



Universidade Federal de Uberlândia
Faculdade de Engenharia Elétrica
Graduação em Engenharia Biomédica

OTÁVIO YAMANAKA MARIN

**Orientações sobre os Principais Requisitos de Instalação de
Equipamentos Médico-Assistenciais**

Uberlândia
2019

OTÁVIO YAMANAKA MARIN

Orientações sobre os Principais Requisitos de Instalação de Equipamentos Médico-Assistenciais

Trabalho apresentado como requisito parcial de avaliação na disciplina Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Biomédica da Universidade Federal de Uberlândia.

Orientador: (Selma Terezinha Milagre)

Assinatura do Orientador

Uberlândia
2019

Dedico este trabalho aos meus pais,
companheiros e amigos pelo estímulo, carinho e
compreensão durante esse trajeto.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Assis e Ivani, que sempre acreditaram em mim e nos meus sonhos, me apoiando no caminho, se entristecendo com meus tropeços e vibrando com minhas conquistas. Também a minha irmã e toda família, pelo apoio, amizade e companheirismo.

A minha namorada Sílvia pelo imenso apoio e incentivo nos momentos mais críticos e desanimadores da minha trajetória, sem os quais não teria obtido os resultados que obtive.

A meus amigos por terem compartilhado os anseios e alegrias, tornando não só possível como deslumbrante essa trajetória.

Aos professores pela dedicação, sugestão e instruções que não apenas me capacitaram profissionalmente, como também me fizeram progredir pessoalmente.

À Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e à Faculdade de Engenharia Elétrica por todo o conhecimento atribuído e pela formação de qualidade.

A empresa Equipacare pela oportunidade de estágio, orientações e sugestões, que mediante a disponibilização do conhecimento, vivência e domínio no mercado foi possível a concepção desse trabalho.

Ao Programa de Educação Tutorial (PET), que enriqueceu minha experiência durante a graduação e agregou grandemente em minha formação.

Enfim, a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho e em minha jornada até aqui, o meu muito obrigado.

RESUMO

Nos últimos anos houve um desenvolvimento acentuado de novas tecnologias voltadas à área da saúde. Consequentemente, para atender essa demanda de mercado por inovações tecnológicas, os Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS) se desdobram para agregar esses novos equipamentos, tratamentos e técnicas para diagnóstico. Contudo, mesmo com a atenção voltada para o planejamento hospitalar, o mercado ainda é muito inexperiente nessa área. Nesse contexto que se insere o Engenheiro Clínico, o profissional que utiliza seus conhecimentos em engenharia e práticas de gerenciamento de tecnologias da saúde, para apoiar e melhorar os cuidados prestados aos pacientes. Tendo em vista que seus conhecimentos diversos na área da saúde, são de extrema importância para compatibilizar as várias frentes atuantes num projeto hospitalar. Portanto, foram compilados apontamentos sobre os requisitos estruturais para instalação de EMAs em um EAS privado. Para elaboração deste estudo, foi feito um levantamento dos principais fornecedores de EMAs, além das normas vigentes e regulamentações referentes a instalações hospitalares. Seguindo as indicações do SOMASUS, listou-se os equipamentos presentes em cada ambiente, e para os que necessitam de requisitos especiais de instalação, foram elaborados apontamentos à obra. O resultado foi um material de orientação aos projetistas e responsáveis pela execução do projeto, listando pontos críticos para o andamento da construção de um EAS e citando exemplos de dificuldades que podem acontecer no decorrer da obra. Por meio das experiências vindas da implantação de EAS, notou-se que erros graves são comumente cometidos com relação à instalação de EMAs. O estudo visou criar um material de apoio que sirva de base para elaboração de projetos hospitalares, na tentativa de minimizar erros de projeto que ocorrem repetidamente no mercado. Em estudos futuros, será enriquecedor elaborar orientações que se estendam não só aos ambientes mais comuns em um Hospital Geral, mas também às mais diversas especialidades médicas.

ABSTRACT

In recent years, there was a marked development of new health technologies. Consequently, to comply with this market demand for technological innovations, Healthcare Facilities may unfold to aggregate these new diagnostic equipment, facilities and techniques. However, even with the focus on hospital planning, the market is still very inexperienced in this area. In this context, which includes the Clinical Engineer, the professional who uses his engineering knowledge and health technology management practices to help and improve patient care. Given their diverse knowledge in health, they are of utmost importance to match the various fronts activated in a hospital project. Therefore, notes on the structural requirements for installing electromedical equipment in a private Healthcare Facilities were compiled. For the preparation of this study, a survey was conducted of the main suppliers of electromedical equipment, in addition to the current rules and regulations regarding hospital facilities. Following the indications of SOMASUS, the equipment present in each environment was listed, and for those who need special installation requirements, notes were prepared for the work. The result was a guidance material for designers and project developers, listing critical points for the progress of building an EAS and citing examples of difficulties that may occur throughout the work. Through the experiences coming from the implementation of EAS, it was noted that serious errors are commonly made regarding the installation of EMAs. The study aimed to create a support material that will serve as a basis for hospital project design in an attempt to minimize design errors that occur repeatedly in the market. In future studies, it will be enriching to develop guidelines that extend not only to the most common environments in a General Hospital, but also to the most diverse medical specialties.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Visão interna painel modular.	24
Figura 2- Estrutura para instalação dos painéis da rede de gases, elétrica e dados	25
Figura 3 - Visor comando Ressonância Magnética	29
Figura 4 - Visor sala de comando Tomografia.....	32
Figura 5 - Esquema básico de instalação de estativas cirúrgicas.	36
Figura 6 - Vista lateral da estrutura de ancoragem.	37
Figura 7 - Estrutura de instalação gases.	38
Figura 8 - Sistema de Recirculação em Loop.....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dimensionamento Sala Ressonância Magnética	23
Tabela 2 - Distância de Segurança Ressonância Magnética	28

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CNES – Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde

EAS – Estabelecimento Assistencial de Saúde

RDC – Resolução da Diretoria Colegiada

UFU – Universidade Federal de Uberlândia

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	11
1.1.	JUSTIFICATIVA	12
1.2.	OBJETIVO GERAL	12
1.3.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
2.	DESENVOLVIMENTO	13
2.1.	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	13
2.1.1.	Estabelecimentos Assistenciais de Saúde.....	13
2.1.2.	Setores Hospitalares	13
2.1.3.	RDC nº 50.....	15
2.1.4.	RDC nº 15.....	16
2.1.5.	ABNT NBR 13534	16
2.1.6.	SOMASUS.....	18
2.1.7.	Falha no Planejamento Hospitalar	19
2.1.8.	Equipamentos Médico-Assistenciais	19
2.2.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	21
2.3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
2.3.1.	Orientações Gerais.....	23
2.3.2.	Pronto Atendimento.....	25
2.3.3.	Diagnóstico	26
2.3.4.	Tratamento	35
2.3.5.	Internação.....	39
2.3.6.	Serviços de Apoio.....	41
3.	CONCLUSÕES	45
4.	REFERÊNCIAS.....	46

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos houve um desenvolvimento acentuado de novas tecnologias voltadas à área da saúde, seja em melhorias nos equipamentos médicos-assistenciais (EMAs) e apoio ao diagnóstico, surgimento da telemedicina, entre outros avanços. Sendo que a difusão dessas tecnologias no setor de saúde proporciona notáveis melhorias para a saúde e qualidade de vida da população (SORENSEN et al., 2008).

Consequentemente, para atender essa demanda de mercado por inovações tecnológicas, os Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (EAS) se desdobram para agregar esses novos equipamentos, tratamentos e técnicas para diagnóstico. A constante adaptação, por sua vez, fez com que as instituições de saúde dessem mais atenção à arquitetura hospitalar, devido à necessidade de criação de espaços flexíveis dentro desses estabelecimentos (MACHRY, 2015).

Com o objetivo de normatizar os espaços ligados à saúde, em 2002 foi editada uma norma específica para EASs, a RDC nº 50 da ANVISA (BRASIL, 2002), que regulamenta projetos de EAS, a qual descreve requisitos mínimos para os diferentes espaços. Porém, após dezessete anos, essa norma também já está defasada e atualmente está passando por atualização.

Outra norma que traz diretrizes relacionadas às instalações elétricas em estabelecimentos assistenciais de saúde é ABNT NBR 13534, de 28 de julho de 2008 (ABNT, 2008). Essa norma tem como objetivo garantir a segurança dos pacientes e profissionais de saúde.

Contudo, mesmo com a atenção voltada para o planejamento hospitalar, o mercado ainda é muito inexperiente nessa área. Comumente são realizadas alterações de projeto após início dos trabalhos civis. Seja por especificações de equipamentos não previstas, necessidades para futuras atualizações ou mesmo por não cumprimento de normas técnicas. Por exemplo, durante o REFORSUS (Reforço à Reorganização do Sistema Único de Saúde), que ocorreu entre os anos de 1997 e 2004, segundo levantamento feito por Oliveira (2004), dos 632 contratos celebrados pelo projeto, 419 precisaram de aditivos para sua realização. Ou seja, mais da metade dos contratos sofreram devido a falhas no planejamento.

Nesse contexto que se insere o Engenheiro Clínico. De acordo com a *American College of Clinical Engineering* (ACCE, 2017), o Engenheiro Clínico é o profissional que utiliza seus conhecimentos em engenharia e práticas de gerenciamento de tecnologias da saúde, para apoiar e melhorar os cuidados prestados aos pacientes. Para exercer tal função, esse profissional deve participar do planejamento, avaliação, seleção e processo de implementação de uma nova

tecnologia (MYTTON, 2010), tendo em vista que seus conhecimentos diversos na área da saúde, são de extrema importância para compatibilizar as várias frentes atuantes num projeto hospitalar.

1.1. Justificativa

Com os constantes avanços em tecnologias na área da saúde, é plausível considerar que mais modificações estruturais e organizacionais surgirão em construções futuras de EAS. Fato é que, atualmente, há uma dificuldade de acompanhar o que existe disponível no mercado. O planejamento do espaço físico para comportar EMAs e suas futuras atualizações ainda é um grande desafio. É mais do que necessário levar as preocupações de instalação do parque de equipamentos de um hospital para o início da elaboração do projeto hospitalar.

Tendo em vista a escassez de conteúdo sobre o tema e a inexperiência dos projetistas em contemplar adequadamente os equipamentos em um projeto hospitalar, o presente estudo fez-se necessário.

As orientações aqui expostas são destinadas aos responsáveis pela elaboração e execução da obra civil, contendo apontamentos importantes para a acomodação de EMAs. Seu conteúdo foi baseado na experiência de campo do autor em implantação de hospitais.

1.2. Objetivo Geral

O presente estudo visou compilar apontamentos sobre os requisitos estruturais para instalação de EMAs em um EAS privado.

1.3. Objetivos Específicos

- Estudar as principais normas brasileiras para implantação de serviços hospitalares;
- Dimensionar os equipamentos médico-assistenciais nos ambientes de um Hospital Geral;
- Levantar as principais marcas dos equipamentos presentes nos diversos setores do hospital;
- Estudar do *site planning* dos EMAs do mercado;
- Conhecer a infraestrutura predial e instalações de um EAS.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Fundamentação Teórica

2.1.1. Estabelecimentos Assistenciais de Saúde

Estabelecimento Assistencial de Saúde (EAS), é a denominação aplicada a qualquer edificação com objetivo de prestar assistência à saúde para a população, que, em caso de internação ou não, demande o acesso de pacientes sem distinção do seu nível de complexidade (BRASIL, 1994).

Atualmente existe a crescente necessidade de avaliação da tecnologia em saúde em hospitais e estabelecimentos assistências em saúde, devido aos surgimentos de novas tecnologias e técnicas de assistência à saúde (MARGOTTI, 2012). Os recentes avanços em medicina estão estritamente ligados aos avanços tecnológicos, a ciência só pode evoluir em sua plenitude devido os artifícios tecnológicos, sendo que os EAS também acompanharam esse desenvolvimento absorvendo toda essa tecnologia em sua estrutura (MACHRY, 2015).

De acordo com o Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES), o EAS é categorizado em “tipos de estabelecimento” (BRASIL, 2006), sendo os mais comuns:

- Posto de Saúde: Unidade com a função de prestar assistência a população, de forma programada ou não, por profissional de nível médio, com a presença intermitente ou não do profissional médico;
- Centro de Saúde/Unidade Básica de Saúde: Unidade com a finalidade de atendimento na atenção básica e integral a população, de forma programada ou não, nas especialidades básicas, podendo oferecer assistência odontológica e algumas especialidades da área médica. A assistência deve ser permanente e prestada por médico generalista ou especialista nestas áreas;
- Policlínica: Unidade de saúde para prestação de atendimento ambulatorial em diversas especialidades, incluindo ou não as especialidades básicas, com a possibilidade de ofertar atendimento em especialidades não médicas;
- Hospital Geral: Hospital destinado à prestação de atendimento nas especialidades básicas, por especialistas e/ou outras especialidades médicas. Pode dispor de serviço de Urgência/Emergência. Deve dispor também de serviço de apoio diagnóstico terapêutico (SADT) de média complexidade. Podendo ter ou não sistema integrado de patrimônio, administração e contratos (SIPAC);
- Hospital Especializado: Hospital destinado à prestação assistencial à saúde em uma única especialidade ou área. Pode dispor de serviço de Urgência/Emergência e SADT.

2.1.2. Setores Hospitalares

A arquitetura hospitalar é complexa e, de maneira didática, pode ser definida como um conglomerado de “arquiteturas”, como: Arquitetura-Infecção-Preditiva, Arquitetura-Segurança-Preditiva, Arquitetura-Administração Preditiva, Arquitetura-Humanização-Preditiva, Arquitetura Manutenção-Preditiva e outras. Além dessa complexidade, o ambiente hospitalar ainda é dinâmico

e preditivo, se adaptando às novas tecnologias que surgem a cada dia e prevendo suas futuras atualizações (KARMAN, 1994).

No entanto, não são todos os setores que são estruturalmente afetados pelo surgimento de novos equipamentos. Dentro da estrutura hospitalar, devido às necessidades físicas e funcionais, o estabelecimento pode ser dividido em diferentes setores. De uma maneira mais detalhada, a RDC nº 50 da ANVISA (BRASIL, 2002), que regulamenta projetos de EAS, divide essa estrutura hospitalar em oito partes:

- **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.

Seguindo essa base, Mascaró (2008), nomeia essas áreas físico-funcionalmente separadas em basicamente nove setores, sendo o último os ambientes de ligação entre os setores, sendo eles:

- **Ambulatório** – configuração simples, composto por atendimentos a pacientes de maneira programada;
- **Pronto Atendimento** – configuração semelhante a anterior, porém destinada ao atendimento sem programação ou por emergência, devido ao alto fluxo, geralmente localiza-se no térreo e de fácil acesso ao paciente;
- **Internação** – dividido em graus de intensidade, indo de uma configuração simples de hotelaria a uma configuração complexa com os presentes na Unidades de Tratamento Intensivo (UTI), geralmente ficando nos últimos andares de um edifício, devido ao baixo fluxo de pacientes;

- **Diagnóstico** – apresenta configuração complexa e é o setor mais afetado pelo surgimento de novas tecnologias, principalmente no que se refere ao diagnóstico por imagem;
- **Tratamento** – área crítica com alto risco de contaminação, normalmente localizado no interior do estabelecimento, sem saídas diretas para o meio externo;
- **Serviços de apoio** – constituído por ambientes como lavanderia, cozinha, farmácia, entre outros, serviços que ficam afastados das localidades de maior fluxo e com acesso restrito a funcionários;
- **Serviços gerais** – serviços auxiliares que orbitam a estrutura principal, como ambientes de ensino e pesquisa;
- **Administração** – possui uma configuração característica de escritório, podendo ser instalada em qualquer lugar do edifício;
- **Circulações intersetoriais.**

Desses setores, nem todos têm o mesmo impacto no orçamento de implementação de um EAS. De forma similar, o parque de equipamentos médicos também não se distribui de forma homogênea pelos setores hospitalares, sendo esses os de maior requisitos de orçamento e infraestrutura.

2.1.3. RDC nº 50

A Resolução da Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, RDC nº 50 de 2002 (BRASIL, 2002) dispõe um regulamento técnico para a planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde. Sejam essas, novas construções, ampliações ou reformas em instituições já existentes.

Fundamenta-se por essa norma as principais orientações para a implantação de um EAS, sendo na parte 2, capítulo 3 (Dimensionamento, Quantificação e Instalações Prediais dos Ambientes), listados os principais setores de uma unidade hospitalar e o dimensionamento dos ambientes. A resolução fornece diversas tabelas para auxiliar nessa quantificação, e devido à extensão do conteúdo, não convém disponibilizá-los neste documento.

Na parte 3, capítulo 7 (Instalações Prediais Ordinárias e Especiais), a resolução traz indicações referentes às instalações elétricas, quanto ao dimensionamento de carga e classificação dos ambientes hospitalares. Essas normatizações são mais detalhadas na

NBR13534 de 2008 (ABNT, 2008), que será abordada na Seção 2.1.5. Também está nesse capítulo o dimensionamento da rede de gases por ambientes, muitas vezes ligadas diretamente à instalação de equipamentos médicos.

Mesmo que seja uma regulamentação rigorosa, a RDC nº 50 de 2002 já se encontra defasada com relação aos avanços tecnológicos dos EASs, pois sua elaboração foi feita em 2002. Assim, cabe aos profissionais envolvidos no projeto o seu uso como base para elaboração do projeto, mas nem todas as orientações presentes são aplicáveis em projetos atuais.

2.1.4. RDC nº 15

A Resolução da Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, RDC nº 15 de 2012 (BRASIL, 2012), tem como objetivo estabelecer os requisitos de boas práticas para o funcionamento dos serviços que realizam o processamento de produtos para a saúde visando à segurança do paciente e dos profissionais envolvidos. As indicações presentes nessa norma, visam orientar a implantação e execução de serviços realizados no CME (Centro de Material e Esterilização).

Os CMEs são classificados em CME classe I e CME classe II.

O CME classe I é destinado o processamento de produtos de saúde não-crítico, semicrítico e críticos não complexos, e de acordo com o Artigo 46 deve possuir, no mínimo, barreira técnica entre o setor sujo e os setores limpos.

Já CME classe II também é destinado a realizar processamento de produtos de saúde não-críticos, semicríticos e críticos, mas nesse caso, tanto complexos quanto não complexos.

Dentre as diretrizes presentes na norma, encontra-se no Artigo 47 os ambientes obrigatórios do CME classe II, ou empresa processadora:

- I - Sala de recepção e limpeza (setor sujo);
- II - Sala de preparo e esterilização (setor limpo);
- III - Sala de desinfecção química, quando aplicável (setor limpo);
- IV - Área de monitoramento do processo de esterilização (setor limpo); e
- V - Sala de armazenamento e distribuição de materiais esterilizados (setor limpo).

A norma cita ainda que em CMEs classe II a empresa processadora não poderá utilizar como processo de desinfecção, a desinfecção química líquida por imersão.

2.1.5. ABNT NBR 13534

A norma ABNT NBR 13534, de 28 de julho de 2008 (ABNT, 2008) traz diretrizes que estão relacionadas às instalações elétricas em estabelecimentos assistenciais de saúde, com o objetivo de garantir a segurança dos pacientes e profissionais de saúde.

Está definido em norma, uma divisão de ambientes hospitalares em grupos, da seguinte forma:

- Grupo 0 – este grupo refere-se ao local médico que não é atribuído à utilização de parte aplicada de equipamento eletromédico;
- Grupo 1 – grupo refere-se ao local médico com utilização de parte aplicada, seja em partes externas do corpo, ou partes internas do corpo, exceto as expostas no grupo 2;
- Grupo 2 – grupo refere-se ao local médico não atribuído à utilização de partes aplicadas em procedimentos como intracardíacos, cirúrgicos, de sustentação a vida e pacientes e entre outras, onde a interrupção da alimentação elétrica pode ocasionar morte.

Na seção que trata dos requisitos específicos para alimentação de segurança, existem três seções que fazem a divisão em três classes distintas:

- 1) Alimentação de segurança com tempo de comutação menor ou igual a 0,5 segundos (Classe 0,5): estabelece que se houver falta de tensão em um ou mais condutores a alimentação de focos cirúrgicos e de outras fontes de luz essenciais como as de endoscopia deve ser restabelecido por uma fonte de segurança especial e em até 0,5 segundos e deve também ser mantida por no mínimo três horas;
- 2) Alimentação de segurança com tempo de comutação menor ou igual a 15 segundos (Classe 15): estabelece para os equipamentos do grupo 1 e grupo 2, especialmente com relação a suporte a vida, que se houver, por mais de três segundos, falta de tensão maior que 10% da tensão nominal em um ou mais condutores do quadro de distribuição principal, deve-se restabelecer a alimentação em no máximo quinze segundos e mantê-la por no mínimo vinte e quatro horas;
- 3) Alimentação de segurança com tempo de comutação maior que 15 segundos (Classe >15): estabelece para os equipamentos não relacionados nos itens anteriores e que sejam essenciais à continuidade da assistência nos EASs, como por exemplo equipamentos de esterilização, equipamentos de cozinha, ar condicionado, entre outros podem ser conectados de forma manual ou automática a uma fonte de alimentação de segurança que seja capaz de manter sua alimentação elétrica por no mínimo vinte e quatro horas.

2.1.6. SOMASUS

Sistema de Apoio à Elaboração de Projetos de Investimentos em Saúde (SomaSUS) apresenta uma coletânea de grande valia para pesquisa, principalmente para aqueles que trabalham com a infraestrutura de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde. O material foi elaborado pelo Ministério da Saúde de acordo com as normas regulamentadoras da RDC 50 (BRASIL, 2002), basicamente formado por tabelas e ilustrações com informações de pré-dimensionamentos dos ambientes mais comuns dos setores abordados (BRASIL, 2013). O SOMASUS é dividido em quatro volumes:

- SOMASUS Volume 1 - Atendimento Ambulatorial e Atendimento Imediato;
- SOMASUS Volume 2 - Internação e Apoio ao Diagnóstico e à Terapia (Reabilitação);
- SOMASUS Volume 3 - Apoio ao Diagnóstico e à Terapia (Imagenologia);
- SOMASUS Volume 4 - Apoio ao Diagnóstico e à Terapia: Anatomia Patológica, Hemoterapia e Hematologia, Medicina Nuclear e Patologia Clínica.

Atualmente, o SOMASUS também está disponível como uma plataforma de busca e pesquisa na internet, servindo de referência de fácil acesso para todos (SOMASUS Online, 2019):

- Caracteriza o espaço e os equipamentos levando em consideração o foco do EAS;
- Possui esquemático com apontamentos sobre as dimensões e infraestrutura obrigatórias e recomendada pelo Ministério da Saúde;
- Apresenta fluxogramas dos ambientes hospitalares, relacionando os ambientes complementares físico-funcionalmente;
- Lista de equipamentos, mobiliários e materiais, divididos por ambiente, com seus tipos e quantidades;
- Possui referências bibliográficas de normas relacionadas à infraestrutura de EAS;
- Para cada equipamentos, mobiliários e materiais permanentes, apresenta um descritivo com as características técnicas mínimas;
- Além de informa com relação ao tratamento e disposição de resíduos de saúde, para adequação dos serviços de saúde às normas ambientais.

2.1.7. Falha no Planejamento Hospitalar

No levantamento feito por Oliveira (2004) sobre os resultados do REFORSUS (Reforço à Reorganização do Sistema Único de Saúde), que ocorreu entre os anos de 1997 e 2004, deixa em evidência que ainda há grande deficiência na elaboração de projetos hospitalares.

Segundo o mesmo levantamento, entre as razões que ocasionaram os aditivos nos projetos, estão:

- Projetos mal elaborados e incompletos, onde nem ao menos os projetos complementares estavam sendo contemplados;
- Projetos incompatíveis, com erros básicos de quantitativos das licitações, ou com omissões de itens;
- Imprevistos de ordem técnica, devido ao mal planejamento houve a necessidade de se modificar a fundação ou realizar reforço estrutural;
- Complementação do projeto, necessária a contratação de serviços adicionais, como geradores, elevadores, ar-condicionado etc.;
- Atrasos inesperados, o que contempla os não relacionados à construção física, como a falência de empreiteiras.

Também é citado que o *site planning* dos equipamentos levava em consideração ambientes muito genéricos ou davam informações incompletas. Essa desinformação acabava gerando atrasos ou mesmo aditivos para adaptação do equipamento ao local, pois as empresas responsáveis pela obra civil tinham pouquíssima experiência na área.

2.1.8. Equipamentos Médico-Assistenciais

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), na resolução RDC nº 02, de 25 de janeiro de 2010 (BRASIL, 2010) esses equipamentos são definidos no Art 4º entre os equipamentos utilizados em ambiente hospitalar:

IV - equipamento de saúde: conjunto de aparelhos e máquinas, suas partes e acessórios utilizados por um estabelecimento de saúde onde são desenvolvidas ações de diagnose, terapia e monitoramento. São considerados equipamentos de saúde os equipamentos de apoio, os de infraestrutura, os gerais e os médico-assistenciais;

V - equipamento de apoio: equipamento ou sistema inclusive acessório e periférico que compõe uma unidade funcional, com características de apoio à área assistencial. São considerados equipamentos de apoio: cabine de segurança biológica, destilador, deionizador, liquidificador, batedeira, banho-maria, balanças, refrigerador, autoclave, dentre outros;

VI - equipamento de infraestrutura: equipamento ou sistema inclusive acessório e periférico que compõe as instalações elétrica, eletrônica, hidráulica, fluido-mecânica ou

de climatização, de circulação vertical destinadas a dar suporte ao funcionamento adequado das unidades assistenciais e aos setores de apoio;

VII - equipamentos gerais: conjunto de móveis e utensílios com características de uso geral, e não específico, da área hospitalar. São considerados equipamentos gerais: mobiliário, máquinas de escritório, sistema de processamento de dados, sistema de telefonia, sistema de prevenção contra incêndio, dentre outros;

VIII - equipamento médico-assistencial: equipamento ou sistema, inclusive seus acessórios e partes, de uso ou aplicação médica, odontológica ou laboratorial, utilizado direta ou indiretamente para diagnóstico, terapia e monitoração na assistência à saúde da população, e que não utiliza meio farmacológico, imunológico ou metabólico para realizar sua principal função em seres humanos, podendo, entretanto, ser auxiliado em suas funções por tais meios;

São exemplos de equipamentos médico-assistenciais monitor multiparamétrico, ressonância magnética, Raio X, unidade eletrocirúrgica, mamógrafo, entre outros.

2.1.8.1. Ressonância Magnética

O equipamento de ressonância magnética (RM) é utilizado especialmente para diagnóstico por imagem, por meio de um exame não-invasivo, de porções moles do corpo. Essencialmente a ressonância magnética é relacionada a propriedade física de núcleos de determinados elementos de emitirem um sinal de rádiofrequência, após serem submetidos a um campo magnético muito forte e excitados por ondas de radiofrequência (Frequência de Larmor). No equipamento de RM, esse sinal é capturado e processado de forma a traduzir esse sinal emitido em imagem, sendo a diferença no tempo de captação dos sinais, o valor necessário para distinguir estruturas diferentes dentro do corpo humano (HAGE, 2009).

2.1.8.2. Raios X

A geração dos raios X acontece no interior de um tubo de vácuo, por meio da conversão da energia dos elétrons em fótons, sendo que a quantidade e intensidade da radiação, é controlada pela tensão e corrente aplicados, como também pelo tempo de exposição.

Basicamente, dentro do tudo do equipamento de raios X é aplicada uma tensão elevada, os elétrons do catodo são acelerados em direção ao anodo, onde interagem como material do alvo transferindo sua energia cinética. Essa transferência de energia faz com que seja dissipada energia em forma de calor e em forma de raios X, que é propagado pela sala de exames em direção ao paciente. A radiação interage com as estruturas do corpo do paciente e devido às variadas atenuações no corpo humano, é possível transformar a radiação resultante em imagem (SOARES, 2008).

2.1.8.3. Tomógrafo

Tanto a o equipamento de tomografia quanto o de Raios X utilizam da mesma radiação ionizante, sendo a forma de geração do feixe de radiação, o mesmo. A diferença entre os dois métodos está principalmente na forma de captação da radiação atenuada após contato com o corpo do paciente e nas reconstruções feitas por meio de *software* em computador.

O feixe de raios X é colimado em direção ao paciente e capado por um sensor localizado logo após paciente. A Radiação é emitida em variadas posições, uma vez que os raios são projetados de maneira a gerar “cortes” subsequentes em 2D até conseguir completar a varredura total da área a ser analisada. Ao final do exame, as dezenas de imagens em 2D de posições diferentes são reconstruídas em computador em uma imagem 3D (RODRIGUES, 2010).

2.1.8.4. Endoscopia

A endoscopia é um exame que investiga órgãos ocos do corpo humano utilizando-se de um endoscópio. No caso mais específico da endoscopia digestiva alta, seu intuito está em examinar problemas nas regiões do esôfago, estômago e duodeno por meio de um tubo flexível introduzido pela boca. Esse tubo flexível, denominado Endoscópio, apresenta como componentes uma fonte de luz e câmera, para visualizar estruturas internas do corpo. Para realização do exame, por ser um procedimento doloroso e desconfortável, é necessário procedimento anestésico, seja ele local ou geral (BARROS, 2010).

2.2. Materiais e Métodos

Para elaboração deste estudo, foi feito um levantamento dos principais fornecedores de EMAs, além das normas vigentes e regulamentações referentes a instalações hospitalares.

O estudo teve duração de cerca 10 meses, iniciando-se pela leitura das normas vigentes para elaboração de projetos hospitalares, RDC nº 50 de 2002 (BRASIL, 2002); a RDC nº 15 de 2012 (BRASIL, 2012) sobre a CME; RDC nº 7 de 2010 sobre UTI (BRASIL, 2010); ABNT NBR 13534 (ABNT, 2008), assim como o material de apoio contido nos quatro volumes do SOMASUS (BRASIL, 2013).

Para elaboração deste material, seguindo as definições do CNES (BRASIL, 2006), foi escolhido como EAS para estudo um Hospital Geral, definido na Seção 2.1.1.

Os ambientes mais comuns do Hospital Geral foram delimitados, sendo escolhidos aqueles onde é necessário atentar-se aos requisitos de instalação de equipamentos médico-assistenciais. A divisão ficou da seguinte forma:

- Pronto Atendimento
 - Sala de Procedimentos
- Sala de Emergência
- Diagnóstico
 - Sala de Exames de Ressonância Magnética;
 - Sala de Exames de Tomografia
 - Sala de Exames de Raios X
 - Sala de Exames de Mamografia
 - Sala de Exames de Endoscopia
- Tratamento
 - Salas Cirúrgicas
 - Sala de Equipamentos
- Internação
 - Leitos de UTI
- Serviços de Apoio
 - CME

Ambientes, como os quartos de internação, não estão presentes no estudo por não apresentarem complexos requisitos de infraestrutura para sua implantação.

Com os ambientes delimitados, listou-se os equipamentos presentes em cada ambiente. Para isso, foi realizado um estudo do Sistema de Apoio à Elaboração de Projetos de Investimentos em Saúde (SomaSUS), material de consulta da ANVISA com indicações de infraestrutura e dimensionamento de equipamentos por ambiente. Como exemplo, na Tabela 1 mostra-se o dimensionamento da Sala da Ressonância Magnética e sua respectiva Sala Técnica.

Após o dimensionamento, os equipamentos que necessitam de adequações estruturais para serem instalados, ou mesmo pontos de atenção, tiveram orientações detalhadas da preparação dos ambientes para recebê-los. No caso da Tabela 1, o equipamento de ressonância magnética, blindagem, tubo quench e chiller apresentam requisitos estruturais para instalação, que serão especificados na Seção 2.3.3.1.

Como existe uma extensa variedade de marcas e modelos de equipamentos, foi realizado um levantamento entre os principais fornecedores de forma a compatibilizar a estrutura mínima necessária para acomodar esses equipamentos. Vale ressaltar que em alguns casos, em projetos mais específicos, é necessário esperar a definição do fornecedor antes de dar sequência na finalização da sala do equipamento, deixando preparado apenas o essencial para instalação.

Tabela 2 - Dimensionamento Sala Ressonância Magnética

Sala de Exame de Ressonância Magnética	Quantidade
Ressonância Nuclear Magnética	1
Aparelho de Anestesia para Ressonância Magnética	1
Bomba de Injetora de Contraste (Para REMA)	1
Monitor Multiparâmetros para REMA	1
Suporte Soro de Chão com Rodas REMA	1
Maca de Transporte para REMA	1
Escada Dois Degraus para REMA	1
Armário de Bobinas	1
Blindagem Ressonância (RF e Magnética)	1
Sala Técnica de Ressonância Magnética	Quantidade
Quadro de Força (QDF) Ressonância Magnética	1
Transformador para RM	1
Estabilizador para RM	1
Nobreak para console RM	1
Tubo Quench Externo	1
Chiller para Ressonância Magnética	2

Fonte: Adaptado de (SOMASUS, 2013)

2.3. Resultados e Discussão

2.3.1. Orientações Gerais

Antes de adentrar cada ambiente do EAS é importante citar algumas recomendações gerais da unidade.

No que cerne ao projeto estrutural, é comumente recomendado por arquitetos da área prever as seguintes sobrecargas (carga acidental) na laje:

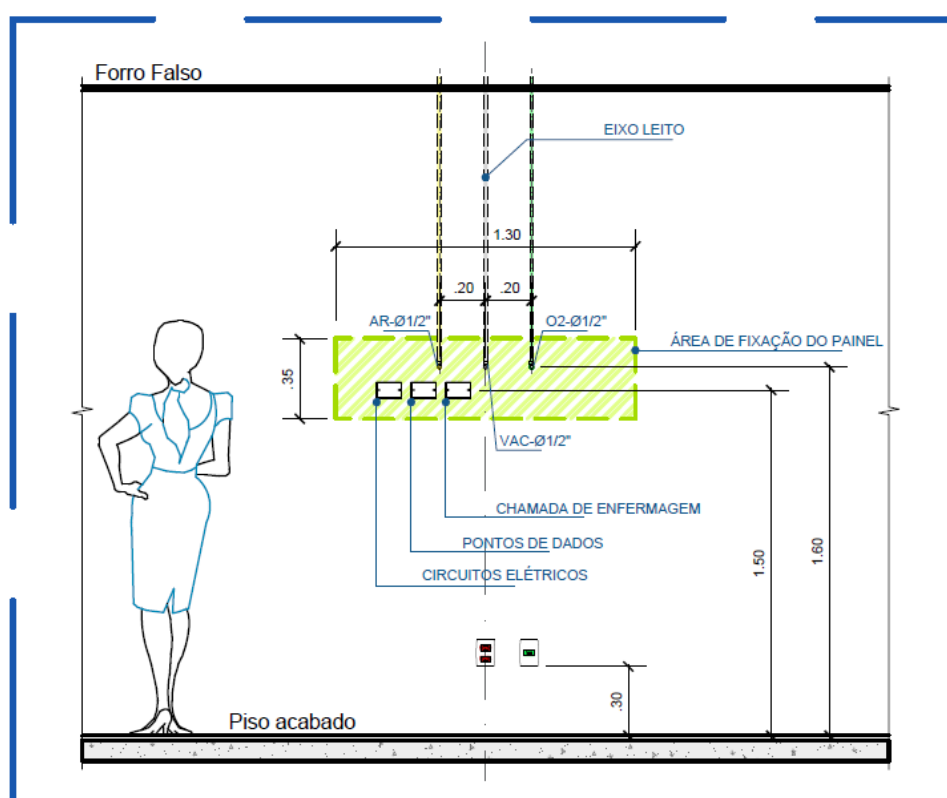
- 300 kg/m² – áreas comuns, circulações, consultórios, internação etc.;
- 500 kg/m² – ambientes com elementos ancorados no teto, ou com previsão de casas de máquinas sobre a laje, tais como: salas cirúrgicas, leitos de UTIs, salas de raios-x etc.;
- 1000 kg/m² – ambientes com grandes equipamentos, tais como, tomógrafo, autoclaves (esterilização) e termodesinfectoras (Devido às necessidades especiais, a ressonância magnética será mais bem explicada em item posterior).

Esses dados foram obtidos contato com arquitetos e engenheiros em diversos projetos hospitalares realizados, onde foi levado em consideração um dimensionamento de pessoas

circulantes no hospital e as cargas de equipamentos eletromédicos, seguindo os parâmetros da NBR 6118, Projeto de estruturas de concreto – Procedimento.

Outro ponto de atenção é na instalação de painéis modulares. Esses equipamentos apresentam configurações diferentes para atender as normas de gases e elétrica vigentes. Para evitar conflito com os diferentes fornecedores e para possível transição para painéis feitos em marcenaria, recomenda-se que se utilize a configuração mostrada na Figura 1 para a instalação da rede de gases, elétrica e dados:

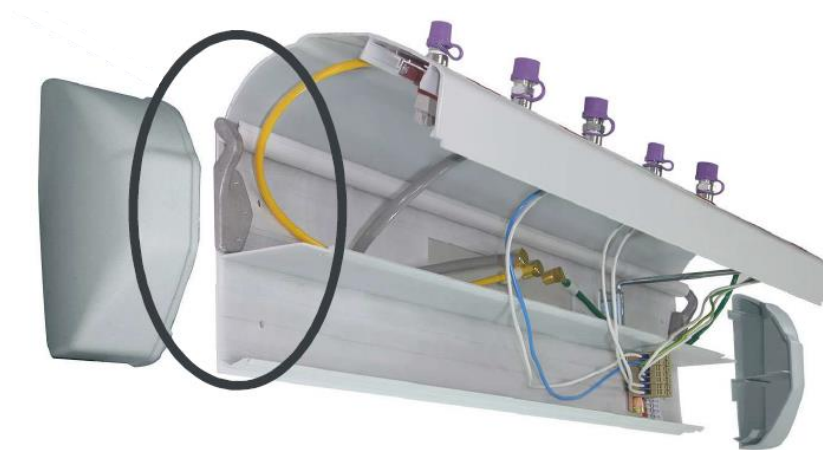
Figura 1 - Estrutura para instalação dos painéis da rede de gases, elétrica e dados



Fonte: Equipacare Engenharia

Os números de pontos de gases mudam de acordo com o ambiente, porém, sugere-se que os gases estejam a uma diferença de altura de 10 cm dos pontos de elétrica e dados, pois muitas das régua possuem divisão interna como mostra a imagem da Figura 2:

Figura 2 - Visão interna painel modular.



Fonte: Equipacare Engenharia

Recomenda-se prever reforço, caso a parede seja de drywall, para a fixação do painel. Também vale ressaltar que o mesmo eletroduto da rede de elétrica não pode ser utilizado pela rede de dados, devido ao risco de interferências no sinal.

Em alguns dos ambientes que serão listados é necessário um projeto de proteção radiológica, portanto, será necessária a contratação de um Físico Médico para o dimensionamento da proteção. De qualquer forma, recomenda-se utilizar argamassa baritada no lugar das placas de chumbo, por serem de mais fácil manuseio e acabamento. E caso as paredes da sala sejam em drywall, utilizar montantes com espaçamento de 30 cm entre eles, com placas para área molhada.

2.3.2. Pronto Atendimento

2.3.2.1 Sala de Procedimentos

Tanto a sala de procedimentos, quanto a de sutura e a de gesso, são salas de baixa complexidade, destinadas a procedimentos simples.

Neste EAS a sala de procedimentos, entre itens de grande porte, é composta basicamente por foco cirúrgico, maca e painel modular, podendo também conter bisturis elétricos, bombas de infusão, negatoscópio, monitor multiparâmetros, além do carro de emergência para parada cardíaca.

As orientações para essa sala foram:

➤ **Orientações estruturais:**

- Sala pode possuir foco cirúrgico de uma cúpula.

- Prever equipamento ancorado na laje de carga 60 kg com momento de 1.100 Nm.
- Reservar 1m² de área sobre o forro para a instalação do foco.
- **Orientações para instalação elétrica:**
 - Grupo 01 e Classe 15.
- **Orientações para rede de gases. Prever:**
 - 02 pontos de Oxigênio.
 - 02 de Vácuo.
 - 02 de Ar medicinal.

2.3.2.2 Sala de Emergência

Sala é destinada a presta o primeiro atendimento para o paciente, realizar sua higienização, procedimentos de enfermagem e procedimentos de emergência de alta complexidade.

De acordo com as necessidades dessa sala as orientações estrutural, elétrica e de rede de gases foram:

- **Orientações estruturais:**
 - Sala pode possuir foco cirúrgico de uma cúpula.
 - Prever equipamento ancorado na laje de carga 60 kg com momento de 1.100 Nm.
 - Reservar 1m² de área sobre o forro para a instalação do foco.
- **Orientações para instalação elétrica:**
 - Grupo 02 e Classe 0,5.
 - Como é um ambiente mais crítico com utilização de equipamentos de suporte a vida, recomenda-se que todos os painéis estejam cobertos pelo nobreak.
 - As tomadas dos painéis deverão obrigatoriamente estar resguardadas pelo sistema IT Médico, composto por dispositivos supervisores de isolamento, transformadores isoladores e sistemas de monitoramento.
- **Orientações para rede de gases:**
 - Prever 02 pontos de Oxigênio, 02 de Vácuo e 02 de Ar medicinal.

2.3.3. Diagnóstico

2.3.3.1 Ressonância Magnética

O equipamento de ressonância magnética é o de maiores requisitos de instalação, sendo necessário alinhar com todos os projetistas a data de recebimento desse equipamento, pois qualquer impedimento de instalação por parte da obra pode causar grande prejuízo para o hospital.

O equipamento só pode ser recebido quando a rede elétrica definitiva, chillers e climatização estiverem funcionando, assim como estrutura da sala e blindagens instaladas. Caso contrário, a ressonância terá de ser acondicionada em outro local enquanto espera as adequações serem realizadas. A manutenção desse local provisório, fornecido pela empresa contratada, gera um alto custo diário ao hospital e ao chegar a 5% do valor do contrato, a fornecedora pode cancelar o contrato. Esse valor refere-se a uma cláusula contratual contida nos contratos de aquisição de equipamentos de Ressonância Magnética, para o caso de o hospital não ter o ambiente adequado para instalação do equipamento.

Para a ressonância magnética as orientações foram:

➤ **Orientações estruturais:**

- Devido à instalação da blindagem, recomenda-se que o piso da sala seja rebaixado em 4 cm para que possa nivelar o piso com o corredor externo. Caso não seja possível, será necessário criar uma rampa no corredor de acesso, como elevação de 2mm/m.
- Mesmo com as blindagens, para o bom funcionamento, é necessário tomar cuidado com as distancias de segurança de massas metálicas em movimento, cabos de alta tensão etc. A Tabela 2 traz as distâncias mínimas, nas três dimensões, a serem respeitadas para a instalação de uma ressonância magnética.

Tabela 3 - Distância de Segurança Ressonância Magnética.

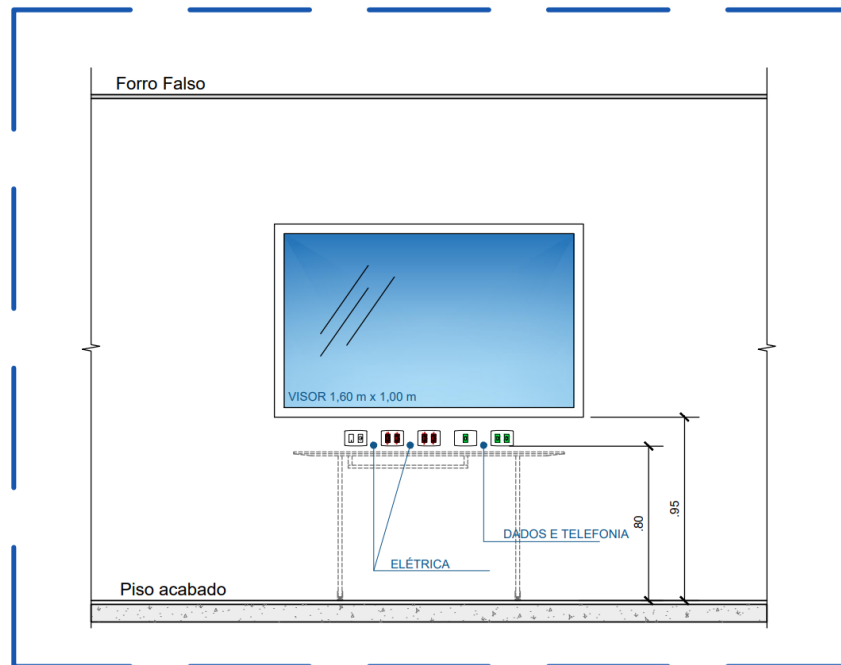
Distúrbios que podem influenciar no campo magnético				
<u>Estático</u> EX: Vigas de ferro, reforços de estruturas, especialmente para o peso do magneto. Parcialmente é corrigido pelo shimming do magneto ou respeitando as mínimas distâncias requeridas/ pesos máximos.				
<u>Dinâmico</u> EX: Ferros magnéticos móveis, cabos elétricos, transformadores. A distância mínima depende da direção da movimentação do ferro e a orientação do magneto. Se as distâncias não forem suficientes ou casos especiais favor entrar em contato com PLANNING.				
Linhas guias para espamen- tos mínimos e pesos máximos	Objetos	clearance mínimo		Peso máximo
		radial (X/Y)	axial (Z)	
	Chiller - Sistema de água gelada	4.0 m	4.0 m	
	Cadeiras de rodas - peso aprox. 50 kg	4.9 m	5.8 m	
	Carrinhos - peso aprox. 200 kg	5.3 m	6.5 m	
	Transformadores < 1600 kVA	14.0 m	15.0 m	
	Cabos de alta voltagem < 1000 A	12.0 m	5.0 m	
	Carros - peso aprox. 900 kg	5.5 m	7.5 m	
	Caminhões - peso aprox. 4500 kg	6.2 m	9.0 m	
	Ônibus elétricos, trens	40.0 m	40.0 m	
	Reforço de aço no piso	> 1.25 m abaixo centro do magneto		≤ 100 kg/m²
	Ferragens de laje no piso	> 1.25 m abaixo centro do magneto		≤ 100 kg/m

Fonte: Equipacare Engenharia.

- Pé direito recomendado para a sala é de 3,20 m livre de piso a laje ou viga de sustentação, sendo que não é recomendado pilares na sala.
- Como a sala de exames fica completamente isolada por causa das blindagens, o entre forro dessa sala fica inacessível. Portanto, é vetada a passagem de qualquer tipo de instalação nesse local, pois qualquer necessidade de manutenção ocasionará a parada do equipamento. Um simples reparo no entre forro acarretaria a perda de hélio da máquina, na abertura das blindagens e na parada na realização dos exames de ressonância magnética, um dos mais rentáveis para o hospital.
- Carga estrutural para a sala de exames é um conjunto do peso do equipamento, cerca de 6000 kg o pior caso, blindagem de radiofrequência 5000 kg e blindagem magnética 45000 kg. Claro que essa é apenas uma estimativa, a carga da blindagem magnética só poderá ser definida após a visita do engenheiro da empresa fornecedora que fará o Teste de EMI (*Eletromagnetic Interference*).
- Outro ponto importante a se atentar é a rota de acesso do equipamento até a sala onde será instalado. Prever espaço de 2,5m de altura e 2,5m de largura para a passagem da máquina, atentando-se também da necessidade de realizar um reforço estrutural na laje desse trajeto.

- **Visor:** Para sala de comandos onde o operador trabalha sentado, recomenda-se a instalação do visor a uma altura de 95 cm, do piso à base do visor. Na Figura 3 encontra-se um esquema ilustrativo da vista da sala de comando, esquematizando como deve ser posicionado os pontos de elétrica e de dados.

Figura 3 - Visor comando Ressonância Magnética



Fonte: Equipacare Engenharia

- Reservar uma área técnica próxima à sala para a instalação dos sistemas de climatização ambiente. Recomenda-se um sistema exclusivo para a climatização dos equipamentos de imagem, pois diferente dos demais setores, nesses ambientes o ar condicionado não pode ser desligado, devendo funcionar 24h por dia.
- **Orientações para rede elétrica:**
 - Grupo 01 e Classe 15.
 - O consumo energético varia muito entre os modelos, porém para o equipamento de 1,5 T, o maior consumo do mercado é de 120 kVA. Os cabos que alimentam o equipamento deverão ser instalados em QDF exclusivo na sala técnica após definição do fabricante.
- **Orientações para rede de gases:**
 - Prever 01 ponto de Oxigênio, 01 de Vácuo e 01 de Ar medicinal.

➤ **Periféricos:**

- **Tubo Quench:** Tubo Quench é um duto para evasão do gás hélio em caso de acidente e/ou mal funcionamento do equipamento. Ele é considerado um item de segurança e é indicado grande atenção quanto ao seu local de descarregamento que deverá estar em uma área externa, livre de contato com pessoas, janelas ou obstáculos.
- Na ocorrência de aumento intenso e brusco da pressão no interior do Magneto, o Hélio gasoso rompe o disco de segurança e sai em grande velocidade a aproximadamente -268 °C pelo Tubo até um local externo e seguro. Ao sair do Tubo, o gás se expande muito rápido.
- O ponto de saída do Tubo Quench deve ficar em área segura, afastado de janelas ou área onde possa haver circulação de pessoas, ainda que temporariamente.
- Deve-se instalar um aviso junto à saída do Tubo indicando a possível saída de gases e pequenas partículas. A saída do tubo deve ser protegida contra a entrada de água e possuir tela para evitar a entrada de pequenos animais.
- **Chiller:** Previsão de chillers redundantes para atender as ressonâncias magnéticas. É necessário prever local de sua instalação no projeto bem como o percurso do circuito de água gelada.
- Para a definição do local de instalação dos chillers, deve ser tomado cuidado com a entrada de ar dos equipamentos. Necessário que este local propicie a circulação de ar em temperatura ambiente e não obstrua a saída de ar quente na parte superior dos equipamentos. Normalmente instalado em cobertura ou ambiente externo aberto.
- Prever tubulação com diâmetro de 1 1/2 " a 2" para circuito de resfriamento da ressonância, em sistema de recirculação. Essa tubulação deve se prevista de maneira a interligar os chillers com a sala técnica da ressonância (região do compressor).

➤ **Discussão:**

Por se tratar do equipamento de maior impacto na obra, são raras as ocasiões onde não há sua interferência no andamento da obra. São comuns equívocos como não haver desnível no piso, ou não prever em projeto a sala técnica e casa de máquinas para refrigeração. Porém, diferente dos casos anteriores, falta de

planejamento pode causar impacto significativo no andamento do projeto, como, por exemplo, não se atentar ao redor do equipamento.

Nos últimos dois anos, na implementação de dois diferentes EASs, não se atentaram a existência de um equipamento de hemodinâmica no piso superior (grande massa metálica), ou no segundo caso, a existência de banheiros. No primeiro a solução foi apenas mover a sala do equipamento de hemodinâmica para outro local, uma vez que ainda não havia sido executado. Porém, no segundo caso, havia o empecilho do andar superior já ter boa parte dele executado, o que incentivou os arquitetos do projeto a mover a sala de ressonância magnética para outro local. Como essa não é uma tarefa fácil, houve um atraso de cerca de dois meses para iniciar os trabalhos de instalação do equipamento.

2.3.3.2 Tomografia

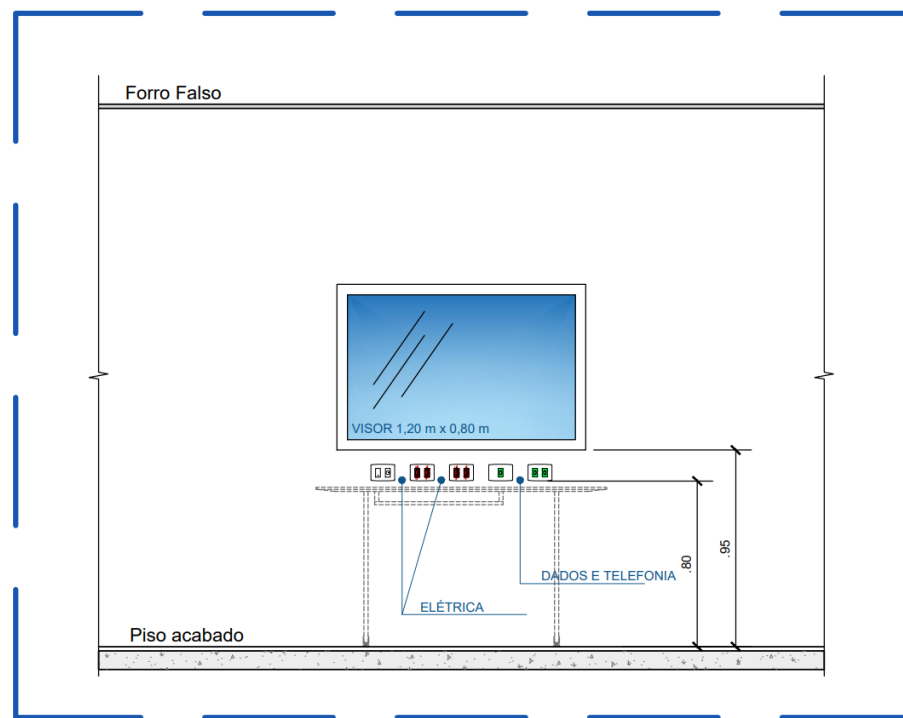
Fisicamente um dos maiores equipamentos de imagem e assim como a ressonância magnética, apresenta grande variação entre fornecedores. Indica-se a preparação da infraestrutura básica para instalação do equipamento, sendo a finalização da sala realizada após escolha do fornecedor.

As orientações estruturais, para rede elétrica e rede de gases para tomografia foram:

➤ **Orientações estruturais:**

- O pé direito recomendado para esse ambiente é de 2,80 m, sendo a carga do equipamento de aproximadamente 2500 kg.
- **Visor Radiológico:** Para sala de comandos onde o operador trabalha sentado, recomenda-se a instalação do visor a uma altura de 95cm, do piso à base do visor. Na Figura 4, se encontra um esquema ilustrativo da vista da sala de comando, esquematizando como deve ser posicionado os pontos de elétrica e de dados.

Figura 4 - Visor sala de comando Tomografia.



Fonte: Equipacare Engenharia

- - Para o trajeto do equipamento até a sala de exames, necessita-se de vão livre de 1,20 m de largura por 2,50 m de altura. Devido à natural proximidade das salas, normalmente se usa o trajeto da ressonância magnética.
 - A sala deverá possuir proteção radiológica, tornando necessária a contratação de Físico Médico para o cálculo da espessura da argamassa baritada / chapas de chumbo, de acordo com as normas vigentes, considerando a característica radiográfica dos equipamentos pretendidos.
 - Reservar uma área técnica próxima à sala para a instalação dos sistemas de climatização ambiente. Recomenda-se um sistema exclusivo para a climatização dos equipamentos de imagem, pois diferente dos demais setores, nesses ambientes o ar condicionado não pode ser desligado, devendo funcionar 24h por dia.
- **Orientações para rede elétrica:**
- Grupo 01 e Classe 15.
 - Carga elétrica pode chegar no pior caso a 130 kVA e tensão de 380 V Trifásico.
 - A sala deve possuir sistema de iluminação dimerizável.

- Prever uso de lâmpada de sinalização de exames acima de qualquer porta que tenha acesso à sala de exames. A infraestrutura dessa lâmpada será interligada com o quadro de força do equipamento, que será instalado na sala de exames. Indicado o uso de cabo PP.

➤ **Orientações para rede de gases:**

- Prever 01 ponto de Oxigênio, 01 de Vácuo e 01 de Ar Medicinal.

➤ **Discussão:**

Apesar de não ser tão complexo, também é um equipamento com suas peculiaridades, com vários modelos diferentes com necessidades de instalação distintas. Em alguns modelos, por exemplo, existe a necessidade de sala técnica para acomodar os equipamentos de apoio, que, caso não prevista, geraria um transtorno para adicioná-la ao projeto. Porém, o mais comum são interferências mais básicas na obra, como a necessidade de canaletas para acomodação dos cabos de alimentação elétrica do equipamento. Essas canaletas são embutidas no piso, e tem cerca de 10 cm de altura, o que pode gerar problemas estruturais na laje caso o equipamento não esteja no andar térreo. Se abaixo do equipamento houver outro andar, será necessário que essa canaleta seja passada pelo entreferro do andar inferior, realizando-se furos na laje para a sua passagem.

2.3.3.3 Raios X

As orientações estruturais, para rede elétrica e rede de gases para tomografia para a sala de diagnóstico onde ficará o Raio X foram:

➤ **Orientações estruturais:**

- O pé direito recomendado para esse ambiente é de 2,80 m, sendo a carga do equipamento de aproximadamente 1000 kg.
- A sala deverá possuir proteção radiológica, tornando necessária a contratação de Físico Médico para o cálculo da espessura da argamassa baritada / chapas de chumbo, de acordo com as normas vigentes, considerando a característica radiográfica dos equipamentos pretendidos.
- Visor Radiológico: Para sala de comandos onde o operador trabalha em pé, recomenda-se a instalação do visor a uma altura de 1,30 m, do piso à base do visor. As dimensões padrão do visor é de 50 X 30 cm (L X A).

➤ **Orientações para rede elétrica:**

- Grupo 01 e Classe 15.
 - Carga elétrica pode chegar no pior caso a 96 kVA e tensão de 380 V Trifásico.
 - A sala deve possuir sistema de iluminação dimerizável.
 - Prever uso de lâmpada de sinalização de exames acima de qualquer porta que tenha acesso à sala de exames. A infraestrutura dessa lâmpada será interligada com o quadro de força do equipamento, que será instalado na sala de exames. Indicado o uso de cabo PP.
- **Orientações para rede de gases:**
- Prever 01 ponto de Oxigênio, 01 de Vácuo e 01 de Ar Medicinal.

2.3.3.4 Mamografia

Funcionalmente, o mamógrafo é similar ao equipamento de raios X, sendo que os dois utilizam da mesma radiação ionizante para obter imagem. Porém, a mamografia é utilizada exclusivamente para o diagnóstico de câncer de mama, utilizando uma dose bem menor de radiação durante o exame. A RDC 50 (BRASIL, 2002) não prevê necessidade pontos de gases nesse ambiente, principalmente devido à simplicidade e especificidade do exame.

- **Orientações estruturais:**
- O pé direito recomendado para esse ambiente é de 2,80 m, sendo a carga do equipamento de aproximadamente 500 kg.
 - A sala deverá possuir proteção radiológica, tornando necessária a contratação de Físico Médico para o cálculo da espessura da argamassa baritada / chapas de chumbo, de acordo com as normas vigentes, considerando a característica radiográfica dos equipamentos pretendidos.
- **Orientações para rede elétrica:**
- Grupo 01 e Classe 15.
 - Carga elétrica pode chegar no pior caso a 15 kVA e tensão de 220 V Bifásico ou Monofásico.
 - A sala deve possuir sistema de iluminação dimerizável (possibilidade de regular a intensidade do brilho).
 - Prever uso de lâmpada de sinalização de exames acima de qualquer porta que tenha acesso à sala de exames. A infraestrutura dessa lâmpada será

interligada com o quadro de força do equipamento, que será instalado na sala de exames. Indicado o uso de cabo PP.

➤ **Orientações para rede de gases:**

- Não é previsto em norma, RDC nº 50 de 2002, a necessidade pontos de gases medicinais nesta sala.

2.3.3.5 Endoscopia

➤ **Orientações estruturais:**

- Devido ao seu tamanho reduzido e por não emitir radiação ionizante, ou apresentar interferências magnéticas e de radiofrequência, não há necessidades estruturais especiais.

➤ **Orientações para rede elétrica:**

- Grupo 01 e Classe 0,5; indicado estar ligado ao nobreak devido à fonte de luz do equipamento.
- A sala deve possuir sistema de iluminação dimerizável.

➤ **Orientações para rede de gases:**

- Prever 02 pontos de Oxigênio, 02 de Vácuo e 02 de Ar Medicinal.

2.3.4. Tratamento

2.3.4.1 Salas Cirúrgicas

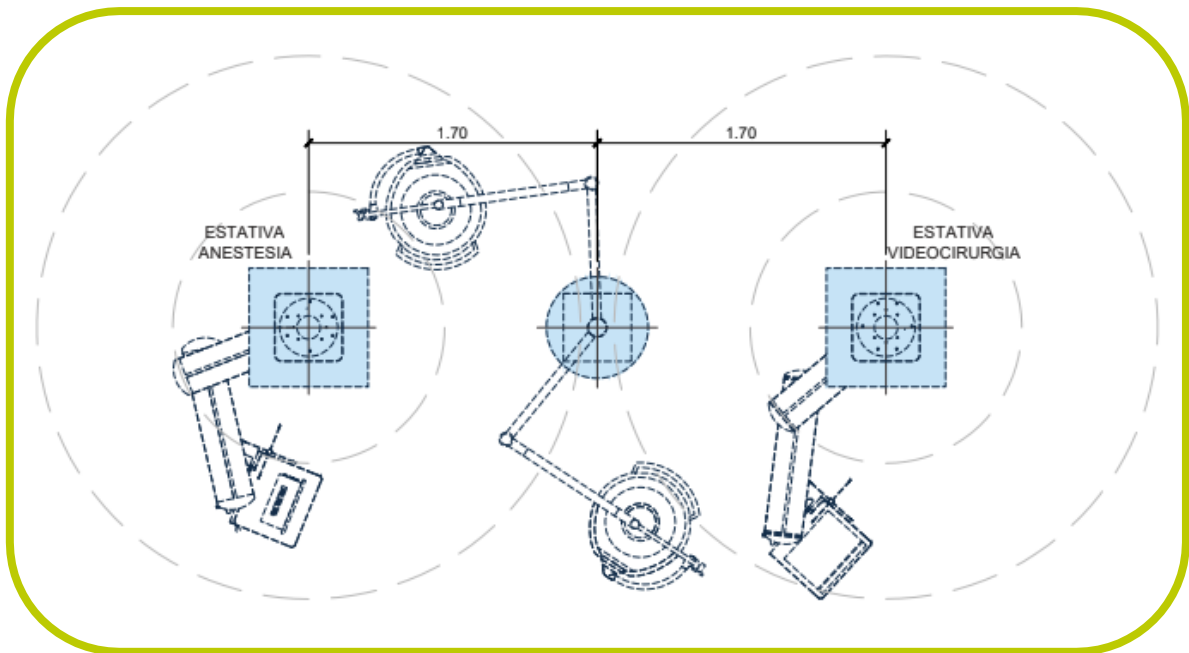
➤ **Orientações estruturais:**

Prever seguintes cargas:

- Foco cirúrgico de 02 Cúpulas + Monitor (Alta complexidade), ancorado no teto, até 150 kg; momento de 2.700 Nm; deve ser posicionado no centro geométrico da sala, reservar 1m² no forro para instalação.
- Estativa de Anestesia, ancorado no teto, até 350 kg; momento de 9.000 Nm; deve ser posicionado a 170 cm do centro geométrico no fundo da sala, reservar 1m² no forro para instalação. Especial atenção com interferências nos dutos de climatização e fluxo laminar.
- Estativa de Vídeo, ancorado no teto, até 250 kg; momento de 6.300 Nm. Deve ser posicionado a 170 cm do centro geométrico no fundo da sala, reservar 1m² no forro para instalação. Especial atenção com interferências nos dutos de climatização e fluxo laminar.

- Na Figura 5 pode ser visto um esquema padrão de sala cirúrgica.

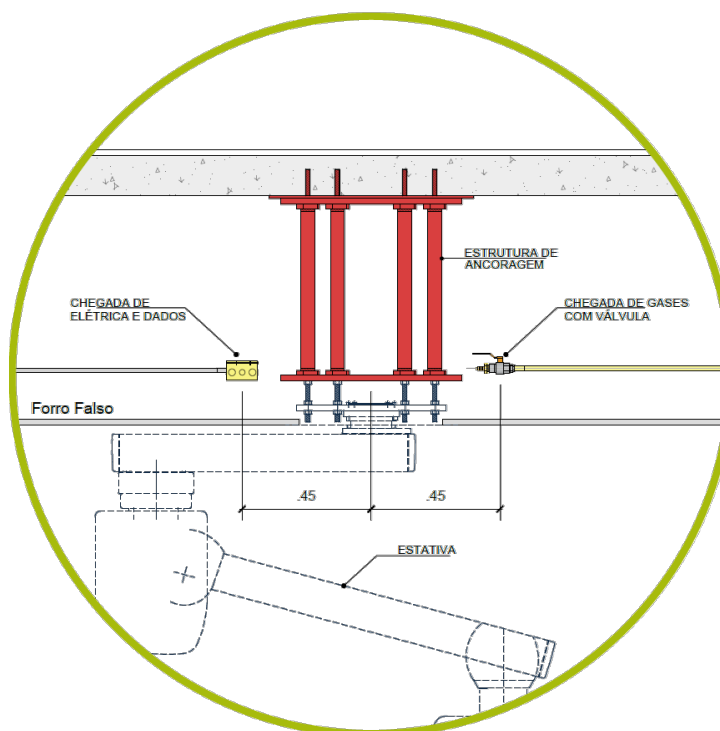
Figura 5 - Esquema básico de instalação de estativas cirúrgicas.



Fonte: Equipacare Engenharia

- Na região que for prevista a instalação das estativas deve ser mantida abertura de 1,00 m x 1,00 m para instalação da estrutura de ancoragem e do equipamento. Para os focos cirúrgicos a abertura deve ser de 0,60 m x 0,60 m. Somente após instalação dos equipamentos que se libera o fechamento total do forro nesses ambientes, como mostra a Figura 6.

Figura 6 - Vista lateral da estrutura de ancoragem.



Fonte: Equipacare Engenharia.

➤ **Orientações para rede elétrica:**

- Prever tomadas para os equipamentos radiológicos portáteis do tipo Steck 32A, a meia altura (150cm), sendo pelo menos um ponto por sala Cirúrgica.
- Grupo 02 e Classe 0,5.
- Recomenda-se que todos os painéis estejam cobertos pelo nobreak. As tomadas dos painéis deverão obrigatoriamente estar resguardadas pelo sistema IT Médico, composto por dispositivos supervisores de isolamento, transformadores isoladores e sistemas de monitoramento.
- Iluminação dimerizável;

➤ **Orientações para rede de gases:**

• **Painel Modular:**

CO2: Prever 01 ponto de Dióxido de Carbono (CO2) a uma altura de 150 cm, nos painéis das duas paredes laterais de todas as salas cirúrgicas inclusive na híbrida.

Prever 02 pontos de Oxigênio, 02 de Vácuo e 02 de Ar Medicinal, a uma altura de 150 cm, em todos os painéis de todas as salas cirúrgicas.

A RDC nº 50 menciona a utilização de gases como o Óxido Nitroso (N_2O) e o Nitrogênio (N_2), porém o mercado atual não os utiliza mais como no passado. O N_2O era utilizado pelos equipamentos de anestesia, porém hoje é um gás em desuso, sendo recomendado apenas se o hospital pretende utilizar equipamentos que a possui. Já o N_2 era utilizado pelos motores pneumáticos, que atualmente foram substituídos pelos motores elétricos.

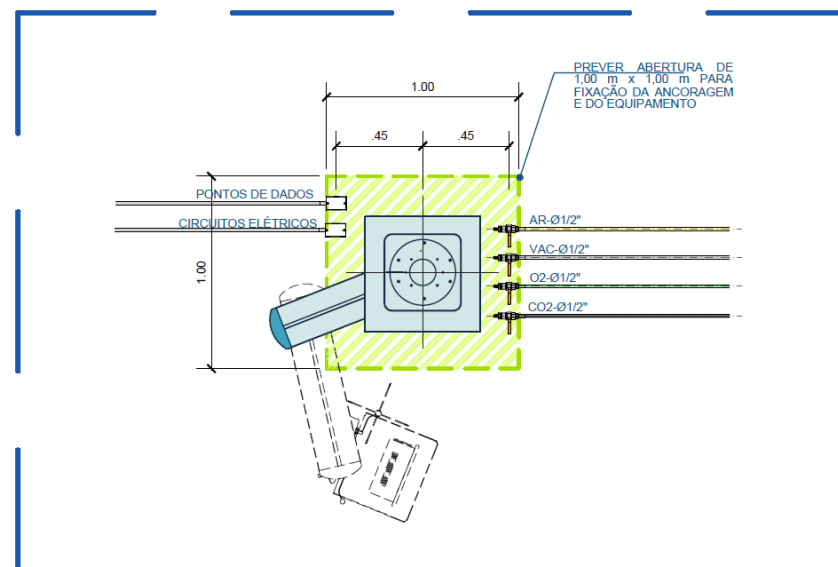
- **Estativa de Anestesia:**

Prever ponto de Oxigênio, Vácuo e Ar Medicinal acima do forro no fundo da sala, próximo a região que será instalado a estativa. Pontos de instalações devem estar em distância próxima a 45 cm da ancoragem das estativas.

- **Estativa de vídeo:**

Prever ponto de Oxigênio, Vácuo, Ar medicinal, e Dióxido de Carbono (CO_2) acima do forro na entrada da sala próximo a região que será instalado a estativa. Pontos de instalações devem estar em distância próxima a 50 cm da ancoragem das estativas. A Figura 7 ilustra a estrutura de instalação de gases para salas cirúrgicas:

Figura 7 - Estrutura de instalação gases.



Fonte: Equipacare Engenharia

➤ **Discussão:**

Nesses ambientes, a maior interferência com a obra, que seja repete em praticamente todas as obras, está ligado ao espaço no entreforro para a acomodação dos elementos ancorados (foco cirúrgico e estativas). Dificilmente os

projetistas se atentam às ancoragens desses equipamentos, principalmente porque a compatibilização dos projetos de gases, elétrica, telecomunicação, hidráulico e climatização é extremamente complexa nessa área. Infelizmente, na maioria dos casos a solução é mover os dutos de instalação que interferem com a estrutura do equipamento, o que gera custos ao EAS.

2.3.4.2 Sala de Equipamentos

As salas de equipamentos de um centro cirúrgico não têm equipamentos instalados, eles são apenas armazenados nesse local e utilizados nas salas cirúrgicas. Porém, nessas salas são realizados testes de funcionamento, sendo, portanto, necessário tomadas e gases adequados para os testes.

As orientações para a sala de equipamentos são:

➤ **Orientações para rede elétrica:**

- Prever 01 tomada para os equipamentos radiológicos portáteis do tipo Steck 32A, a meia altura (150cm).
- Prever vasto conjunto de tomadas em prateleiras de diferentes alturas, onde os equipamentos ficam guardados carregando suas baterias.

➤ **Orientações para rede de gases:**

- Prever 01 ponto de Oxigênio e 01 de Ar comprimido a uma altura média de 150 cm, para teste e manutenção de equipamentos que necessitam desses gases.

2.3.5. Internação

2.3.5.1 UTI

➤ **Orientações estruturais:**

- Existem diversas variações quanto ao uso de estativas nesse ambiente, podendo ser do tipo viga suspensa, coluna giratória ou mesmo painel vertical na parede. Em caso de estativa, o acesso à rede elétrica e as redes de gases serão disponibilizados em estativas que possibilitam a guarda e apoio dos equipamentos utilizados neste ambiente, como monitores, bombas de infusão, ventiladores etc.
- Carga de até 350 kg (tipo viga suspensa); instalar a 60 cm da parede do fundo do leito.

- Disponibilizar dois pontos de dreno e um ponto de água para os equipamentos de hemodiálise e osmose reversa.
- Suprimento da água:
 - Entrada: exigidos em média 5,0 litros/min.
 - Conexão: Torneira 3/4" posicionada de 50 a 60 cm do piso (média).
 - Pressão: Em média 0,2 a 0,8 MPa.
- Drenagem da água:
 - Saída: mínimo de 1,1 litro/min.
 - Conexão: Não especificada. Mais comum é a previsão de entrada para mangueira de dreno 3/4" na parede, posicionada de 30 a 40 cm do piso.
 - Pressão: 0,2 MPa de pressão de saída.
- **Orientações para rede elétrica:**
 - Prever tomada para os equipamentos radiológicos portáteis do tipo Steck 32A, a meia altura (150cm), sendo pelo menos 01 ponto a cada 05 metros.
 - Grupo 02 e Classe 0,5.
 - As estativas ou painéis desse ambiente deverão ser cobertas pelo sistema IT Médico e pelo nobreak (com capacidade de atuação em até 0,5 segundos), pois os pacientes nessa área estão em estado mais crítico.
 - Além das tomadas elétricas, prever pontos de dados na altura 30 cm na parede atrás de todos os leitos de UTI, pois poderá ser adquirido camas inteligentes que conectam com a rede do hospital, disponibilizando informações do paciente para o prontuário.
 - Prever 02 tomadas baixas para o aparelho de hemodiálise, sendo 01 para hemodiálise e 01 para a osmose portátil.
- **Orientações para rede de gases:**
 - Prever ponto de Oxigênio, Vácuo e Ar medicinal acima do forro.
- **Discussão:**

UTI é um setor complexo, especialmente por se tratar de uma internação para pacientes em estado grave. Consequentemente, os principais problemas estão relacionados à forma como será executado os cuidados a esse paciente, como por exemplo, na hemodiálise. Não são todos os indivíduos que estão ali internados que precisarão passar por uma hemodiálise, tanto é que não existe regra que obrigue a instalação de pontos de água e dreno para a utilização desse

equipamento em todos os quartos. Por esse motivo, alguns EASs adotam 30% dos seus leitos com essas instalações. No entanto, se for necessário o procedimento, o paciente que não se encontra num quarto com esses pontos de instalação, necessários para o funcionamento do equipamento, terá de ser transportado para um quarto que os tenha, o que não é uma tarefa fácil para a equipe de enfermagem.

Muitas das vezes, aqueles que encabeçam as posições de administração de um EAS são médicos, e são eles os responsáveis por tomar as decisões do projeto. Mas, mesmo com sua grande intimidade com o setor, um médico não vivencia todas as experiências de um ambiente hospitalar, o que em alguns casos pode gerar equívocos como esse citado. É sempre necessário apresentar pontos de vistas de todos os envolvidos no projeto, e ter uma equipe de planejamento com médicos, enfermeiros, engenheiro clínico, entre outros profissionais, é de extrema importância.

2.3.6. Serviços de Apoio

2.3.6.1 Central de Material e Esterilização (CME)

A Central de Material e Esterilização está diretamente relacionada ao Centro Cirúrgico, pois fornecerá a esterilização de todos os instrumentais e equipamentos utilizados durante as cirurgias. Devido ao perigo de contaminação, o ambiente é totalmente isolado, até mesmo internamente entre área suja e área limpa, seguindo protocolos rígidos de segurança.

➤ Orientações estruturais:

- Área Suja / Expurgo - Lavadora-Termodesinfectora
 - Carga: 900 kg.
 - Devido a carga ser concentrada, considerar reforço pontual na laje.
- Área Limpa / Preparo - Autoclave a Vapor
 - Carga: 2.500 kg.
 - Devido a carga ser concentrada, considerar reforço pontual na laje.
 - Considerar que a embalagem do equipamento possui em torno de 235 x 150 x 170 (A x L x C cm), mas sendo necessário, é possível desembalar o equipamento para transportá-lo por elevador e/ou vãos do Hospital com até 1,20 metros. Essa opção de entrega, caso adotada, deve ser bem

alinhada com o fornecedor, dada a dificuldade técnica de se desmontar o equipamento parcialmente.

- Área Limpa / Preparo - Secadora de Traqueias:
 - Carga: 350 kg.
 - Devido a carga ser concentrada, considerar reforço pontual na laje.
- Área Limpa / Preparo – Autoclave de baixa temperatura de peróxido de hidrogênio:
 - Carga: 950 kg;
 - Devido a carga ser concentrada, avaliar reforço pontual na laje.
- Execução: As dimensões dos equipamentos apresentados, bem como especificações na infraestrutura, variam bastante para modelo e fornecedor, dessa forma sugerimos aguardar a definição dos equipamentos para iniciarem a execução dos ambientes.

➤ **Orientações para rede elétrica:**

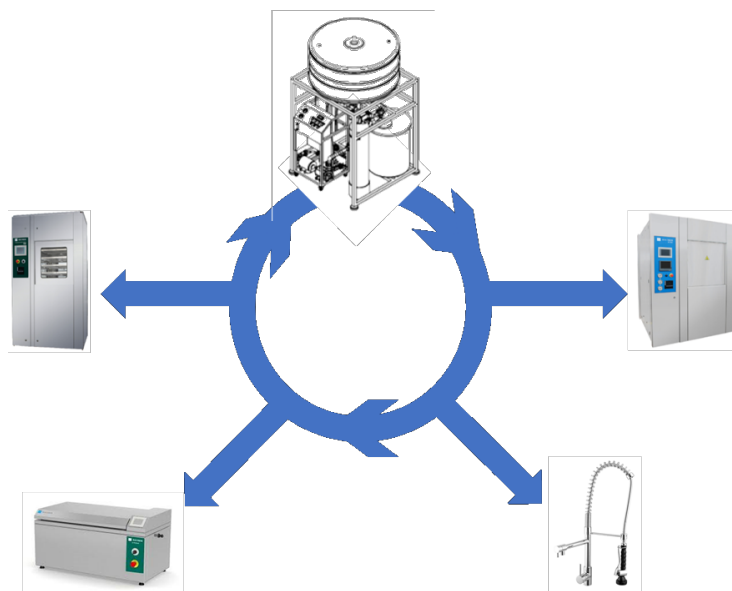
- Higienização de utensílios – Lavadora de Comadres
 - Consumo energético: 220 V ou 380 V Trifásico e 6.000 W.
 - Dados: Prever 01 pontos de dados para cada equipamento.
- Área Suja / Expurgo - Lavadora-Termodesinfectora
 - Consumo energético: 380 V Trifásico e 40.000 W.
 - Dados: Prever um ponto de dados para cada equipamento.
- Área Suja / Expurgo - Lavadora Ultrassônica
 - Consumo energético: 220 V e 8.000 W.
 - Dados: Prever um ponto de dados para cada equipamento.
- Preparo - Autoclave a Vapor
 - Consumo energético: 380 V Trifásico e 55.000 W.
 - Dados: Prever um ponto de dados para cada equipamento.
- Preparo - Secadora de Traqueias
 - Consumo energético: 220 V e 6.000 W.
 - Dados: Prever um ponto de dados.
- Preparo - Autoclave de baixa temperatura (peróxido de hidrogênio)
 - Consumo energético: 380 V Trifásico e 9.000 W.
 - Dados: Prever um ponto de dados.

- Indicado uso de sistema digital de medição de consumo elétrico, em separado, para o melhor controle interno, possível rateio interno ou caso se deseje terceirizar o setor.

➤ **Orientações hidrossanitárias:**

- Necessário um ponto de água em cada equipamento.
- Autoclaves, lavadoras ultrassônicas e termodesinfectoras eliminam durante o funcionamento, volume significativo de água em alta temperatura (mais de 100°C). É necessário prever tubulação termoresistente (suportar mais de 120°C) para esses equipamentos. Também indicamos que seja previsto trajeto mínimo até conexões com outros componentes hidráulicos para que ocorra perda de temperatura dessa água. Lavadoras ultrassônicas incluídas acima, eliminam água em temperatura considerável (em torno de 95°C).
- Além de água fria, os equipamentos de CME necessitam de água tratada e, de acordo com RDC nº 15, algumas cubas de “enxágue” também necessitam de água tratada. Recomenda-se o uso de osmose central para alimentação das cubas e ultrassônicas.
- Indica-se por boas práticas e visando a não contaminação da rede de abastecimento de água tratada da CME, uso de sistema de recirculação para o abastecimento dos itens / equipamentos que necessitam de água tratada, como mostra a Figura 8.

Figura 8 - Sistema de Recirculação em Loop.



Fonte: Equipacare Engenharia.

- Também é indicado uso de tubulações com curvas longas nesta rede, podendo ser em PEX (mais indicado) ou PVC.
- Recomenda-se a medição separada de setores com alto consumo de água, como o caso da CME, realizar zoneamento dos setores para incluir medição por hidrômetro com telemetria.

➤ **Orientações de climatização:**

- Necessário prever exaustão forçada para as secadoras de traqueias. Para os demais equipamentos, ainda que menor, há possibilidade de solicitação pelos fabricantes.

➤ **Orientações para rede de gases:**

- Prever pontos de ar comprimido para o expurgo e preparo para o uso de conjuntos de pistolas de ar, água e detergente e para pistolas de ar comprimido exclusivas.
- Prever 01 ponto de ar comprimido para as autoclaves e para as lavadoras termodesinfectoras. Para os demais equipamentos, ainda que menor, há possibilidade de solicitação pelos fabricantes.

➤ **Discussão:**

Por ser uma área de apoio, onde não há o contato direto com o paciente, e por poder ser uma área contaminação também, ela é isolada do restante dos setores. Esse isolamento, às vezes, causa dificuldade para o transporte dos equipamentos até seu local de instalação. Num caso específico em um EAS no sul de Minas Gerais, como não foi previsto largura de porta suficiente para a passagem dos equipamentos da CME, eles tiveram que ser desmontados e levados em partes. Devido ao peso e a dificuldade de manuseio, o transporte além de ter sido exaustivo para a equipe local, por serem equipamentos pesados, ainda causou a quebra de alguns pisos durante o trajeto.

3. CONCLUSÕES

Levando em consideração todos os ramos da medicina e sua complexidade, o presente estudo apenas abrangeu um restrito grupo das áreas da saúde. Assim como citado anteriormente, setores complexos como a Radioterapia não foram apresentados aqui.

É nítido que mesmo em uma análise delimitada de um hospital geral, o número de apontamentos é extenso, o que por si só já justificaria a centralização dessas análises a um profissional da área, o Engenheiro Clínico. O primeiro ponto de importância desse profissional estar presente desde o início da construção de um EAS, pode ser colocado como a retirada da sobrecarga de atribuições que os profissionais da obra têm, dando mais agilidade à construção.

O presente estudo tem como um dos principais objetivos a redução de custos ao se evitar retrabalhos na obra. Essa premissa é logo justificada em um dos primeiros ambientes expostos, a sala de ressonância magnética. Devido à alta complexidade, para se tomar alguma decisão, é necessário pensar não apenas a curto prazo, mas também em possíveis manutenções futuras. Uma decisão de manter uma tubulação de esgoto logo acima do equipamento, poderia acarretar um prejuízo milionário.

Não é de se espantar que decisões equivocadas como essa ocorram com frequência, visto que o mercado ainda não tem experiência nessa área, que por sua vez está em constante expansão. Os arquitetos garantem a beleza e até mesmo o bom fluxo dentro da unidade de saúde, a equipe de obra garante a execução do projeto e os médicos definem aquilo que mais beneficiará o trabalho deles e os pacientes. Existe um abismo entre conciliar o que melhor atende os profissionais da saúde e o que é executado no projeto, sendo exatamente aí onde o Engenheiro Clínico é inserido.

O número de produções acadêmicas relacionados à Engenharia Clínica atuando desde o início do projeto de implantação de um estabelecimento de saúde é escasso. Seria de grande valia expandir o material aqui exposto para todos os setores e especialidades médicas. Enriquecendo cada vez mais essa área ainda tão pouco explorada, e ainda assim, em constante expansão.

4. REFERÊNCIAS

Agência Nacional De Vigilância Sanitária - ANVISA. **Regularização de Produtos - Produtos para a Saúde**. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/registros-e-autorizacoes/produtos-para-a-saude/produtos/classificacao-de-equipamentos>> Acesso em: 26 de nov. de 2019.

Análise setorial: sistema hospitalar. Panorama Setorial. Gazeta Mercantil, v. 2, dez. 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 13534:2008 – Instalações elétricas de baixa tensão – Requisitos específicos para instalação em estabelecimentos assistenciais de saúde. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

BARROS, Claudia Silva Antunes Marinho; PASSOS, Marta Lucia Brandão Assis; FILHO, Sérgio Viegas Tosta. Atuação do enfermeiro na limpeza e desinfecção de materiais de endoscopia digestiva alta.. Revista SOBECC, São Paulo, v. 15, n. 4, p. 28-34, dez. 2010. ISSN 2358-2871. Disponível em: <<https://revista.sobecc.org.br/sobecc/article/view/218>>. Acesso em: 16 dez. 2019.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 07, de 24 de fevereiro de 2010. Dispõe sobre os requisitos mínimos para funcionamento de Unidades de Terapia Intensiva e dá outras providências. Diário Oficial República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, 24 fev. 2010. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2014/rdc0028_14_05_2014.pdf>. Acesso em 10 nov. 2019.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 15, de 15 de março de 2012. Dispõe sobre requisitos de boas práticas para o processamento de produtos para saúde e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 15 de mar. de 2012. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2012/rdc0015_15_03_2012.html>. Acesso em 10 nov. 2019.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 50, de 21 de fevereiro de 2002. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 20 de mar. de 2002. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2002/rdc0050_21_02_2002.html>. Acesso em 10 nov. 2019.

BRASIL. Ministério de Saúde. Secretaria Executiva. Departamento de Economia da Saúde e Desenvolvimento. Programação Arquitetônica de Unidades Funcionais de Saúde. SOMASUS - Sistema de Apoio à Elaboração de Projetos de Investimentos em Saúde. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2011c. (Atendimento Ambulatorial e Atendimento Imediato, v.1). Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/programacao_arquitetonica_somasus_v1.pdf> Acesso em: 10 nov. 2019.

BRASIL. Ministério de Saúde. Secretaria Executiva. Departamento de Economia da Saúde e Desenvolvimento. Programação Arquitetônica de Unidades Funcionais de Saúde. SOMASUS - Sistema de Apoio à Elaboração de Projetos de Investimentos em Saúde. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2013b. (Programação Arquitetônica de Unidades Funcionais de Saúde, v. 2).

Disponível em: <<http://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2014/novembro/17/programacao-arquitetonica-somasus-v2.pdf>> Acesso em: 10 nov. 2019.

BRASIL. Ministério de Saúde. Secretaria Executiva. Departamento de Economia da Saúde e Desenvolvimento. Programação Arquitetônica de Unidades Funcionais de Saúde. SOMASUS - Sistema de Apoio à Elaboração de Projetos de Investimentos em Saúde. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2013c. (Programação Arquitetônica de Unidades Funcionais de Saúde, v. 3).

Disponível em: <<http://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2014/novembro/17/programacao-arquitetonica-somasus-v3.pdf>> Acesso em: 12 nov. 2019.

DUARTE, Jucélia. Arquitetura Clínica Hospitalar: uma especialidade em prol da saúde. 2017.

Disponível em: <<http://www.hmdoctors.com/2013/arquitetura-clinica-hospitalar-uma-especialidade-em-prol-da-saude/>> .Acesso em 12 nov. 2019.

HAGE, Maria Cristina Ferrarini Nunes Soares and IWASAKI, Masao. Imagem por ressonância magnética: princípios básicos. Cienc. Rural [online]. 2009, vol.39, n.4, pp.1275-1283. Epub Mar 27, 2009. ISSN 0103-8478. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782009005000041> Acesso em: 06 dez. 2019.

KARMAN, J. B.; FIORENTINI, D.; KARMAN, J. N. M. **Manutenção Incorporada à Arquitetura Hospitalar**. Textos de Apoio à Programação Física dos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde. Brasil: Ministério da Saúde: Secretaria de Assistência à Saúde (Série Saúde e Tecnologia). Brasil, 1995. 62 p.

LUKIANCHUKI, M. A.; CAARAM, R. M. **Arquitetura Hospitalar e o Conforto Ambiental: Evolução Histórica e Importância na Atualidade**. SEMINÁRIO INTERNACIONAL NUTAU/USP, 7, 2008, São Paulo: NUTAU/USP, 2008. Disponível em: <https://www.usp.br/nutau/CD/160.pdf>. Acessado 13 nov. 2019.

MACHRY, Hermínia Silva. O impacto dos avanços da tecnologia nas transformações arquitetônicas dos edifícios hospitalares. 2010. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Arquitetura) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. doi:10.11606/D.16.2010.tde-15062010-130613. Acesso em: 21 nov. 2019.

MASCARÓ, J. L. **O custo das decisões arquitetônicas no projeto de hospitais**: Textos de Apoio à Programação Física dos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde. Brasil: Ministério da Saúde: Secretaria de Assistência à Saúde (Série Saúde e Tecnologia). Brasil, 1995. 73 p.

Ministério da Saúde. Secretaria-Executiva. Departamento de Economia e Desenvolvimento.

SOMASUS Online. Disponível em:

<<http://somasus.saude.gov.br/somasus/acessoConsulta!consulta.action/>> Acesso em: 12 dez. 2019.

MYTTON, O. T.; VELAZQUEZ, A.; BANKEN, R.; et al. Introducing new technology safely. **Quality and Safety in Health Care**, v. 19, n. Suppl 2, p. i9-i14, 2010. Disponível em:

<<http://qualitysafety.bmj.com/lookup/doi/10.1136/qshc.2009.038554>>. Acesso em: 10 nov. 2019.

OLIVEIRA, Eduardo Frota. Programa de Gerenciamento de Equipamentos Médicos: noções de boas práticas de gerenciamento de equipamentos e acreditação hospitalar. Especialização em Engenharia Clínica. 61 f. Escola de Saúde Pública do Ceará, Fortaleza, 2009.

RODRIGUES, Marcus Gustavo Silva; ALARCÓN, Oswaldo Martín Villegas; CARRARO, Eliane; ROCHA, Julierme Ferreira; CAPELOZZA, Ana Lúcia Álvares. Tomografia computadorizada por feixe cônico: formação da imagem, indicações e critérios para prescrição. *Odontologia Clínica-Científica*, Recife, v. 9, n. abr./ju 2010, p. 115-118, 2010. Disponível em: < <http://www.cro-pe.org.br/revista/v9n2/3.pdf> >. Acesso em: 06 dez. 2019.

SILVA, Tracy Kelly Monteiro. Fluxo de planejamento entre arquitetura e engenharia clínica aplicado no projeto do Laboratório de Medicina Nuclear. 2016. Dissertação (Mestrado em Gestão de Organizações de Saúde) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2016. doi:10.11606/D.17.2017.tde-05012017-120803. Acesso em: 18 nov. 2019.

Soares, Júlio César de A.C.R. *Princípios básicos de física em radiodiagnóstico* / Júlio de A.C.R. Soares. – 2. ed. rev. – São Paulo: Colégio Brasileiro de Radiologia, 2008. ISBN 978–85–87950–10–9

SORENSEN C, Drummond M, Kristensen FB, Busse R. How can the impact of health technology assessments be enhanced? World Health Organization on behalf of the European Observatory on Health Systems and Policies; 2008. Available from: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0019/73225/E93420.pdf. Acessado 10 nov. 2019.