, os engenheiros civis contribuem para o desenvolvimento de programas de treinamento específicos para a equipe de limpeza. Isso inclui a criação de manuais de procedimentos que destacam as diretrizes de design e as melhores práticas de limpeza e manutenção para cada área do hospital. Como explica Porto (2019, p.3348):

Ficou evidente que a utilização de diversas estratégias da educação permanente, na assistência à saúde, traz melhorias à medida que estimulam os profissionais no aperfeiçoamento, qualificação e na atualização de conceitos e ações práticas, contribuindo também para o desenvolvimento da reflexão crítica, trazendo mudança comportamental, favorecendo desta forma o crescimento pessoal e profissional e a interação da equipe multidisciplinar, propiciando assim a melhora na qualidade da assistência

Esses materiais educacionais são essenciais para garantir que a equipe esteja ciente das particularidades do ambiente hospitalar e possa executar suas tarefas com precisão.

A colaboração entre Engenharia Civil, Arquitetura e a equipe de saúde desempenha um papel crucial na criação de ambientes hospitalares que possam ser mantidos com eficácia, reduzindo o risco de infecções hospitalares e proporcionando um espaço seguro e higiênico para pacientes e profissionais de saúde. Essa parceria é essencial para garantir a saúde e o bem-estar de todos envolvidos no cuidado hospitalar. Conforme destacado no site da Kanno Arquitetura (2023), a escolha cuidadosa de materiais para pisos, paredes e mobiliário que sejam de fácil limpeza pode significativamente simplificar as tarefas de manutenção. Por exemplo, superfícies lisas e não porosas como vidro e aço inoxidável, mostram-se mais práticas para a limpeza e desinfecção. Além disso, a disposição do mobiliário e equipamentos deve ser minuciosamente planejada para permitir uma limpeza eficiente, evitando espaços apertados ou excessivamente cheios de cantos que possam propiciar o acúmulo de sujeira, tornando a higienização mais desafiadora.

### **3.6 Regulamentação**

A Resolução RDC nº 50 de 21 de fevereiro de 2002 da ANVISA tem implicações diretas nos itens apresentados. Esta resolução estabelece diretrizes e normas para a elaboração de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde. Ela define requisitos específicos relacionados à disposição de áreas e à prevenção de infecções nos ambientes hospitalares. Ou como explica Carvalho (2014, p.51), esta normativa atinge os mais importantes parâmetros de edificações de saúde.

Certos aspectos despertam particular atenção:



### **3.6.1 Normatização para as áreas de fácil acesso**

A organização das instalações hospitalares deve garantir o acesso fácil e desimpedido a áreas críticas, como unidades de terapia intensiva, salas de cirurgia e áreas de isolamento. Isso está alinhado com a RDC 50 (BRASIL, 2002, Item 8):

Os ambientes de apoio podem ou não estar dentro da área da unidade, desde que de fácil acesso, salvo exceções explicitadas entre parênteses ao lado do nome do ambiente, assim como podem ser compartilhados entre duas ou mais unidades. Unidades de acesso restrito (centro cirúrgico; centro obstétrico; hemodinâmica; UTI, etc.), têm seus ambientes de apoio no interior das próprias unidades. Os aspectos de quantificação, de dimensão e de instalações dos ambientes de apoio encontram-se detalhados nas tabelas das unidades funcionais específicas desses.

Que enfatiza a necessidade de planejamento detalhado para minimizar obstáculos e garantir que a equipe de limpeza possa realizar suas tarefas com eficiência.

### **3.6.2 Normatização para a Minimização de Áreas de Difícil Alcance**

Evitar áreas de difícil alcance é essencial para a adequada higienização e manutenção. Isso também está em conformidade com a RDC 50 (BRASIL, 2002 item C.2), que preconiza o planejamento de espaços de forma a reduzir recantos onde sujeira e contaminantes possam se acumular, “Especial atenção deve ser dada a união do rodapé com a parede de modo que os dois estejam alinhados, evitando-se o tradicional ressalto do rodapé que permite o acúmulo de pó e é de difícil limpeza”.

### **3.6.3 Normatização para otimização dos fluxos de circulação**

Um layout bem planejado e a otimização dos fluxos de circulação são aspectos essenciais para garantir a eficiência operacional da equipe de limpeza. Isso inclui a garantia de que corredores sejam amplos, portas de fácil acesso estejam disponíveis e uma sinalização adequada seja implementada. Essas medidas estão alinhadas com a RDC 50 (BRASIL, 2002 item 4.3 - a e b), que busca a facilitação do acesso a áreas técnicas e a promoção da biossegurança:

a) Os corredores de circulação de pacientes ambulantes ou em cadeiras de rodas, macas ou camas, devem ter a largura mínima de 2,00 m para os maiores de 11,0m e 1,20m para os demais, não podendo ser utilizados como áreas de espera. [...] Os corredores de circulação de tráfego intenso de material e pessoal devem ter largura mínima de 2,00 m, não podendo ser utilizados como área de estacionamento de carrinhos.

b) Todas as portas de acesso aos ambientes aonde forem instalados equipamentos de grande porte têm de possuir folhas ou painéis removíveis,

com largura compatível com o tamanho do equipamento, permitindo assim sua saída.

### **3.6.4 Normatização para as considerações ergonômicas e construtivas**

A altura apropriada das bancadas e superfícies de trabalho, bem como a escolha de materiais de revestimento e acessórios, são aspectos ergonômicos e construtivos que também têm impacto na limpeza e manutenção eficazes. Superfícies lisas e resistentes são importantes para facilitar a limpeza, conforme preconizado pela RDC 50 (BRASIL, 2002. Item C1):

Os materiais, cerâmicos ou não, quando usados nas áreas críticas, não podem possuir índice de absorção de água superior a 4% individualmente ou depois de instalados no ambiente, além do que, o rejunte de suas peças, quando existir, também deve ser de material com esse mesmo índice de absorção. O uso de cimento sem qualquer aditivo antiabsorvente para rejunte de peças cerâmicas ou similares, é vedado tanto nas paredes quanto nos pisos das áreas críticas.

### **3.6.5 Normatização para treinamento de equipe**

A colaboração entre a Engenharia Civil e os profissionais de saúde, como destacado no texto, contribui para o desenvolvimento de programas de treinamento específicos para a equipe de limpeza. Isso é fundamental para que a equipe esteja ciente das diretrizes de design e das melhores práticas de limpeza e manutenção, garantindo que os padrões definidos na RDC 50/2002 sejam seguidos com precisão, (BRASIL, 2002, parte 6 item b):

b) o componente arquitetônico dos EAS, referente a uma série de elementos construtivos, como: padrões de circulação, sistemas de transportes de materiais, equipamentos e resíduos sólidos; sistemas de renovação e controle das correntes de ar, facilidades de limpeza das superfícies e materiais; e instalações para a implementação do controle de infecções.

A conformidade com a Resolução RDC nº 50/2002 da ANVISA desempenha um papel importante na definição de padrões de qualidade que promovam a saúde e o bem-estar de todos os envolvidos no cuidado de pacientes. Uma vez que, conforme diz Bortoluzzi (2018, p. 53), A norma inclui informações sobre o controle de infecções em ambientes de saúde, abordando práticas para evitar infecções hospitalares.

## **4 SISTEMAS DE VENTILAÇÃO E FILTRAGEM DE AR NA ASSISTÊNCIA À SAÚDE**

Os sistemas de ventilação e filtragem de ar, muitas vezes invisíveis, desempenham um papel essencial na proteção dos pacientes e na promoção de ambientes mais

saudáveis em hospitais. Os engenheiros civis, altamente qualificados, projetam sistemas que atendem às necessidades específicas de cada instalação, considerando a disposição das instalações, eficiência energética e regulamentos de saúde rigorosos. Como esclarece o Engenheiro Matos (2014, p.2), tornar a qualidade do ar interior satisfatória em hospitais é uma tarefa desafiadora para os profissionais de saúde, engenheiros e gestores hospitalares. Isso é importante para assegurar a saúde das pessoas que ocupam o espaço e também para otimizar o desempenho das atividades realizadas nesse ambiente. Eles desempenham um papel vital na concepção de sistemas que minimizam a recirculação de contaminantes e melhoram a qualidade do ar interior, contribuindo diretamente para a prevenção de infecções hospitalares.

Este capítulo explora o papel fundamental dos engenheiros civis no projeto e implementação de sistemas de ventilação e filtragem. Eles garantem a conformidade com diretrizes de qualidade do ar interior, incluindo a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) número 50 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), NBR 6401, NBR 7256 e a Portaria nº 3.523/GM de agosto de 1998, Bastos, Assis, Menezes e Dias (2020, p.15) explicam, no Brasil, a elaboração de projetos segue as regulamentações da RDC e as normas da ABNT, sem desconsiderar as orientações das normas internacionais, como ASHRAE, ISO, DIN e outras. Essas normas também abordam questões relacionadas ao controle da contaminação, procedimentos operacionais e a estrutura das instalações. Estas Normas e Resoluções regulamentam o projeto, estabelecendo parâmetros e padrões de qualidade do ar em ambientes hospitalares.

#### **4.1 Importância da renovação contínua do ar**

A renovação contínua do ar em ambientes hospitalares desempenha um papel fundamental na promoção da qualidade do ar interior, garantindo a segurança tanto de pacientes quanto de profissionais de saúde. Os sistemas de ventilação desempenham um papel crucial na realização dessa renovação, como reforça da Silva (2013, p.4)

No entanto, se as normas estabelecidas fossem cumpridas, principalmente no que trata das taxas de renovação do ar, muitos dos problemas de poluição e contaminação interna seriam minimizados ou mesmo eliminados, pois reduziriam os níveis de concentração dos poluentes no ar dos interiores.

E é essencial compreender como os sistemas de ventilação são projetados para atingir esse objetivo.

A renovação contínua do ar é essencial para diversas finalidades, como a redução da concentração de partículas suspensas no ambiente, o controle adequado da umidade, a prevenção da transmissão de infecções e a contenção de contágios entre pacientes com doenças infecciosas em isolamento. Como Salienta Silva e Navarro (2012, p.140):

É importante ressaltar que a qualidade do ar é um dos fatores determinantes na cadeia do controle de infecções, não se deve, contudo, negligenciar as demais medidas relacionadas às boas práticas e medidas de rotina operacional dos serviços de saúde.

Além disso, a renovação do ar desempenha um papel importante na minimização de odores indesejados nessas instalações de saúde.

## **4.2 Componentes dos sistemas de ventilação e filtragem de ar**

Os sistemas de ventilação e filtragem de ar em hospitais consistem em uma série de componentes essenciais, cada um desempenhando um papel crucial na manutenção da qualidade do ar interior e na prevenção de infecções hospitalares. No entanto, como salientado por da Silva (2013, p.4), a principal finalidade dos sistemas de ar condicionado é criar um ambiente mais agradável por meio do resfriamento, umidificação e purificação do ar ambiente. No entanto, é importante notar que, caso esses sistemas não sejam adequadamente projetados e mantidos, podem representar uma potencial fonte de infecções hospitalares, o que pode agravar o estado de saúde dos pacientes internados, muitos dos quais têm seus sistemas imunológicos comprometidos. Seguem os principais componentes desses sistemas:

### **4.2.1 Unidades de tratamento de ar (UTAs)**

As UTAs são o coração dos sistemas de ventilação em hospitais. De acordo com AAF Internacional (2023), As Unidades de Tratamento de Ar (UTAs) são equipamentos de metal usados para coletar e trocar o ar externo com o ar interno em um ambiente, garantindo a qualidade e temperatura adequadas do ar. Isso é essencial para manter o ar fresco e limpo no local. Elas são responsáveis por tratar o ar externo, ajustando sua temperatura, umidade e qualidade antes de serem distribuídas para os espaços internos. Essas unidades incluem bobinas de aquecimento e resfriamento,

umidificadores, desumidificadores e trocadores de calor. A escolha e dimensionamento adequados das UTAs são fundamentais para garantir a eficiência energética e a qualidade do ar interior.

#### **4.2.2 Filtros de ar**

Os filtros de ar desempenham um papel crítico na retenção de partículas, microrganismos, gases, poluentes do ar e odores indesejados. Em hospitais, onde a qualidade do ar é de extrema importância, são usados filtros de alta eficiência, como filtros HEPA (High Efficiency Particulate Air), filtros ULPA (Ultra-Low Penetration Air). Completa Semanas (2022, p.10), à medida que a classe de limpeza desejada para uma sala aumenta, a eficiência dos filtros utilizados para purificar o ar insuflado também deve ser maior. Portanto, salas como blocos operatórios exigem filtros mais eficientes em comparação com os filtros necessários para salas como escritórios comuns. Esses filtros retêm partículas minúsculas, incluindo vírus e bactérias, ajudando a evitar a disseminação de agentes patogênicos e por último, Filtros de Carvão Ativado, este tem a finalidade de ser usado para adsorver gases e odores indesejados.

#### **4.2.3 Sistemas de distribuição de ar**

Esses sistemas são responsáveis por direcionar o ar tratado para áreas específicas do hospital. Eles incluem dutos de ar, difusores e grelhas. Complementa Júnior (2019, p.30 e 31), A ventilação é implementada por meio de dutos e sistemas de ar condicionado que percorrem toda a estrutura física dos edifícios. Esses sistemas são responsáveis por aquecer ou resfriar o ar externo, bem como pela sua distribuição e renovação, garantindo que não haja contato direto entre os ambientes internos e o ar externo. A distribuição adequada do ar é essencial para garantir que todas as áreas recebam ventilação adequada, especialmente espaços críticos, como salas de cirurgia e unidades de terapia intensiva.

#### **4.2.4 Sistemas de exaustão**

Os sistemas de exaustão removem o ar viciado e poluído dos espaços internos, garantindo uma taxa adequada de renovação do ar. Neotti (2021, p.1) explica, “sistema de exaustão tem por finalidade eliminar contaminantes biológicos do ar exaurido. A renovação de ar causa a diluição de contaminantes, porém para cada aplicação um adequado nível de filtragem deve ser empregado”. Em hospitais, as

áreas que requerem pressão negativa, como salas de isolamento, têm sistemas de exaustão específicos para evitar a disseminação de patógenos. Esses sistemas devem ser projetados de forma precisa para garantir que o ar contaminado seja adequadamente removido.

#### **4.2.5 Controles e automação**

A automação desempenha um papel importante na operação eficiente dos sistemas de ventilação. Sensores de qualidade do ar e temperatura monitoram constantemente as condições internas e ajustam a operação dos sistemas de acordo com as demandas. Isso garante que a qualidade do ar seja mantida dentro dos padrões desejados e que o consumo de energia seja otimizado. Como explica Lucena, Rufino e Pinto (2021, p.1), “O Sistema de controle é desenvolvido para atender automaticamente os parâmetros pré-estabelecidos de acordo com a norma, sendo composto por sensores periféricos, um controlador lógico programável (CLP) e uma interface homem máquina (IHM)”.

#### **4.2.6 Monitoramento e Manutenção**

Além dos componentes físicos, os sistemas de ventilação também incluem sistemas de monitoramento e manutenção. Isso envolve a verificação regular da eficácia dos filtros, a calibração dos sensores e a limpeza dos dutos de ar para garantir o funcionamento contínuo e a conformidade com as regulamentações de qualidade do ar. Como explica Mota (2014, p.45), a precariedade do ar, no ambiente hospitalar é em grande parte, resultado da ausência de uma rotina apropriada para a realização de procedimentos como a troca de filtros e a limpeza e manutenção de equipamentos. Essas práticas são essenciais para preservar a qualidade do ambiente interno. A negligência nessas áreas pode levar a uma degradação do ambiente a ponto de tornar a transmissão de contaminantes pelo ar inevitável e preocupante.

Sintetizando, os sistemas de ventilação e filtragem de ar em hospitais são complexos e envolvem uma série de componentes interdependentes. Engenheiros desempenham um papel fundamental na garantia da qualidade do ar, tanto no desenvolvimento de projetos quanto na organização da manutenção desses sistemas. Eles se asseguram de que os sistemas atendam às necessidades específicas de cada instalação hospitalar, contribuindo para um ambiente mais saudável e seguro para pacientes, profissionais de saúde e visitantes. Como destaca a Climasul (2018)

especialista em sistemas de ar-condicionado, um sistema de ar-condicionado bem desenvolvido e com manutenção em dia não apenas melhora a qualidade do ar, mas também oferece outras vantagens, como a redução do tempo de internação dos pacientes. Um ambiente climatizado com qualidade do ar reduz a propagação de doenças transmitidas pelo ar e minimiza o risco de infecções hospitalares, fatores que costumam prolongar a estadia dos pacientes. Completa Semanas (2022, p.7), a renovação do ar em um Estabelecimento de Saúde é fundamental para seu funcionamento adequado. Esse processo é essencial não apenas para manter a higiene do ambiente, mas também para reduzir a contaminação do entorno. Além disso, um ambiente confortável e saudável contribui para o bem-estar dos pacientes, o que, por sua vez, influencia positivamente em sua recuperação.

### **4.3 Projeto de sistemas de ventilação hospitalar**

O projeto de sistemas de ventilação hospitalar é uma tarefa complexa e crucial para garantir a qualidade do ar interior e a prevenção de infecções hospitalares. Como explica Schirmer, Gauer e Szymanski (2010, p. 61):

Em hospitais, a presença de compostos químicos e agentes biológicos no ar interno cria condições que podem comprometer a recuperação dos pacientes, além de afetar a saúde e produtividade dos funcionários. Assim, estes estabelecimentos necessitam de sistemas de climatização bem projetados e operados, que forneçam taxas de ventilação adequadas para garantir o conforto dos ocupantes, bem como a assepsia dos ambientes.

Engenheiros civis desempenham um papel fundamental nesse processo, pois são responsáveis por projetar sistemas que atendam às necessidades específicas dos hospitais, incluindo espaços críticos como salas cirúrgicas e laboratórios. Como pode ser entendido através da descrição do processo geral de projeto desses sistemas, e das palavras de Silva e Navarro (2012, p.140), “As instalações dos serviços de saúde devem ser planejadas de tal forma que restrinjam os agentes de riscos biológicos e químicos capazes de serem transmitidos pelo ar”. Destacando como as necessidades dos espaços críticos são consideradas:

#### **4.3.1 Avaliação das necessidades do hospital**

O processo de projeto começa com uma avaliação detalhada das necessidades do hospital. Isso envolve a compreensão das áreas que requerem ventilação especial, como salas cirúrgicas, unidades de terapia intensiva e laboratórios. Segundo as palavras de Costa (2007, p.25), é imprescindível considerar as singularidades dos

ambientes hospitalares, bem como diversos níveis de requisitos, que vão além do mero conforto. Isso ocorre devido à presença de pacientes com sistemas imunológicos debilitados, tornando o ambiente uma fonte significativa de microrganismos. Cada área pode ter requisitos específicos de qualidade do ar, taxa de renovação e controle de pressão.

#### **4.3.2 Coleta de dados**

Os engenheiros civis coletam dados detalhados sobre o hospital, incluindo sua estrutura física, layout, número de quartos, capacidade de pacientes, fluxos de pessoas e atividades realizadas em cada espaço. Essas informações são essenciais para dimensionar adequadamente os sistemas de ventilação. Como complementa Campos (1997, p. 9):

Planejamento é proposta de mudança. Ninguém deve propor qualquer tipo de modificação em algo sem conhecer profundamente. Um Diagnóstico de Saúde da Área onde se pretenda implementar um tipo qualquer de planejamento é totalmente imprescindível. A feitura de uma Diagnóstico de Saúde de Área implica na coleta de um conjunto de informações. Sem ele, qualquer planejamento terá a sua eficácia prejudicada.

#### **4.3.3 Projeto conceitual**

Com base nas informações coletadas e nas regulamentações, os engenheiros civis desenvolvem um projeto conceitual que define a estratégia geral para os sistemas de ventilação. Isso inclui a determinação das áreas críticas que requerem pressão negativa ou positiva, a escolha de sistemas de filtragem adequados e a definição das taxas de renovação de ar. Como exemplifica o engenheiro civil de Caxias do Sul - RS, Barella (2019);

Deseja-se ao final dos serviços obter - se o sistema sob forma totalmente operacional, de modo que o fornecimento de materiais, equipamentos e mão de obra deverão ser previstos de forma a incluir todos os componentes necessários para tal, “mesmo aqueles que embora não claramente citados, sejam necessários para atingir o perfeito funcionamento de todo o sistema”.

#### **4.3.4 Detalhamento do projeto**

O próximo passo envolve o detalhamento do projeto, ou seja, nesta fase temos o memorial descritivo do projeto de engenharia, que inclui a especificação de todos os componentes dos sistemas de ventilação. Isso abrange a seleção de unidades de tratamento de ar, filtros de alta eficiência, dutos de ar, grelhas, difusores, sistemas de exaustão e controles automatizados. Completa Castro (2018, p.3):



O memorial descritivo é um documento que descreve todos os detalhes incluindo todas as fases e materiais que englobam o projeto. Este documento serve para sabermos quais produtos precisamos comprar e para começarmos a executar a obra. Além de garantir segurança ao consumidor, este documento é um tipo de guia onde irá orientar o gerenciamento da execução da obra. Permite também, que sejam considerados os detalhes do projeto, para que todos possam visualizar como ficará o empreendimento quando finalizado.

#### **4.3.5 Manutenção e monitoramento**

Após a implementação, os sistemas de ventilação exigem manutenção regular e monitoramento contínuo para garantir que operem conforme o projetado. Isso inclui a substituição periódica de filtros, calibração de sensores e limpeza de dutos de ar. Conforme explica Silva (2021, p.4) sobre a complexidade da manutenção e do monitoramento do sistema:

O monitoramento da temperatura nos hospitais não se atenta somente na condição dos filtros e manutenção do ar condicionado, mas também se este se encontra no funcionamento nas salas específicas, além de a temperatura estar apropriada. Ambientes, como salas de cirurgias e UTI (Unidade de Terapia Intensiva), exigem temperaturas adequadas a norma NBR 7256/2005, que dita medidas preventivas de infecção, estabelecendo que devem ser mantidas entre 18°C e 22°C.

#### **4.3.6 Colaboração multidisciplinar**

Durante todo o processo de projeto, e mais tarde de manutenção, os engenheiros civis colaboram estreitamente com outros profissionais de saúde, como médicos, enfermeiros e especialistas em controle de infecções. Conforme percebido por Silva (2013, p.4):

O plano de manutenção e limpeza do sistema de ar condicionado deve ser estabelecido e sua implantação deve ser de responsabilidade da área de manutenção. Entretanto o planejamento, a organização, a supervisão e o controle de infecção hospitalar são de responsabilidade da Comissão de Controle de Infecção Hospitalar.

Comissão a qual, o engenheiro civil, juntamente com profissionais da saúde, faz parte. Essa colaboração garante que os sistemas de ventilação atendam às necessidades tanto dos pacientes quanto dos profissionais de saúde.

O projeto de sistemas de ventilação hospitalar, assim como todo projeto hospitalar é um processo multidisciplinar que exige conhecimento técnico, conformidade com regulamentos e colaboração próxima com profissionais de saúde. Os engenheiros civis desempenham um papel fundamental na concepção desses sistemas, e projetos hospitalares, garantindo que eles atendam às necessidades específicas de cada

hospital e contribuam para a prevenção de infecções hospitalares. Como bem explica Figueiredo (2008, p.46):

Existe uma diferença significativa entre os projetos convencionais e o projeto hospitalar. Na construção civil, muitas vezes, o cliente e o usuário são os mesmos, facilitando o trabalho dos projetistas. No caso hospitalar, isso não acontece, o profissional de arquitetura e engenharia geralmente é contratado por um corpo administrativo para projetar um espaço destinado para diversos tipos de usuários; médicos, enfermeiros, pacientes, funcionários, visitantes. São muitas as opiniões e visões sobre qual é o melhor programa, as melhores circulações. Por mais que o projetista se esforce para uma perfeita funcionalidade e estética, o projeto sempre fica exposto a mudanças devido a necessidades de novos usos, seja por inovações tecnológicas, novas doenças ou necessidades de expansão.

#### **4.4 Sistemas de pressão negativa em áreas críticas e a contribuição com a biossegurança**

A ventilação com pressão negativa é um sistema de ventilação que mantém a pressão do ar em um ambiente ou edifício menor do que a pressão atmosférica externa. Isso é conseguido através de um sistema de ventilação que extrai o ar de dentro do ambiente e o substitui por ar fresco do exterior. Silva (2021, p.5), a partir de seu artigo explica:

Ambientes de Isolamento de Infecções: são leitos de pressão negativa, onde o ar de onde estão essas pessoas pode gerar a infecção de outras pessoas, para isso existem exaustores que fazem a sucção do ar nessas salas, impossibilitando que ele passe para o ambiente externo. Exemplo: Leitos para tratamento de COVID-19.

Os sistemas de pressão negativa desempenham um papel crucial na biossegurança de ambientes hospitalares, especialmente em áreas críticas, como Salas de Isolamento designadas para pacientes com doenças contagiosas ou altamente infecciosas, Blocos Cirúrgicos e Centrais de Materiais e Esterilização (CME), etc. Reforça Silva e Navarro (2012, p. 139):

As medidas tomadas pelos gestores e aquelas incorporadas pelos trabalhadores por meio da capacitação em boas práticas e em Biossegurança para o controle do risco ambiental, quebram os elos da cadeia de transmissão de doenças em serviços de saúde. As medidas administrativas, como busca ativa, diagnóstico, terapêutica e acompanhamento do doente se unem às medidas ambientais ou de engenharia que incluem os quartos de isolamento com pressão negativa e o uso de filtros absolutos.

Esses sistemas integrados nas áreas críticas contribuem para:

##### **4.4.1 Contenção de patógenos, proteção de pacientes, visitantes e profissionais de saúde e minimização do contágio cruzado**

Os sistemas de pressão negativa impedem que patógenos, como vírus e bactérias, escapem das áreas de isolamento. Como explica Busanello (2020, p.34), “os leitos destinados aos pacientes com COVID-19 devem contar com pressão negativa, para fins de controle da dispersão de microorganismos no ar e superfícies”. Isso é crucial para evitar a propagação de doenças infecciosas no hospital, protegendo pacientes, visitantes e profissionais de saúde que estejam fora dessas áreas. Os sistemas de pressão negativa também reduzem o risco de contágio cruzado entre pacientes hospitalizados. Isso é particularmente importante em unidades de terapia intensiva e outras áreas onde pacientes vulneráveis podem estar presentes.

#### 4.5 Regulamentação

O Engenheiro civil, juntamente com os profissionais envolvidos, ao aceitar o projeto de uma unidade de saúde hospitalar, tem de ter o conhecimento da legislação que envolve a elaboração de projetos físicos de estabelecimentos de saúde, como a RDC 50/ 2002 a NBR 6401 Instalações Centrais de Ar Condicionado, a NBR 7256 Tratamento de ar em estabelecimentos de saúde e a Portaria nº 3.523/GM de 1998 que estabelece padrões de qualidade do ar em ambientes climatizados artificialmente. Normas estas que trará fundamentação para orientar esses projetos.

Regulamentos como a RDC 50 estabelecem padrões específicos para a projeção dos ambientes físicos e que estabelece critérios para a qualidade do ar interior em instalações de saúde. Os sistemas de ventilação são projetados de acordo com essas regulamentações para garantir que as metas de qualidade do ar sejam atendidas. Conforme destacado na RDC 50 (BRASIL, 2002, Cap.5):

A abordagem do controle das condições de conforto ambiental dos EAS realizou-se a partir da interação das expectativas específicas a cada sub-aspecto (higrotérmico e de qualidade do ar, acústico e luminoso) com a classificação dos ambientes daqueles edifícios segundo as atividades que abrigam.

Para atingir a renovação contínua do ar, os engenheiros civis projetam sistemas de ventilação que incluem a troca periódica do ar interior por ar fresco do exterior. Isso é alcançado através da combinação de unidades de tratamento de ar, sistemas de exaustão e sistemas de distribuição de ar eficientes. Além disso, filtros de alta eficiência são incorporados para remover partículas do ar antes de serem recirculadas. Como previsto na RDC 50 (BRASIL, 2002 Cap.1 item A):

Deverá ser desenvolvido um programa básico das instalações de ar condicionado e ventilação mecânica do EAS, destinado a compatibilizar o projeto arquitetônico com as diretrizes básicas a serem adotadas no desenvolvimento do projeto, contendo quando aplicáveis: - Proposição das áreas a serem climatizadas (refrigeração, calefação, umidificação, pressurização, ventilação e câmaras frigoríficas); - Descrição básica do sistema de climatização, mencionando: filtros, água gelada, "self" a ar, etc.

A renovação contínua do ar é essencial em ambientes hospitalares para minimizar a concentração de partículas e microrganismos patogênicos no ar, reduzindo assim o risco de infecções hospitalares. Mas caso ocorra uma falha de projeto, este mesmo sistema pode se tornar motivo de preocupação, como destaca a NBR 7256 (BRASIL, 2005 item 4.6):

As instalações de tratamento de ar podem se tornar causa e fonte de contaminação, se não forem corretamente projetadas, construídas, operadas e monitoradas, ou ainda se não receberem os cuidados necessários de limpeza e manutenção.

Os sistemas de ventilação são projetados com esse objetivo em mente, contribuindo significativamente para a segurança e a saúde de todos os envolvidos nos cuidados de saúde.

## **5 MINIMIZAÇÃO DE SUPERFÍCIES DE CONTATO PARA FACILITAR LIMPEZA E MANUTENÇÃO**

A minimização de superfícies de contato é uma estratégia essencial no contexto da engenharia civil voltada para ambientes hospitalares. Este capítulo busca oferecer uma visão abrangente dessa abordagem eficaz, enfatizando o papel fundamental desempenhado pela engenharia civil na criação de ambientes mais seguros e higiênicos. Uma vez que, como enfatiza Caetano (2021, p.2), o controle das Infecções Relacionadas à Assistência à Saúde é um tópico crítico na saúde pública, uma vez que está associado a níveis significativos de doenças, óbitos e despesas, especialmente em nações em desenvolvimento.

Um dos principais focos deste capítulo é a redução deliberada do número de objetos de contato, como maçanetas, interruptores e corrimãos, com o objetivo de simplificar as operações de higienização e minimizar o potencial de contaminação cruzada. Como explica Oliveira e Damasceno (2009, p.1119), a escolha de materiais e mobiliário adequados desempenha um papel crítico nesse processo, uma vez que superfícies resistentes, laváveis e impermeáveis contribuem significativamente para a manutenção de um ambiente hospitalar limpo e seguro.

Além disso, serão exploradas soluções inovadoras que podem ser aplicadas na criação de ambientes mais higiênicos. Isso pode incluir o uso de materiais antibacterianos, superfícies autolimpantes e sistemas de automação avançados, que não apenas reduzem o potencial de contaminação, mas que também simplificam as operações de manutenção. Depner (2015, p. 532) novamente contribui ao trabalho: “a aplicação das superfícies antimicrobianas poderá resultar em menores taxas de infecções e menor uso de antibióticos, redução de custos com tratamento, melhor desempenho zootécnico e redução da transmissão de zoonoses.

Portanto, este capítulo aborda de forma detalhada como a minimização de superfícies de contato é uma estratégia fundamental para melhorar os padrões de limpeza e manutenção em ambientes hospitalares. Ao adotar essa abordagem, a engenharia civil desempenha um papel crucial na promoção da biossegurança, garantindo que os ambientes hospitalares sejam não apenas seguros, mas também eficientes em termos de limpeza e manutenção. Complementa Caetano (2021, p.2), “As práticas de limpeza e desinfecção de ambientes, superfícies e equipamentos fazem parte dos programas de controle de infecção, na tentativa de adequar o ambiente, minimizando o risco de doenças”.

## **5.1 A importância da minimização de superfícies de contato**

A minimização das superfícies de contato é essencial para criar ambientes hospitalares mais seguros e higiênicos, pois permite reduzir a acumulação de sujeira e germes, priorizando, principalmente em áreas críticas e semicríticas, a concepção de espaços com o menor número possível de ranhuras, frestas e objetos propensos a reter microrganismos, mesmo após limpezas frequentes. Bortoluzzi (2018, p. 63) acrescenta que o restante do mobiliário deve ser de fácil limpeza e não deve esconder nem reter sujeira ou umidade em sua proximidade.

Conforme destacado pela especialista em acabamentos hospitalares, Santa Luzia (2022), os materiais de acabamento desempenham um papel fundamental na promoção da higiene e segurança em ambientes médicos. É importante que arquitetos, engenheiros e construtores da área da saúde contem com parceiros que ofereçam soluções específicas para atender a clínicas, hospitais e laboratórios. Isso possibilita uma variedade de opções para atender às necessidades de construção ou reforma, tornando os ambientes mais eficazes e fáceis de manter.

Essa minimização não se limita apenas a elementos como maçanetas e corrimãos. Deve ser uma consideração abrangente que engloba todas as áreas, desde revestimentos de paredes e pisos até o mobiliário e os equipamentos. Optar por materiais que sejam lisos, não porosos e fáceis de higienizar é um passo significativo na redução de superfícies que podem abrigar patógenos. A escolha criteriosa de mobiliário com formas simplificadas, que eliminem detalhes complexos e ranhuras, também é um aspecto fundamental. Conforme orientação da especialista em móveis hospitalares Medword Móveis Hospitalares (2023):

Uma parte considerável do tempo de uma equipe profissional de um hospital é usada na higienização de móveis e diversos ambientes. Para isso, um bom móvel hospitalar deve ser fácil de limpar. Quanto mais rápido for a limpeza desse móvel, mais rápido estará pronto para o uso do próximo paciente.

A mesma coisa se aplica com relação a manutenção. Como são móveis de uso intenso e constante, é natural que com o tempo acabam se desgastando. Porém, existem móveis que a manutenção é extremamente complicada, o que pode gerar atrasos na disponibilização de leitos e no atendimento de um maior número de pacientes.

## **5.2 Estratégias de design para minimização de superfícies de contato**

Além da escolha de materiais adequados o design simplificado de mobiliário, elementos arquitetônicos e rotinas protocoladas de limpeza desempenham um papel crítico na minimização de superfícies de contato. Como explica Soares (2018, p.31), “após a saída do paciente da sala de exame, o ambiente, os equipamentos e outros materiais utilizados que estiveram em contato com o doente devem ser higienizados e desinfetados”. Essa abordagem simplifica as operações de limpeza, reduzindo o tempo necessário para manter um ambiente limpo e minimizando o potencial de erros humanos na higienização. São várias estratégias de design, incluindo:

### **5.2.1 Materiais antibacterianos**

A seleção de materiais de construção com propriedades antibacterianas tem se mostrado eficaz. Por exemplo, o uso de cobre, como explicado por Depner (2015, p.534), é autorizado para a fabricação de produtos em ambientes comerciais, residenciais e de saúde. A utilização de ligas de cobre não substitui as práticas padrão de limpeza e desinfecção, mas complementa essas práticas. Da mesma forma, o aço inoxidável, como destacado por Torqueti (2014, p.455), com superfícies funcionalizadas, reduz a carga microbiana aderida, minimizando o risco de

contaminação. Além desses materiais, revestimentos com propriedades antimicrobianas podem ser aplicados em superfícies de alto contato, como o Porcelanato Extrudido desenvolvido por Grave (2010), que oferece ação antimicrobiana, resistência a manchas e produtos químicos.

### **5.2.2 Design ergonômico**

No desenvolvimento de mobiliário e equipamentos, é fundamental adotar uma abordagem ergonômica. Incorporar formas arredondadas e eliminar reentrâncias é essencial. Como explicado por Bragança (2019, p.7), é crucial evitar o uso de materiais que possam acumular sujeira ou promover a disseminação de fontes de infecção. Em vez disso, deve-se priorizar o uso de materiais que facilitem a limpeza constante do ambiente, contribuindo para um ambiente mais seguro e higiênico.

### **5.2.3 Revestimentos monolíticos**

O uso de revestimentos monolíticos, como superfícies contínuas e sem emendas, é essencial para minimizar superfícies de contato. Como esclarece Medeiros (2013, p.18), materiais de revestimento que resultem em superfícies monolíticas, com o mínimo de ranhuras ou frestas, mesmo após uso e limpeza frequente, são particularmente essenciais em áreas críticas e semicríticas. Esses revestimentos são mais fáceis de limpar e menos propensos a reter sujeira ou microrganismos.

## **5.3 Inovações tecnológicas e soluções inteligentes**

Além das estratégias de design, as inovações tecnológicas desempenham um papel cada vez mais importante na minimização de superfícies de contato em ambientes hospitalares. Engenheiros civis e profissionais da área de saúde estão adotando soluções inteligentes para criar ambientes hospitalares mais higiênicos. Como acrescenta Cicoletta (2018, p.56) para isso, é essencial contar com o apoio da direção durante a implementação do setor de serviço de Engenharia, proporcionando condições para que os profissionais do setor possam realizar uma avaliação das necessidades. Isso inclui investimentos em capacitação de pessoal e aprimoramento da estrutura física. Algumas inovações notáveis incluem:

### **5.3.1 Sistemas de Automação**

A substituição de interruptores por sensores de movimento e maçanetas por aberturas automáticas é uma estratégia eficaz para reduzir a necessidade de tocar em superfícies

comuns. Conforme explicado no Portal Service Soluções da empresa especializada em automação Service, (2023): "Em ambientes hospitalares, onde a higiene é crítica, os sensores para portas de vidro de correr ajudam a evitar a contaminação cruzada, uma vez que não é necessário tocar nas maçanetas." Esses sistemas não apenas minimizam as superfícies de contato, mas também simplificam as operações diárias nos hospitais.

Outro exemplo de automação é o sistema de correio pneumático em ambientes hospitalares. Esse sistema automático de múltiplas estações, conforme explicado por Thomazoni (2016, p.6), é projetado para interligar diferentes setores do hospital por meio de tubos ligados a estações e terminais. Utilizando vácuo e ar comprimido, ele possibilita o transporte de diversos materiais, como documentos, amostras para análise clínica, bolsas de sangue e outros itens sensíveis e/ou biológicos. O objetivo desse sistema é reduzir o deslocamento das equipes de profissionais de saúde e não assistenciais no interior do edifício hospitalar, tornando a logística mais eficiente e segura, com menor risco de contaminação.

### **5.3.2 Superfícies autolimpantes**

A introdução de superfícies autolimpantes é um avanço revolucionário na minimização de superfícies de contato. Essas superfícies possuem propriedades que permitem a autolimpeza, reduzindo a necessidade de intervenção humana. Conforme Neves, Mohallem e Viana (2021, p.9), "as Superfícies autolimpantes também podem ser muito adequadas em ambientes hospitalares, considerando que a sujeira comum nesses espaços envolve tanto fluidos corporais quanto microrganismos".

Além disso, as paredes autolimpantes ou purificadoras de ar, conforme destaca Carvalho (2020, p.23), consistem em estruturas de argamassa com adição de dióxido de titânio (TiO<sub>2</sub>). Essas paredes visam a diminuição da concentração de óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>) no ambiente, especialmente em ambientes hospitalares, onde a qualidade do ar é crítica para evitar doenças respiratórias. A vantagem dessas soluções é que elas reduzem significativamente os custos de manutenção, uma vez que exigem menos limpeza. Além disso, esses materiais podem aumentar a durabilidade das superfícies, atuando como uma barreira de proteção contra danos e processos de corrosão.



A combinação de estratégias de design inteligentes e inovações tecnológicas, conforme Cicolella (2018, p.55), está transformando a maneira como os ambientes hospitalares são projetados e mantidos. A minimização de superfícies de contato não apenas promove a higiene, mas também contribui para a segurança dos pacientes e profissionais de saúde.

A engenharia civil desempenha um papel crucial nesse processo, garantindo que ambientes mais seguros e eficientes sejam uma realidade em instituições de saúde. Como Pinto (1996, p.45) destaca, a decisão sobre o local onde uma unidade de saúde será estabelecida, especialmente no caso de instalações hospitalares, desempenha um papel de extrema importância em seu planejamento e funcionamento futuro. Pequenos equívocos no planejamento ou na construção podem, muitas vezes, ser corrigidos, mas um erro na seleção do terreno não pode ser remediado após a conclusão do projeto. Portanto, é fundamental considerar aspectos como topografia, tipo de solo, escavações e orientação do edifício. O conhecimento especializado nessas áreas pode resultar em economias significativas durante o processo de construção.

A minimização de superfícies de contato é uma estratégia essencial na engenharia civil para ambientes hospitalares, buscando reduzir objetos como maçanetas e corrimãos para simplificar a higienização e prevenir contaminação cruzada. O capítulo explora estratégias de design, enfatizando a importância de escolher materiais adequados, design ergonômico e revestimentos monolíticos, que não apenas simplificam a limpeza, mas também reduzem o tempo necessário e minimizam erros humanos na manutenção. Inovações tecnológicas, como sistemas de automação e superfícies autolimpantes, transformam a abordagem do design e manutenção hospitalar, tornando os ambientes mais higiênicos e seguros. Neves, Mohallem e Viana (2021, p.8) destacam os benefícios dos materiais autolimpantes, que não só reduzem os custos de manutenção devido à menor frequência de limpeza, mas também aumentam a durabilidade, protegendo contra danos e corrosão.

A engenharia civil desempenha um papel crucial na promoção da biossegurança em ambientes hospitalares, garantindo que sejam não apenas seguros, mas também eficientes em termos de limpeza e manutenção. A minimização de superfícies de contato é uma estratégia que não apenas simplifica a rotina de profissionais da saúde,

mas também contribui para a saúde e segurança de pacientes e visitantes. Explica Monteiro (2007, p.3), que “as instituições que prestam assistência, com o objetivo de minimizar a exposição dos profissionais de saúde vêm implantando novas políticas de saúde no que se refere às exposições ocupacionais”. À medida que avançamos rumo a ambientes hospitalares mais higiênicos e eficazes, a minimização de superfícies de contato permanece como um pilar fundamental na busca por padrões mais elevados de cuidado e prevenção de infecções.

## 5.4 Regulamentação

A regulamentação relacionada à minimização de superfícies de contato em ambientes hospitalares no Brasil é estabelecida pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). A ANVISA desempenha um papel fundamental na promulgação de regulamentos que estabelecem diretrizes e normas destinadas a assegurar ambientes hospitalares seguros e higiênicos. Em particular, a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) da ANVISA nº 50 de 2002 aborda o regulamento técnico que orienta o planejamento, programação, desenvolvimento e avaliação de projetos físicos em estabelecimentos assistenciais de saúde, completa Francisco (2010, p.774).

Dentro dessa resolução, encontramos critérios específicos para a redução de superfícies de contato e o controle de infecções, abrangendo diversos elementos. Essas diretrizes visam a minimizar potenciais fontes de contaminação, como junções entre rodapés e pisos, tubulações visíveis, materiais cerâmicos e rejuntas, tintas utilizadas nas paredes, divisórias, tetos, sistemas de abertura de portas e torneiras acionadas sem contato manual, conforme destacado nos itens C.1, C.2 e C.3 da RDC (2002):

- A execução da junção entre o rodapé e o piso deve ser de tal forma que permita a completa limpeza do canto formado.
- Nas áreas críticas e semicríticas não deve haver tubulações aparentes nas paredes e tetos.
- Os tetos em áreas críticas (especialmente nos salas destinados à realização de procedimentos cirúrgicos ou similares) devem ser contínuos, sendo proibido o uso de forros falsos removíveis, do tipo que interfira na assepsia dos ambientes.
- O quarto privativo no EAS tem flexibilidade para, sempre que for requerida proteção coletiva (PC), operar prontamente como isolamento. Poderá, ainda, atuar como isolamento de substâncias corporais (ISC) e como isolamento de bloqueio (IB), se instalar-se

sistema de abertura de porta por comando de pé ou outro, que evite tocar na maçaneta.

- Esses lavatórios/pias/lavabos cirúrgicos devem possuir torneiras ou comandos do tipo que dispensem o contato das mãos quando do fechamento da água.

Ao aderir a essas diretrizes da RDC, garante-se que o projeto esteja plenamente em conformidade com as exigências da Vigilância Sanitária e do Ministério da Saúde, contribuindo para a criação de ambientes hospitalares mais seguros e higiênicos.

## **6 ENGENHARIA CIVIL E A PROMOÇÃO DA BIOSSEGURANÇA EM AMBIENTES HOSPITALARES**

Neste capítulo, abordaremos a importância de projetar instalações hospitalares que facilitem a limpeza, desinfecção e manutenção adequada, contribuindo para a prevenção de infecções. A manutenção adequada desses ambientes é fundamental para garantir a segurança dos pacientes, visitantes e profissionais de saúde. Pape (2009, p.34) conclui, O projeto deve ser concebido de forma a reduzir ao máximo o risco de erros, proporcionando facilidade na limpeza e manutenção. Isso visa prevenir a contaminação cruzada, o acúmulo de poeira, sujeira ou quaisquer efeitos adversos que possam comprometer a qualidade dos produtos.

### **6.1 Praticidade e acessibilidade como prioridade**

Projetar instalações de fácil manutenção e acesso é um imperativo na promoção da biossegurança em ambientes hospitalares. A praticidade e a acessibilidade desempenham um papel essencial ao influenciar diretamente a eficácia da limpeza e manutenção. Conforme destacado por Carvalho (2019, p. 4), edificações hospitalares frequentemente passam por reestruturações e ampliações devido a mudanças em normas, avanços tecnológicos e necessidades assistenciais. Essas modificações são mais complexas do que construções novas, pois envolvem variáveis de projeto e obra que podem afetar a rotina hospitalar, incluindo o fluxo de pacientes e equipes médicas. Se não forem planejadas adequadamente, essas alterações podem comprometer a higiene do ambiente.

Engenheiros civis desempenham um papel essencial na reestruturação e ampliação, bem como na seleção de materiais duráveis, resistentes a abrasão por produtos químicos de fácil manutenção e que causem o mínimo de impacto na saúde e no conforto dos usuários. Isso inclui desde a escolha de pisos e paredes resistentes a

produtos químicos, a implementação de sistemas de encanamento com acesso simplificado e outros elementos de infraestrutura que contribuam para ambientes hospitalares seguros, resistentes e higiênicos. Zioni (2020, p. 22) fornece um exemplo prático:

Por exemplo, o odor de tinta contém compostos orgânicos voláteis que podem causar dor de cabeça, olhos vermelhos e irritação na garganta. A manutenção de um ambiente crítico, como a UTI, que precisa ter as paredes pintadas durante o seu funcionamento, é um desafio bastante grande, mesmo com o uso de tintas à base d'água que possuem menos cheiro e não incomodam tanto as pessoas.

Esses componentes são vitais para garantir que as instalações hospitalares possam suportar a constante atividade e o desgaste ao longo do tempo, sem comprometer a segurança, a higiene e o atendimento ininterrupto aos pacientes.

## **6.2 Gerenciamento de resíduos e fluxo eficiente**

A gestão de resíduos é um componente vital da manutenção e higienização em ambientes hospitalares. Sistemas de gerenciamento de resíduos bem projetados garantem acondicionamento e remoção adequados, prevenindo contaminação cruzada e riscos à saúde, conforme destacado por Silva (2004, p.18). A manipulação inadequada de resíduos de serviços de saúde, especialmente materiais biológicos em RSS perfurocortantes, pode resultar em acidentes que afetam profissionais de saúde, funcionários da limpeza e até mesmo coletores de resíduos, com possíveis riscos para a população. Portanto, o armazenamento e destino final adequados são cruciais.

Além disso, sistemas de fluxo e transporte eficientes para materiais contaminados são indispensáveis, como enfatiza Possari (2004, p.15). A política de fluxo visa impedir o contato entre instrumentos médicos limpos e potencialmente contaminados, contribuindo para a redução das infecções de feridas operatórias. É fundamental também limitar a circulação de pessoas e equipamentos em ambientes críticos, como centros cirúrgicos, para evitar movimentos desnecessários. Esses fluxos devem garantir que roupas de cama sujas, instrumentos cirúrgicos e outros materiais usados em procedimentos médicos sejam removidos e tratados de forma segura e eficaz.

Para isso o engenheiro deve desenhar layouts de instalações hospitalares eficazes: deve planejar corretamente o layout das instalações hospitalares, incluindo centros cirúrgicos e áreas críticas, para otimizar o fluxo de materiais e minimizar a circulação

desnecessária. Isso ajuda a evitar a interrupção dos serviços de saúde e reduz o risco de contaminação cruzada. Complementa Barroso (2001, p.31):

Uma boa arquitetura laboratorial que permita uma boa renovação de ar e recebimento de luz solar nas salas com risco biológico, além de uma boa distribuição das salas de recebimento, procedimentos e descarte de materiais que impeçam a circulação desnecessária da amostra com o bacilo, ajudam a reduzir a possibilidade de acidentes e contaminação.

### **6.3 Dispositivos de fácil acesso para manutenção**

Outro aspecto de extrema importância é a instalação de dispositivos de fácil acesso para manutenção em ambientes de assistência e apoio hospitalar. Conforme observado por Zioni (2018, p.8), as áreas assistenciais representam o núcleo central do edifício de saúde, englobando os locais onde são prestados diretamente os serviços de cuidados de saúde aos pacientes. Essas áreas incluem departamentos como centros cirúrgicos, unidades de terapia intensiva (UTIs), diagnóstico e terapia.

É importante que tanto os setores assistenciais quanto os de diagnóstico e terapia funcionem de maneira eficaz e eficiente na prestação de cuidados aos pacientes. Como enfatiza Zioni (2018, p.9), todas as áreas de apoio - que incluem suporte técnico, logístico, serviços, administração, ensino e pesquisa, infraestrutura predial - são partes integrantes dos serviços de apoio. Isso abrange departamentos como a Central de Materiais Estéreis (CME), o Serviço de Nutrição e Dietética (SND), serviços de limpeza e governança, bem como as centrais de abrigos de resíduos, entre outros. O setor de apoio pode ser comparado a um prédio de escritórios ou a uma indústria. O edifício de saúde é um espaço que incorpora simultaneamente várias necessidades, assemelhando-se a um shopping center, hotel, edifício de escritórios e indústria.

### **6.4 Projetos Duráveis e Manutenção Contínua**

Engenheiros civis desempenham um papel crucial em todas as fases da vida útil das infraestruturas hospitalares. Leitão e Araújo (2023, p.10), destacam que há consenso entre os autores consultados em sua pesquisa que a função do engenheiro na área hospitalar envolve a gestão da tecnologia dos equipamentos e da infraestrutura hospitalar como um todo. Isso ocorre sem que sejam negligenciadas as demais responsabilidades já mencionadas neste estudo.

Não se trata apenas do projeto inicial, mas também da manutenção contínua dessas instalações críticas para a prestação de serviços de saúde. As edificações hospitalares

devem ser projetadas com um foco especial na durabilidade e resistência ao desgaste, minimizando o tempo de inatividade devido a reparos frequentes. Leitão e Araújo (2023, p. 10) continuam, atualmente, devido à necessidade intrínseca, diversos estudos literários evidenciam a presença da engenharia em todas as etapas da vida útil de uma instalação de saúde. Essa presença é de extrema importância, seja no início da construção, na fase de estudos preliminares e desenvolvimento de projetos específicos, até mesmo durante a fase final de operação e manutenção.

A manutenção preventiva assume um papel crucial nesse processo, visando à implementação de políticas que previnam problemas maiores e assegurem a manutenção da segurança e eficácia das instalações hospitalares para o tratamento de pacientes. Como destacou o engenheiro civil Machado (2013, p. 17), a eficácia da manutenção preventiva exige uma compreensão minuciosa de como e quando as falhas ocorrem, o que nem sempre é uma tarefa simples. Além disso, é essencial avaliar o grau de criticidade das falhas e se elas afetam equipamentos, instalações ou espaços vitais para garantir os níveis de qualidade e desempenho necessários ao hospital. Diante dessas considerações, fica evidente que os engenheiros civis desempenham um papel central na definição dessas políticas e na garantia de sua rigorosa aplicação.

Além disso, as estratégias de manutenção preventiva não se limitam apenas às edificações em si, mas também abrangem todos os sistemas relacionados, como os sistemas de gerenciamento de resíduos, esterilização de instrumentais, lavanderia e equipamentos médicos de diagnóstico e tratamento. Como salientam Santos e Azambuja (2022, p.2595), a manutenção preventiva hospitalar é importante, uma vez que engloba a instalação e manutenção de equipamentos e sistemas, bem como a manutenção das estruturas de construção civil, como paredes, tetos, luminárias, torneiras, tubulações, pisos e rodapés, entre outros. Devido à operação constante de equipamentos médicos, as instalações hospitalares estão sujeitas a um desgaste mais rápido do que outros edifícios semelhantes. Um hospital com problemas em sua infraestrutura pode representar riscos para pacientes e funcionários, tornando essencial manter a manutenção preventiva em dia para evitar falhas inesperadas, bloqueios de áreas de atendimento e infecções causadas por microrganismos de importância epidemiológica. Qualquer não conformidade deve ser resolvida o mais

rápido possível para minimizar o tempo de inatividade e a necessidade de transferir pacientes para áreas similares.

Portanto, é fundamental contar com uma equipe abrangente que inclua especialistas de diversas áreas da engenharia. A operação eficaz e segura desses sistemas é essencial, sem comprometer a biossegurança e a saúde de pacientes e profissionais de saúde. Oliveira (2018, p. 70) destaca em seu trabalho a importância do engenheiro clínico e dos engenheiros civis, engenheiros mecânicos e engenheiros eletricitas. Esses profissionais são regulamentados pelo CONFEA/CREA e têm atribuições definidas por lei, compatíveis com a gestão da manutenção de equipamentos gerais e de estruturas.

A atuação dos engenheiros civis na implementação de políticas de manutenção preventiva, completa Oliveira (2018, p. 65), é fundamental para garantir que as infraestruturas hospitalares atendam às necessidades constantes, sejam seguras e contribuam para a prevenção de infecções, garantindo um ambiente hospitalar, seguro e saudável.

## **6.5 Benefícios para a segurança e higiene**

A concepção de instalações de fácil manutenção e acesso não apenas simplifica as operações diárias, mas também amplia a segurança e a higiene nos ambientes hospitalares. Ambientes bem planejados minimizam os riscos de infecção. Além, como explica Cabral e Silva (2013, p.62), de controlar outro agravante, que são os custos diretos e indiretos hospitalares e do paciente e de permitir que os profissionais de saúde se concentrem em cuidar dos pacientes em um ambiente seguro e limpo.

Neste tópico, exploramos os fatores de projeto que a engenharia civil deve considerar ao criar ambientes hospitalares que facilitem a limpeza, desinfecção e manutenção adequada. Como aborda Mariano (2012, p.12):

Conceitos de eficiência, flexibilidade e expansibilidade, humanização, facilidade de limpeza, acessibilidade, controle de circulação, segurança e sustentabilidade, entre outros devem ser considerados em projetos de edificações hospitalares.

A abordagem que prioriza a praticidade, acessibilidade e manutenção contínua à contribui significativamente para a promoção da biossegurança e a prevenção de infecções. Garantir que os serviços hospitalares possam funcionar ininterruptamente,

mesmo com a necessidade frequente de reparos e manutenção, é fundamental para a saúde e o bem-estar de pacientes e profissionais de saúde. Como explicam os engenheiros civis da Silva e Nunes Filho (2021, p.87304):

Uma reforma hospitalar não possui o mesmo ritmo de uma obra em outro local, pelo fato de ter pacientes como vizinhos que não podem parar seus atendimentos, medicações e cirurgias. O cuidado em controlar a poluição do ar, cheiro e barulho é ainda maior.

Engenheiros civis desempenham um papel crucial na manutenção da infraestrutura hospitalar, criando ambientes seguros, saudáveis e funcionais para todos os envolvidos.

## 6.6 Regulamentação

Neste capítulo, abordamos a importância da engenharia civil na promoção da biossegurança em ambientes hospitalares, a legislação desempenha um papel fundamental para orientar e regulamentar as práticas relacionadas à construção, manutenção e operação de instalações de saúde. Dentre as regulamentações essenciais, destaca-se a RDC (Resolução da Diretoria Colegiada) número 50 de 21 de fevereiro de 2002, emitida pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) do Brasil. A RDC 50/2002 é uma norma específica para estabelecer critérios e procedimentos técnicos para a promoção da biossegurança em serviços de saúde, (BRASIL, 2002).

A RDC 50/2002 estabelece diretrizes para a organização de serviços de saúde, incluindo hospitais, clínicas, laboratórios e outros estabelecimentos de assistência à saúde. Ela abrange diversos aspectos relacionados à segurança e qualidade dos serviços de saúde, incluindo a infraestrutura física e os processos operacionais (BRASIL, 2002). Alguns dos principais pontos regulamentados por esta resolução incluem:

### 6.6.1 Instalações físicas

A RDC 50/2002 define critérios para a construção e manutenção das instalações físicas dos serviços de saúde. Como enriquece Zioni (2020, p.35), A RDC 50/2002 é um documento essencial que aborda como planejar, dimensionar e quantificar as instalações em unidades de saúde, como hospitais e clínicas. Este regulamento organiza informações cruciais em tabelas que especificam as necessidades de cada



sala ou ambiente em relação ao espaço disponível, à quantidade de equipamentos necessários e às instalações específicas requeridas. Dessa forma, a RDC 50/2002 auxilia na garantia de que todos os espaços de saúde atendam aos requisitos essenciais para a prestação segura de serviços médicos. Isso inclui requisitos para áreas críticas, como centros cirúrgicos e unidades de terapia intensiva, bem como áreas de apoio, como lavanderia e cozinha.

### **6.6.2 Limpeza e desinfecção**

A norma estabelece diretrizes para a limpeza e desinfecção de áreas e equipamentos. Como observado por Lima e Filho (2016, p.44):

A RDC 50:2002, onde foram observados dados referentes a identificação do estabelecimento, recursos humanos, infra-estrutura, equipamentos, aquisição de produtos, descarte de resíduos, biossegurança, processos operacionais, limpeza, desinfecção, esterilização e controle de qualidade.

Isso é fundamental para prevenir infecções cruzadas e garantir a segurança dos pacientes e profissionais de saúde.

### **6.6.3 de Resíduos**

A RDC 50/2002 (BRASIL, 2002. Item 8.7) trata sobre a questão do gerenciamento de resíduos; “Zelar pela limpeza e higiene do edifício, instalações e áreas externas e materiais e instrumentais e equipamentos assistenciais, bem como pelo gerenciamento de resíduos sólidos”. Mas é na RDC 222/ 2018 que temos o aprofundamento sobre esta questão, como destacado por Carneiro, Santos e Nogueira (2022, p. 16 e 17); “A RDC 222/ 2018 define a gestão interna e tem as seguintes etapas: segregação, acondicionamento, identificação, transporte interno, armazenamento temporário, tratamento e armazenamento externo”.

Portanto o gerenciamento de resíduos, o manejo adequado de resíduos de serviços de saúde, incluindo a segregação, acondicionamento, coleta e descarte seguro de resíduos, fica evidente que é crucial para evitar riscos à saúde pública e ambiental. Como definido por Vieira e Silva (2010, p.23), O crescimento na produção de Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) representa uma preocupação significativa para o meio ambiente e a saúde pública, demandando a implementação de medidas abrangentes, que vão desde a prevenção da geração na fonte até a destinação final adequada.

#### **6.6.4 Acessibilidade e praticidade**

A norma também inclui requisitos relacionados à acessibilidade e praticidade das instalações, como exemplifica Karman (1995, p.29):

Instalações, correndo em galerias, andares técnicos ou espaços técnicos horizontais ou verticais, não devem ser dispostas aleatoriamente; devem obedecer a certo ordenamento; os dutos de ar condicionado, exaustão e ventilação, que praticamente não requerem manutenção, podem ser relegados a locais menos acessíveis; já as caixas de filtro, do sistema de ar condicionado, carecem de espaço e fácil acesso para limpeza e troca de filtros; o mesmo com relação às unidades Fan-coil.

Projetar instalações hospitalares que atendam a esses critérios é essencial para facilitar a limpeza, manutenção e garantir a prevenção de infecções.

#### **6.6.5 Esterilização e controle de infecções**

A Resolução RDC 50/2002 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que entrou em vigor em fevereiro de 2002, desempenha um papel crítico na engenharia civil e na promoção da biossegurança em ambientes hospitalares. Este regulamento técnico estabelece diretrizes fundamentais para o planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos em estabelecimentos de assistência à saúde (EAS), conferindo a ela força de Lei (BRASIL, 2002).

No cerne da RDC 50/2002, encontram-se instruções detalhadas para a elaboração de projetos, incluindo a definição das dimensões mínimas necessárias para os diversos ambientes hospitalares. Além disso, abrange uma série de critérios essenciais, como diretrizes para a circulação, controle de infecção, controle e esterilização de materiais, além de especificações das instalações prediais, conforme definido por Mendes (2023, p. 48).

A aplicação rigorosa desta norma é imperativa para assegurar que os serviços de saúde sejam entregues com segurança e qualidade, com ênfase na proteção dos pacientes, dos profissionais de saúde e do ambiente. Fagundes (2001) destaca a importância da Resolução RDC 50 para os espaços de saúde. É reforça que a RDC é uma regulamentação crítica que deve ser seguida rigorosamente para evitar riscos aos trabalhadores e pacientes. Ele também enfatiza que profissionais de saúde, proprietários de clínicas, engenheiros e arquitetos envolvidos na criação desses espaços devem compreender e seguir os requisitos da RDC 50, pois eles são essenciais para garantir ambientes seguros e adequados para ambientes de saúde. É

um conhecimento básico para quem lida com essas áreas. Esta legislação, como a RDC 50/2002, fornece o quadro regulatório necessário para orientar as práticas de engenharia civil e outras atividades relacionadas à construção e manutenção de instalações hospitalares. Cumprir essas diretrizes não apenas promove a biossegurança, mas também garante que os pacientes recebam tratamentos em ambientes seguros e adequados.

## 7 CONCLUSÃO

Este estudo percorreu uma jornada abrangente pelo mundo da engenharia civil aplicada a ambientes hospitalares, explorando a profunda influência da engenharia na promoção da biossegurança em instalações de saúde. Ao desmembrar nossas descobertas nos cinco capítulos, ficou evidente que a engenharia civil desempenha um papel multifacetado e fundamental na criação de ambientes hospitalares seguros, higiênicos e funcionais.

No Capítulo I, destacamos a contribuição significativa dos revestimentos de paredes e pisos na prevenção de infecções hospitalares. Esses materiais atuam como barreiras protetoras contra contaminantes, facilitam a limpeza e minimizam pontos de retenção de patógenos. A escolha criteriosa de materiais e estratégias de design desempenha um papel central na prevenção de infecções.

No Capítulo II, enfatizamos a disposição dos espaços em hospitais como um fator-chave para a eficácia da limpeza e manutenção. A criação de áreas de fácil acesso, a minimização de áreas de difícil alcance e o design cuidadoso dos espaços influenciam diretamente a segurança dos pacientes e profissionais de saúde.

No Capítulo III, examinamos a importância dos sistemas de ventilação e filtragem de ar na prevenção de infecções. A renovação do ar, juntamente com sistemas de pressão negativa, desempenha um papel crucial na contenção de patógenos e na proteção de pacientes e profissionais de saúde.

O Capítulo IV salientou a minimização de superfícies de contato como uma estratégia fundamental na criação de ambientes hospitalares mais seguros e higiênicos. A escolha de materiais, estratégias de design e inovações tecnológicas contribui para a redução da acumulação de sujeira e germes.

No Capítulo V, destacamos a importância da manutenção contínua e da sustentabilidade das instalações hospitalares. Os engenheiros civis desempenham um papel crucial na manutenção preventiva e na gestão eficaz de resíduos.

A regulamentação, especialmente a Resolução RDC 50/2002 da ANVISA, permeou todos os capítulos e forneceu diretrizes críticas para a promoção da biossegurança em serviços de saúde.

A conclusão geral é clara: a engenharia civil é um pilar essencial na promoção da biossegurança em ambientes hospitalares. Os engenheiros civis desempenham um papel vital em todas as fases da vida útil das instalações, desde o planejamento até a manutenção contínua. É uma disciplina complexa que requer conhecimento técnico, colaboração interdisciplinar e estrita aderência a regulamentações para garantir ambientes hospitalares seguros, higiênicos e eficazes.

À medida que avançamos em direção a ambientes hospitalares mais seguros e eficientes, a engenharia civil permanece na vanguarda, assegurando que os pacientes recebam tratamento em ambientes que atendam aos mais altos padrões de qualidade e segurança. A colaboração contínua entre engenheiros civis, profissionais de saúde e equipes de apoio é essencial para atingir esse objetivo e para o bem-estar de todos os envolvidos no cuidado de pacientes em ambientes hospitalares.

## REFERÊNCIAS

A IMPORTANCIA da climatização hospitalar. Climasul, Curitiba, 17 de março de 2018. Disponível em: <https://climasul.com.br/a-importancia-do-ar-condicionado-em-ambiente-hospitalar/>. Acesso em 04 out. 2023.

ARAUJO, Ana Paula Beckhauser de et al. **Avaliação dos materiais de revestimentos internos utilizados nas áreas críticas e semicríticas em cinco hospitais de Florianópolis/SC.** 2018.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7256/2005** Tratamento de ar em estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS) - Requisitos para projeto e execução das instalações. Rio de Janeiro, ABNT, 2005.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7256/2021** Tratamento de ar em estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS) - Requisitos para projeto e execução das instalações. Rio de Janeiro, ABNT, 2021.

BARBOSA, VINÍCIUS L. **Elementos determinantes no desenvolvimento de projetos de unidades assistenciais de saúde.** 2015.

BARROSO, Wanir José. Biossegurança em tuberculose na unidade de saúde no laboratório. **Boletim de pneumologia sanitária**, v. 9, n. 2, p. 27-32, 2001.

BASTOS, Arx. ASSIS, Cauan. MENEZES, George. DIAS, Yago. Estudo informacional de implantação de salas limpas para o CME de um hospital. 2020.

BICALHO, Flávio de Castro; BARCELLOS, Regina Maria Gonçalves. Materiais de acabamento em estabelecimentos assistenciais de saúde. In: **Temas de arquitetura de estabelecimentos assistenciais de saúde**. 2002.

BORTOLUZZI, Thaize Vanessa Costa. **Arquitetura na prevenção e controle de infecção hospitalar: quartos de isolamento em unidades de urgência e emergência**. 2018.

BRAGANÇA, Vivian Gonçalves. **Estudo de caso: critérios de decisão para especificação de revestimentos de piso para estabelecimento assistencial de saúde**. 2019.

BRASIL. Agência de Vigilância Sanitária. **RDC-50/2002**. Normas para projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde. 2. ed. Brasília, 2002. Disponível em [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2002/rdc0050\\_21\\_02\\_2002.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2002/rdc0050_21_02_2002.html). Acesso em 25 ago 2023.

BUSANELLO, Josefina et al. Otimização dos cuidados intensivos na assistência ao paciente com COVID-19. **Enfermagem em Foco**, v. 11, n. 2. ESP, 2020.

CABRAL, Francisco Willians; SILVA, Maria Zildenia Oliveira. Prevenção e controle de infecções no ambiente hospitalar. **SANARE-Revista de Políticas Públicas**, v. 12, n. 1, 2013.

CAETANO, Maicon Henrique et al. **Ação antimicrobiana do gás ozônio em superfícies e na aeromicrobiota**. Acta Paulista de Enfermagem, v. 34, 2021.

CAMPOS, Juarez de Queiroz. **Arquitetura hospitalar e legislação**. In: **Arquitetura hospitalar e legislação**. 1997.

CARNEIRO, Lucas Eduardo; SANTOS, Giovana Alves; NOGUEIRA, Danielly Negrão Guassú. Resíduos de Serviços de Saúde: o que mudou na legislação?. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 43, n. 1, p. 15-26, 2022.

CARVALHO, Antonio Pedro Alves de. **Introdução à arquitetura hospitalar**. 2014.

CARVALHO, Carlos Magno Herthel de. **Building Information Modeling na manutenção predial e reformas de edificações hospitalares existentes**. 2019. Tese de Mestrado. Universidade Federal de Ouro Preto.

CARVALHO, Vitor Mendes de. **Inovações tecnológicas do concreto: análise do cenário atual e expectativas da construção civil**. 2020.

CASTRO, Arthur et al. MEMORIAL DESCRITIVO E CALCULO PROJETO HIDROSSANITÁRIO. **Revista Campo do Saber**, v. 4, n. 3, 2018.

CHAVES, Lucieli Dias Pedreschi et al. Governança, higiene e limpeza hospitalar: espaço de gestão do enfermeiro. **Texto & Contexto-Enfermagem**, v. 24, p. 1166-1174, 2015.

CICOLELLA, Dayane de Aguiar et al. 5. INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA SAÚDE: O PAPEL DA ENGENHARIA CLÍNICA EM AMBIENTE HOSPITALAR. **REVISTA CUIDADO EM ENFERMAGEM-CESUCA-ISSN 2447-2913**, v. 4, n. 5, p. 47-58, 2018.

COSTA, Lidiana Flora Vidôto da. **Reprocessamento de artigos criticos em unidades basicas de saude**. 2008. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas.

COSTA, M. R. Comissão de controle de infecção hospitalar da Santa Casa de Misericórdia de Goiás. **Recomendações para o controle da qualidade do ar climatizado**. Goiás, 2007.

DA SILVA, Caroline Santos; NUNES FILHO, Fernando Barreto. Construção day hospital do hgrs: ações preventivas para evitar a contaminação do ambiente hospitalar Day hospital construction at hgrs: preventive actions to avoid contamination of the hospital environment. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 9, p. 87302-87319, 2021.

DA SILVA, Daniela Pinheiro et al. Infecções hospitalares associadas à qualidade do ar em ambientes climatizados. **Revista de Epidemiologia e Controle de Infecção**, v. 3, n. 4, p. 153-157, 2013.

DE ALMEIDA SOUZA, Maria Geneide et al. Fatores de interferencia na qualidade da desinfecção e limpeza de superfícies hospitalar. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 4, n. 2, p. 8981-8993, 2021.

DE GÓES, Ronald. **Manual prático de arquitetura hospitalar**. Editora Blucher, 2011.

DE INFECÇÃO HOSPITALAR, Coordenação de Controle et al. Processamento de Artigos e Superfícies em Estabelecimentos de Saúde. **Ministério da Saúde, Brasil**, 1994.

Dicas de como escolher os materiais de acabamento para projetos hospitalares. **SantaLuzia. Santa Catarina, 31 de maio de 2022. Disponível em: <https://www.industriasantaluzia.com.br/blog/materiais-de-acabamento-para-hospitais/>. Acesso em 02 de outubro de 2023.**

DOS SANTOS, Jeferson Luis Andreoli; DE AZAMBUJA, Marcelo Schenk. Manutenção preventiva em ambientes hospitalares. **Revista Produção Online**, v. 22, n. 1, p. 2594-2615, 2022.

ELIZALDE, Etiene Pinto et al. A importância de projetos arquitetônicos no planejamento do ambiente hospitalar. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, n. 2009-09, 2009.

FERNANDES, Erica Cardoso; FERREIRA, Vanessa. **Investigação das manifestações patológicas incidentes nas edificações utilizadas como unidades básicas de saúde de Tubarão/SC**. Engenharia Civil-Tubarão, 2018.

FIGUEIREDO, Alexandra. **Gestão do projeto de edifícios hospitalares**. 2008. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

FIORENTINI, Domingos Marcos Flávio; DE ALMEIDA LIMA, Vera Helena; KARMAN, Jarbas B. **Arquitetura na prevenção de infecção hospitalar**. CEP, v. 70058, p. 900, 1995.

FRANCISCO, Guilherme et al. Análise da estrutura física do centro cirúrgico de um hospital universitário segundo a RDC 50: contribuições de enfermagem. **Revista de Pesquisa Cuidado é Fundamental Online**, v. 2, n. 2, p. 770-775, 2010.

GRAVE, Silva. Luciana Cristina da. **Porcelanato extrudido com acção antimicrobiana, antimancha e resistente quimicamente**. 2010.

JESUS, Jerônimo Barbosa de. et al. Avaliação do ambiente físico e mobiliário quanto ao risco de quedas: diagnóstico situacional. **Revista Acreditação: ACRED**, v. 4, n. 8, p. 85-99, 2014.

KARMAN, Jarbas B. Manutenção incorporada à arquitetura hospitalar. In: **Manutenção incorporada à arquitetura hospitalar**. 1995.

LEITÃO, Hélio Azevedo de Sá; ARAÚJO, Larissa dos Santos. **A importância da Engenharia na gestão hospitalar**. 2023.

LIMA, Rousylene Santos Carneiro; BARREIRA FILHO, Donato Mileno. Avaliação situacional de um laboratório público de análises clínicas. **Revista Expressão Católica Saúde**, v. 1, n. 1, 2016.

LUZ, Emanuelli Mancio Ferreira da et al. Estratégias para minimizar os riscos ergonômicos em trabalhadores de limpeza: revisão integrativa. **Cogitare Enfermagem**, v. 26, 2021.

MACHADO, Maria Paula Neves Moutinho. **Manutenção preventiva de um edifício hospitalar**. 2013. Tese de Doutorado. ISEL - Instituto Superior de Engenharia de Lisboa

MARIANO, Juscelino Rodrigues. **Estudo de caso de aspectos gerais de obras em edifícios hospitalares**. 2011.

MAS, AFINAL, O QUE SÃO AS UNIDADES DE TRATAMENTO DE AR? **AAF Internacional, Votorantin, 2023**. Disponível em: <https://www.americanairfilter.com.br/noticias/uta-unidade-de-tratamento-de-ar/>. Acesso em 06 de novembro de 2023.

MATOS, João Lino de. Qualidade do ar interior em ambiente hospitalar: identificação de poluentes, fontes e estratégias para a otimização dos serviços de saúde. **2014**. Tese de Doutorado. Faculdade de Ciências e Tecnologia.

MEDEIROS, Cláudia Palombini. **Controle dos materiais de revestimento e acabamento nos hospitais com relação ao comportamento frente ao fogo**. 2013.

MENDES, Ludmila Cardoso Fagundes et al. **Fatores humanos na arquitetura para a saúde: indicadores e percepções**. 2023.

MENDES, Marcelo Rodrigo Fernández. **O projeto e a produção do espaço hospitalar na lógica pós-moderna: do hospital ao hotel.** 2013.

MONTEIRO, M. A. Biossegurança na assistência ao parto: uma análise dos saberes dos acadêmicos de enfermagem. **Enfermería Global**, v. 6, n. 2, p. 1-11, 2007.

MOTA, Rednáj Jaure Bacury Souza et al. Qualidade do ar interno no ambiente hospitalar: uma revisão integrativa. **Revista Saúde-UNG-Ser**, v. 8, n. 1-2, p. 44-52, 2014.

MOURA, Lorena Carine Dantas et al. Higiene e desinfecção hospitalar aliadas na segurança do paciente. **Temas em Saúde**, v. 17, n. 1, p. 4-17, 2017.

NEOTTI, Lucas Duarte. COVID-19 e os sistemas de ar em Hospitais. 2022 NEVES, J. C.; MOHALLEM, N. D. S.; VIANA, M. M. Materiais Autolimpantes: Conceitos, Propriedades e Aplicações. **Rev. Virtual de Química**, v. 13, n. 2, 2021.

**O QUE SIGNIFICA A SIGLA RDC 50 E POR QUÊ ELA É TÃO IMPORTANTE PARA AS CLÍNICAS MÉDICAS.** FAGUNDES, Robson, Curitiba, 02 de junho de 2021. Disponível em: <https://rdicom.com.br/blog/o-que-e-rdc-50/> Acesso em 14/ de outubro de 2023.

OLIVEIRA, Adriana Cristina de; DAMASCENO, Quésia Souza. Superfícies do ambiente hospitalar como possíveis reservatórios de bactérias resistentes: uma revisão. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 44, p. 1118-1123, 2010.

OLIVEIRA, Eduardo Frota et al. **Proposta de modelo para o dimensionamento do quadro de profissionais para o serviços de Engenharia Clínica dos hospitais universitários da Universidade Federal do Ceará.** 2018.

**Os elementos essenciais da arquitetura em clínicas médicas.** Kanno Arquitetura, Brasília, 04 de agosto de 2023. Disponível em: <https://kannoarquitetura.com.br/blog/os-elementos-essenciais-da-arquitetura-em-clinicas-medicas/#:~:text=Al%C3%A9m%20disso%2C%20a%20arquitetura%20pode,e%20a%20funcionalidade%20do%20espa%C3%A7o..> Acesso em 06 de novembro de 2023.

PAPE, Nidia Correia. Acabamentos para salas limpas. **Revista SBCC. Ed**, v. 44, 2009.

**PARECER COREN - BA Nº 029/2013.** Disponível em: [http://www.coren-ba.gov.br/parecer-coren-ba-0292013\\_8133.html](http://www.coren-ba.gov.br/parecer-coren-ba-0292013_8133.html). Acesso em 04 de setembro de 2023.

PEREIRA, Carmem Campos et al. **Edifícios de saúde: Construção Retrofit.** 2020.

PINTO, Sylvia Caldas Ferreira. Hospitais: **Planejamento físico de unidade de nível secundário.** Brasília. Thesaurus, 1996.

**POR QUE SABER O QUE É RDC 50 ANTES DE MONTAR A MINHA CLÍNICA MÉDICA É CRUCIAL?** **ContemaBrasil, São Caetano do Sul, 31 de março de 2020.**



Disponível em: <https://contema.com.br/o-que-e-rdc-50/>. Acesso em 05 de novembro de 2023.

**Porta automática com sensor de presença: principais aplicações.** Portal Service, São Paulo, 14 de setembro de 2022. Disponível em: <https://www.portalservice.com.br/instalacao-de-portas-automaticas-com-sensor>. Acesso em 09 de outubro de 2023.

PORTO, Jucineide Maria de Jesus; SILVA, Imaizara dos Santos. **Fatores de risco para o desenvolvimento da infecção hospitalar no centro cirúrgico.** 2014.

PORTO, Mônica Aparecida de Oliveira Pinto et al. **Educação permanente em saúde: estratégia de prevenção e controle de infecção hospitalar.** Nursing (São Paulo), v. 22, n. 258, p. 3348-3356, 2019.

POSSARI, João Francisco. **Centro cirúrgico: planejamento, organização e gestão.** Saraiva Educação SA, 2004.

**PROJETO DE CLIMATIZAÇÃO.** Obra da Fundação Universitária de Caxias do Sul - Hospital Geral, BARELLA, Adriano dos Santos. Caxias do Sul, 2019. Disponível em: [https://www.ucs.br/ucs/edital/editalhg0012012/AR%20CONDICIONADO/Memorial%20Descritivo\\_II.pdf](https://www.ucs.br/ucs/edital/editalhg0012012/AR%20CONDICIONADO/Memorial%20Descritivo_II.pdf) Acesso em 27 de setembro de 2023.

**RDC 50 Regulamenta os Projetos Físicos de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde.** HDDoctors, São Paulo, 17 de maio de 2017. Disponível em: <http://www.hmdoctors.com/2016/rdc-50-regulamenta-os-projetos-fisicos-de-estabelecimentos-assistenciais-de-saude/>. Acesso em 05 de novembro de 2023.

ROCHA, Marcia Matos Brandão. Detalhes arquitetônicos em unidades de internação pediátrica. **Monografia apresentada ao curso de Especialização em Arquitetura de Sistemas de Saúde da Universidade Federal da Bahia,** 2008.

SALERNO JUNIOR, Edson Salermo. **Integração entre qualidade do ar de interiores, arquitetura e sistemas de condicionamento de ar em estabelecimento assistencial de saúde.** 2019. Doutorado em Tecnologia Ambiental. Universidade de Ribeirão Preto.

SARAMAGO, Marcos Antonio Porta. **Integração de dispositivos inteligentes utilizando conceitos de domotica direcionados a automação hospitalar.** 2002. Tese de doutorado. Universidade Estadual de Campinas.

SCHIRMER, Waldir Nagel; GAUER, Mayara Ananda; SZYMANSKI, Mariani Silvia Ester. Qualidade do ar interno em ambientes hospitalares climatizados-verificação de parâmetros físicos e da concentração de dióxido de carbono. **Tecno-Lógica**, v. 14, n. 2, p. 8, 2010.

SEMANAS, Carlos Manuel Magalhães et al. **Projeto de um sistema de tratamento de ar de um bloco operatório no hospital CUF Tejo, Lisboa.** 2022. Tese de Doutorado. Faculdade Isec Engenharia.

SILVA, Ana Claudia Rodrigues da, et al. Estratégias de Prevenção Integradas para Reduzir a Incidência de Infecções Associadas ao trato Urinário e Infecções na

Corrente Sanguínea em Ambientes Hospitalares. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, v. 5, n. 4, p. 482-491, 2023.

SILVA, Érica Carolina Correia da. **Proposta de controle e monitoramento de pontos críticos em hospitais**. 2021.

SILVA, Francelina Helena Alvarenga Lima e NAVARRO, Marli Brito Moreira de Albuquerque. **Biossegurança e Prevenção da Tuberculose: A Importância da Qualidade do Ar no Interior dos Serviços de Saúde**. 2012.

SILVA, Larissa BRENDA; ITO, Roberto Kiyoshi. **MEDICINA BASEADA EM EVIDÊNCIAS, COMO ORIGEM DO PROJETO ARQUITETÔNICO HOSPITALAR. ETIC-ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA-ISSN 21-76-8498**, v. 13, n. 13, 2017.

SILVA, Magda Fabbri Isaac. **Resíduos de serviços de saúde: gerenciamento no centro cirúrgico, central de material e centro de recuperação anestésica de um hospital do interior paulista**. 2004. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

SOARES, Marcos Vinícius Botelho et al. **Análise microbiológica associada à avaliação da condição de biossegurança em sala de tomografia computadorizada em um hospital privado em Teresina-PI e em uma unidade de saúde pública em Timon-MA**. 2018.

SOARES, Tanísia Negrello. **Revestimentos de pisos hospitalares: avaliação das condições de uso em Porto Alegre**. 2009.

SOUZA, Cássia Rafaela Brum; PARIS, Patricia; SOUZA, Daniele Brum. **Arquitetura hospitalar: Diretrizes para avaliação de qualidade, conforto e sustentabilidade**. **Revista Thêma et Scientia**, v. 6, n. 2, p. 8-33, 2016.

THOMAZONI, ANDREA DANGELO LEITNER. **A definição do partido arquitetônico pautado nos estudos dos fluxos frente à modernização de hospitais complexos**. São Paulo, 2016.

TOLEDO, Luis Carlos. **Feitos para cuidar: a arquitetura como um gesto médico e a humanização do edifício hospitalar**. **Rio de Janeiro: Tese de Doutorado-PROARQFAU-UFRJ**, 2008.

TORQUETI, Fernanda Toloi et al. **Superfície de aço inoxidável funcionalizada com prata por pulverização catódica**. **Avanços em Ciência e Tecnologia de Alimentos - Vol.01**. 2022.

VIEIRA, Sharlene Eminy dos Santos; SILVA, Adilson Correia. **ENFERMAGEM NO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE**. **Uningá Review**, v. 2, n. 1, p. 7-7, 2010.

ZIONI, Eleonora Coelho. **Avaliação pós-ocupação de unidade de terapia intensiva hospitalar: a percepção dos usuários sobre a qualidade do ambiente construído**. 2020. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

ZIONI, Eleonora. **Planejamento físico-funcional e hotelaria em saúde**. Senac, 2018.