

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

**CONCEPÇÃO ESTRUTURAL DE UM MODELO PADRÃO PROPOSTO DE UMA  
SALA PARA LEITOS HOSPITALARES**

**Daniel Yudi Tahara Cazarin**

São Carlos  
2025

**DANIEL YUDI TAHARA CAZARIN**

**CONCEPÇÃO ESTRUTURAL DE UM MODELO PADRÃO PROPOSTO DE UMA  
SALA PARA LEITOS HOSPITALARES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos como parte dos requisitos para a conclusão da graduação em Engenharia Civil

**Orientador:** Fernando Menezes de Almeida Filho

São Carlos  
2025

# CONCEPÇÃO ESTRUTURAL DE UM MODELO PADRÃO PROPOSTO DE UMA SALA PARA LEITOS HOSPITALARES

## RESUMO

A crescente demanda por serviços de saúde, impulsionada pelo envelhecimento populacional e pela prevalência de comorbidades, destacou a necessidade de projetos hospitalares que priorizem a eficiência e a qualidade do atendimento. Este trabalho através de uma revisão bibliográfica detalhada, buscou explorar as práticas e diretrizes atuais na arquitetura hospitalar. Com base nesses estudos, o trabalho propôs um design para a sala de leito e buscou atender às exigências contemporâneas de um ambiente hospitalar eficiente e confortável. Em uma segunda etapa, o projeto estrutural da sala foi desenvolvido, destacando-se pela capacidade de aplicar análises estruturais nos softwares de cálculo estrutural TQS. Os resultados mostraram que a não participação de um estabelecimento de saúde e a desatualização de algumas normas técnicas representaram desafios significativos que impacta nas decisões de projeto. Concluiu-se que a atualização das normas e uma maior integração entre engenheiros e profissionais de saúde são fundamentais para a realização de projetos hospitalares mais eficazes e alinhados às necessidades modernas de saúde. Adicionalmente, o software TQS provou ser uma ferramenta boa e eficiente para o desenvolvimento e análise estrutural das estruturas, reforçando sua aplicabilidade em projetos estruturais. Além disso foi possível viabilizar duas configurações estruturais que o modelo proposto pode possuir, uma utilizando laje maciça e outra com laje nervurada.

*Palavras-chave: Salas de Leito Hospitalar, Projeto Hospitalar, Projeto Estrutural em TQS*

# **STRUCTURAL DESIGN OF A PROPOSED STANDARD MODEL OF A HOSPITAL BED ROOM**

## **ABSTRACT**

The increasing demand for healthcare services, driven by population aging and the prevalence of comorbidities, has highlighted the need for hospital projects that prioritize efficiency and quality of care. Through a detailed literature review, this work sought to explore current practices and guidelines in hospital architecture. Based on these studies, the work proposed a design for the hospital bed room, aiming to meet the contemporary demands of an efficient and comfortable hospital environment. In a second phase, the structural design of the room was developed, emphasizing the ability to apply structural analyses using the structural calculation software TQS. The results show that the lack of participation from a healthcare facility and the outdated nature of some technical standards posed significant challenges that impacted design decisions. It was concluded that updating standards and greater integration between engineers and healthcare professionals are essential for the execution of more effective hospital projects aligned with modern healthcare needs. Additionally, the TQS software proved to be a good and efficient tool for the development and structural analysis of structures, reinforcing its applicability in structural projects. Furthermore, it was possible to enable two structural configurations for the proposed model: one using a solid slab and another with a ribbed slab.

*Keywords: Hospital Bed Rooms, Hospital Design, Structural Project in TQS*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma da metodologia.....	13
Figura 2 - Atribuições de Estabelecimentos Assistenciais .....	17
Figura 3 - Quarto de paciente/ 3 leitos .....	23
Figura 4 - Quarto de paciente/ 2 leitos .....	24
Figura 5 – Dormitório acessível .....	29
Figura 6 – Banheiro acessível.....	30
Figura 7 – Estrutura com seus elementos componentes .....	33
Figura 8 - Recuperação do desempenho por ações de manutenção .....	43
Figura 9 – Modelo padrão proposto para salas de leitos hospitalares .....	47
Figura 10 – Região do leito .....	48
Figura 11- Região adaptável para demais usos .....	48
Figura 12 – Banheiro acessível projeto para sala .....	49
Figura 13 - Demonstração da modularidade do projeto .....	49
Figura 14 – Vista 3D do modelo proposto .....	50
Figura 15 – Configurações de materiais no TQS .....	51
Figura 16 – Configurações de pavimentos no TQS.....	52
Figura 17 – Configurações de cobrimentos no TQS .....	52
Figura 18 – Inserção da arquitetura no TQS .....	53
Figura 19 – Concepção estrutural do projeto .....	53
Figura 20 – Configuração final da cobertura da sala.....	54
Figura 21 – Visualização 3D da estrutura modelada.....	54
Figura 22 – Análise da deformação no estado limite de serviço no modelo de grelha gerado pelo TQS.....	56
Figura 23 – Análise dos momentos máximos nas vigas gerado pelo TQS .....	56
Figura 24 – Análise dos momentos fletores da laje.....	57
Figura 25 – Armações geradas pelo TQS .....	58
Figura 26 – Relatório de vigas gerado pelo TQS .....	58
Figura 27 – Análise da viga gerada pelo TQS.....	59
Figura 28 – Concepção estrutural com laje nervurada .....	60
Figura 29 - A Análise da deformação no estado limite de serviço no modelo de grelha gerado pelo TQS.....	60

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Valores contemporâneos que dão origem aos tópicos do projeto .....	28
Tabela 2 - Programa de necessidade do modelo padrão proposto.....	45
Tabela 3 - Tabela de áreas do modelo proposto .....	50
Tabela 4 - Valores de cargas uniformemente distribuídas para ambientes hospitalares .....	55

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
1.2 JUSTIFICATIVA .....	11
1.3 OBJETIVOS .....	12
1.4 METODOLOGIA.....	13
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>15</b>
2.1 RESOLUÇÃO DE DIRETORIA COLEGIADA Nº50 .....	15
2.2 ARQUITETURA DE UM QUARTO DE PACIENTES .....	22
2.2.1 <i>Programa de necessidades em um projeto arquitetônico</i> .....	26
2.3 ACESSIBILIDADE E DESIGN UNIVERSAL.....	28
2.4 ESTRUTURA .....	31
2.4.1 <i>Concreto armado</i> .....	31
2.4.2 <i>Concepção e elementos estruturais</i> .....	32
2.4.3 <i>Ações</i> .....	35
2.4.4 <i>TQS</i> .....	36
2.5 INSTALAÇÕES PREDIAIS EM UMA SALA DE LEITO .....	37
2.5.1 <i>Água fria e água quente</i> .....	37
2.5.2 <i>Oxigênio, Ar comprimido medicinal e vácuo clínico</i> .....	38
2.5.3 <i>Elétrica</i> .....	40
2.5.4 <i>Ar-condicionado</i> .....	41
2.6 MANUTENÇÃO E VIDA ÚTIL DE PROJETO .....	41
2.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	43
<b>3. RESULTADOS .....</b>	<b>45</b>
3.1 <i>Projeto Arquitetônico</i> .....	45
3.2 <i>Projeto Estrutural</i> .....	51
<b>4. CONCLUSÕES.....</b>	<b>62</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>64</b>
<b>APÊNDICE A - MODELO PADRÃO PROPOSTO PARA SALAS DE LEITOS HOSPITALARES.....</b>	<b>67</b>
<b>APÊNDICE B – PROJETO ESTRUTURAL DO MODELO PARA SALAS DE LEITO HOSPITALARES PROPOSTO.....</b>	<b>69</b>

# 1. INTRODUÇÃO

A demanda recebida por hospitais tem aumentado significativamente nos últimos anos. Diante dessa crescente demanda, os hospitais enfrentam o desafio de expandir suas instalações para acomodar e atender um número cada vez maior de pacientes, garantindo a qualidade do atendimento, segurança e o conforto dos usuários.

A situação no Brasil, analisada por Noronha et al. (2020), revela um panorama onde, sob cenários de infecção moderados a altos, diversas microrregiões e macrorregiões de saúde operariam além de sua capacidade, comprometendo significativamente a qualidade do atendimento aos pacientes, especialmente aqueles com condições mais graves. A demanda por leitos hospitalares aumenta substancialmente, impulsionada não só por doenças, mas também pelo envelhecimento populacional e pelas prevalências de comorbidades que elevam os riscos de complicações severas da doença. O autor evidencia ainda a crítica à necessidade de uma resposta coordenada que inclua a expansão da infraestrutura hospitalar e o aumento da disponibilidade de equipamentos médicos essenciais.

A pandemia de COVID-19 destacou as profundas disparidades no acesso e na qualidade da infraestrutura de saúde em todo o mundo, com impactos particularmente severos em países de grande extensão territorial e desigualdade regional como o Brasil. O estudo de Moraes et al. (2023) fornece uma análise abrangente da infraestrutura hospitalar disponível para o tratamento de pacientes internados por COVID-19 no Brasil, categorizando as descobertas em infraestrutura hospitalar, custos e insumos, e vulnerabilidades governamentais e sociais. As descobertas indicam uma significativa disparidade regional na disponibilidade de leitos de UTI, equipamentos de ventilação mecânica, e equipes multiprofissionais, com regiões como o Norte e Nordeste enfrentando as maiores carências (Moraes et al., 2023). Os dados do DATASUS de 2024 evidenciam essa desigualdade na distribuição de leitos hospitalares no Brasil, totalizando 455.020 leitos distribuídos entre as regiões: Norte (34.146), Nordeste (123.690), Sudeste (183.502), Sul (73.296) e Centro-Oeste (40.386). Essa discrepância reflete a necessidade de políticas públicas mais eficazes para garantir uma melhor equidade no acesso à saúde.

As respostas à pandemia foram marcadas por ações governamentais tardias e limitadas, com investimentos insuficientes que agravaram a crise nas regiões mais vulneráveis. Além disso, a pandemia exacerbou desigualdades pré-existentes, afetando desproporcionalmente grupos étnicos e sociais menos favorecidos e evidenciando a

importância de políticas públicas que priorizem equidade na saúde (Moraes et al., 2023). Moraes ainda revisa e discute a extensão e a eficácia da infraestrutura hospitalar durante a crise da COVID-19, e ressalta a urgente necessidade de reformas que não apenas ampliem a capacidade hospitalar, mas que também melhorem a gestão de recursos para garantir uma resposta mais efetiva e equitativa em futuras crises sanitárias.

A complexidade na gestão de sistemas de saúde e, especificamente, a infraestrutura hospitalar, apresenta desafios significativos que impactam diretamente na eficiência e eficácia do atendimento ao paciente (Souza, 2008). Neste contexto, o planejamento de ampliação e manutenção hospitalar assume um papel crucial na otimização de recursos e na melhoria contínua da qualidade dos serviços prestados. A falta de um planejamento adequado pode resultar em uma série de problemas, que vão desde a inadequação das instalações físicas até a obsolescência dos equipamentos, comprometendo a sustentabilidade operacional e a capacidade de atendimento das instituições de saúde (Souza, 2008).

Portanto, a ampliação de um hospital é um processo complexo, que envolve diversos desafios. Questões como a falta de espaço físico, a necessidade de adequação às normas técnicas e a otimização dos recursos disponíveis são apenas algumas das dificuldades enfrentadas pelas instituições de saúde nesse processo. No meio desta necessidade, a expansão não planejada acarreta um aglomerado de ambientes que por sua vez, geram inúmeros outros problemas (SOUZA, 2008).

“[...] A falta de um planejamento para a expansibilidade gera verdadeiros aglomerados de ambientes no interior do hospital, dificultando sua manutenção, adaptação e prejudicando as condições de ventilação e iluminação natural, fluxos, setorização e, até mesmo de circulação, tornando-se uma solução paliativa e momentânea.” (SOUZA, 2008, p.119).

Dentre os componentes fundamentais de um hospital, os leitos representam a capacidade de internação e atendimento dos pacientes, sendo essenciais para a operação e expansão dos hospitais. Segundo Góes (2004, p.62), o setor de internação é o de maior demanda por área no edifício hospitalar, portanto, ter um projeto deste componente hospitalar com uma ampliação previamente planejada é de extrema importância. No entanto, projetar e implementar salas de leitos hospitalares de forma eficiente, que atendam às necessidades dos pacientes e sejam adaptáveis às demandas futuras, é um desafio que requer conhecimento e abordagens inovadoras. Além dos desafios relacionados à ampliação de hospitais, a manutenção adequada das instalações também é uma preocupação constante para os hospitais.

“Uma instalação sem manutenção constante ou preparo imediato, pode tornar o edifício inabitável em poucas horas e causar danos muito mais onerosos do que a própria instalação” (GÓES, 2004 p.50). Logo, a falta de um planejamento prévio relacionado a manutenção de um setor hospitalar pode resultar em dificuldades na limpeza, reparos frequentes, danificação de equipamentos e até mesmo o comprometimento na segurança dos pacientes. Portanto, é fundamental abordar a manutenção como parte integrante do projeto da sala do leito hospitalar, desenvolvendo soluções que facilitem a realização dessas tarefas, como acesso a pontos de reparo, substituição de componentes e limpeza adequada.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

A justificativa para a realização deste trabalho esteve em compreender a lacuna existente no conhecimento e nas práticas relacionadas a projetos de salas de leitos hospitalares que considerem a ampliação, manutenção e construção de hospitais. Através desse estudo, buscou-se oferecer subsídios teóricos para auxiliar as instituições de saúde a enfrentarem os desafios relacionados a esse processo de manutenção, construção e expansão.

Ao se aliar o estudo aprofundado sobre sua concepção estrutural do ambiente, permite-se avaliar aspectos como resistência, flexibilidade para futuras adaptações e viabilidade construtiva. Dessa forma, é possível garantir que a edificação atenda aos requisitos técnicos e normativos, proporcionando um espaço adequado para pacientes e profissionais da saúde, além de otimizar os recursos investidos na construção e manutenção do hospital.

Além disso, a importância deste trabalho reside no fato de que a construção de hospitais é uma questão de relevância social. Com a crescente demanda por serviços de saúde, é essencial que os hospitais sejam capazes de expandir suas instalações de forma sustentável, garantindo a possibilidade e qualidade de atendimento a um número cada vez maior de pacientes. Ao propor um projeto de uma sala de leito hospitalar, este trabalho possui o potencial de impactar positivamente a área da saúde, contribuindo para a melhoria da infraestrutura hospitalar.

### 1.3 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho foi contribuir para a melhoria dos projetos hospitalares, tendo um foco em salas de leitos, a fim de proporcionar ambientes eficientes às necessidades dos pacientes e profissionais de saúde através de um estudo de concepção estrutural de um modelo de sala de leito padrão proposto.

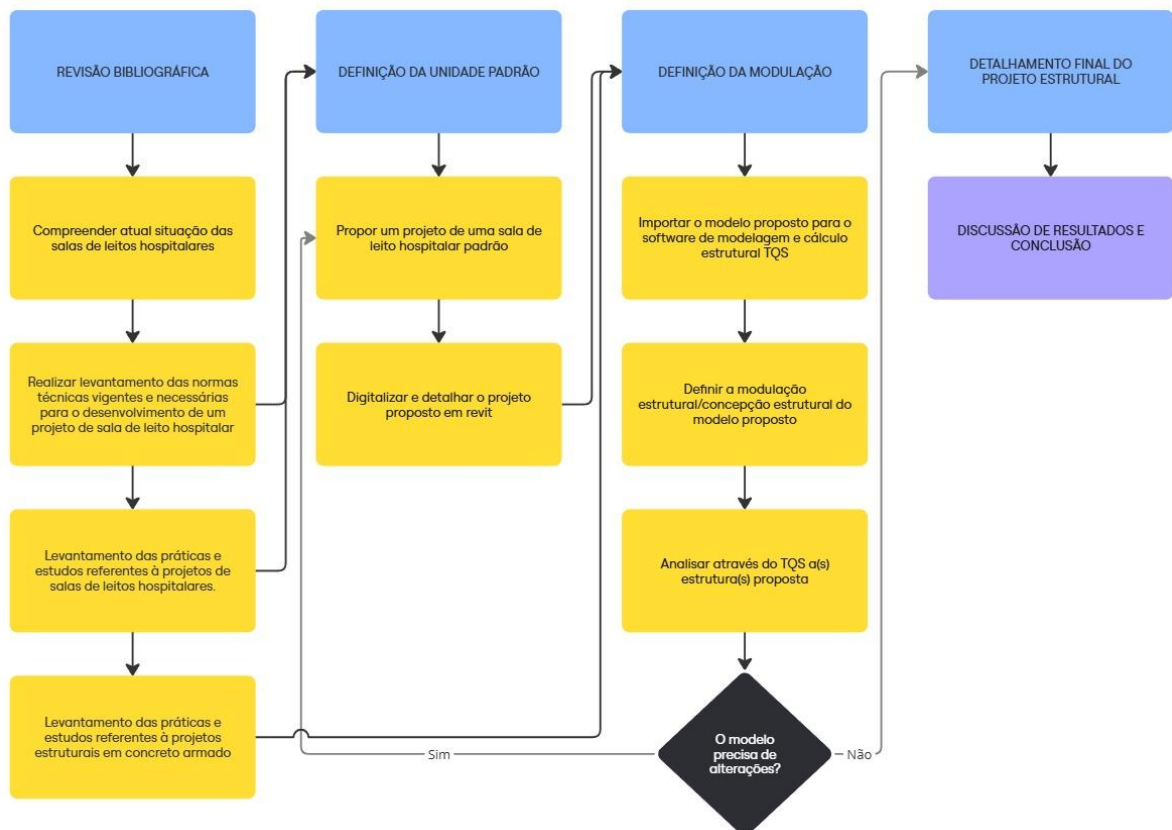
Portanto, para alcançar o objetivo geral, seguiu-se os seguintes objetivos específicos:

- Analisar a situação atual das salas de leitos hospitalares em termos de projeto, manutenção, construção e ampliação, identificando os desafios e limitações enfrentados pelos hospitais através da coleta de dados com revisões bibliográficas;
- Propor um modelo de projeto padrão de uma sala de leito hospitalar que levou em consideração aspectos como funcionalidade, segurança e acessibilidade visando facilitar a manutenção, construção e ampliação dos hospitais, além de atender as normas vigentes com base na bibliografia disponível.
- Realizar um estudo de concepção estrutural e um projeto estrutural de um modelo proposto de uma sala de leito hospitalar padrão atendendo as normas vigentes e com base na bibliografia disponível e comparar possibilidades de concepção estruturais do mesmo modelo, comparando um possível uso de laje maciça e laje nervurada.

## 1.4 METODOLOGIA

A metodologia do presente trabalho foi estruturada de acordo com o fluxograma ilustrado na figura 1 abaixo:

**Figura 1 – Fluxograma da metodologia**



Fonte: Autor, 2025.

A primeira etapa do trabalho consistiu em uma revisão bibliográfica extensa para compreender a situação atual das salas de leitos hospitalares. Isso incluiu uma análise profunda das normas técnicas vigentes que são necessárias para desenvolver um projeto eficaz de sala de leito hospitalar. Além disso, foram realizados levantamentos de práticas e estudos existentes relacionados ao design de salas de leitos hospitalares e aspectos a serem considerados, para isto, foi-se atrás de artigos, livros e manuais hospitalares existentes. E para finalizar esta etapa, uma última parte da pesquisa possui um foco particular nos projetos estruturais em concreto armado, estudando não apenas as normas vigentes, mas também artigos e livros a respeito do assunto.

Com base nas informações coletadas e análises feitas na etapa anterior, foi proposto um projeto para uma sala de leito hospitalar padrão, levando em consideração aspectos

identificados na literatura. Este projeto foi então modelado e detalhado utilizando o software Revit, que permite uma visualização tridimensional do design e facilita a identificação de possíveis melhorias.

Após a modelagem do projeto, o próximo passo foi definir a modulação estrutural, isto é, concebeu-se a estrutura do modelo proposto. Isso envolveu planejar os elementos estruturais, como vigas e pilares, de modo que atendam aos requisitos técnicos e de segurança. O modelo estrutural foi então importado para o software de modelagem e cálculo estrutural TQS, onde foram realizadas análises detalhadas para verificar a viabilidade e eficácia da estrutura proposta.

Para o projeto levou-se em consideração a utilização do concreto com resistência de 25Mpa (fck 25) e aço CA-50, além de seguir as normas vigentes, em especial a NBR 6118:2023.

Usando o TQS, o modelo passou por uma série de análises para testar a resistência e a estabilidade da estrutura, entre eles os parâmetros de limites de serviço e de uso estabelecidos pela NBR 6118, além de analisar-se questões de otimização, como taxas de armaduras. Caso fosse identificado a necessidade de alterações durante essa análise, o modelo retornava para ajustes no software Revit. Assim que não foram necessárias mais modificações, o processo avançou para a etapa final.

Uma vez que o modelo foi finalizado e aprovado nas análises estruturais, procede-se ao detalhamento final do projeto estrutural e arquitetônico. A última fase do processo envolveu a discussão dos resultados obtidos e a elaboração de conclusões baseadas no desenvolvimento do projeto.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Resolução de Diretoria Colegiada nº50**

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), publicou a Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) nº 50 em 21 de fevereiro de 2002. Essa resolução estabelece diretrizes regulatórias para o planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS) em todo o território nacional, tanto para a esfera pública quanto privada e tem como objetivo promover a segurança e a qualidade dos serviços prestados aos pacientes, além da prevenção e o controle de infecções hospitalares. Além disso, com a finalidade de manter essas diretrizes em consonância com os avanços científicos e tecnológicos, é dito na presente norma que a revisão deste Regulamento Técnico é feita após cinco anos de sua vigência, com o objetivo de atualizá-lo ao desenvolvimento científico e tecnológico do país.

A RDC nº 50/2002 estrutura-se em três grandes partes: a elaboração de projetos físicos, a programação físico-funcional e os critérios de projetos. O principal objetivo da norma é garantir que todas as edificações destinadas à saúde sigam padrões mínimos de infraestrutura, acessibilidade, segurança sanitária e funcionalidade, promovendo uma assistência de qualidade. Além disso, busca-se assegurar a viabilidade técnica e financeira dos projetos, considerando as particularidades regionais e as necessidades específicas dos serviços de saúde.

A primeira parte da resolução se trata do desenvolvimento dos projetos físicos está dividido em que se é listado o que deve conter durante o planejamento e concebimento de um projeto de uma EAS, alguns exemplos de etapas podem ser citados, como:

- Estudo Preliminar: é a etapa inicial do planejamento de projetos. Ele tem como objetivo avaliar a viabilidade técnica do empreendimento com base no Programa de Necessidades, que lista os ambientes necessários e suas características para atender às atividades previstas. Este estudo assegura que o projeto atenda às exigências mínimas legais e normativas, especialmente no que diz respeito à ocupação do solo e à interação com o entorno urbano.
- Projeto Básico: é uma etapa mais detalhada e desenvolvida, que amplia as definições do estudo preliminar. Ele busca demonstrar a viabilidade técnica da

edificação, com informações mais específicas sobre os sistemas e materiais, e serve como base para a estimativa de custos e definição de prazos.

- Projeto Executivo: é a etapa mais detalhada, com todas as informações necessárias para a execução da obra. Ele deve conter os elementos técnicos que asseguram a realização do empreendimento de acordo com o planejado. O Projeto Executivo deve ser compatível com os sistemas complementares e estar pronto para atender às exigências das vigilâncias sanitárias locais.

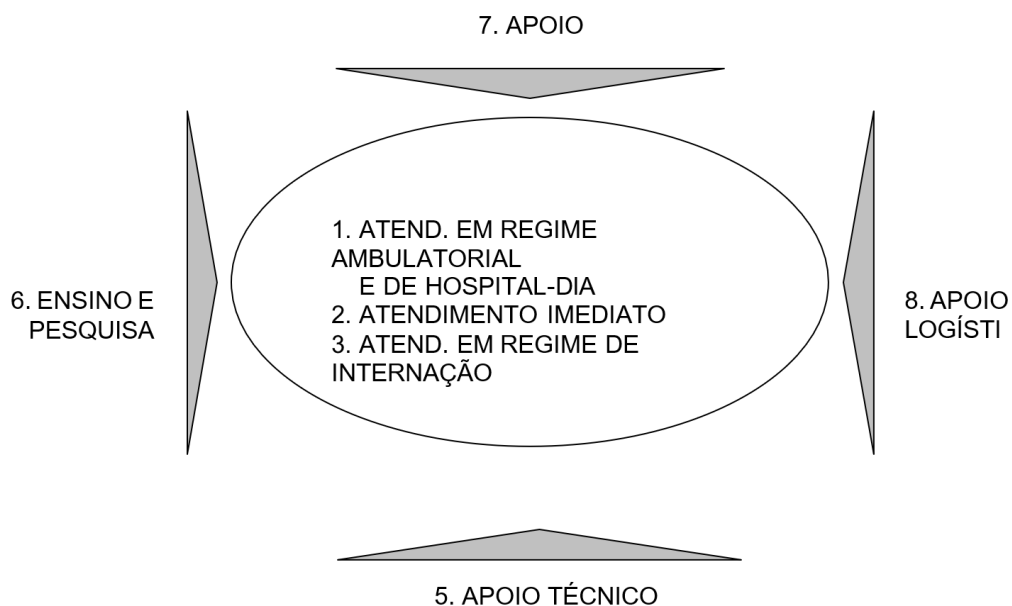
A segunda parte estabelecida pela RDC nº 50/2002 se trata da programação físico-funcional que desempenha um papel central na adequação dos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS) às demandas assistenciais e operacionais. Essa programação define as características dos ambientes e sua relação com as atividades a serem desenvolvidas, assegurando que a infraestrutura física seja compatível com os serviços prestados. A abordagem da norma é flexível e adaptável, permitindo que os gestores planejem os espaços de acordo com as necessidades locais e regionais.

A resolução estabelece oito atribuições dos estabelecimentos assistenciais, no qual cada atribuição é descrita com as atividades que geram ou caracterizam os ambientes que as compõem, sendo as quatro primeiras atribuições descritas como “atribuições fim”, ou seja, são diretamente ligadas à atenção e assistência à saúde e as quatro últimas voltadas a proporcionar o desenvolvimento das primeiras e de si mesmas. A ANVISA(2002) as numera, nomeia e descreve da seguinte forma:

- 1- Prestação de atendimento eletivo de promoção e assistência à saúde em regime ambulatorial e de hospital-dia - atenção à saúde incluindo atividades de promoção, prevenção, vigilância à saúde da comunidade e atendimento a pacientes externos de forma programada e continuada;
- 2- Prestação de atendimento imediato de assistência à saúde - atendimento a pacientes externos em situações de sofrimento, sem risco de vida (urgência) ou com risco de vida (emergência);
- 3- Prestação de atendimento de assistência à saúde em regime de internação- atendimento a pacientes que necessitam de assistência direta programada por período superior a 24 horas (pacientes internos);

- 4- Prestação de atendimento de apoio ao diagnóstico e terapia- atendimento a pacientes internos e externos em ações de apoio direto ao reconhecimento e recuperação do estado da saúde (contato direto);
- 5- Prestação de serviços de apoio técnico- atendimento direto a assistência à saúde em funções de apoio (contato indireto);
- 6- Formação e desenvolvimento de recursos humanos e de pesquisa- atendimento direta ou indiretamente relacionado à atenção e assistência à saúde em funções de ensino e pesquisa;
- 7- Prestação de serviços de apoio à gestão e execução administrativa- atendimento ao estabelecimento em funções administrativas;
- 8- Prestação de serviços de apoio logístico - atendimento ao estabelecimento em funções de suporte operacional (ANVISA, 2002.)

**Figura 2 - Atribuições de Estabelecimentos Assistenciais**



FONTE: ANVISA, 2002

Ainda na segunda parte da norma são apresentadas tabelas que relacionam as atividades descritas com os ambientes físicos em que elas serão realizadas e estabelece parâmetros mínimos e obrigatórios de dimensionamento destas unidades, além de descrever

as instalações que devem ser previstas em cada uma delas. Estas atribuições e tabelas já citadas, refletem a complexidade e a multidisciplinaridade necessárias para o funcionamento dos estabelecimentos assistenciais de saúde, abrangendo desde a prestação direta de cuidados ao paciente até o suporte técnico, administrativo e logístico e devem ser devidamente consideradas de acordo com a particularidade e necessidades de cada projeto, assim como cita a RDC 50:

“A presente norma não estabelece uma tipologia de edifícios de saúde, como por exemplo posto de saúde, centro de saúde, hospital, etc., aqui se procurou tratar genericamente todos esses edifícios como sendo estabelecimentos assistenciais de saúde- EAS, que devem se adequar as peculiaridades epidemiológicas, populacionais e geográficas da região onde estão inseridos.” (ANVISA, 2002).

Após as tabelas de dimensionamento dos ambientes, a terceira parte da norma é apresentada e está relacionada aos critérios para projetos de estabelecimentos assistenciais de saúde. Nesta parte, RDC 50 trata de subtópicos que orientam e regulam algumas etapas importantes do projeto, sendo eles:

- Circulações externas e internas: A norma caracteriza os parâmetros de circulações externas e internas, baseadas principalmente na NBR-9050 da ABNT, acessibilidade de pessoas portadoras de deficiências a edificações, espaço, mobiliário e equipamentos urbanos além de outras normas de acordo com o tipo de acesso específico, como por exemplo a NBR 7196 a respeito de monta-cargas. É destacado que os acessos de uma EAS primeiramente, devem ser minimizados ao máximo, para se ter um maior controle da movimentação dentro do estabelecimento de saúde, tendo como parâmetro então os tipos de acessos necessários de acordo com suas funções. Além disso é citado a importância de que um portador de deficiência ambulatoria deve conseguir adentrar ao prédio sem a ajuda de terceiros.

Para o dimensionamento das áreas de circulação em si, RDC 50 apresenta tabelas e condições para se projetar as áreas de circulações de um EAS. Os acessos que são apresentados tais parâmetros são: estacionamentos, helipontos, corredores, portas, escadas, rampas, elevadores, monta-cargas e tubos de quedas.

- Condições ambientais de conforto: os sistemas de controle ambiental nos EAS abrangem duas dimensões: a endógena, que busca criar condições internas de salubridade ao proteger as pessoas das variáveis ambientais externas, como ruídos, temperatura e umidade; e a exógena, que considera os impactos das construções no meio ambiente externo, influenciando, positiva ou negativamente, as condições climáticas naturais. Dessa forma, as

decisões de projeto devem equilibrar as necessidades internas do edifício com a preservação das características ambientais do entorno, minimizando interferências negativas.

A norma RDC nº 50/2002 organiza o controle das condições de conforto ambiental nos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS) com base na interação das expectativas específicas de cada sub aspecto (conforto higrotérmico, qualidade do ar, acústico e luminoso) e com a classificação dos ambientes segundo as atividades realizadas. Para isso, estabelece listagens de áreas funcionais, onde os compartimentos das unidades funcionais são agrupados conforme a demanda de sua população por condições específicas de conforto.

Além disso, a norma ressalta que os requisitos de condicionamento ambiental devem atender às normas genéricas de construção, considerando que os EAS possuem características especiais que requerem atenção diferenciada na sua concepção e execução. Assim, os parâmetros normativos asseguram a criação de ambientes adequados às necessidades assistenciais e operacionais desses estabelecimentos.

- Condições ambientais de controle de infecção hospitalar: neste tópico, a norma destaca os critérios para projetos arquitetônicos de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde visando o controle de infecções hospitalares. Ele menciona dois componentes complementares: os procedimentos relacionados a pessoas, utensílios, roupas e resíduos (RSS), e os elementos arquitetônicos como circulação, transporte de materiais, controle do ar, limpeza de superfícies e instalações específicas.

O papel da arquitetura neste caso é criar barreiras e fornece recursos físicos, funcionais e operacionais para prevenir infecções relacionadas a pessoas, ambientes e práticas. Conforme descrito, a RDC 50 diferencia a infecção hospitalar como sendo adquirida após a admissão do paciente, enquanto infecção comunitária ocorre antes da internação. A Portaria aborda prevenção e controle de infecções em sistemas internos como água, resíduos e ar-condicionado, além de proteger trabalhadores contra doenças ocupacionais.

A norma aborda os critérios arquitetônicos para o controle de infecção em EAS's, destacando medidas preventivas e padrões construtivos. Ele menciona a importância de condutas associadas a soluções arquitetônicas para prevenir infecções hospitalares, apresentando diretrizes vinculadas às etapas do projeto descritas anteriormente no capítulo 1: estudo preliminar, projeto básico e projeto executivo.

No estudo preliminar, destaca-se a proibição de localização de EAS em zonas de risco, a classificação dos ambientes e a desnecessidade de circulações exclusivas para elementos

limpos e sujos. A RDC 50(2002), estabelece o zoneamento das unidades hospitalares de acordo com sua sensibilidade ao risco de transmissão de infecções, no qual cada zona possui seus critérios de segurança a serem atendidos. A presente norma as descreve da seguinte forma:

- Áreas críticas - são os ambientes onde existe risco aumentado de transmissão de infecção, onde se realizam procedimentos de risco, com ou sem pacientes, ou onde se encontram pacientes imunodeprimidos.
- Áreas semicríticas - são todos os compartimentos ocupados por pacientes com doenças infecciosas de baixa transmissibilidade e doenças não infecciosas.
- Áreas não-críticas - são todos os demais compartimentos dos EAS não ocupados por pacientes, onde não se realizam procedimentos de risco

Este zoneamento inicial indica quais medidas de projeto devem ser tomadas ao longo do restante do projeto refletindo na disposição da arquitetura, elementos construtivos a serem considerados, fluxos e materiais utilizados que são definidos nas etapas seguintes do projeto.

Já no projeto básico, o texto enfatiza barreiras físicas, como vestiários, quartos privativos e salas específicas para processamento de roupas e alimentos, que devem atender a fluxos predeterminados e evitar contaminação cruzada. Além disso, normas específicas sobre biossegurança são apresentadas, dividindo-se em quatro níveis (NB-1 a NB-4), com barreiras primárias (equipamentos) e secundárias (estruturas prediais) detalhadas, sendo elas por exemplo, a disponibilidade de autoclaves e cabines de segurança biológica (CSB).

Os níveis de biossegurança NB-1 a NB-4 variam em complexidade e grau de proteção, sendo definidos por combinações de práticas laboratoriais, técnicas e barreiras primárias e secundárias. De acordo com a norma, o responsável técnico avalia os riscos e aplica o nível adequado com base nos agentes envolvidos e nas atividades realizadas. As práticas podem ser ajustadas conforme informações sobre virulência, patogenicidade, resistência a antibióticos, vacinas ou tratamentos disponíveis. Estes níveis são traduzidos pela RDC em uma tabela que descreve os procedimentos e equipamentos que devem ser utilizados para cada nível de biossegurança, guiando o projetista em quais ações tomar de acordo com cada ambiente.

O projeto executivo foca nos acabamentos que facilitam limpeza e desinfecção, exigindo materiais resistentes a agentes químicos. Detalhes como forros contínuos em áreas críticas, renovação de ar adequada, e medidas para evitar a entrada de animais sinantrópicos

são destacados. Regras específicas para tubulações, elevadores e duchas higiênicas também são abordadas, com vistas à segurança e funcionalidade do ambiente

- Instalações prediais ordinárias e especiais: A norma aborda diretrizes para o dimensionamento e planejamento das instalações prediais em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde, assegurando que esses espaços atendam aos requisitos técnicos, operacionais e de segurança necessários. Abrangendo instalações hidrossanitárias, elétricas, fluido-mecânicas e sistemas de climatização, o documento estabelece parâmetros para garantir o funcionamento eficiente e seguro das unidades hospitalares, considerando as demandas específicas de cada ambiente.

Entre os aspectos tratados, estão o abastecimento e consumo de água, a gestão de esgoto, a distribuição de energia elétrica com sistemas de emergência, e a organização de redes para gases medicinais e sistemas de vácuo. Também são definidos critérios para climatização e ventilação, incluindo controle de temperatura, qualidade do ar e exaustão em áreas críticas, de forma a atender às necessidades de conforto e segurança tanto para os pacientes quanto para os profissionais de saúde.

As diretrizes são baseadas em normas complementares e regulamentações técnicas, buscando criar um ambiente hospitalar eficiente e alinhado às exigências de saúde pública e biossegurança. O objetivo é garantir que os EAS sejam projetados de maneira a otimizar recursos, reduzir riscos e oferecer condições adequadas para o atendimento e a recuperação dos pacientes.

- Condições de segurança contra incêndio: A norma aborda critérios essenciais para segurança contra incêndio em Estabelecimentos Assistenciais de Saúde, abrangendo acessibilidade, setorização, compartimentação e materiais construtivos. O projeto deve garantir acessos adequados para veículos de combate a incêndios e a divisão dos ambientes em setores com características específicas para conter a propagação do fogo. A compartimentação horizontal e vertical é fundamental para facilitar a evacuação de pacientes, considerando as diferentes mobilidades. Além disso, materiais construtivos devem ser tratados para resistir ao fogo, com portas corta-fogo e escadas de emergência adequadas ao fluxo de evacuação.

O projeto executivo deve detalhar sinalizações de segurança visíveis e complementadas por sistemas sonoros, essenciais em caso de diminuição da visibilidade devido à fumaça. Também inclui sistemas de detecção, alarme e extinção, como detectores de

fumaça e hidrantes, especialmente em áreas de alto risco e setores críticos. A RDC ainda destaca que equipamentos automáticos para combate ao fogo em zonas de alto valor e risco devem ser conectados à rede de energia de emergência para garantir funcionamento contínuo.

Por fim a norma destaca normas complementares da ABNT que orientam as especificações de segurança contra incêndio em edificações urbanas. Vale ressaltar que a RDC de nº50 possui parâmetros que entram diretamente em conflito com normas municipais e estaduais, como normas de bombeiros e códigos de obras, o que dificulta todo o processo projetual. Conforme Brasil (1995), o projetista deve considerar, a prescrição legislativa ou normativa mais exigente, podendo ou não ser a do órgão de hierarquia superior.

## **2.2 Arquitetura de um quarto de pacientes**

A arquitetura hospitalar desempenha um papel fundamental na concepção de ambientes que favorecem a recuperação dos pacientes e otimizam o trabalho das equipes de saúde. Os leitos hospitalares constituem um dos principais espaços dentro das unidades de internação e, portanto, exigem uma abordagem projetual que alie normas técnicas, funcionalidade e humanização. De acordo com Ciaco (2010), a humanização hospitalar emerge como uma necessidade fundamental para melhorar a qualidade de vida dos pacientes durante a internação, minimizando o estresse e promovendo uma recuperação mais rápida.

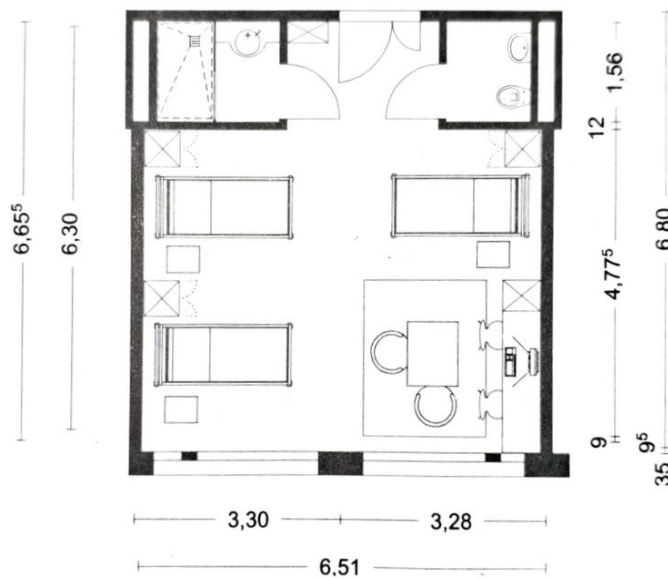
A Resolução RDC nº 50/2002, estabelecida pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), fornece o embasamento técnico necessário para a elaboração de projetos hospitalares no Brasil. A norma especifica requisitos mínimos de dimensão, layout e organização dos espaços, garantindo a segurança, acessibilidade e a eficiência funcional dos ambientes. Para as salas de leito hospitalar, a RDC determina que quartos individuais devem possuir área mínima de 10 m<sup>2</sup> por leito, enquanto quartos coletivos devem ter, no mínimo, 7 m<sup>2</sup> por leito, com um limite de até seis leitos por enfermaria (ANVISA, 2002). Esses parâmetros garantem espaços adequados para a circulação dos profissionais, dos pacientes e de equipamentos, além de preservar a privacidade necessária.

Além das dimensões, a resolução estabelece as distâncias mínimas entre os elementos do ambiente, sendo 1 metro entre paredes laterais e o leito e 1,2 metros entre a cabeceira e o pé do leito. Tais especificações visam facilitar o deslocamento dos profissionais de saúde e permitir a adequada movimentação de dispositivos assistenciais (ANVISA, 2002). Segundo

Hubner e Ravache (2021), o respeito a essas diretrizes resulta em um ambiente hospitalar funcional e seguro, com impacto positivo na qualidade do atendimento oferecido.

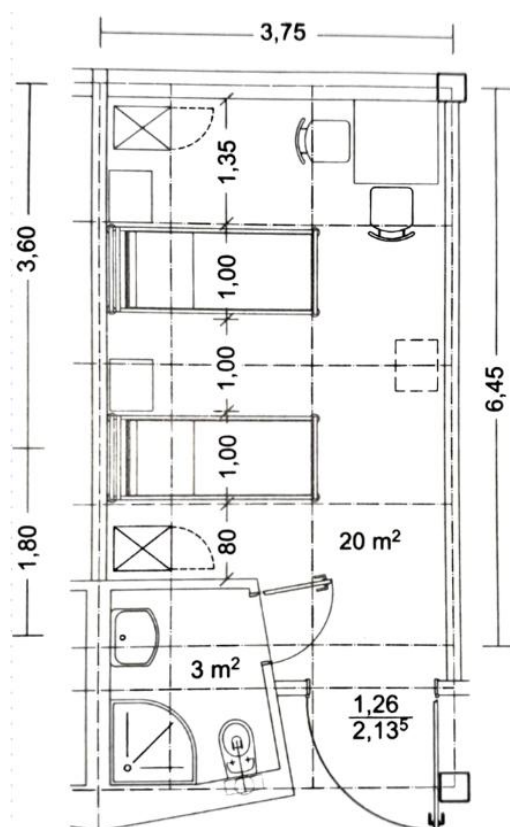
No contexto internacional, o Neufert (2013) complementa essas diretrizes ao fornecer orientações sobre o layout e a ergonomia dos espaços hospitalares. O autor recomenda que a disposição dos leitos em quartos coletivos inclua elementos divisores, como cortinas ou biombos, para preservar a privacidade dos pacientes e facilitar o descanso além de diversos outros elementos do espaço como cadeiras, armários, mesas, entre outros necessários. Além disso, o mobiliário hospitalar deve ser posicionado estrategicamente para otimizar a circulação e evitar obstruções, garantindo acessibilidade universal. O autor fornece algumas sugestões de design de salas de leitos mostrados nas figuras 3 e 4 abaixo, que não estão adequadas com as atuais normas nacionais:

**Figura 3 - Quarto de paciente/ 3 leitos**



Fonte: Neufert (2013)

**Figura 4 - Quarto de paciente/ 2 leitos**



Fonte: Neufert (2013).

A iluminação é outro aspecto crucial no projeto dos leitos hospitalares. A iluminação natural, amplamente defendida por Sampaio (2004) e pelo Neufert (2013), deve ser priorizada por seus benefícios diretos no bem-estar dos pacientes. A luz natural melhora o humor, regula os ritmos biológicos e proporciona uma percepção temporal mais realista, fatores importantes para a recuperação em ambientes de internação prolongada. Para evitar desconfortos, recomenda-se o uso de elementos de sombreamento, como brises e venezianas externas, que permitem o controle da insolação excessiva. Complementarmente, a iluminação artificial deve atender às necessidades funcionais do ambiente, oferecendo luz geral difusa para a sala, luz de cabeceira para leitura e pequenos procedimentos, e iluminação noturna indireta para evitar desconforto visual (NEUFERT, 2013).

Além da iluminação, a ventilação adequada e a escolha de materiais de acabamento são determinantes no projeto. A RDC nº 50/2002 estabelece que os revestimentos devem ser lisos, impermeáveis e de fácil limpeza, garantindo a assepsia necessária para o controle de infecções hospitalares. Pisos antiderrapantes e resistentes são fundamentais para promover a segurança e facilitar a manutenção, conforme também sugerido pelo Neufert (2013).

O conceito de humanização hospitalar está intimamente ligado à qualidade do ambiente físico e à percepção sensorial dos usuários. Segundo Ciaco (2010), aspectos como a cromoterapia, a inserção de áreas verdes e a integração dos espaços com o meio externo têm influência direta no bem-estar emocional dos pacientes. As cores aplicadas nos quartos devem ser suaves, como tons de azul e verde, que possuem propriedades relaxantes e contribuem para a redução do estresse. A presença de janelas com vistas externas e a utilização de pátios ajardinados também são estratégias eficazes para proporcionar um ambiente acolhedor.

A organização espacial dos leitos hospitalares deve ser complementada por ambientes de apoio, como postos de enfermagem, salas de prescrição médica, depósitos de materiais de limpeza e áreas de descanso para acompanhantes. A localização estratégica desses espaços favorece a otimização dos fluxos de trabalho e reduz os deslocamentos desnecessários das equipes, promovendo maior eficiência assistencial (ANVISA, 2002; HUBNER; RAVACHE, 2021). Para pacientes pediátricos e geriátricos, por exemplo, é necessário prever áreas específicas para acompanhantes, garantindo conforto sem comprometer as dimensões mínimas exigidas pela norma.

Outro ponto fundamental destacado pelo Neufert (2013) é a flexibilidade dos espaços hospitalares. O autor recomenda a adoção de layouts modulares e divisórias móveis, permitindo que os ambientes possam ser adaptados às mudanças tecnológicas e às novas demandas médicas sem comprometer a funcionalidade do espaço. A flexibilidade arquitetônica é especialmente relevante em cenários de crise, como pandemias, onde há a necessidade de reorganizar rapidamente as áreas de internação.

Portanto, os projetos de salas de leito hospitalar devem buscar o equilíbrio entre funcionalidade, conformidade técnica e humanização, integrando as diretrizes da RDC nº 50/2002, os princípios defendidos por Ciaco (2010) e as recomendações do Neufert (2013). A atenção a elementos como dimensões adequadas, iluminação, ventilação, escolha de materiais e ergonomia dos espaços é fundamental para garantir ambientes que promovam a recuperação dos pacientes e ofereçam condições ideais de trabalho para os profissionais de saúde.

### **2.2.1 Programa de necessidades em um projeto arquitetônico**

O programa de necessidades é um elemento essencial no processo de projeto arquitetônico, funcionando como a base para o desenvolvimento de soluções espaciais que atendam às demandas funcionais, estéticas e técnicas do projeto. No contexto hospitalar, a elaboração de um programa de necessidades eficiente é ainda mais relevante, pois garante que os espaços projetados atendam às exigências normativas e às necessidades dos pacientes, profissionais de saúde e usuários em geral.

Segundo Moreira e Kowaltowski (2008), o programa de necessidades é a etapa inicial de um projeto arquitetônico, onde são levantados e organizados os requisitos funcionais, físicos e ambientais necessários para a concepção do edifício. Este documento serve como uma ponte entre as demandas do cliente e a materialização do espaço construído, estabelecendo as diretrizes que irão guiar o arquiteto ao longo do processo projetual.

A RDC nº 50/2002 estabelece que o planejamento de estabelecimentos assistenciais de saúde deve partir de uma análise detalhada das atividades a serem realizadas e dos fluxos de pessoas, materiais e informações, que devem ser contemplados no programa de necessidades (ANVISA, 2002). No caso de unidades hospitalares, o programa de necessidades deve abordar:

- A distribuição dos setores e ambientes, respeitando as normas de segurança, acessibilidade e funcionalidade;
- Os fluxos de circulação interna e externa, minimizando o cruzamento entre áreas limpas e contaminadas;
- As dimensões mínimas e requisitos técnicos de cada ambiente, conforme estabelecido pela RDC nº 50/2002 (BRASIL, 2002).

O programa de necessidades também desempenha um papel fundamental na hierarquização das demandas do projeto, priorizando os aspectos mais relevantes de acordo com o uso previsto do edifício e as limitações impostas pelo contexto do local.

De acordo com o estudo de Pinto (2013), o desenvolvimento do programa de necessidades pode ser dividido em três etapas principais: análise, síntese e avaliação. Na fase de análise, são levantados os dados contextuais, funcionais e normativos que irão fundamentar as decisões de projeto. A síntese é a etapa em que as informações coletadas são organizadas de forma hierárquica e transformadas em diretrizes concretas. Por fim, na avaliação, o

programa é revisado e ajustado, garantindo sua adequação às demandas do projeto e às condições locais.

O conteúdo do programa de necessidades inclui:

- Informações contextuais: características do terreno, entorno, clima, acessibilidade e infraestrutura local;
- Exigências funcionais: descrição das atividades que serão realizadas em cada ambiente, número de usuários, fluxos de circulação e relações entre os espaços;
- Dimensões e requisitos técnicos: áreas mínimas dos ambientes, especificações normativas e necessidades de equipamentos e mobiliário;
- Diretrizes gerais: orientações quanto à sustentabilidade, flexibilidade espacial e estratégias de ampliação futura (PINTO, 2013; MOREIRA; KOWALTOWSKI, 2009).

O programa de necessidades é um documento dinâmico, que deve ser revisado e atualizado ao longo do processo de projeto para refletir mudanças nas demandas do cliente ou ajustes decorrentes de fatores técnicos e contextuais. Conforme Pinto (2013), a flexibilidade do programa permite que ele se adapte às condições de cada etapa do projeto, promovendo um diálogo contínuo entre as necessidades do cliente e as soluções propostas pelo arquiteto.

Moreira e Kowaltowski (2009) destacam que a participação dos usuários e clientes na elaboração do programa é fundamental para garantir que as expectativas sejam compreendidas e incorporadas ao projeto. Métodos participativos, como entrevistas, workshops e dinâmicas de grupo, podem ser empregados para enriquecer o programa com informações práticas e contextuais:

[...] O usuário do edifício é o elemento ativo do contexto, e é nele que as atenções devem estar focadas para se estabelecer as necessidades que a forma projetada deverá cumprir. Deve-se identificar as características físicas, psicológicas e culturais do usuário, bem como suas atividades, desempenhadas no espaço a ser projetado, e seus valores. (Kowaltowski e Moreira, 2008 p.4)

Os valores dos usuários em relação a um espaço construído podem ser definidos como as qualidades mais importantes em um edifício de acordo com o seu usuário e um programa de necessidades busca identificá-los (Kowaltowski e Moreira, 2008 p.5). Herschberger, 1999 apud Kowaltowski e Moreira, 2008 p.6, separa e detalha estes valores na tabela 1.

**Tabela 1 - Valores contemporâneos que dão origem aos tópicos do projeto**

Aspectos	Características
Humanos	Atividades funcionais para ser habitável; Relações sociais a serem mantidas; as características físicas e necessidades dos usuários; As características fisiológicas e necessidades dos usuários; As características psicológicas e necessidades dos usuários.
Ambientais	Terreno e vistas; Clima; Contexto urbano; Recursos naturais; resíduos
Culturais	Histórico; institucional; político; legal
Tecnológicos	Materiais; Sistemas estruturais; Processos construtivos e de concepção da forma
Temporais	Crescimento; Mudança; Permanência
Econômicos	Financeiros; Construção; Operação; Manutenção; Energia
Estéticos	Forma; Espaço; significado
Segurança	Estrutura; Incêndio; Químico; Pessoal; Criminoso (vandalismo)

Fonte: Herschberger, 1999 apud Kowaltowski e Moreira, 2008 p.6.

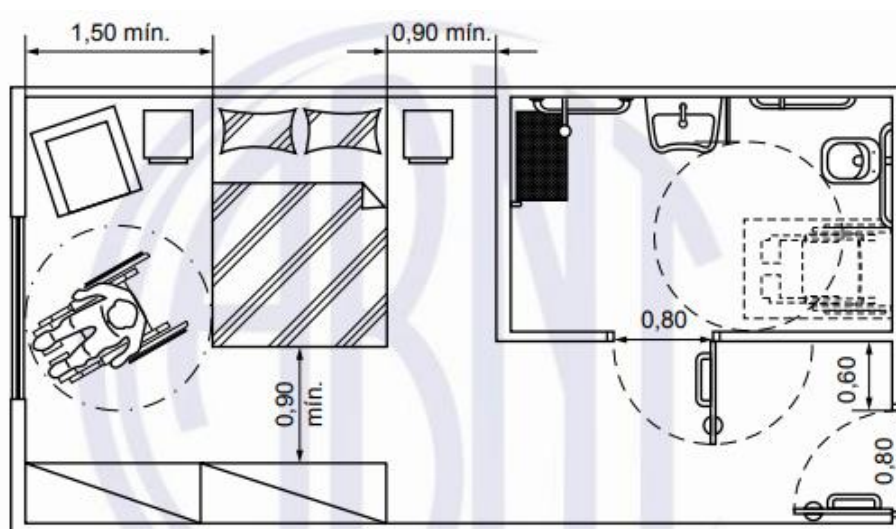
### **2.3 Acessibilidade e Design Universal**

A acessibilidade é um princípio fundamental no planejamento e na construção de ambientes hospitalares. Leitos hospitalares e banheiros acessíveis são elementos essenciais para garantir que pacientes com mobilidade reduzida ou outras condições específicas possam usufruir desses espaços com autonomia, segurança e dignidade. A RDC nº 50/2002, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), estabelece parâmetros claros para o planejamento e execução de projetos físicos em estabelecimentos assistenciais de saúde, enquanto a ABNT NBR 9050:2020 detalha os requisitos de acessibilidade para edificações e mobiliário urbano, incluindo ambientes hospitalares.

Os leitos hospitalares devem ser planejados de modo a atender tanto às necessidades dos pacientes quanto às das equipes médicas. Para isso, é imprescindível que o espaço ao redor do leito permita a circulação de cadeiras de rodas e outros dispositivos assistivos.

Segundo a ABNT NBR 9050:2020, o espaço deve garantir uma área livre mínima de 1,20 m x 1,20 m para manobras em áreas confinadas e um diâmetro de 1,50 m para giros completos (ABNT, 2020). Esses valores são essenciais para assegurar a mobilidade de pacientes e acompanhantes, bem como a atuação eficaz dos profissionais de saúde. A figura 5 abaixo ilustra bem as dimensões necessárias para a locomoção de um paciente de cadeira de rodas em um ambiente.

**Figura 5 – Dormitório acessível**



Fonte: ABNT (2020)

Além das dimensões, a posição dos leitos e equipamentos no quarto deve possibilitar acessos fáceis e seguros. A RDC nº 50/2002 reforça a importância de layouts funcionais que garantam o fluxo contínuo e a organização espacial adequada. Elementos como alarmes de emergência, controles de iluminação e sistemas de chamada de enfermagem devem ser instalados em alturas acessíveis, entre 0,40 m e 1,20 m, de forma que possam ser acionados por pacientes em diferentes condições físicas (BRASIL, 2002; ABNT, 2020).

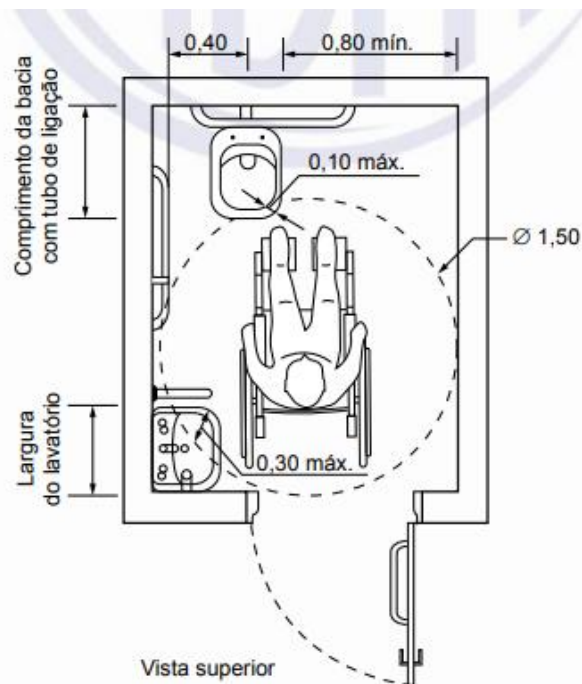
Os banheiros acessíveis desempenham um papel central na inclusão e no conforto de pacientes hospitalizados. Conforme a ABNT NBR 9050:2020, banheiros acessíveis devem possuir um espaço interno que permita a manobra de cadeiras de rodas com um diâmetro mínimo de 1,50 m, além de áreas livres específicas para aproximação frontal ou lateral às bacias sanitárias, lavatórios e outros acessórios.

As bacias sanitárias devem ser instaladas a uma altura entre 0,43 m e 0,45 m do piso, acompanhadas de barras de apoio fixadas entre 0,70 m e 0,75 m de altura, com dimensões e

resistência adequadas para oferecer segurança durante transferências (ABNT, 2020). Essas barras devem estar dispostas em posições estratégicas, permitindo transferências laterais ou diagonais, dependendo do espaço disponível.

Os lavatórios devem ser instalados de maneira a permitir aproximação frontal, com altura livre mínima de 0,73 m para acomodar cadeiras de rodas. A profundidade mínima do lavatório deve ser de 0,50 m, garantindo que usuários possam se aproximar sem restrições. Além disso, acessórios como torneiras, dispensadores de sabão e acionadores de descarga devem estar dentro da faixa de alcance manual recomendada, variando entre 0,40 m e 1,20 m de altura (ABNT, 2020). A figura 6 abaixo é um exemplo fornecido pela norma ilustrando dimensões mínimas de um banheiro acessível.

**Figura 6 – Banheiro acessível**



Fonte: ABNT (2020)

O conceito de design universal é amplamente reconhecido como uma abordagem eficiente para criar ambientes que atendam a um público amplo, sem necessidade de adaptações ou projetos específicos. De acordo com Francisco e Menezes (2011), o design universal é baseado em sete princípios fundamentais, que garantem que espaços, produtos e serviços sejam utilizáveis pelo maior número possível de pessoas, independentemente de suas condições físicas, sensoriais ou cognitivas. Os princípios incluem:

1. Uso equitativo: o ambiente deve ser útil e acessível para todas as pessoas, promovendo inclusão sem estigmatizar nenhum grupo.
2. Flexibilidade no uso: o espaço deve acomodar uma ampla gama de preferências e habilidades individuais.
3. Uso simples e intuitivo: os ambientes devem ser de fácil compreensão, independentemente da experiência, nível de instrução ou capacidades cognitivas dos usuários.
4. Captação da informação: o design deve comunicar informações necessárias de maneira eficaz, utilizando diferentes modalidades sensoriais (visual, tátil e sonora).
5. Tolerância ao erro: o ambiente deve minimizar os riscos e as consequências adversas de ações acidentais.
6. Esforço físico reduzido: o uso dos espaços deve ser eficiente e confortável, com o mínimo de esforço físico necessário.
7. Tamanho e espaço apropriados para uso e interação: os ambientes devem ser dimensionados de modo a atender a todas as posturas e mobilidades, incluindo usuários de cadeiras de rodas e outras assistências (FRANCISCO; MENEZES, 2011).

A acessibilidade nos leitos hospitalares e seus banheiros é um componente essencial para garantir inclusão, dignidade e funcionalidade nos serviços de saúde. As diretrizes técnicas da RDC nº 50/2002 e da ABNT NBR 9050:2020 fornecem parâmetros robustos para a criação de ambientes seguros, acessíveis e confortáveis.

## **2.4 Estrutura**

### **2.4.1 Concreto armado**

O concreto armado é uma tecnologia consolidada na engenharia civil, sendo amplamente empregada em edificações de pequeno, médio e grande porte. Sua eficiência é decorrente da união entre concreto, que apresenta elevada resistência à compressão, e o aço, material ideal para resistir aos esforços de tração (CARVALHO, 2014). Essa combinação permite a criação de estruturas versáteis e duráveis, que atendem às demandas de segurança e funcionalidade exigidas por projetos modernos.

O uso de concreto armado no Brasil é regulamentado pelas normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), como a NBR 6118:2023, que aborda o

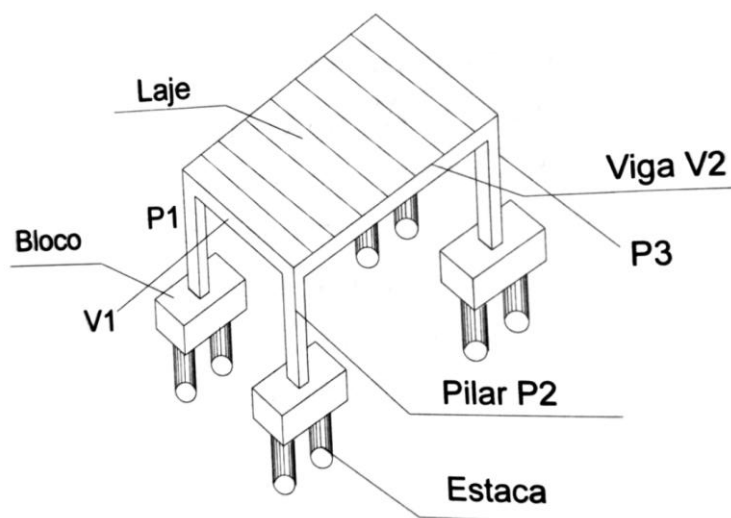
projeto de estruturas de concreto e detalha os estados-limite últimos e de serviço. A NBR 8681:2003 trata das ações e combinações para cálculo estrutural. A NBR 6120:2019 especifica os valores mínimos de cargas permanentes e variáveis, enquanto a NBR 6123:2023 foca nas forças devidas ao vento em edificações, considerando fatores como rugosidade e altura relativa.

## **2.4.2 Concepção e elementos estruturais**

A concepção estrutural é uma fase crítica no desenvolvimento de projetos de engenharia civil, envolvendo a definição das formas e dos sistemas estruturais que melhor atendem aos requisitos arquitetônicos, funcionais e econômicos de uma edificação. Este processo inicial é fundamental para determinar como uma estrutura suportará as cargas, resistirá às diferentes ações e distribuirá os esforços ao longo de seus componentes, assegurando a segurança, a usabilidade e a durabilidade da obra. Como parte integrante do projeto estrutural, a concepção deve ser alinhada com as normas técnicas vigentes e as expectativas do uso da estrutura para garantir a eficiência ao longo de sua vida útil (BASTOS, 2006).

Na prática, a concepção estrutural envolve a escolha do tipo de material (como concreto armado, aço ou madeira), a configuração dos elementos estruturais (vigas, colunas, lajes, fundações etc.), e a articulação desses elementos para formar um sistema estrutural coeso. Decisões tomadas durante essa fase têm um impacto direto na facilidade de construção, na manutenção futura e na capacidade de a estrutura atender às demandas operacionais e ambientais.

Os elementos estruturais são fundamentais em qualquer construção civil, desempenhando papéis específicos na distribuição e suporte de cargas. De acordo com BASTOS (2006), elementos estruturais podem ser classificados de acordo com sua geometria e função principal na estrutura, como vigas, pilares e lajes, que são comumente utilizados em construções de concreto armado. A figura 7 abaixo ilustra a conjuntura dos elementos estruturais.

**Figura 7 – Estrutura com seus elementos componentes**

Fonte: Carvalho(2014).

As vigas são elementos estruturais lineares que trabalham predominantemente à flexão. Elas transferem as cargas recebidas pelas lajes aos pilares ou às paredes estruturais, desempenhando um papel crucial na manutenção da integridade estrutural de edificações. As vigas podem ser horizontais, inclinadas ou curvas, adaptando-se às necessidades arquitetônicas e estruturais do projeto (BASTOS, 2006).

Os pilares são elementos compressivos verticais, fundamentais para garantir a estabilidade da estrutura. Eles suportam as cargas provenientes das vigas e as transmitem para as fundações. A eficácia dos pilares é influenciada por sua forma, tamanho e material de construção, sendo o concreto armado uma escolha prevalente devido à sua resistência e durabilidade (ABNT, 2023).

As lajes formam as superfícies horizontais em edifícios, como pisos e tetos. Sua principal função é distribuir as cargas atuantes de forma uniforme para as vigas e pilares. Existem diferentes tipos de lajes, como maciças, nervuradas e pré-fabricadas, cada uma adequada a diferentes cargas e condições de suporte (BASTOS, 2006).

Lajes maciças são comumente utilizadas por sua simplicidade construtiva e capacidade de distribuir cargas uniformemente. Segundo Nunes (2023), essas lajes são caracterizadas por sua maciçez, sendo formadas por uma única camada de concreto reforçada com armadura passiva, o que as torna adequadas para vãos menores e cargas moderadas. Elas são valorizadas pela rigidez que conferem à estrutura, mas essa mesma característica resulta em

um aumento do peso próprio, o que pode exigir fundações mais robustas e um aumento no consumo de material (NUNES, 2023).

Em contraste, as lajes nervuradas são projetadas para otimizar o uso de materiais enquanto mantêm a capacidade de suportar cargas significativas. Essas lajes são formadas por uma série de nervuras que reduzem o peso próprio ao minimizar a quantidade de concreto, sem comprometer a capacidade estrutural. Vizotto e Sartorti (2010) destacam que as lajes nervuradas são especialmente vantajosas em estruturas que demandam grandes vãos ou onde é necessária uma redução do peso total da estrutura, como em edifícios altos ou grandes centros comerciais.

No entanto, conforme apontado por Carvalho e Pinheiro (2009, apud Holanda Filho, 2013), esse tipo de laje também apresenta algumas limitações em relação a outras soluções estruturais. Uma das principais dificuldades é a passagem de tubulações e eletrodutos utilizados nas instalações prediais, já que a presença dos vazios em sua seção transversal pode restringir a distribuição desses elementos. Além disso, as lajes nervuradas possuem uma altura considerável, o que pode impactar a altura total da edificação ao exigir pé-direitos maiores em cada pavimento. Isso pode limitar a quantidade de andares possíveis, tornando-se um obstáculo em regiões onde há restrições quanto à altura máxima permitida para construções.

Um estudo realizado por Vizotto e Sartorti (2010) compara o desempenho de lajes nervuradas e maciças, concluindo que as lajes nervuradas, apesar de mais complexas na instalação, oferecem uma solução mais sustentável devido à redução do consumo de concreto e aço. Isso não apenas alivia a carga sobre as fundações e estruturas de suporte, mas também contribui para a sustentabilidade da construção civil ao diminuir o uso de recursos naturais e a emissão de carbono associada à produção de concreto (VIZOTTO; SARTORTI, 2010).

Para garantir a segurança e a funcionalidade adequada desses elementos, é essencial seguir normas técnicas rigorosas durante o projeto e a construção. A ABNT NBR 6118:20123 estabelece os procedimentos necessários para o projeto de estruturas de concreto, enfatizando a importância de considerar os estados-limites últimos e de serviço para assegurar que todos os elementos estruturais atendam aos requisitos de segurança, durabilidade e usabilidade (ABNT, 2023).

A norma ABNT NBR 6118:2023 desempenha um papel fundamental na orientação sobre as dimensões mínimas necessárias para a segurança e eficiência de estruturas de concreto armado, como pilares, vigas e lajes. Esta normativa detalha medidas específicas que

devem ser observadas durante o projeto e a execução de edificações para garantir a durabilidade e a funcionalidade estrutural adequada.

Para os pilares, incluindo aqueles que são pilares-parede maciços, a norma especifica que a menor dimensão de sua seção transversal não pode ser inferior a 19 cm. Em determinadas condições especiais, é possível ajustar as dimensões para entre 19 cm e 14 cm, porém, isso requer a aplicação de um coeficiente adicional nos cálculos de dimensionamento. A norma é clara ao proibir seções transversais de pilares com área inferior a 360 cm<sup>2</sup>, reforçando a necessidade de adequação estrutural para suportar as cargas previstas (ABNT, 2023).

Quanto às vigas, a ABNT NBR 6118:2023 estabelece que a seção transversal das vigas-parede não deve ser menor que 15 cm. Para outras vigas, a dimensão mínima requerida é de 12 cm. Contudo, em casos excepcionais, essas dimensões podem ser reduzidas até um mínimo de 10 cm, desde que seja possível acomodar as armaduras de forma adequada, respeitando os espaçamentos e cobrimentos necessários e garantindo o correto lançamento e vibração do concreto conforme as orientações da ABNT NBR 14931.

Lajes são elementos críticos em qualquer estrutura de edifício, e a norma fornece diretrizes detalhadas para as espessuras mínimas requeridas. As lajes maciças utilizadas em coberturas que não estão em balanço devem ter pelo menos 7 cm de espessura. Para lajes de pisos que também não estão em balanço, a espessura mínima sobe para 8 cm. Lajes em balanço devem ter uma espessura mínima de 10 cm, o mesmo valor se aplica para aquelas que devem suportar veículos de até 30 kN. Quando a carga veicular é superior a 30 kN, a espessura requerida aumenta para 12 cm. A norma também especifica que lajes com protensão que se apoiam em vigas necessitam de uma espessura de pelo menos 15 cm, enquanto lajes lisas e lajes-cogumelo devem ter, respectivamente, 16 cm e 14 cm de espessura, fora do capite. (ABNT, 2023).

### 2.4.3 Ações

As ações que atuam em estruturas de concreto armado são fundamentais para o seu dimensionamento e desempenho. Essas ações são classificadas em três categorias principais:

- **Ações permanentes:** Representam as cargas constantes ao longo da vida útil da edificação, incluindo o peso próprio da estrutura e elementos fixos, como revestimentos e instalações permanentes. Segundo a NBR 6120, essas ações devem ser

calculadas com base nas dimensões nominais e nos pesos específicos médios dos materiais utilizados. A estimativa correta dessas ações é essencial para evitar problemas de subdimensionamento ou desperdício de recursos. (ABNT, 2019).

- **Ações variáveis:** Estas referem-se a cargas que variam ao longo do tempo devido ao uso da edificação. Exemplos incluem cargas de ocupação, como peso de mobiliário e pessoas, além de ações ambientais, como vento e neve. A NBR 6123 fornece diretrizes específicas para considerar os efeitos do vento em edificações, detalhando fatores como rugosidade do terreno, altura relativa e características dinâmicas do vento. Já a NBR 6120 apresenta valores mínimos recomendados para cargas de ocupação, garantindo segurança e desempenho adequado da estrutura.
- **Ações excepcionais:** Estas envolvem situações extraordinárias que podem ocorrer durante a vida útil da estrutura, como explosões, impactos e abalos sísmicos. Embora raras, essas ações devem ser contempladas para evitar falhas catastróficas em cenários extremos. A consideração de ações excepcionais é essencial para o desenvolvimento de projetos resilientes, que atendam às normas de segurança e desempenho previstas na NBR 8681.

#### 2.4.4 TQS

O software TQS, devido à sua capacidade abrangente e especializada, tem sido uma escolha primordial para engenheiros civis envolvidos no projeto de estruturas de concreto armado. Este software é destacado por sua habilidade em integrar todos os aspectos do design estrutural, desde a modelagem inicial até a análise detalhada e a geração de documentação técnica, como ressaltado por Silva Sobrinho (2024) em seu estudo sobre a aplicação do TQS em uma residência unifamiliar. A eficiência do TQS reside na sua capacidade de otimizar o uso de materiais e garantir a compatibilidade entre os elementos estruturais e os requisitos arquitetônicos, um aspecto fundamental em projetos de construção que buscam tanto a funcionalidade quanto a estética.

O TQS não apenas facilita a elaboração de projetos com precisão, mas também promove uma prática de engenharia mais sustentável ao reduzir desperdícios e melhorar a eficiência dos recursos utilizados. A ferramenta oferece funcionalidades avançadas para o cálculo e verificação de elementos estruturais conforme as normas brasileiras, como a NBR 6118, que rege o projeto de estruturas de concreto armado, garantindo que todas as exigências de segurança sejam rigorosamente atendidas (Ávila Júnior, 2019). Por meio de sua interface

intuitiva e recursos de simulação, o TQS permite que os engenheiros realizem análises complexas, como a verificação dos efeitos de segunda ordem e a resposta da estrutura sob diferentes cenários de carga.

Adicionalmente, a integração do TQS com outras ferramentas de modelagem como o Revit Architecture, como mencionado por Ávila Júnior (2019), exemplifica a capacidade do software de se adaptar e interagir dentro do ambiente de Modelagem da Informação da Construção (BIM). Essa interoperabilidade é essencial para a colaboração efetiva entre diferentes disciplinas envolvidas no processo de construção, desde a fase de design até a execução e manutenção da obra.

## **2.5 Instalações Prediais em uma sala de leito**

A Resolução da Diretoria Colegiada nº 50(2002), estabelece as instalações prediais previstas em um quarto de adulto que possui leitos de um estabelecimento de atendimento à saúde, sendo eles: Água fria, água quente, oxigênio, gases medicinais, vácuo clínico, elétrica, elétrica de emergência, elétrica diferenciada e ar-condicionado.

### **2.5.1 Água fria e água quente**

Água fria e água quente: Refere-se ao sistema de abastecimento de água em temperatura ambiente que será utilizado para consumo, higiene pessoal e limpeza e do sistema de distribuição de água aquecida que será utilizado para banhos, limpeza e outros fins. A NBR 5626:2020 é a norma brasileira que aborda estes tipos instalação predial, definindo aspectos relacionados ao projeto e à execução desse sistema. A Seção 6.2 estabelece que os Sistemas Prediais de Água Fria e Água Quente (SPAFQ) devem atender a diversos requisitos, incluindo:

- Preservar a potabilidade da água potável;
- Assegurar o fornecimento de água de forma contínua, com pressões e vazões adequadas para o funcionamento dos aparelhos sanitários e outros componentes;
- Facilitar o acesso para manutenção e verificação dos sistemas;
- Prover setorização adequada no sistema de distribuição de água;

- Minimizar ruídos inadequados, assegurando o conforto dos usuários;
- Garantir a localização adequada das peças de utilização, facilitando a operação;
- Considerar a manutenibilidade e o equilíbrio de pressões entre água fria e quente em misturadores convencionais, quando aplicável (ABNT NBR 5626, 2020, p.12).

Esses requisitos são especialmente importantes em ambientes hospitalares, onde o controle da qualidade da água e a facilidade de manutenção são cruciais para garantir a segurança e o bem-estar dos pacientes.

Para o SPAFQ, a RDC nº50 estabelece os seguintes parâmetros de consumo para pacientes que permanecem 24 horas no EAS, sendo 120 litros de consumo por paciente para água fria e 30 litros por banho. A norma ainda acrescenta o consumo que certas atividades específicas podem vir a acrescentar caso seja necessário considerar, como por exemplo, o uso de equipamentos de hemodiálise.

### **2.5.2 Oxigênio, Ar comprimido medicinal e vácuo clínico**

Com o aumento no uso de oxigênio, ar medicinal, óxido nitroso e vácuo em hospitais, os métodos tradicionais de fornecimento por meio de cilindros, compressores e bombas portáteis, distribuídos em diferentes setores, foram gradualmente substituídos por sistemas centralizados. Nesse modelo, os gases e o vácuo são conduzidos de uma central de suprimento até os postos de utilização, otimizando a administração para os pacientes em diferentes ambientes hospitalares. Assim como a água e a energia elétrica, os gases e o vácuo medicinais são suprimentos essenciais para o pleno funcionamento dos estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS), sendo o gerenciamento eficiente desses sistemas centralizados crucial para assegurar uma boa relação custo-efetividade, bem como a segurança dos pacientes e profissionais envolvidos no atendimento (SANTOS, 2002).

A NBR 12188:2016, norma técnica brasileira, estabelece os requisitos para a instalação de sistemas centralizados de suprimento de gases medicinais, gases para dispositivos médicos e vácuo clínico em serviços de saúde. O objetivo dessa norma é regular a forma como os sistemas centralizados de gases e vácuo são instalados, operados e mantidos, assegurando que esses suprimentos essenciais estejam sempre disponíveis em quantidade e qualidade adequadas para os pacientes e profissionais de saúde. A norma trata de aspectos importantes como segurança, confiabilidade, dimensionamento, especificações técnicas e o

correto armazenamento desses gases. Ela também define os tipos de gases regulamentados, como o oxigênio medicinal (O<sub>2</sub> 93 e O<sub>2</sub> 99), o dióxido de carbono, o óxido nitroso, o ar comprimido medicinal, e os requisitos para o vácuo clínico. (NBR 12188:2016).

No projeto de um hospital ou outro estabelecimento assistencial de saúde, a NBR 12188 influencia diretamente o planejamento e a instalação dos sistemas de gás e vácuo. Ela impõe que o sistema seja dimensionado com base no consumo máximo provável e nos fatores de simultaneidade, conforme calculado no projeto (ABNT, 2016).

De acordo com a RDC nº 50/2002, o dimensionamento para a instalação de oxigênio medicinal, ar comprimido medicinal e vácuo clínico em quartos e enfermarias deve atender a parâmetros específicos de demanda. Para unidades de internação geral, é necessário prever um ponto de oxigênio para cada dois leitos e um ponto por leito isolado. Já para o ar comprimido medicinal, a norma também prevê um ponto para cada dois leitos em quartos de internação geral. Além disso, o sistema de vácuo clínico exige a instalação de um ponto de aspiração para cada dois leitos, garantindo que esses insumos essenciais estejam disponíveis de forma contínua e segura.

Já para o dimensionamento de sistemas de gases medicinais em quartos, a resolução nº50 diz que o consumo deve seguir os seguintes valores em cada posto de utilização:

Oxigênio: 20 litros por minuto (L/min);

Vácuo clínico: 30 litros por minuto (L/min);

Ar comprimido medicinal: 20 litros por minuto (L/min).

Esses valores são estabelecidos para garantir que os sistemas de oxigênio, vácuo e ar comprimido forneçam fluxos adequados para atender as necessidades dos pacientes nos leitos hospitalares. Nota-se que os valores exigidos pela RDC de nº50 são superiores aos valores que são exigidos pela norma NBR 12188:2016, uma vez que ela exige os seguintes valores para os quartos:

Oxigênio: 15 litros por minuto (L/min);

Vácuo clínico: 10 litros por minuto (L/min);

Ar comprimido medicinal: 15 litros por minuto (L/min).

Tendo isso em vista, ao seguirmos a definições normativas é necessário seguir as recomendações da resolução ao invés da NBR12188, tendo um valor mais crítico como mínimo.

### **2.5.3 Elétrica**

A infraestrutura elétrica em um hospital é um dos pilares fundamentais para o funcionamento seguro e eficiente dos serviços de saúde. Diferente de outras edificações, as instalações elétricas hospitalares precisam atender a demandas críticas, onde a continuidade do fornecimento de energia é vital para garantir a vida dos pacientes e o funcionamento de equipamentos médicos essenciais.

A NBR 5410:2004 e a NBR 13534:2008 são duas normas fundamentais para a instalação elétrica em estabelecimentos assistenciais de saúde, garantindo a segurança e a eficiência das instalações nesses ambientes críticos.

A NBR 5410(ABNT, 2008) estabelece os requisitos para o projeto, execução e manutenção das instalações elétricas de baixa tensão em qualquer tipo de edificação, incluindo hospitais. Essa norma visa garantir a segurança das pessoas, animais e bens, assim como o correto funcionamento das instalações elétricas. Ela abrange desde o dimensionamento da potência necessária até os sistemas de aterramento e proteção contra choques elétricos e incêndios.

A NBR 13534:2008(ABNT, 2008) complementa a NBR 5410 ao focar nas instalações elétricas específicas para os estabelecimentos de saúde. Esta norma detalha requisitos para o projeto e manutenção de sistemas de alimentação elétrica para garantir a segurança de pacientes e profissionais de saúde.

Em um hospital, a continuidade do fornecimento de energia é essencial. A NBR 13534 determina a necessidade de fontes de energia de segurança para alimentar equipamentos essenciais, como bombas de infusão, ventiladores e sistemas de monitoramento, mesmo em caso de falha da fonte principal de energia. Essas fontes de segurança, que podem incluir geradores e no-breaks, devem garantir que não haja interrupções em setores críticos, como salas de cirurgia e UTIs. (ABNT, 2008).

## **2.5.4 Ar-condicionado**

Para um ambiente hospitalar, o controle adequado da climatização, especialmente em leitos, é essencial para garantir a segurança, conforto e saúde dos pacientes. Os documentos ABNT NBR 7256:2021 e a Resolução RDC 50/2002 da ANVISA estabelecem diretrizes específicas para o planejamento, instalação e manutenção de sistemas de ar-condicionado em estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS), com o objetivo de evitar infecções, controlar a qualidade do ar e garantir o conforto térmico dos pacientes.

De acordo com a ABNT NBR 7256:2021, os sistemas de climatização em ambientes de saúde, como quartos de pacientes e áreas críticas, devem seguir critérios rigorosos para evitar a disseminação de agentes patogênicos pelo ar. Isso inclui o controle da umidade, da temperatura e a necessidade de recirculação e renovação do ar de maneira adequada, com a utilização de filtros de alta eficiência (HEPA) para ambientes específicos, como leitos de pacientes imunocomprometidos (ABNT, 2021). Esses requisitos visam tanto o conforto dos pacientes quanto a minimização dos riscos de infecção hospitalar.

Já a Resolução RDC 50/2002 da ANVISA reforça a obrigatoriedade de que os projetos físicos de EAS atendam a normas técnicas específicas, como a própria ABNT NBR 7256. O documento estabelece que os sistemas de climatização devem ser planejados de forma a garantir fluxos de ar que impeçam a contaminação cruzada entre diferentes áreas do hospital, além de prever sistemas de ventilação e exaustão para áreas críticas. A resolução também exige que todos os projetos sejam aprovados pela Vigilância Sanitária, garantindo a conformidade com as normas de segurança (ANVISA, 2002).

## **2.6 Manutenção e vida útil de projeto**

A Norma de desempenho de edificações habitacionais, NBR 15575-1(2021), traz a definição de manutenção como um conjunto de atividades que devem ser realizadas para se conservar ou recuperar a funcionalidade de uma edificação e seus sistemas constituintes, garantindo sua segurança e funcionalidade.

A ABNT NBR 5674(2024) detalha ainda este conceito o separando em três tipos, sendo eles:

- **Manutenção rotineira:** caracterizada por um fluxo constante de serviços, padronizados e cíclicos citando-se por exemplo, limpeza geral e lavagem de áreas comuns;

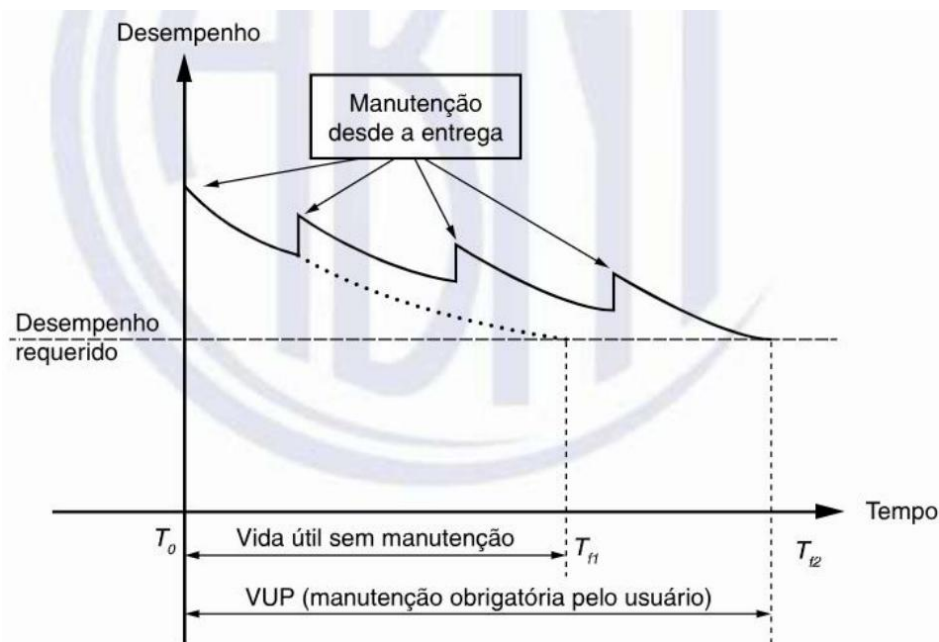
- **Manutenção corretiva:** caracterizada por serviços que demandam ação ou intervenção imediata a fim de permitir a continuidade do uso dos sistemas, elementos ou componentes das edificações, ou evitar graves riscos ou prejuízos pessoais e/ou patrimoniais aos seus usuários ou proprietários;

- **Manutenção preventiva:** Caracterizada por serviços cuja realização é programada com antecedência, com base em solicitações dos usuários, estimativas da durabilidade esperada dos sistemas, elementos ou componentes das edificações em uso, gravidade e urgência, e de relatórios de ver ações periódicas sobre o estado de degradação.

Ao se realizar um projeto, prever e planejar meios de se realizar tais manutenções de forma fácil e acessível é de extrema importância. A norma de desempenho de edificação habitacionais (2021), traz este conceito definindo-o como manutenibilidade, ou seja, o grau de facilidade de se realizar tal operação de manutenção. A fim de se atingir a manutenibilidade adequada, A NBR 5674, norma técnica brasileira da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), estabelece diretrizes para a elaboração de um Plano de Manutenção, Operação e Controle (PMOC) em edifícios e suas instalações. Neste contexto, o PMOC é um documento que descreve as atividades de manutenção e operação, os prazos para sua execução, a identificação das responsabilidades dos envolvidos e outros aspectos relacionados à gestão da manutenção predial.

O Manual de Manutenção Predial se mostra então, uma ferramenta essencial para a gestão e o bom funcionamento de edifícios, incluindo as unidades hospitalares. Ele visa estabelecer diretrizes, procedimentos e planos que garantam a manutenção adequada e contínua dos sistemas, equipamentos e infraestruturas das salas de leito hospitalar. A correta implementação desse manual contribui para a preservação do patrimônio, a redução de custos operacionais e a prolongação da vida útil das instalações. Na fase projetual, esta vida útil é planejada e denominada pela NBR 15575-1(2021) como vida útil de projeto (VUP). O Figura 08 ilustra como a manutenção prolonga a vida útil de uma edificação através da sua manutenção, mantendo-a acima do desempenho requerido.

**Figura 8 - Recuperação do desempenho por ações de manutenção**



Fonte: ABNT, 2021

## 2.7 Considerações Finais

A RDC nº 50 de 2002 é uma normativa essencial para o planejamento e construção de instalações de saúde no Brasil. Ela estabelece diretrizes rigorosas para garantir que os ambientes de saúde sejam seguros, acessíveis e funcionais. A norma é abrangente, cobrindo desde o layout físico até requisitos específicos para diferentes tipos de serviços de saúde. Entretanto, a falta de atualizações desde 2002 é uma lacuna crítica, considerando os avanços tecnológicos e as mudanças nas práticas de saúde.

As instalações prediais são vitais para o funcionamento eficiente e seguro de qualquer estabelecimento de saúde. Especificamente em salas de leito, a qualidade e a adequação das instalações têm um impacto direto na segurança e no conforto dos pacientes. O fornecimento adequado de água fria e quente é essencial para o conforto, a higiene e o controle de infecções em hospitais, exigindo sistemas que mantenham pressão e temperatura constantes. Além disso, o acesso contínuo a oxigênio, ar comprimido medicinal e vácuo é crucial, especialmente em salas de leito para pacientes críticos, com infraestrutura robusta e facilidades para manutenção rápida. A confiabilidade das instalações elétricas é fundamental para suportar equipamentos médicos, enquanto sistemas de HVAC devem oferecer controle eficaz de temperatura e qualidade do ar para evitar a proliferação de patógenos e maximizar o

conforto dos pacientes, destacando a necessidade de sistemas adaptáveis e seguros nas áreas hospitalares.

Além disso nota-se que a manutenção programada e a previsão da vida útil de um projeto são essenciais para garantir que as instalações de saúde continuem a operar eficientemente ao longo do tempo. A criação de um plano de manutenção detalhado e a consideração da durabilidade dos materiais e sistemas desde a fase de design são cruciais para maximizar a funcionalidade e a segurança ao longo da vida útil do edifício.

A acessibilidade é uma necessidade fundamental em qualquer edificação pública, mas é especialmente crítica em ambientes de saúde. A normativa deve garantir que todas as áreas sejam acessíveis para pessoas com diversas capacidades, promovendo a inclusão e a igualdade. O design universal vai além da simples conformidade com normas de acessibilidade, buscando criar ambientes que sejam intuitivamente usáveis por todos, sem necessidade de adaptação.

O design de um quarto de pacientes deve equilibrar funcionalidade, conforto e estética. A configuração do espaço deve facilitar o trabalho dos profissionais de saúde, enquanto oferece privacidade e conforto para os pacientes. A consideração cuidadosa do fluxo de movimento, a escolha de materiais e a integração de tecnologia são todos aspectos que devem ser meticulosamente planejados. Além disso, o programa de necessidades é a fundação de qualquer projeto bem-sucedido, pois define os requisitos funcionais, estéticos e técnicos.

Destaca-se também que a escolha dos materiais, o design dos componentes estruturais e a consideração das cargas são todos fatores que devem ser controlados e pensados para atender às normas de segurança e operação eficiente da edificação. A escolha entre lajes nervuradas e maciças devem considerar diversos fatores, incluindo a geometria da estrutura, os requisitos de carga, a sustentabilidade e o custo. Enquanto as lajes maciças são adequadas para aplicações menores e mais convencionais, as lajes nervuradas oferecem vantagens significativas para projetos mais ambiciosos que exigem grandes vãos e uma abordagem mais leve e ecologicamente correta.

E por fim, o software TQS se mostra uma ferramenta poderosa para o cálculo estrutural, oferecendo capacidades avançadas de modelagem e análise pode melhorar significativamente a eficiência do processo de concepção estrutural, garantindo que os projetos sejam tecnicamente otimizados.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Projeto Arquitetônico

No início da concepção deste projeto, buscou-se realizar uma etapa essencial de levantamento de programa de necessidades, para compreender diretamente com os usuários e responsáveis técnicos as demandas específicas do ambiente hospitalar. No entanto, durante esse processo, nenhum estabelecimento de saúde consultado mostrou-se disponível para fornecer informações ou participar da discussão inicial. Essa ausência de comunicação com uma EAS, dificultou a obtenção de dados reais e específicos, exigindo que o projeto fosse embasado em referências normativas e boas práticas na literatura técnica. Portanto, elencou-se um programa de necessidades baseado exclusivamente no que foi estudado na revisão bibliográfica deste trabalho, resumindo-se as informações na tabela 2 abaixo:

**Tabela 2 - Programa de necessidade do modelo padrão proposto**

*Programa de necessidades*

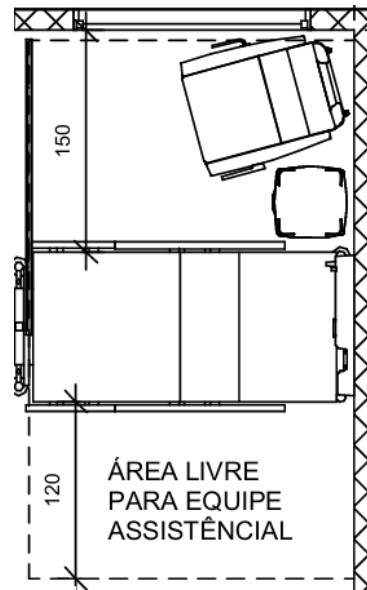
<i>Área mínima estabelecida pela RDC 50(ANVISA, 2002)</i>	6m <sup>2</sup> para o quarto de 2 leitos
<i>Distância mínima entre leitos e parede estabelecido pela RDC 50(ANVISA, 2002)</i>	Cabeceira = inexistente Pé do leito = 1,2m Lateral = 0,5m
<i>Mobiliários/equipamentos necessários na sala de leito</i>	Poltrona para acompanhante; mesa de cabeceira; Cama hospitalar; régua de instalações prediais; cortinas divisórias entre leitos; lavatório externo ao banheiro;
<i>Regiões necessárias na sala de leito hospitalar</i>	Área para descanso e permanência do acompanhante ao lado do leito; Área livre para a equipe assistencial ao lado do leito; Região flexível a adaptações; Região de fluxos; Banheiro acessível; Região que permita a manutenção do ambiente.
<i>Mobiliários/equipamentos necessários no</i>	Vaso sanitário; lavatório; chuveiro; banco

<i>banheiro</i>	retrátil. (Todos de acordo com as medidas da NBR 9050:2020)
<i>Aspectos importantes que devem ser atendidos</i>	Ventilação e iluminação natural para todos os pacientes da sala; fluxos que atendam a NBR 9050; Prevaler a privacidade individual de cada leito; ambiente flexível para mudanças e adaptações; ambiente modular; Manutenibilidade do ambiente; Humanização do ambiente para pacientes, acompanhantes e profissionais da área da saúde e que fazem a manutenção da sala;
<i>Instalações prediais presentes no ambiente</i>	Água fria, água quente, oxigênio, gases medicinais, vácuo clínico, elétrica, elétrica de emergência, elétrica diferenciada e ar-condicionado.

Fonte: Autor, 2025

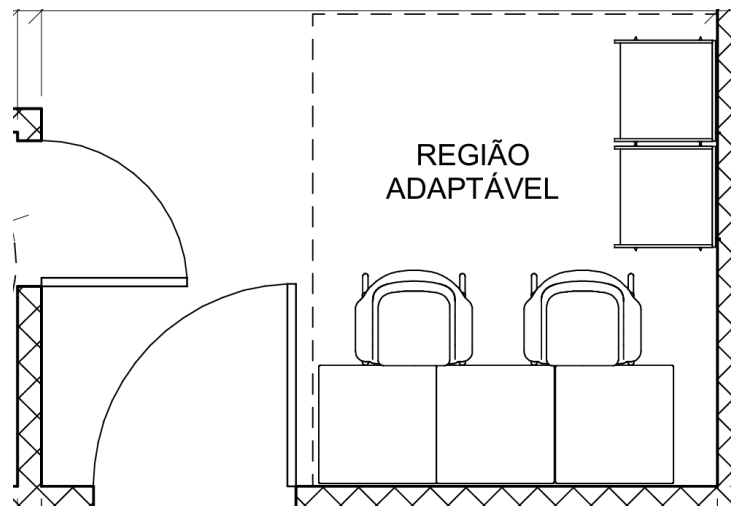
Portanto, com base na bibliografia estudada foi proposto um projeto (figura 9) para uma sala hospitalar com dois leitos que apresenta uma organização funcional, acessível e adaptável às diferentes necessidades dos pacientes e profissionais de saúde. O layout foi planejado para garantir um ambiente eficiente e confortável, priorizando a acessibilidade, a flexibilidade e o bem-estar dos usuários. Para mais detalhes do projeto, pode-se consultar o apêndice A.



**Figura 10 – Região do leito**

Fonte: Autor, 2025

Além disso, uma região localizada no canto inferior direito da sala foi projetada como um espaço adaptável para demais usos, onde foram colocadas mesas e cadeiras para refeições, apoio ou descanso dos acompanhantes, mas possui o intuito de ser adaptável as necessidades que venham a surgir durante o uso do ambiente. Esta região está ilustrada na figura 11 abaixo.

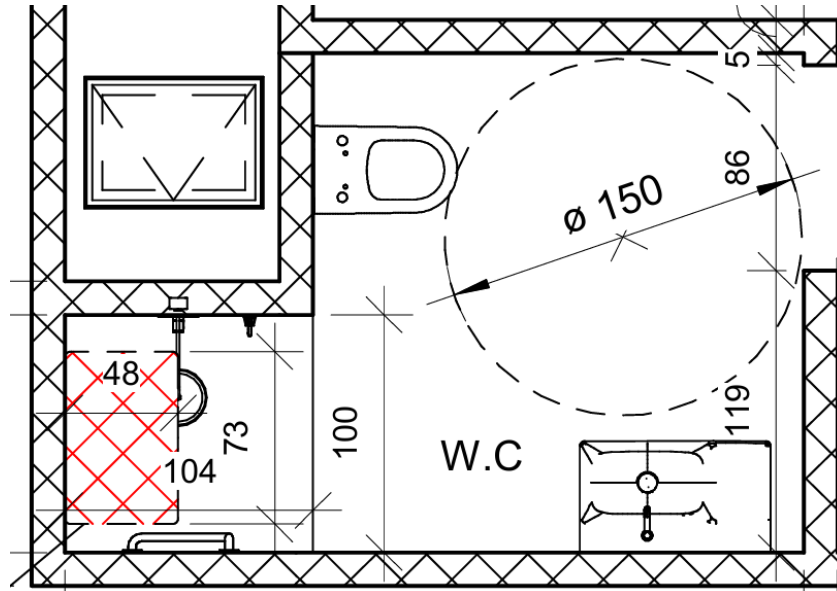
**Figura 11- Região adaptável para demais usos**

Fonte: Autor, 2025

O banheiro acessível foi projetado para atender pacientes com mobilidade reduzida, incluindo um chuveiro com banco retrátil que garante conforto e autonomia durante o uso, além de barras de apoio e dimensões adequadas para manobras de cadeiras de rodas. Esses

elementos foram pensados para proporcionar segurança e funcionalidade no ambiente sanitário e podem ser ilustrados na figura 12 abaixo.

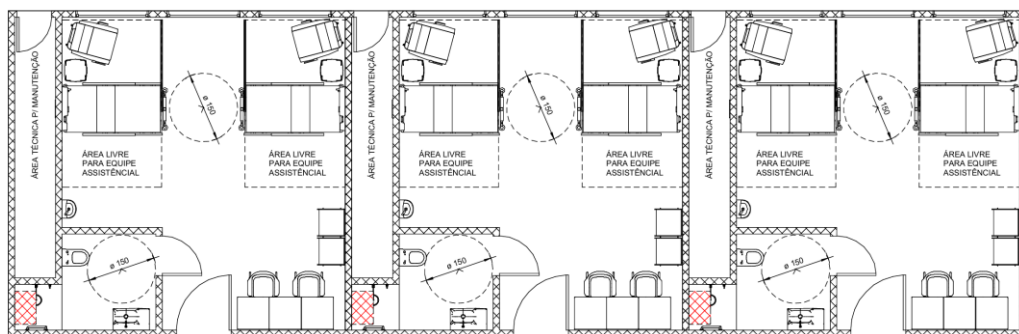
**Figura 12 – Banheiro acessível projetado para sala**



Fonte: Autor, 2025

Uma área técnica lateral foi destinada à manutenção predial, com acesso de forma externa a edificação, ela facilita ações preventivas e corretivas sem interferir na rotina do ambiente hospitalar. Essa solução visa prolongar a vida útil das instalações e equipamentos, além de garantir um gerenciamento eficiente do espaço. Além disso, a área técnica foi pensada em prover um layout modular, visando salas de leitos hospitalares próximas e evitando também ao máximo a passagem de instalações prediais acima da sala do leito, as concentrando mais na região do corredor técnico, assim como ilustra a figura 13 abaixo.

**Figura 13 - Demonstração da modularidade do projeto**

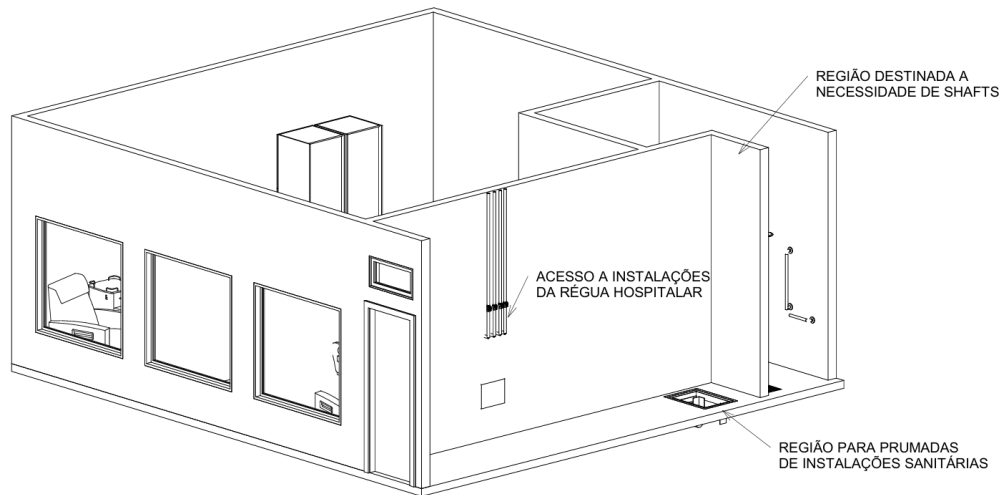


Fonte: Autor, 2025

Assim, a sala hospitalar foi concebida como um ambiente modular e flexível, que atende às exigências funcionais e humanas, oferecendo segurança, acessibilidade e conforto

para pacientes, acompanhantes e equipe assistencial. A figura 14 abaixo ilustra em um modelo 3D o resultado final do modelo proposto.

**Figura 14 – Vista 3D do modelo proposto**



Fonte: Autor, 2025

Por fim, a fim de base de conhecimento e análise, foi realizado uma tabela de áreas, evidenciando alguns dados relacionados ao projeto proposto, exibidos na tabela 3 abaixo:

**Tabela 3 - Tabela de áreas do modelo proposto**

<i>Região Estudada</i>	<i>Área(m<sup>2</sup>)</i>
<i>Área total do ambiente</i>	53,5 m <sup>2</sup>
<i>Área da Sala de leito</i>	36.85m <sup>2</sup>
<i>Área do banheiro</i>	5m <sup>2</sup>
<i>Área do corredor técnico</i>	5m <sup>2</sup>
<i>Área da região do leito/acompanhante</i>	8,2m <sup>2</sup>
<i>Área das regiões de fluxo</i>	~13m <sup>2</sup>

Fonte: Autor, 2025

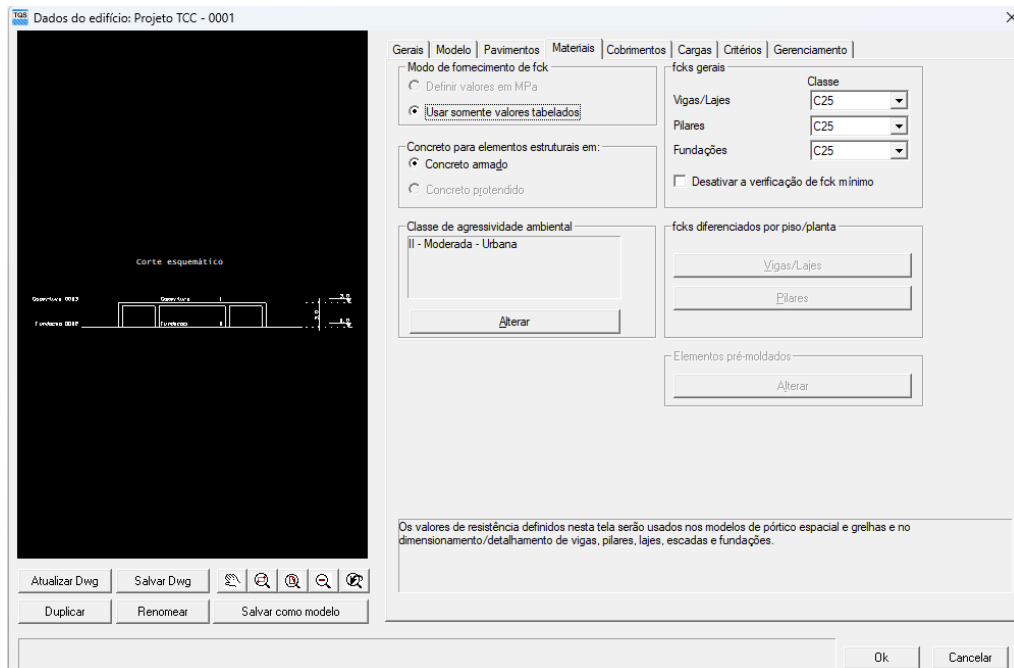
### 3.2 Projeto Estrutural

desenvolvimento do projeto estrutural da sala de leito hospitalar foi realizado utilizando o software TQS, uma ferramenta amplamente reconhecida na engenharia civil para projetos de concreto armado. Este software foi escolhido pela sua capacidade de integrar todas as etapas do processo projetual, desde a modelagem inicial até o dimensionamento e detalhamento de elementos estruturais, garantindo precisão e eficiência além da sua alta produtividade.

A pré-configuração do modelo no software TQS iniciou com a definição do material do concreto, adotando-se o C25, cuja resistência característica à compressão é de 25 Mpa. No que diz respeito aos pavimentos, foram definidas as alturas padrão para o modelo estrutural. O nível da fundação foi fixado em 0 m, enquanto o pavimento de cobertura foi configurado com uma altura de 3,3 m, assegurando uma modelagem precisa do espaço projetado e permitindo a integração correta dos elementos estruturais verticais, como pilares e paredes.

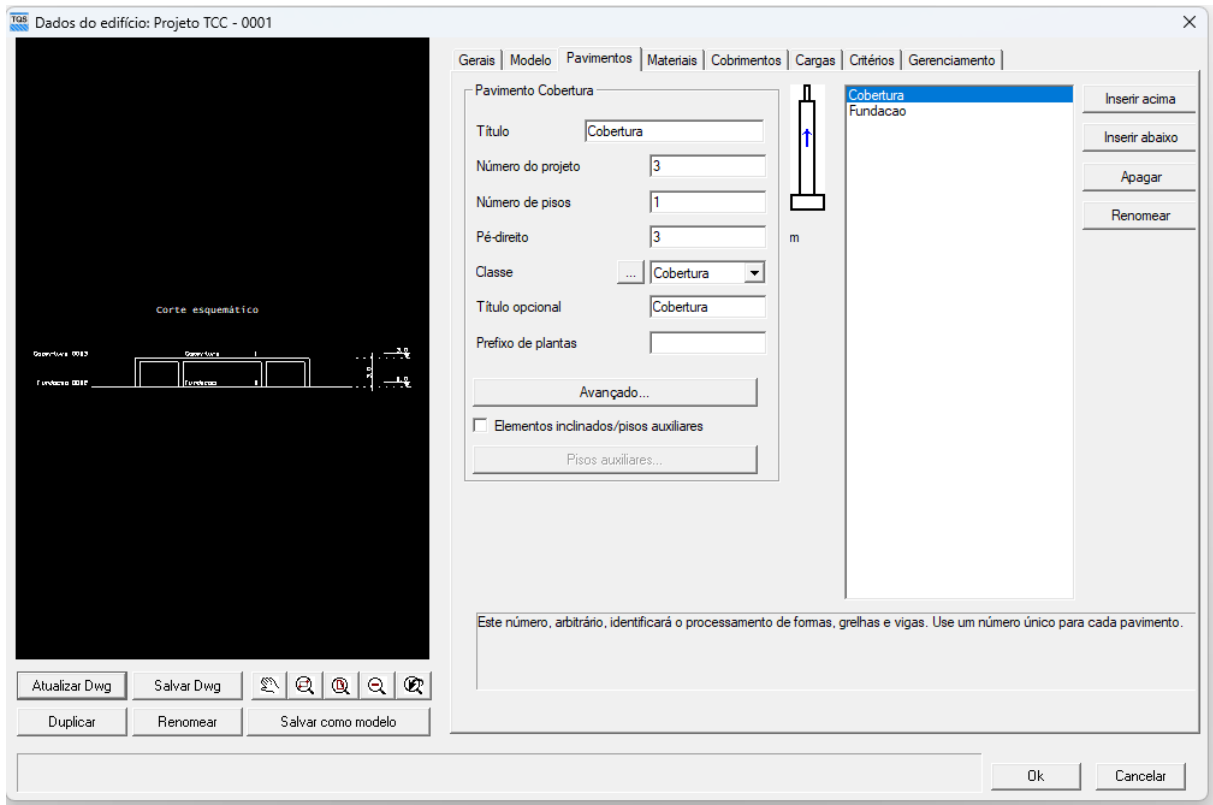
Para os cobrimentos das armaduras, foi seguido o estipulado pela ABNT NBR 6118:2023, considerando as condições de exposição ambiental e os requisitos de durabilidade. As configurações descritas podem ser conferidas nas figuras abaixo.

**Figura 15 – Configurações de materiais no TQS**



Fonte: Autor, 2025

**Figura 16 – Configurações de pavimentos no TQS**



Fonte: Autor, 2025

**Figura 17 – Configurações de cobrimentos no TQS**

Cobrimentos (cm)			
	Inferior	Superior	Diferença secundária
Lajes em geral	2.5	2.5	1 1
Lajes protendidas	3.5	3.5	1
Vigas	3		
Pilares	3		
Fundações	3		1

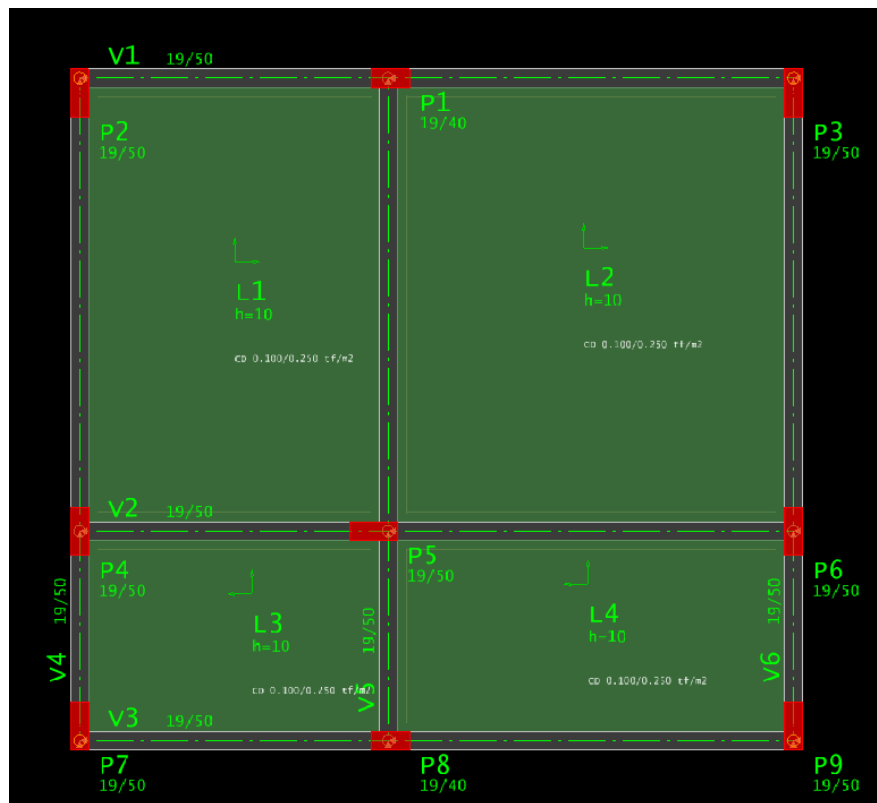
Cobrimento de elementos em contato com o solo (cm)			
Vigas e lajes	3	Pilares	4.5

Fonte: Autor, 2025

A modelagem iniciou-se com a inserção do layout arquitetônico no programa para servir como base para a concepção estrutural da sala, conforme a figura 18. Em seguida foi possível realizar o lançamento da estrutura em si, sendo lançados vigas, lajes e pilares conforme as figuras 19 e 20 que apresentam o resultado da concepção estrutural.

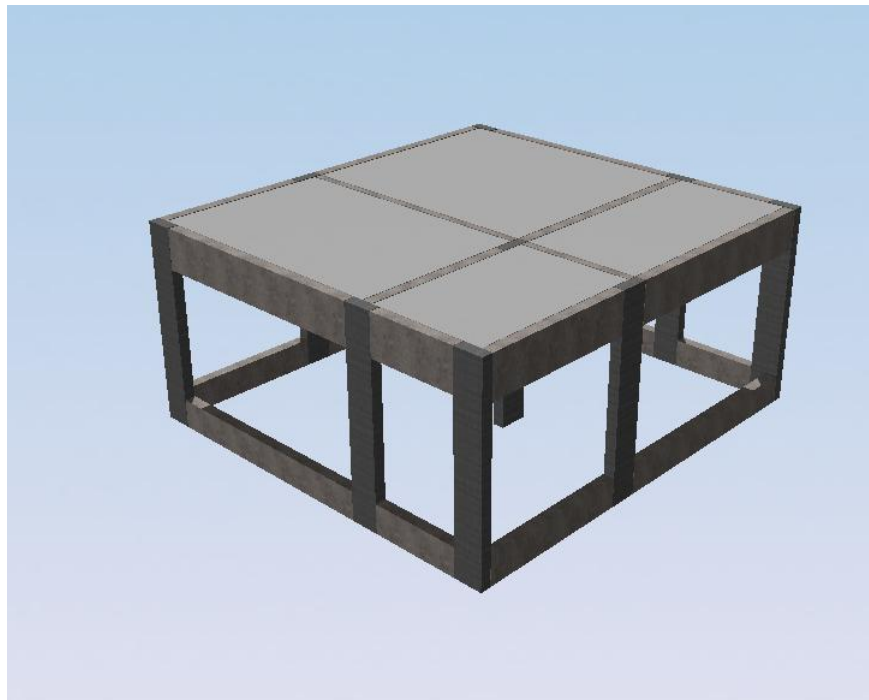


Figura 20 – Configuração final da cobertura da sala



Fonte: Autor, 2025

Figura 21 – Visualização 3D da estrutura modelada



Fonte: Autor, 2025

Posteriormente, as ações permanentes e variáveis, conforme descrito pelas normas ABNT NBR 6120:2019, foram aplicadas ao modelo estrutural. Para as ações das lajes considerou-se a carga acidental para dormitórios hospitalares, como mostra a tabela 4 abaixo, sendo utilizado então o valor de  $2\text{kN/m}^2$ :

**Tabela 4 - Valores de cargas uniformemente distribuídas para ambientes hospitalares**

Local		Carga uniformemente distribuída $\text{kN/m}^2$	Carga concentrada kN
Hospitais As cargas devem ser validadas caso a caso, porém com os valores mínimos indicados nesta Tabela.	Dormitórios, enfermaria, sala de recuperação, sanitários	2	—
	Sala de raios X, sala de cirurgia	3 <sup>a</sup>	—
	Laboratório	3 <sup>a</sup>	—
	Corredores	3	—
	Sala de refeições, café, restaurante	3 <sup>a</sup>	—
	Depósitos	20 $\text{kN/m}^2$ até 3 m de altura de estoque + 5 $\text{kN/m}^2$ por metro de altura de estoque excedente <sup>a,p</sup>	—
	Salas administrativas Áreas técnicas (ver item nesta Tabela)	2,5	—

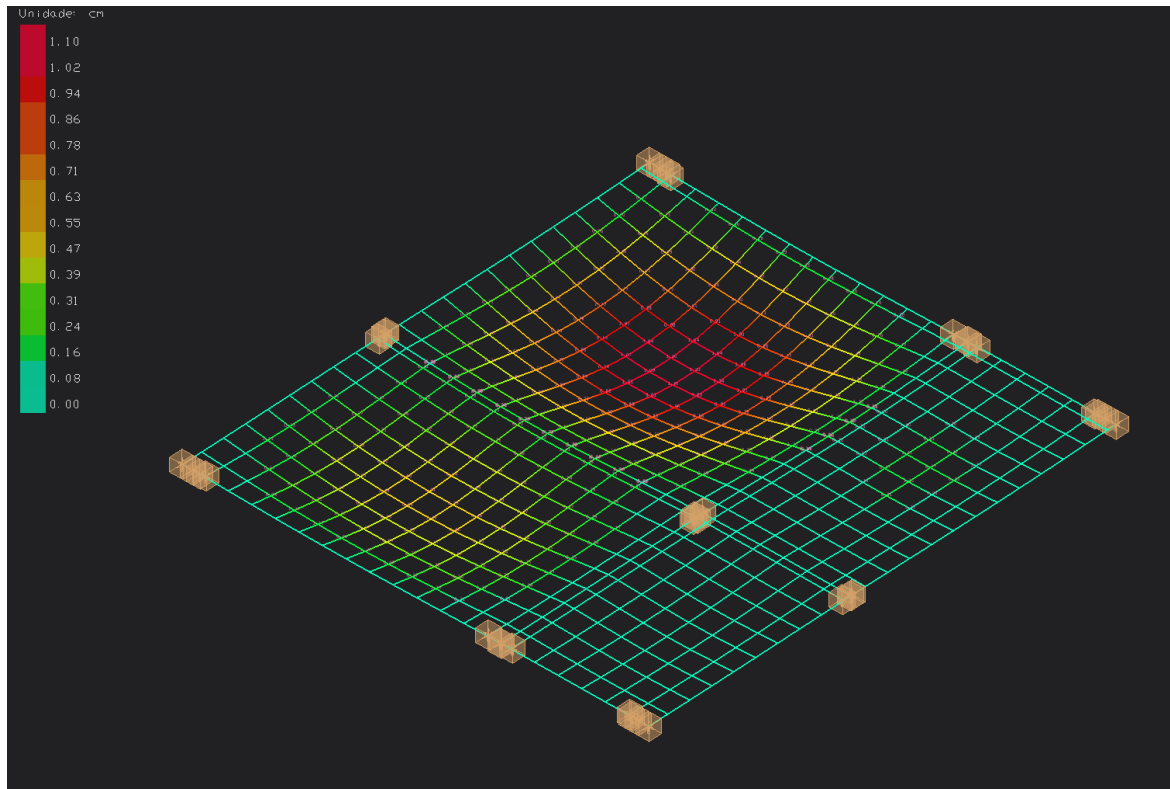
Fonte: ABNT, 2019

Para calcular a carga permanente exercida sobre a laje do projeto, foi utilizado também a norma NBR 6120 como referência. Considerando os materiais especificados, foram adotadas as seguintes características: um piso com espessura de 7 cm e um forro de gesso em placas. Os valores para as cargas permanentes, portanto, são os seguintes: para o forro de gesso, a carga permanente é de  $0,15\text{ kN/m}^2$ ; já para o piso de 7 cm, a carga permanente é de  $1,4\text{ kN/m}^2$ . Por fim, para a carga nas vigas baldrame referentes a alvenaria de vedação, foi utilizado valor de  $1,9\text{ kN/m}^2$  referente a blocos cerâmicos de vedação com 2cm de revestimento.

Após o lançamento das cargas, o TQS processou todo o modelo estrutural lançado e permitiu realizar uma análise detalhada das reações e esforços internos nos elementos estruturais, incluindo momentos fletores, forças cortantes e esforços normais, verificando o desempenho estrutural em diferentes cenários de carregamento. Além disso, foi possível visualizar avaliar os deslocamentos máximos dos elementos, garantindo que os valores permanecessem dentro dos limites especificados pela norma, evitando deformações

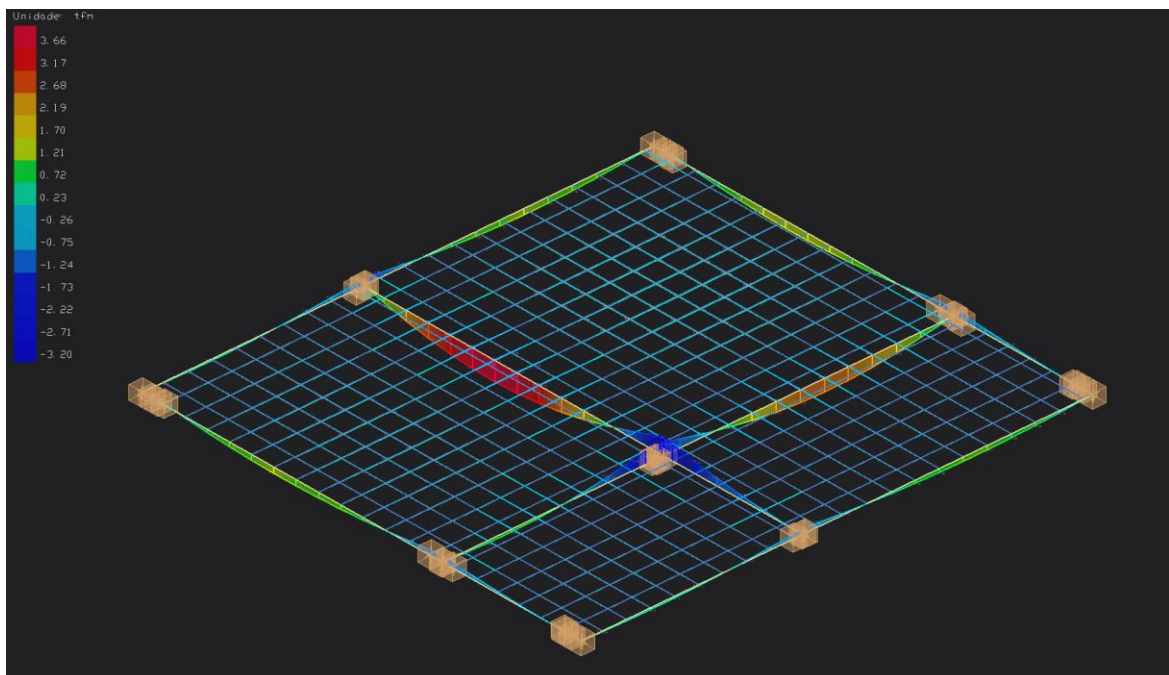
excessivas que comprometam a usabilidade do ambiente como ilustra as figuras 22 e 23 abaixo.

**Figura 22 – Análise da deformação no estado limite de serviço no modelo de grelha gerado pelo TQS**



Fonte: Autor, 2025

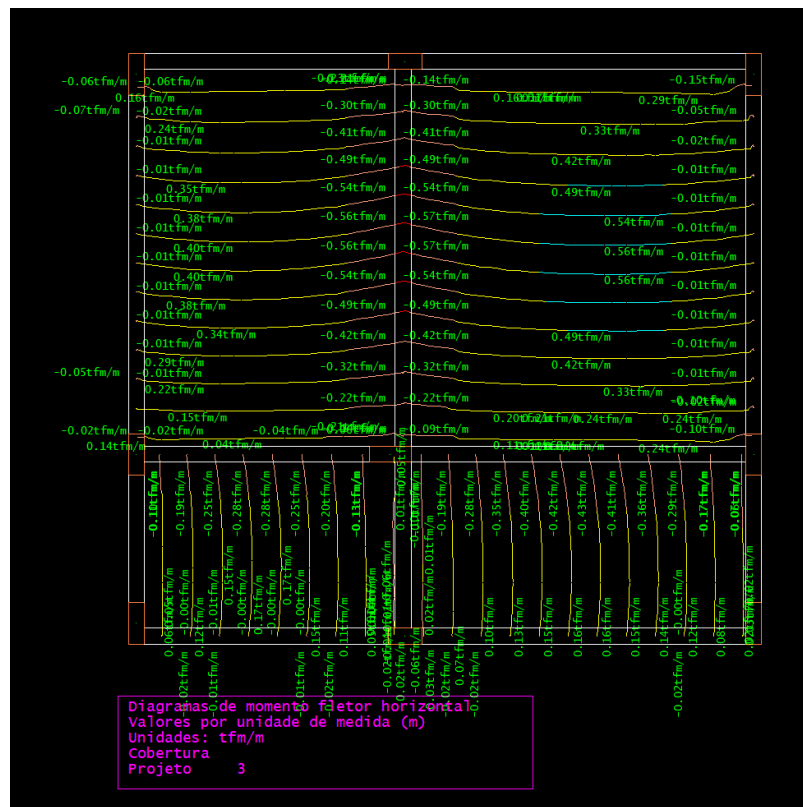
**Figura 23 – Análise dos momentos máximos nas vigas gerado pelo TQS**



Fonte: Autor, 2025

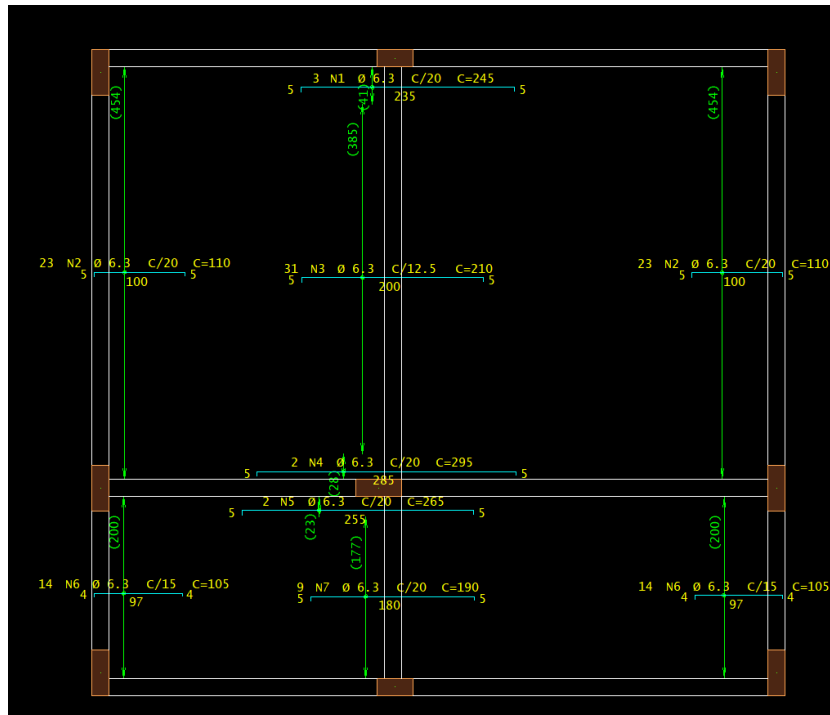
O software forneceu ainda, uma ferramenta para a análise detalhada de lajes, permitindo a visualização clara dos momentos solicitantes em cada direção, tanto em x quanto em y. Essa funcionalidade foi essencial para o dimensionamento correto das armaduras. Foi possível observar como os momentos fletores se distribuem ao longo de sua superfície, indicando as áreas de maior solicitação e os esforços dominantes em cada direção. Com base nesses momentos solicitantes, o software calculou automaticamente as armaduras necessárias, especificando as bitolas, espaçamentos e quantidades de aço para cada região da laje. Essa visualização detalhada auxiliou no entendimento do comportamento estrutural da laje, permitindo a avaliação precisa do desempenho do elemento. Esta visualização pode ser conferida na figura 24 abaixo.

**Figura 24 – Análise dos momentos fletores da laje.**



Fonte: Autor, 2025

**Figura 25 – Armações geradas pelo TQS**



Fonte: Autor, 2025

O software TQS ofereceu também uma funcionalidade robusta para análise e dimensionamento de vigas em estruturas de concreto armado, permitindo a obtenção precisa das taxas de armadura de cada trecho da viga, bem como a análise detalhada dos momentos fletores que atuam ao longo de sua extensão e as armaduras calculadas para cada região do elemento. Esses relatórios permitiram realizar uma análise criteriosa das solicitações estruturais, verificar a adequação das armaduras e, se necessário, ajustar as configurações para otimizar o desempenho e a economia de material. Estas análises são ilustradas nas figuras 26 e 27 abaixo.

**Figura 26 – Relatório de vigas gerado pelo TQS**

Viga	L (cm)	Vãos	Seção (cm)	H/L (%)	$\rho_s$ (%)	$\rho_{sw}$ (%)	Taxa de aço (kgf/m <sup>3</sup> )
V1	319 a 415	2	19X50	12.05 a 15.67	0.25 a 0.41	0.22 a 0.22	44.5
V2	296 a 428	2	19X50	11.68 a 16.89	0.33 a 0.5	0.22 a 0.22	49.4
V3	319 a 415	2	19X50	12.05 a 15.67	0.25 a 0.41	0.22 a 0.22	44.5
V4	183.5 a 437.7	2	19X50	11.42 a 27.25	0.25 a 0.66	0.22 a 0.22	53.1
V5	219 a 473.2	2	19X50	10.57 a 22.83	0.36 a 0.58	0.22 a 0.22	51.1
V6	183.5 a 437.7	2	19X50	11.42 a 27.25	0.25 a 0.66	0.22 a 0.22	53.1

L: Comprimento dos vãos das vigas

H/L: Relação entre altura e comprimento dos vãos das vigas

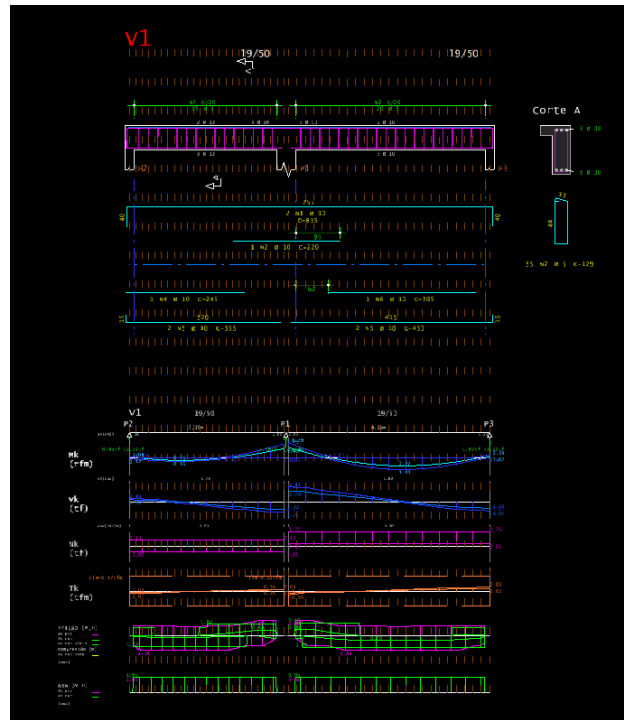
$\rho_s$ : Taxa geométrica de armadura longitudinal. Obtida em diversas seções ao longo do vão, não considera a armadura lateral.

$\rho_{sw}$ : Taxa geométrica de armadura transversal. Obtida nas faixas existentes no vão

Taxa de aço: Massa de aço por volume de concreto

Fonte: Autor, 2025

**Figura 27 – Análise da viga gerada pelo TQS**

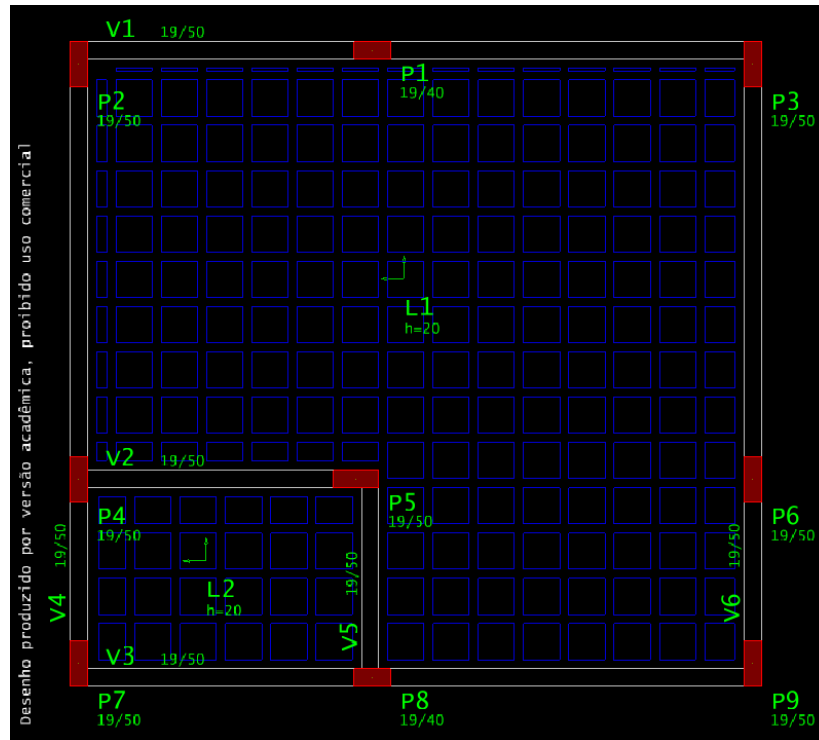


Fonte: Autor, 2025

Ao analisar os resultados fornecidos pelo TQS, como os mapas de momentos solicitantes e as quantidades de armadura propostas, foi possível identificar áreas onde ajustes são necessários. Por exemplo, redistribuir as armaduras em regiões da laje com menores solicitações, reduzindo desperdícios de material, ou reforçar zonas mais críticas, garantindo maior segurança. Além disso, ajustes no espaçamento das barras, na escolha das bitolas ou na distribuição de armaduras negativas e positivas foram feitos diretamente no software, facilitando a adaptação do projeto às condições práticas de execução. O projeto estrutural completo realizado pode ser visualizado no apêndice B.

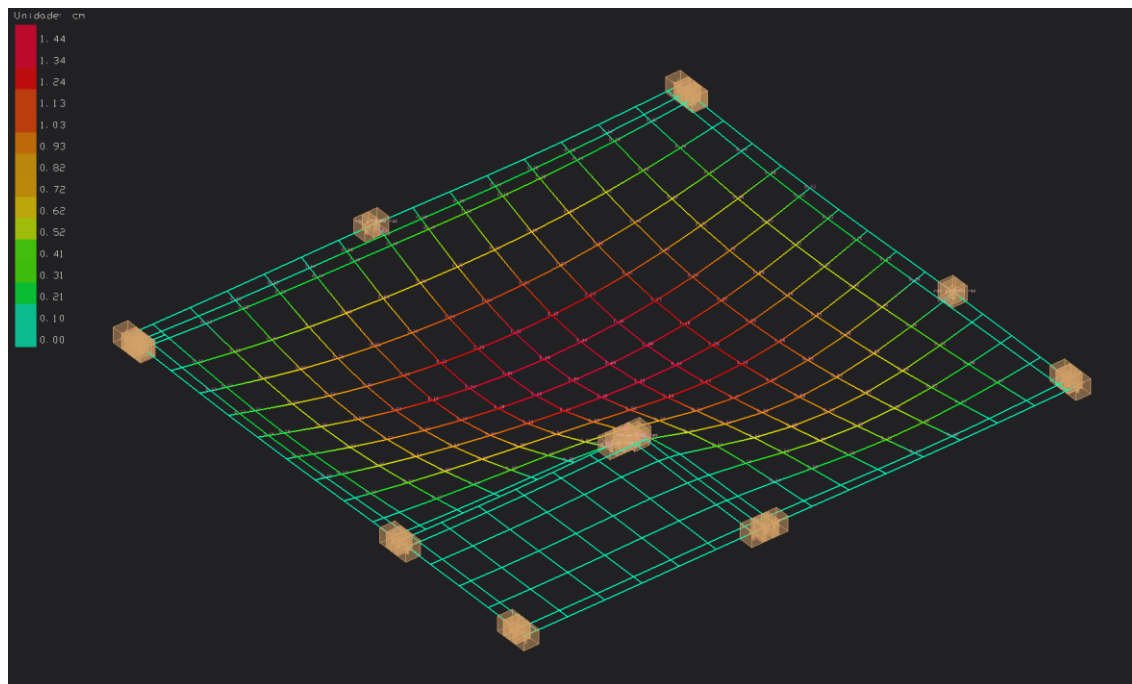
Além do modelo inicial de laje maciça, foi desenvolvido outro modelo estrutural para comparação, utilizando laje nervurada em substituição à laje maciça. A escolha da laje nervurada teve como principal objetivo eliminar a necessidade de algumas vigas, possibilitando a criação de vãos maiores e aumentando a flexibilidade do espaço interno da sala de leito hospitalar, resultando na configuração estrutural ilustrada na figura 28 abaixo.

**Figura 28 – Concepção estrutural com laje nervurada**



Fonte: Autor, 2025

**Figura 29 - A Análise da deformação no estado limite de serviço no modelo de grelha gerado pelo TQS**



Fonte: Autor, 2025

Nota-se que foi possível eliminar parte das vigas V2 e V5 do projeto estrutural, uma decisão baseada nas análises de deformação da laje nervurada obtidas através do software

TQS. A utilização de lajes nervuradas permitiu que as deformações permanecessem dentro dos limites aceitáveis especificados para o Estado Limite de Serviço (ELS), o que demonstra a capacidade deste tipo de laje em distribuir as cargas de forma eficiente e manter a estabilidade estrutural mesmo em vãos maiores.

A análise detalhada no TQS mostrou que as deformações na laje nervurada foram significativamente menores do que os limites máximos permitidos, assegurando que a integridade e segurança da estrutura não seriam comprometidas. Esse resultado positivo viabilizou a diminuição das vigas V2 e V5, proporcionando uma economia de materiais e reduzindo o peso geral da estrutura, além de oferecer um design mais limpo e espaços internos mais amplos em detrimento do pé direito proposto devido a maior espessura da laje.

## 4. CONCLUSÕES

Este trabalho resultou na elaboração de um módulo de leito hospitalar, concebida para atender aos princípios de acessibilidade, segurança e funcionalidade. A ausência de um programa de necessidades detalhado, devido à falta de informações de estabelecimentos de saúde já existentes, dificultou a personalização do projeto às demandas específicas de pacientes e profissionais do ambiente hospitalar. Esse levantamento inicial teria possibilitado maior precisão na definição de espaços, equipamentos e funcionalidades necessárias. Além disso, a desatualização da RDC 50, que não passa por revisões desde 2002, compromete a aderência às inovações tecnológicas e às novas exigências do setor. A falta de atualização dessa norma reforça a necessidade de revisões regulares que contemplem os avanços na engenharia e arquitetura hospitalar.

Por outro lado, o uso do software TQS foi um elemento essencial para a eficiência do trabalho. A ferramenta possibilitou o dimensionamento preciso dos elementos estruturais, como lajes, vigas e pilares, e permitiu a edição de armaduras e ajustes nos momentos solicitantes de maneira prática. A integração de análises detalhadas com a geração automatizada de relatórios e mapas de armaduras otimizou o processo, garantindo maior confiabilidade e alinhamento com as normas vigentes. O TQS demonstrou ser uma ferramenta indispensável para a produtividade e a qualidade do projeto, reforçando a relevância de tecnologias modernas na engenharia civil.

Além disso, a comparação entre o uso de laje maciça e laje nervurada demonstrou a viabilidade desta última em proporcionar espaços mais amplos e funcionais, eliminando a necessidade de vigas e possivelmente reduzindo o custo da construção. Mas apesar de viabilizar espaços mais amplos, a escolha de focar apenas na sala de leito facilitou a aplicação de soluções como a laje nervurada, que ofereceu vantagens significativas em termos de espaços internos mais amplos e redução de cargas. Porém, para projetos que incluam outras áreas do hospital, uma análise mais robusta e integrada se faz necessária para garantir a uniformidade e a eficiência da estrutura como um todo, levando em conta as interações entre diferentes partes do edifício e os impactos acumulativos de todas as cargas e requisitos operacionais.

Assim, apesar das limitações encontradas, o projeto desenvolvido cumpre com os objetivos propostos, apresentando uma solução estrutural robusta e adaptável, que atende aos critérios normativos e fornece uma base sólida para futuras implementações e melhorias.

Para futuros temas, sugere-se a realização de estudos semelhantes em outras áreas dos hospitais, como centros cirúrgicos, UTIs, laboratórios e áreas de diagnóstico por imagem, explorando como a estrutura pode ser otimizada para integrar sistemas prediais complexos (redes de gases medicinais, tubulações de vácuo, instalações elétricas e hidráulicas) e garantir a interação harmoniosa entre esses elementos. Além disso outros aspectos poderiam ser levados em consideração nestes estudos, como por exemplo, estudar o de Drywall ao invés de alvenaria como foi utilizado no presente trabalho. Este aspecto poderia dar um viés de modularidade de flexibilidade maior ao ambiente, além de contribuir para uma estrutura menos robusta.

## REFERÊNCIAS

ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução da diretoria colegiada - RDC nº 50, de 21 de fevereiro de 2002.** Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2002/rdc0050\\_21\\_02\\_2002](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2002/rdc0050_21_02_2002)> Acessado em: 01 Jul. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5626: **Sistemas prediais de água fria e água quente – Projeto, execução, operação e manutenção.** Rio de Janeiro, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12188: **Sistemas centralizados de suprimentos de gases medicinais, de gases para dispositivos médicos e de vácuo para uso em serviços de saúde.** Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5410: **Instalações prediais de baixa tensão.** Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS. NBR 7256:2021. **Tratamento de ar em estabelecimentos assistenciais de saúde — Requisitos para projeto e execução das instalações.** Rio de Janeiro, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575-1: **Edificações habitacionais – desempenho parte 1:requisitos gerais.** Rio de Janeiro, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5674: **Manutenção de edificações – requisitos para o sistema de gestão de manutenção.** Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16636-2: **Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos parte 2: projeto arquitetônico.** Rio de Janeiro, p. 12. 2017.

SOUZA, Larissa Leiros. **Diretrizes para elaboração de um plano diretor físico hospitalar: o caso do complexo hospitalar Monsenhor Walfredo Gurgel,** Natal RN. Salvador: UFBA, 2008.

GÓES, Ronald. **Manual prático de arquitetura hospitalar.** 1 ed. Editora Edgar Blücher LTDA, 2004.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; MOREIRA, D. C. **O programa de necessidades e a importância da APO no processo de projeto.** ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, v. 12, p. 1-12, 2008.

PINTO, Any Danielle Silveira. **O papel do programa de necessidades no processo de projeto arquitetônico.** Revista Especialize Online IPOG, v. 1, n. 5, 2013.

Brasil. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. **NORMAS PARA PROJETOS FÍSICOS DE ESTABELECIMENTOS ASSISTENCIAIS DE SAÚDE.** Brasília, 1995.

NORONHA, Kenya Valeria Micaela de Souza et al. **Pandemia por COVID-19 no Brasil: análise da demanda e da oferta de leitos hospitalares e equipamentos de ventilação assistida segundo diferentes cenários.** Cadernos de Saúde Pública, v. 36, p. e00115320, 2020.

DE MORAES, Thayse Moraes et al. **Infraestrutura Hospitalar na assistência de pessoas internadas com Covid-19 no Brasil: uma revisão integrativa.** AMAZÔNIA: SCIENCE & HEALTH, v. 11, n. 3, p. 42-55, 2023.

SANTOS, R. A. L. **Sistemas Centralizados de Gases e Vácuo Medicinais - Uma Abordagem para o Gerenciamento da Tecnologia Médico-Hospitalar.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

MIDIMAX. **Com 84 mil registros, panorama das internações revela o que mais levou os sul-mato-grossenses aos hospitais.** 2024. Disponível em: <https://midimax.uol.com.br/cotidiano/2024/com-84-mil-registros-panorama-das-internacoes-revela-o-que-mais-levou-os-sul-mato-grossenses-aos-hospitais/>. Acesso em: 18 dez. 2024.

GAZETA DO POVO. **Estádios viram hospitais no combate ao coronavírus.** 2024. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/esportes/estadios-viram-hospitais-no-combate-ao-coronavirus/>. Acesso em: 18 dez. 2024.

CIACO, Ricardo José Alexandre Simon. **A arquitetura no processo de humanização dos ambientes hospitalares.** 2010. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

HUBNER, Mariana Bitencourt; RAVACHE, Rosana Lia. **Arquitetura hospitalar, desafios e influências na saúde.** Connectionline, n. 24, 2021.

NEUFERT, Ernst. **Arte de projetar em arquitetura**. 18. ed. São Paulo: Gustavo Gili, 2013.

SAMPAIO, Ana Virgínia Carvalhães de Faria. **Conforto ambiental em ambientes hospitalares**. 2004.

ABNT. NBR 9050:2020 – **Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

FRANCISCO, Paulo César Moura; MENEZES, Alexandre Monteiro de. **Design universal, acessibilidade e espaço construído**. Construindo, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 25-29, jan./jun. 2011.

CARVALHO, R. C.; FIGUEIREDO FILHO, J. R. de. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado: segundo a NBR 6118:2014**. 4. ed. São Paulo, 2014.

SILVA SOBRINHO, Kleber Enrique da. **"Projeto estrutural de uma residência unifamiliar em concreto armado com aplicação do software TQS."** TCC, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, 2024.

ÁVILA JÚNIOR, Ataliba Cordeiro. **"Projeto estrutural de uma habitação coletiva de múltiplos pavimentos utilizando software TQS."** TCC, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, 2019.

BASTOS, Paulo Sérgio dos Santos. **Histórico e principais elementos estruturais de concreto armado**. Bauru, SP: UNESP, Faculdade de Engenharia, Departamento de Engenharia Civil, 2006. Notas de aula da disciplina 6033 - Sistemas Estruturais I.

Ministério da Saúde. DATASUS. **Número de leitos hospitalares por região em 2024**. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?cnes/cnv/leiintbr.def>. Acesso em: 15/02/2025.

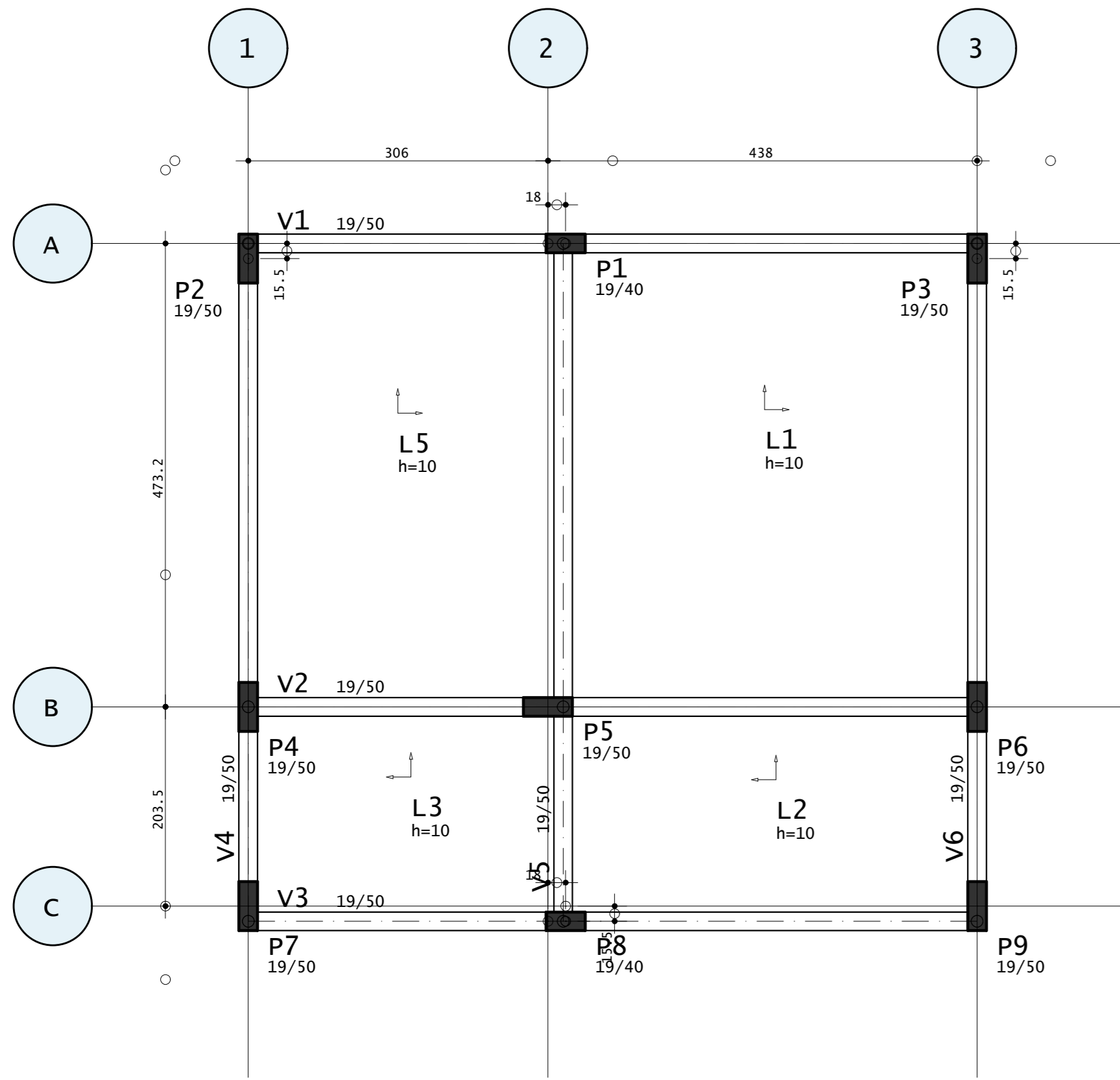
HOLANDA FILHO, F. S. R. **Análise comparativa entre uma laje nervurada convencional e uma com trilhos em concreto protendido**. 2013. 67 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

**APÊNDICE A - Modelo padrão proposto para salas de leitos  
hospitalares**



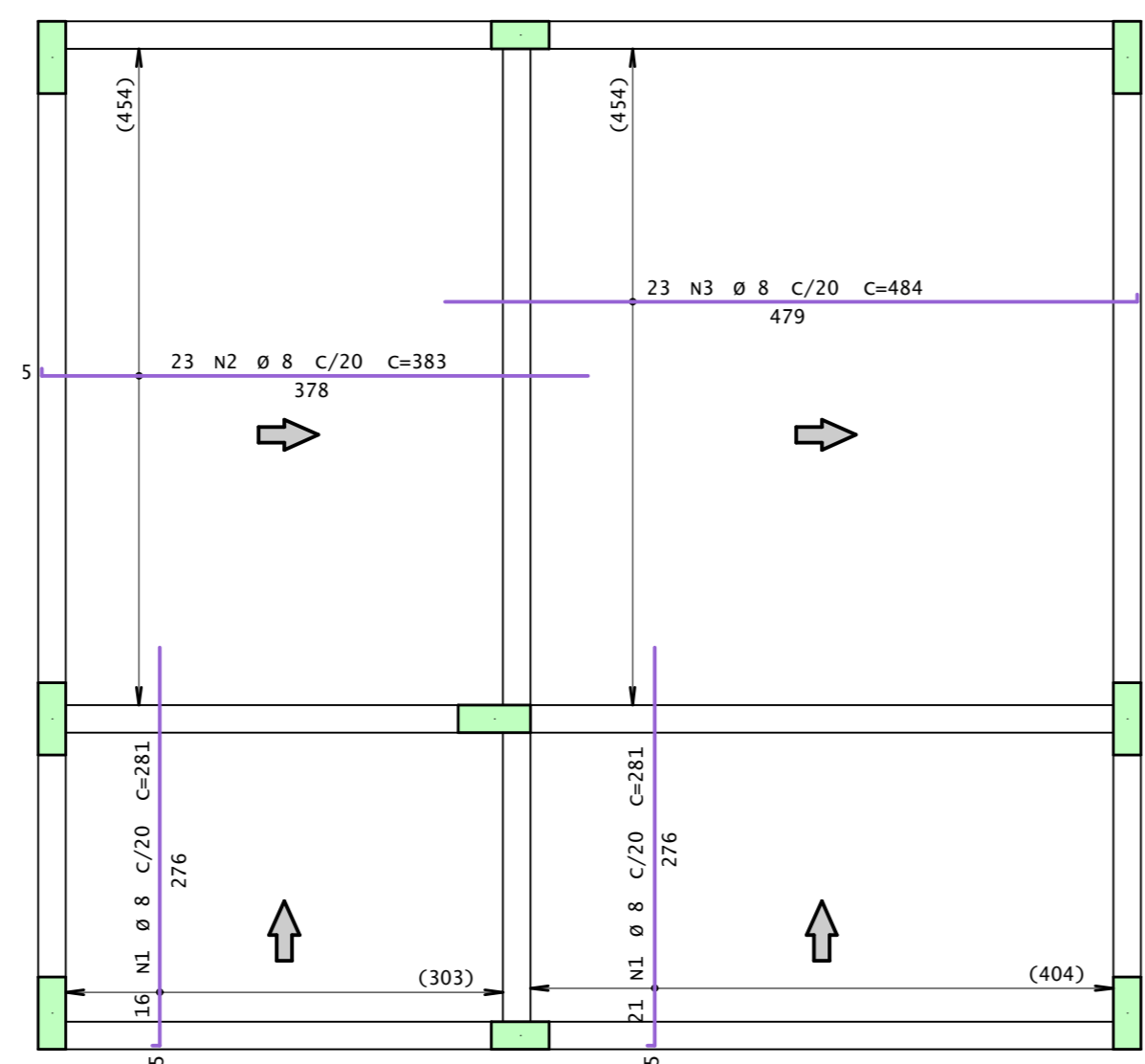
**APÊNDICE B – Projeto Estrutural do modelo para salas de leito  
hospitalares proposto**

PLANTA DE FORMAS

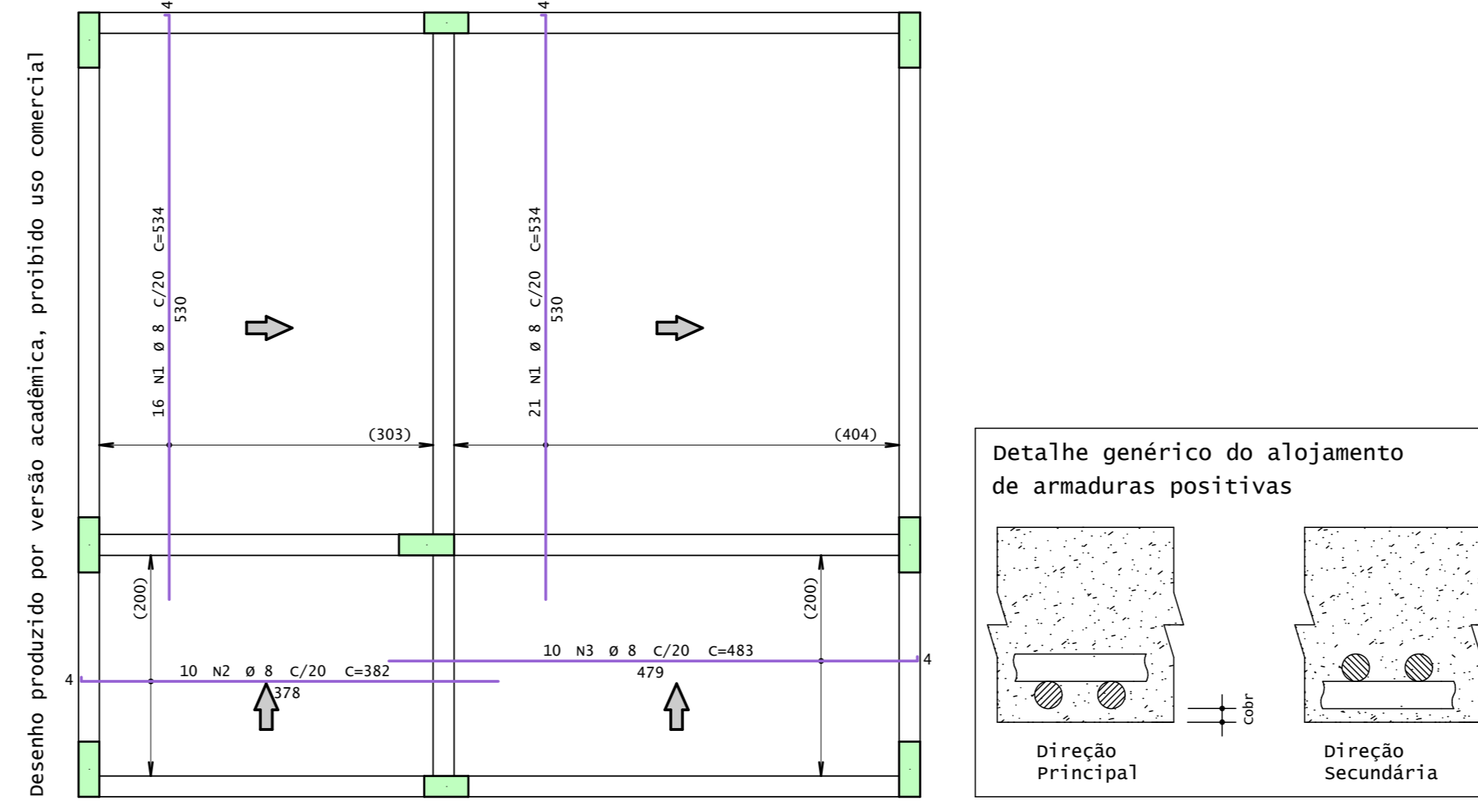


ARMAÇÕES DAS LAJES

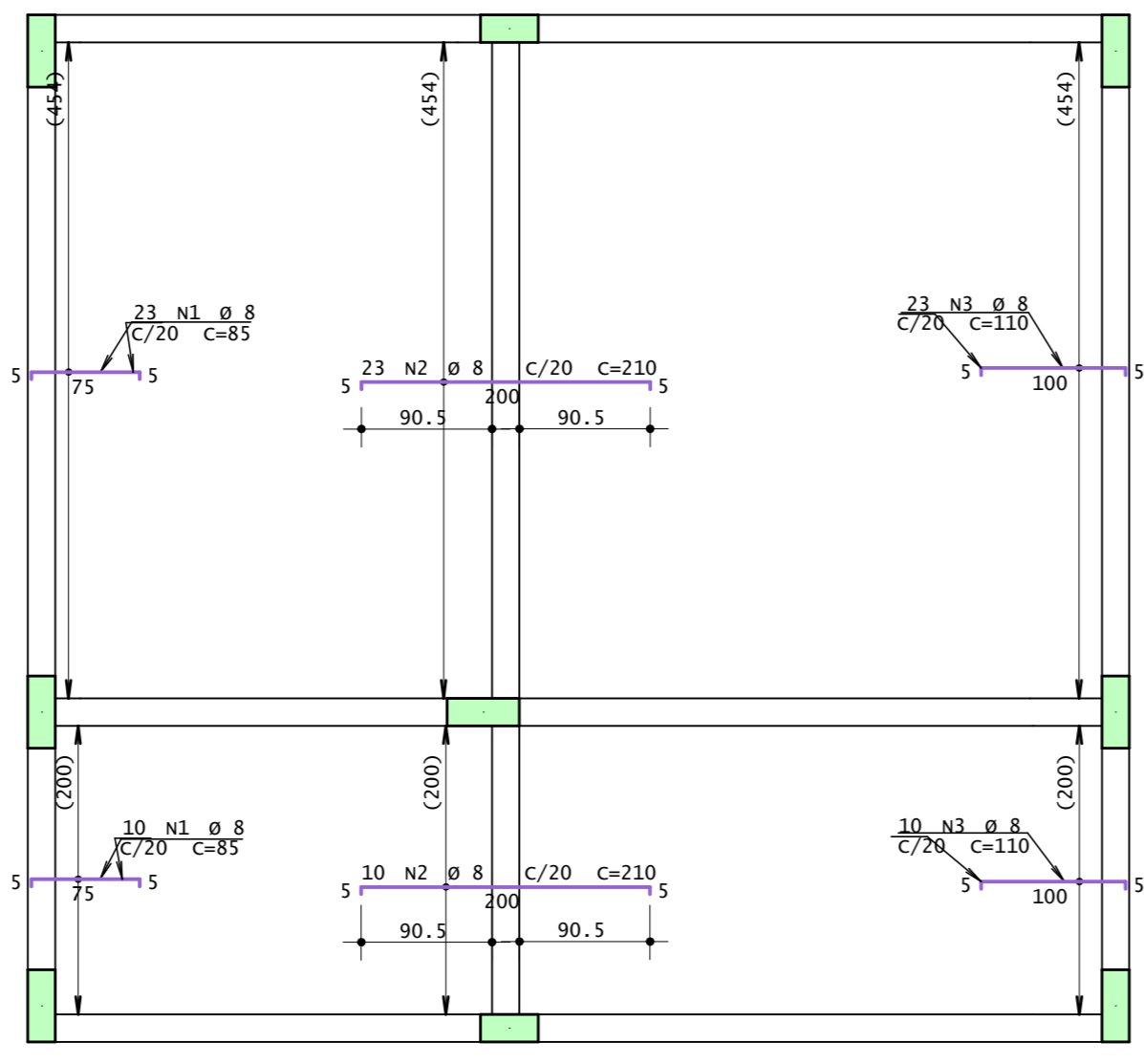
Armadura positiva principal



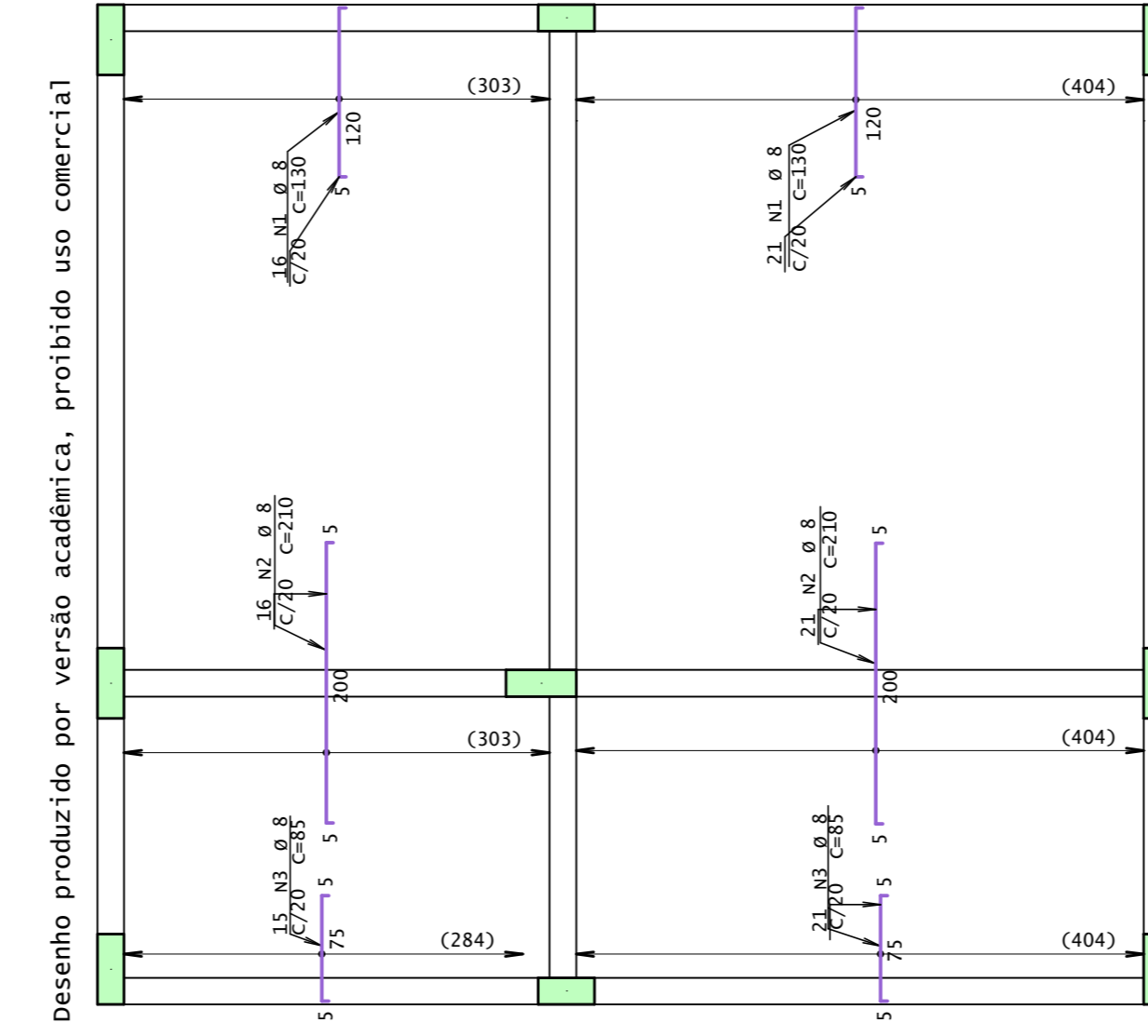
Armadura positiva secundaria



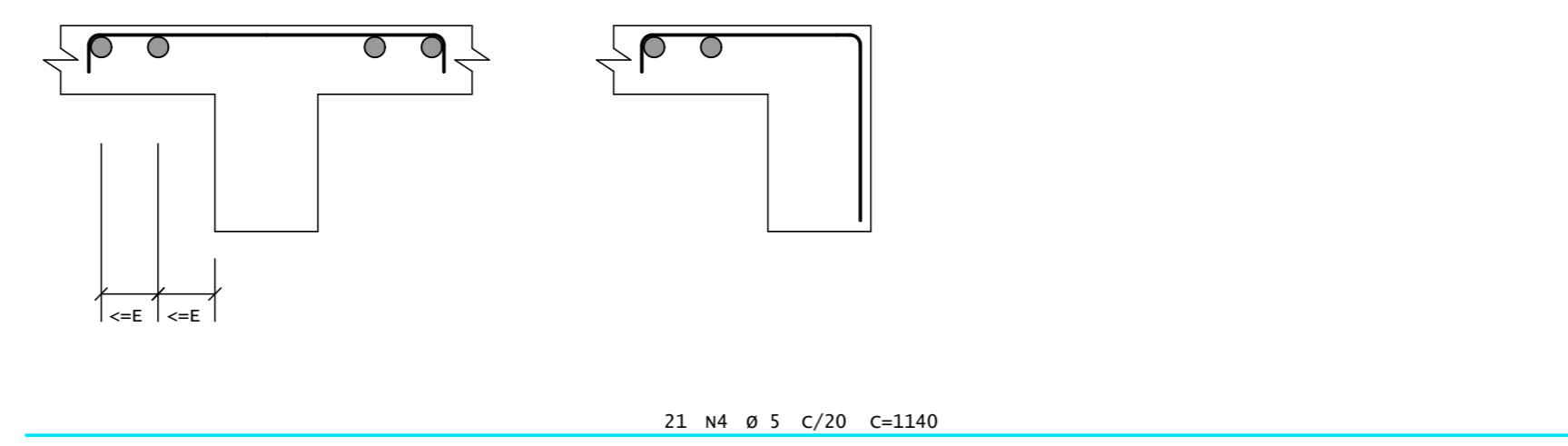
Armadura negativa horizontal



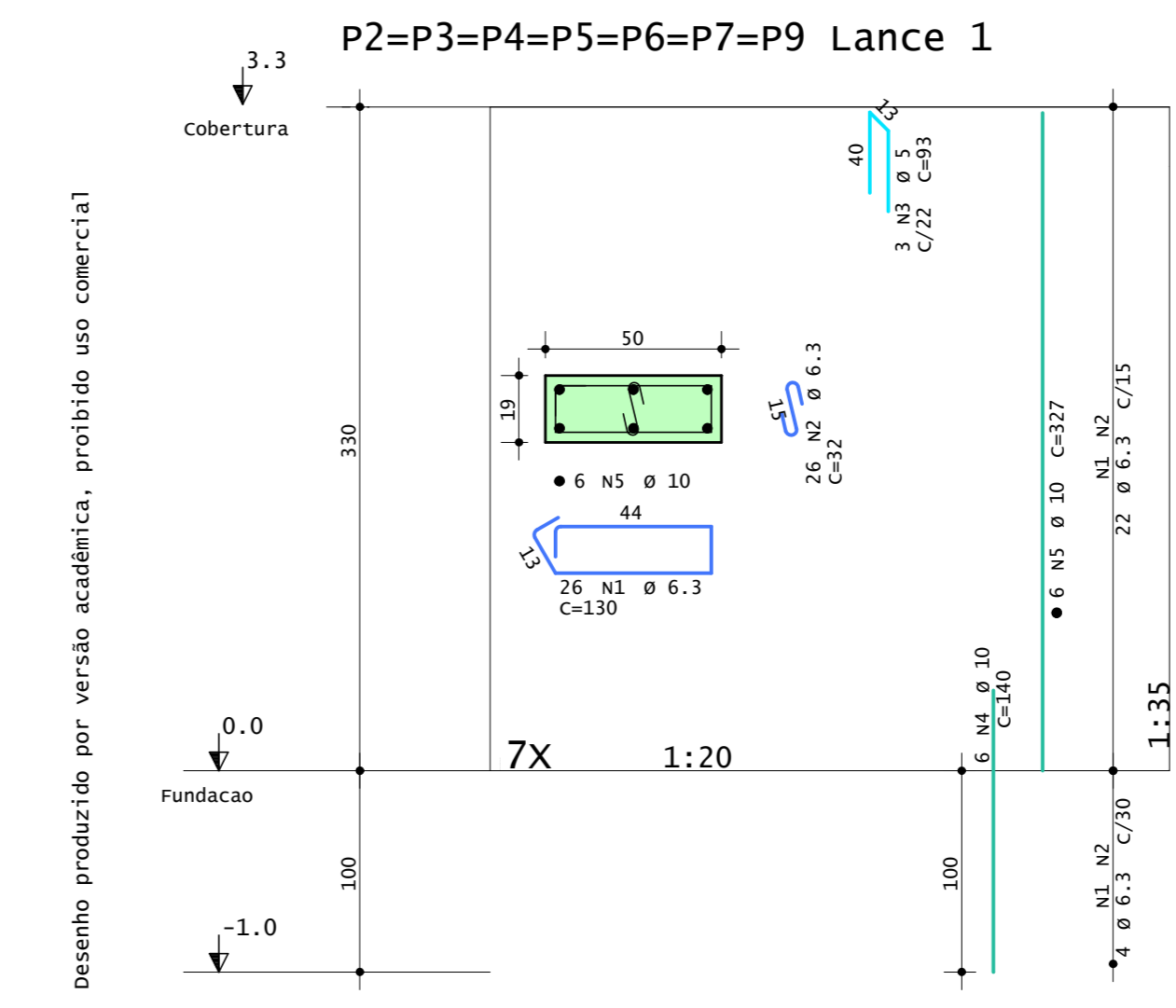
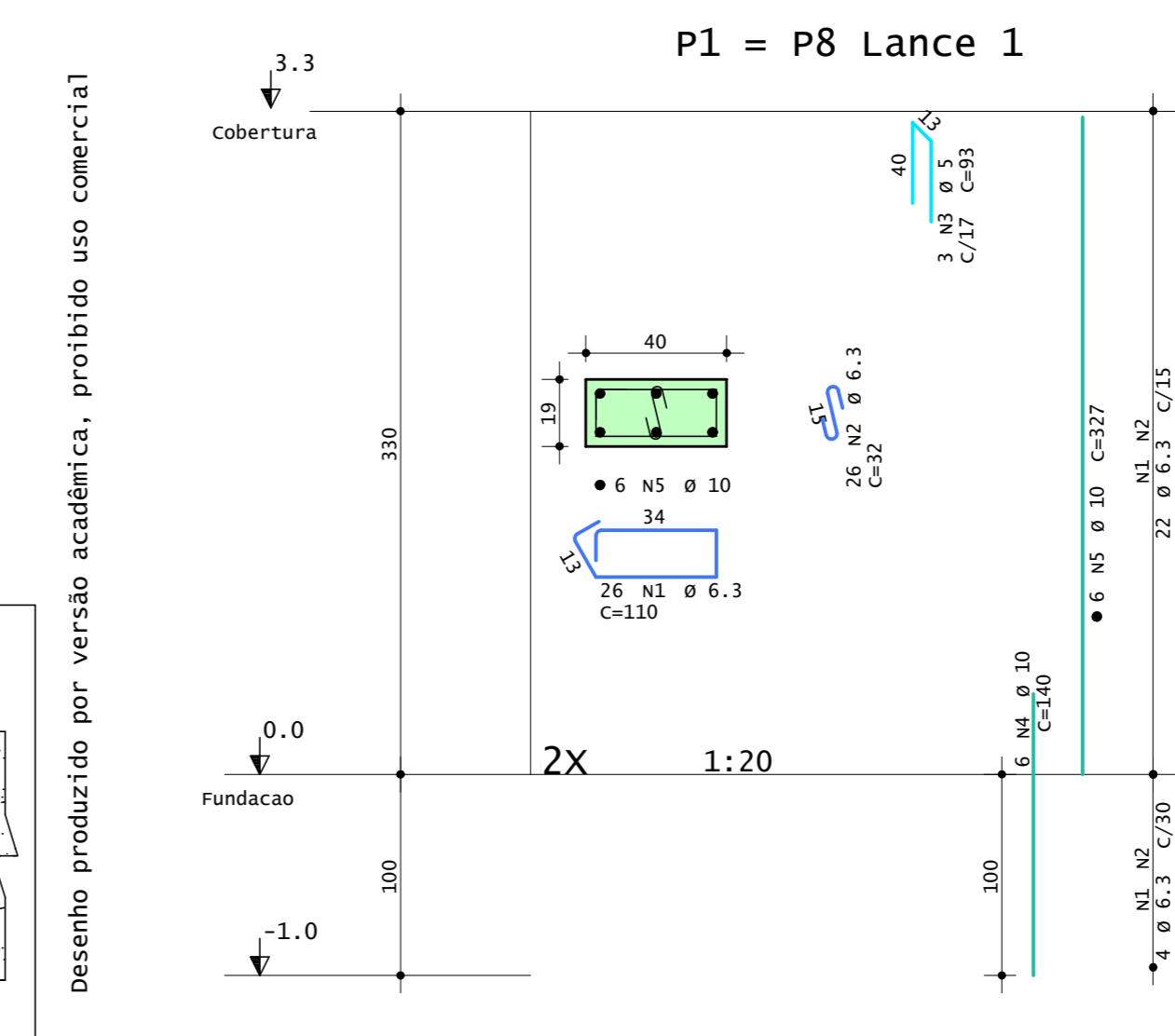
Armadura negativa vertical



DETALHE TÍPICO DE FERROS DE DISTRIBUIÇÃO DE ARMADURA NEGATIVA



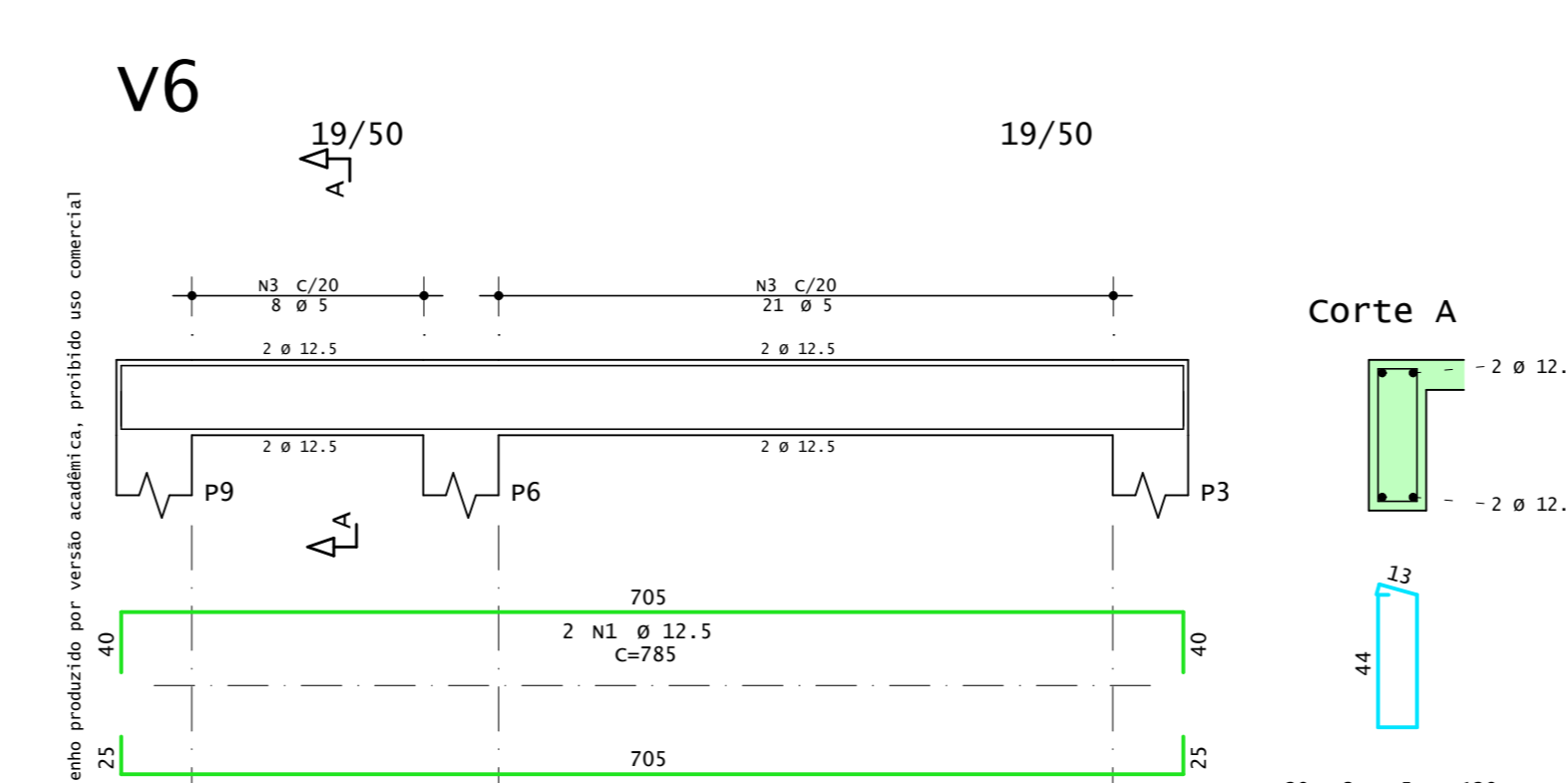
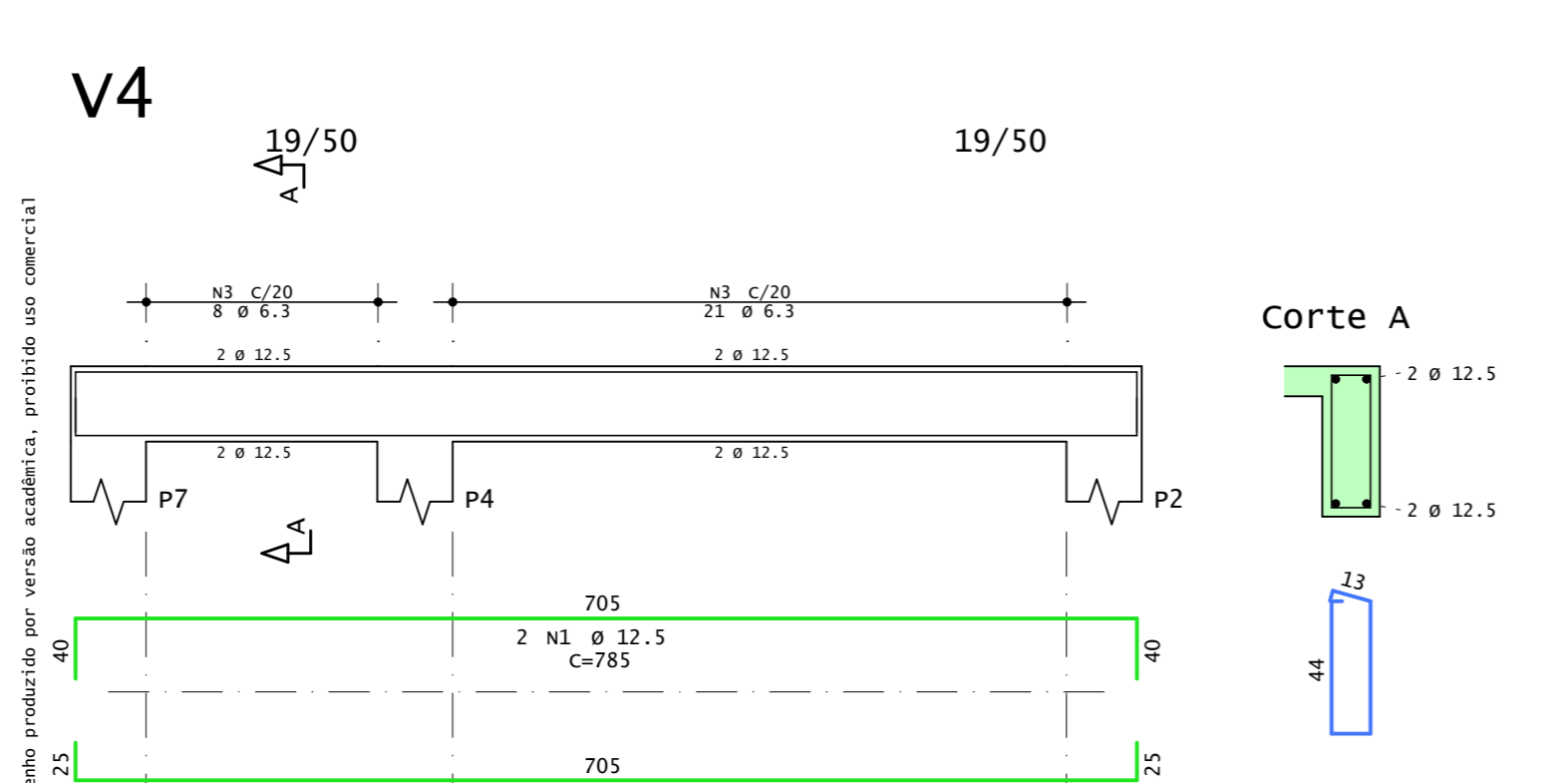
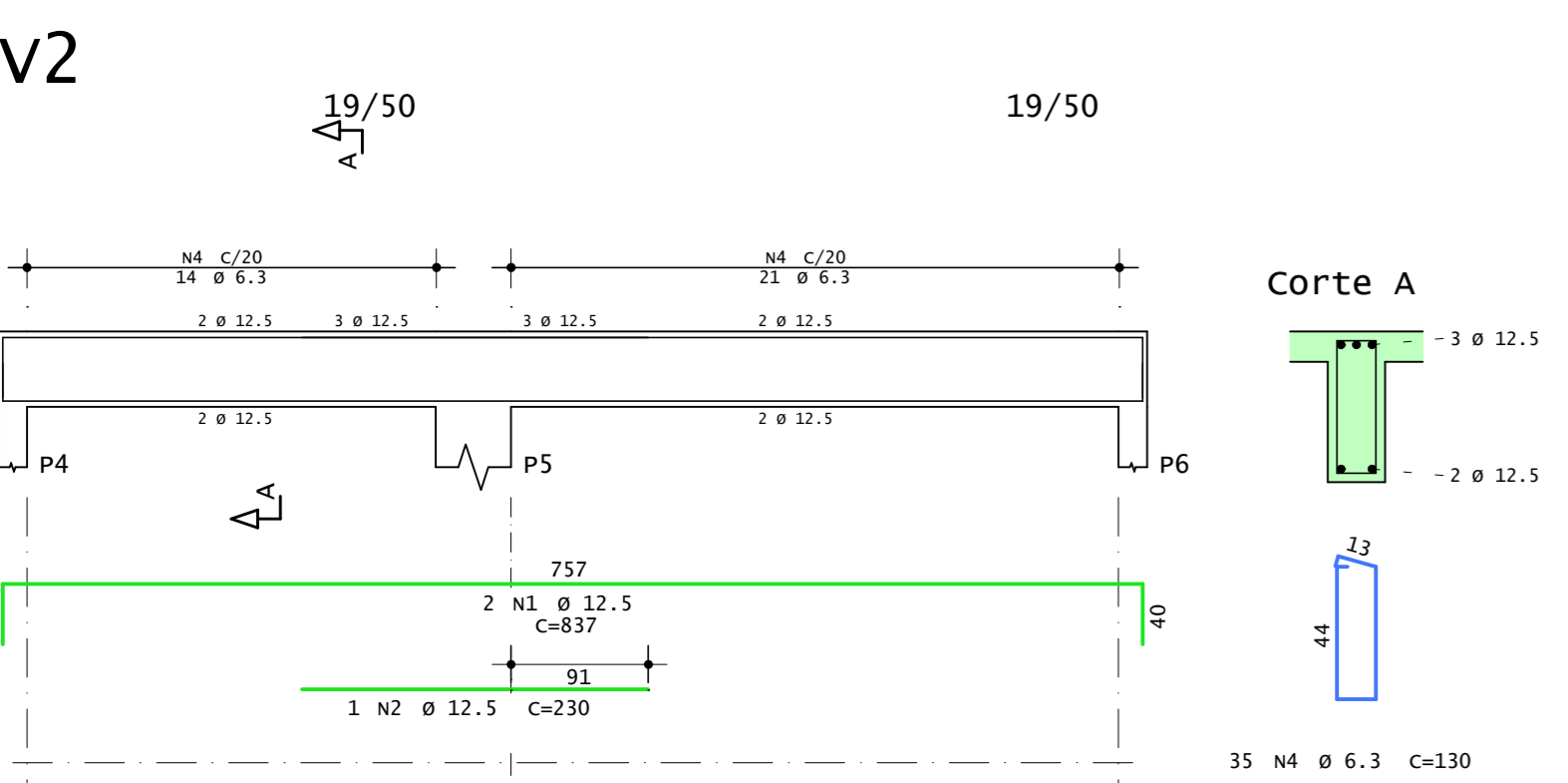
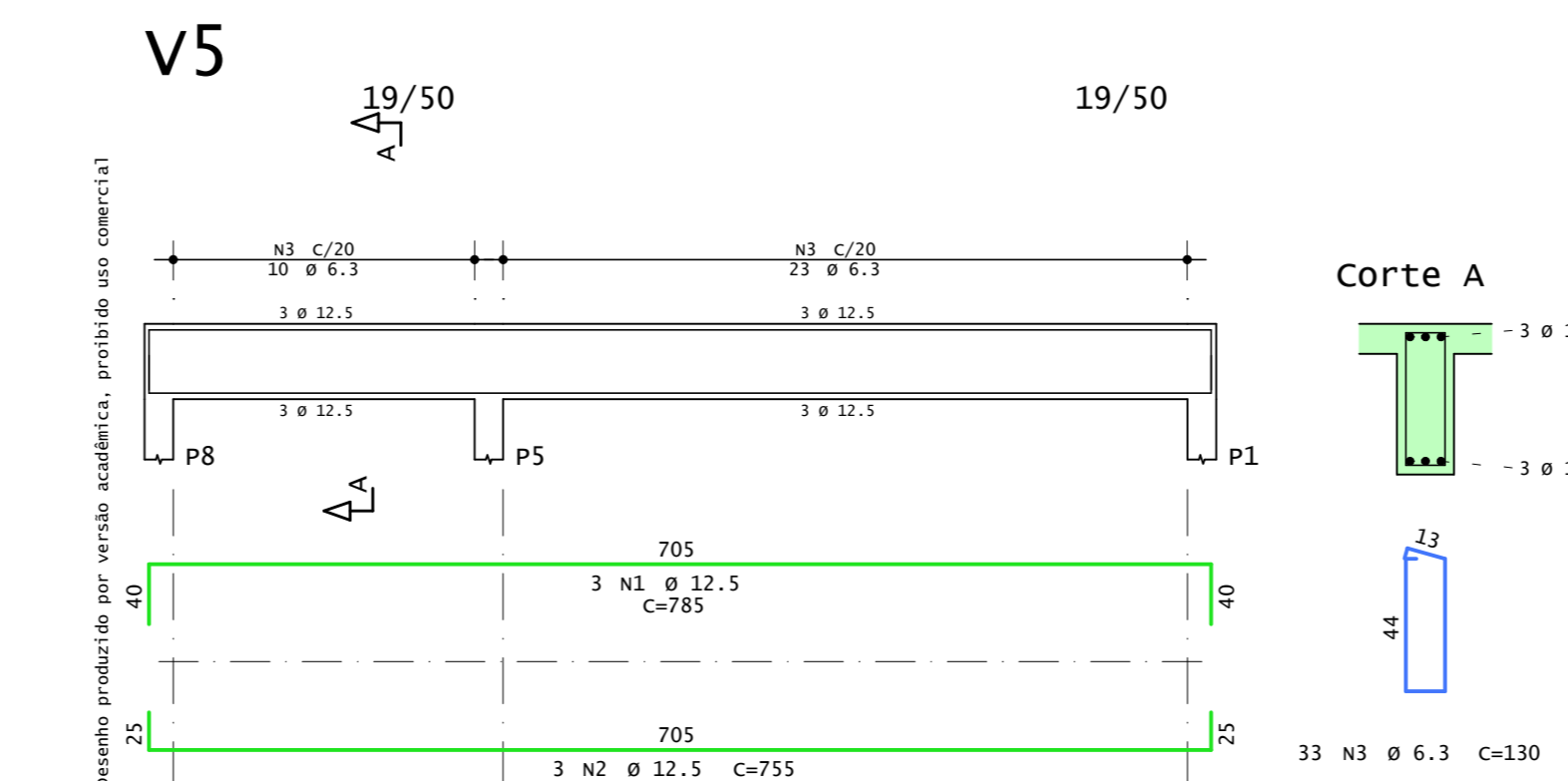
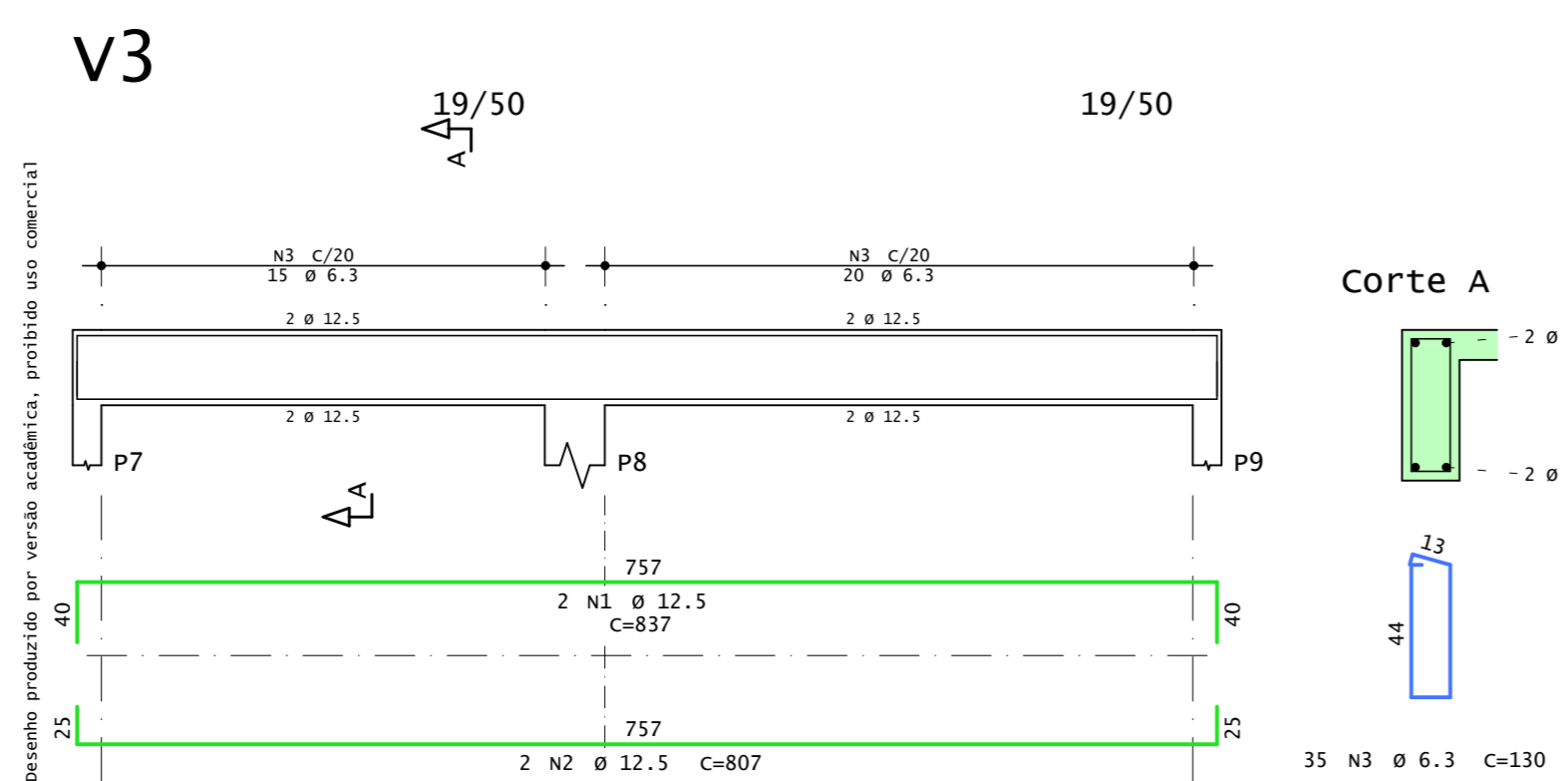
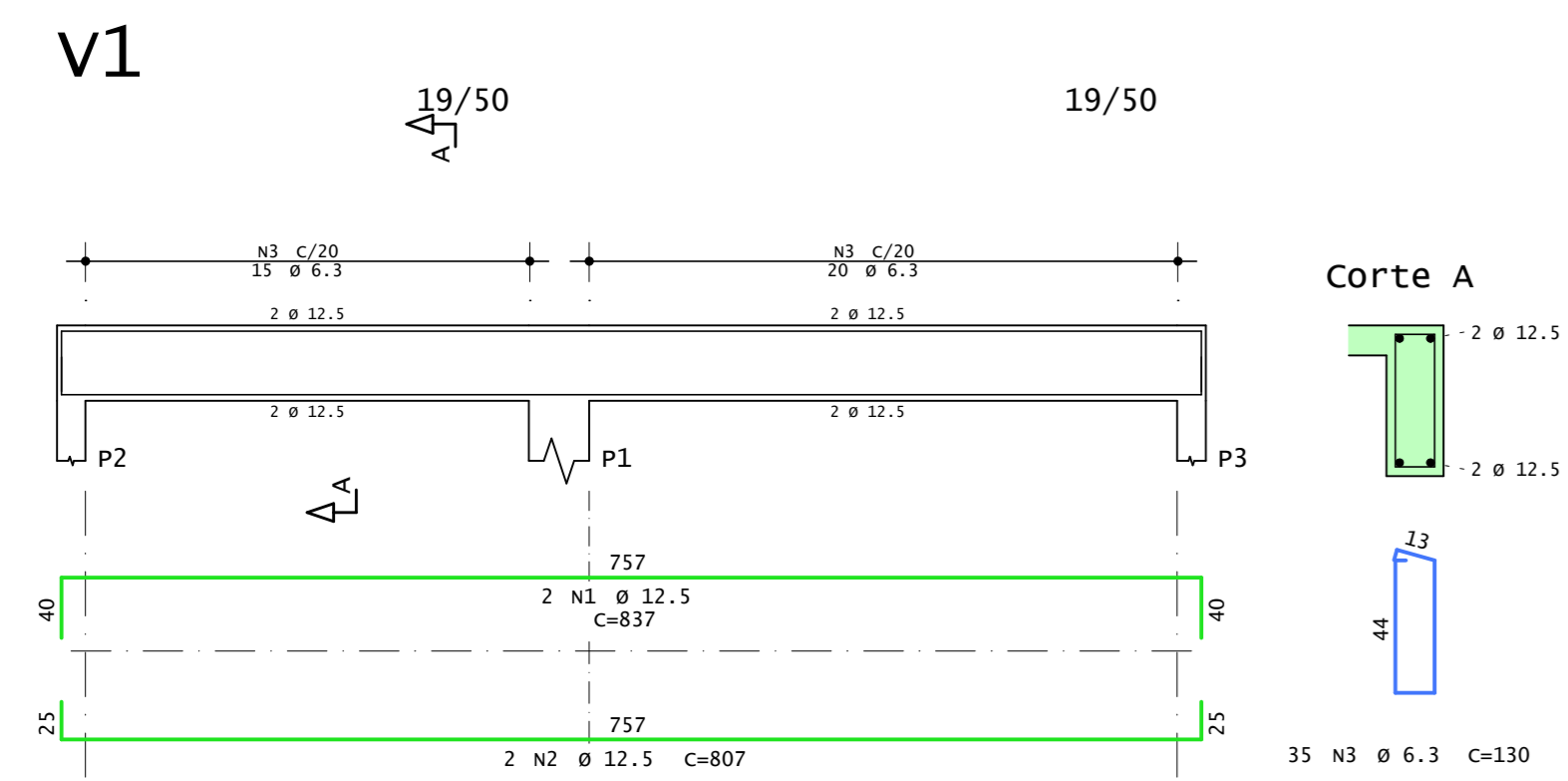
ARMAÇÃO DOS PILARES



ACO	POS	BIT	QUANT	COMPRIMENTO	TOTAL
				cm	cm
<b>Armadura negativa horizontal</b>					
S0A	1	8	33	85	2805
S0A	2	8	33	230	6930
S0A	3	8	33	110	3630
S0A	3	5	21	1140	23940
<b>Armadura negativa vertical</b>					
S0A	1	8	37	130	4810
S0A	2	8	37	210	7770
S0A	3	8	36	85	3060
<b>Armadura positiva principal</b>					
S0A	1	8	37	281	10397
S0A	2	8	23	383	8809
S0A	3	8	23	484	11132
<b>Armadura positiva secundaria</b>					
S0A	1	8	10	154	1538
S0A	2	8	10	382	3820
S0A	3	8	10	483	4830
<b>P1 = P8 Lance 1 (X2)</b>					
S0A	1	6.3	52	110	5720
S0A	2	6.3	12	32	384
S0A	3	5	6	93	558
S0A	3	5	21	93	2053
S0A	5	10	12	140	1680
S0A	5	10	12	327	3924
<b>P2=P3=P4=P5=P6=P7=P9 Lance 1 (X2)</b>					
S0A	1	6.3	182	130	23660
S0A	2	6.3	182	12	1824
S0A	3	5	6	93	558
S0A	3	5	21	93	2053
S0A	4	10	12	140	1680
S0A	4	10	12	327	3924
<b>V1</b>					
S0A	1	12.5	2	837	1674
S0A	2	12.5	2	807	1614
S0A	3	6.3	35	130	4550
<b>V2</b>					
S0A	1	12.5	2	837	1674
S0A	2	12.5	2	807	1614
S0A	3	6.3	35	130	4550
<b>V3</b>					
S0A	1	12.5	2	837	1674
S0A	2	12.5	2	807	1614
S0A	3	6.3	35	130	4550
<b>V4</b>					
S0A	1	12.5	2	785	1570
S0A	2	12.5	2	755	1510
S0A	3	6.3	33	130	4290
<b>V5</b>					
S0A	1	12.5	3	785	2355
S0A	2	12.5	3	755	2285
S0A	3	6.3	29	129	3741
<b>V6</b>					
S0A	1	12.5	2	785	1570
S0A	2	12.5	2	755	1510
S0A	3	6.3	33	130	4290

RESUMO DE AÇO			
ACO	BIT	COMPR	PESO
			kgf
60A	8	302	46
S0A	6.3	586	144
S0A	8	878	347
S0A	10	252	156
S0A	12.5	299	291
<b>Peso Total</b>			<b>46 kgf</b>
<b>Peso Total</b>			<b>847 kgf</b>

ARMAÇÃO DAS VIGAS



PROJETO EM CONCRETO ARMADO - MODELO PADRÃO PROPOSTO DE UMA SALA PARA LEITOS HOSPITALARES  
 FOL. = 25 RPA

ALUNO:  
 DANIEL YUDI TAHARA CAZARIN  
 UNIVERSIDADE  
 UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

DATA: 02/2025 FICHA: INDICADA