



Manutenção e segurança hospitalar preditivas

JARBAS KARMAN



Estação Liberdade

IPH

Instituto de Pesquisas Hospitalares Arquiteto Jarbas Karman



JARBAS BELA KARMAN nasceu em 13 de abril de 1917, na cidade de Campanha, Minas Gerais. Era engenheiro civil (Poli-USP, 1941), arquiteto (Poli-USP, 1947), professor e administrador hospitalar. Titulou-se mestre em arquitetura hospitalar pela Universidade de Yale (EUA, 1952) e participou do curso sobre infecção hospitalar do Prof. Carl Walter, em Kitchener (Ontário), Canadá, em 1952.

Fundou o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e de Pesquisas Hospitalares em 1954, mantenedor da primeira Faculdade de Administração Hospitalar da América Latina (autorizada pelo MEC em 1973), onde foi diretor e titular da cadeira de Arquitetura Hospitalar. Editou a revista *Hospital de Hoje* e escreveu as obras *Planejamento de hospitais* (1954), *Iniciação à arquitetura hospitalar* (1973) e *Manutenção hospitalar preditiva* (1994), bem como numerosos artigos sobre instituições de saúde. Suas pesquisas no campo hospitalar são referência em publicações nacionais e internacionais, tendo ministrado inúmeros cursos e palestras dentro e fora do Brasil.

Projetou e reformulou centenas de instituições de saúde, como o Hospital Albert Einstein (São Paulo, 1958), o Hospital São Domingos (Uberaba, MG, 1960), o Hospital de Aeronáutica do Galeão (Rio de Janeiro, 1967), o Hospital Atibaia (Atibaia, SP, 1968), o Instituto Nacional del Cancer y Quemados (Capiata, Paraguai, 1982), o Hospital El Teniente (Rancagua, Chile, 1982), o Hospital Central – Fuerzas Armadas (Assunção, Paraguai, 1984), o Hospital Geral de Canelones (Canelones, Uruguai, 1986), o Hospital Cardiominas (Belo Horizonte, 1988), o Hospital Santa Cruz (Lisboa, Portugal, 1991), o Hospital São Judas Tadeu da Fundação Pio XII (Barretos, SP, 1993), o Hospital das Clínicas de Luanda (Angola, 2003), o Hospital Mãe Feliz (Luanda, 2005) e o Hospital Geral de Palmas (Palmas, TO, 2006), entre muitos outros (a relação completa poderá ser consultada em www.iph.org.br).

Faleceu em 2 de junho de 2008 na cidade de São Paulo.

**Manutenção
e segurança
hospitalar
preditivas**

JARBAS KARMAN

Manutenção e segurança hospitalar preditivas

© *Copyright* Jarbas Bela Karman

© *Copyright* Jarbas Bela Karman, Alfred Willer, Domingos Fiorentini e Jorge Wilhelm para os desenhos, plantas e maquetes das aberturas de capítulo, conforme indicado à pág. 419

<i>Coordenação editorial</i>	Angel Bojadsen
<i>Preparação de texto</i>	Fernando L. Cássio
<i>Edição de texto</i>	Terezinha Vendramini
<i>Revisão</i>	Luciana Araujo
<i>Projeto gráfico</i>	Edilberto F. Verza
<i>Diagramação</i>	Johannes C. Bergmann/Estação Liberdade
<i>Capa</i>	Amir Admoni
<i>Ilustrações</i>	Erick Vicente e Thiago Pilegi

PARA TODOS OS EFEITOS, CONSIDERE-SE A DATA DE FECHAMENTO DOS PRESENTES TEXTOS O 2 DE JUNHO DE 2008, ÚLTIMO DIA DE ATIVIDADE DO AUTOR JARBAS KARMAN. DADOS E NORMAS TÉCNICAS FORAM ATUALIZADOS POSTERIORMENTE QUANDO APLICÁVEL.

A edição desta obra contou com o apoio do Instituto de Pesquisas Hospitalares Arquiteto Jarbas Karman

IPH

Instituto de Pesquisas Hospitalares Arquiteto Jarbas Karman

CIP-BRASIL – CATALOGAÇÃO NA FONTE
Sindicato Nacional dos Editores de Livros, RJ

K28m

Karman, Jarbas, 1917-2008

Manutenção e segurança hospitalar preditivas / Jarbas

Karman ; [prefácio de Celso Skrabel]. – São Paulo :

Estação Liberdade : IPH, 2011.

ils.

Anexos

Inclui bibliografia e índice

ISBN 978-85-7448-189-0

1. Hospitais – Manutenção e reparos. 2. Hospitais – Projetos e construção. 3. Hospitais – Administração. I. Instituto de Pesquisas Hospitalares Arquiteto Jarbas Karman. II. Título.

10-5160.

CDD 725.51

CDU 725.1:614.21

Todos os direitos reservados

Editora Estação Liberdade Ltda.

Rua Dona Elisa, 116 | 01155-030 | São Paulo-SP

Tel.: (11) 3661 2881 | Fax: (11) 3825 4239

www.estacaoliberalidade.com.br

IPH – Instituto de Pesquisas Hospitalares Arquiteto Jarbas Karman

Rua Vargem do Cedro, 150 | 01252-050 | São Paulo-SP

Tel.: 55 (11) 3868-4830/8905-9107

www.iph.org.br / iph@iph.org.br

faber armstrong

O legado que o Dr. Jarbas Karman nos deixa, com este livro, é de inestimável valor.

Em primeiro lugar, fará com que ele permaneça vivo para sempre, em que pese não estar mais entre nós.

Em segundo lugar, o legado que este livro nos traz é de incomensurável e de inextinguível valia. A manutenção das instalações do hospital é condição primeira para que a assistência dispensada às pessoas possa ser realizada com toda segurança e no tempo oportuno. Representa, portanto, a garantia da própria vida.

Pe. Niversindo Antonio Cherubin
Administrador hospitalar

Esta obra aprofunda o estudo da concepção do edifício hospitalar como um todo e amplia e atualiza os conceitos de Jarbas Karman sobre a manutenção e a segurança hospitalar.

Manual de orientação para minimizar e prever problemas, além de maximizar a vida útil do hospital, se torna fonte de consulta praticamente indispensável a todos os administradores, arquitetos e engenheiros hospitalares, e a todos os profissionais e estudantes que atuam ou pretendam atuar na arquitetura hospitalar e do sistema da saúde.

Seu projeto mais conhecido é o Hospital Albert Einstein, em São Paulo, no qual trabalhou desde a década de 1960, primeiramente como consultor hospitalar do arquiteto Rino Levi e depois, após a morte deste, como o arquiteto das grandes ampliações que o hospital realizou ao longo de todos estes anos.

Autor de diversos livros e inúmeros artigos sobre instituições de saúde, foi o primeiro a propor os espaços interandares nos hospitais, que tornam as tubulações de água, esgoto, elétricas, gás e outras, não embutidas e de fácil manutenção e renovação ao longo do tempo, prolongando interminavelmente a vida útil dos hospitais. Como exemplos claros disso são o Hospital São Domingos, em Uberaba, Hospital de Força Aérea do Galeão, no Rio de Janeiro, Hospital de Santa Cruz, em Portugal, entre outros.

De seu mestrado na prestigiosa Universidade de Yale, nos Estados Unidos, trouxe para o Brasil 45 caixas de material de pesquisa e fundou, em São Paulo, o IPH – Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e de Pesquisas Hospitalares, tendo promovido na década de 1950, no Instituto de Arquitetos do Brasil (IAB), Departamento de São Paulo, o primeiro Seminário Nacional sobre Arquitetura Hospitalar.

Foi representante do Brasil na União Internacional dos Arquitetos (UIA), tendo organizado em São Paulo, de 29 de maio a 6 de junho de 2004, o XXIV Seminário Internacional da UIA-PHG, Public Health Group. Merece, pelo trabalho e dedicação de toda a vida, o título de “Pai” de todos aqueles que se interessam pela arquitetura e engenharia hospitalar.

Ao querido amigo os meus mais sinceros sentimentos de gratidão, tanto pelos conhecimentos que dele tanto usufruí, como por uma bela amizade de 50 anos.

Elgson Ribeiro Gomes
Engenheiro civil e arquiteto

SUMÁRIO

Agradecimentos	11
Prefácio	15
<i>In memoriam</i>	22
Contribuições técnicas	23
Critérios preditivos	25
Introdução	29
Introdução à edição de 1996	33
Capítulo I MANUTENÇÃO E SEGURANÇA GERAIS	39
Capítulo II MANUTENÇÃO E SEGURANÇA: PARTICULARIDADES	69
Capítulo III MANUTENÇÃO E SEGURANÇA PREDIAL	113
Capítulo IV TECNOLOGIAS AVANÇADAS DE DIAGNÓSTICO E TERAPIA	157
Capítulo V MANUTENÇÃO E SEGURANÇA DE INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS	175
Capítulo VI MANUTENÇÃO E SEGURANÇA DE INSTALAÇÕES E DE EQUIPAMENTOS HIDRÁULICOS E FLUIDOMECÂNICOS	231
Capítulo VII MANUTENÇÃO DE INSTALAÇÕES DE ESTERILIZAÇÃO	303

Capítulo VIII	
MANUTENÇÃO DE SISTEMAS DE TRATAMENTO DE AR	317
Capítulo IX	
MANUTENÇÃO DE SISTEMAS DE APOIO: LAVANDARIA HOSPITALAR	333
Capítulo X	
MANUTENÇÃO DE SISTEMAS DE APOIO: COZINHA HOSPITALAR	351
Capítulo XI	
MANUTENÇÃO DE SISTEMAS DE APOIO: FARMÁCIA HOSPITALAR	363
Capítulo XII	
CONSERVAÇÃO DE ENERGIA	371
Capítulo XIII	
MEIO AMBIENTE	391
Epílogo	
PENSANDO EM TUDO	397
REFERÊNCIAS NORMATIVAS	403
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	409
LEGENDAS DAS PRANCHAS	419
ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES	421
ÍNDICE GERAL	423

Agradecimentos

À minha esposa Zaira,
pela colaboração dedicada;

aos meus filhos Jarbas, Vera Helena, Ricardo e Roberto
pela presença amiga e constante;

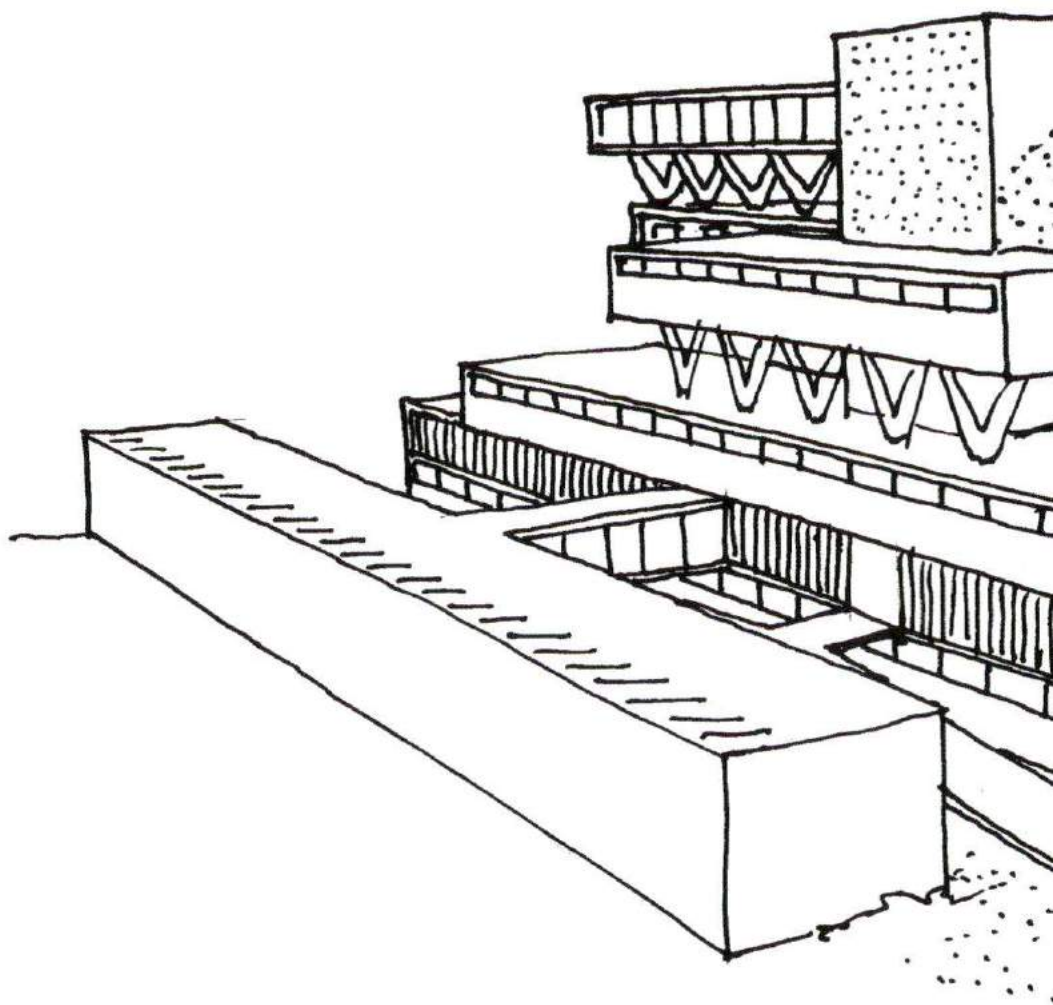
a Luiz Lorenzo e Amaro Alves Lima,
pela vivência compartilhada;

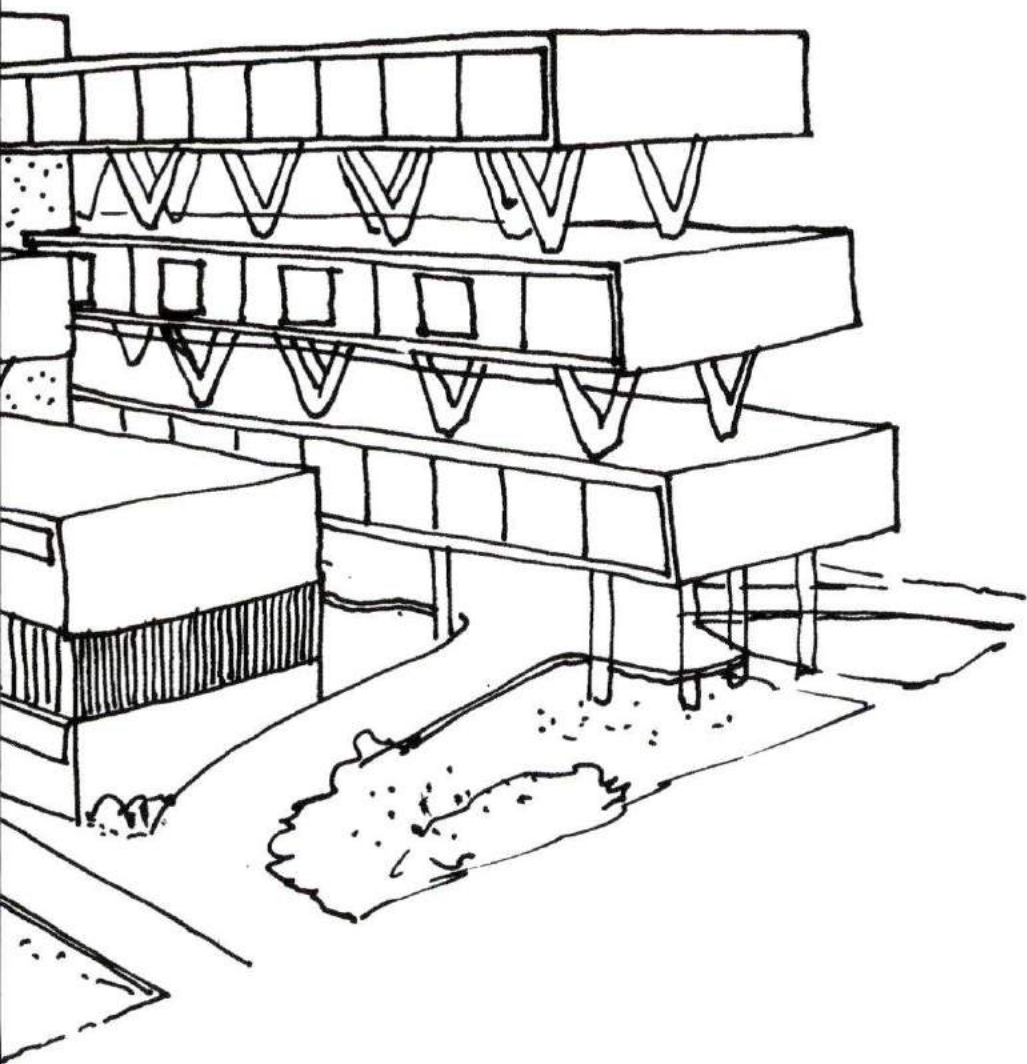
a Terezinha Vendramini,
pelo dedicado trabalho de apoio, e

a Erick Vicente, pelas ilustrações.

Põe quanto és/ no mínimo que fazes.

Fernando Pessoa





Hospital de Clínicas de Pelotas
Pelotas – RS, 1956; ver à pág. 419

Prefácio

JARBAS BELA KARMAN: O ARQUITETO BRILHANTE E SUA OBRA IMORTAL

O engenheiro e arquiteto Jarbas Karman foi um homem à frente de seu tempo. Brilhante, audaz, visionário, incansável, entusiasta e otimista, era dotado daquele anseio de saber que o tornava um autêntico homem da Renascença. Graças a uma sólida formação científica e a uma excepcional criatividade técnica, tornou-se um ícone na arquitetura hospitalar, especialização que ajudou a desenvolver, introduzindo conceitos e inovações que correram o mundo.

Arrebatado por uma visão de futuro povoada por hospitais orgânicos, capazes de curarem a si próprios antes de curarem os doentes que acolhem, Karman buscava sempre a síntese perfeita. Com pertinácia, esmero, engenho e arte, tratava de encontrar em cada projeto o equilíbrio ideal entre o melhor para o médico, o paciente, a coletividade e o país.

No mister de conceber um novo hospital, Karman pensava, antes de mais nada, na sua dinâmica de operação. Empenhava-se em deslindar o emaranhado de atividades que seria seu dia a dia e compreender o seu todo organizacional — ambição de alinhamento e simetria — para, só então, ir para a prancheta desenvolver os fluxos e manter abertos os canais de sua permanente atualização. Em seu olhar perscrutador, o futuro é o presente de amanhã. Pensar o futuro no presente responde à aspiração do hospital de manter-se vivo e produtivo por muitas décadas. A longevidade de um projeto não será nunca fruto do acaso, mas antes precisa estar inscrita nos genes de seu DNA. Brotava cristalino aos olhos do arquiteto que adiar a obsolescência era um desafio a ser enfrentado no projeto. Antes de ser uma obsessão, e era de fato, projetar preditivamente era uma questão de princípios,

posto que derivava do sagrado compromisso com as boas práticas do seu *Sistema Karman de planejamento de hospitais*.

Foi para sublinhar a importância de dotar cada projeto de flexibilidade planejada que Karman cunhou a expressão *manutenção preditiva*. Por ela queria ressaltar que era possível “predizer” muitas das intervenções futuras que seriam requeridas pela manutenção hospitalar. Logo, tais intervenções deveriam ser facilitadas pelo projeto.

A flexibilidade, repetia muitas vezes o arquiteto, é a chave do sucesso de um hospital ao longo do tempo. Constitui-se no segredo maior de sua produtividade. Mantém os custos baixos, facilita a manutenção, amplia a disponibilidade de atendimento e internação, contribui para ganhar tempo, assegura o uso eficiente dos recursos humanos e, de certa forma, ajuda a elevar a competitividade da instituição. Afirmava, ademais, em um aparente paradoxo, que “quanto mais durável, menos durável”. Traduzindo: tanto mais longa será a vida útil de uma edificação hospitalar, quanto menos “permanentes” forem sua estrutura e suas paredes. Uma parede de concreto pode ser esteticamente agradável, mas irá engessar o ambiente por impossibilitar mudanças. Um arquiteto, enfatizava Jarbas Karman, não deve nunca contribuir para “barrar o progresso”.

E para lutar contra os inarredáveis efeitos da entropia, a moeda que o tempo cobra de todos os entes do universo, e cujas sequelas teimam em se insinuar no caminho da produtividade hospitalar, envergava sua armadura de Dom Quixote e brandia sua imaginação fértil para investir contra a crosta de ineficiências que o envelhecimento das estruturas e instalações impinge ao edifício hospitalar.

Em 1958, em um daqueles lampejos de genialidade que o caracterizavam — evento, aliás, devidamente registrado por uma publicação norte-americana da época — criou uma solução arquitetônica revolucionária, o espaço técnico. Um Ovo de Colombo de puro bom senso e praticidade, que passou a integrar cada novo projeto seu daí em diante. Se a solução não era ainda a fonte da juventude do edifício hospitalar, era certamente o marco inaugural do edifício hospitalar orgânico. Se não havia como interromper a decrepitude hospitalar ditada pela marcha do tempo, havia a solução de colocar o gene de atualização no DNA do hospital. Planejando preditivamente, era possível construir hospitais capazes de conservar seu viço juvenil por muito mais tempo, e ampliar em décadas a sua sobrevida.

Karman, por outro lado, jamais teve medo da polêmica. Na verdade, ele a procurava. Uma vez convencido de uma tese, mergulhava no debate. Esgrimia a pena com maestria e defendia suas ideias com denodado entusiasmo. Mas em meio a tantas refregas de que participou, foi sempre rigoroso na lógica e preciso nos argumentos. Mesmo seus adversários reconheciam que, estudioso e aplicado, sua lógica apoiava-se sempre em uma base de conhecimentos extensa e variada, haurida em uma bem sucedida carreira que se prolongou por mais de seis décadas. Humano, poderá não ter acertado sempre, porém, jamais lhe faltou grandeza ou coragem intelectual para rever conceitos.

Graças à sua vocação para o detalhe, Karman desenvolveu um minucioso processo para o passo a passo de um projeto hospitalar. Suas prioridades, elencadas no *Sistema Karman de Planejamento de Hospitais*, se configuram num alentado *checklist*, que cobre todos os pontos da sua doutrina do hospital “vivo”. A preditividade, o *leitmotiv* presente em todos os seus projetos, aparece sob muitas formas neste sistema multidimensional:

- Planejar em função das dimensões tempo, economia e valência;
- Assegurar ao projeto arquitetônico um potencial de expansões programadas, inclusive de instalações e equipamentos, em consonância com os requisitos da arquitetura e da engenharia preditivas;
- Planejar preditivamente a segurança, a manutenção, a eficácia, a prevenção de acidentes e de infecções hospitalares. Assegurar a *continuidade operacional*, o fornecimento ininterrupto de água, vapor, eletricidade, oxigênio, gases e outros;
- Assegurar condições de competitividade, viabilidade econômico-financeira e atualizações.

Como vanguardeiro que foi, da estirpe dos cientistas, inventores e visionários, nem sempre era compreendido em sua devoção pela virtude arquitetônica, que via como fundamento essencial e insubstituível do hospital ideal. Acreditava que tudo devia se submeter ao crivo do bom senso, pois vence quem tiver um diferencial que o capacite a agregar um adicional de valor e a oferecer algo a mais.

Em sua outra dimensão, Jarbas Karman era também um grande educador. Fundou o IPH, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e de Pesquisas Hospitalares, escola que formou a primeira geração de administradores hospitalares no Brasil. Em março de 2008, poucos meses antes de seu fale-

cimento, ministrou a aula magna do curso de Arquitetura e Urbanismo da FAG, Fundação Assis Gurgacz, em Cascavel, no Paraná. Falando para uma plateia de setecentos estudantes, que lotaram o magnífico auditório da instituição, Jarbas Karman fez, pela derradeira vez, sua profissão de fé no hospital vivo: “sou apaixonado por hospital e é por isso que trabalho projetando estes prédios há mais de 60 anos”, explicou. “Gosto de mostrar aos acadêmicos as mazelas e as dificuldades enfrentadas dentro de um hospital, para que eles consigam entender melhor as necessidades da construção. Um hospital moderno deve ser um eterno canteiro de obras e estar sempre em busca de reformulações e melhorias em sua estrutura. Para isso é preciso que a construção seja planejada com esta finalidade.”

Homem de múltiplos predicados, o arquiteto Jarbas Karman foi também brindado com uma alma luminosa e romântica, de profunda dimensão humana. Quem mais, nos dias que hoje correm, faria uma homenagem à sua companheira de toda vida, batizando uma rua do bairro que urbanizou com seu nome? Quem mais construiria uma piscina infantil circundada por um aquário, de maneira a encantar as crianças que aprendem a nadar ao lado dos peixinhos no centro aquático que pertence à sua organização?

O historiador Thomas Carlyle, que viveu no século XIX, sustentava: “a história do mundo não é outra coisa senão a biografia dos grandes homens”. E, no Brasil, a história da arquitetura hospitalar teve em Jarbas Karman sua mais portentosa biografia. Somando mais de quinhentas obras projetadas, inovando e abrindo novas sendas, seu trabalho definiu os contornos do moderno hospital brasileiro.

Jarbas Karman, o menino mineiro que aos 17 anos de idade já projetava e assentava casas de alvenaria feitas de barro, fez-se engenheiro e descobriu-se com alma de arquiteto. Queria obras, mas as queria harmoniosas, humanas e belas. Afinal, não carregava “Bela” em seu próprio onomástico?

Para juntar arquitetura com sua vontade de servir, escolheu dedicar-se ao campo hospitalar. E para expandir seus horizontes, na cidade grande dos bandeirantes, imprimiu sua marca indelével no aprazível bairro do Sumaré.

Para fazer justiça ao lutador incansável, é preciso dizer que Jarbas Karman vestiu por inteiro o figurino do herói na definição de Carlyle: aquele que tem ideais e que vive para eles, transcendendo tudo o mais.

Premiado em todas as edições do *Hospital Best*, graças a votações expressivas de profissionais de saúde de todo o país, muitos dos quais trabalhando em hospitais que havia projetado, Karman sempre foi reconhecido

e respeitado por seus pares, admirado por seus alunos e discípulos. Jarbas Karman deixa um legado ímpar de realizações.

Este livro, com ensinamentos e reflexões que são frutos de uma vida de profícuo aprendizado, dá eloquente testemunho da maiúscula contribuição para o hospital brasileiro do maior dos nomes da arquitetura hospitalar patricícia, e projeta a luz que manterá acesa a grande mensagem do mestre dos mestres Jarbas Karman: o hospital vive!

Celso Skrabe

Administrador de empresas e presidente da
ABMS (Associação Brasileira de Marketing em Saúde)

*A enxurrada diária de notícias, dados, informações e
conhecimentos, torna-nos cada dia mais burros.
O importante é ter 100% de domínio sobre
nossos afazeres*

Prof. Kanes,
Ignorância progressiva

*Quanto tempo duram as obras?
Tanto quanto ainda não estão completadas.
Pois enquanto exigem trabalho
Não entram em decadência*

Bertolt Brecht,
Sobre a maneira de construir obras duradouras

*Evitar a celebração de rituais mágicos inúteis,
que apenas oneram os custos hospitalares*
Ministério da Saúde do Brasil

In memoriam

FRANCISCO XAVIER RIBEIRO DA LUZ,
pelo muito que fez pela engenharia sanitária

ELEMER MAURÍCIO KARMAN,
pelo muito que contribuiu para a formação de seus irmãos

RAUL BOLLIGER JÚNIOR,
pelo expoente que foi no aprimoramento do tratamento de ar

DONALD C. AXON,
pelas contribuições que deu à arquitetura hospitalar

Contribuições técnicas

Consigno aqui, com profundo reconhecimento, os agradecimentos aos colaboradores abaixo destacados, pelas valiosas e inestimáveis contribuições técnicas, produtos de muita vivência e pesquisa, e que tanto enriquecem esta obra, dedicada à manutenção e segurança de nossos estabelecimentos assistenciais de saúde:

FÍSICO ADELINO JOSÉ PEREIRA (Universidade de São Paulo) — tecnologias avançadas de diagnóstico e terapia, blindagem;

ENG. CARLOS TADEU DOS SANTOS — normas de instalações e serviços de eletricidade;

ENG. CELSO SIMÃO ALEXANDRE (Trox do Brasil) — instalações de climatização;

ARQ. DOMINGOS M. F. FIORENTINI — colaboração na publicação *Manutenção hospitalar preditiva* (1994, Pini);

ENG. HANS SONNENFELD (*in memoriam*) (Servtec) — instalações de ar condicionado;

SR. HUMBERTO P. IZIDORO (Steris Corporation) — equipamentos de esterilização;

ENG^a. JORGENY C. GONÇALVES — estrutura e fundações;

ENG. JOSÉ CARLOS REIS (Engefood) — equipamentos para serviços de nutrição;

ENG. MARCELO MACCHIA (Tintas Âncora) — tintas especiais para uso hospitalar;

PROF. MARCELO POLACOW BISSON — farmácia hospitalar;

ARQ. MARISTELA FURLAN e ENG. MÁRCIO DI CROCE (Fadamac) — pisos vinílicos;

ENG. RAUL BOLLIGER JÚNIOR (*in memoriam*) (Smacna Brasil) — conservação de energia;

ENG. RODRIGO MIGUEL GERMANO — instalações hidráulicas;

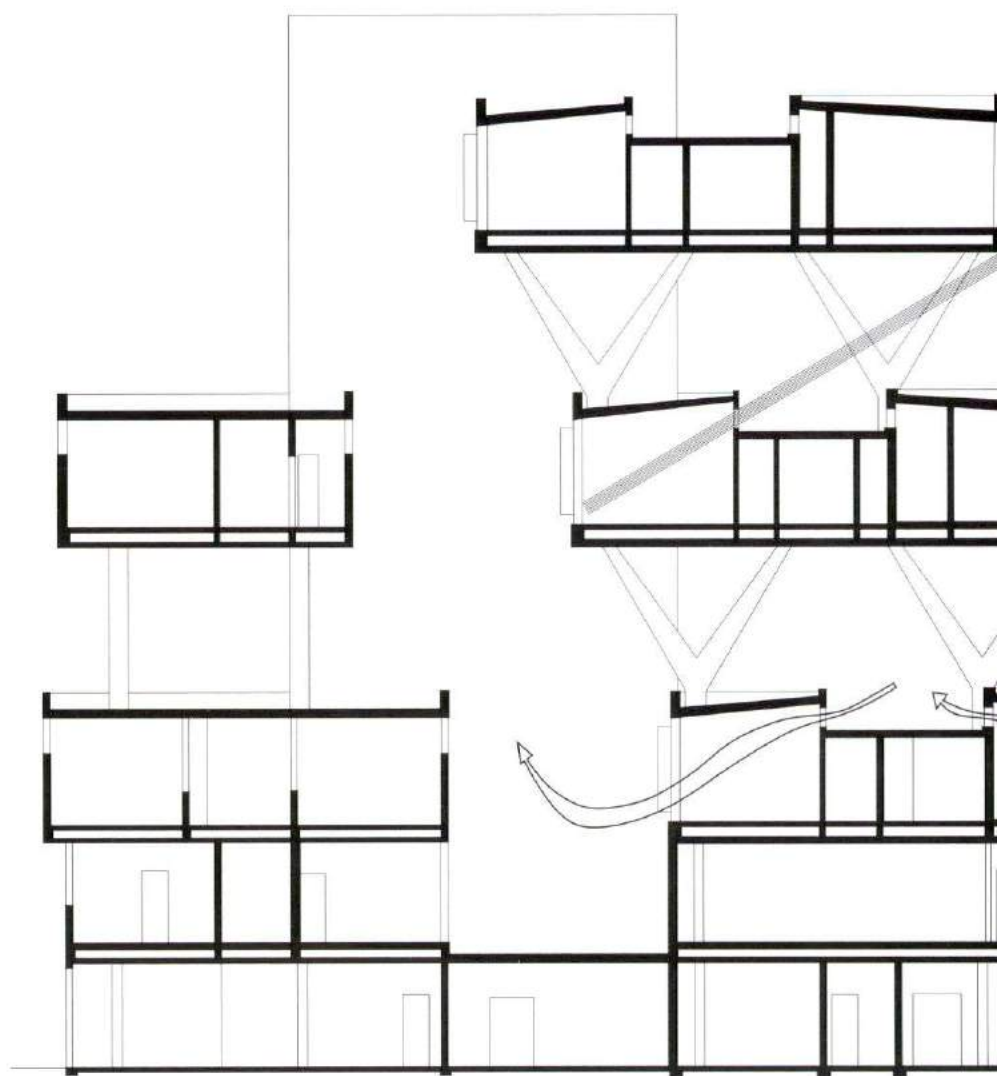
ENG. SIDNEY MARTINS FERREIRA — instalações elétricas;

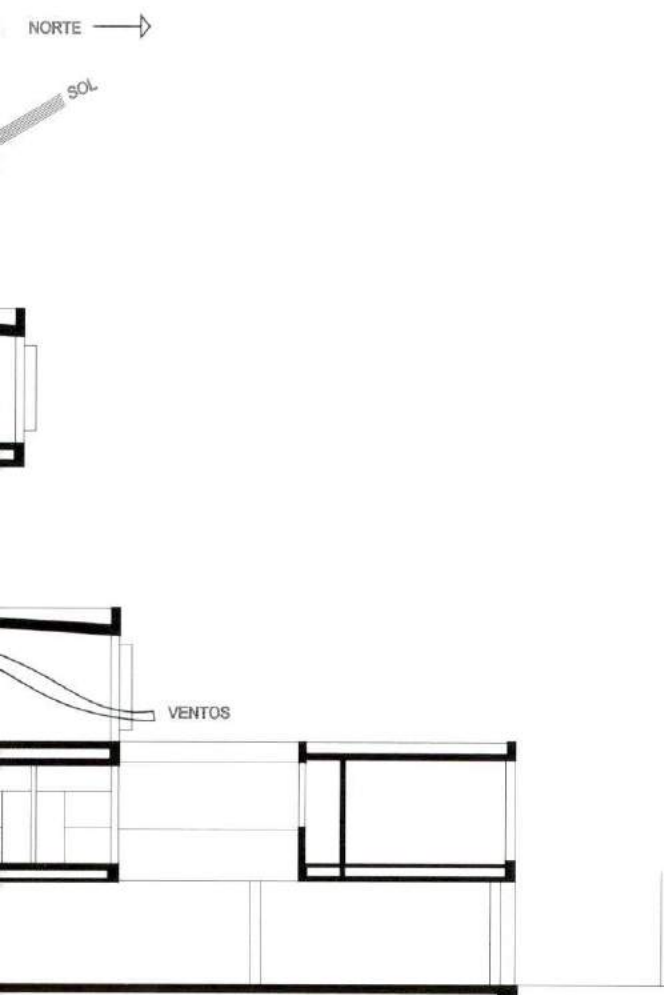
ENG. SIMON JACQUES LEVY (Abrava/Sindratar) — normas de ar condicionado;

ENG. THEODORO BENDER e ENG. SÉRGIO CASTELLARI (RDI, Representações e Distribuição Industrial) — equipamentos elétricos e eletrônicos.

Critérios preditivos

Hospitais doentes	Até quando? Responsabilidades?
Desperdícios	Por quê? Como preveni-los?
Qualidade, eficácia, segurança	Como implementá-las?
Compatibilização de projetos	Como conscientizar para a sua relevância?
Detalhamento do projeto	Quais os limites?
Arquitetura-administração-outros	Como "ideal-integrá-los"?
Caregivers	Como prevenir "stress givers"?
Conhecimento de causa	O quê? Por quê? Para quê? Como? Quando? Onde?
Pensar em tudo	Sequência? Em que momento? Concomitância?
Ideal-centrado, real-posicionado	Critérios? Integração? Efetivação?
Competitividade	Depende de quem e de quê?
Potencial de atualização	Quão voltário, preditivo, flexível, atualizável e sinérgico tornar um hospital?
Valências e covalências	Critérios, pesos e prioridades?
Avaliação pós-ocupação (APO)	Mais positiva quanto melhor for a avaliação pré-construção (APRO)
Vivência hospitalar	Como conscientizar para a sua importância?
Terreno errado	Hospital aleijado
Como nascer certo?	Embasando o EAS (estabelecimento assistencial de saúde) em conceitos e premissas corretas
Um hospital será tanto mais durável	Quanto mais componentes temporários tiver
Sustentabilidade	Como assegurá-la?
Planejamento baseado em evidências	Por avaliação criteriosa das mesmas
Six Sigma	Otimização da racionalização de cada um dos seis níveis
Just in time	Pronta disponibilização de suprimentos; livre de estocagem
Passo	Cada passo "dispensável" pesa e custa
Hospital, instituição inacabada	Permanente canteiro de obras





Hospital de Clínicas de Pelotas
Pelotas – RS, 1956; ver à pág. 419

Introdução

Uma nova publicação ou nova edição se deve em geral ao esgotamento da anterior. Assim, esse lançamento se justifica em decorrência do progresso e das conquistas onipresentes na área da saúde. Outra razão é a busca por textos técnicos atualizados, em face da sempre crescente complexidade hospitalar.

Este lançamento pode apresentar-se como uma nova edição de *Manutenção hospitalar preditiva*, bem como constituir-se em nova publicação. A opção recaiu sobre esta última. Não obstante o presente livro reproduzir algumas partes daquele primeiro manual, a começar pelo novo título, que melhor reflete a abrangência que lhe foi dada, houve um aumento substancial no número de capítulos, na quantidade de figuras e na variedade de abordagens, procurando acompanhar o desenvolvimento sanitário nacional.

Vemos instituições de saúde despontando, cada ano em maior número, não apenas com belas plásticas, mas com arquiteturas, técnicas e práticas administrativas e assistenciais sempre mais aprimoradas — incorporando não apenas medicina e equipamentos de ponta, mas também planejamento, operacionalização e gerenciamento de ponta, envolvendo um considerável contingente de profissionais. Estes estão cada vez mais aperfeiçoados, sequiosos por cultura, por cursos, seminários, congressos e publicações.

Grande contribuição à elevação dos nossos padrões hospitalares é o Programa Brasileiro de Acreditação Hospitalar, feliz iniciativa do Ministério da Saúde. À sua otimização, todavia, faz-se necessário que a arquitetura hospitalar e a engenharia hospitalar, com todas as suas interfaces e desdobramentos, estejam à mesma altura.

Não é sem satisfação que constatamos o pipocar de cursos de manutenção hospitalar preditiva, revelando que a publicação de 1996 — *Manutenção hospitalar preditiva* — deu frutos, e que o conceito de preditivo,

o planejamento antecipativo, consistente e responsável, veio mesmo para ficar. Outro fruto é o curso de Engenharia de Manutenção de Alta Especialização¹, em nível de pós-graduação, ministrado pelo IPH (Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e de Pesquisas Hospitalares), que vem preencher uma dramática lacuna nas instituições de saúde.

A insuficiente disponibilidade de profissionais especializados, afeitos à complexa infraestrutura hospitalar, não se faz sentir apenas na administração e no gerenciamento de instituições de saúde, mas também no planejamento hospitalar e na elaboração de projetos complementares, envolvendo instalações hidráulicas, elétricas, eletrônicas, de tratamento de ar e outras.

Ainda é pequeno o número de escritórios que elaboram projetos complementares alicerçados na vivência do dia a dia hospitalar, desinformação que também traz dificuldades a escritórios especializados em planejamento arquitetônico de instituições de saúde.

Procurando cooperar mais de perto com os profissionais de manutenção de hospitais, de projetos arquitetônicos e complementares, bem como com construtores e administradores de hospitais, esta obra aborda os temas mais recentes do universo da manutenção e segurança hospitalares: arquitetura hospitalar sinérgica, acreditação hospitalar, avaliação pré-construção e pós-ocupação, segurança hospitalar, aterramentos e nível equipotencial, qualidade de ar em ambientes assépticos, prevenção de contaminação (*Legionellas*, *Aspergillus*, *Pseudomonas aeruginosa* e biofilmes microbianos), prevenção e combate a cupins, provisão de espaços técnicos, cogeração de energia, uso e características de lâmpadas (incandescentes, fluorescentes, fluorescentes compactas, dicroicas, de emergência, germicidas); pisos vinílicos; economia de água; esterilização a baixas temperaturas; além dos recursos proporcionados por novas tecnologias de diagnóstico e terapia, como dermatovideoscópios, coronariotomografia ultrarrápida, Automated Endoscopic System for Optimal Positioning (AESOP), tomografia computadorizada por emissão de pósitrons (PET), tomografia computadorizada por emissão de fóton único (SPECT), ressonância magnética, etc. Por fim, damos especial destaque aos riscos a que todos os que utilizam e transitam em instituições de saúde estão sujeitos — outra razão para fazer constar “segurança” no título da presente obra.

Afora os erros médicos, arquitetônicos, de engenharia e administrativos, que por certo acontecem em hospitais em maior frequência que a sua

1 De 2001 a 2006: curso de pós-graduação em Engenharia e Manutenção Hospitalar.

divulgação permite conhecer, é sempre surpreendente o montante de erros de manutenção e de segurança.

É verdade que tudo se interliga em um hospital, tudo se entrosa e interdepende. Se não acontecessem tantos “erros humanos”, e houvesse mais responsabilidade e conhecimento de causa, muitas ocorrências, tais como infecções hospitalares, ociosidade, desperdícios, acidentes e mortes seriam evitados. Por exemplo, nada menos do que 45.000 mortes ocorrem anualmente no País em decorrência de infecções hospitalares, em um universo de 12 milhões de internações, ao custo de 10 bilhões de reais/ano, segundo dados do Colégio Brasileiro de Cirurgias. Também são elevados os desperdícios: o reuso da água servida para a descarga de bacias sanitárias proporcionaria uma economia de 40% do total da água consumida e taxa correspondente de esgoto; enquanto que o reaproveitamento do vapor condensado, devidamente retornado à caldeira, se pensarmos num universo de 6.000 hospitais, significaria a economia de 900 milhões de litros de água tratada, 60 milhões de kWh de combustível e 77 milhões de kWh de energia de bombeamento, isso sem computar as perdas térmicas, de pressão e outras tantas.

Eficiência, bom desempenho, segurança e biossegurança guardam estreita correlação com a manutenção, donde a necessidade de os hospitais darem o devido valor a tão importante segmento.

Jarbas Karman

Introdução à edição de 1996

É a conscientização da concepção: "Faça certo da primeira vez."

Eduard Demming

O físico encontra-se intimamente vinculado ao funcional — o planejamento arquitetônico, ao administrativo. Arquitetura hospitalar, engenharia de manutenção, bioengenharia, engenharia clínica, informática, engenharia hospitalar, organização e administração hospitalar são meios, procedimentos e recursos que, juntamente com as atividades dos profissionais de saúde, ensinam viabilizar o objetivo comum: proteção, promoção e recuperação da saúde.

O hospital, grande ou pequeno, é o equipamento social especialmente concebido e dotado para a consecução desses fins. Para tanto, o hospital recorre aos mais diferentes territórios, cada qual respondendo por uma produção, função ou desempenho. A eficiência da instituição depende do trabalho sincrônico, do agrupamento harmônico e da integração racional desses territórios. Alentam essa máquina complexa profissionais, técnicos e pesquisadores dos mais diversos ramos da atividade humana.

Apesar de diferentes e distintos entre si, territórios e usuários não prescindem de paredes, pisos, tetos, instalações, equipamentos e mobiliário, o que significa que qualquer componente ou integrante do complexo hospitalar, de uma forma ou de outra, acaba por encontrar-se direta ou indiretamente vinculado a algum tipo de manutenção ou dela dependente. Daí o importante papel da manutenção e a importância de uma chefia à altura.

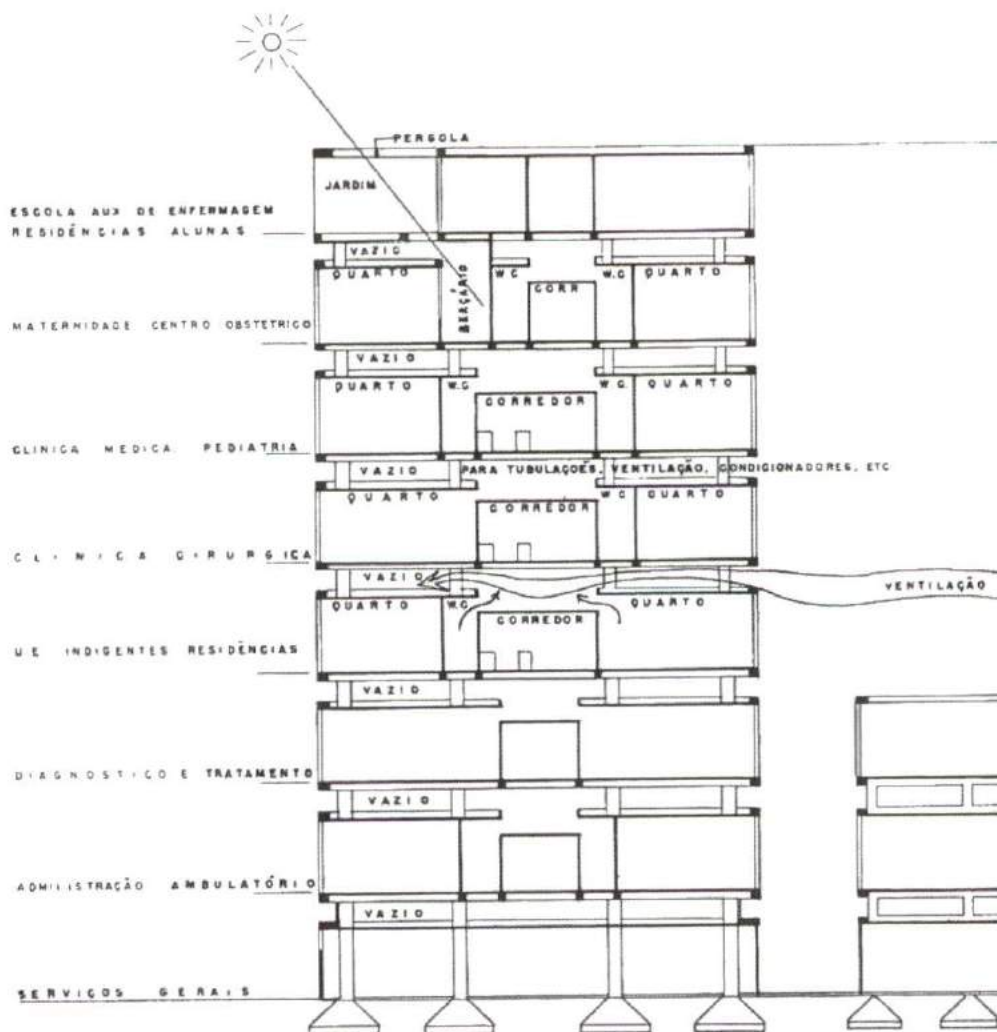
À chefia da manutenção, dia após dia, são acrescidas novas responsabilidades, exigidas novas aptidões e requeridos novos conhecimentos. Mudanças e progressos são constantes, contínuos e infundáveis; novos equipamentos e instalações, de progressivo custo, precisão, tecnicidade e sofisticação, demandam conhecimentos e cuidados crescentes, bem como acompanhamento, dedicação, organização, disciplina e responsabilidade.

O extraordinário patrimônio confiado à manutenção demonstra, por si, a alta qualificação, competência e eficiência requeridas da chefia, engenheiros de manutenção, bioengenheiros, especialistas e técnicos encarregados.

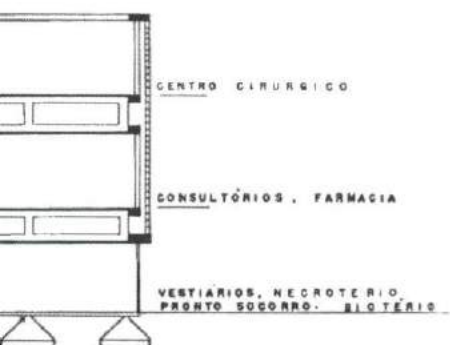
Presentemente, no organograma do hospital, cabe à chefia de manutenção um destacado posicionamento, muitas vezes junto à cúpula administrativa, mormente com as recentes conquistas da chamada manutenção administrativa. As qualificações da chefia evoluíram do dantes habilidoso artífice para o gabaritado detentor de nível universitário, portador de cursos de pós-graduação e de aperfeiçoamento. As chefias que se destacam projetam a instituição em que militam. Seus conhecimentos, realizações e pesquisas credenciam-nas a pronunciarem conferências, a participarem de ensino técnico e universitário, a atuarem como consultoras de outras instituições e a cooperarem com fabricantes e interessados em aperfeiçoamentos tecnológicos. São convidadas a prestigiar congressos, a publicarem trabalhos e a participarem de comissões empenhadas na elaboração de normas técnicas.

Se, pela natureza de suas atribuições, a manutenção já era requisitada pelos diversos setores do hospital, hoje é presença obrigatória a todo tempo, em todos os recantos da instituição, lidando com miríades de atividades e situações. Isso tudo é tarefa ingente, só superável com muita competência, organização e disciplina.

Um aspecto a ser ressaltado, e que emerge da crescente complexidade e tecnicidade do hospital, é a progressiva dificuldade de atualização da administração e das chefias em relação à parafernália de tecnologias, especialidades e diversidades atuais, donde a acentuada dependência das informações e das opiniões da chefia da manutenção quanto a reparos, conservação, operacionalidade, avaliação de custos, benefícios, orçamentos, novos investimentos, equipamentos, obras, instalações e atualizações, é sem dúvida crucial para uma tomada de posição segura e acertada. Cabe ainda à manutenção e à segurança hospitalar preditivas a importante atribuição adicional de salvaguardar a instituição contra o insidioso assédio da propaganda enganosa.



ADORE'S



Capítulo I

MANUTENÇÃO E SEGURANÇA GERAIS

1 Manutenção e segurança gerais

Este manual de manutenção e segurança preditivas pretende ser um guia, uma abertura para sistematização. Visa suprir elementos básicos, ora abrangentes, ora particularizados, da vivência hospitalar, chamando a atenção para a manutenção e a segurança no contexto do hospital atual e propiciando uma tomada de consciência sobre a importância da manutenção e da segurança preditivas, preventivas e da continuidade operacional.

Uma das ideias mais desenvolvidas no livro é justamente a de segurança (inclusive no seu sentido de *prevenção de infecções*), pois manutenção e segurança hospitalares complementam-se.

Ademais, o presente preâmbulo não estaria completo se não enfatizasse o importante papel dos responsáveis pelos projetos arquitetônicos, de engenharia e de instalações, bem como dos responsáveis pela administração daquilo que chamamos *edifício sadio* e *edifício inteligente* (*high-tech building*).

Atualmente, se fazem presentes nas instituições de saúde, em maior ou menor escala, importantes conquistas no campo da informação, da automação predial, da economia de energia, do controle de pessoal, de visitantes, de usuários, de materiais, de produtos, de produção e outros. Isso reforça a necessidade de humanização, manutenção, segurança, prevenção de incêndios, de invasões, de infecção hospitalar, de desperdício, de ociosidade e de atualização serem objetos de preocupação e planejamento desde a fase de

concepção da futura instituição. A prevenção do *edificio doente* e a manutenção do hospital se iniciam na concepção do seu projeto arquitetônico.

2 Manutenção e segurança hospitalares

O presente manual visa fornecer subsídios a arquitetos, engenheiros e administradores, a responsáveis pelo serviço de manutenção e segurança e a todos os integrantes de hospitais, quer a eles sejam diretamente vinculados, ou ainda indiretamente ou esporadicamente envolvidos com os multifacetados aspectos do onipresente problema de sua manutenção e segurança.

O hospital é uma empresa destinada a assistir pessoas, a prevenir doenças, a tratar e reabilitar pacientes, a elevar o padrão profissional e a realizar pesquisas. Tais atividades requerem instalações específicas. O hospital é considerado um dos empreendimentos mais complexos sob o ponto de vista arquitetônico, de engenharia, de instalações, de equipamentos, de segurança, bem como de tecnologia e de administração. Seus equipamentos, aparelhos, instalações e suprimentos são de uso contínuo e constante. Devem estar prontos, disponíveis e a postos para uso imediato, durante 24 horas por dia. Interrupções durante um procedimento ou o retardo em sua disponibilização podem levar a desfechos graves ou fatais. A manutenção de um hospital é diversificada e progressivamente mais técnica e especializada. Disso decorre que todos os setores interessados devem caminhar atrelados. A previsão e detecção precoce de falhas ou defeitos coíbe interrupções e interdições, além da mobilização desnecessária de recursos.

A manutenção encontra-se intimamente relacionada à eficiência operacional, em direta dependência da vulnerabilidade de determinado equipamento, instalação ou procedimento. Sabendo-se que não existe entorno, equipamento, máquina, aparelho ou instalação que não requeira certo grau de manutenção ou não esteja sujeito a fadiga ou a limitação da vida útil, decorre que uma manutenção programada, sistemática, efetiva, responsável e vigilante são sempre importantes. Isso, sem dúvida, representa um investimento dispendioso. O mesmo, porém, é compensado pelo retorno de altos dividendos materiais e humanos.

3 Manutenção e segurança orgânicas

3.1 Manutenção e segurança preditivas

A arquitetura hospitalar, sob o aspecto de preditividade, é integrada por arquiteturas de diferentes naturezas, como arquiteturas segurança-preditiva, infecção-preditiva, administração-preditiva, humanização-preditiva, manutenção-preditiva e ainda outras.

As arquiteturas manutenção e segurança-preditivas, também chamadas arquitetura de manutenção e segurança ou mesmo *manutenção e segurança orgânicas*, originam-se já na prancheta (ou na tela do computador) e destinam-se a incorporar à futura instituição os requisitos arquitetônicos, construtivos, de instalações e de funcionamento, capazes de viabilizar e tornar a futura manutenção do hospital econômica, racional e segura.

3.2 Flexibilidade

A fim de viabilizar a manutenção e a segurança preditivas, devem ser assegurados ao hospital diversas formas de flexibilidade e acessibilidade, tais como: espaços interandares, pavimentos técnicos, paredes técnicas, estrutura com modulação defasada da modulação arquitetônica, passadutos (*shafts*), espaços técnicos horizontais e verticais, lajes desobstruídas, lajes planas protendidas e sem vigas, além de lajes e vigas passíveis de furações presentes e futuras, outros.

3.3 Instalações sepultadas

Quanto mais ordenadas, acessíveis e expostas forem as instalações, mais fácil será a sua manutenção e menos penosas e onerosas as alterações, extensões e derivações, donde se ressalta a importância de espaços técnicos horizontais e verticais. O sepultamento em alvenaria, estrutura ou solo, por sua vez, constitui solução das menos recomendadas. A título de exemplo, poderíamos citar as instalações hidráulicas de banheiros, quando dispostas sobre lajes rebaixadas e cobertas por lajes ou placas fixas ou removíveis. Na prática, além de todos os inconvenientes — de interdição de uso do compartimento, remoção de móveis, acabamentos e outros — as placas, mesmo as removíveis, são de difícil recolocação, estabilização e vedação de juntas.

Solução interessante, já por nós preconizada em 1958, inclui espaços técnicos horizontais e verticais e pavimentos técnicos, e tem-se demonstrado prática, eficaz e funcional, ainda assegurando fácil acesso e flexibilidade à instituição.

Os dutos sepultados no solo a partir de valas abertas estão sujeitos a corrosão, deformações, rompimentos e vazamentos de difícil percepção, localização e reparo. A melhor solução para tal necessidade tem sido os porões técnicos e as galerias visitáveis; preservadas contra alagamentos ou inundações.

3.4 Continuidade operacional ou de utilização

A responsabilidade do hospital para com os seus usuários e a natureza de suas atividades não permitem falhas, faltas ou interrupções no abastecimento de insumos ou suprimentos, nem mesmo a falta de equipamentos de suporte à vida. Isso confere características próprias à manutenção e à segurança hospitalares, condensadas no conceito de *continuidade operacional* ou de utilização.

Nunca é demais enfatizar que a ninguém é permitido “brincar” de hospital. A nenhum profissional, tanto aqueles responsáveis pelo projeto e pela construção desse tipo de instituição de risco, como àqueles que neles atuam, é dado pôr em jogo a integridade de quem a ele recorre e a ele confia a sua vida e a de seus familiares. O mesmo vale para os seus funcionários e visitantes.

Não são raros os casos de acidentes e incidentes hospitalares reportando pacientes descerebrados, eletrocutados, intoxicados, infectados, queimados, traumatizados, mutilados, afetados e vitimados por ocorrências diversas. Traumas, sequelas e óbitos podem ser provocados por interrupção ou falta de oxigênio, energia elétrica, água, vapor, vácuo e gases, ou mesmo decorrentes de equipamentos inoperantes; pacientes descerebrados por erro na mistura de nitrogênio e oxigênio na composição do ar sintético (ou ainda por nitrogênio, introduzido na rede de oxigênio para teste de vazamentos); falta de aterramento ou de nível equipotencial; suprimento de água contaminado por *Legionella*, de ar por *Aspergillus*, ou outros contaminantes, por inadequado tratamento; contaminação de áreas assépticas por extravasamento de esgoto pelos ralos; infecção por instrumental precariamente esterilizado em autoclave, cujo ar não foi devidamente expurgado; aspiração de água poluída para dentro da rede de água potável por falta de prevenção de pressão negativa; hemodiálise com água inadequadamente tratada (contendo cloramina); incêndios ou explosões de óxido de

etileno, ciclopropano, de torpedo de oxigênio, *drewers* de hélio, cilindros de acetileno, de oxigênio cujo registro fora lubrificado ou de botijões de gás combustível por descumprimento de normas de segurança; incêndio propalado pelo duto de exaustão da cozinha, decorrente de falta de manutenção de filtros de gordura ou de coifas; explosão e incêndio provocados por cigarros durante o assentamento de placas de piso vinílico e pintura de paredes (presença de solventes inflamáveis); incêndio provocado por curto-circuito; quedas graves em cozinhas e lavandarias causadas por pisos de baixo coeficiente de atrito ou por falta de remoção de gordura depositada; quedas fatais de janelas ou escadas desprovidas de proteção; riscos à saúde por inadequada blindagem contra radiações e por falta de atendimento ao intervalo de decaimento de rejeitos radioativos e muitos outros mais. Essa infinidade de exemplos refere-se apenas às áreas físicas dos EAS (estabelecimentos assistenciais de saúde).

4 Manutenção e segurança operacionais

4.1 Manutenção e segurança administrativas, preventivas e corretivas

O desempenho da manutenção e da segurança operacionais é diretamente dependente da otimização da manutenção preditiva. São preditivas por serem *antecipativas*, por precederem a manutenção operacional e por predeterminarem a sua atuação nas diferentes áreas da instituição — por agirem, preverem, prevenirem e tomarem providências previamente, antecipando-se a fatos, ocorrências, procedimentos, acontecimentos e realizações.

4.2 Manutenção e segurança operacionais

Compreendem a manutenção e segurança operacionais a manutenção e segurança administrativas, preventivas e corretivas, cada uma delas atuando de diferentes formas e em diferentes momentos. A seguir, esmiuçaremos as linhas de ação de cada uma dessas modalidades.

4.3 Manutenção e segurança administrativas

A manutenção e a segurança administrativas objetivam um planejamento abrangente, de cúpula, em estreita consonância com a administração

do hospital. Antepõem-se à manutenção e segurança preventivas e corretivas; antecedem-nas por estribarem-se previamente em análises, avaliações, pesquisas, testes, ensaios e planejamento lastreado e técnico. Objetivam, acima de tudo, segurança e manutenção alicerçadas. Buscam otimização, potencialização, segurança e eficiência a custos compatíveis, preocupando-se com a escolha da melhor oportunidade, da melhor solução e do procedimento mais adequado. Equacionam e avaliam ônus, consequências e benefícios, em projeções de curto, médio e longo prazo.

Tais posicionamentos, preocupações e objetivos transcendem as atribuições tradicionalmente delegadas aos serviços de manutenção de hospitais. Aos mesmos, geralmente, nem sequer são facilitadas condições ou conferidos suportes à altura de suas responsabilidades.

Cada vez mais o hospital se revela um *permanente canteiro de obras e instituição à espera de conclusão* — alterações, inovações, avanços tecnológicos, mudanças, reformas e obras novas se sucedem; equipamentos e instalações são mais frequentemente substituídos; a vida útil dos produtos e a luta contra a obsolescência física e funcional tornam-se mais presentes —, gerando a necessidade de respostas, planejamento, ações e investimentos sempre mais ágeis. As interrupções causadas por reformas, reparos e instalações prolongadas têm preços passíveis de prévia avaliação, em escala de custo/benefício. Já as interrupções impostas, imprevistas, não programadas, como aquelas causadas por falha no fornecimento de oxigênio ou energia elétrica em casos de suprimento a pacientes críticos, pode custar vidas ou sequelas; ocorrências inadmissíveis na concepção de manutenção programada, suprimento e continuidade operacional e de utilização.

A manutenção e segurança administrativas ou programadas, devidamente estruturadas e assessoradas (inclusive, quando necessário, por especialistas contratados), planejam, realizam e implantam controles de funcionalidade, de eficiência, de manutenção e de segurança; cuidam das condições de operacionalidade da instituição; aquilatam, fazem projeções e determinam providências; analisam áreas críticas, orientam a manutenção e segurança preventivas e a manutenção e segurança corretivas no sentido de segurança máxima e de continuidade operacional; previnem surpresas, acidentes, incidentes, faltas, falhas, interrupções, omissões, descontinuidades e emergências. Preveem, além disso, necessidades presentes e futuras; traçam e avaliam curvas de crescimento e de carência, implantando programas alternativos e projetos corretivos; alocam verbas, providenciam recursos

humanos, materiais e treinamentos, dentro das possibilidades do cronograma físico-financeiro e da programação da administração do hospital.

4.4 Manutenção e segurança preventivas

A manutenção e segurança preventivas consistem na tomada de uma série de cuidados ou providências antes do surgimento de problemas, no sentido de evitá-los, de preveni-los. Embora preferível, essa modalidade de manutenção e segurança nem sempre é possível ou viável. Uma inspeção cuidadosa, que possibilite atender a uma anormalidade em suas primeiras manifestações, pode fazer com que a manutenção e segurança prescindam de interferências corretivas. Entretanto, o retardamento no diagnóstico e nas providências pode levar ao agravamento, encarecimento e complicações dos problemas.

A manutenção preventiva impõe-se por ser um critério racional, que permite a utilização de determinado bem até o limite real de sua vida útil, determinando a programação da sua substituição, antes de uma quebra ou interrupção de serviço. A vigilância atenta a componentes e equipamentos promove uma manutenção e segurança preventivas. A inspeção cuidadosa do funcionamento de uma máquina pode detectar, por exemplo, o ruído anômalo de um rolamento — a sua substituição antes do aparecimento de outros problemas é um procedimento típico de manutenção e segurança preventivas ou, mais especificamente, de *manutenção e segurança preventivas condicionadas*.

Manutenção e segurança preventivas são abrangentes e ocupam-se da inspeção e manutenção do interior do prédio — suas instalações, equipamentos fixos, móveis e mobiliário — e do seu exterior, incluindo o campus, acessos e estacionamento. Seu desempenho depende diretamente de um serviço de manutenção e segurança devidamente estruturado, atuante, garantido dos necessários recursos e apoiado pela manutenção e segurança administrativas e pela administração do hospital.

4.5 Manutenção e segurança regular ou de rotina

A manutenção regular ou de rotina implica execução de trabalhos de rotina, repetidos a intervalos periódicos, como: limpeza de calhas, bueiros, caixas de efluentes; troca de filtros de ar condicionado e lubrificação de ventiladores; reaperto de parafusos e porcas; ajuste de correias; controle

de válvulas, registros, temperatura, voltagem; inspeção das condições de madeiramento de telhados, de portas e móveis (sujeitos a cupins) e de peças metálicas (sujeitas a oxidação). A manutenção de rotina é programada de modo a contemplar todos os setores e departamentos, com visita regular e contínua; constitui parte da manutenção preventiva. Um exemplo é a implantação do esquema de aterramento IT, só viável em instituições de saúde que contam com um serviço de manutenção vigilante, capaz de prontamente detectar ocorrências; o que é essencial à segurança de um sistema elétrico.

4.6 Manutenção e segurança preventivas condicionadas

Esta modalidade de manutenção e segurança procura apurar as condições e o estado dos equipamentos, máquinas ou aparelhos, recorrendo a tecnologias mais elaboradas, e não apenas baseando-se em critérios estatísticos, cronológicos, de produção, vida útil e outros. A manutenção e segurança preventivas condicionadas possibilitam um diagnóstico mais acurado e uma intervenção mais precisa que permitem um acompanhamento preventivo seguro, por recorrer a técnicas e instrumentos especializados. A espectrometria, por exemplo, realiza diagnósticos através de análise das partículas presentes no lubrificante; a ferrografia, por sua vez, quantifica o desgaste através de exame microscópico de limalhas transferidas ao lubrificante; o ultrassom, por fim, detecta fissuras estruturais. Complementam os recursos disponíveis a macroscopia, os raios X, a esclerometria e outros.

4.7 Manutenção e segurança corretivas

A manutenção e segurança corretivas constituem-se em uma das etapas da manutenção e segurança; cuidam especificamente de reparos, consertos e substituições; atuam a reboque dos acontecimentos; são as menos desejáveis e as mais onerosas, nem por isso, no entanto, menos necessárias. Elas prevalecem, principalmente, na ausência ou deficiência de outras modalidades anteriores de manutenção e segurança, devotadas ao planejamento e à antecipação dos problemas

4.8 Manutenção e segurança vigilantes, de emergência e de reparos

Manutenção e segurança vigilantes e manutenção e segurança de emergência são as que se encontram a postos, para atender os reparos mais

usuais, como defeitos em tomadas elétricas, bombas d'água, regulação de válvulas, problemas com iluminação, condutores, fechaduras e boias; e a emergências como vazamentos, rompimento de dutos, curto-circuitos, válvulas de descarga disparadas, entupimentos, transbordamentos, falta de energia, enguiço de elevadores, etc. Os reparos usuais e pequenas tarefas costumam ficar sob a responsabilidade de um encarregado da manutenção e segurança itinerante, afeito a serviços gerais e munido de caixa de ferramentas ou carrinho dotado de escaninho para o ferramental e acessórios. Instituições maiores requerem mais de um encarregado itinerante.

4.9 Instalações a cargo da manutenção

As instalações, construções e equipamentos novos, transportes e mudanças, apesar de não dizerem respeito a funções de manutenção propriamente dita, costumam ser atribuídas à manutenção, inclusive algumas pequenas obras civis.

5 Alguns exemplos

Definidas as diversas modalidades de manutenção e segurança, exemplificamos a seguir algumas situações nas quais a manutenção e segurança preditivas (a), preventivas (b), corretivas (c) atuam na operacionalização do hospital, preservando ou afetando a continuidade operacional (d).

5.1 Suprimento de vapor

- a. Manutenção e segurança preditivas diligenciam, já durante a fase de projeto, que o hospital seja contemplado com mais de uma caldeira, mesmo quando apenas uma caldeira já oferece produção suficiente para atender à demanda total.
- b. Em caso de omissão da manutenção e segurança preventivas, causando inadequado tratamento de água ou não recirculação da água tratada, forma-se incrustação nas tubulações.
- c. Assim, manutenção e segurança corretivas veem-se obrigadas a paralisar a caldeira para reparos e remoção das incrustações.
- d. A continuidade operacional é preservada graças à provisão da caldeira suplementar, que assegura ao hospital um suprimento ininterrupto de vapor.

5.2 Extensões e instalações

- a. *Manutenção e segurança preditivas* diligenciam que o projeto estrutural dimensione todas as vigas com altura tal que não ultrapasse o limite máximo pré-estabelecido acima do forro falso, assegurando espaço livre, uniforme e contínuo sob vigas ou lajes, e acima de forros em toda a extensão dos tetos de um mesmo pavimento, visando a passagem desobstruída de dutos.
- b. *Manutenção e segurança preventivas* têm, conseqüentemente, preservado o livre acesso às instalações através de forros removíveis, para a manutenção e a segurança de rotina.
- c. *Manutenção e segurança corretivas* executam reparos e extensões das redes com facilidade e a qualquer momento e local necessários, utilizando o espaço técnico contínuo e acessível, acima de toda a extensão do forro do pavimento.
- d. A *continuidade operacional* é, portanto, preservada, já que novas instalações, alterações e acréscimos nunca são impossibilitados, dificultados ou onerados, nem mesmo interferem no normal funcionamento dos sistemas preexistentes.

5.3 Suprimento de oxigênio

- a. *Manutenção e segurança preditivas* diligenciam que a rede de suprimento de oxigênio seja planejada (e executada) em anel e provida de manômetros, registros e alarmes por trechos ou setores predeterminados.
- b. *Manutenção e segurança preventiva* detectam um vazamento e procedem à sua estagnação por meio de fechamento de registros, instalados em pontos vitais pela manutenção preditiva e de segurança.
- c. *Manutenção e segurança corretivas*, por sua vez, executam reparos no segmento isolado por e entre registros seccionadores.
- d. Com isso, a *continuidade operacional* é preservada: o suprimento de oxigênio prossegue normalmente, sem interrupção, assegurado pelas partes não seccionadas do sistema em anel (horizontal, vertical ou misto).

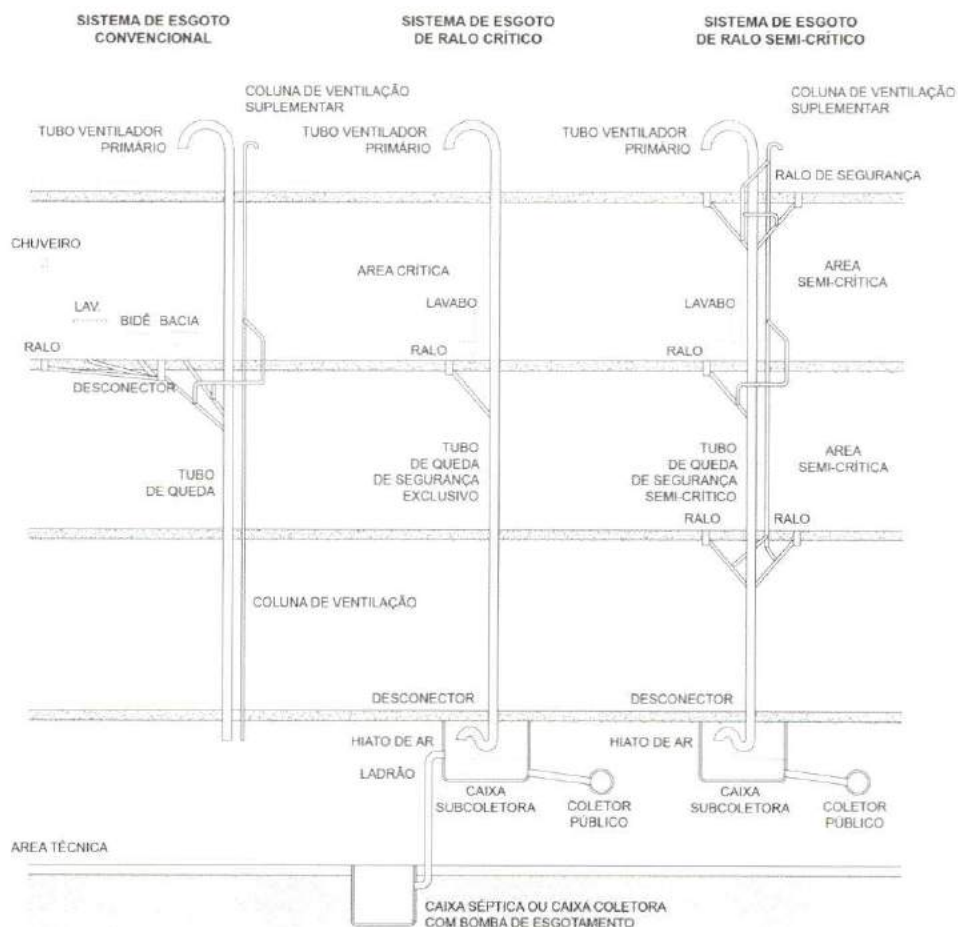
5.4 Extravasamento de ralo em área crítica (Figura 1, pág. 50 — ralo de segurança unitário e múltiplo)

- a. *Manutenção e segurança preditivas* deixam de prever e prover o projeto do hospital com ralos de segurança junto aos lavabos de escovação, em área asséptica (como centros cirúrgicos).
- b. *Manutenção e segurança preventiva*: por falta de regulação da válvula de descarga, a bacia sanitária é privada do necessário volume ou pressão de água, provocando obstrução da rede de esgoto, decorrente do acúmulo de papel higiênico, com consequente refluxo de efluente pelo ralo.
- c. *Manutenção e segurança corretivas* procedem ao fechamento de registros e à desobstrução da rede — enquanto a mesma não for liberada, as áreas afetadas e as instalações sanitárias a montante são mantidas interditadas.
- d. *A continuidade operacional* é afetada: cirurgias são suspensas enquanto perdurar a contaminação dos pisos pelo efluente extravasado pelo ralo; as atividades nos pavimentos superiores são atingidas pela interdição do uso da água, até a conclusão da desobstrução e da desinfecção dos pisos contaminados.

5.5 Água não potável: descarga de bacia sanitária (Figura 2, pág. 51)

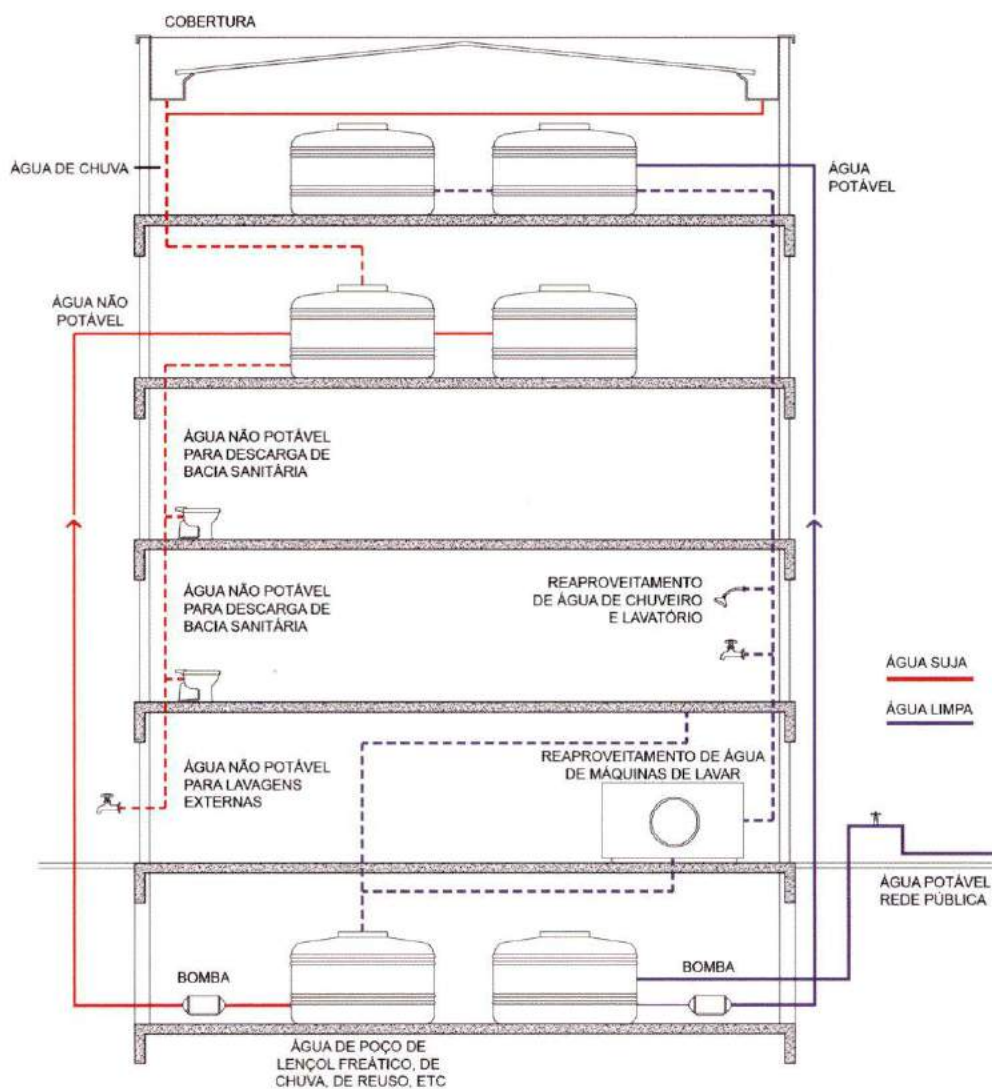
- a. *Manutenção e segurança preditivas* proveem com dispositivo de segurança e alarme o sistema de reservatório superior e de elevação de água de reuso, não potável (proveniente de lençol freático, poço, água de chuveiro, de lavatório, de máquina de lavar roupa, de água de chuva, etc.), destinada ao abastecimento das descargas das bacias sanitárias do edifício. A água de reuso, após devidamente analisada, avaliada ou, quando necessário, clorada e tratada, presta-se ainda a outros fins, como irrigação e lavagem de calçadas.
- b. *Manutenção e segurança preventivas* não fornecem a conservação devida ao sistema automático e de alarme, causando, em consequência, a interrupção do sistema de elevação de água de reuso.
- c. *Manutenção e segurança corretiva* procedem com o conserto das bombas afetadas.

Figura 1
RALO DE SEGURANÇA, UNITÁRIO E MÚLTIPLO
(Ilustração esquemática sem escala)



Coluna independente para coibir refluxo de ralos e desconectores.
Tubo de queda privativo, desvinculado da rede de esgoto.

Figura 2
 ÁGUA NÃO POTÁVEL: DESCARGA DE BACIA SANITÁRIA
 (Ilustração esquemática sem escala)



- d. A *continuidade operacional* é afetada: enquanto o sistema de suprimento de emergência de água potável não supre as caixas de água de reuso, o uso das bacias sanitárias é interditado e odores são disseminados. A instituição é onerada com o consumo adicional de água potável, o desconforto e os transtornos decorrentes das interdições.

5.6 Desperdício de energia elétrica

- a. *Manutenção e segurança preditivas* deixam de instalar reservatório de água intermediário, à altura alcançada pela pressão manométrica da rede de abastecimento público.
- b. *Manutenção e segurança preventivas* veem-se obrigadas a elevar a totalidade de água consumida pelo edifício por meio de bombas de água, à altura total do edifício.
- c. *Manutenção e segurança corretivas* têm de atender ao maior desgaste dos equipamentos e ao sistema de bombas elevatórias mais potente.
- d. A *continuidade operacional* é preservada, todavia, a custo de desperdício de energia elétrica, doutra forma prescindível.

6 Estruturação de um programa de manutenção e segurança

A estruturação de um plano de manutenção e segurança, principalmente em hospitais já em operação, pode se constituir em uma tarefa de longo prazo e difícil implantação, a cargo da manutenção administrativa. A estruturação requer levantamento, avaliação e análise de uma quantidade apreciável de dados e elementos, a saber:

6.1 Cadastro do patrimônio

- Edifícios
- Benfeitorias
- Instalações
- Áreas externas
- Projetos atualizados (*as built*)
- Outros

6.2 Cadastro dos equipamentos

Cabe à manutenção administrativa proceder e manter em dia o cadastro completo dos equipamentos e aparelhos da instituição, contemplando:

- Nome, identificação, marca, modelo, data de aquisição;
- Função;
- Número de referência;
- Características elétricas, eletrônicas, mecânicas e hidráulicas e outras;
- Localização;
- Instruções e recomendações;
- Medidas de segurança;
- Vida útil: tempo de uso, procedência, produção, conservação, solicitações a que se encontra submetido;
- Estoque mínimo, controle de prazos para obtenção de componentes e reposição, inclusive de importados;
- Peças vitais, reposição automática de estoque;
- Cotejo entre equipamentos instalados e equipamentos de última geração;
- Avaliação conserto/substituição (equipamento existente por novo ou atualizado) em função de custo, eficiência, progresso e despesas com recursos humanos, conservação e consumo;
- Aquisições — acompanhamento na especificação, fabricação e recebimento;
- Etiquetagem de equipamentos, constando data de inspeção, lubrificação, substituição, responsável e outras indicações;
- Outras que se fizerem necessárias.

7 Organização de um programa de manutenção e de segurança

7.1 Organização geral

A complexidade do hospital reflete-se na estruturação, organização e administração do seu serviço de manutenção e de segurança. Suas múltiplas atividades e responsabilidades são consideravelmente facilitadas pelos

recursos da informática — sistemas informatizados de gestão substituem com vantagem o tradicional e superado sistema de fichário. A facilidade de armazenamento e fornecimento de um enorme volume de dados, informações, entradas e saídas, providências, tarefas, listagens, cronogramas, controles, registro diário de atividades e histórico de equipamentos conferem agilidade, segurança e confiabilidade à manutenção e à segurança. Compete à organização geral, a cargo da manutenção e segurança administrativas:

- Definir o sistema de organização pretendido;
- Detalhar o programa de manutenção, segurança, conservação, substituições e reparos;
- Cadastrar o pessoal de manutenção e de segurança, número, especialidades, qualificação, treinamento;
- Definir áreas de atribuição por encarregado e responsabilidades por defeitos, desarranjo, quebra, atraso, reclamação ou inadequada execução;
- Definir as necessidades e o tipo de conservação e de segurança por equipamento, por instalação, departamento ou local;
- Estabelecer a frequência de inspeção;
- Determinar as tarefas de responsabilidade por encarregado;
- Instituir controle de pessoal, trabalhos executados, tempo despendido, material empregado, equipamento instalado ou reparado; custos, controle de produção, controle de qualidade e outros;
- Fornecer instruções referentes a uso, funcionamento, precauções, segurança e outros;
- Manter à disposição catálogos, manuais, projetos, gráficos, tabelas, diagramas e outros;
- Registrar e controlar o número e a natureza de solicitações e de emergências;
- Estabelecer sistema de requisições e controle, utilizando formulário, correio eletrônico, telefone, telefax, intranet, rede interna, monitoração e outros;
- Proceder à contratação de serviços de terceiros;
- Elaborar programação orçamentária; avaliar dispêndios;
- Levantar dados estatísticos; análise e interpretação;

- Elaboração de relatórios, resultados, informações e conclusões;
- Proceder à retirada de equipamentos e aparelhos para vistoria, revisão, conservação, aferição, testes e reparos, mediante programação com as respectivas chefias;
- Protocolar toda a retirada, saída ou devolução de materiais, aparelhos ou equipamentos;
- Informar ao requisitante o recebimento de material solicitado ou aguardado, tão logo cadastrado pelo almoxarifado;
- Outros.

7.2 Normas, rotinas e treinamento da equipe de manutenção e segurança

O serviço de manutenção e segurança deve ser regido por normas e rotinas escritas, elaboradas pela manutenção e segurança administrativas. Cada profissional da equipe deve ter suas atribuições, obrigações e procedimentos explicitados, conservando em seu poder uma cópia escrita dessas rotinas, visando a sua memorização e um maior rendimento das sessões de treinamento em serviço ou de reciclagem.

Para cada novo equipamento instalado, deve ser elaborado o correspondente programa de inspeção, lubrificação, vistoria e de quaisquer outros requisitos específicos. Cabe à manutenção e à segurança transmitir aos operadores as particularidades e cuidados relativos ao novo equipamento, inclusive por escrito, fornecendo-lhes cópia das recomendações do fabricante, bem como a assistência e treinamento necessários. Nesse sentido, uma estreita cooperação entre os departamentos do hospital e a manutenção e segurança é altamente positiva.

7.3 Oficinas

A manutenção e segurança preditivas devem prever e prover oficinas em número, dimensões e com as especializações necessárias, dotadas de equipamentos e ferramental adequados. Além disso, manutenção e segurança não devem sucumbir à tentação de se transformarem em mera oficina de produção de móveis, aparelhos, instrumentos e peças. Se conseguir cobrir a indispensável conservação das instalações, preservação do patrimônio e operacionalização da instituição a contento, terão logrado grande feito.

7.4 Arquivo

Um programa de manutenção e segurança bem estruturado deve incluir em sua organização:

- Mapoteca: arquivo de projetos e desenhos, a ser mantido atualizado (*as built*); arquivos e manuais eletrônicos, programas digitais;
- Arquivo de catálogos, CDs, DVDs, disquetes, sites referentes aos equipamentos e aparelhos instalados, bem como aos últimos progressos nacionais e internacionais (independentemente de interesse em sua aquisição);
- Arquivo de instruções e detalhes de montagem referentes a instalação, conservação e operação de equipamentos;
- Relação de aparelhos, equipamentos, ferramentas e outros com suas respectivas características;
- Biblioteca técnica, reunindo livros, revistas, publicações, filmes, slides, CDs, DVDs, pen drives, iPods, mp3, mp4, hardwares que permitam transmissão de dados digitais, arquivos eletrônicos, videocassetes e outros diapositivos, nacionais e importados;
- Cadastro de estoque de peças de reposição (mantidas em almoxarifado organizado);
- Normas, rotinas e instruções de uso de equipamentos;
- Cadastro de fabricantes, fornecedores, empresas de manutenção, de consertos, mão de obra especializada e outros;
- Cadastro de hospitais que mantêm serviços de manutenção e segurança eficientes (chefia, endereço e outros) para intercâmbio e contatos;
- Cadastro de cursos de formação, atualização e aperfeiçoamento em manutenção, bioengenharia, engenharia clínica, segurança, prevenção de acidentes e incêndios, entre outros;
- Congressos, palestras, conferências, reuniões, seminários e mesas-redondas ligados à especialidade; inclusive de comissões de intercâmbio e estudo. Alguns exemplos são:

ABDEH — Associação Brasileira para o Desenvolvimento do Edifício Hospitalar

ABNT — Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRAMAN — Associação Brasileira de Manutenção

ABRAVA — Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento

COBEI — Comitê Brasileiro de Eletricidade

CQH — Programa de Controle da Qualidade Hospitalar da Associação Paulista de Medicina e CRM-SP

IAB — Instituto de Arquitetos do Brasil

IBCC — Instituto Brasileiro de Controle de Contaminação

IE — Instituto de Engenharia

IEC — International Electrotechnical Commission

IHF — International Hospital Federation

Instituto Brasileiro de Segurança

IPEN — Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares

IPH — Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e de Pesquisas Hospitalares

IPT — Instituto de Pesquisas Tecnológicas

Labcon — Laboratório de Conforto Ambiental e Conservação de Energia da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Pontifícia Universidade Católica de Campinas

NUTAU-USP — Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo

SMACNA Brasil

UIA/PHG — União Internacional de Arquitetos, Grupo de Saúde Pública (Public Health Group); e outros

8 Recursos humanos

8.1 Manutenção e segurança por pessoal próprio, por terceiros ou por equipe mista

A manutenção e a segurança podem ser feitas por pessoal próprio ou por contrato com terceiros. Cada uma dessas modalidades apresenta vantagens e desvantagens. Todavia, a tendência atual é o abandono da verticalização, isto é, da obrigação da instituição arcar com todas as responsabilidades. Em contrapartida, a horizontalização obriga a instituição

a investir no treinamento dos seus contratados, a fim de assegurar o seu padrão de qualidade. No Hospital Israelita Albert Einstein (São Paulo–SP), por exemplo, nenhum trabalhador pode dar início ao serviço para o qual foi contratado sem que se encontre devidamente prelecionado pelo hospital quanto aos padrões de segurança que devem ser observados.

8.1.1 Manutenção e segurança por pessoal próprio

Vantagens

- Disponibilidade contínua de pessoal;
- Familiaridade do pessoal com as edificações, instalações e equipamentos, bem como a sua flexibilidade;
- Constância no relacionamento, facilitado quando se trata de pessoal com personalidade conhecida.

Desvantagens

- Necessidade de equipes diversificadas;
- Possível falta ou ociosidade de pessoal;
- Falta de especialização;
- Eventual congestionamento de serviços;
- Possível desvirtuamento de objetivos e verticalização (construção, fabricação e outros).

8.1.2 Manutenção e segurança por terceiros (terceirização)

Vantagens

- Evitar formação de equipes próprias grandes e diversificadas;
- Solução em casos de acúmulo de serviços de manutenção e segurança;
- Possibilidade de contar com pessoal e equipamentos especializados;
- Maior eficácia e flexibilidade;
- Transferência de responsabilidade.

Desvantagens

- Presença de pessoal desconhecido e estranho ao hospital;
- Carência de vínculos;

- Possibilidade de falta de disponibilidade imediata de pessoal;
- Rotatividade de pessoal;
- Dispêndio com treinamento e controle.

8.1.3 Manutenção e segurança por equipe mista

É, em geral, preferível às opções anteriores. Nessa solução mista, os serviços rotineiros são atribuições do pessoal próprio e serviços específicos ou especializados, de terceiros. Não são recomendáveis contratos em aberto com terceiros para manutenção e segurança gerais. A terceirização é recomendável nos casos de serviços bem definidos, programáveis e controláveis; de complementação; especializados ou que requeiram equipamentos específicos; ou que não interfiram no desempenho da instituição. Cabe à manutenção e segurança administrativas estabelecer os limites das atribuições da manutenção e segurança operacionais, e daquelas a cargo de terceiros, já que, por princípio, nenhum hospital deve investir ou pretender-se empresa construtora ou fabricante de equipamentos.

8.1.4 Modelo de terceirização horizontal e vertical

Em face da complexidade dos hospitais e das peculiaridades e requisitos de mão de obra e equipamentos especializados, é aconselhável que determinados serviços sejam efetuados por empresas especializadas mediante contrato. Em princípio, o que se procura é alocar as atividades-meio a terceiros para que o hospital possa se concentrar em suas atividades primordiais, suas atividades-fim. O abandono da centralização excessiva e a opção pelo modelo horizontal ensejam canalizar os esforços e preocupações da instituição hospitalar para a melhoria da qualidade, da segurança e da atualização, sem contudo descuidar que hospitais são empresas *sui generis* de prestação de serviços.

8.1.5 Possíveis contratações

Dependendo da disponibilidade e da capacitação do pessoal, a manutenção e a segurança contratadas são geralmente indicadas para os seguintes equipamentos:

- Elevadores, incluindo monta-cargas, esteiras e escadas rolantes;
- Caldeiras;

- Segurança do sistema térmico;
- Equipamentos de esterilização;
- Ar condicionado;
- Refrigeração;
- Máquinas de lavanderia;
- Sistemas de sinalização, telefonia e eletrônicos;
- Sistemas de informática;
- Aparelhos de diagnóstico e terapia;
- Máquinas de escritório;
- Aparelhos de tecnologia especializada;
- Sistemas de transporte pneumático;
- Veículos;
- Outros.

A contratação de terceiros pode também se estender a outros serviços como jardinagem, prevenção contra fogo, segurança, pintura, reformas, recuperações, impermeabilizações e novas construções. A terceirização também abrange a contratação de empresas especializadas em manutenção e segurança preventivas condicionadas, nos casos em que a manutenção e segurança não estiverem capacitadas a realizar o diagnóstico precoce de máquinas, equipamentos e aparelhos.

8.1.6 Custos financeiros indiretos

Na tomada de decisão, entre optar pela ampliação do quadro de funcionários de manutenção e segurança ou contratar serviços de terceiros, cabe à manutenção e segurança administrativas levar em consideração entre outros fatores, os diferentes custos indiretos, que oneram os hospitais de forma geralmente despercebida. Eles estão elencados a seguir, sendo útil lembrar que a relação abaixo não está esgotada e nem sempre é integralmente aplicável a todas as instituições. Entre os custos financeiros indiretos mais usuais, destacamos: serviços médicos de admissão, revisão e demissão (medicina do trabalho); salário-insalubridade; exames de laboratório; seguro-saúde coletivo; café da manhã; almoço; lanche; afastamentos (férias, gravidez, doença); aviso prévio indenizado; contratação

de substitutos; horas adicionais; horas extras; vale-transporte, transporte coletivo; cesta básica; uniforme e lavagem; custo de empréstimos sociais; treinamento; cursos; concessão de vales; antecipação salarial; custos advocatícios; creche; estacionamento; áreas de lazer, esportes e outros.

8.2 Profissionais, especialidades e atribuições

O tamanho de uma equipe de manutenção e segurança depende da complexidade e da magnitude da instituição — quanto mais sofisticada, maior a necessidade de especialidades, áreas, atividades e trabalhos diversificados, vinculados a profissionais habilitados. A seguir, resumizamos as atribuições, desempenhos e serviços desses profissionais:

- **ALVENARIA E SERVIÇOS DE PEDREIRO:** pisos vinílicos, cerâmicos, de granito, granilite, borracha, cimentícios; calçadas, estacionamentos, ruas, pátios; paredes, revestimentos, acabamentos; forros de massa, de gesso, acústicos, removíveis; azulejos, cerâmicas, pastilhas; base para pintura; telhados e coberturas; caixilhos, grades de segurança, portões; limpeza de grelhas de ventilação e dutos; recuperação de concreto e alvenaria; impermeabilizações; reparo de alvenaria refratária de caldeira; colocação de louças, pias, saboneteiras, papeleiras; serviços de apoio a outros setores; transporte de equipamentos, móveis, materiais; instalação de equipamentos e aparelhos; bases antivibratórias, segurança e outros.
- **PINTURAS:** paredes, forros, portas, caixilhos, portões, grades, refrigeradores, máquinas, ambulâncias e equipamentos, inclusive serviços de vidraçaria (se não constituir serviço próprio); impermeabilização, isolamento e proteção, segurança; decoração, placas, faixas, sinalização.
- **TAPEÇARIA:** móveis estofados, sofás, poltronas, cadeiras, divãs de exame, almofadas, colchões, capas para computadores, equipamentos diversos e aparelhos médicos; colchonetes para macas, berços e proteção para aparelhagem; cortinas, carpetes, tapetes e outros.
- **HIDRÁULICA:** água quente, fria, boias, barriletes, reservatórios de água potável e não potável; bombas; esgotos; grelhas e drenos; calhas, funis, buzinos, rufos, condutores; aparelhos; bebedouros, pias, torneiras, aparelhos sanitários, registros, ralos, válvulas; chuveiros, duchas, aquecedores, máquinas de lavanderia, de hidroterapia, limpeza de calhas, condutores, bueiros, coletores de águas pluviais, caixas-d'água, caixas de inspeção e coletores de resíduos de cozinha, caixas de gordura, sifões;

recolhimento de fiapos de lavanderia e coifas; desentupimento de vasos sanitários, caixas de decaimento, segurança e outros.

- VAPOR: caldeiras, barriletes, purgadores, válvulas, solenoides, filtros, tubulações, tanques de água quente; aquecedores, *boiler*; válvulas reductoras; autoclaves a vapor, desinfetadoras térmicas; a gás, de lactário; secadoras, calandras, prensa de lavanderia; panelões e básculas de cozinha; recebimento e armazenamento de óleo de caldeira, sistema de distribuição de vapor, de condensado, de água quente; bombas de recalque, coluna de vapor; tratamento de água de caldeiras, segurança e outros.
- GASOMETRIA: gás combustível, óxido de etileno, hélio, dióxido de carbono, halon, óxido nitroso, vácuo, ar comprimido; recebimento, classificação e transporte de cilindros; terminais e aparelhos; válvulas reductoras, reguladores, fluxômetros, manômetros, vacuômetros, torneiras de vários modelos; central de oxigênio medicinal, oxigênio liquefeito; estação reductora, rampas; alarme; torpedos para laboratório, cirurgia, segurança e outros.

MECÂNICA:

- Máquinas de lavanderia: calandra, lavadora, máquina de passar, máquina de costura, secadora, centrífuga; autoclave, termodesinfectora, esterilização por plasma, destiladores.
- Equipamento de cozinha: máquina de moer carne, lavadora de pratos, batedeira, descascadora de legumes e outros.
- Outros: maca, mesa cirúrgica, camas; carrinhos; peças diversas; instrumental; equipamentos, instalações; máquinas de escritório, segurança e outros.
- SERRALHERIA: esquadrias de ferro, aço inoxidável e alumínio, persianas, caixilhos, portas corta-fogo, batentes de chapa, grades e portões; fechaduras, trincos, chaves; solda em geral; instrumentos; peças e utensílios para aparelhos diversos; reparos em veículos e máquinas em geral; controle de chaves, organização de claviculário e preservação de cópias de chave; chapeamento de móveis e portas, segurança e outros.
- ELETRICIDADE: cabine; transformadores, baixa e média tensão; geradores de emergência, cogeração; instalações, circuitos, terminais elétricos; tomadas, disjuntores, interruptores e botões diversos; aterramentos, blindagens, para-raios, antenas; luminárias, lâmpadas, fusíveis, resistências, reatores; painéis, quadros elétricos; relógios elétricos;

luminosos; sinalização; refletores de pátios e estacionamento; relês de baixa e média tensão; equipamentos e aparelhos, motores, máquinas em geral; equipamentos de lavanderia e cozinha; carros térmicos; bombas; aparelhos; enceradeiras; ventiladores; liquidificadores; esteira, sistema pneumático; segurança e outros.

- **ELETRÔNICA E INFORMÁTICA:** TV, rádio, computação, provedor, scanner, microcomputadores, monitores, aparelhos digitais; *no-breaks*; equipamentos de laboratório, de diagnóstico, de terapia, projeção; alarme, cintiladores, detectores; estabilizadores, segurança e outros.
- **COMUNICAÇÃO:** telefonia, PABX; quadros de comando, placas indicativas, sinalização, música, vídeo, filmagem, som, alto-falante, interfonia, telefonia celular, sistema de chamadas, pager, fax, circuito interno (para educação, higiene, orientação, ensino, programa de prevenção, vacinação, amamentação, etc.) videoconferência, telemetria, telecomunicações, segurança e outros.
- **CONDICIONAMENTO DE AR:** ventilação, exaustão, motores, unidades compactas, *fan coil*, ar condicionado central, de janela; filtros G, F, HEPA, eletrostáticos, fluxo laminar; refrigeração, freezer, central de frio, trocadores de calor, torre de arrefecimento; balcões frigoríficos; bebedouros, câmaras frigoríficas; *chillers*; bombas de calor, segurança e outros.
- **MARCENARIA:** móveis, balcões, prateleiras, armários; quadros, carrinhos, estantes, murais, mesas, cadeiras, bate-maca, rodapé, estrados, revestimento melamínico, portas, janelas; telhado; assoalho, forro, rodapé; revestimentos; ferragens, fechaduras, puxadores, molas, segurança e outros.
- **LUSTRAÇÃO:** móveis, lambris, portas, divisórias, forros, quadros, molduras, balcões, estrados e outros.
- **FERRAMENTARIA:** usinagem, peças, micropeças, microparafusos, parafusos, eixos, buchas, chavetas, polimento, instrumental cirúrgico, pinças, tesouras; confecção de chaves e outros.
- **TRANSPORTE:** cadastro de veículos; reparos e regulagem; conservação de equipamento e ferramentas; controle de combustível e quilometragem; fichas de manutenção, de reposições e consertos; lavagem; lubrificação; relatórios e outros; elevadores, monta-cargas, esteira motorizada, sistema pneumático, *conveyor*, *subway*, passadutos, segurança e outros.

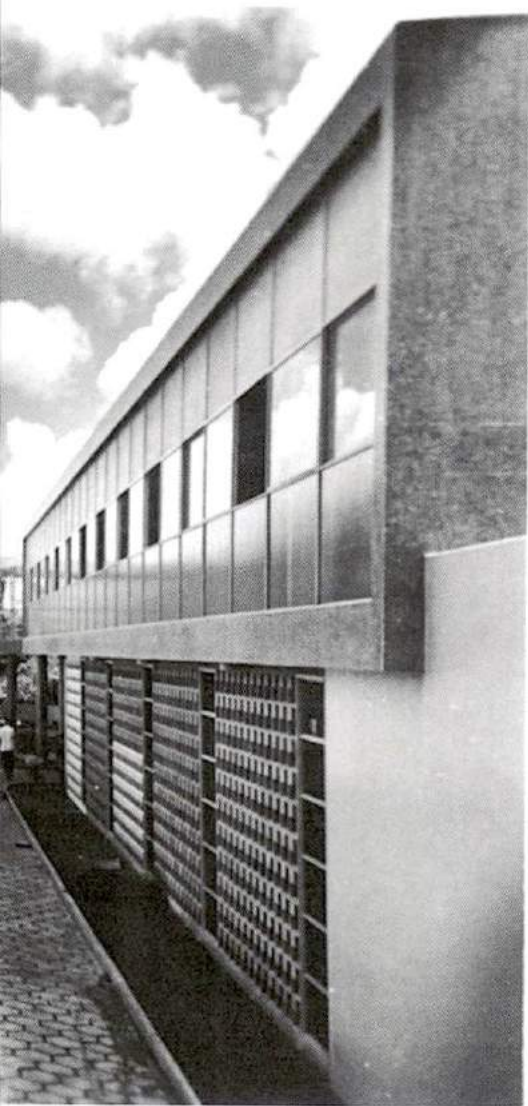
- JARDINAGEM: jardins, vasos, canteiros, gramados, flores, árvores, arranjos; limpeza de pátios ajardinados, remoção de lixo e de plantas daninhas, replantio, adubação, irrigação, tratamento, prevenção bacteriológica e outros.
- ALMOXARIFADO: estoque (alarme, nível mínimo), suprimentos, reservas, reposições; controle, relatórios de suprimentos e recebimentos; entradas e saídas; balanço, inventário; distribuição; especificação e acompanhamento em compras e outros.
- BENS PATRIMONIAIS: cadastramento e incorporação; baixa patrimonial; seguro de bens móveis e imóveis; quadro mensal dos bens; processos relativos a permutas, cessões, alienações e baixas de bens, reforma de bens móveis e imóveis; arrolamento de material permanente e equipamentos adquiridos; inventário; termo de responsabilidade; vistoria periódica; manutenção, relatórios, segurança e outros.
- APONTADORIA: apropriação de mão de obra, horas trabalhadas (funcionários, contratados e empreiteiras), relatórios diários; escalas de serviço; faltas, folgas, substituições; comunicações; estatísticas; medições, apoio ao almoxarifado, conferência de materiais, ferramentas e outros.
- CHEFIA, SUBCHEFIAS, ENCARREGADOS, SUPERVISORES: organização, administração, coordenação, inspeção, vistoria, apoio, disciplina, programação, computação; estatística; cadastros; mapoteca; atualização de plantas; contratos com terceiros; controle; supervisão; orientação geral de manutenção e de segurança; uso de materiais, máquinas, ferramentas e equipamentos; acompanhamento na execução e fabricação; assessoria à administração, ao departamento de compras, às chefias; normas, rotinas e treinamento de pessoal; acompanhamento de obras, segurança; supervisão de acessos, portas, portões e outros, que devam ser mantidos chaveados ou vigiados, a não ser que essa responsabilidade seja atribuída parcial ou totalmente ao serviço de segurança do hospital; outros.
- SEGURANÇA: prevenção de acidentes, de incêndios, explosões, choques elétricos, eletrocussões, intoxicações, infecção hospitalar, quedas, suicídios, invasões, danos, furtos, roubos; prevenção de desperdício de água, vapor condensado, eletricidade; controle de acessos, monitoração; outros.

9 Programas digitais de manutenção e segurança hospitalar

Devemos ressaltar que, dadas as complexidades inerentes à manutenção e segurança hospitalares, há programas no mercado especialmente concebidos para atender às diferentes e específicas necessidades administrativas e gerenciais de estruturas e organizações de saúde.

Fotografía: José Moscardi





Hospital São Domingos
Uberaba – MG, 1958; ver à pág. 419

Capítulo II

MANUTENÇÃO E SEGURANÇA: PARTICULARIDADES

1 Causa e efeito

1.1 Pesquisa da origem

Muitas vezes, a manutenção e a segurança cuidam dos efeitos ao invés de remontar às suas causas, exemplo do que ocorre no caso da queima de um fusível, do desarmamento de um disjuntor, de um ruído inesperado presente em uma máquina, ou ainda do sobreaquecimento de motores, chaves e aparelhos elétricos e do disparo de alarme em caldeiras, em linhas de oxigênio e outros. Qualquer ocorrência, mesmo a queima rotineira de uma lâmpada, requer uma investigação de suas possíveis causas. A queima frequente de fusíveis de uma mesma chave, por exemplo, decorre necessariamente de defeito em algum componente do circuito elétrico. A sumária substituição de um fusível por outro, de maior capacidade, sujeita o circuito a uma sobrecarga perigosa.

1.2 Sequência para detecção de defeitos (Figura 3, pág. 71)

Manutenção e segurança devem visar à correção da origem do problema e não se aterem apenas ao efeito. Para esse fim, podemos lançar mão de vários recursos, como os diagramas de Ishikawa, diagramas tipo espinha de peixe e outros, que relacionam defeitos às suas possíveis causas. Pode-se ainda montar listas de possibilidades, de modo a eliminar sucessivamente as prováveis causas dos defeitos de instalações e equipamentos.

A Figura 3 exemplifica a sequência para o diagnóstico de defeitos em instalações de iluminação. Tal preceito se aplica a edificações, instalações e equipamentos.

1.3 Acessibilidade para o desempenho de manutenção e segurança

Manutenção e segurança estão diretamente relacionadas à facilidade de acesso para inspeção e reparo de todos os locais e equipamentos. Dificuldades e impossibilidades desse acesso, que levam a inspeções mais espaçadas ou inexistentes, podem ocasionar deterioração dos mesmos, onerando ainda mais os reparos necessários.

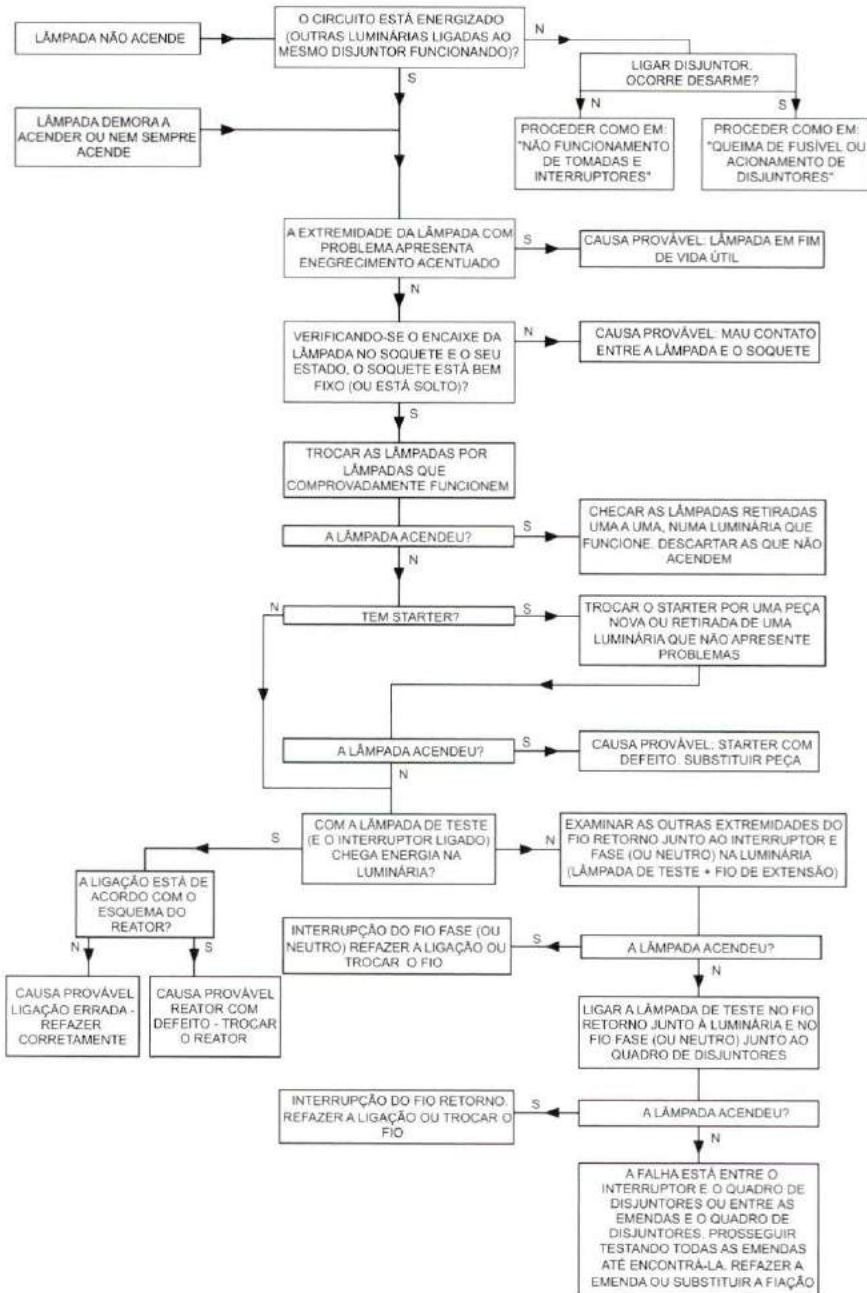
Na realidade, a manutenção depende muito do projeto ou, em outras palavras, é um dado do projeto. É à arquitetura manutenção-preditiva e à arquitetura segurança-preditiva que cabe prever e prover os espaços, fluxos e acessibilidade requeridos pela manutenção e segurança.

1.4 Superaquecimento de reator

- Exemplo significativo de causa e efeito é o incêndio de grandes proporções ocorrido em dois pavimentos de um prédio público de São Paulo. Causa: superaquecimento de reatores de luminárias. A manutenção e a segurança tomaram conhecimento que o isolamento betuminoso dos reatores podia se incendiar e inflamar o celotex ressequido dos forros. Diferentes soluções foram ensaiadas, visando resolver o problema:
- Remoção do forro inflamável de celotex;
- Interposição, entre o revestimento de celotex e a pesada luminária, de material isolante adequado: chapa metálica, placa de fibrocimento, proteção de amianto e outros;
- Afastamento dos reatores para uma posição desvinculada do forro;
- Enclausuramento dos reatores em caixas metálicas ou antichamas;
- Suspensão das centenas de pesadas luminárias de aço inoxidável por correntes, de modo a afastá-las do teto.

Em princípio, todas essas soluções apresentavam o inconveniente de serem onerosas e de difícil execução, além de cingirem-se apenas aos efeitos. Finalmente, a simples troca dos reatores (origem do problema), por outros do tipo não-inflamável (dotados de isolamento de poliéster), resolveu em

Figura 3
SEQUÊNCIA PARA APURAÇÃO DE DEFEITO EM INSTALAÇÃO DE ILUMINAÇÃO



Extraído do *Manual Técnico de Manutenção e Recuperação*, págs. 9-30.
São Paulo. Fundação para o Desenvolvimento da Educação (FDE).

definitivo o problema. Os reatores com isolamento betuminoso, estocados em grande quantidade, passaram a ser utilizados em outras luminárias, do tipo pingente ou de parede, distantes do forro de celotex.

A manutenção e a segurança reportavam ocasionalmente a irrupção de rápidos jatos de chama do interior de reatores superaquecidos, através da passagem dos fios que, às vezes, chamuscavam o forro de celotex e, esporadicamente, originavam mini-incêndios, rapidamente debelados pela brigada de combate ao fogo. Um desses incêndios tomou grandes proporções e se propagou por falta do esguicho (requinte) das mangueiras, (que eram recolhidos para prevenir furtos), tornando impossível ao jato de água atingir o teto, com um pé-direito de 5 m. Da mesma forma, o jato dos extintores também não alcançou o teto. Assim, se os reatores tivessem sido inspecionados e substituídos a tempo por outros do tipo antichama, o sinistro teria sido prevenido.

1.5 Exemplos de causas e efeitos

Os exemplos de soluções que se limitam a cuidar dos efeitos, descuidando dos seus fatores geradores são abundantes. Alguns casos reais, relatados abaixo, são ilustrativos:

- Chave-geral de um circuito subdimensionado de alta amperagem irradiava calor, sentido à distância.
Solução adotada: instalação de ventilador para manter a chave esfriada!
- Hospital pequeno adquiriu uma segunda máquina de lavar roupa, dada a insuficiente produção da primeira, apesar de adequadamente dimensionada.
Causa: dutos de alimentação e de esgotamento de água subdimensionados, alongando em demasia o tempo de enchimento, enxaguamento e descarga da máquina.
- Porta de ferro de chapa fina, como proteção de um quadro de força com vários circuitos. A flexão da chapa causava aproximação do barramento e provocava arco elétrico, curto-circuito e estragos diversos.
Solução adotada: manter a porta permanentemente aberta!
- Válvula de segurança de caldeira disparava com frequência.
Solução adotada: silenciá-la dependurando um paralelepípedo!
- Grande hospital (três caldeiras de 3.000 kgf de vapor/hora) descarregava vários milhares de litros/hora de água quente (condensado) na rede pluvial.

Causa: tanque de condensado insuficiente. Ocorrência de cavitação da bomba de alimentação da caldeira, por desconhecimento por parte da manutenção, de como superar a formação de vapor *flash* e retornar todo o condensado (9.000 litros/hora) em elevada temperatura à caldeira. O desperdício assumia proporções ainda mais alarmantes, já que o hospital dependia de um custoso suprimento de água por carros-pipa para o seu abastecimento!

- Hospital pequeno arcava com elevado custo de energia elétrica para o aquecimento de sua água.

Causa: falta de aproveitamento da energia térmica irradiada pela chaminé da caldeira a óleo!

- Válvula redutora de pressão de vapor exibindo problemas frequentes.
Causa: falta de adequada drenagem, limpeza e manutenção do filtro, localizado a montante da válvula – dimensionamento e especificação incorretos!

- Oscilação de pressão de vapor a jusante da válvula redutora de pressão da cozinha.

Causa: desgaste acentuado da válvula, decorrente de trabalho em condições de fluxo crítico (ou seja, redução de pressão maior ou igual à metade da pressão de entrada) e, ainda, de excesso de condensado por drenagem deficiente. Outra causa poderia ser a falta de válvulas em paralelo para a divisão da demanda de vapor, em caso de acentuada variação de consumo.

- Caldeira adequadamente dimensionada não atendendo à demanda.

Causa: vazamento em linhas, purgadores e válvulas, isolamento inadequado, insuficiente eliminação de ar, pontos de drenagem inadequadamente dimensionados e/ou mal especificados.

- Folhas de porta em áreas molhadas (copa, cozinha, lavanderia) inchavam e deterioravam-se, forçando substituições frequentes.

Causa: falta de selamento da superfície inferior, de modo a evitar absorção de água pela madeira exposta e afastamento insuficiente do piso.

- Repetidas queimas de chaves protetoras de controle de nível de água e de bombas de poço semiartesianas profundas, por indução eletromagnética provocada por raio.

Causa: falta de para-raios e de proteção e aterramento (gaiola de Faraday) do quadro elétrico e dos condutores.

- Raio X de 700 miliampères aquém do desempenho aceitável em um hospital modesto, de cidade pequena do interior.
Causa: a carga requerida, pelo equipamento desproporcionado, excedia a capacidade de suprimento de energia elétrica disponível...!
- Infecção em sala de operação apesar de dotada de sistema de ar condicionado provido de filtro HEPA.
Causa: falta de filtro de proteção reversa capaz de se contrapor ao fluxo de ar de fora para dentro, pelo duto de exaustão, quando o sistema de ar condicionado se encontrava desligado!
- Acidente com máquina de lavar roupa (ou acidente com máquina extratora).
Causa: falta de manutenção e segurança, bem como ausência de disjuntor reserva à mão, suplementando o dispositivo de segurança (que deveria manter a máquina desligada enquanto estivesse aberta).
- Chapas radiográficas mal definidas e velando com frequência.
Causa: transformador insuficiente, distante ou cabo subdimensionado.
- Queima frequente de lâmpadas enclausuradas em luminária ou refletor.
Causa: fusão do filamento por superaquecimento, decorrente de falta de ventilação do bulbo ou, ainda, por soquete superaquecido devido a condutor subdimensionado ou mal aparafusado.
- Ar condicionado de sala asséptica onerando excessivamente o orçamento do hospital.
Causa: renovação de todo o ar, ao invés de sua recirculação através de filtração adequada.
- Equipamento eletrônico apresentando, ocasionalmente, desempenho deficiente.
Causa: alimentação elétrica na dependência do consumo de outros equipamentos ligados ao mesmo circuito.
- Excesso de calor e insolação prejudicando o funcionamento de equipamento sensível.
Causa: falta de sombreamento das vidraças pelo lado externo.
- Motor de cortador de grama trifásico acusando repetidas queimas de enrolamento elétrico.
Causa: desprendimento de um dos condutores da chave de faca, na qual os três fios eram mantidos precariamente ligados. Em obras civis,

vibradores de concreto costumam queimar com surpreendente frequência pela mesma desleixada e irresponsável maneira de fixação improvisada de condutores.

- Incêndio causado por condutor elétrico.
Causa: circuito elétrico protegido por fusíveis de amperagem acima da capacidade dos condutores e não utilização de condutores antichama.
- Atuação insatisfatória de aparelho eletrônico de 220 V.
Causa: fases com frequências não sincronizadas, procedentes de transformadores distintos (não interligados em paralelo).
- Consumo excessivo de energia elétrica.
Causa: luminárias esquecidas acesas, limpeza descuidada de aparelhos de iluminação, níveis de iluminação inadequados, perda de carga em linhas extensas, correntes de fuga, etc.
- Gasto excessivo de vapor.
Causa: vazamento ao longo de linhas, em barriletes, válvulas e estações redutoras de pressão, escapamento em caldeirões de cozinha e calandras de lavanderia, uso de “vapor fluente” ao invés de trocador de calor, purgadores inadequados ou com falta de manutenção, isolamento térmico mal executado, mal especificado ou mal conservado, com prejuízo de dutos de água quente, aquecedores de água, autoclaves, secadores e redes de vapor e condensado e outros.
- Calandra necessitando vários repasses de roupa para ser seca.
Causa: ar retido no cilindro ou na calha de aquecimento a vapor, devido ao uso de purgador termodinâmico (ao invés de termostático) sem eliminador de ar, afetando temperatura e pressão.
- Autoclave horizontal esterilizando precariamente.
Causa: superaquecimento do material, tempo e temperatura descontrolados, câmara de esterilização retendo ar em decorrência da instalação de purgador termodinâmico ao invés de termostático ou mecânico de boia, uso de vapor seco ao invés de vapor saturado.
- Autoclave vertical de câmara simples acusando cultura em testes com esporos de *Bacillus subtilis* ou de *Bacillus stearothermophilus*.
Causa: impossibilidade de remoção do ar da câmara de esterilização e impossibilidade de retirada de material seco, em decorrência de erro de concepção e construção dos esterilizadores verticais. Autoclaves verticais de câmara simples deveriam ser banidas de hospitais.

- Bâscula de cozinha ou caldeirão com deformação (estufamento) da parede da câmara interna.
Causa: pressão de vapor acima de $0,7 \text{ kgf/cm}^2$.
- Infiltração de água em laje de instalação sanitária, mesmo com o registro da válvula fluxível fechado.
Causa: vazamento na bolsa de conexão bacia-esgoto. A água remanescente na bacia, encharcando a laje sob o revestimento do piso, goteja em pontos do teto inferior, às vezes em pontos distantes do local da bacia (atingindo inclusive outros pavimentos). Um teste com corante na bacia acusa a origem do vazamento.
- Infiltração de água em laje de instalação sanitária, mesmo com todos os registros fechados quando o uso de corantes não acusa a origem.
Causa: a parede que dá para o poço de ventilação interno é encharcada por detrás do azulejo, por água de chuva ou oriunda de vazamento de duto externo. A água que impregna a laje umedece o teto inferior e goteja em pontos de difícil detecção de origem.
- Choque elétrico em paciente de UTI e de sala de cirurgia.
Causa: falta de aterramento e equalização de potenciais.
- Transbordamento de reservatório de água quente (ladrão vertendo água, apesar do bom funcionamento da boia).
Causa: invasão do encanamento de água quente por água fria (de maior pressão) através do misturador de mangueira lava-comadre (ducha de mão) erradamente instalado ou por falta de válvula de retenção.
- Consumo excessivo de óleo em caldeira.
Causa: incrustação por falta de tratamento de água ou combustão incompleta.
- Desprendimento de pintura de tinta epóxi das paredes.
Causa: superfície de parede alcalina (cal no reboco).
- Quebra e troca frequente de eixo de motor de acionamento por cremalheira inferior de portão de garagem.
Causa: portão de ferro com todo o peso apoiado sobre o eixo, em vez da guia inferior, por falta de contato dos rodízios, em decorrência de uma guia-trilho fixada ao piso desnivelado.
- Percolação em parede fissurada de pavimento sob cobertura.
Causa: dilatação por falta de proteção térmica da laje.

- Ralo exalando mau cheiro.
Causa: evaporação do selo d'água por falta de conexão a lavatório, pia, bebedouro ou outra fonte de reposição de água ou, ainda, ausência de ventilador.
- Desarranjos em aparelhos de telefax (e outros) por indução de descarga de raio.
Causa: falta de sistema de aterramento adequado, cordoalhas de descarga atmosférica insuficientes ou mal posicionadas. A desconexão de telefone e de outros aparelhos, em ocasião de tempestade, constitui recurso seguro na ausência de dispositivos de proteção. Motores trifásicos desligados previnem a queima, quando da interrupção de uma fase.
- Manchas escuras em tetos e paredes de ambientes internos (fungos).
Causa: percolação ou condensação de umidade ou falta de ventilação e desinfecção.
- Equipamento trifásico, protegido por três disjuntores, no qual o desarmamento de um deles, provoca queima do motor.
Causa: para a segurança de um motor trifásico, quando este não se encontra protegido por chave contra falta de fase ou, mesmo, com disjuntor próprio termomagnético tripolar — a manutenção e a segurança podem recorrer ao expediente de utilizar um par *A* de disjuntores mecanicamente interligados (alavancas jampeadas) e outro par *B*, idem. A primeira fase é conectada ao disjuntor da esquerda do par *A*, a segunda fase ao disjuntor da direita do par *B* e a terceira fase é ligada aos bórneos centrais dos dois pares, *A* e *B*. Dessa forma, em caso de desligamento ou curto-circuito, duas fases são concomitantemente interrompidas. O desarmamento simultâneo nem sempre ocorre quando simplesmente se interligam as alavancas de três disjuntores.
- Morte por inalação de monóxido de carbono proveniente de aquecedor a gás.
Causa: inobservância das normas, que obrigam grelha na parte inferior da porta, abertura de ventilação ou caixilho semiaberto, bem como duto de exaustão, ligando o aquecedor ao exterior, e a presença de refluxo dos produtos de combustão.

2 Ruído e vibração

2.1 Vícios de origem

Ruídos e vibrações, às vezes, decorrem da localização, inerentes ao planejamento e à construção do hospital, deixando poucas opções à manutenção e à segurança para amenizá-los. Pertencem a esse grupo os ruídos provenientes do entorno ou de vias públicas, aqueles trazidos por vento, canalizados por vales e ruas, provindos do solo, em consequência do tráfego de veículos, ou ainda advindos de janelas que se defrontam. Vibrações também decorrem de equipamentos (máquinas de lavar roupa, centrífugas, bombas e motores) instalados sobre vigas e lajes — tais ruídos propagam-se através da estrutura, paredes e canalizações. Não surpreende que a manutenção e a segurança sejam acionadas para dar tratamento especial a ambientes como casas de máquinas de elevadores, a fim de sanar ou atenuar a interferência de vibrações indesejáveis, perniciosas e, mesmo, incompatíveis com o ambiente hospitalar. Equipamentos médicos de alta sensibilidade, cada vez mais frequentes e numerosos, podem ser afetados de tal forma, que chegam a obrigar à construção de recintos suspensos, à prova de vibrações, principalmente de baixas frequências. Ocasionalmente, impõe-se a mudança de sua localização. Nesse sentido, a instalação de equipamentos como de microscopia eletrônica, sujeitos a interferências de campos eletromagnéticos e traçados cintilográficos, é particularmente delicada.

2.2 Agrupamento barulhento

O agrupamento industrial de hospitais requer localização específica e, sempre que necessário, apoio em solo firme e fundações adequadas. Esse agrupamento, denominado barulhento, abrange: casa de caldeiras, casa de força, grupo eletrógeno, transformadores, bombas de vácuo, bombas de água, compressores de ar, central geradora de oxigênio, de tratamento de ar, torre de arrefecimento, compressores de câmara frigorífica, lavanderia, oficinas de manutenção e segurança, entre outros. Nesse agrupamento gerador de ruídos incluem-se ainda acesso de caminhões, pátio de serviços, doca de carga e descarga de suprimentos, inclusive de cilindros de oxigênio, óxido nitroso e CO₂, botijões de gás, *drewers* de gás hélio, etc. Concorrem ainda para a elevação do nível de decibéis do recinto, os veículos coletores

de resíduos hospitalares, carros-pipa, carros de oxigênio líquido e de descarga de óleo combustível.

Caso o projeto, a construção e a manutenção e segurança preditivas não tenham equacionado, confinado e segregado adequadamente as fontes geradoras e propagadoras de ruídos, a manutenção e segurança serão assediadas por constantes reclamações, tendo de tomar a cargo a administração destes efeitos perniciosos, nem sempre remediáveis, que engrossam a lista dos vícios de origem. Certos ruídos e vibrações danosos, não prevenidos no projeto (manutenção e segurança preditivas) ou na escolha do local, do entorno do terreno ou decorrentes da construção, não poderão ser eliminados. Outros oferecem a possibilidade de serem minimizados, mas poucos são passíveis de serem sanados, originando mais um “hospital doente”. Ruídos e vibrações são incompatíveis com o ambiente terapêutico e com o silêncio e o sossego de que os pacientes tanto carecem, contrapondo-se ao conceito de humanização.

2.3 Exemplos de ruídos e vibrações

Entre os muitos ruídos e vibrações que afligem os hospitais, podemos apontar:

- Ruídos transmitidos ao longo de forros falsos e *shafts* (efeito de tubo acústico), conversas e sons oriundos de outros quartos, de salas de espera, de postos de enfermagem, de serviços, de corredores;
- Martelo de água em instalações hidráulicas;
- Ruídos produzidos e propagados por descarga de bacia sanitária;
- Estação redutora de pressão de vapor localizada e instalada inadequadamente;
- Vibrações transmitidas às paredes por dutos não isolados (principalmente dutos alimentadores de caixa-d'água elevada);
- Barulho característico de enchimento de reservatório de água, por insuficiente inserção do duto de entrada na água;
- Zunido de bomba elevatória de água, transmitido às paredes por dutos de alimentação, em virtude da falta de intercalação de duto elástico dos isoladores acústicos (borracha ou outro) junto à saída das bombas e ao longo da rede. O mesmo pode ocorrer nos dutos de insuflação de ar condicionado e outros.

- Motores e bombas instalados sem base antivibratória e sem confinamentos;
- Gerador de eletricidade desprovido de adequado escapamento, silenciador ou chicana enterrada no solo;
- Ventilador de grupo eletrógeno, elétrico direcionado e voltado contra o hospital;
- Revestimento de piso de corredor de unidade de internação executado com material refletor de som, ao invés de absorvente resiliente;
- Sala de espera acusticamente imprópria à função de espera, a ponto de o hospital ter de recorrer a cartazes exigindo silêncio, tolhendo a liberdade de extravasamento e comunicação de pacientes e acompanhantes, familiares e visitantes, normalmente apreensivos, angustiados e agitados (contrapondo-se à arquitetura humanização-preditiva e ao *planetree concept*);
- Balança de precisão afetada por falta de apoio elástico antivibratório;
- Pátio com pedriscos sob as janelas dos quartos. O ruído dos pneus de carros é impróprio ao silêncio requerido por pacientes acamados.

2.4 Fones de paciente

Esta é uma importante medida de humanização que visa mascarar conversas, ruídos de instrumental, de “bipes” de respirador, de cintilador, de bomba de infusão, de bomba de ventilação e outros. Tais ruídos, que atemorizam os pacientes durante o pré-operatório e em UTIs, podem ser evitados recorrendo-se a fones de proteção para os ouvidos que abstraem os pacientes do ambiente agressivo, induzindo-os ao relaxamento através de música apropriada (musicoterapia).

2.5 Ruídos preveníveis

A seguir, apresentamos alguns exemplos de ruídos incômodos a usuários, funcionários e provedores de cuidados, que são factíveis de prevenção ou amenização decorrentes ou provocados por:

- Ranger de rodízios de carrinhos por falta de lubrificação ou manutenção;
- Tilintar de frascos durante o transporte;

- Batida de portas por falta de mola amortecedora;
- Batida de alça de balde de limpeza;
- Reator de luminárias;
- Zumbido de transformador do sistema de sinalização;
- Bebedouro de água gelada;
- Alto-falante, campainha, telefone;
- Condensação brusca de vapor em contato com água fria não purgada em câmara externa de autoclave, em rede de vapor mal concebida e outros;
- Batida de bandejas e panelas em copas;
- Ventilador do tipo *fan-coil* não centrado;
- Falta de porta dupla em quartos de pacientes próximos a posto de enfermagem, sala de utilidades, copa, elevadores, salas de espera, sala-de-família;
- Vibração ritmada do respirador Bird em UTI que, por falta de divisória acústica adequada, incomoda pacientes com sua angustiante “sinfonia”. Divisões envidraçadas, ao mesmo tempo que conferem proteção acústica, alegam o ambiente e inserem socialmente o paciente.

De mais difícil eliminação, principalmente quando não previamente (preditivamente) considerados, são os ruídos oriundos de:

- Enceradeira elétrica;
- Máquina de lavar e aspirar água de piso;
- Exaustor;
- Elevador;
- Bomba de água, de vácuo, de compressor, de condensado;
- Central de água gelada, *chillers*;
- Caldeiras;
- Janelas defrontantes;
- Janelas com abertura para via pública ruidosa;
- Falta de piso resiliente e forro acústico em corredores de unidade de internação e outros.

3 Economia e desperdício

3.1 Fontes e causas de desperdício

Os desperdícios que acometem os hospitais são frequentemente vultosos. O presente capítulo restringe-se a apontar apenas alguns exemplos. Um levantamento mais abrangente pode revelar as causas e a magnitude dos prejuízos. Responsáveis por manutenção, usuários, projetistas, administradores e funcionários, quando conscientizados para o problema, podem contribuir para identificar as fontes de desperdício e escoimar as instituições de diversos vícios de origem (engenharia manutenção-preditiva).

3.2 Alguns exemplos

Enfocamos abaixo algumas ocorrências enfrentadas por instituições de saúde no seu dia-a-dia. Os valores apresentados foram coligidos de diversas fontes, nem sempre concordantes entre si.

- Torneiras, chuveiros, registros, válvulas, mangueiras, encanamentos, barriletes e equipamentos desperdiçando água por gotejamento ou vazamento;
- Válvula de descarga, quando disparada, deita no esgoto um volume de água da ordem de 1,9 l/s;
- Bacia sanitária com caixa acoplada consome 6 litros de água por descarga, contra 10 a 15 litros da válvula fluxível tradicional. Há no mercado válvulas limitadas a 3,0 e 6,0 litros por descarga. A norma brasileira determina uma vazão máxima de 6,0 litros por descarga, devendo a bacia funcionar com pelo menos este volume;
- Mangueira esquecida esguichando água acarreta, dependendo da abertura do registro, um desperdício da ordem de 0,20 l/s;
- Chuveiro elétrico, permanecendo ligado durante preparação ou ensaboamento, causa um desperdício de energia correspondente a 5 kWh e despeja no dreno até 0,20 l/s;
- Energia elétrica utilizada sem controle e ambientes mantidos inutilmente iluminados promovem desperdício de aproximadamente 15% do consumo;

- Mictório do sistema de descarga contínua, não equipado com temporizador ou válvula autovedante (de acionamento por pé ou outro), consome água 24 horas por dia e descarrega no esgoto cerca de 0,16 l/s;
- Torneira de pia de cozinha, deixada escorrendo, representa perda de até 0,25 l/s;
- Reservatório de água com boia desregulada perde, pelo ladrão, e de acordo com o diâmetro do alimentador predial, vazões que variam de 0,10 l/s a mais de 5,0 l/s;
- Torneira de água quente, por falta de sistema de recirculação ou isolamento térmico ou outro, perde água fria até a chegada da água quente além das perdas calóricas, pode desperdiçar até 0,20 l/s;
- Torneira de expurgo deixada escorrendo, aguardando utilização, desperdiça até 0,30 l/s;
- Chuveiro impossibilitando banho, em consequência de a água encontrar-se excessivamente aquecida por desbalanceamento decorrente de sifonamento, fluxo inconstante de água fria, rede subdimensionada, misturador ou válvula de controle de temperatura mal especificados ou outros, acarreta perda de água (além da perda de calor) da ordem de 0,20 l/s (ver “Mistura otimizada de água quente e fria”, Capítulo XII, pág. 371);
- A água de trompa de laboratório, utilizando fluxo contínuo de água limpa para geração de vácuo, é drenada para o esgoto. Dependendo da vazão, o desperdício chega a 0,10 l/s;
- Mangueira específica para combate a incêndio (diâmetro de 38 mm), quando utilizada para lavagem de pátios, estacionamento, calçadas e outros, além de obrigar à subsequente secagem e reentalcamento, ocasiona consumo da ordem de 2,50 l/s (150,00 l/min);
- Destiladores e outros aparelhos recorrem a fluxo contínuo de água como meio de condensação. A água limpa descartada é da ordem de 0,10 l/s;
- Registros e torneiras de água quente em locais prescindíveis e sujeitos a uso abusivo, quando desativados, propiciam economia de até 0,20 l/s por unidade;
- Bolsões de ar e golpe de aríete em rede de água quente podem ocorrer pela falta de instalação de eliminador de ar;
- Hemodiálise por osmose reversa descarta toda a sua água unicamente no esgoto. Um possível reuso, no entanto, deve ser precedido, por exemplo, de análise proteica;

- Lavagem de roupa pode reduzir o consumo médio de água, de 40 litros por quilo de roupa, para menos de 25 litros, quando se valer de técnicas e equipamentos aperfeiçoados, pH correto e produtos químicos aperfeiçoados, como Oxigenol, Clorial e outros;
- Água de máquina de lavar roupa: 30% da água empregada no ciclo de lavagem, correspondem ao enxágue. A sua reutilização como água de primeira lavagem, quando ocorre a remoção da maior sujidade da roupa, representa apreciável economia;
- Lavagem de reservatório: seu esvaziamento alija milhares de litros de água potável pelo ladrão, desperdício dispensável. Para evitá-lo, basta um planeamento de fechamento do registro de admissão e utilização prévia do total da água, incluindo a reserva de incêndio;
- Valer-se da pressão manométrica da rede pública para suprir caixas de água intermediárias e recorrer ao recalque por bomba apenas para abastecer os reservatórios superiores, não alcançados pela pressão da rede pública;
- A taxa de esgoto é cobrada com base no volume de água consumida. Qualquer desperdício de água para além do seu custo acarreta aumento da taxa de esgoto a ser paga. Há sempre a possibilidade de negociar junto à concessionária a água utilizada na irrigação, evaporação no sistema de água gelada do ar condicionado e outros itens que não direccionam água fornecida para a rede de esgoto pública. Assim, a água de reuso pode propiciar economia em taxa de esgoto;
- Água destilada, após armazenada por período superior a quatro horas, é descartada sem ser aproveitada como água de reuso;
- Água de torre de arrefecimento, de hidroterapia, de piscina e outras, ao invés de ser descartada, deve ter o seu reaproveitamento planeado para descarga de vasos sanitários, lavagem de pátios, calçadas, estacionamentos e outros. O mesmo vale para água de chuva, de nascente e de lençol freático;
- Caixa-d'água enterrada pode percolar por inadequada impermeabilização, por fissura e outras. Por essa razão, ela deve ser construída perimetralmente isolada, bem como a sua base, que deve ter afastamento de 60 cm (Código Sanitário do Estado de São Paulo, artigo 10, pág. 21). Devido ao contato com a terra, é sempre possível uma contaminação do

reservatório por infiltração de água contaminada de lençol freático ou derivada de sumidouros, postos de gasolina, etc. Logo, projetar e construir a caixa d'água acima do solo, quando possível, é a solução menos onerosa e mais segura;

- Intervalos e duração de descargas de água de fundo de caldeira não devem ser arbitrários, pois representam significativo volume de água e poder calorífico consumidos. É preferível, sempre que possível, automatizar o sistema com equipamentos apropriados à função;
- Condensado (usualmente em elevado volume) oriundo de água quimicamente tratada e com alto conteúdo calórico é, habitualmente, total ou parcialmente desprezado na rede pluvial por falta de retorno à caldeira (cavitação da bomba) ou por falta em último caso de destinação alternativa, como reaproveitamento em lavandaria, cozinha, trocadores de calor e outros. O descarte de condensado de calandra e de secadora em dreno de lavandaria, bem como o de caldeirões, bacias e estufas em dreno de cozinha, apresenta a desvantagem adicional de aquecimento dos respectivos ambientes e da rede de esgotamento. O não retorno do condensado e do seu calor sensível (a até 130°C) à caldeira, representa um vultoso e lamentável desperdício (ver “Conservação de energia”, Capítulo XII, pág. 371);
- Golpe de aríete em rede de vapor devido à inadequada, ou inexistente, drenagem de condensado, acarreta prejuízo à rede e ruído desagradável;
- Vapor fluente (de expansão direta) é muitas vezes utilizado em máquina de lavar roupa, ao invés de água quente, acarretando perda de água quimicamente tratada e dano às roupas (em caso de incidência direta);
- Perda de vapor saturado em autoclave de esterilização, por inadequada manutenção de purgador termostático e de gaxeta, e em válvula de segurança e estações redutoras, por falta de regulação e outros;
- Perda de vapor em linhas de distribuição, válvulas, registros, barriletes, juntas, conexões e outros, em decorrência de deficiente conservação e controle;
- Desperdício de vapor através de *bypass*, por falta de manutenção de purgador;
- Perda de calor em trocadores de calor, encanamentos, tanques de condensado e reservatório de água quente, por inadequado isolamento térmico;

- Caldeira alimentada com água (condensada) a 80 °C, ao invés de água (da rede pública) a 20 °C, resulta em ganho de 60 kcal/kg de vapor, o que proporciona uma economia de óleo combustível de aproximadamente 10,3%. Em linhas gerais, cada 5 °C de aumento na temperatura da água de alimentação da caldeira proporcionam economia de 1% de combustível;
- Vapor saturado, à pressão de 8 kgf/cm², em vaso de pressão de 1.000 litros, quando desprovido de isolamento térmico, representa uma perda de aproximadamente 100 kg de vapor por hora;
- Tubulação de 5 cm de diâmetro transportando vapor saturado a 8 kgf/cm², quando desprovida de isolamento térmico, acarreta perda de 0,490 kg de vapor por hora;
- Incrustação em tubulação de caldeira obriga a um maior consumo de combustível. A interposição de material isolante acarreta prejuízo à transferência de calor. Em geral, 1 mm de cálcio reduz a troca térmica em 7% e 1 mm de sílica, em até 16%;
- Consumo excessivo de combustível da caldeira ocorre por falta de controles como de: eficiência de queima, rendimento, temperatura dos gases, percentual de CO₂ e O₂, descarga de fundo inadequada e outros;
- Perda de oxigênio pela válvula de segurança pode ocorrer quando o gaseificador de oxigênio líquido se encontra superdimensionado ou quando a produção de oxigênio gasoso exceder a demanda;
- O vazamento de oxigênio em canalizações, juntas, conexões, válvulas, manômetros, *manifold* e outros, pode ocorrer em caso de rede mal executada, mal conservada, ou mesmo por falta de revisão e de testes periódicos. O mesmo vale para vazamentos de gás combustível;
- Recomposição de ar pela mistura de N₂ e O₂, em substituição à tradicional filtragem do ar para fins medicinais, onera a instituição e sujeita a manutenção a mais um controle. O ar sintético constitui uma alternativa ao ar medicinal. Contudo, se mal dosado, (com excesso de nitrogênio) pode ser danoso e até fatal;
- O reaproveitamento de água de condensado, energia e outros com mínimo desperdício e de forma racional e compensadora, requer conhecimento de causa e planejamento prévio por parte da engenharia e da manutenção e segurança preditivas. Sirva de exemplo a recuperação de

condensado, que nem sempre é economicamente justificável, como no caso do condensado de autoclaves de esterilização;

- A falta de seleção criteriosa quanto ao melhor emprego, por exemplo, de eletricidade, gás ou óleo combustível em caldeira a vapor, pode levar a um desperdício considerável.

3.3 Descartáveis, recuperáveis, recicláveis e resíduos

Na manutenção e segurança de aparelhos e de equipamentos, a escolha recaía preferencialmente sobre reposições e sobressalentes novos. Todavia, com os atuais meios de prevenção e detecção precoce de anomalias, considera-se o reaproveitamento, a recuperação e o acondicionamento de equipamentos e peças. Compete à manutenção e à segurança administrativas a seleção da melhor opção, sempre à luz de custo/benefício e custo/utilidade.

A seleção, a classificação, o processamento e o correto destino a ser dado a resíduos sólidos constituem preocupação universal. Nenhuma instituição pode furtar-se a implementá-los, especialmente instituições de saúde, que privam com variados tipos de resíduos sólidos: secos, orgânicos, contaminados, tóxicos, radioativos, inflamáveis, e outros (ver Resolução RDC – ANVISA 306, de 07/12/2004 e Conama 358 – Conselho Nacional do Meio Ambiente de 29/04/2005).

4 Reparos: danos decorrentes

Não raro a manutenção defronta-se com situações criadas por si própria — atuações afoitas e impensadas, do tipo “fazer primeiro, pensar depois”:

- Flores, trepadeiras, plantas e grama em canteiros, jardineiras e vasos sacrificadas sob tijolos, telhas, madeiras e ferramentas utilizados em reparos, à guisa de canteiro de obras;
- Superfícies delicadas e tampos de vidro arranhados, danificados, riscados e sulcados por objetos e ferramentas, durante conserto de aparelhos;
- Equipamentos e recipientes abandonados sobre assoalhos, tapetes e carpetes, sujeitando-os a nódoas de graxa, óleo, tinta e solventes, por vezes irremovíveis;

- Ferramentas, marretas, materiais e objetos apoiados ou largados sobre telhados, platibandas, peitoris, guarda-corpos e escadas, com possibilidade de queda, com o consequente risco às pessoas, vidraças e veículos;
- Vidros temperados sujeitos a desintegração por manuseio displicente ou por ferramentas atingindo arestas;
- Curto-circuito, choque elétrico, vazamento de oxigênio, gás ou água causados por perfurações durante a fixação de quadros, móveis e equipamentos, por falta de prévia localização dos dutos e consulta às plantas de instalações *as built*;
- Entupimento e inutilização de pistola de pintura a ar comprimido, por falta de limpeza subsequente ao uso;
- Danos a equipamentos, ferramentas, serras e brocas por utilização indevida e falta de conhecimento dos operadores, de resistência do material cortante/perfurante ou de fadiga e resistência de materiais;
- Conjuntivite, intoxicação e outras afecções, em consequência de imperícia em soldagem ou no uso (ou falta de uso) de protetores;
- Inutilização de tintas e outros enlatados por falta ou inadequado fechamento das respectivas tampas;
- Perda de pincéis e de rolos para pintura por falta de remoção de tinta remanescente e imersão em água ou solvente após o uso;
- Ocorrência de incêndio por indevida guarda, proteção ou manuseio de materiais inflamáveis;
- Ocorrência de incêndio por falta de desligamento de chaves elétricas de áreas de serviço ao fim da jornada de trabalho;
- Extravio de ferramentas, peças, acessórios e componentes por falta de disciplina, organização e por esquecimento no local de conserto;
- Fazimento e refazimento de serviços, com prejuízo de material e mão de obra, por falta de planejamento prévio, de informação e conhecimento, de consulta a projetos, catálogos, estudo de plantas, memoriais, de desenhos e medições acuradas, ou por falta de consulta ao fabricante (no caso de equipamentos);
- Danos a lavatórios, pias, bacias e mesas em balanço pela utilização indevida como escada ou andaime, ou mesmo por falta de conhecimento da resistência dos seus materiais componentes;

- Desarranjos em aparelhos e ferramentas ligados a correntes e tensões elétricas incompatíveis. O mesmo pode ocorrer em virtude de instalação aleatória de fusíveis e equipamentos, sem atenção à amperagem, à voltagem, à ciclagem, à resistência ôhmica e ao tipo de corrente elétrica;
- Remontagem demorada de equipamentos por falta de marcação prévia das posições relativas de seus componentes ou por falta de atenção a desenhos, gráficos e esquemas;
- Risco de acidente por falta de uso de cinto de segurança ou de barreiras de proteção;
- Danos pessoais pela não utilização de EPIs (equipamentos de proteção individual);
- Vidraças para reposição inutilizadas devido à imprecisão de medidas de corte;
- Nódos de óleo em pisos e móveis em virtude de contato com massa de vidraceiro, durante reparos em vidraças ou caixilhos;
- Danos a pisos por falta de pronto recolhimento de sobras, poeiras e materiais de demolição ou construção;
- Estragos em pisos e móveis por falta ou por inadequada forração durante obras e pinturas;
- Danificação de equipamentos por falta de proteção efetiva contra penetração de poeiras, resíduos e partículas de obras;
- Danos decorrentes da não priorização de serviços de maior urgência, importância e necessidade;
- Danos, perda de material, de tempo e mão de obra por ater-se a efeitos, e não às causas;
- Forros removíveis desnivelados, ondulados e antiestéticos por falta de cuidado na remoção, estocagem e recolocação das placas, facilmente deformáveis;
- Aparelhos desfalcados de parafusos, após conserto e recolocação de placas, protetores, tampos e outros;
- Marcas de mãos sujas deixadas em tetos, forros, paredes, móveis, equipamentos, portas, vidros e espelhos durante consertos;
- Solução ou aparência antiestética, apesar de conserto tecnicamente correto;

- Caixas, palha e papelão de embalagens procedentes de desencaixotamento de equipamentos inadequadamente armazenados, descartados ou largados desprotegidos, constituindo risco de incêndio;
- Quebra de pisos e azulejos à procura da causa de vazamentos, ao invés de ensaios de coloração de água, fechamento sequencial de registros, tomada de juntas, consulta a plantas de instalações e utilização de equipamentos especializados de detecção e localização de vazamentos;
- Dano às brocas para perfuração de concreto ou desprendimento de pastilhas de vidia, decorrentes de aquecimento excessivo;
- Queima de bobina de furadeira por acionamento persistente, quando a broca encontra-se entalada;
- Ocorrência de arrombamento, quebra de cadeado e similares, em decorrência de falhas em segurança e proteção;
- Vazamento de oxigênio em decorrência de a tubulação encontrar-se, durante a construção, em pisos e locais frágeis, desprotegidos ou incompatíveis. O mesmo pode ocorrer com instalações de vácuo, ar comprimido e óxido nitroso;
- Dispersão de contaminantes, como esporos de fungo *Aspergillus*, por falta de proteção hermética de locais de reforma ou por remoção de forros falsos, o que pode provocar disseminação de pó e poeira;
- Defeitos e execuções erradas por falta de análise minuciosa de projetos, detalhes e memoriais;
- Acidentes por falta de corrimão, guarda-corpo, balaustrada, parapeito ou barra de segurança em escadas, chuveiros e corredores;
- Cuidados e higiene inadequados na manutenção, reparo e limpeza de ralos estreitamente vinculados que são à rede de esgoto.

5 Conceitos hospitalares

5.1 “Hospital doente”

“Hospital doente” é uma expressão que sintetiza uma somatória de falhas, erros e descumprimentos por detrás dos quais se encontram um ou mais responsáveis. No dia em que cada responsável se aperceber e se conscientizar da parcela de imperícia, de improvisação ou de imprevisão que lhe

cabe e se tiver consciência, competência, vontade e condições para saná-las, minimizá-las ou não repeti-las, só então poder-se-á pensar em um “hospital sadio”, ou mesmo em defeito zero. Essa meta, todavia, é de difícil alcance, já que o aprimoramento é um processo lento e contínuo e o hospital requer atendimento a um mundo de providências, detalhes, requisitos, conceitos, particularidades, regras, normas e muitos outros mais.

5.1.1 Uma evidência de falta de planejamento preditivo, de plano diretor, de plano de prioridades ou plano de atualização são os puxados, apêndices, extensões, pseudópodos, casas vizinhas alugadas, coberturas improvisadas, desvãos aproveitados, recuos invadidos, subsolos escavados, andares apostos e estruturas reforçadas, não incomumente exibidos por estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS).

5.1.2 Outras evidências de EAS doentes, precariamente planejados ou deficientemente administrados, são: pessoal, equipamentos e espaços ociosos, subutilizados ou improdutivos; usuários, equipamentos e pessoal dessincronizados; esperas prolongadas; filas; circulações promíscuas e corredores congestionados por indivíduos sadios, doentes, acamados, acidentados e deficientes; mistura de casos de emergência com atendimentos eletivos, de pacientes em cadeira de rodas, maca ou cama e com médicos, enfermagem, pessoal e fornecedores; salas de espera insuficientes; insatisfações; longas peregrinações por corredores; perda de tempo à espera de elevadores, informações, atendimentos e processamentos; demora na formalização da alta hospitalar, obrigando o paciente a uma nova diária e outros ônus, como a desumanizada frustração imposta ao paciente e à família pelo retardo do regresso ao lar, o que afeta a rotatividade paciente/dia; falta de sala de alta e de sala-família; circulação obrigatória das visitas entre unidades de internação; demora no fornecimento de resultados de diagnósticos; reclamações; invasão de áreas internas pelo público e assédio a médicos e à administração: “o doutor não virá hoje?”; demora da enfermagem no atendimento a chamadas de pacientes; telefones sobrecarregados; falta de roupa lavada ou esterilizada a tempo e a hora; descarga de bacias sanitárias com água tratada e clorada, ao invés de água de reuso; ausência de espaços técnicos, de plano diretor e de áreas com

condições para expansão e atualização; manutenção e segurança inadequadas, demoradas e de difícil acesso; indisponibilidade de medicamentos prescritos; passagem obrigatória por sem-número de porteiros, portarias e controles que, além de burocráticos e onerosos, infundem no usuário sensação de mal-estar, de intrusão e de não bem-vindo; estacionamento distante, difícil e insuficiente; difícil localização dos serviços e muitos outros mais.

5.2 O “hospital sadio” e a sua difícil concretização

Conseguir um hospital que não seja doente implica superar inúmeras dificuldades, a começar pela escolha do local adequado (terreno inteligente), por um plano diretor compatível com as necessidades presentes e as atualizações futuras e por um projeto arquitetônico que atenda aos conceitos, regras e requisitos que assegurem à futura instituição de saúde uma competitividade elevada, em harmonia com as exigências médico-assistenciais, administrativas, logísticas e de marketing. O segundo passo inclui os projetos complementares, capazes de atender preditivamente aos requisitos corretos, que tenham sido integralmente compatibilizados. O terceiro diz respeito à incorporação de meios, recursos e requisitos capazes de tornar o hospital atualizável, de acordo com as necessidades. O quarto passo é a precisa concretização das obras e o atendimento a todos os desenhos, projetos, detalhes e suas peculiaridades e particularidades, memoriais descritivos e outros. Sucedem essa importante etapa, a organização e implantação da estrutura administrativa, de equipamentos, aparelhos, suprimentos e de recursos humanos, sempre com vistas a devida manutenção com a maior facilidade possível. Enfim, o último passo é a operacionalização do hospital, o pleno atendimento a seus objetivos de proteção, promoção e recuperação da saúde, ensino e pesquisa.

6 Tabus, preconceitos, empirismos e desperdícios*

Os hospitais estão eivados de tabus, preconceitos e empirismos, que muito contribuem para o agravamento de seus desperdícios crônicos.

* Transcrição do editorial da *Revista IPH*, nº 6, jul. 2005, págs. 6-7.

Felizmente, o Regulamento Técnico para Planejamento, Programação, Elaboração e Avaliação de Projetos Físicos de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde (resolução ANVISA RDC 50, de 2002) expurgou vários deles.

Tendo mesmo o Ministério da Saúde cunhado um conceito lapidar:

“... evitar a celebração de rituais mágicos inúteis que apenas oneram os custos hospitalares.”

Uma das medidas foi acabar com a obrigatoriedade dos “cantos curvos”, contraproducentes, onerosos e de difícil execução. O canto curvo, na junção da parede com o piso, era consagrado pelos fabricantes de materiais de acabamento como “rodapé hospitalar”.

Quando a curvatura não era executada com uniformidade criava “vazios” sob a manta vinílica, podendo dar origem a fissuras, à infiltração de água e de material orgânico e constituir-se em possível foco de agentes infecciosos.

Mesmo a pretendida melhora das condições de higiene, se comparada aos “cantos retos”, não ocorre; mais a mais, os conceitos quanto à importância dantes dada às superfícies ambientais sob o ponto de vista de colonização sofreram novos enfoques.

O Ministério da Saúde, em sua publicação “Processamento de artigos e superfícies em estabelecimentos de saúde”, pág. 30, assim se posiciona:

“As superfícies fixas (pisos, paredes, tetos, portas, mobiliários, equipamentos e demais instalações) não representam risco significativo de transmissão de infecções na área hospitalar.

Sabe-se que as infecções devem-se, primordialmente, aos fatores inerentes ao próprio paciente (idade, condições clínicas e nutricionais, patologia de base, etc.) e, majoritariamente, às agressões de diagnóstico e terapêutica realizadas.

É desnecessária a desinfecção de paredes, corredores, pisos, tetos, janelas, portas, a menos que haja respingo ou deposição de matéria orgânica, quando é recomendada a desinfecção localizada. Existem locais e mobiliários que podem constituir risco de contaminação para pacientes e pessoal hospitalar, pela presença de descarga de excreta, secreção ou exsudação de material orgânico. Estes locais necessitam de descontaminação antes ou concomitante à limpeza.

As superfícies que estiverem com presença de matéria orgânica em áreas críticas, semicríticas e não críticas deverão sofrer processo de desinfecção ou descontaminação localizada e, posteriormente, deve-se realizar limpeza com água e sabão em toda a superfície, com ou sem auxílio de máquinas. Nestes procedimentos usar os EPI necessários.”

7 Antecâmaras

Outro tabu, entre os muitos que oneram os custos hospitalares, são as antecâmaras, às quais costuma-se atribuir propriedades mágicas. Sempre que os projetistas ou administradores não se encontram em condições de se haver com a proteção bacteriológica requerida por determinado ambiente, valem-se da antecâmara.

A antecâmara, a não ser que disponha de pressão positiva, não passa de uma simples área vestibular fechada, vazia, dotada de duas portas, geralmente uma dando para o corredor e outra para o ambiente a proteger.

Os pretendidos “poderes mágicos” resumem-se, então, apenas na interposição dessa área vestibular, contendo ar confinado, desprovida de qualquer recurso ativo.

Já a antecâmara, quando dotada de ar condicionado e pressão positiva, constitui-se uma barreira pressórica efetiva, em relação a cada um dos dois ambientes; recurso esse dispendioso, utilizado em situações específicas.

7.1 Dispensa de filtros biológicos em lavanderia

Algo nesse sentido ocorre relativamente à sala de separação e classificação de roupa suja da lavanderia.

Por acolher toda a roupa suja da instituição, poluída por agentes biológicos e líquidos corporais, o ambiente se coloniza com aerossóis, particulados e fiapos em suspensão.

Por isso, as normas valem-se do recurso da exaustão e da manutenção do ambiente sob pressão negativa.

Por excesso de zelo, não é incomum a anteposição de antecâmara à sala de separação e classificação de roupa suja. Além do falso sentimento de segurança, essa prática constitui-se em desperdício de recursos e de espaço, revelando-se inútil e contraproducente, por dificultar a exaustão e a remoção do ar confinado dessa área vestibular.

Outra prática que constitui desperdício é a provisão do duto de exaustão de filtros biológicos.

O lançamento do ar poluído, por duto vertical, acima do telhado e sem qualquer tratamento, é seguro pelo fato de a exposição dos agentes biológicos à diluição, dissipação, dissecação e radiações e outros.

A Norma 7256/2005, “Tratamento de ar em estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS) — Requisitos para projeto e execução das instalações”,

na tabela referente a “Processamento de roupa suja para recebimento, secagem, classificação e lavagem”, dispensa, por essa razão, o emprego de “filtros biológicos de retenção de micro-organismos”, apenas preconiza “filtro de retenção de fiapos” instalados nas grelhas de exaustão, além de recomendar a exaustão forçada de todo o ar da sala e a reposição induzida de ar exterior.

São apenas alguns exemplos dos muitos tabus, preconceitos e empirismos que minam os hospitais.

8 Lavatórios, ralos e bacias sanitárias

8.1 Problemática e desmistificação**

Para quebrar a cadeia de coliformes — papel higiênico, mãos, dedos e maçaneta —, mãães e sanitaristas recomendam lavar as mãos após a utilização da bacia sanitária. Lavar as mãos, basicamente, não passa de um processo de transferência, de ato de passagem de sujidade, impurezas, particulados, micro-organismos e outros, das mãos para o lavatório. O lavatório, por sua vez, não passa de um receptor, de um acolhedor passivo de material fecal, saliva, sangue, secreção nasal, suor, urina, detritos, gorduras, poeira, vômito, patógenos e tudo o mais que é nele descartado.

Todos esses alijados, líquidos corporais, substâncias químicas orgânicas e biológicas, tornam crítica a superfície do lavatório, cujo potencial contaminante precisa ser apurado; igualmente, sujeito a pesquisa, é a sua possível colonização suplementar, decorrente do “contínuo hídrico” que se estabelece, com a interconexão da água poluída, acumulada no sifão, com a do lavatório, quando do acionamento da torneira.

O risco maior, todavia, é o do “contínuo hídrico reverso”, que ocorre quando da obstrução da rede de esgoto, que acarreta o refluxo do efluente fecal e o extravasamento, primeiro do ralo, e depois do sifão, podendo atingir o lavatório. Essa possibilidade está condicionada à maior ou menor abertura do tampo do ralo e à pressão do efluente, quando em instalações de ralo e esgoto comuns, desprovidas de sistema de segurança.

Quando extravasa, o ralo pode causar consideráveis transtornos e riscos. Um exemplo é a sustação de procedimentos cirúrgicos em pleno

**

Transcrição do editorial da *Revista IPH*, nº 8, dez. 2006, págs. 4-5.

andamento, provocada pela irrupção e espraçamento de efluente fecal pelo piso do bloco cirúrgico, decorrente de refluxo do ralo da área de escovação.

O curioso é que, dentre estes três aparelhos — lavatório, ralo e bacia sanitária —, a discriminação recai toda sobre a bacia sanitária, acusada de disseminar aerossóis contaminantes e outros; cogitando-se mesmo tornar obrigatório tampá-la antes do acionamento da descarga. O lavatório e o ralo, por sua vez, não só são poupados, como pousam inofensivos e “inocentes”, a ponto de frequentarem, sem maiores preocupações, refeitórios, copas, consultórios e outros.

Será que, de fato, procedem tais imputações à bacia sanitária?

Será que se justifica, a já por si questionável “antecâmara” em instalações sanitárias, à guisa de “área vestibular de segurança”?

Ou, opostamente, tais preocupações e prevenções não passam de desperdícios dispendiosos e dispensáveis, constituindo mais um dos mitos que empanam a boa arquitetura e administração hospitalar?

Não nos cansamos de repetir a lapidar recomendação do Ministério da Saúde: “... evitar a celebração de rituais mágicos inúteis que apenas oneram os custos hospitalares”.

Pesquisas levadas a efeito, em bases científicas, dirimem dúvidas e objeções quanto ao uso seguro da bacia sanitária hospitalar, comprovado por alguns exemplos.

Pela instalação da bacia sanitária em compartimentos junto a pacientes de UTI e pela incorporação da bacia sanitária ao “quarto mínimo”, e mais, não vai longe o tempo em que as normas proibiam a localização de instalações sanitárias dentro de ambientes de preparação de alimentos e hoje, opostamente, a sua incorporação, dentro do âmbito da cozinha, é obrigatória.

É a desmistificação da tão discriminada bacia sanitária!

A seguir encontra-se reproduzida a tradução da pesquisa referente aos *hospital toilets*, seguida pelo texto original.

8.2 Hospital toilets***

As condições microbiológicas, referentes às instalações sanitárias hospitalares, foram cuidadosamente investigadas por Newsome, que realizou culturas do ar, da água e de superfícies de bacias sanitárias hospitalares, bem como de bactérias presentes no ar e em salpicos fecais, após realizada a descarga de bacias sanitárias (69).

A frequência e o nível de contaminação do ar, da água e de superfícies de bacias sanitárias hospitalares por bactérias fecais foram surpreendentemente baixos: de 27% [<10 unidades formadoras de colônias (CFU)/ml], de 39% (<2.500 CFU/ml) e de 6% (≤ 4 CFU/ml), respectivamente.

A possibilidade de geração de um aerossol bacteriano foi estudada em experimentos, com descargas artificiais; foram necessárias, no mínimo, 10^{10} bactérias/100ml de água da bacia sanitária, para se conseguir produzir um aerossol.

As bactérias, por contagem, da água da bacia sanitária sofreram uma redução equivalente a 100 vezes o seu número, em decorrência de uma única descarga.

Bactérias entéricas denotaram ter condições de sobreviver à dissecação. Gotas de fezes, deixadas secar sobre assento de bacia sanitária, revelaram-se praticamente livres de *E. coli* após duas horas de exposição; *Shingella* e *Salmonella* sucumbiam nas fezes após 4 e 12 dias, respectivamente.

Baseado nos dados pesquisados e dado o fato da necessidade de um número mínimo de bactérias (da ordem de 10^2 para *Shingella* e de 10^7 para *Salmonella*) a ser ingerido por hospedeiro humano normal para a ocorrência de contaminação e doença, depreende-se constituir a bacia sanitária hospitalar improvável fonte de infecção. Isso pode não ocorrer caso a superfície da bacia seja densamente coberta por material fecal, caso de hospitais para pacientes mentalmente perturbados, enfermarias pediátricas, centros de pacientes-dia pediátricos ou para adultos portadores de distúrbios neurológicos.

Os cuidados a serem dispensados a bacias sanitárias hospitalares devem restringir-se a manter suas superfícies limpas, utilizando soluções desinfetantes e limpando a bacia com escova e com produto de limpeza na

*** Texto traduzido de Weber, D. J. e Rutala W. A., "Prevention and Control of Nosocomial Infections". In: Wenzel R.P. (ed.), *Environmental Issues and Nosocomial Infections*, 2ª ed., 1993.

higienização da bacia sanitária. Não é necessário derramar desinfetantes diretamente na bacia. Como sempre, as boas práticas de higienização das mãos podem remover qualquer flora microbiana transitória, eliminando riscos de infecções cruzadas.

8.3 *Hospital toilets* (texto original)

“The microbiology of hospital toilets has been carefully investigated by Newsome, who cultured the air, water, and surfaces of hospital toilets and the bacteria in the air or splashes after toilet flushing (69). The frequency and level of contamination of the air, water, and surface of hospital toilets by fecal bacteria was surprisingly low at 27% [<10 colony forming units (CFU)/ml], 39% (<2.500 CFU/ml), and 6% (≤ 4 CFU/ml); respectively. The likelihood of generating a bacterial aerosol was studied in artificial flushing experiments; at least 10^{10} bacteria/100 ml of toilet water were required to produce an aerosol. The bacterial counts in toilet water were reduced 100-fold by a single flush.

The ability of enteric bacteria to survive desiccation was also observed. Drops of feces allowed to dry on a toilet seat were nearly free of *E. coli* in 2 hours. *Shigella* and *Salmonella* in feces died out in 4 and 12 days, respectively.

In consideration of these data and the numbers of bacteria (at least 10^2 *Shigella* to 10^7 *Salmonella* typhi) that must be ingested to cause human disease in normal hosts, it seems that the hospital toilet is an unlikely source of infection. This may not be true if the surfaces are heavily coated with feces, as could happen in hospitals for mentally impaired patients, pediatric wards, day-care centers for children, or with neurologically impaired adults.

The care of the hospital toilet should be restricted to maintaining the surfaces clean with a disinfection solution and cleaning the bowl with a scouring powder in conjunction with a brush. There is no reason to pour disinfectants into the bowl. As always, good hand-washing practices would remove any transient microbial flora from the hands and eliminate any risk of cross-infection.”

9 Conceitos hospitalares

Os métodos de avaliação abaixo resumidos fornecem uma ideia do empenho generalizado em prol do aperfeiçoamento das instituições de saúde. A seguir apresentamos os conceitos de *APO* e de *APRO*, em reprodução de artigo publicado em parceria com o arquiteto Domingos Fiorentini na revista *Notícias Hospitalares – Gestão de Saúde em Debate* (nº 34, 2002):

9.1 APO: avaliação pós-ocupação de EAS

A APO é uma metodologia cada vez mais difundida e empregada na avaliação de edifícios, que recorre a diretrizes e recursos tecnológicos diversos, objetivando uma melhora no desempenho, conforto e eficiência de instituições, além da detecção de falhas no projeto, concepção, construção, uso, manutenção e segurança das mesmas. Ela, sem dúvida, constitui recurso valioso à disposição de arquitetos, engenheiros e administradores, para a apuração da qualidade e da operacionalidade pós-construção e pós-ocupação de EAS.

9.2 APRO: avaliação pré-construção e pré-ocupação de EAS

Há, todavia, EAS que se ressentem da falta de outra avaliação: a APRO (avaliação pré-construção e pré-ocupação). Uma avaliação preditiva, pré-construção e pré-ocupação, poderia detectar deficiências e impropriedades a tempo, contribuindo para evitar contratempos e elevados custos de refazimentos de serviços, que podem onerar a instituição por toda a sua vida útil. É, no mínimo, constrangedor para projetistas, construtores e administradores quando uma APRO vem constatar, na avaliação de um projeto arquitetônico e/ou de projetos complementares, problemas como:

- Gestantes e pacientes idosos obrigados a vencerem escadarias ou transporem obstáculos, como degraus; pacientes internados, bem como funcionários e visitantes, estressados por ruídos provenientes de *tubos acústicos*, constituídos por espaços criados em forros falsos mal concebidos e/ou mal executados; ambientes inadequadamente dimensionados para determinada quantidade de pessoas, equipamentos e operadores.
- Mortes e acidentes por falta de planejamento preditivo de segurança; acidentes em escadas desprovidas de corrimões; ocorrência de quedas e acidentes decorrentes de pisos escorregadios; de quedas acidentais ou

intencionais por janelas desprovidas de proteção; pacientes expostos a choques elétricos ou eletrocussão, por falta de nível equipotencial ou de aterramento adequado; médicos impossibilitados de acudir rapidamente emergências por número insuficiente de elevadores; bombeiros impossibilitados de acudir incêndios a tempo pela barreira interposta por grades de proteção; dispersão de fungos e bactérias por instalações e equipamentos inadequados de condicionamento de ar; esporos de *Aspergillus* disseminados por poeira provinda de local de reforma mal isolado; bactérias como *Legionella pneumophila* e *Pseudomonas aeruginosa* e outros micro-organismos disseminados por falta de medidas de prevenção; pacientes descerebrados por falha no suprimento de oxigênio ou por dosagem excessiva de nitrogênio na recomposição de ar ou em testes de vazamento; infecção decorrente de pressão negativa em rede de água potável inadequadamente projetada (trompa de vácuo).

- Falta de competitividade por ineficiência física e funcional da instituição; disposição física e fluxos mal resolvidos, contrapondo-se às necessidades administrativas e médico-assistenciais; obsolescência física e funcional por falta de planejamento preditivo e voltário; falta de equacionamento de percurso, distância e frequência, encompridando trajetos desnecessariamente; gavetas à altura do joelho, impossibilitando chegar à mesa de trabalho; bancada de laboratório dotada de ressalto perimetral sobrelevado, dificultando a retirada de lâminas de microscópio de sua superfície.
- Pacientes expostos à chuva ou à saída de carros por insuficiente proteção de marquise; descarga perdulária de bacia sanitária com água potável, tratada por ausência de sistema de água de reuso (não potável) provinda de chuva, de lavagem ou de lençol freático; desperdício de energia elétrica pela não provisão, em projeto, de ventilação e insolação naturais; desperdícios evitáveis por falta de controle automatizado de demanda de energia elétrica contratada e de aquecimento de caldeiras e rede de água quente; iluminação utilizando lâmpadas incandescentes, ao invés de fluorescentes; excessivo número de funcionários por falta de fluxos e agrupamentos racionais; construções e acréscimos aleatórios por falta de plano diretor; vícios de origem por falta de flexibilidade, expansibilidade e preditividade; pacientes estressados por falta de humanização física, funcional e psicológica; cabeceira de cama de paciente colidindo com maçaneta, ao ser movimentada, pela falta de compatibilização de

altura; foco de luz no teto molestando paciente acamado, em decorrência da falta de iluminação indireta ou de arandela.

- Desperdício de água condensada de calandra por incapacidade de retorná-la à caldeira, à temperatura de seu máximo calor sensível; esterilização inadequada por falta de purgador termoestático em autoclave; encomprimento e desperdício de canalizações por falta de provisão de passa dutos horizontais e verticais, de passagens através de vigas ou por falta de espaços técnicos; desperdício de espaço por provisão de antecâmara dispensável; conservação precária decorrente de dutos inacessíveis e por falta de manutenção e segurança preditivas; revestimento melamínico desbeijado em portas e balcões por falta de encabeçamento.
- Objeções a instalações sanitárias dentro da cozinha e à integração física entre parto e cirurgia, bem como entre cirurgias sépticas e limpas e o cruzamento de material esterilizado com contaminado, fruto de tabus, preconceitos e critérios ultrapassados; cantos curvos, de difícil execução e higienicamente injustificáveis; pisos, acabamentos e tintas ditos germicidas, propaganda enganosa, que gera falso sentimento de segurança, tal como as instalações que otimizam o poder germicida do ozônio e da radiação ultravioleta, que introduzem riscos à biossegurança; inadequada proteção contra produtos cancerígenos, neurotóxicos e mutagênicos, como óxido de etileno; atualizações físicas e funcionais dificultadas ou inviabilizadas por estruturas rígidas; fluxos promíscuos por falta de circulações segregadas e diferenciadas; agrupamentos ilógicos de territórios não afins, não valenciados ou não ideal-posicionados; proteção e blindagem insuficientes, inadequadas ou inexistentes de emissões de isótopos radioativos, câmaras de decaimento, raios X, radioterapia e braquiterapia; prevenção e segurança inadequadas ou inexistentes contra incêndios, inflamação e explosão de gases (ciclopropano, óxido de etileno, hélio); projeto com potencial de atualização inadequado; interferências de microvibrações estruturais, campos eletromagnéticos e correntes harmônicas em diagnósticos e traçados.

É certo que quando o Código de Defesa do Consumidor for mais difundido e conhecido, a existência de tais condições poderá sujeitar seus responsáveis a questionamentos técnicos, econômicos, profissionais e legais.

9.3 CQH: indicadores da qualidade e produtividade em serviços de saúde

O CQH, controle de qualidade hospitalar, enfoca a avaliação da qualidade e da produtividade de serviços de saúde sob três aspectos principais: estrutura, processo e resultados.

O aspecto da estrutura diz respeito à área física, funcionalidade, equipamentos, instalações, manutenção, recursos humanos, condições financeiras, jurídicas e políticas. Já o processo vale-se de registros, dados, arquivos e prontuários para a avaliação da qualidade de serviços como número de consultas por hora, proporção de vacinados em relação à população e outros. A avaliação dos resultados em serviços de ação de saúde, por sua vez, é mais subjetiva: implicam relações interpessoais, de difícil registro e quantificação. Mesmo a avaliação feita pelo próprio usuário nem sempre é consentânea com a dos auditores. Exemplos de resultados são as taxas de infecção hospitalar, ocupação, recidiva, pessoal por leito e outros.

A avaliação da produtividade recorre frequentemente a indicadores, como qualidade total (*Total Quality Management*, TQM) e melhoria contínua da qualidade (*Continuous Quality Improvement*, CQI) e outros.

9.4 Acreditação hospitalar

Pela definição do *Manual Brasileiro de Acreditação Hospitalar*, acreditação é um método de avaliação que tem como finalidade garantir a qualidade do atendimento em serviços de saúde. Segundo o Sistema Brasileiro de Garantia da Qualidade em Saúde, os padrões de acreditação são definidos em três níveis: do mais simples ao mais complexo e do inicial ao mais desenvolvido, sempre envolvendo um processo de incorporação dos registros anteriores, de menor complexidade.

9.5 PHP: planejamento hospitalar preditivo de instituições de saúde

Por preditividade compreende-se aquilo que é antecipativo, isto é, a previsão, já em projeto, das necessidades, situações, desempenhos e funções futuras do hospital, municiando-o e capacitando-o a atendê-los de modo lógico, inteligente, racional, econômico e responsável.

Na busca de otimização de funcionamento, desempenho, produtividade, redução de desperdícios e prevenção de ocorrência de hospitais

doentes, o planejamento deve atender ao conceito de preditividade. A preditividade é inerente à arquitetura e à engenharia hospitalares e, em face da intensa integração, correlação e interação no ambiente hospitalar, pode ser didaticamente dividida em: administração preditiva e manutenção e segurança preditivas, todas estas “arquiteturas” envolvem múltiplas atividades, entrosadas e inter-relacionadas, abrangendo aspectos físicos, administrativos, médico-assistenciais, funcionais, de fluxo, de pessoal, financeiros, logísticos, legais e outros.

As fases de pré-planejamento, logística e de interplanejamento caracterizam-se pela disponibilidade e correto emprego de dados, informações, levantamentos, pesquisas, programa de necessidades, conhecimento de funcionamento e de utilização e outras particularidades. Nesse contexto, a observância e incorporação de fatores determinantes como plano diretor, flexibilidade, previsão de expansão, percursos, fluxos segregados e atualização, contribuem decisivamente. O conhecimento pleno — do certo e do errado, de causa e efeito, das consequências, finalidades, metas e necessidades presentes e futuras — contribui para assegurar uma avaliação APRO e APO positivas, CQH e outras certificações de qualidade e produção dentro dos melhores padrões.

9.6 AHSV: arquitetura hospitalar sinérgica e voltária

Alcunhamos a expressão arquitetura hospitalar sinérgica para distingui-la da arquitetura hospitalar que atem-se unicamente a atender estritamente ao físico, ao funcional, ao plástico, às normas, às posturas e ao requerido pelos órgãos aprovadores. A sinergia reside na preocupação adicional de ser abrangente, global, holística, intra e extramuros; de preocupar-se com a saúde do paciente e, com a saúde da instituição simultaneamente, com a constante incorporação de inovações tecnológicas.

É uma arquitetura que se preocupa com tendências, perspectivas e evoluções sociais, médicas, preventivas, operacionais e tecnológicas; com demandas, condições econômicas e recursos humanos; com a integração, de forma racional e efetiva de sistemas e redes de manutenção e segurança da saúde; com operacionalização empresarial e com a competitividade, presente e futura. Essas são preocupações e encargos que tornam a arquitetura hospitalar ainda mais complexa e responsável, cumulando-a com obrigações de orientação, consultoria e aconselhamento em áreas multiprofissionais.

Nada é permanente na arquitetura hospitalar sinérgica. Por essa razão, ela é uma arquitetura voltária, sempre temporária, parcial, inovadora. Forma, função e finalidade permanentemente sujeitas ao retrabalho e à atualização. Assim, quanto mais preditiva, mutável e voltária ela for, menos vulneráveis à obsolescência física e funcional serão as instituições e mais condições de sobrevivência e atualização terão. O próprio plano diretor, matriz norteadora de toda edificação ou complexo hospitalar, é igualmente dinâmico e voltário.

9.7 Conceito de valência

A valência desempenha um importante papel na concepção, na atualização e na operacionalização de EAS; nos posicionamentos, distâncias e prioridades em função de inter-relações e interações qualitativas e quantitativas; na otimização de fatores de utilização e de custo/benefício; na potencialização de vetores de correlacionamentos funcionais, de produção e de recursos humanos. O conceito de valência trata basicamente da interligação, interação e correlação física e funcional entre dois territórios, dois centros interdependentes de atividades, visando a otimização operacional da instituição presente e futura. Segundo a concepção do autor, valência e covalência desempenham uma importante contribuição no planejamento de instituições de porte.

9.8 Conceito de potencial de atualização

Pensar em tudo, em profundidade e a longo prazo: o quê? Por quê? Para quê? Como? Quando? Onde? Em que circunstâncias e condições são engajamentos primordiais? Os constantes progressos e inovações solicitam incessantemente as instituições de saúde a se defenderem contra a própria obsolescência física e funcional, obrigando-as a se atualizarem, incorporando novas conquistas científicas e tecnológicas.

Em face de a atualização ser uma necessidade universal, comum a todas as instituições de saúde, é de bom senso e de boa técnica, que os projetos sejam contemplados já em seu nascedouro, com os recursos que os tornem fácil, racional e economicamente atualizáveis.

10 Blindagem

10.1 Generalidades

Vários são os equipamentos utilizados por um hospital que carecem de algum tipo de revestimento protetor ou de blindagem contra campo magnético ou radiações. Exemplos são os equipamentos de ressonância magnética (MR), de radiologia, de radioterapia, medicina nuclear, gama-câmara, gama-faca, terapia com isótopos de alta dosagem, bomba de cobalto, tomografia computadorizada por emissão de fóton único (SPECT), tomografia por emissão de pósitrons (PET), que utiliza radioisótopos produzidos em ciclotron. O SPECT, por empregar radionuclídeos emissores de raios gama, com meia-vida mais longa, dispensa a presença de ciclotron, enquanto que o pósitron, cuja meia-vida curta, requer sala de exames próxima ao ciclotron.

As medidas de proteção respectivas encontram-se normalmente incorporadas ao prédio já durante a fase de construção, restringindo-se o papel da manutenção e da segurança operacional, basicamente, ao acompanhamento, passando a ser mais atuante por ocasião de reformas, ampliações, transferências e instalação de novos equipamentos. As proteções podem ser de várias naturezas, na dependência do campo magnético, da radiação e das dimensões do recinto e outros.

A radiologia, por exemplo, recorre à blindagem por vidro plumbífero na cabine de comando e mantas de chumbo, argamassa baritada e concreto ou alvenaria nas paredes. A equivalência de espessura em função da densidade desses materiais é tabelada. A radioterapia utiliza casamata de concreto de grande espessura e alta densidade (concreto acrescido de agregado de magnetita e hematita, com densidade de 3.450 kg/m^3). A ressonância magnética, por sua vez, recorre à blindagem com blocos ou lâminas de ferro doce, correspondente ao número de Teslas (0,5 a 3,0) de 5.000 gauss a 30.000 gauss. Em geral, a medicina nuclear faz uso de divisórias de concreto (braquiterapia) e mantas e blocos de chumbo, bem como de poços ou cofres de chumbo para decaimento de isótopos de meia-vida curta, antes de serem descartados. Além disso, recipientes de chumbo são utilizados para armazenamento provisório e transporte de radioisótopos. Lâmpadas germicidas carecem de calha de proteção contra incidência visual de radiação ultravioleta, laboratórios de biossegurança e recipientes de segurança próprios para o transporte de material radioativamente contaminado.

Os projetos de prevenção, proteção e blindagem devem ser elaborados por físicos e empresas especializadas. Cabe à manutenção e à segurança medir, ou providenciar a medição periódica, do nível de radiação para a detecção de eventuais vazamentos de radiação ou falhas de proteção. Isso se dá por meio de equipamentos específicos, como o contador Geiger, cintiladores e outros. A manutenção e segurança devem também zelar para que as mantas de chumbo sejam adequadamente impermeabilizadas antes de receber acabamento de tela e argamassa de cimento, dada a incompatibilidade existente entre o chumbo e o cimento. Essa precaução é dispensável se o acabamento é feito por lambris de madeira, placa melamínica ou material semelhante. Cuidado especial deve ser tomado para evitar vazamentos de radiação através de piso e forro, batentes e folhas de porta, caixas de luz, tomadas, armários, quadros de eletricidade, aparelhos embutidos e outros.

10.2 Salas de exames especializados

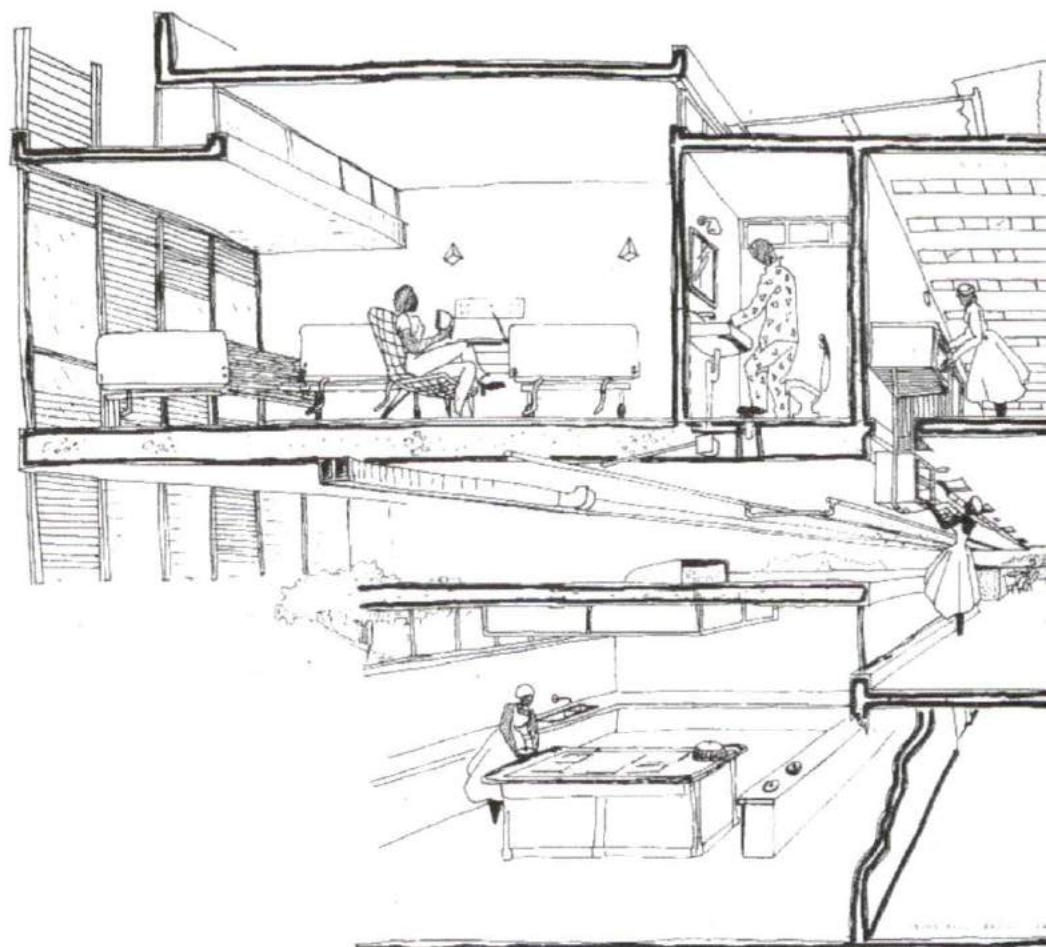
10.2.1 A manutenção e a segurança devem estar afeitas às normas nacionais e internacionais de proteção e blindagem, relativas a procedimentos diagnósticos e terapêuticos e aos recursos de proteção recomendados. A blindagem pode ser incorporada à estrutura do prédio ou adicionada a paredes, pisos e tetos, na forma de sobre-revestimentos, atendendo a exigências específicas. A blindagem de proteção é determinada pela energia gerada e utilizada, condicionada a equipamentos, procedimentos, técnicas e local. Como regra geral, toda sala destinada a equipamentos radiológicos, convencionais ou de processamento digital deve contar com a devida proteção. Já para certas atividades para fins diagnósticos, com baixa emissão, a espessura das próprias paredes e lajes pode atender aos requisitos de proteção requeridos. Com o advento de filmes especiais que incorporam gadolínio (extraído de terras raras), segundo as pesquisas desenvolvidas na Escola Paulista de Medicina, a potencialização resultante permite diminuição de até 50% na radiação de raios X e consequente redução na proteção e blindagem. A blindagem a ser utilizada para determinado fim sempre estará em dependência direta das medições, cálculos e do parecer responsável de físicos nucleares.

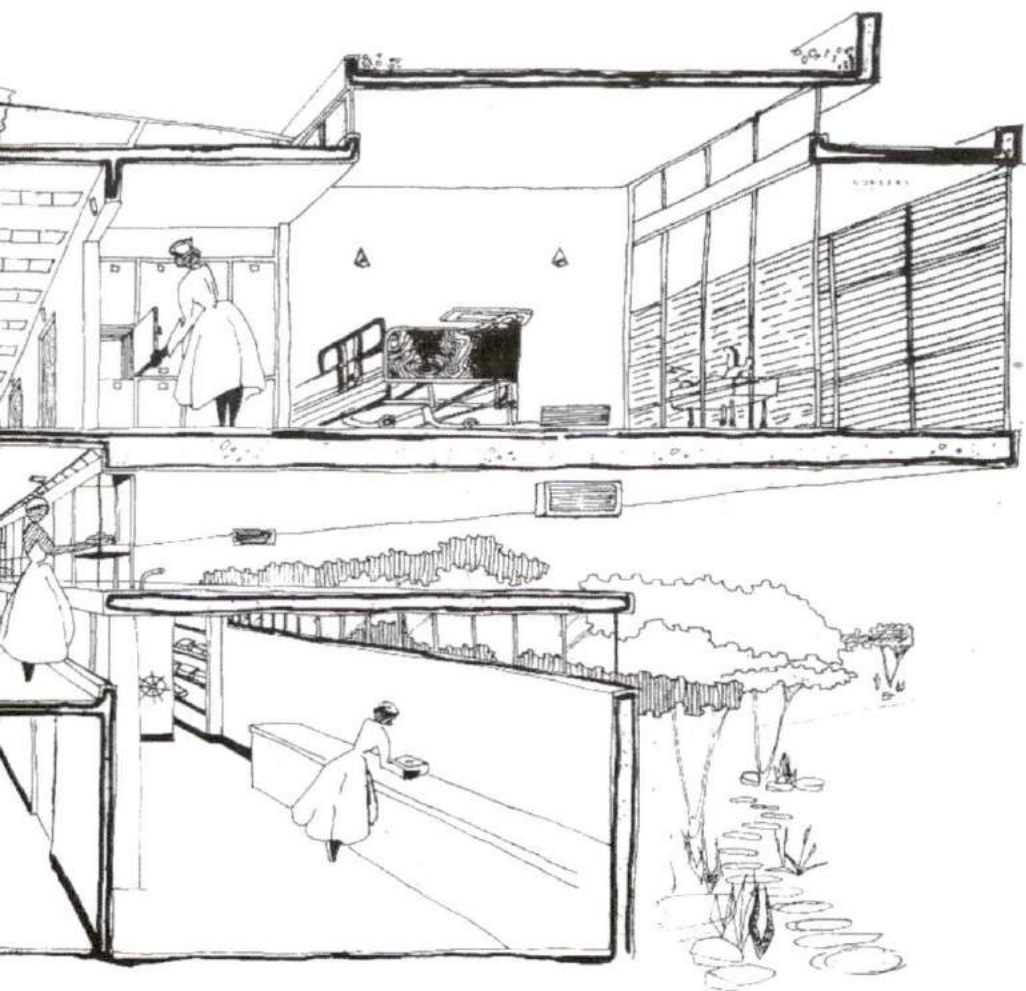
- 10.2.2 As salas para exames radiológicos com emissão de raios X, para gastro, uro, esqueleto, bem como para tomografia computadorizada, angiografia, cateterismo cardíaco, angioplastia e outros requerem blindagem compatível. A sala para ultrassonografia Doppler (destinada a medir a velocidade de circulação do sangue) pode requerer proteção contra interferência eletromagnética, como dos reatores de lâmpadas fluorescentes.
- 10.2.3 Salas para endoscopia endourológica ou litotripsia extracorpórea podem requerer proteção contra radiação ionizante, emitida quando da utilização de sistema de localização por TV (radioscopia). O litotriptor é usado para a fragmentação de cálculos renais.
- 10.2.4 Salas de ressonância magnética nuclear (MR) exigem blindagem conjugada de campo magnético e de radiofrequência (RF), em geral com amplitude entre 2,75 e 84 MHz. Se, por um lado, o campo magnético influencia o ambiente externo (pessoas com implante magnético ou marca-passo), por outro, ele é afetado por emissores de RF externos (ondas de rádio FM, por exemplo) e por mudanças no campo magnético provocado por massas magnéticas em movimento (veículos, por exemplo), que podem acarretar distorções em imagens de MR. A moderna tecnologia de MR vale-se, além da blindagem por lâminas ou blocos de ferro doce, dos recursos da autoblindagem e da blindagem ativa do magneto. Para a blindagem da RF utilizam-se chapas de cobre ou de alumínio e outros. Para a proteção das salas de comando e interpretação, contra a RF, emitida nas salas de exame, recorre-se comumente às vidraças aramada ou gradeadas.
- 10.2.5 A ressonância magnética requer particular cuidado para prevenir acidentes, decorrentes da poderosa força de atração exercida pelo campo magnético da ordem de 5.000 a 20.000 Gauss. Não é incomum que objetos metálicos sejam atraídos pelo magneto de MR. Acidente notório ocorreu quando um pequeno extintor de incêndio atingiu uma criança que estava sendo examinada dentro de um equipamento de MR. Um protetor não metálico adequadamente localizado poderia prevenir tais riscos.

- 10.2.6 Salas de registros gráficos de funções fisiológicas, como eletroencefalografia (EEG) e eletromiografia (EMG) e outros, podem necessitar de proteção contra interferências eletromagnéticas.
- 10.2.7 Salas de medicina nuclear (gamagrafia, SPECT, etc.) podem necessitar de blindagem, se os postos de radiação se situarem muito próximos às fontes de elevada radiação.
- 10.2.8 Salas destinadas a laboratório de manuseio de material radioativo requerem blindagem em função da atividade do radionuclídeo utilizado. O mesmo se aplica aos locais de armazenamento do material destinado a decaimento, como iodo 131 (^{131}I), tecnécio 99 (^{99}Tc), gálio 67 (^{67}Ga) e tálio 201 (^{201}Tl).
- 10.2.9 Terapias com iodo radioativo (^{131}I) para disfunções da tireóide, como hipertireoidismo, bem como com MIBG ^{131}I , para crianças portadoras de neuroblastoma infantil carecem, além da proteção radiológica dos quartos destinados a internações iodoterápicas (paredes blindadas contra radiações ionizantes), do atendimento às exigências da CNEN (Comissão Nacional de Energia Nuclear). A Norma NE-3.05 determina a provisão de esgoto separado para decaimento das excretas dos pacientes. O armazenamento desses efluentes deve ser feito em depósitos de rejeitos radioativos, cuja blindagem deve ser devidamente calculada. Para tanques de concreto, por exemplo, a espessura das paredes (correspondente a quatro camadas semi-redutoras) deve ser de 12 cm e a liberação das excretas para o coletor de esgotos, é feita de forma fracionada. Dado que o tempo médio de internação dos pacientes alcançam de três a cinco dias, cada quarto deve ser dotado de dois tanques devidamente dimensionados e providos de sistema eletromecânico ou de solenoide para o controle dos efluentes. Segundo a Norma NE 6.05, a atividade específica máxima permitida para a liberação de radioisótopos na rede de esgotos, é de $6,0 \cdot 10^{-5}$ uCi/ml, o que obriga à retenção do efluente por um período de quinze ou mais dias.
- 10.2.10 O conjunto das salas destinadas a tomografia por emissão de pósitrons (PET) requer proteção radiológica especial. A sala de ciclotron (ou miniciclotron), que produz material radioativo

(geralmente de meia-vida muito curta), deve situar-se, idealmente, imediatamente próxima às salas de controle de processos químicos e à sala de exame por PET. Alguns minicíclotrons já vêm com proteção conjugada.

- 10.2.11 Salas cirúrgicas para procedimentos especializados, como este-reotaxia (recurso para assegurar orientação tridimensional da ponta de um instrumento em cirurgia delicada) conjugada a exames radiológicos, requerem blindagem específica contra radiação ionizante.
- 10.2.12 Áreas de radioterapia, braquiterapia, *afterloading*, simuladores, cobaltoterapia e terapia por fótons e elétrons, bem como de aceleradores lineares, necessitam de radioproteção devidamente planejada (casamatas e outros).
- 10.2.13 Salas de cirurgia para braquiterapia, *afterloading* e radioterapia intraoperatória, que utilizam metodologia de dose de alta taxa (HDR), devem ser protegidas de forma a evitar riscos a pacientes, a operadores e ao entorno.
- 10.2.14 Salas de hemodinâmica carecem, além da blindagem ambiente, de visor plumbífero, cuja função é manter as doses de radiação em níveis baixos, de modo a proteger os médicos hemodinamistas durante a realização de exames angiográficos. Os equipamentos de proteção individual completam a radioproteção da equipe.





Hospital São Luiz
Santos – SP, 1961; ver à pág. 419

Capítulo III

MANUTENÇÃO E SEGURANÇA PREDIAL

1 Manutenção e segurança de edificações

A deterioração, o desgaste e a obsolescência são ocorrências insidiosas que, em geral, estão relacionadas com a negligência de manutenção e segurança — quando, por exemplo, não lhes sejam consignados os recursos necessários. No setor industrial, a importância da manutenção e da segurança é reconhecida e consagrada, contribuindo para a evolução da manutenção e segurança preventiva condicionadas.

Para o proprietário ou o usuário, uma edificação e seus equipamentos são geralmente vistos como “eternos” e “indestrutíveis”. No entanto, apesar dos efeitos positivos da qualidade sobre a durabilidade, nada é permanentemente imune à ação do tempo e do uso.

Assim, a manutenção de um edifício, principalmente a preditiva e preventiva, envolve embasamento cultural e um vínculo direto com o projeto e a construção. Ela implica cuidados e serviços que garantam à instituição um desempenho contínuo naquilo que se relaciona à segurança, funcionalidade, conforto, aspecto físico e outros mais.

2 Concreto

2.1 Deterioração

Cabe à manutenção e à segurança zelarem, entre outros, pelas boas condições da estrutura do prédio: pilares danificados podem expor a

ferragem; ninhos ou bicheiras podem ter ficado abertos durante a construção; armações e estribos podem apresentar-se expostos e sujeitos à corrosão; água de torneira de lavagem, junto a pilares de garagens e jardins, pode afetar o reboco e provocar corrosão da armadura de pilares; revestimento estufado pode indicar a ocorrência de oxidação da ferragem.

Foi lançado no mercado norte-americano um aparelho que permite medir a polarização da armadura do concreto, possibilitando a tomada de providências antes da manifestação de corrosão. Adicionalmente, fissuras podem ser detectadas por ultrassom já no início de sua ocorrência (manutenção e segurança preventiva condicionadas). Além disso, são vários os recursos para atalhar a corrosão em rodapés de pilares: impermeabilização prévia da base do pilar; rodapé executado com graute; ou concreto aditivado com polímeros, como poli(cloreto de vinila) — PVC, ou poli(acetato de vinila). Água penetrando ou acumulada sobre lajes de forro, ou percolando lajes de piso, de estrutura nervurada ou de *caixão-perdido*, de caixas-d'água e muros de arrimo, também pode levar à corrosão da armadura.

2.2 Proteção

A face interna da tampa de concreto da caixa-d'água deve ser protegida com resinas epóxis contra a ação corrosiva do cloro provindo de água tratada; já a face superior deve receber isolamento térmico para prevenir trincas de dilatação; a corrosão da armadura também ocorre por infiltração de hipoclorito de sódio utilizado na lavagem de pisos e na desinfecção de bancadas e equipamentos; a percolação pode dar-se por falta de proteção, por trinca em pisos de granilite ou por descolamento de placas vinílicas e outros.

Cabe à manutenção e segurança preditivas poupar dissabores à manutenção e à segurança operacionais dotando, de antemão, os pisos de áreas sujeitas à líquidos nocivos — como de hemodiálise, câmaras de revelação, farmácia, expurgo de esterilização e outras —, de proteção específica, como revestimentos cerâmicos resistentes (sobre base impermeabilizada) e resinas acrílicas, de poliuretano, epóxis e vinílicas. Igualmente, dutos de câmara escura de raios X, de laboratórios e lavandarias e de setores que lidam com reagentes e produtos agressivos devem ser constituídos por materiais anticorrosivos. Mesmo os tradicionais condutores de águas pluviais, em ferro fundido, podem sofrer danos em regiões sujeitas à poluição ambiental (chuva ácida e outros).

Estruturas sem camada protetora de concreto suficientemente densa ou espessa, a exemplo de pilares e vigas expostos a intempéries ou ambientes corrosivos (chuva ácida, maresia, etc.), podem ter a sua armadura comprometida, caso os sintomas de oxidação, de estufamento ou de deterioração de revestimento não sejam percebidos a tempo.

2.3 Solicitações e segurança

Lajes e vigas não podem ser sobrecarregadas além do limite previsto nos respectivos cálculos. Normalmente, os responsáveis — por arquivo morto, biblioteca, arquivo de prontuários e de chapas de raios X, SAME (serviço de arquivo médico e estatística), almoxarifados e similares — não correlacionam o peso à resistência dos materiais. O mesmo se dá com mesas, tampo, pias, lavatórios, móveis e balcões, principalmente quando em balanço. Água drenada para base de pilares ou dutos desaguando em suas fundações podem acarretar erosão e descalçamento de sapata e fuste. O provável desmoronamento de terra poderá expor as fundações e comprometer a estabilidade da estrutura.

Equipamentos que vibram (em baixa ou alta frequência) ou máquinas percussivas não devem ser instalados diretamente sobre lajes e vigas, em razão de transmitirem vibrações ao edifício, com interferência no desempenho de equipamentos delicados, além da possibilidade de causar danos à estrutura (fadiga e outros). O mesmo vale para sobrecargas não contempladas no dimensionamento inicial.

Trincas em caixas-d'água enterradas, próprias ou alheias, podem acarretar vazamentos despercebidos e minar alicerces. Vazamentos em dutos de esgoto ou encanamentos de água, correndo sob lajes ou lastros de concreto, podem levar ao adensamento ou erosão do solo de apoio.

Assim, trincas em concreto (ressaldos quaisquer comprometimentos estruturais) podem ser vedadas com epóxi ou microsilica e cimento. Recalques, fissuras, rachaduras, flexão em viga, flambagem em pilar e outras anormalidades estruturais devem ser prontamente diagnosticadas e sanadas, sempre que necessário, por um profissional especializado.

Nesse sentido, um recurso útil é a aplicação de reforço de tecido de fibra de carbono (TFC) ou de fibra de vidro (tecnologia MBrace®), sistema compósito de reforço distribuído pela Teprem, que também ensaia o necessário reforço na furação de vigas e lajes. Outra opção é o sistema ESCALE, que se baseia na aplicação de TFC (importado de Taiwan), colado e impregnado *in situ* com resina epóxi fabricada no Brasil, produto

representado pela Escale Comércio e Serviços Ltda. A ressalva em relação à colagem com resina epóxi é não suportar temperaturas superiores a 60 °C (Relatório Técnico SMM 252/2004 – Ped. TEI-300 – Escola de Engenharia de São Carlos, Depto. de Engenharia de materiais, aeronáutica e automobilística)

2.4 Laje protendida e outros

Pelo sistema defasado, inovado pelo autor, as paredes deixam de ser integralmente assentadas sobre vigas, como é feito convencionalmente, mas são deslocadas, aproximadamente, de 8 a 10 cm, de forma a permitir a livre passagem de dutos, de alto a baixo, sem colisão com vigas. Os dutos podem ser dispostos em paredes de alvenaria, instalados entre placas *drywall*, embutidos em divisórias ou alojados em passadutos e *shafts*. Passagens e furos através de lajes são abertas nos diâmetros e dimensões requeridos, dessa maneira, a instalação de dutos não é impedida, dificultada, obstruída ou prejudicada. Isso, no entanto, requer que o projeto e a construção sejam preditivos, isto é, tenham pré-planejado e pré-determinado a livre passagem de dutos. O sistema defasado, em essência, constitui-se no deslocamento de aproximadamente 10 cm da modulação arquitetônica em relação à modulação estrutural. A possibilidade de interligação dos espaços técnicos interpavimentos contribui para a potencialização da flexibilidade e da atualização da instituição.

2.4.1 Lajes protendidas caracterizam-se por serem lajes planas, desprovidas de vigas. A estabilidade estrutural requerida é assegurada pela sua maior espessura e pela suplementação da armadura com cordoalhas de barras de aço, com alta resistência à tração. A maior dificuldade no emprego de lajes protendidas em hospitais é a necessidade de aberturas, furações e a travessia de dutos (passadutos).

2.4.2 Em lajes convencionais, as furações são feitas com equipamento próprio, que, com facilidade e rapidez, corta o concreto e a armadura metálica, sem acarretar maiores consequências. Já em lajes protendidas, o corte de qualquer cordoalha é temerário, se bem que nem sempre irreparável.

2.4.3 Para a correta determinação do posicionamento das cordoalhas, antes que se proceda à furação da laje, a manutenção e a segurança



Figura 4

CENTRO MÉDICO DE VILA VELHA (ES), 1999

Arquitetura: Jarbas B. Karman e Domingos Fiorentini. Projeto Estrutural e
 Construção: Eng. Jandir Poloni e Eng. Carlos Augusto C. N. da Gama

podem dispor de um localizador de metais (*metal scanner*), que as detecta a até 15 cm abaixo da superfície da laje.

Outros recursos utilizados para assinalar a localização e o caminhar preciso das cordoalhas são as pontas-testemunha, constituídas por pontas de ferros espetadas no concreto que se sobressaem pela parte inferior da laje, aparentes nos espaços técnicos. Outra maneira de demarcar a presença das cordoalhas são os traçados sinalizados, constituídos por faixas coloridas pintadas na face inferior da laje, ao longo das cordoalhas.

- 2.4.4 A não ser esse entrave, a laje protendida oferece vantagens apreciáveis: dispensa vigas (que são “saliências” toleradas como “mal necessário” e que acarretam consideráveis percalços e estorvos); permite grandes panos; simplifica e barateia a confecção de formas e cimbramentos; possibilita superfícies planas e desobstruídas; facilita consideravelmente a execução de instalações; reduz o volume da estrutura e os espaços interforros e interandares; traz relevante economia e facilita a relocação de paredes e outros, apesar de seu custo ser mais elevado.

2.4.5 Simulações arquitetônicas asseguram a adequação dos espaços reservados a furações e usos futuros. Um bom exemplo de laje protendida é o oferecido pelo Centro Médico Hospitalar de Vila Velha, no Espírito Santo. Nessa estrutura, a modulação arquitetônica e a modulação estrutural encontram-se defasadas, entre si, aproximadamente 10 cm (Figura 4, pág. 117).

O projeto estrutural, no que diz respeito à modulação arquitetônica, dispôs as cordoalhas longitudinais a cada 7,20 m (seis módulos de 1,20 m) e as cordoalhas transversais a cada 1,20 m, mantidas rigorosamente dentro das faixas de largura máxima de 35 cm, em uma laje de concreto armado de 18 cm de espessura. Com exceção das áreas reservadas às cordoalhas, todas as demais áreas encontram-se liberadas a perfurações, aberturas, passagens de dutos e *shafts*. Um passaduto vertical (*shaft*) é provido ao longo de uma das faces de cada coluna. A possibilidade de localização de *shafts* ou de prumadas passadutos permanentes, em uma das faces de todos os pilares, é importante contribuição para a flexibilidade e a execução tecnicamente correta de instalações.

3 Paredes

3.1 Concreto aparente

Os paramentos em concreto aparente devem ser periodicamente protegidos contra a ação de intempéries e contra fungos. O filme, de resina protetora original, acrílica, de poliuretano, silicone, silicato de sódio ou outro, desgasta-se com o tempo e requer reposição. O desgaste da camada protetora expõe a porosidade à umidade e leva a superfície do concreto a ficar escura e com manchas, perdendo as características de coloração e textura típicas do concreto aparente. O aspecto estético original dá lugar ao efeito oposto, de envelhecimento, abandono e degradação, particularmente em ambientes agressivos e na presença de poluição atmosférica. Contraindica-se, por essa razão, e pela maior manutenção e segurança necessárias, o acabamento em concreto aparente em regiões litorâneas e locais sujeitos a maresia e chuva ácida. O silicato é o menos oneroso dos produtos, mas a sua durabilidade é apenas de dois a três anos. As resinas acrílicas ou de silicone, por sua vez, asseguram proteção por seis ou sete anos e a resina de poliuretano, mais dispendiosa e mais durável, de dez a quinze anos.

Esta última, porém, oferece o inconveniente de emprestar à superfície uma coloração marrom pouco uniforme.

3.2 Alvenaria de tijolo aparente

As faces revestidas com esse material conferem beleza e textura “quente” às respectivas fachadas. Todavia, o tijolo aparente, na ausência de revestimento protetor, absorve umidade e abriga detritos em seus poros, além de partículas e fungos, o que causa escurecimento, aparecimento de manchas e a perda da beleza, especialmente se a fachada estiver voltada para face fria, úmida e pouco insolada. As superfícies assim expostas carecem da mesma proteção conferida aos paramentos em concreto aparente, isto é, pintura periódica com material protetor à base de poliuretano, silicone, acrílico ou outros.

3.3 Blocos de concreto

São higroscópicos e, conforme sua densidade, absorvem mais ou menos água, chegando a percolar, a ponto de aflorar umidade no paramento interno. A impermeabilização requerida é a mesma da alvenaria aparente, devendo ser periodicamente renovada.

3.4 Alvenaria revestida

A alvenaria rebocada requer reparos periódicos: as juntas normalmente se movimentam e o reboco pode destacar-se por ação do clima, por acomodação, dilatação, infiltração, falta de chapisco, má execução ou espessura excessiva.

O reboco solto deve ser removido e refeito, a fim de prevenir a formação de bolsões de água, infiltrações e maiores danos aos paramentos interiores. A fixação de janelas, caixilhos e batentes à alvenaria constitui-se em possível porta de entrada de umidade, quer por falha ou ausência do chumbamento de contramarco, quer por dilatação, movimentação, trinca ou insuficiência de verga e contraverga. Antes dos arremates e acabamentos finais e da aplicação de vedantes (silicone, junta Bell ou compostos de epóxi, apropriados a cada caso), as partes soltas devem ser previamente removidas e as trincas consertadas, após detectadas e sanadas as suas causas. Os produtos de vedação devem ser introduzidos sob pressão (pistola) para penetrarem em profundidade e não se constituírem em mero arremate superficial.

A ocorrência de fungos em paredes e tetos deve ser combatida, principalmente em ambientes assépticos. Suas causas possíveis são a ventilação, limpeza ou desinfecção deficientes, bem como o calor e umidade. Em paredes externas, as condições para a ocorrência de fungos incluem a condensação interna ou percolação, em geral causadas por impermeabilização precária ou pintura inadequada.

3.5 Divisórias

Em substituição à alvenaria tradicional, aos blocos de concreto, blocos leves do tipo Pumex, blocos sílico-calcários (tipo Sical) e blocos de vidro, vêm sendo empregadas divisórias de madeira em painel (tipo *wall*), placas de fibrocimento, de concreto, granito, de melamina (tipo Alcoplac®), de acrílico, de poli(estireno) expandido (EPS, ou isopor) revestidas de cimento, placas delgadas leves de concreto estruturado com tela plástica (Useplac), cimento projetado, etc.

As paredes de gesso, em placas duplas, vêm-se generalizando por serem leves, acústicas, resistentes ao fogo, de fácil instalação e remoção, e ainda por comportarem instalações embutidas de variadas bitolas. O afastamento entre as placas é dado por montantes de chapa galvanizada que, além de servirem de suporte às placas e à passagem a dutos, conferem a espessura requerida pelas paredes.

O tratamento acústico é assegurado por mantas de lã de vidro, inseridas entre as placas, ou por pasta de celulose projetada (do tipo *ThermoCon*). As divisórias conhecidas por *drywall* utilizam placas de gesso cartonado, fornecidas em três modalidades: a do tipo *standard*, na cor branca; a resistente a fogo, na cor laranja; e a resistente à umidade, na cor verde.

Divisórias e forros removíveis não são permitidos em áreas críticas, em razão de poderem interferir na assepsia ambiente e constituírem possíveis focos de poeira e de fungos *Aspergillus*. Como alternativa, podem ser empregadas cortinas divisórias, atendendo a ambientes como: quartos de internação e similares, UTI, sala de observação, vestiários de consultórios, chuveiros e outros. Elas são práticas e de baixo custo, apesar da higienização mais difícil e da incapacidade de conterem ruídos. A sua higienização, assim, deve ser feita na central de limpeza do hospital, contando, para tanto, com cortinas de substituição. Há hospitais que, na alta, entregam ao paciente, como descartáveis: comadre, papagaio, cortina e outros.

3.6 Peitoris

A manutenção e a segurança costumam ser solicitadas em razão da ocorrência de trincas no sobre-revestimento de granilite, concreto ou cimento; infiltração sob ou entre placas de cerâmica, granito, mármore, placas de concreto ou outro acabamento; infiltração em junções de janelas ou caixilhos; e, ainda, por desprendimento ou descolamento de peças de acabamento ou trincas na junção com o parapeito.

O peitoril externo, quando em nível ou acima do peitoril interno, favorece a percolação de água de chuva e de lavagem. Da mesma forma, um insuficiente caimento do peitoril dificulta e retarda o escoamento, favorecendo a penetração de água por pressão de vento, quando não por gravidade (peitoril horizontal ou caimento contra o caixilho).

As habituais e antiestéticas fissuras, a 45 graus, nos cantos superior e inferior dos requadros de janelas, caixilhos e portas, por falta ou deficiente execução de verga e contraverga, levam à penetração de água e ao possível desprendimento e soltura de reboco ou emboço (facilmente detectável pelo ruído oco à percussão).

4 Proteção contra impactos

Os hospitais caracterizam-se pela intensa movimentação de veículos pelos corredores e ambientes: são camas, macas, cadeiras de roda, carros de curativo, de emergência, carros de comida, de roupa limpa, de limpeza, de coleta de roupa suja, de resíduos, de suprimentos, de manutenção e segurança e, ainda, de equipamentos, aparelhos e outros. Batidas em cantos, molas em batentes, arranhões em portas, raspados em paredes e lascas em balcões e bancadas causam danos, prejuízos, aspecto antiestético e degradam o ambiente. Causam, ainda, concomitantemente, danos aos próprios veículos e obrigam a reparos, refazimentos, repintura e retoques, sobrecarregando a manutenção.

A maneira mais racional de superar esse problema, dentro dos recursos à disposição da manutenção e segurança predial e da manutenção e segurança operacionais são:

- Prover os veículos de batedores (para-choques);
- Padronizar suas alturas;
- Instalar em quinas, cantos, paredes, portas e balcões, protetores à altura correspondente aos para-choques padronizados.

Em princípio, os para-choques ou os protetores devem ser de material resiliente, substituível e capaz de amortecer impactos. Cantoneiras de ferro, de alumínio, aço inoxidável, ou de cano, protegem a quina, mas não o veículo, quando desprovido de para-choque perimetral. Protetores de canto, do sistema não rígido, são de dois tipos principais:

- Cantoneira de material plástico, resiliente, encaixada em suporte de alumínio;
- Cilindro rotativo, de borracha (de aproximadamente 10 cm de altura) montado sobre base de mola, retrátil. Esse sistema, por nós introduzido, visa suavizar ao máximo os inevitáveis impactos (Figura 5, pág. 123).

Protetores de paredes, portas e balcões podem ser do tipo *saliente*, servindo concomitantemente de corrimão, e do tipo *sobreposto*, instalado junto à superfície ou semiembutido na parede. O material mais usual é a madeira e, menos frequentemente, utiliza-se o neoprene em tiras, sobressaindo ao suporte de madeira. Mais recentemente, temos utilizado o bate-maca de plástico rígido, em variadas cores, com estrutura-suporte em alumínio. Introduzimos ainda o “bate-maca-corrimão-elástico”, de madeira revestida ou não com manta vinílica (usada em pisos), de variados matizes e cores. A fixação à parede é feita por mola, borracha ou outro dispositivo retrátil (Figura 6, pág. 123). Em vista da facilidade de instalação destes protetores, a manutenção e segurança passam a dispor de valiosos recursos de resguardo contra batidas e raspões.

5 Esquadrias

5.1 Janelas, caixilhos e persianas

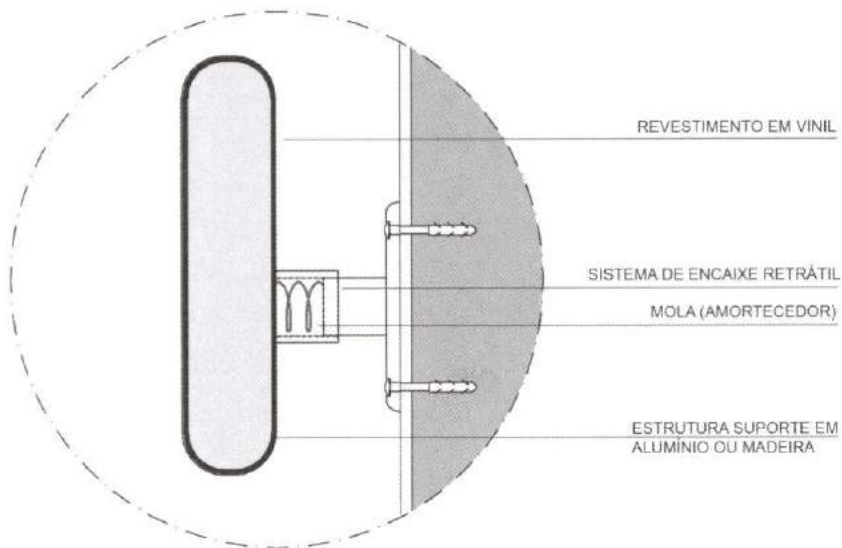
Janelas e caixilhos devem ser à prova de poeira, água e pressão de vento, quando cerrados. As partes articuladas, basculantes e de projetar (Maxim-Ar e outras) devem ser periodicamente lubrificadas, bem como os rodízios das janelas e caixilhos de correr, as dobradiças de abrir os mecanismos de persianas. Os parafusos de puxadores e trincos devem receber reapertos e o cadaço de persianas, revisão e substituição periódica.

A fixação de caixilhos à alvenaria ou à estrutura deve obedecer às instruções do fabricante e às normas da boa construção, já que as superfícies de junção e chumbamento constituem pontos de particular vulnerabilidade e de possível infiltração de água. Assim, se não bem executadas, passam

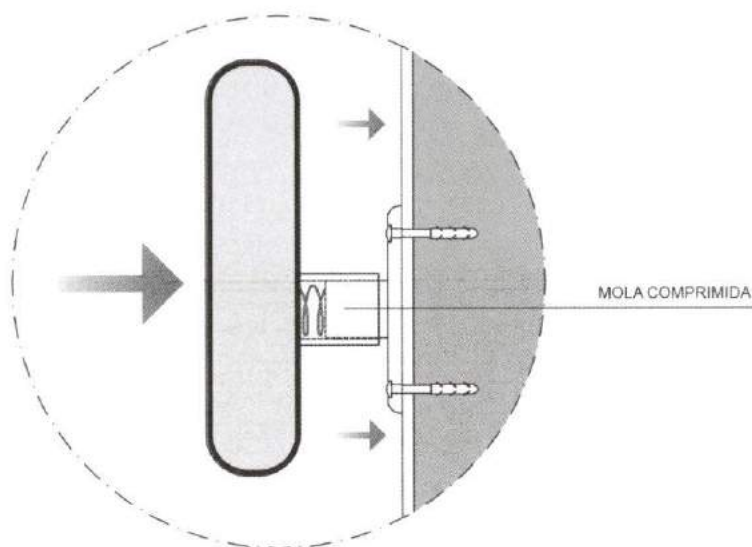
Figuras 5 e 6
BATE-MACA-CORRIMÃO ELÁSTICO

(Ilustração esquemática sem escala)

BATE-MACA-CORRIMÃO-ELÁSTICO SEM
SOFRER IMPACTO



BATE-MACA-CORRIMÃO-ELÁSTICO AO
SOFRER IMPACTO



a requerer, da manutenção e segurança, vistoria e vedação periódicas com calafetador que assegure uma plasticidade permanente, principalmente quando junto a peitoris. Em particular, as esquadrias desprovidas de contramarco apresentam dificuldades excepcionais de vedação, o que por certo penaliza a manutenção.

A manutenção e segurança devem estar atentas à corrosão eletrolítica decorrente da diferença de potencial criada no contato de componentes diferentes metálicos, como zinco, cobre, ferro e alumínio, capazes de formar pares galvânicos, especialmente quando expostos a ambientes poluídos, ácidos, salinos ou alcalinos. A vigilância da manutenção e segurança deve estender-se inclusive a produtos industrializados, como caixilhos de alumínio afixados a contramarco de ferro, ou de chapa galvanizada com parafusos de ferro, bem como instalações hidráulicas de cobre com conexões de ferro galvanizado.

5.2 Segurança contra queda

Não é incomum a queda de pacientes — seja por acidente, seja proposital, provocada pela ação de medicamentos, perturbação mental, depressão pós-parto, desespero, angústia e outros. Para prevenir tais ocorrências, é fundamental que as janelas sirvam como barreiras, ainda que provisórias, suficientes para a contenção do impulso momentâneo. É da responsabilidade dos autores do projeto, legalmente estatuído, deixar de dotar EAS de recursos de segurança como escadas com guarda-corpo intransponível, terraços envidraçados, telados e janelas de barreira.

Desenvolvemos vários modelos de segurança: tela fixa; caixilho Maxim-Ar com abertura limitada a 17 cm; caixilhos de correr que, tendo as folhas deslocadas, uma para cada lado, interpõem automaticamente, de permeio, quatro barras articuladas, tipo dobradiça, formando uma barreira. Naturalmente, os vidros também devem ser de segurança (laminados). O mercado disponibiliza um conjunto de segurança formado por vidros e persianas estreitos e compridos, ambos basculantes, constituindo, na realidade, uma barreira disfarçada (persiana Persolly).

5.3 Facilidade de limpeza

Sempre que caixilhos, janelas, venezianas ou persianas (acionados por meio manual ou motorizado) forem instalados, seus recursos de limpeza,

manutenção e segurança devem ser previamente determinados (manutenção e segurança preditivas).

Para facilitar a limpeza da face voltada para o exterior, costumamos manter a caixa do mecanismo de persianas de enrolar, de tampo de dobradiça, ampla e acessível, possibilitando a lavagem da parte externa da persiana pelo lado interno.

Caixilhos instalados em aberturas de parede, quando faceando o paramento interno, têm a vantagem de suprimir o peitoril interno e alargar o externo, em benefício de uma maior proteção contra a ação de intempéries e, ainda, da economia de um peitoril e de sua limpeza futura.

5.4 Portas

Os EAS utilizam diversos tipos de portas: de abrir, de uma ou duas folhas, pivotantes, de correr, de dobrar. Também, de diversos materiais: de madeira, vidro, melamina, aço inoxidável, alumínio, corta-fogo, com blindagem de chumbo, bem como portas com visores de variados tamanhos. Suas larguras também são variadas: a de 1,20 m tem se revelado adequada, na maioria das vezes, à passagem de pacientes transportados em camas, macas ou cadeiras de rodas. Para banheiros, a largura mínima exigida pela Norma RDC 50 é de 0,80 m, com vistas à passagem da cadeira de rodas higiênica.

Portas do tipo vai e vem, bem como aquelas com molas de fechamento abrupto ou contínuo, não devem ser usadas em EAS, pois podem causar acidentes com crianças, gestantes, deficientes físicos e pacientes que utilizam cadeiras de rodas. As portas vai e vem, além de agitarem e turbilhonarem ar e poeira, interferem na climatização de compartimentos. Portas simples ou duplas, quando providas de mola, obrigam mão de obra contínua para mantê-las abertas, quando da passagem de macas ou camas. Na falta de quem as mantenha abertas, a prática usual, mas negligente, é forçar a sua abertura, atritando a cama ou a maca de encontro à porta, danificando ambas. Um recurso prático para contornar tal situação é a provisão de um sistema de “fixador de folha” na posição aberta. Existem molas que mantêm aberta a folha da porta e, após a passagem da maca ou cadeira de rodas, promovem o seu fechamento mediante um pequeno empurrão. Este tipo de mola amortecedora sem braço, comum em portas de elevador, é também empregado em portas de quartos de pacientes, com a vantagem

adicional de evitarem a contínua “bateção” de portas: a mola fecha a folha da porta suave e silenciosamente, mantendo-a firmemente cerrada.

Como regra geral, dependendo da compatibilidade, os EAS devem ser providos com o maior número de ambientes e de folhas de portas envidraçadas ou com visores. Esses devem, também, contemplar a altura de crianças. Mesmo as portas providas de visor não devem abrir para os corredores, a fim de prevenir acidentes com passantes, principalmente deficientes físicos.

Caixilhos fixos e elevados, de reduzidas dimensões e providos com vidro translúcido, se estrategicamente localizados — em instalações sanitárias, corredores, antecâmaras, entre ambientes e vestibulos —, além de acusarem a presença de ocupantes ou de luz esquecida acesa, atuam como luz de vigília e contribuem para o aclaramento, sem ônus, de ambientes contíguos (duplo uso de luz).

As portas sempre devem ser identificadas por número: a identificação, destinada à manutenção e segurança, é feita, ou pela própria numeração habitual, designativa de salas ou quartos e constante da folha da porta, ou por inscrição ou chapeira discreta, afixada junto à fechadura ou outro local não aparente. Nesse contexto, uma importante atribuição da manutenção é o controle de chaves e de duplicatas de portas, portões, armários, gavetas, cadeados e balcões.

As folhas de portas de áreas molhadas ou úmidas devem ter a sua borda inferior selada, isto é, impermeabilizada ou protegida contra absorção de água. Cabe à manutenção e segurança evitarem que tais portas absorvam umidade, estufem, descolem e se deteriore. O topo de folha de porta de área asséptica deve ainda receber tratamento liso com lâmina de melamina ou outro acabamento que facilite a remoção de poeira, o que, em salas cirúrgicas, pode atingir o campo operatório.

O mecanismo de fechaduras de portas depende, para o seu bom desempenho, de lubrificação periódica à base de grafite ou outro produto. Portas de segurança, cujas dobradiças possuem eixos de fácil remoção ou expostos ao exterior, requerem a complementação da instalação de pinos de segurança (parafusos sem cabeça, por exemplo), que devem encaixar-se quando do cerramento da folha da porta, a exemplo dos tarugos de encaixe de portas de cofre-forte.

Portões expostos a intempéries, como os de madeira, têm sua vida útil prolongada quando encimados por uma proteção (pingadeira) que exceda

as suas faces interna e externa. Folhas de porta, tampos de móveis, mesas e balcões revestidos com laminados (melamínico ou outros) sujeitos a desbeijamento, devem ser encabeçados, isto é, perimetralmente protegidos, por acabamento de madeira maciça.

5.5 Porta resgata-paciente (Figura 7, pág. 128)

Portas de banheiros, tal como de outros ambientes frequentados por pacientes, devem preferencialmente abrir para fora. Quando essa abertura conflita com outra porta, ou acarreta outros inconvenientes, a porta deve abrir para dentro. Assim, para prevenir os choques com pacientes eventualmente estacionados ou caídos atrás das portas, recorreremos à *porta resgata-paciente*. Suas dobradiças são de pino, ao todo duas, sendo o pino superior de comprimento um pouco menor, para facilitar a reposição da folha. Para a retirada da porta pelo lado de fora, basta alçá-la apoiando uma das mãos na concha externa e a outra na maçaneta. Outra modalidade de *porta resgata-paciente* é a da subporta, cuja folha é mais estreita e encontra-se encaixada nos montantes perimetrais da folha da porta. Em caso de necessidade, essa sub porta é aberta para o lado de fora.

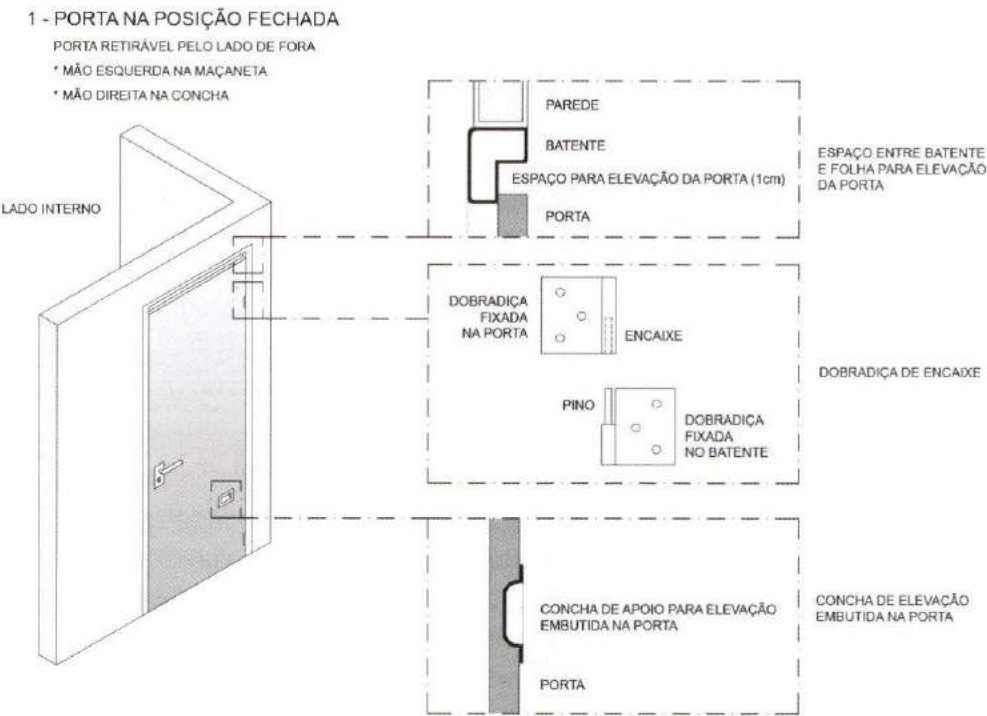
As portas para uso por deficientes físicos são providas de barras de apoio. Portas de recinto de chuveiro, de vidro ou outro material, quando providas de dobradiças de pino, comportam facilmente a sua retirada, propiciando a acomodação de carro ou maca higiênica. Entretanto, a cortina de tecido plastificado para o fechamento do compartimento do chuveiro, ainda oferece várias vantagens: abertura total, facilidade do posicionamento da maca higiênica, menor custo, segurança e ausência do empecilho da porta e outras.

Portas *por pé* ou portas *entra-sai*, por nós concebidas para salas assépticas, por abrirem nos dois sentidos com o pé, dispensando o concurso das mãos, são também preconizadas para quartos de pacientes, banheiros e salas de serviço. Um sistema de molas ou hidráulico, também comandados por pé, cerram a porta quando necessário: a energia requerida é a disponibilizada e acumulada na e pela abertura da folha da porta.

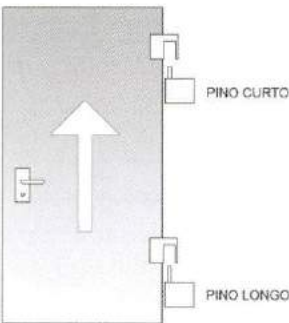
5.6 Cupins

Países de clima tropical, como o Brasil, propiciam a proliferação de cupins. Os cupins ou térmitas, de hábitos forrageiros, surgem no início das estações chuvosas, primavera e verão, usualmente nos meses de setembro e outubro.

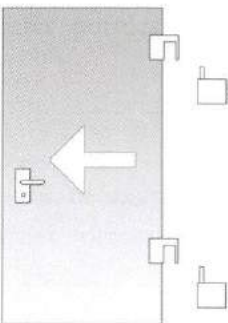
Figura 7
PORTA RESGATA-PACIENTE
(Ilustração esquemática sem escala)



2 - PORTA NA POSIÇÃO ELEVADA



3 - PORTA EM REMOÇÃO PELO LADO DE FORA



Atraídos pela claridade, invadem ambientes internos e externos e esvoaçam, às vezes em profusão, em torno de focos luminosos, penetrando por portas, aberturas, janelas e frestas de caixilhos. A revoada nupcial, geralmente à tardinha, costuma durar em torno de uma hora. Esta forma alada, comumente conhecida como aleluia, siriri ou formiga de asa, após certo tempo de voo, pousa em forros, paredes, cortinas, mesas, pisos e pessoas. Ao perderem as asas, vão em busca de abrigo e procuram estabelecer novas colônias. O cupim penetra em madeira, preferentemente aquela menos dura, causando dano e destruição consideráveis em móveis, mesas, balcões, assoalhos, rodapés, portas, vigamentos de telhado, estruturas, forros, objetos de arte e pianos. Além de madeira, podem atacar, de caixas de papelão a concreto, e penetrar inclusive em eletrodutos, com risco de provocarem curto-circuito. A lâmpada de vapor de sódio, de coloração amarelada, exerce menor atração a esses insetos.

Os cupins xilófagos, da ordem dos isópteros, e os demais cupins, organizam-se em sociedades constituídas por: rainha, reprodutores, operários e soldados. As espécies brasileiras mais prevalentes são os cupins de solo e de madeira, que alimentam-se da celulose da madeira. Sua presença é denunciada pelo pó fino, produto característico de seus dejetos. Isso, por vezes, é tarde demais, já que atuam ocultos sob a tênue película da superfície externa da madeira. Pode-se também localizá-los com o auxílio de um estetoscópio, que detecta o ruído de suas mandíbulas devoradoras de madeira. Um recurso moderno, que permite o mapeamento preciso de ninhos de cupim, é o videoboroscópio, que, complementado por um dispositivo de iluminação intensa, uma microcâmera de alta definição, monitor e haste-sonda de detecção, permite localizar cupinzeiros em “caixões perdidos”, lajes, forros, fundações e instalações. Outro recurso, utilizado por empresas especializadas em descupinização, é o sistema por reflexo sonoro. Afinal, o combate é contra um arqui-inimigo, de evolução milenar, que remonta à época pré-egípcia.

A manutenção e a segurança dispõem de vários recursos para defender o patrimônio da instituição dessa praga: impedir a entrada da revoada à hora do acendimento das luzes, fechando previamente os acessos; desligando luminárias e cerrando cortinas; dispondo bacias-armadilhas com água, refletoras de focos de luz; deixando a luz acesa apenas em determinado ambiente, como banheiro, onde é mais fácil abater as aleluias atacando-as por meio de produtos químicos como: os organofosforados, presentes no

spray Baygon® (da Bayer), as piretrinas e piretroides, presentes no spray SBP® (da Clorox) e outros. O importante é abater o cupim enquanto voando, ainda no estágio de aleluia. Após a perda das asas, é muito difícil localizá-lo. O spray deve também ser dirigido contra frestas, principalmente de caixilhos, por onde os cupins adentram já despojados de suas asas. Outra precaução, ainda, é evitar que o cupim seja atraído por frestas de luz sob a porta de um ambiente contíguo. Ao investir contra a aleluia, é preciso atentar que o simples fato de as asas se terem desprendido não garante que o cupim não continue vivo, deslocando-se por pisos e paredes à procura de madeira e abrigo.

Uma vez detectada a presença de cupins em portas, mobília, estantes e guarnições, a manutenção e segurança devem agir prontamente, a fim de evitar a sua proliferação e disseminação. Em época de revoada, os cupins, já alados, podem sair por orifícios mínimos, do interior de portas e outras madeiras em que estiverem alojados.

Quando um móvel, armário, rodapé ou outro estiver muito comprometido, a melhor solução é retirá-lo prontamente do ambiente e incinerá-lo, para prevenir a propagação. Uma alternativa para objetos de valor é a estufa de desinfestação.

As peças que não estiverem seriamente afetadas devem ser tratadas com inseticidas. Certos produtos cupinídeos agem por contato e por asfixia, como o bissulfureto de carbono. O próprio querosene, sem a necessidade de outro aditivo, tem-se revelado muito eficaz. Todos esses produtos devem ser usados de forma a encharcar a madeira e atingir todas as suas cavidades internas e os nichos e ninhos nos quais se abrigam os cupins, seus ovos e ninfas. Há produtos cupinídeos de uso preventivo à base de creosoto, que são aplicados sob pressão visando impregnar a madeira. É sempre bom ressaltar que, sendo os cupinídeos produtos altamente tóxicos, principalmente aqueles em forma de jato (spray), as instruções do fabricante devem ser rigorosamente observadas. Além disso, por serem inflamáveis, não devem ser aplicados próximos a chamas ou chapas aquecidas, e tampouco a alimentos, pratos, talheres e berços.

Prédios em cuja construção foram empregados caixões perdidos podem constituir-se em fonte de disseminação de cupim. Anos depois, dentro desses vazios de concreto armado, podem formar-se cupinzeiros, alimentados pela madeira dessas formas. Dada a proliferação de cupins e o considerável prejuízo que causam, existem empresas especializadas na prevenção e no combate a essas e outras infestações, valendo-se de produtos eficientes, como

hexaflumuron, sentricon e outros. Quanto antes forem tomadas as medidas anticupim, menores serão os prejuízos e menos solicitada será a manutenção, que pode recorrer a orientações disponibilizadas pela APRAG (Associação Paulista dos Controladores de Pragas Urbanas).

5.7 Batente universal (Figura 8, pág. 132)

O dinamismo das instituições de saúde está intimamente associado a reformas, remodelações e novas obras e, conseqüentemente, a alterações de paredes, esquadrias, portas e batentes. Para a adaptação de batentes a paredes de espessuras variadas, o comércio dispõe de batentes metálicos de geometria regulável, sendo o batente universal uma versão simplificada do batente adaptável que enseja:

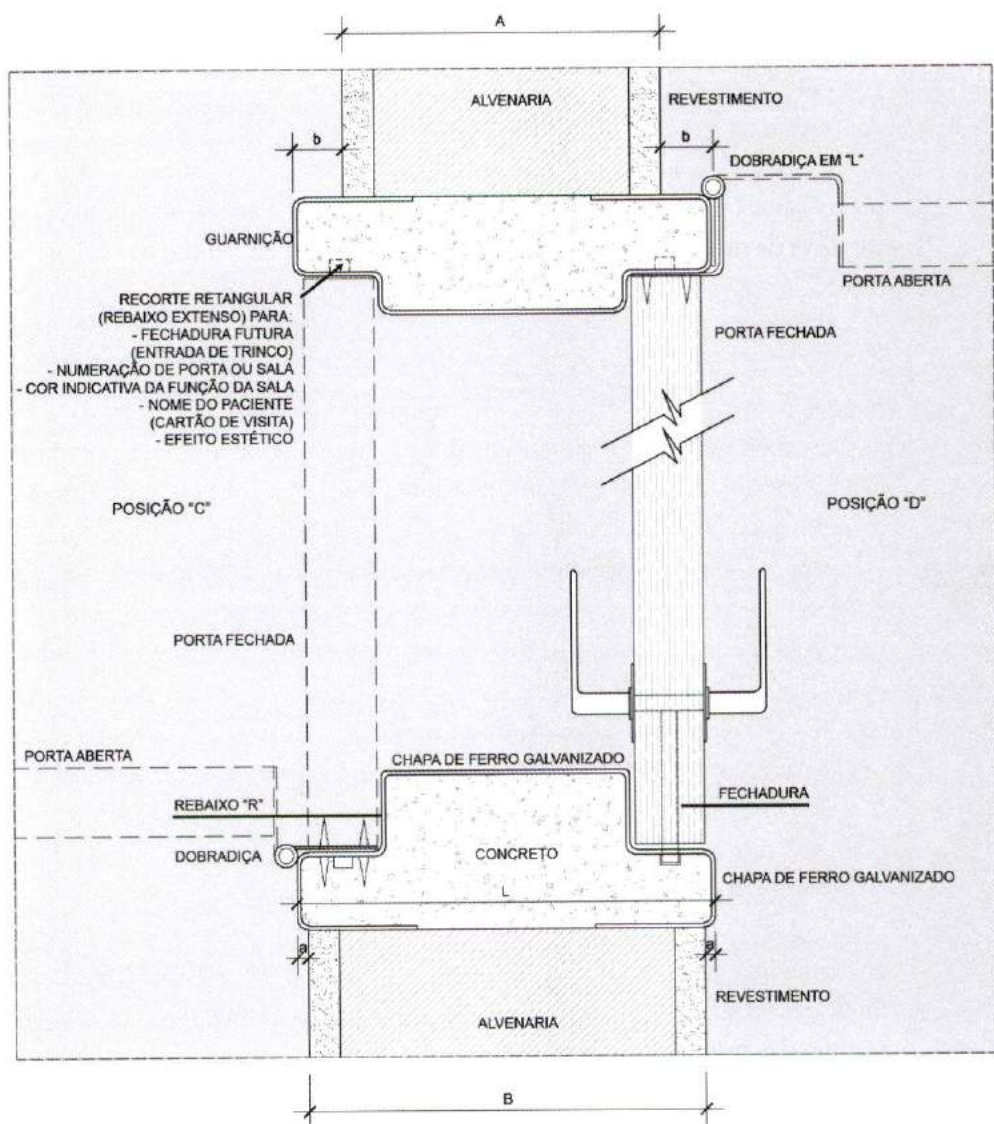
- Substituir o sistema de batente regulável. Quando guarneecendo paredes de espessuras diversas, apresenta alisares mais ou menos excedentes como única variação;
- Escamotear a espessura da folha da porta (para proteção contra impacto), recorrendo a rebaixos ou dobradiças em “L”;
- Flexibilizar o posicionamento da folha de porta, oferecendo quatro opções de instalação: para dentro, para fora, para a direita ou para a esquerda;
- Prover encaixe de trinco e lingueta de fechadura, de forma a atender a qualquer das quatro opções. Batentes metálicos devem ter os recortes de encaixe já acabados de fábrica, com as respectivas vedações removíveis.

5.8 Vidros

Os vidros atendem a diversas funções e usos: proteção contra vento, frio, chuva, reflexo, calor, som, poluição, odores; integração interior-exterior, segurança, segregação de ambientes, estética, vedação. Também são variados os tipos e a natureza dos vidros: incolor, transparente, translúcido, leitoso, jateado, opaco, colorido, espelhado, temperado, laminado, cromado, à prova de fogo, à prova de impacto; planos, curvos, texturizados, finos, espessos, aramados, aditivados, plumbíferos, reflexivos, polarizados, fotovoltaicos e outros.

O uso racional e econômico do vidro é aquele que atende às dimensões submúltiplas das placas padrão disponibilizadas pela indústria: 2,40 m x 3,21 m. Caixilhos com modulações que requerem vidros com dimensões aleatórias

Figura 8
 BATENTE UNIVERSAL
 Batente com rebaixo "R" e com dobradiça "L" para
 proteção da porta contra impacto, quando aberta.
 (Ilustração esquemática sem escala)



Destinado a paredes desiguais: "A" e "B".

Guarnição resultante "a" e "b".

Flexibilidade de instalação: folha da porta na posição "C" ou "D".

Rebaixo "R" e dobradiça "L" para escamotear a folha da porta.

são antieconômicos e engrossam o contingente dos desperdícios hospitalares. O mesmo serve para outros materiais e produtos.

Certos ambientes requerem vidros específicos como: quarto de paciente, vidro laminado; comando de raios X, vidro plumbífero; UTI, vidro duplo com cristal líquido Polyvision ou persiana regulável de permeio; box de banheiro, vidro temperado; lavatório, vidro espelhado; face insolada, vidro reflexivo. O vidro temperado deve ser manipulado com cuidado, já que embora as suas faces resistam a fortes impactos, uma eventual batida em suas arestas pode desintegrá-lo.

A fixação de vidros se dá por meio de massa de vidraceiro ou massa e prego (janela de madeira), por bagueete (de madeira, ferro ou alumínio), por canaleta de neoprene (esquadrias tipo pele de vidro) ou, ainda, por colagem direta do vidro à estrutura do caixilho ou silicone *glassing*.

Na substituição de vidros trincados, a manutenção e a segurança devem verificar a causa da trinca ou quebra: se prego, parafuso, pressão de bagueete, de ferragem ou espessura deficiente; falta de massa dupla (em ambas as faces do vidro) ou falta de folga perimetral, necessária à compensação de dilatações; torção ou flexibilidade de montantes, em janelas ou caixilhos de abrir ou de projetar.

A massa de vidraceiro pode trincar e desgarrar-se, pondo em risco a fixação e a segurança do vidro e, ao mesmo tempo, desproteger o montante que, se de madeira, pode deteriorar-se pela infiltração e, se de ferro, oxidar-se nas mesmas condições. Torna-se assim aconselhável a revisão das condições das demais esquadrias, sempre que se deparar com vidro solto ou massa decomposta, trincada ou desgarrada em qualquer das esquadrias. Montantes de janelas ou caixilhos afetados por infiltração (ou por cupins) devem, antes da recolocação de vidro, ser previamente limpos e convenientemente reparados, tratados ou protegidos.

A massa de vidraceiro, por sua vez, requer, conforme a temperatura ambiente, maior ou menor tempo de secagem, durante o qual não se deve movimentar a vidraça. Sendo oleosa, seus retalhos e sobras de colocação não devem entrar em contato com assoalhos, tacos, carpete, tapete, outros revestimentos, acabamentos ou móveis — as nódoas resultantes podem ser de difícil remoção.

Além dos vidros convencionais, há situações em que a instituição recorre a alternativas como chapas de policarbonato alveolar e compactos de acrílico ou plástico. A vedação do policarbonato requer silicone próprio, como o de-

envolvido pela GE e as gaxetas devem ser de EPDM (terpolímero de etileno propileno dieno) e não de PVC (policloreto de vinila), cujo contato é nocivo ao policarbonato. Cabe ainda à manutenção zelar para que a limpeza do policarbonato seja feita utilizando apenas água e sabão neutro, sem recorrer a abrasivos, e evitar a lavagem em dias com temperaturas elevadas.

6 Pátios, passeios, ruas, escadas, rampas

Calçadas e ruas devem ser reparadas tão logo as condições de deterioração (trincas, afundamento, quebra) ou de segurança o exijam, principalmente em caso de degraus, escadas e rampas. As fendas devem ser tomadas, conforme a situação, com asfalto, cimento, composto de epóxi ou produto elástico e, quando necessário, o piso deve ser refeito parcial ou totalmente.

Passeios perimetrais junto a muros e paredes têm, ainda, a função de proteção de alicerces — o desprendimento, a movimentação ou a quebra de placas e cimentados de calçada podem criar fendas junto à parede. Essas aberturas requerem pronta vedação, pois constituem vias de acesso à água, que pode minar não só os alicerces, mas a base da própria calçada e, em climas frios, dilatar e causar rupturas por congelamento.

A manutenção e segurança devem atentar para a importância da drenagem, sempre que necessária, e, também, para o seu pronto reparo, a fim de minimizar os danos subsequentes. Infiltrações sob lajes por vazamentos, rompimentos, trincas e oxidação de dutos, podem levar à arriação de pisos e fundações, e causar trincas em paredes. Vazamentos ainda podem ser a causa de desperdícios e majoração de contas de água, gás e eletricidade. Raízes e formigueiros devem igualmente ser pesquisados, pois também podem originar rachaduras. Demarcações de piso, em estacionamentos de carros e outros, devem ser periodicamente avivadas.

7 Cobertura e impermeabilização

7.1 Impermeabilização

A cobertura plana, constituída de laje impermeabilizada, deve contar com algum sistema de sombreamento ou isolamento térmico, para minimizar as oscilações de dilatação e, assim, preservar por mais tempo a impermeabilização.

A manutenção e segurança têm à disposição materiais e soluções variados para evitar a exposição de lajes impermeabilizadas ao sol: placas sobrelevadas, tijolos furados, água, terra, argila expandida, placas de poli(estireno) expandido (isopor) e outros. A garantia oferecida pelas empresas impermeabilizadoras varia entre cinco e dez anos.

Cabe à manutenção e segurança atentar para as condições impermeabilizantes das coberturas do hospital e a ocasião de proceder reparos e substituições. O caimento, quando factível, é um valioso meio coadjuvante de proteção contra infiltrações e formação de bolsões de água.

A impermeabilização deve estender-se a parapeitos e platibandas. Trinças e revestimentos soltos em paredes e platibandas podem ser causa de infiltração sob a camada impermeabilizante. Além disso, também constituem portas de entrada insidiosa e requerem cuidadosa vedação: ralos, drenos, dutos passantes (de ventilação, por exemplo) e juntas de dilatação. Caixas de passagem de condutores elétricos, quando embutidas em parede externa sujeita a chuva e desprovidas de espelho de vedação, também podem ser focos de infiltrações, e requerem vedação cuidadosa.

A impermeabilização é um bom exemplo de terceirização, e deve ser contratada com uma empresa do ramo (cabendo à manutenção e segurança acompanhar e fiscalizar a execução), já que se trata de um trabalho especializado e sob garantia. O mesmo se dá com relação às caixas-d'água superiores e inferiores. A guarda do respectivo termo de garantia de impermeabilização (e outros termos de garantia) é de responsabilidade da manutenção e segurança administrativas. Esse termo resguarda os direitos do hospital com relação a eventuais reparos e refazimentos.

Os fabricantes de impermeabilizantes (como os de sistema de cristalização) recomendam a aplicação do produto diretamente sobre o concreto original, e não sobre a camada de regularização aposta à laje ou à viga. A experiência nos ensina que o sistema de cristalização é mais efetivo em situações de permanente umidade, como de caixas d'água.

7.2 Infiltrações

São causas de infiltrações, em geral de difícil detecção:

- Pé de batente deteriorado (em área molhada);
- Cotovelo de chuveiro trincado, gotejando por detrás dos azulejos;

- Abertura em azulejo ou cerâmica sem vedação ou rejunte, circundando cano de descarga, registro ou torneira;
- Infiltração de água por detrás da canopla, através de abertura não rejuntada;
- Azulejos, ladrilhos, placas, rodapés e ralos mal rejuntados ou com rejunte gasto;
- Prumadas de drenos e esgotos interrompidas por derivação horizontal;
- Cano ou duto trincado, descolado, mal atarraxado ou furado;
- Ralos, drenos e pisos não impermeabilizados;
- Drenos entupidos;
- Trincas entre alvenaria e viga, principalmente sob lajes de coberturas ou terraços com isolamento térmico deficiente;
- Caixilho sem contramarco ou com contramarco mal vedado;
- Peitoril externo sobrelevado em relação ao caixilho ou ao peitoril interno;
- Cobertura com caimento insuficiente;
- Calhas e condutores subdimensionados ou sem recursos de extravasamento.

7.3 Cobertura

Vários são os materiais de cobertura disponíveis: lajes de concreto, telhas de barro, telhas moduladas, telhas canaleta e calhetão, telhas onduladas de fibrocimento, de chapa galvanizada, de concreto, de fibra de vidro, de plástico, de alumínio, de vidro, de núcleo de espuma de poliuretano entre chapas metálicas ou de alumínio, tipo Bernini e tipo Panisol, e muitos outros. Em particular, as coberturas de fibrocimento devem ser instaladas com o caimento, a sobreposição e a fixação determinados pelo fabricante e pela arte de bem construir.

Em caso de reparos, lavagem ou limpeza, recomenda-se não pisar em telhas e, muito menos, quando estas estiverem enfraquecidas por absorção de água — quedas fatais são recorrentes. A boa técnica recomenda caminhar em tábuas estendidas sobre o telhado, de fibrocimento ou de barro, mesmo quando seco.

A cobertura deve ser anualmente inspecionada, e verificadas presença de trincas, quebras e deslocamentos; condições de telhas, cumeeiras, rufos,

calhas, funis e condutores; platibanda e seu coroamento em chapa (galvanizada ou de cobre); colarinhos protetores em volta de dutos de ventilação, de exaustores, chaminés, antenas, para-raios e luz de vigília.

Goteiras em telhados devem ser pesquisadas e localizadas em ocasiões de chuva. Telhas de barro podem percolar com a idade e o uso — há no mercado recursos para impermeabilizá-las e protegê-las sem a necessidade de substituição. Tesouras, frechal, terças, caibros e ripas devem ser vistoriados, inclusive com relação a cupins, brocas ou outras ameaças ao madeiramento. Estruturas metálicas devem ser verificadas com relação à oxidação e parafusos soltos. Além disso, medidas de prevenção devem ser observadas com relação ao uso de asbesto (amianto) e de materiais que o contenham, pois o amianto é considerado cancerígeno.

7.4 Funilaria

As calhas carecem de execução tecnicamente correta: rebites, soldas e suportes adequados; pintura protetora de galvite, carbolastic ou similar (quando de chapa galvanizada); ladrão, buzínote ou outro dispositivo de prevenção de transbordamento. O turbilhonamento de água, que se forma à entrada do condutor, reprime a vazão da calha e contribui para a sua extravasão. A provisão de funil na conexão da calha com o condutor (aconselhável principalmente em calhas embutidas) atenua substancialmente o vórtice formado — cabe lembrar que o efeito Coriolis no hemisfério sul se desenvolve no sentido horário. A manutenção e a segurança devem ainda atentar para depressões em fundos de calha, falta de caimento, acúmulo de folhas, terra, detritos e água retida, que pode constituir foco de pernilongos ou mosquitos *Aedes aegypti*, transmissores do vírus da dengue, febre amarela e outros.

O conserto de calhas passou por sensível evolução, com alívio do trabalho da manutenção. O dobramento e o encaixe tradicionais (mão amiga), com subsequente rebitamento da emenda de chapas, passaram a ser executados com técnica simplificada: a fixação mecânica das chapas a emendar é agora feita com rebites pop, e a vedação, com aplicação de massa carbolastic ou similar. Este recurso elimina ainda a necessidade de soldagem, cujo inconveniente maior é afetar a galvanização da chapa, expondo-a à oxidação. O recobrimento de calhas e rufos, principalmente quando novos, com tinta protetora prolonga substancialmente a sua vida útil. O uso do tradicional zarcão não é recomendado, pela sua aderência

inadequada à chapa galvanizada. Para essa aplicação, os produtos à base de zinco, como o galvite, revelam-se mais eficientes.

Para acudir a furos, rasgos ou vazamentos em calhas e condutores, a manutenção e a segurança podem lançar mão de uma solução expedita: a forração da parte a consertar com algum material adaptável, como tira de náilon ou tecido, para servir de suporte à aplicação da massa vedante. Duas demãos de carbolastic nº 2 ou equivalente são suficientes: ao secar, a massa enrijece e adere à calha ou condutor, conferindo-lhe a estanqueidade emergencial desejada. (ver “Águas pluviais”, Capítulo VI, item 5.1. — pág. 261).

7.5 Solda de tubos de cobre

Tubos de cobre, onde e quando possíveis, substituem com vantagem os encanamentos tradicionais de PVC e ferro galvanizado. Na soldagem de tubos de cobre destinados a gases medicinais, a solda de estanho não pode ser empregada. Em seu lugar, deve ser utilizada a solda de liga de prata (Argentum 45CD) ou similar, com a canalização de cobre sem costura. Já para dutos de cobre em instalações hidráulicas, o mercado oferece dois tipos de solda: estanho com chumbo e estanho com antimônio (em proporção de 95% Pb para 5% Sb). A solda com chumbo não é recomendada — a sua fabricação, a exemplo dos EUA, tende a ser proibida, dada a sua elevada toxicidade.

Segundo a Norma NB 254/1977, todas as juntas, conexões e tubulações da rede de gases devem ser soldadas com solda de prata (ou similar) de alto ponto de fusão (superior a 537 °C). A fixação de juntas rosqueadas, na instalação de válvulas, de terminais e outros, é realizada por estanhagem da rosca macho com solda macia. Não devem ser usados fluxos contendo componentes graxos em dutos de oxigênio, para prevenir risco de explosão. O uso de litargírio, glicerina ou outros compostos de vedação especialmente aprovados para uso em equipamentos de oxigênio, inclusive fitas de teflon, também são recomendáveis.

Para canalizações destinadas à água, tanto fria como quente, a solda recomendada é a de estanho-antimônio, com ponto de fusão acima de 220°C. Várias são as indústrias que fabricam esse material: Alpha Best, Solst Indústria e Comércio de Metais, Soft Metais e outros.

8 Pintura

8.1 Objetivos, funções e características

Pintura e repintura são recursos importantes à disposição da manutenção. A pintura tem várias funções: proteção, higiene, acabamento, decoração e distribuição de luz. A indústria municia a manutenção e a segurança com uma ampla gama de produtos, que contribuem sobremaneira na conservação e proteção de superfícies: removedores, solventes, fundos, massas, acabamentos e outros. As superfícies ou substratos a tratar, por sua vez, são de naturezas diversas:

- Alvenaria comum e revestimentos (tijolo, blocos de concreto, reboco, placas de cimento-amianto, cimentados);
- Alvenaria especial e superfícies (tijolo aparente, concreto aparente e reboco especial);
- Madeiras;
- Metais ferrosos;
- Metais não ferrosos (alumínio, galvanizados, latão);

O preparo das superfícies e a aplicação de tinta (pintura imobiliária) devem, em cada caso, respeitar as recomendações do fabricante e a boa técnica. A seleção da tinta é feita levando-se em consideração o atendimento a algumas características fundamentais: pintabilidade, nivelamento, secagem, poder de cobertura, rendimento, estabilidade, resistência, durabilidade, lavabilidade, transferência à superfície e cheiro.

8.2 Proteção

A tinta constitui importante recurso de conservação, manutenção e segurança, pelas propriedades que confere às superfícies:

- Evita o esfacelamento de alvenaria e absorção de água de chuva e sujeira, impede o desenvolvimento de mofo, distribui a luz e contribui na decoração (cor, textura, brilho);
- Evita rachaduras em madeiras e o seu apodrecimento por absorção de água, umidade e fungos;
- Combate a corrosão de metais ferrosos e protege os galvanizados e não ferrosos.

8.3 Sistemas de pintura

A manutenção e a segurança dispõem de diferentes sistemas de pintura. A sua utilização depende do tipo de superfície a pintar, seu estado e localização, podendo recorrer a:

- Impermeabilizantes, seladores, primer, anticorrosivos, massas, solventes, removedores, secadores, líquido preparador, fundo nivelador.
- Acabamentos: cal, látex, PVA, látex 100% acrílico, epóxi, poliuretano, borracha clorada, esmaltes, óleos, vernizes e outros.

A seleção do material de acabamento para paredes deve atender a destinação dos respectivos ambientes, classificados em áreas críticas, semicríticas e demais áreas.

A pintura adequada às áreas críticas, como salas de operação, é feita com tinta epóxi, poliuretano ou PVC e outros, sobre base impermeabilizada e emassada. Esses produtos devem ser resistentes a lavagens frequentes, à desinfecção e repinturas; além disso com boa cobertura, boa apresentação, sem porosidade, lisos, sem frestas, brilho ou cheiro.

Paredes de áreas semicríticas, por sua parte, comportam pintura com tinta acrílica, igualmente resistente a múltiplas lavagens e com características aprovadas. Normalmente, as paredes das áreas críticas e semicríticas, são periodicamente repintadas. A manutenção e a segurança podem também recorrer à tinta acrílica (mais em conta) nas áreas críticas, mesmo porque as paredes, inclusive portas e batentes, são protegidos contra impactos e raspagens por protetores (tipo bate-macas de fixação direta).

Nas demais áreas da instituição, a tinta acrílica oferece acabamento adequado, inclusive para os tetos.

O solvente antigamente empregado nas pinturas epóxi limitava o seu uso pelo cheiro forte. Com o desenvolvimento das tintas epóxi hidrossolúveis, o seu uso foi generalizado. Uma ressalva às tintas epóxi, contudo, é o seu amarelamento mediante exposição à radiação ultravioleta.

Uma tinta que se tem mostrado adequada para paredes muito solicitadas, bem como para banheiros, é a Gel-O-Plast (Tintas Âncora, www.tintasancora.com.br). O sistema mais prático e rápido de aplicação de tinta é o do rolo de pintar, em substituição à pintura com pincel.

Divisórias de laminado melamínico e drywall acartonado para fechamento de ambientes, recorrem, com bons resultados, à tintas de PVC. As superfícies estucadas com gesso, com reboco ou contendo cal, não

comportam pintura epóxi, que se destaca em mantas, repelidas pela alcalinidade da parede.

As paredes destinadas a receber acabamento devem estar secas — pinturas a óleo, esmalte, acrílicas, epóxi e outras podem pipocar, esgarçar e se desfazer quando afetadas por umidade na face de assentamento, seja originada do piso, alicerce ou face externa da alvenaria, seja infiltrada pela laje superior.

Um recurso prático à disposição da manutenção, para a recuperação e revitalização de superfícies envelhecidas, como as revestidas por azulejos (gretados, trincados e desbotados), é o seu emassamento e pintura. Exce-lentes resultados, a baixo custo, têm sido obtidos com tinta epóxi.

8.4 Preparo de superfícies

Os manuais de fabricantes, livros e publicações dão o procedimento preciso e detalhado de preparo e tratamento de cada superfície e de aplicação de cada produto. Assim, este manual atém-se a apenas a algumas recomendações básicas:

- O reboco, destinado a receber tintas de alta resistência, como epóxi e borracha clorada, deve ser constituído de argamassa obrigatoriamente isenta de cal com traço 1:3 (cimento e areia) e deve também ser isento de impermeabilizantes do tipo Sika, Vedacit e outros de base alcalina;
- A aplicação da tinta é feita sobre reboco curado por mais de quarenta dias. A superfície deve ser previamente preparada com primer;
- O intervalo entre demãos é de 24 horas para epóxi e doze horas para borracha clorada;
- Quando existe interesse em preservar o aspecto natural do tijolo aparente, recorre-se a um repelente de água à base de silicone, acrílico incolor ou fundo preparador;
- A falta de preparação da superfície antes de aplicação de verniz ou tinta, acarreta perda de adesão, seguida de descascamento do acabamento;
- A pintura de ambientes internos deve ser lavável, facilmente repintável e não pode exalar cheiro que perturbe pacientes ou funcionários;
- As paredes pintadas com tinta látex acrílico, destinadas à limpeza (lavagem com água e sabão neutro), devem repousar por trinta dias após a pintura, quando o filme estará completamente formado e solidificado.

As paredes internas, revestidas com argamassa fraca e pouco coesa, carecem de tratamento com líquido selador ou fundo preparador, a fim de prevenir um descascamento posterior da tinta;

- As cores originais do hospital devem ser preservadas, quando integram um esquema que harmoniza paredes, cortinas, pisos, forros, esquadrias, móveis e quadros.

8.5 Organização e administração

A manutenção e a segurança devem conservar todas as ferramentas e materiais de pintura reunidos na oficina de pintura, e não espalhados ou esquecidos pelo hospital. Suas paredes e portas devem ser à prova de fogo. Tintas, solventes e óleos inflamáveis devem ser armazenados em armários metálicos fechados, cujas portas, também metálicas, não devem ter orifícios. Suas repartições devem ser suficientes para selecionar e agrupar ordenadamente os materiais e ferramentas de diferentes naturezas — um compartimento separado deve abrigar escovas, pincéis, broxas, rolos e trinchas, mantidos em solvente; panos de limpeza devem ser guardados em recipiente metálico, provido de porta autovedante. Compressor de ar e pistola de pintura também podem integrar o rol de equipamentos.

Cabe à manutenção e a segurança administrativas avaliar os benefícios da contratação de firmas especializadas para a manutenção e segurança de pinturas maiores, como as externas. Elas devem também programar o esquema de repintura de paredes em função da assiduidade de lavagem e do correspondente desgaste da película de tinta.

A pintura das dependências de pacientes deve ser coordenada com a enfermagem e a gerência de limpeza, já que implica desativação de leitos, remoção de móveis, de persianas, de tapetes e cortinas (se houver). Concluída a pintura, cabe ao serviço de limpeza a lavagem de janelas, de pisos, limpeza de armários e reposição de móveis (limpos e tratados). Em caso de substituição de acabamentos ou alteração de cores, estas devem obedecer a um esquema pré-selecionado, dentro das necessidades dos pacientes e dos funcionários (psicodinâmica das cores).

9 Acabamentos

9.1 Estoque para reparos

Houve uma época em que se estimava, em torno de 5%, o estoque de materiais de acabamento a ser armazenado para atender a reparos, consertos, alterações e acréscimos na instituição. Essa estimativa vem-se tornando cada vez mais aleatória, por três razões principais:

- a) Pelas alterações nos acabamentos empregados, decorrentes do tempo, do uso, da ação do meio ambiente, da radiação ultravioleta, etc. Esses fatores e agentes afetam os materiais de várias maneiras: desbotamento, gretamento e desgaste, tornando difícil o emprego de acabamentos estocados;
- b) A aleatoriedade do percentual estocado pode também levar à falta e ou à ociosidade e obsolescência de materiais de acabamento;
- c) Com os progressos, inovações, novos acabamentos, novas composições estéticas, novos padrões, usos e costumes e contínuas atualizações, as instituições de saúde serão menos oneradas se mantiverem estoques mínimos dentro do conceito dos Seis Sigma, voltando-se primordialmente às imposições e exigências da atualização e aos imperativos do progresso tecnológico.

9.2 Revestimento de pisos

Os pisos empregados em hospitais são de variadas naturezas, espécies e tipos: cerâmicos, de alto coeficiente de atrito, cimentícios, condutivos, de mármore, granito, granilite, pastilha, ardósia, madeira, metálicos, asfálticos, vinílicos (PVC), borracha, autonivelantes, epóxicos, de fibra, carpete, etc. A sua seleção e utilização depende da natureza e função dos respectivos ambientes, cada qual exigindo cuidados específicos de manutenção e segurança.

Rodapés curvos e cantos de paredes são de difícil execução, caros e sujeitos a trincas, além de prescindíveis face aos conceitos atuais de assepsia. Desta forma, eles foram suprimidos preditivamente há anos em nossos projetos. Felizmente, a Norma RDC 50, a seguir transcrita, tornou sem efeito a antiga obrigatoriedade de cantos curvos — mesmo a exigência atual de rodapé embutido, sem ressalto, está em vias de supressão; o embutimento é desnecessário, além de custoso. A poeira coletada pelo ressalto é insignificante, principalmente em face da extensa superfície do piso do respectivo ambiente. De mais a mais, a antiga correlação poeira/infecção,

revela-se inconsistente. A ANVISA, à página 30 (item 1.2, *Superfícies*) de sua publicação *Processamento de Artigos e Superfícies em Estabelecimentos de Saúde* (MS – Coordenação de Controle de Infecções Hospitalares, 1994), esclarece este tema (ver transcrição na pág. 93). Com relação ao rodapé, a RDC 50, no item C2, normatiza: “A execução da junção entre o rodapé e o piso deve ser de tal forma que permita a completa limpeza do canto formado. Rodapés com arredondamento acentuado, além de serem de difícil execução, ou mesmo impróprios para diversos tipos de materiais utilizados para acabamento de pisos, pois não permitem o arredondamento, em nada facilitam o processo de limpeza do local, quer seja feito por enceradeiras, quer por rodos ou vassouras envolvidos por panos.”

Um parágrafo que chama a atenção por sua discrepância preconiza que “especial atenção deve ser dada à união do rodapé com a parede, de modo que os dois estejam alinhados, evitando-se o tradicional ressalto do rodapé que permite o acúmulo de pó e é de difícil limpeza.”

Outras supressões em curso, já antecipadas em nossos projetos, dizem respeito à sala de transferência de pacientes pré-cirúrgicos e à barreira pré-ingresso vestiário-centro cirúrgico, ambas produtos de uma tradição sem justificativa epidemiológica, e também ao propé, cujo efeito é apenas psicológico.

Ambientes administrativos, auditórios, escritórios, certos corredores, salas de espera e similares comportam forração com tapetes e carpetes. Nesse sentido, os do tipo interface em placa são particularmente práticos, de fácil colocação, remoção e substituição, além de aderirem firmemente à superfície lisa do contrapiso por simples contato, isto é, pelo vácuo formado entre as duas superfícies. Uma pesquisa realizada pelos professores David J. Weber e William A. Rutala não constatou impedimento epidemiológico entre o uso de carpete e de piso frio, conforme o trecho a seguir, devidamente transcrito e traduzido.

Carpetes¹

“Diversos pesquisadores têm se dedicado ao estudo da microbiologia de carpetes e ao seu impacto no índice de infecções hospitalares, quando pisos

1 Texto traduzido de Weber, D. J. e Rutala W. A., “Prevention and Control of Nosocomial Infections”, Capítulo 19. In: Wenzel R.P. (ed.), *Environmental Issues and Nosocomial Infections*, 2ª ed., 1993.

acarpetados são comparados a pisos ladrilhados. Embora se possa isolar linhagens similares ou idênticas de bactérias em pacientes, procedentes de carpetes, as investigações não demonstram um incremento no índice de infecções em decorrência do uso de carpetes em hospitais. Não obstante os dados revelarem que carpetes contêm níveis mais elevados de contaminação bacteriana (aproximadamente 10^5 bactérias por polegada quadrada) do que contêm superfícies duras (aproximadamente 10^2 bactérias por polegada quadrada), e sejam mais dispendiosos e difíceis de higienizar, seria acertado não empregar carpetes em unidades de terapia intensiva ou outros ambientes onde se encontrem e estejam sujeitos a pesada sujidades pacientes seriamente enfermos.”

9.3 Piso vinílico

Pisos vinílicos, constituídos de poli(cloreto) de vinila ($\text{CH}_2\text{-CHCl}$), vêm sendo utilizados em várias instituições de saúde, nacional e internacionalmente. Por essa razão, merecem ter as suas características bem avaliadas, como os diversos outros tipos e materiais de revestimento. Além dos revestimentos monolíticos, autonivelantes, de borracha, granito e cerâmica disponíveis no mercado e comumente empregados em EAS, as placas e mantas vinílicas prestam-se igualmente bem ao acabamento de pisos de vários ambientes hospitalares, bem como de unidades de internação. A colocação de pisos vinílicos, todavia, requer o atendimento a certos cuidados e particularidades que demandam a atenção da manutenção.

Entre suas propriedades destacam-se: ser resiliente, não fadigar a enfermagem nem tornar ruidosos os passos e ser lavável com detergente ou removedor neutros dentro das especificações do fabricante (que excluem produtos ácidos). Para a assepsia, em geral recorre-se a uma solução de hipoclorito de sódio (NaClO), na diluição recomendada pelo fabricante. Os pisos vinílicos devem ser selecionados segundo padrões e cores mais adequados a ambientes hospitalares internos, não devendo marcar e ter boa durabilidade quando apropriadamente utilizados. Como regra geral, todo e qualquer piso deve ser usado dentro dos limites, condições e características estabelecidos pelos respectivos fabricantes. Um exemplo de piso vinílico marcado, aprofundado e antiestético é o utilizado em quarto de paciente cuja cama é guarnecida por rodízios estreitos, duros e de raio reduzido.

O piso vinílico deve ser aplicado sobre contrapiso de argamassa de cimento e areia, com resistência mínima à compressão de 15 MPa (1:3

desempenado), não queimado, liso, perfeitamente seco, limpo, plano e uniforme. A impermeabilização do contrapiso deve ser executada por empresa especializada, de forma a efetivamente impedir qualquer percolação de umidade presente ou futura conforme estabelece a NBR 9.575/03, com a consequente prevenção de futuros desprendimentos.

A remoção de pó de gesso, proveniente de paredes de *drywall* e de forros de gesso, deve ser feita cuidadosamente, de modo a eliminar quaisquer resíduos remanescentes — o adesivo vinílico e o gesso são incompatíveis. A aplicação deve ser feita pelo fornecedor ou pela empresa recomendada pelo mesmo. Em geral, remendos e retoques em pisos de placa são mais simples e podem ficar a cargo da manutenção, constituindo solução econômica aos pisos em manta. Já pequenos consertos em pisos de manta, podem valer-se da mão de obra da manutenção, quando esta é devidamente treinada pelo fabricante.

Durante a manutenção, não devem ser utilizados ingredientes, solventes ou colas de pisos, de paredes ou de móveis, em áreas de pacientes ou de trabalho, já que seus componentes exalam odores desagradáveis e que, muitas vezes, afetam e agredem pacientes e funcionários (medida de humanização). Medidas de segurança devem ser tomadas quando produtos inflamáveis forem utilizados na fixação de acabamentos de pisos e paredes — incêndios fatais têm ocorrido por falta de atendimento a essas precauções.

Especial cuidado é requerido na aplicação de adesivos e no uso da espátula dentada, que requerem experiência e técnica para evitar filetes pronunciados de cola, que marcam o piso vinílico. Após impermeabilizado, o desenho deixado pela desempenadeira fica ressaltado na superfície acabada do piso e resulta em efeito negativo e antiestético consequentemente em relevo, que obriga ao refazimento de todo o serviço e à substituição do piso. Em seguida da aplicação do adesivo, a utilização de um rolo de pintura resistente a thinner ou a solventes minerais (derivados de petróleo) ajuda na eliminação dessas saliências. Por ser um piso de PVC, as irregularidades em geral são visíveis na sua superfície, bem como a presença de grãos de areia e imperfeições da base, independentemente da espessura do material.

Outros efeitos negativos possíveis são as bolsas e bolhas que, formadas pelo desprendimento e elevação da manta, às vezes em grande número e variados tamanhos e lugares, o que obriga a retirada do revestimento e o seu refazimento. Diversas são as causas apontadas pelos técnicos: umidade, condições inadequadas do adesivo, insuficiente limpeza da superfície (resíduos)

ou pó de gesso remanescente, demora na aplicação e fixação, temperatura ambiente, destacamento da massa de PVA. A massa de poli(acetato) de vinila (PVA), aplicada em demãos, é a camada que precede a aposição do adesivo. Composta por 4 litros de água, 1 kg de cola de PVA e 10 kg de cimento, requer um tempo de secagem de aproximadamente doze horas antes da instalação do revestimento.

Visando prevenir problemas na execução de revestimentos, a manutenção e a segurança devem incluir, entre as condições da contratação: formatos e desenhos desejados, inclusive com relação a rodapés, tabeiras, faixas e filetes; enceramento e impermeabilização, bem como a responsabilização pelo produto final, livre de marcas, bolhas, vícios ou defeitos, condicionada à refazimento do serviço em caso de problemas.

A manutenção e segurança de pisos vinílicos requer lavagem com produtos de limpeza com pH não superior a dez, visando prevenir a quebra de cantos. O comércio dispõe de produtos industrializados específicos para a lavagem, o enceramento e a impermeabilização desses pisos.

A nossa prática revela a necessidade de mais pesquisas sobre as causas de desprendimentos de placas vinílicas, empregadas em pisos de compartimentos de chuveiro; o desbeijamento de placas, causado por produtos de lavagem; os efeitos da temperatura da água de ducha, do pH dos produtos de higienização e de desinfecção e do empoçamento prolongado de água, por deficiente remoção, drenagem ou caimento; e a umidificação da base por deficiente impermeabilização, por infiltração ou por percolação de água.

9.3.1 Estimativas de rendimento de mão de obra de limpeza

Áreas de diferentes pisos higienizados, em unidades de hora/pessoa:

- Granito ou piso vinílico impermeabilizado: 260 m²/hora/pessoa;
- Piso de ambulatório, com móveis e pessoas: 150 m²/hora/pessoa;
- Piso vinílico cru: 250 m²/hora/pessoa.

9.4 Revestimento de paredes

A forração de paredes de salas de operação e similares com laminado melamínico deve ser feita acima do rodapé (evitando o contato com piso molhado). A umidade também deve ser evitada na face posterior (tardoz).

Respingos e vapores de iodo e outros produtos usados em assepsia e desinfecção, como a poli(vinilpirrolidona)-iodo, produzem nódos de difícil remoção. O revestimento com chapas de aço inoxidável, na tentativa de prevenir essas nódos, também não tem se mostrado satisfatório, o que nos lembra um jocoso trocadilho em inglês: *stainless steel stains* (o aço inoxidável mancha). Outros aspectos contraindicam o revestimento de aço inoxidável em salas de operação: condutibilidade elétrica, reflexão de luz (perturbando o ato cirúrgico), reflexão de raios laser (sigla em inglês para *light amplification by stimulated emission of radiation*), sensação de “frio metálico” e desconforto psicológico, reflexão de ruídos, alto custo e difícil execução, sobretudo considerando-se os vários acessórios embutidos: negatoscópios, relógios, tomadas e outros.

Um acabamento mais prático para as paredes de salas de operação e similares é a pintura com tinta acrílica (ou epóxi) hidrossolúvel e de boa qualidade, sobre base impermeabilizada e emassada. Mais econômica, ela enseja repintura periódica, cor adequada, superfície lisa e ausência de frestas, com a vantagem da ausência de cheiro e a facilidade de lavagem e desinfecção. Isso, contudo, não exclui a provisão de protetores embutidos contra impacto de carrinhos e outros. Não vemos razão para o não emprego de pintura acrílica em ambientes críticos como alternativa à pintura epóxi, mais cara.

Outro recurso à disposição da manutenção para a recuperação e revitalização de superfícies envelhecidas, como aquelas revestidas por azulejos (gretados, trincados e outros), é o seu emassamento e pintura com tinta epóxi, o que produz resultados excelentes e de baixo custo, com a vantagem adicional da supressão das juntas.

9.5 Proteção de arestas

Arestas vivas, expostas, constituem ponto fraco de portas, móveis, mesas e balcões revestidos com laminado. As arestas são responsáveis por desbeijamentos, desprendimentos, má aparência e impressão de decadência.

O encabeçamento perimetral de portas, mesas e outros, com madeira, ferro, alumínio ou aço inoxidável em forma de “U”, “T”, “L”, ou qualquer outra esteticamente mais adequada, elimina esse inconveniente e assegura proteção, longevidade e bom acabamento além de poupar a manutenção. A proteção com madeira é a mais comum, evitando reflexos luminosos potencialmente agressivos aos pacientes.

Obtivemos bom desempenho e efeito estético circundando a folha de porta e o respectivo batente com requadro de perfilado de ferro ou alumínio em forma de “T”. Um recurso adicional muito funcional é a possibilidade de abertura da folha de porta nos dois sentidos. Essas portas ainda comportam frestas vedáveis e batedores reversíveis.

9.6 Forros

Quando a instituição conta com espaço técnico ou pavimento mecânico, o acabamento do forro se resume no revestimento da laje. Em caso contrário, a depender das circunstâncias, faz-se necessária a criação de forros falsos, para acolher instalações hidráulicas, elétricas, de ar condicionado, equipamentos e outras. Os forros falsos podem ser contínuos ou removíveis — em áreas críticas, devem ser obrigatoriamente contínuos, para prevenir a poluição de ambientes assépticos com poeiras e material particulado. Já os forros removíveis, objetivam assegurar acesso às instalações que se encontram no entreforro.

Os materiais para o acabamento de forros são variados, com diferentes naturezas, texturas e propriedades: placas de gesso, de PVC expandido, placas acústicas de fibra de madeira; podem ser suportados por perfis de alumínio ou de aço galvanizado, pintados, ocultos, encaixados ou aparentes; quando de aparência “industrial”, nem sempre são estéticos; placas de lâ de vidro ou de lâ de rocha oferecem acabamentos variados na face exposta. Para esse tipo de forro, é importante não deixar a lâ de vidro exposta nas demais faces, a fim de prevenir as desagradáveis picadas e coceiras em mãos e braços, quando do seu manuseio, além da nociva inalação de pó ou microfragmentos de vidro. Nos primórdios do lançamento desses forros no mercado, recorriamos, por segurança, ao recobrimento das suas faces aparentes com uma tênue camada de tinta asfáltica. Hodiernamente, alguns fabricantes já se preocupam em envolver as partes expostas da lâ de vidro em um fino tecido protetor.

A recomendação de não utilizar plenum no entreforro, além da preocupação de não carrear poeira para ambientes supridos com ar condicionado e saturar filtros, objetiva ainda o não umedecimento do tardo das placas de forro, evitando submetê-las à pressão do fluxo forçado de ar.

Uma ocorrência marcante por nós vivenciada, foi o desabamento repentino, em cascata, do forro de gesso do centro cirúrgico do Hospital do Servidor Público Estadual, em uma manhã do ano de 1964, quando todas

as suas 26 salas de operação estavam em plena atividade, causando graves consequências. Naqueles tempos, as placas de gesso eram dependuradas e mantidas suspensas por tirantes de arame e a fixação da dobra horizontal do arame à placa de gesso era feita com uma “pelota” de gesso. Esse aglomerado de gesso, submetido à umidade, pressão e vibração das correntes de ar do sistema de climatização, acabou amolecendo e se desprendendo do suporte, soltando algumas placas de gesso que arrastaram as demais num efeito cascata. Após esse acidente, as placas de gesso passaram a ser acartonadas e apoiadas sobre perfis metálicos solidamente suspensos.

Os forros do tipo bandeja, de alumínio ou chapa metálica, são práticos, mas apresentam o inconveniente, comum a forros removíveis, de se deformarem e não retornarem a um bom encaixe, o que, após algum tempo, promove a perda da estética original. Um forro leve e de fácil instalação é o de placas de PVC, a exemplo de muitos outros disponíveis no mercado, com diferentes características, aparência, acústica, estética, lavabilidade, preço, inflamabilidade e outros.

Outra preocupação importante com relação a forros falsos, é a prevenção preditiva, já na fase de projeto, de se comportarem como tubos acústicos, provocando intercomunicação sonora de diferentes ambientes. Para tanto, impõem-se a instalação de interceptores acústicos, análogos das paredes corta-fogo. A maior dificuldade na instalação de barreiras cortasom é a grande quantidade de dutos que ocupam e disputam lugar nos espaços entreforros. Essa é mais uma razão em favor dos espaços técnicos interpavimentos. Esse “espaço mecânico” é, também, a grande solução para o acesso às numerosas instalações vinculadas às salas assépticas, como de centros cirúrgico-obstétricos, cujos forros devem ser contínuos e, portanto, não removíveis e inacessíveis pela sua face inferior.

Grande empecilho e transtornos a instaladores e ao pessoal de manutenção, provocado por projetos estruturais e/ou construtoras, são as vigas que interceptam forros falsos. O forro deve, obrigatoriamente, respeitar o pé-direito do cômodo e, ao mesmo tempo, respeitar e não reduzir ou esmagar o espaço destinado ao entreforro. Isso ocorre quando o espaço entre forro e laje for precariamente dimensionado. Por vezes, a altura da viga transversal é tão proeminente que invade, obstrui e impede a passagem de dutos. Esta é uma ocorrência comum e grave por erros de projeto e falta de coordenação, preditividade e reuniões de compatibilização, promovendo

mutilações e ônus a instalações essenciais e de alto custo e condenando o hospital a consequências permanentes.

Outra situação comum, e de graves consequências, é a falta de previsão de espaço para comportar o cruzamento de dutos de ar condicionado. Uma prática necessária é a provisão de furos e passagens para dutos, de diâmetros compatíveis, através de todas as vigas. Tais passagens devem ser retangulares para permitir atender aos caimentos de dutos de vapor, condensado, esgoto e outros. O custo da execução de forros falsos independe da sua altura. Entreforros menores, tal qual os de maior altura, devem acolher tanto as instalações das primeiras etapas da construção do hospital, como atenderem preditivamente aos acréscimos, modificações e demandas futuras do plano diretor.

É profissionalmente constrangedor para planejadores, construtores e instaladores o afloramento de dutos sob forros, ou obstruindo a continuidade dos espaços passa-dutos, por falta de preditividade ao reservar o espaço necessário no entreforro (ou no espaço técnico) para comportar o cruzamento de dutos de maiores dimensões, como os de ar condicionado.

10 Reformas e ampliações

10.1 Precauções bacteriológicas na execução de reformas

10.1.1 A agitação provocada por obras e reformas, principalmente em ambientes de EAS, podem dispersar poeiras contendo esporos aerotransportados de fungos *Aspergillus*, potencialmente letais para pacientes imunodeprimidos. O fungo *Aspergillus*, que tem de 2 a 3,5 μm de diâmetro, é encontrado em solos, ambientes úmidos e vegetais em decomposição. Encontra-se também presente em sistemas de ventilação que estejam funcionando inadequadamente: filtros de ar, aparelhos de ar condicionado de janela, exaustores, forros falsos, forros acústicos, canteiros de obras, portas ou janelas expostas, aspiradores de limpeza hospitalar, plantas ornamentais, pombos, etc. A poeira proveniente de obras vizinhas também pode afetar o EAS, pois o *Aspergillus* é esporulado e veiculado pelo ar (*airborne bacteria*). A umidade do ambiente também contribui para a sua proliferação. Assim, equipamentos e instrumental colonizados com o fungo, quando armazenados em ambientes úmidos, podem tornar-se fontes de infecção.

10.1.2 Para a prevenção da colonização de *Aspergillus*, as medidas recomendadas incluem:

- Vedar dutos de ar que se comunicam com áreas de obras, terraplenagem ou construção. Recomenda-se retirá-los ou desviá-los, levando-se sempre em consideração que os sistemas de ar condicionado e de ventilação constituem um meio propício para a disseminação de *Aspergillus*;
- Proteger os pacientes mais suscetíveis, como os imunodeprimidos;
- Vedar hermeticamente os locais de reforma, visando impedir a dispersão de poeiras e detritos;
- Instalar, nos locais de obras, sistemas móveis de ar condicionado, providos de filtros HEPA;
- Retirar placas de forros removíveis com o cuidado de proteger o ambiente contra a poeira, normalmente depositada e acumulada sobre os forros.

10.1.3 As medidas de prevenção aqui presentes (*Control of airborne contaminants during hospital renovation*) foram apresentadas na 27th Annual Education Conference da APIC (*Association for Professionals in Infection Control and Epidemiology*), realizada em 2000 em Minneapolis, EUA.

10.2 Medidas de prevenção

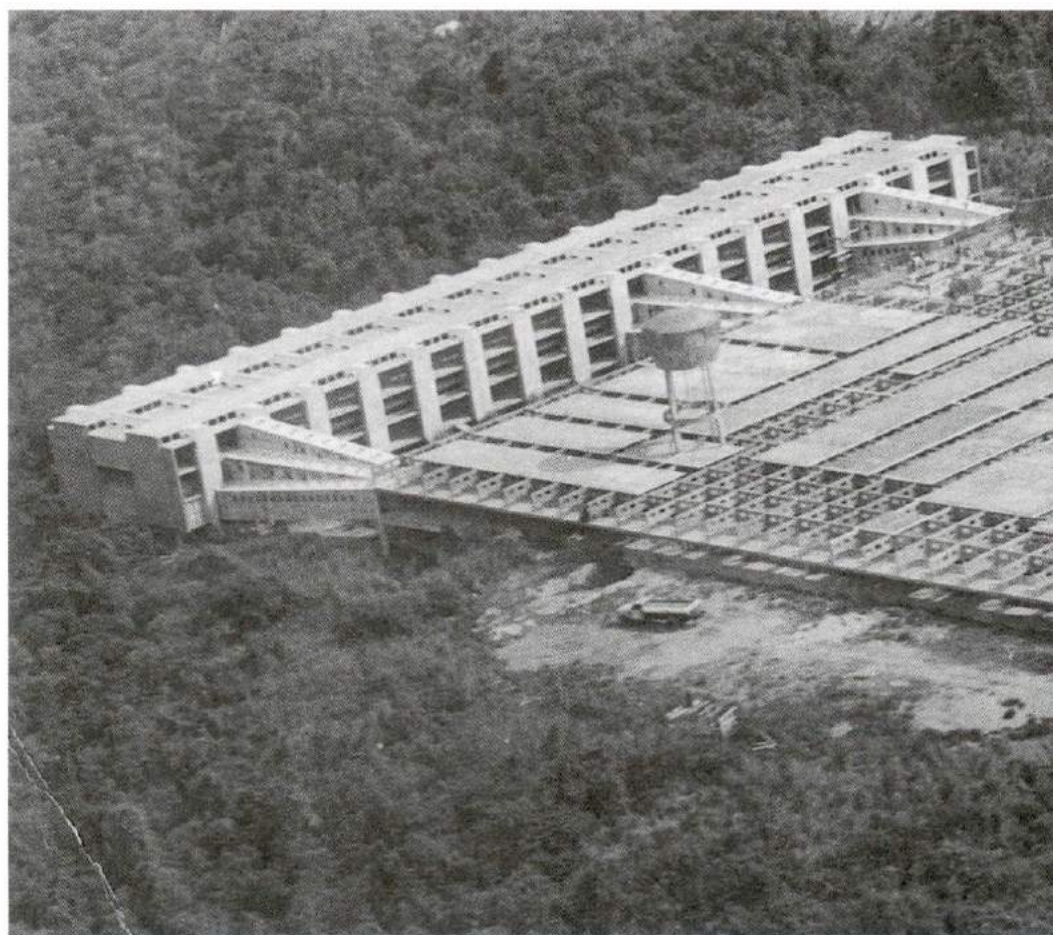
As medidas de prevenção abrangem: criação de barreiras hermeticamente seladas ao redor do local das obras; restrições ao tráfego pelo local da recuperação; provisão de pressão negativa nas áreas de trabalho; proteção de pacientes de alto risco, recorrendo a sistemas móveis de filtro HEPA.

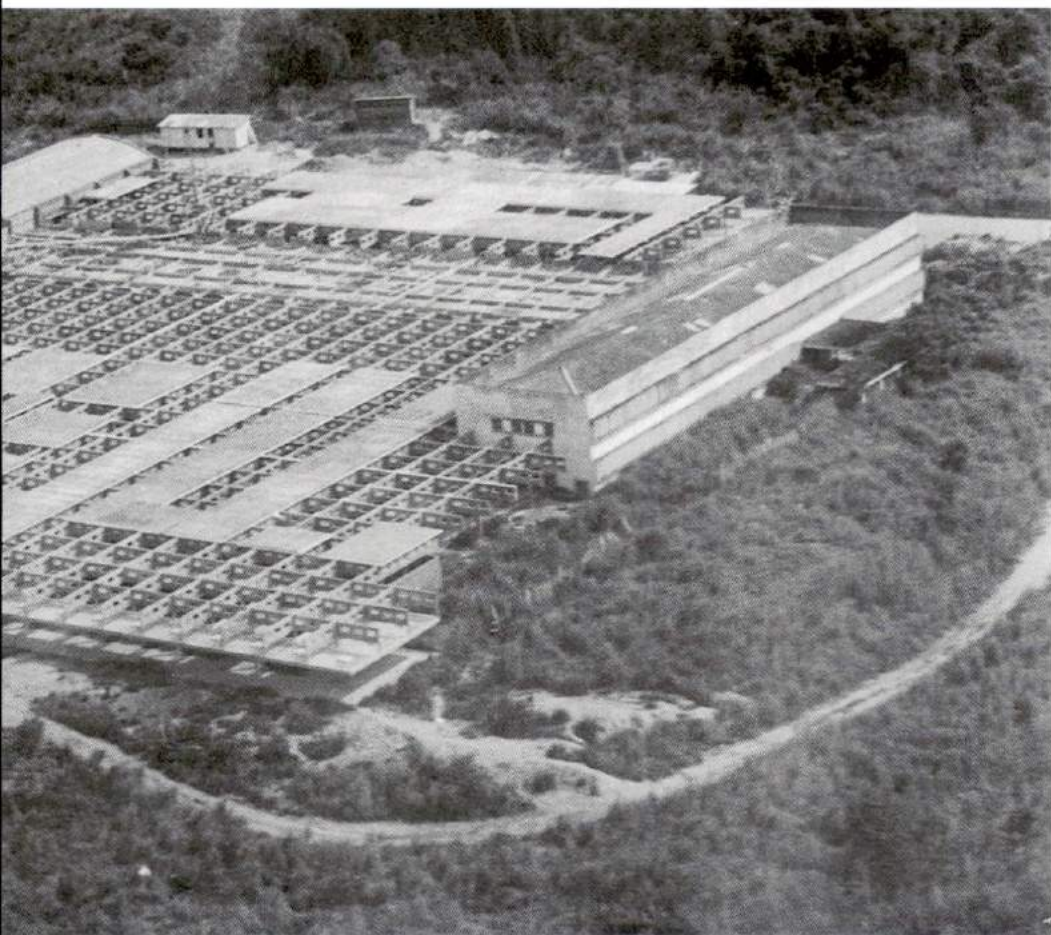
Qualquer hospital, grande ou pequeno, rural ou urbano, está sujeito a albergar pacientes suscetíveis à poeira, que devem ser adequadamente protegidos contra a exposição a resíduos de reformas e recuperações internas, bem como de escavações, demolições e construções externas ao ambiente hospitalar.

Quando a concentração fungal externa for elevada, impõe-se a vedação de aberturas, como de portas e janelas vulneráveis. Os esporos de *Aspergillus* podem ainda provir de revestimentos protetores contra fogo,

placas de forro, áreas em reforma, sistemas de ventilação, tomada de ar e exaustão contaminados, além de ar simplesmente não filtrado. Atividades como troca de filtros e limpeza ou vibrações provocadas em dutos ou em estruturas, quando os serviços de manutenção não são realizados com a devida técnica, podem constituir-se em fonte de dispersão de contaminantes. Barreiras inadequadas e medidas ineficientes de proteção interna têm levado à infecção hospitalar por *Aspergillus*.

Deste modo, reformas, renovações, ampliações e construções devem sempre ser precedidas por um planejamento preditivo que contemple a necessidade de controle de infecções.





Hospital de Aeronáutica do Galeão
Rio de Janeiro – RJ, 1967; ver à pág. 419

Capítulo IV

TECNOLOGIAS AVANÇADAS DE DIAGNÓSTICO E TERAPIA

1 Automated Endoscopic System for Optimal Positioning (Computer Motion, Santa Barbara, EUA)

A cirurgia laparoscópica é amplamente difundida no Brasil, que possui diversos centros especializados em cirurgia laparoscópica torácica, entre outras. Em geral, a câmera das cirurgias laparoscópicas precisa ser mantida na posição correta por um cirurgião auxiliar, fato que, por vezes, impõe posições incômodas, obrigando a revezamentos por fadiga em braços e mãos.

Para superar tais dificuldades, robôs com braços mecânicos vêm sendo usados em cirurgias laparoscópicas na França, na Washington University (Saint Louis), bem como em outros centros americanos de vanguarda. O robô AESOP 3000 (sigla para Automated Endoscopic System for Optimal Positioning) dispõe de braços que obviam os inconvenientes do posicionamento manual, e inovando pelo atendimento a comandos de voz, além da visualização otimizada do campo operatório, graças ao correto posicionamento do foco luminoso.

O Prof. Miguel Srougi vem realizando cirurgias laparoscópicas de rim e próstata no Hospital São Paulo há anos e, com a aquisição do AESOP 3000, é inaugurado o primeiro serviço cirúrgico robotizado em urologia do País. A cirurgia robótica, comparativamente, é mais cara e demorada. Em compensação, é mais precisa e permite a realização de telecirurgias, contribuição técnica do Dr. Cássio Andreoni, médico da equipe do Dr. Srougi.

2 Coronariotomografia ultrarrápida (Ultrafast CT)¹

A coronariotomografia ultrarrápida é um novo método de diagnóstico por imagem que permite identificar pacientes com aterosclerose coronária, em estágios nos quais os métodos convencionais são incapazes de detectar anormalidades. Ele se baseia na identificação e quantificação do cálcio depositado nas placas ateroscleróticas coronárias valendo-se de um tomógrafo, denominado *ultrafast CT*, fabricado pela empresa americana Imatron, sediada em São Francisco, Califórnia.

O equipamento difere tanto dos tomógrafos convencionais, como dos modernos tomógrafos helicoidais, pelo seu modo específico de obtenção das imagens. Ao invés da rotação de um tubo de raios X sobre o paciente, uma fonte produtora de elétrons permanece fixa, emitindo um feixe horizontal. Em seguida, este feixe é desviado para baixo por um campo magnético em direção a semicírculos de tungstênio. Ao atingir essas estruturas, são geradas radiações dentro da faixa de raios X, além de radiação infravermelha. Os raios X produzidos caminham verticalmente e penetram nas costas do paciente, que se encontra deitado, e atinge o detector fixado na parte superior do equipamento.

Não há partes mecânicas móveis neste processo, como ocorre nos demais aparelhos de tomografia. Por essa razão, as imagens são obtidas em tempo mais curto, de 50 a 100 ms. Estas velocidades permitem imagens de alta resolução de órgãos móveis, como o coração. A título de comparação, a maior velocidade atualmente disponível nos equipamentos convencionais de tomografia é da ordem de 250 ms.

Com o ganho na velocidade de aquisição das imagens, um total de 20 a 40 fatias da região do mediastino, com espessuras de 1,5 mm ou 3,0 mm, pode ser obtido num mesmo momento do ciclo cardíaco, deflagrado pelo eletrocardiograma do paciente, que deve manter-se em apnéia por 30 a 40 segundos.

Não se usa contraste e a exposição à radiação é comparável àquela que ocorre em uma cintilografia de perfusão com medicina nuclear. O tempo necessário para a realização de todo o procedimento gira em torno de 15 a 20 minutos.

¹ Referência: *Coronariotomografia ultrarrápida no diagnóstico precoce da aterosclerose coronária*, Dr. Romeu S. Meneghelo, Dr. Renato Alonso Moron e Dr. Raul Dias dos Santos Filho, da equipe de coronariotomografia ultrarrápida do Hospital Israelita Albert Einstein, São Paulo.

Na literatura de língua inglesa, essa tecnologia é também conhecida como *electron beam computer tomography* (EBCT) ou *electron beam tomography* (EBT). Utilizando o mesmo equipamento e injetando-se contraste em veia periférica, é possível obter uma cinecoronariografia dos grandes vasos coronários epicárdicos, de pontes de veia safena e de artérias mamárias anastomosadas com artérias coronárias, sem a necessidade de introdução de cateter.

3 Dermatovideoscópio

A dermatologia ganhou um valioso subsídio com o desenvolvimento do dermatovideoscópio (*Scalar*, Zachary, EUA), pequena câmera que reproduz e amplia na tela do computador as regiões epiteliais, do couro cabeludo ou de mucosas de forma nítida e colorida, em alta definição e resolução.

De posse desta tecnologia, fica simplificado o problema da manutenção e segurança quanto à provisão de sistemas de iluminação de alta performance, próprios para os exames dermatológicos.

4 Tomografia computadorizada por emissão de pósitrons (PET)

O princípio do diagnóstico por PET decorre da característica de as células neoplásicas (tumoriais) distinguirem-se das normais por uma maior demanda por glicose. A glicose-FDG (2-flúor-2-desóxi-D-glicose, onde o átomo de flúor é o seu isótopo ^{18}F), emissora de pósitrons, quando introduzida no organismo do paciente por injeção ou inalação, acopla-se a um certo número de moléculas. Estas, ao circularem e se espalharem pelo corpo, têm o seu percurso acompanhado e traçado pelo tomógrafo, que assinala e mapeia a sua presença. Assim, uma maior concentração da glicose FDG pode indicar a presença de formações cancerosas.

Diferentemente dos raios X, da tomografia e da ressonância magnética, que atuam morfológicamente, isto é, dependem da forma e localização do órgão, o PET opera de forma funcional (ver SPECT, item 5, pág. 161).

Devido ao alto índice de mitose da célula neoplásica, com proporcional demanda por glicose (ou alguma espécie cognata radioativa), o PET permite a distinção de radionecrose, de tumor, e avaliações antes da ocorrência

de alterações anatômicas. As imagens produzidas são de alta resolução, o que torna o PET uma valiosa e precisa ferramenta diagnóstica.

Vários são os isótopos disponíveis, prevalecendo no Brasil o flúor 18 (^{18}F). O Children's Hospital of Michigan, em Detroit, por exemplo, utiliza diferentes tipos de moléculas marcadas com o isótopo oxigênio 15 (^{15}O). São também utilizados outros isótopos radioativos, incluindo o carbono 11 (^{11}C) e o nitrogênio 13 (^{13}N). Pelo fato desses isótopos possuírem meias-vidas de curta duração, a instalação do PET é inviável em locais distantes da base de ativação da substância utilizada ou quando a escala de produção revela-se insuficiente. Em São Paulo, a única fonte de obtenção oficialmente autorizada de isótopos radioativos é o IPEN (Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares), situado no campus da USP. Essa dificuldade geográfica contribui para restringir a proliferação da técnica de PET – atualmente, apenas cinco instituições de saúde disponibilizam exames por PET na cidade de São Paulo. As razões principais para tal limitação são três:

- Potencial insuficiente de produção de isótopo radioativo;
- Distância ou tempo, condicionado à meia-vida do isótopo;
- Custo.

O PET é um equipamento de diagnóstico e acompanhamento de custo elevado, mas de alta eficácia na detecção e localização de neoplasias e metástases, bem como no diagnóstico de problemas cardíacos e neurológicos e, ainda, na definição de conduta médica para a avaliação e seguimento de tratamentos quimioterápicos.

A difusão desse valioso equipamento em outros centros do país depende fortemente de parcerias ou da liberação da instalação de aceleradores de partículas ou microciclotrons pelo Governo Federal, para que instituições particulares possam produzir radioisótopos destinados ao enriquecimento de substâncias. Atualmente encontra-se em tramitação no Congresso Nacional um projeto de lei que libera esse acesso.

Idealmente, o ciclotron, o laboratório radioquímico onde são preparados os respectivos radiofármacos e todo o conjunto integrante da tomografia computadorizada por emissão de pósitrons devem guardar proximidade entre si, bem como relação de nível, considerando-se que o ciclotron é equipamento pesado, da ordem de 50 toneladas.

O PET, no caso da oncologia, permite detectar com grande precocidade áreas tumorais mínimas, menores que 5 mm, de difícil detecção por

outros métodos de imagem. Pela sua precisão e não invasividade, o PET vem encontrando muita adesão e difusão. Atualmente, o PET também vem sendo utilizado para o estudo de doenças neurológicas e psiquiátricas, como esquizofrenia e depressão.

Os aparelhos de última geração PET/CT acoplam o PET aos equipamentos de tomografia computadorizada (CT) helicoidal, de qualidade diagnóstica. A partir disso, pode-se conjugar o método metabólico do PET com o método morfológico (anatômico) da CT. As imagens em sobreposição permitem uma localização precisa de pequenas lesões tumorais. O PET/CT conjuga, com excepcional otimização, as imagens bioquímicas do PET com a localização espacial refinada, proporcionada pela CT helicoidal. O PET permite, ainda, diagnósticos cardíacos e diagnósticos diferenciais de doenças como de Alzheimer, de Parkinson, epilepsia e outros.

5 Tomografia computadorizada por emissão de fóton único (SPECT)

O SPECT é um equipamento relativamente recente, com amplas e valiosas aplicações. Conjuga uma ou mais câmaras de medicina nuclear (gama câmara, cintilografia, etc.) à tomografia computadorizada de emissão de fóton único. Ele utiliza, basicamente, um método semelhante ao PET. O paciente recebe uma dose de uma substância traçadora, capaz de ser facilmente absorvida por tecidos, órgãos ou cérebro. Uma das moléculas mais utilizadas é a glicose-FDG ou outro isótopo radioativo. Células mais ativas, com maior atividade metabólica (precisam de mais energia), absorvem uma maior dosagem de substâncias traçadoras radioativas (ver PET, item 4, pág. 159).

Diferentemente da ressonância magnética nuclear e da tomografia computadorizada, que se atêm a estruturas anatômicas (método morfológico), o tomógrafo SPECT (tal como o PET), permitem exames funcionais de grande alcance.

O átomo de flúor 18 tem a propriedade de — diferentemente da maioria dos radioisótopos usados em medicina nuclear, que emitem raios gama —, de emitir um pósitron ou um fóton. Quando o pósitron emitido colide com um elétron, ocorre o aniquilamento de ambos e a liberação de raios gama de alta energia, que são captados pelo PET. Quando oriundos de fótons, os raios gama são captados pelo SPECT.

Com o aniquilamento, são produzidos dois raios gama de alta energia (511 keV cada), que se propagam em sentidos opostos (180° um do outro) e são captados simultaneamente por câmaras de cintilação especiais. Essa colisão, simultânea e a 180°, é uma característica específica do PET, que o diferencia do SPECT.

Ambos, contudo, exibem resultados em cores, construindo uma visão tridimensional de órgãos e permitindo investigar as funções mais diversas: desde cognitivas, como linguagem, aprendizado e sensibilidade; até fluxos sanguíneos, consumo de oxigênio no cérebro; passando pelas atividades sensoriais e memória.

6 Imagem por ressonância magnética (MRI)

Designada em inglês por MRI (sigla para *magnetic resonance imaging*), a ressonância magnética recorre a poderosos campos magnéticos, obtidos por meio de ímãs supercondutores operados à baixíssimas temperaturas (4 K, ou -265 °C), obtidas por hélio e nitrogênio líquidos. A classificação dos campos magnéticos é feita em unidades de Tesla (1,0 Tesla corresponde a 10.000 Gauss).

Os equipamentos de ressonância magnética podem compor o agrupamento de imagenologia da instituição ou estarem situados em locais mais acessíveis aos usuários; o elevado peso dessas instalações deve ser levado em consideração na determinação da sua implantação. Por não utilizar raios X, empregados em aparelhos de radiografia e tomografia computadorizada, a ressonância magnética é frequentemente considerada um método de diagnóstico inócuo.

Para a proteção contra interferências no campo magnético, a MRI recorre à blindagem feita com lâminas ou blocos de ferro doce (sem carbono). Já a proteção contra as interferências eletromagnéticas externas no campo de radiofrequência do equipamento pode ser obtida por meio de chapas de cobre, alumínio ou ferro galvanizado (gaiolas de Faraday).

O exame consiste em submeter o paciente ao intenso campo magnético da MRI, que permite alinhar os prótons, integrantes do núcleo dos seus átomos de hidrogênio, em posições paralelas entre si. Em seguida, sob a ação da energia de um campo de radiofrequência, provoca-se o deslocamento e a rotação desses átomos de hidrogênio. O fato de os átomos de diferentes regiões do corpo (magneticamente diferentes) responderem

diferentemente à radiofrequência permite o estabelecimento de distinção entre tecidos de naturezas variadas. A digitalização dos posicionamentos atômicos permite a criação de imagens detalhadas, em duas e três dimensões, retratando tecidos moles e duros, revelando particularidades e anomalias morfológicas.

O fenômeno da ressonância magnética relaciona-se ao magnetismo natural dos átomos de hidrogênio (^1H), componentes das moléculas de água, cuja abundância no corpo humano varia entre 40% e 70% da massa corpórea total.

Ao serem submetidos a intenso campo magnético, esses átomos, atuando como pequenos ímãs ou dipolos magnéticos, passam a se alinhar e, concomitantemente, a girar em torno do seu eixo de alinhamento (movimento de precessão) com determinada frequência.

Quando esses átomos são subsequentemente expostos a ondas eletromagnéticas de frequência igual à da precessão, os átomos passam a absorver energia (essas frequências estão na região das ondas de rádio, daí a necessidade de pulsos de radiofrequência). Com a interrupção do campo magnético e da radiofrequência, os prótons de hidrogênio retornam à posição original e passam a devolver a energia eletromagnética que haviam absorvido. Cada átomo, contudo, devolve essa energia em um tempo que caracteriza a sua natureza. Em outras palavras, cada átomo de hidrogênio, em cada região do corpo, tem uma susceptibilidade diferente ao campo magnético e, por conseguinte, absorvem (e devolvem) radiofrequência de forma diferente.

O equipamento mede o tempo que cada átomo leva para reestabelecer o seu estado original (antes da absorção da radiofrequência) e o transforma e amplifica em unidades de energia e, por fim, em imagens que assinalam os contrastes entre os diversos tecidos do corpo humano e os contrastes entre tecidos normais e patológicos. Esses contrastes decorrem, além da diferença entre o número de átomos de hidrogênio presentes nos diferentes tecidos, de como cada átomo é afetado pelas radiações incidentes.

A MRI tem oferecido grande contribuição em ortopedia, neurociência, sistema músculo-esquelético, crânio e coluna. Além disso, a MRI vem evoluindo: do tubo cilíndrico, de reduzido diâmetro, incômodo e claustrofóbico, para os cilindros com diâmetro aumentado; e, mais recentemente, é também disponibilizado na forma aberta, mais agradável e confortável. Estas versões, porém, têm um custo mais elevado, e ainda apresentam campos magnéticos com intensidade inferior aos tubos fechados.

Integram o aparelho o magneto supercondutor, módulo de radiofrequência (transmissor e receptor), recursos computacionais, processadora a seco, bomba injetora de contraste, câmera e monitor de vídeo (para a observação do paciente dentro do magneto), além de música e tampões de ouvido para os pacientes.

No Brasil, o Hospital Israelita Albert Einstein, sob nossa supervisão (em parceria com o radiologista Dr. Salvador Abílio), foi a primeira instituição de saúde sul-americana a instalar um equipamento de imagens por ressonância magnética.

- Potência: 50.000 W;
- Alimentação: 380/400 V, 60 Hz;
- Cobertura populacional: um aparelho para 500 mil habitantes ou 1.500 leitos de internação em hospital de atenção terciária.

7 Tomografia computadorizada (CT)

Consiste em uma fonte de raios X que gira rapidamente em torno do paciente, posicionado horizontalmente, gerando informações digitalizadas à medida que a mesa vai se deslocando através da abertura circular do núcleo do equipamento ou do *gantry*. A CT consiste na formação de imagens relacionadas ao contraste dos raios X com as diferentes densidades dos tecidos e órgãos por eles atravessados.

Durante toda a rotação, a ampola emite raios X num feixe estreito (colimado), de forma a incidir sobre apenas uma pequena faixa (fatia) do corpo do paciente em exame. Ao redor do paciente também gira um complexo conjunto de detectores de raios X. Ao ser captada pelos detectores, a radiação é convertida em sinais digitais, denominados varredura de feixe, que são processados em computadores, onde são formadas imagens de aspecto espacial. Após o processamento das informações, o computador reconstrói uma imagem tridimensional: a parte do corpo em exame.

As imagens da CT disponibilizam 200 diferentes tons de cor cinza que possibilitam identificar densidade tecidual, constituição óssea, formações tumorais, líquidos e outros. Em conjunto com a ressonância magnética nuclear, a tomografia computadorizada tem uma contribuição decisiva no estudo do sistema nervoso central.

7.1 Tomógrafo computadorizado helicoidal *multislice*

Destina-se à realização de exames radiológicos por cortes, formando, por meio de uma série de radiografias seccionais registradas em um computador, imagens tridimensionais de órgãos e regiões do corpo. Estes equipamentos compõem-se basicamente de: unidade de comando, *gantry*, mesa móvel de paciente, pacote de softwares integrados, gerador de raios X (potência de saída mínima de 60 kW e corrente de 30 a 300 mA), mesa com material radiotransparente, bomba injetora de contraste e estabilizador de tensão.

A tomografia de cortes múltiplos constitui uma nova geração de tomógrafos, mais rápidos, mais precisos e com melhor qualidade de imagem, além de maior campo de utilização. Graças ao emprego de duas fontes de raios X e de dois detectores simultâneos, o Somatom (da Siemens) tem a capacidade de realizar 44 cortes tomográficos em 0,37 segundos de rotação, velocidade muito superior à do tomógrafo convencional, que permite apenas um corte a cada rotação. Com isso, o tempo requerido para o exame de varredura de corpo inteiro é drasticamente reduzido. A importância desse novo tomógrafo é realçada na área cardiovascular, em vista da substituição de técnicas diagnósticas invasivas.

A elevada velocidade dos cortes tomográficos também possibilita imagens submilimétricas, de batimentos cardíacos irregulares, isto é, permite a captação de imagens irregulares em períodos compatíveis a ciclos cardíacos. Permite também a obtenção de imagens angiográficas em 3D com alta qualidade diagnóstica, e exames tomográficos habituais como de tórax, abdômen, cabeça, pescoço, músculo-esqueléticos e outros.

- Potência: 40.000 W;
- Alimentação: 380 V, 60 Hz;
- Cobertura populacional: um aparelho para 100 mil habitantes ou 1.500 leitos de internação em hospital de atenção terciária.

8 Ultrassonografia

O aparelho de ultrassom, inventado na década de 1960, é um equipamento médico digital amplamente empregado para diagnósticos vasculares, abdominais, periféricos, obstétricos, ginecológicos, urológicos e outros, que recorre ao princípio do sonar. O seu amplo espectro de utilização é reforçado pelo fato de a ultrassonografia ser uma técnica não invasiva e inofensiva ao feto. Ondas

sonoras refletidas são captadas e rastreadas, disponibilizando dimensões, formatos, localização e outros dados médicos referentes ao corpo humano.

São utilizados vários modos de imagem e de Doppler (medição da velocidade da circulação sanguínea): colorido, pulsado, tecidual. Adicionalmente, o registro digital de imagens se dá por transdutores de diferentes frequências e sistemas variados de impressão. Imagens de alta definição podem ser obtidas com 256 níveis de cinza para o modo 2D.

- Potência: 350 W;
- Alimentação: 110/220 V, 60 Hz (em ambiente com aterramento individualizado);
- Cobertura populacional: um aparelho para 25 mil habitantes.

9 Mamografia

O mamógrafo é um aparelho destinado ao exame e diagnóstico por meio de radiografia de mama. Trabalha com um gerador de raios X (anodo de molibdênio giratório) com filamento protegido, tubo de raios X e colimador, controle automático de exposição, movimentos motorizados, seletor de compressão e descompressão automática, e detector Bucky para cassetes de 18 x 24 cm. O mamógrafo estereotáxico permite o registro de imagem tridimensional da mama, sendo usado na localização de neoplasias e no auxílio a procedimentos biopsiais.

A sua instalação requer sala com proteção plumbífera, biombo protetor com vidro plumbífero, protetor de tireoide do tipo viseira (com fecho em velcro). Acompanham o aparelho um avental plumbífero, projetor gráfico e um descritivo com as especificações da sala e das instalações.

- Potência: 30.000 W;
- Alimentação: 110/220 V, 60 Hz ou 220/380 V (60 Hz);
- Cobertura populacional: um aparelho para 240 mil habitantes.

10 Eletroencefalografia

O eletroencefalograma (EEG) baseia-se nas atividades elétricas cerebrais, que podem ser registradas.

Na sua operação, eletrodos são colocados em determinados pontos da cabeça do paciente e conectados ao EEG, que intensifica a amplitude dos sinais eletrônicos captados do cérebro em algumas milhões de vezes. Um galvanômetro registra graficamente as oscilações captadas, sob a forma de ondas, em uma tira de papel.

Os eletroencefalógrafos mais atualizados dispõem de um grande número de eletrodos, podendo contar com quarenta canais, facultando grandes avanços médicos na neurologia, psiquiatria e no auxílio do diagnóstico de diversas doenças cerebrais como desordens do sono, bem como a localização precisa de formas epiléticas e tumores cerebrais.

Através de atividades elétricas anômalas, presentes nos traçados do eletroencefalograma qualitativo e no mapeamento cerebral colorido quantitativo, obtido pela conjugação com computadores e impressoras coloridas, o neurologista tem condições de diagnosticar diversas anomalias cerebrais.

A animação dinâmica e o estudo das funções do cérebro em ação devem-se à ECG quantitativa: graças ao seu grande potencial, essa técnica vem sendo utilizada com sucesso na localização de tumores cerebrais, epilepsia, alterações vasculares, derrames, hipertensão, distúrbios da atenção, demências, atrofia cerebral e esquizofrenia.

11 Acelerador de prótons

O acelerador de prótons constitui a mais recente conquista em tratamento oncológico, privilégio de poucos hospitais ainda restritos aos EUA. A terapia por prótons é a arma mais recente e complexa criada para o tratamento de tumores, baseada na tecnologia desenvolvida por físicos de partículas. Consiste na irradiação do tumor por um feixe de prótons acelerados à velocidade próxima à da luz.

Constitui a terapia mais precisa e com menores efeitos colaterais, se comparada à radioterapia convencional, além da eficácia comprovada em relação ao tratamento de determinados tumores. Um dos poucos centros de prótons em operação é o do Hospital Geral de Massachusetts, da Harvard University. O edifício que contém o equipamento ocupa uma ampla área de terreno: suas paredes têm 5,5 m de espessura. O peso do equipamento excede 220 toneladas e seu custo gira em torno de 100 milhões de dólares.

12 Densitometria óssea

Equipamento destinado à detecção do grau de osteoporose, com emprego de raios X. Forma imagens digitais, permitindo a impressão de exames de corpo total, colo de fêmur, coluna e antebraço em alta resolução.

- Potência: 3.500 W;
- Cobertura populacional: um aparelho para 140 mil habitantes.

13 Hemodiálise

Constitui em uma filtração lenta e contínua do sangue por um equipamento de alta complexidade, que exige instalação, manutenção e operação precisas. Ele permite a realização de diálise sequencial, de alta eficiência ou de curta duração, possibilitando terapia de sódio. Possui bomba de infusão contínua de heparina (anticoagulante) e um sistema de desinfecção por calor ou processo químico.

Os principais parâmetros de operação incluem pressão transmembrana, temperatura, tempo de processamento, condutividade e vazão. Disponibiliza fluxo variável de solução de hemodiálise (na faixa de 350 a 600 ml/mm), com proteção contra embolia gasosa. Há ainda alarmes sonoros e visuais para vazamentos de sangue, bolhas e alterações na condutividade, temperatura e pressões arterial e venosa, de acordo com a Norma IEC 60601-2-16.

Instalação do sistema: a água disponibilizada deve ser tratada por um sistema de osmose reversa, devendo ser pré-filtrada se necessário. O reservatório deve ser pré-dimensionado, com controle do nível da água. Ademais, a canalização entre a unidade de tratamento da água e o aparelho deve assegurar condições assépticas: o pH da água deve estar entre 5 e 7, com ausência de íons cálcio e magnésio.

14 Litotripsia extracorpórea

O objetivo da litotripsia é fragmentar cálculos renais por ondas de choque sonoras, mediante a sua localização por fluoroscopia. O sistema conta com fluoroscópio, fonte de raios X de anodo rotativo, gerador de ondas de choque eletromagnético, localizador a laser, monitoramento e controle à

distância, intensificador de imagem, sistema de imagem digital, aparelho de ultrassom, transdutor multifrequencial e vídeo printer.

- Potência: 5.000 W.

15 Câmara hiperbárica

Equipamento de suprimento de oxigênio acima da pressão atmosférica, destinado a elevar a concentração de oxigênio na corrente sanguínea e nos tecidos do paciente.

Há câmaras hiperbáricas de diversos tamanhos: para um ou múltiplos pacientes. Elas utilizam diferentes pressões de operação (até 70 PSI), diferentes frequências de exaustão (200 a 400 l/min) e possuem painel indicador de pressão, controles de intercomunicação, fonte de alimentação (para o caso de falta de energia) e alarme de falta de suprimento de oxigênio.

Devido à alta inflamabilidade do oxigênio puro, as câmaras hiperbáricas devem ser instaladas à distância de fontes de calor, em ambientes protegidos do fogo. O ambiente, com temperatura controlada entre 20 °C e 23 °C, deve ainda contar com extintores de incêndio e piso de material frio (não gerador de eletricidade estática).

- Potência: 2.500 W;
- Alimentação: 110/220 V, 60 Hz.

16 Hemodinâmica

O equipamento de hemodinâmica destina-se à realização de exames de angiografia (imagem de vasos sanguíneos e linfáticos) por meio de imagens digitais destinadas a diagnósticos cardiológicos, neurológicos, vasculares periféricos e procedimentos intervencionistas controlados por microprocessador.

Possui um gerador de feixes de raios X com colimador automático, intensificador de imagem, estativa de deslocamento motorizado, movimento motorizado do arco em velocidades variáveis e, além disso, permite a rotação do tampo da mesa.

Possuem capacidade de rendimento máximo de 1000 mA/125 kV, controle automático de kV e mA para fluoroscopia e proteção contra sobrecarga

do tubo de raios X com controle de temperatura, permitindo o registro de imagens dinâmicas para exames cardíacos, vasculares e neurológicos com controle de kV e mA contínuos e a injeção de contraste automático sincronizado.

- Potência: 100.000 W;
- Alimentação: 380 V, 60 Hz.

17 Ecodoppler

A ecocardiografia, também designada por ecodoppler, Doppler vascular ou ultrassom Doppler, destina-se a exames e diagnósticos ecocardiográficos vasculares, abdominais, periféricos, cerebrovasculares, ginecológicos, obstétricos e urológicos.

O equipamento trabalha com um ultrassom digital de, no mínimo, 521 canais, incluindo software e acessórios. Permite imagens de alta definição, com 256 níveis de cinza para o modo 2D, com conexão simultânea de pelo menos três transdutores, zoom em tempo real, sistema de registro digital de imagem e painel de controle regulável em altura e rotação. Deve contar ainda com mesa para paciente, escada de dois degraus e cadeira giratória para o médico.

- Potência: 350 W;
- Alimentação: 110/220 V, 60 Hz (em ambiente com aterramento individualizado);
- Cobertura populacional: um aparelho para 25.000 habitantes.





Hospital Nacional del Cancer y Quemados
Capiatá – Paraguai, 1982; ver à pág. 419

Capítulo V

MANUTENÇÃO E SEGURANÇA DE INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS¹

1 Atribuições gerais

1.1 Habilitação dos responsáveis pela manutenção

A manutenção encarregada do setor de eletricidade e eletrônica deve ser habilitada, experiente, versátil e afeita a atividades e equipamentos como: instalação e reparo de luz e força; sistemas de distribuição de baixa e média-tensão; casa de força e centro de medição; fiação e condutores elétricos; dispositivos de manobra e sinalização; chaves seccionadoras; sistemas automáticos; fusíveis e seccionadores-fusíveis; contadores e relés; disjuntores de baixa e média-tensão; chaves de partida; motores; conversores; posteação; manutenção de sistemas de segurança; iluminação; transformadores, geradores e bombas; sistemas de refrigeração; sistemas de condicionamento de ar; ventilação; monta-cargas, elevadores, transporte pneumático; telefonia, PABX, sistema de sonorização, comunicação, intercomunicação, telefonia celular, internet, sinalização, informática, telemetria, telediagnóstico, telemedicina, vídeo-conferência, eletrônica, monitoração, TV, telefax, telex; antena parabólica; sistema de aterramento; para-raios; projetores e equipamentos

¹ Com a colaboração dos engenheiros Theodoro Ricardo Bender, diretor da RDI (Representações e Distribuição Industrial Ltda.) e Sérgio Castellari, diretor de engenharia da RDI, na revisão dos itens 1 a 5.

relacionados; instalações médicas, aparelhos e equipamentos para diagnóstico e terapia, máquinas hospitalares; máquinas de escritório, de calcular, de reprografia; de revelação, outros.

Deve ter conhecimentos seguros relativos aos princípios básicos de instalações elétricas e eletrônicas, de proteção e segurança; estar afeita a plantas, diagramas, catálogos e especificações; ao uso de amperímetro, voltímetro, ohmímetro e outros instrumentos de medição e aferição; à estocagem de peças de reposição, abrangendo cadastramento e controle; à estimativa de custos de suprimentos e de mão de obra; ao trabalho em equipe, junto a profissionais de áreas especializadas e específicas, terceirizadas ou não. Deve, ainda, estar afeita a projetos de eletricidade, tabelas, gráficos, desenhos e conversões e a projetos arquitetônicos e outros, sem, no entanto, incorrer na tentação anti-ética, de interferir ou pretender substituir ou preterir os autores dos projetos.

1.2 Atendimento a normas

Por ocasião de alterações, substituições e ampliações de instalações elétricas, estas deverão ocorrer sempre em conformidade com as normas técnicas vigentes e com as devidas atualizações de desenhos e documentos.

Pela sua importância, são abaixo mencionados os tópicos que dizem respeito a manutenção, laudo técnico e alterações.

NR-10 (Portaria 598/2004) – Norma Regulamentadora

10.4.4 As instalações elétricas devem ser mantidas em condições seguras de funcionamento e seus sistemas de proteção devem ser inspecionados e controlados periodicamente, de acordo com as regulamentações existentes e definições de projetos.

Todo profissional, que trabalhe em instalações elétricas, deverá ter um certificado de frequência em curso sobre NR-10.

É exigência do Ministério do Trabalho e fiscalizada a partir de 08/12/2006 com aplicação de multa aos infratores.

Jorge Nemésio Sousa, professor da UFRJ, consultor e instrutor de gestão do risco elétrico, alerta para as complexidades da nova sistemática regulatória e sugere que os empresários se debrucem sobre as exigências e pesem os riscos de seu não cumprimento. Dentre as inovações introduzidas pela NR-10, destacam-se a implantação do Prontuário das Instalações

Elétricas (PIE) e a exigência de Relatório das Inspeções de Conformidade das Instalações Elétricas. A NR-10 enfatiza que a preocupação com segurança deve começar no projeto e torna obrigatórias medidas de proteção coletiva que envolvem, não apenas os trabalhadores diretamente ligados com áreas energizadas, mas todos aqueles que atuam em seu entorno. Essas pessoas devem receber treinamento de segurança adequado, para cada circunstância, com currículo e carga horária, dentre outras obrigações descritas no anexo II da norma. Assim, serviços em instalações elétricas devem ser planejados e executados segundo procedimentos específicos padronizados, onde cada tarefa é minuciosamente descrita. Todos esses trabalhos técnicos devem estar sob a responsabilidade de profissional treinado segundo critérios da norma.

Normas técnicas a serem seguidas:

ABNT NBR 5410 – Edição de 2004

7.1.1 Qualquer instalação ou reforma (ampliação ou modificação) de instalação existente deve ser inspecionada visualmente e ensaiada, durante e/ou quando concluída a instalação, antes de ser posta em serviço pelo usuário, de forma a se verificar a conformidade com as prescrições da norma;

ABNT NBR 13534 – Edição 2008

Instalações elétricas em estabelecimentos assistenciais de saúde – Requisitos específicos para instalação em estabelecimentos assistenciais de saúde;

RDC 50 da Anvisa (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) - de 21/02/2002

Dispõe sobre o regulamento técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde;

Portaria do Ministério da Saúde NR 2662 de 22/12/1995.

2 Distribuição de energia

2.1 Cabine de força e transformadores

A assistência aos equipamentos da cabine de força deve pautar-se pelas recomendações da concessionária e do fabricante, bem como atender às normas usuais.

A limpeza da cabine deve ser feita anualmente.

O nível de óleo e a temperatura de transformadores e de disjuntores devem ser verificados a cada seis meses, com inspeção visual a cada três meses.

As conexões devem ser verificadas, no tocante à fixação; corrosão e sinais de sobrecarga; reaperto geral deve ser feito semestralmente.

O dielétrico deve ser ensaiado semestralmente, quando de óleo mineral, e a cada ano, quando de silicone; já os transformadores “a seco” dispensam maiores cuidados, salvo quando submetidos a efeitos de poluição ambiental.

Equipamentos de proteção individual (EPI) devem estar sempre à disposição do pessoal.

Um cadastro deve consignar data de inspeção, condições do transformador, corrente por fase e outros dados.

2.2 Quadros elétricos e componentes

Os quadros de distribuição e os circuitos de comando devem ser inspecionados anualmente, e conexões, barramentos, reapertos e sobrecarga de linha, verificados; as partes mecânicas dos equipamentos devem receber exame anual. O mesmo com relação a cabos; fios, eletrocalhas e barramentos. No sistema de proteção devem ser verificados os contatos e a compatibilidade de fusíveis e disjuntores.

O sistema de chaves seccionadoras, interruptores, contadores, relés, disjuntores e outros deve ser verificado anualmente quanto a temperatura, contatos sujos e faiscamento; reaperto periódico e bom contato coíbem centelhamento, aquecimento e que bornes, contatos, terminais e outros elementos de conexão percam a têmpera.

2.3 Cuidados específicos

Contato elétrico deficiente, como, por exemplo, folga entre bornes e o terminal de monitor, ou a insuficiente fixação do adesivo hipoalergênico à pele de paciente, quando do uso de aparelho de diatermia, bisturi elétrico,

eletrocoagulação e outros, pode causar queimaduras, como, também, o mau contato de ligação para terra, ou de eletrodo com a película cutânea, decorrente de infiltração de álcool-iodado ou PVP-I (polivinilpirolidona-iodo) por ocasião do procedimento de antissepsia.

2.4 Controles

Visando economia e eficiência, devem ser verificadas, periodicamente, as cargas de alimentação, a fim de determinar o fator de potência.

Por ocasião da ativação do hospital, a manutenção pode vir a constatar fator de potência inferior ao limite mínimo desejável; todavia, à medida que forem sendo postas em operação as cargas resistivas previstas, ocorrerá gradual melhoria do fator de potência.

A manutenção poderá, ainda, otimizar os custos de energia do hospital, através da instalação de banco de capacitores para correção do fator de potência.

A prática tem demonstrado ser compensadora a instalação de controlador de demanda microprocessado, que automaticamente procede ao desligamento de circuitos predeterminados, visando à não ultrapassagem da demanda contratada. Deve, também, ficar sob responsabilidade da manutenção o controle dos insumos das instalações de utilidades, tais como energia elétrica, água, gases, vapores, etc.

Planilhas adequadas devem ser elaboradas de forma a permitir rígido controle e atuação imediata em caso de “desvios” acima do normal.

Uma sugestão simples e rápida é efetuar leitura de instrumentos (demanda e consumo de energia elétrica; de vazão de água, gases, etc.) diariamente, e, preferencialmente, em horário padronizado; o mercado dispõe de instrumentos apropriados para proceder ao monitoramento desejado.

2.5 Circuitos

Outra prática que redunde em economia é a subdivisão de circuitos, mormente em grandes ambientes e corredores, ensejando várias combinações (acionamento de luminárias de forma simultânea, setorial ou individual).

Quadros de disjuntores, quando em maior número e convenientemente situados, redundam em circuitos menos extensos e em redução de custo de fiação.

2.6 Periodicidade de manutenção de instalações elétricas

A manutenção de instalações elétricas compreende ainda verificação semestral dos quadros gerais e dos demais quadros elétricos de baixa-tensão; verificação dos níveis de corrente durante horários de maior demanda (mensalmente); reaperto geral de todas as conexões; verificação do funcionamento das chaves elétricas; verificação semestral do aquecimento de circuitos alimentadores e de distribuição e de aterramentos elétricos; verificação de lâmpadas e luminárias (mensalmente); verificação anual de tomadas e de resistência de aterramento (abaixo de $10\ \Omega$); em sistemas eletrônicos os valores podem atingir limites inferiores (em torno de $1\ \Omega$) anualmente.

3 Proteção

3.1 Fusíveis e disjuntores

A proteção de circuitos elétricos é assegurada por fusíveis, disjuntores e chaves seccionadoras com fusível NH, Diazed, Neozed ou Silized.

A manutenção deve repor os fusíveis queimados, mantendo o valor da corrente nominal; protetores com características acima das devidas não devem ser tolerados. Em caso de interrupção de energia, cabe à manutenção a pesquisa da causa que a originou; disjuntores oferecem a segurança do desligamento automático de circuitos; todavia, não devem ser religados até que o defeito seja diagnosticado e sanado.

Protetores contra falta de fase e de sobrecarga devem ser instalados onde aconselhável.

3.2 Piso condutivo

As salas de cirurgia, UTI e equivalentes, em que o paciente é monitorado, devem ter o seu sistema de “nível equipotencial” mantido testado (para prevenir contato elétrico, às vezes fatal); a Portaria 400 do Ministério da Saúde, anterior à Portaria 1884/94, recomendava que pisos como os de salas de cirurgia fossem condutivos; o piso condutivo de salas cirúrgicas e outras devem oferecer resistência entre 25.000 e 1.000.000 de Ω , e todo o equipamento (mesa de operação e outros, inclusive paciente e equipe cirúrgica) deve encontrar-se eletricamente conectado ao piso (através de sola de calçado, braçadeira, rodízio e outros de borracha condutiva). Cabe

à manutenção coibir práticas contraindicadas, como o uso de cera isolante; quando o piso tiver de ser encerado, deve sê-lo com cera condutiva; a condutividade do piso, da sola de calçado cirúrgico e outros requer verificação periódica. No livro *Planejamento de hospitais*, por nós editado, são oferecidos maiores detalhes.

Por ser pouco significativo e por medida de economia, o rodapé condutivo é dispensável.

Interruptores, botões de chamada, interfones, negatoscópios, luminária cirúrgica, aparelhos e outros dispositivos produtores de centelha em salas de operação e similares, capazes de provocar inflamação ou explosão de gases anestésicos, devem estar situados acima de 1,50 m do piso (norma da National Fire Protection Association), a não ser que sejam à prova de centelha.

Práticas cirúrgicas atualizadas dispensam gases anestésicos inflamáveis (como ciclopropano – C_3H_6), desaparecendo a consequente necessidade de piso condutivo. Alguns hospitais internacionais, como o de Cleveland (EUA), mantêm piso condutivo em apenas uma sala cirúrgica, para algum eventual uso de gases inflamáveis ou explosivos, afixando, nas portas das demais salas de cirurgia, o aviso “esta sala é desprovida de piso condutivo”. Todavia, piso antiestático é recomendado em ambientes que requeiram nível equipotencial para prevenir choque ou eletrocussão.

A Portaria RDC 50, de 21/02/2002 (ANVISA, do Ministério da Saúde), estabelece a “utilização de piso condutivo somente quando houver uso de misturas anestésicas inflamáveis com oxigênio ou óxido nitroso, bem como quando houver agentes de desinfecção, incluindo-se aqui a zona de risco”.

3.3 Aterramentos

Aterramento é requerido para instalações como: sala cirúrgica, UTI, CPD, telefonia, PABX, subestação de força, tomadas, aparelhos de raios X e outros.

Para prevenir tensão entre sistemas de aterramento diferentes e para estabelecer nível equipotencial entre massas metálicas expostas e malhas de “terra”, todo o conjunto deve ser interligado adequadamente, conforme estabelecem as normas ABNT NBR 5.419, 5.410 e 13.534.

A resistência do solo deve ser verificada periodicamente; em caso de a resistência exceder ao máximo admissível, procede-se à verificação do

estado dos componentes do sistema de aterramento e, se necessário, o tratamento do solo, capaz de assegurar “terra” confiável.

As tubulações metálicas destinadas a água, esgoto, gases e outros também devem ser interligadas à barra equipotencial do hospital. A fim de não se ter diferentes potenciais em sistemas não destinados à condução de energia elétrica, a interligação de todos os aterramentos, à base equipotencial, deve ser feita de forma radial.

3.3.1 Sistemas de aterramentos

1 – A Norma ABNT NBR 5.410 de setembro de 2004, que revisa e amplia a edição de 1997, refere-se a instalações elétricas de baixa tensão.

2 – Segundo a RDC 50 – item 7.2.3.1.: “Todas as instalações elétricas de um EAS devem possuir um sistema de aterramento que leve em consideração a equipotencialidade das massas metálicas expostas em uma instalação.”

2.1. Todos os sistemas devem atender às normas da ABNT NBR 13.534, ABNT NBR 5.410 e ABNT NBR 5.419, no que diz respeito ao sistema de aterramento.

O esquema TN-C não é admitido em estabelecimentos assistenciais de saúde a jusante do quadro de distribuição principal.

2.2. “Nenhuma tubulação destinada a instalações pode ser usada para fins de aterramento.”

3 – Didaticamente são três os tipos básicos de aterramento de sistemas elétricos:

3.1. O aterramento funcional de um condutor – o aterramento do neutro, ou de outro condutor, destina-se a assegurar o devido desempenho da instalação;

3.2. O aterramento de proteção – visa proteger pessoas e animais contra choque elétrico, causado por contato indireto;

3.3. O aterramento misto, que, ao mesmo tempo, atua como aterramento funcional e de proteção.

4 – A Norma ABNT NBR 5410 apresenta cinco exemplos de aterramento de sistemas trifásicos, mais comumente utilizados. Esses cinco exemplos de esquemas (TN: TN-S, TN-C, TN-C-S; TT e IT) encontram-se reproduzidos, graficamente, às páginas 15, 16 e 17 da norma.

5 – Características principais dos esquemas de aterramento, segundo a ABNT NBR 5410:

5.1. Esquema TN: caracteriza-se por ter um ponto de alimentação diretamente aterrado; as massas ligadas ao referido ponto, através de condutor de proteção e as massas ligadas ao referido ponto, através de condutores de proteção e correntes de falta direta, fase-massa, constituindo corrente de curto-circuito. Os três tipos de esquema TN: TN-S, TN-C-S e TN-C decorrem de diferentes disposições do condutor neutro e do condutor de proteção;

5.2. Esquema TT: caracteriza-se por ter: um ponto de alimentação diretamente aterrado; as massas das instalações ligadas a eletrodos de aterramento; os eletrodos de aterramento da alimentação, eletricamente distintos; as correntes de falta direta, fase-massa, inferiores a correntes de curto circuito, todavia, as tensões de contato apresentam condições perigosas de choque;

5.3. Esquema IT: diferentemente dos outros esquemas, este não possui nenhum ponto de alimentação diretamente aterrado, tendo, porém, aterradas as massas da instalação; todavia, a corrente decorrente de uma única falta, fase-massa, não tem intensidade capaz de possibilitar tensões de contato perigosas.

6 – Simbologia empregada:

6.1. Situação da alimentação em relação à terra:

(1ª letra) – T – um ponto diretamente aterrado.

(1ª letra) – I – isolamento de todas as partes vivas ou aterramento através de impedância.

6.2. Situação das massas em relação à terra:

(2ª letra) – T – massas diretamente aterradas, independentemente de aterramento eventual de um ponto de alimentação.

(2ª letra) – N – massas ligadas diretamente ao ponto de alimentação aterrado, em geral, o ponto neutro.

6.3. Outras letras referem-se à disposição do condutor neutro e do condutor de proteção:

S – com funções de neutro e de proteção, asseguradas por condutores distintos.

C – com funções de neutro e de proteção, combinadas em um único condutor PEN.

PE – condutor de proteção.

PEN – condutor ligado à terra com funções de condutor de proteção e condutor neutro.

7 – Este texto limita-se a enfocar características e particularidades mais voltadas a aterramentos utilizados em estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS).

8 – Considerações práticas:

8.1. Todas as instalações elétricas de um EAS devem possuir um sistema de aterramento que leve em consideração a equipotencialidade das massas metálicas expostas em uma instalação. Todos os sistemas devem atender às normas da ABNT 13.534, ABNT NBR 5.410 e ABNT NBR 5.419, no que diz respeito ao sistema de aterramento;

8.2. Nenhuma tubulação destinada a instalações pode ser usada para fins de aterramento;

8.3. A Resolução RDC 50, em seu capítulo 7, “Instalações prediais ordinárias e especiais”, item 7.2.3.1 – Aterramento, preconiza e estabelece: “Fica proibida a utilização do sistema TN-C a jusante do quadro de distribuição principal, especificado na norma ABNT NBR 13.534 em EAS.”

Esse posicionamento da ANVISA deve-se ao fato de hospitais serem vulneráveis a risco de incêndio e de explosões e contarem com locais sujeitos a água e a umidade; ambientes esses inadequados a comportar o esquema TN, em vista do valor elevado de suas correntes de falta; nestas circunstâncias o esquema TT teria melhor desempenho;

8.4. O esquema IT é exigido em instituições de saúde por utilizar circuitos de alimentação separados e onde a continuidade de alimentação e a segurança dos pacientes são essenciais (ABNT NBR 13.534);

8.5. Os hospitais encontram-se particularmente sujeitos a ampliações e atualizações físicas e funcionais e à reformulação de instalações existentes, carecendo de consequentes recursos de flexibilidade e medidas de segurança; fato que enfatiza a necessidade de o planejamento de sistema elétrico de hospitais ser preditivo e contar com meios capazes de ir ao encontro de tais situações: a solução é a adoção de um esquema de aterramento misto, inteligente e criativo: prestando-se bem, para tanto, o esquema IT;

8.6. Por sua vez, o esquema IT não é recomendado quando se tratar de alimentar equipamentos de elevado nível de corrente de fuga (raios X, equipamentos acima de 5 KVA); nestes casos o esquema TN é utilizado com dispositivo residual-diferencial;

8.7. Outro requisito propiciado pelo esquema IT é a continuidade operacional, essencial em instituições de saúde; cujo bom desempenho é assegurado pela equipe de manutenção, sempre presente e vigilante em hospitais e em condições de detecção de ocorrências, como “falta à terra” e sobrecorrentes. Isto ocorre desde que a instalação tenha um dispositivo de supervisão de isolamento (DSI), e um dispositivo supervisor de sobrecarga e sobretemperatura do transformador (DST).

9 – A ABNT NBR 5.410 e a ABNT NBR 13.534 revelam o quanto importante é o correto e o adequado planejamento, o planejamento flexível e preditivo do sistema de aterramento e o relevante papel da manutenção, especialmente em instituições de saúde.

3.4 Circuito: particularidades

A manutenção deve estar inteirada das particularidades de cada circuito, quadro de distribuição, tomada, disjuntor e demais dispositivos elétricos, eletrônicos e outros, por ambiente, tanto em projetos, plantas, desenhos e gráficos como em paredes, pisos e tetos, além de equipamentos e aparelhos; sirvam de exemplo os aproximadamente 60 recursos elétricos, eletrônicos e outros à disposição em salas de cirurgia de alto padrão: tomadas de 110 V, de 220 V, tomadas de corrente estabilizada de 110 V e 220 V; corrente alternada e contínua; tomada para bisturi elétrico, para comando de mesa de cirurgia; tomadas em colunas retráteis ou colunas reguláveis; tomada para cobertor elétrico; ponto de força trifásico de 30 A, para aparelho de laser (inclusive pontos de água e esgotamento para o seu esfriamento, quando não por sistema a ar); ponto para relógio, com indicador de segundos; pontos para negatoscópios; pontos, interruptores e graduadores de intensidade (*dimmer*) para focos centrais, focos laterais e focos auxiliares; idem para iluminação da sala; tomada para raio X; regulador de ar-condicionado; comando de persiana elétrica; sinalização de enfermagem; sinalização de anestesista; sinalização de “sala ocupada”; tomadas e potenciômetros para música ambiente e para fones de ouvido de paciente; sistema de interfone; de comunicação de dados; de monitoração; sistema

de alarme contra incêndio; impedanciômetro de aterramento (medição e alarme); ohmímetro para medição e alarme de condutividade de piso e de sola de calçado ou de sola de propé quando este, ainda, for usado em intervenções cirúrgicas, outros.

3.5 Procedimentos incorretos e inseguros

Não raro, a manutenção tem de se defrontar com situações aberrantes, fruto de despreparo, ingenuidade ou improvisação; por mais simplórios e elementares que forem os procedimentos, nem por isso deixam de ser causadores potenciais de danos, prejuízos ou transtornos. São ilustrativos os exemplos abaixo:

- Uso de fusíveis ou de disjuntores para correntes acima da capacidade dos condutores ou dos aparelhos a proteger;
- Aparelhos elétricos, alimentados por fios subdimensionados;
- Substituição de fusível queimado por fio elétrico, grampo ou moeda;
- Substituição do fio original, de baixo ponto de fusão, por fio elétrico comum, de cobre, instalado dentro ou por fora do cartucho;
- Ligação de condutores de alimentação de tomada diretamente aos bornes de entrada da chave seccionadora, antes dos fusíveis, simplesmente ignorando-os;
- Fixação precária e insegura de condutores de equipamento trifásico, à chave de faca, por meio de gancho improvisado em forma de “U”, de contato precário e fácil soltura, provocando queima de motor, quando remanescerem apenas duas fases;
- Ligação de vários aparelhos, simultaneamente, a um mesmo “benjamim” ou a uma mesma extensão;
- Tomada elétrica improvisada, utilizando condutores de telefone, de campainha ou de antena, de insuficiente amperagem;
- Fixação direta de condutores a caibros de telhado ou simplesmente apoiando-os sobre forro de madeira ou sobre placas acústicas combustíveis;
- Fios de alimentação de luminária atravessando forro, em contato direto com madeira ou outro material combustível;
- Chave de faca mantida ligada, não obstante faiscamento visível ou chamuscamento do papelão do fusível de cartucho;

- Queima de aparelho trifásico por falha de contato de uma fase, decorrente, por exemplo, de falta de aperto dos respectivos parafusos de fixação;
- Idem, por desaperto de fusível de rosca;
- Incêndio provocado por não utilização de condutores antichama;
- Borne destemperado por faiscamento e aquecimento decorrente de mau contato ou condutor subdimensionado.
- Desbalanceamento de circuito por sobrecarga de uma fase;
- Aquecimento de disjuntor ou de chave seccionadora por subdimensionamento ou mau contato;
- Aquecimento de cordão elétrico, de interruptor, pera ou tomada causado por excessivo número de lâmpadas ou aparelhos ligados simultaneamente ao circuito;
- Condutores fixados a rodapé ou batente de madeira ou correndo sob ou sobre carpete ou tapete de material combustível;
- Condutores instalados em espaços internos de divisórias de madeira ou de aglomerado, utilizados à guisa de eletroduto;
- Condutor instalado em eletroduto úmido ou sujeito a infiltração de água;
- Caixa de passagem para condutores exposta ao tempo, desprovida de espelho de vedação, permitindo penetração de água em eletrodutos e luminárias;
- Ligação de aparelhos sem prévia verificação da tensão, corrente, frequência, e se corrente alternada ou contínua;
- Emenda de condutores sem a devida técnica e proteção, ou dentro de eletrodutos;
- Queima de lâmpada incandescente (e por vezes ocorrência de curto-circuito) em decorrência de torção de fios, ao ser atarrachada a lâmpada, por falta de meio de fixação do bocal (soquete). (A superação desta e de outras deficiências de fabricação encontra-se condicionada à habilidade e à criatividade da manutenção);
- Queima de motores trifásicos (por indução), deixados ligados, por ocasião de trovada com descargas elétricas;
- Condutores elétricos correndo em galerias subterrâneas sujeitas a inundação, umidade, condensação de água ou ação de roedores.

4 Equipamentos elétricos e eletrônicos

4.1 Peculiaridades e requisitos

Os hospitais vêm continuamente incorporando equipamentos, aparelhos e recursos de diagnóstico, de terapia e de apoio cada vez mais complexos, ousados e invasivos, consequentemente aumentam os riscos a que pacientes e operadores ficam expostos. Tais circunstâncias obrigam fabricantes, arquitetos, engenheiros, técnicos e a manutenção de hospitais a se precaverem e a recorrerem a diferentes recursos de segurança, prevenção, blindagem e outros.

Tecnologias avançadas, concernentes a aparelhos e equipamentos, demandam correspondentes tecnologias no tocante a instalações e infraestrutura; e, ainda, preparo e habilitação de técnicos, operadores e utilizadores; gerando a necessidade de especialização em manutenção e o concurso de físicos de engenharia de manutenção, engenharia hospitalar, engenharia clínica, de bioengenharia, biossegurança e outros.

Inúmeros são os aparelhos e equipamentos disseminados pelo hospital, cada qual com exigências, peculiaridades, cuidados e requisitos os mais variados, envolvendo: peso, volume, altura, vibração, interferências, blindagem, proteção, isolamento, iluminação, voltagem, estabilização de corrente elétrica, sistema *no-break*, *short break*, nível equipotencial, aterramento, corrente de fuga, campo magnético induzido; explosão e inflamação de gases, água tratada, destilada, quente; vapor, condensado; assepsia; esterilização, umidade, temperatura, ar condicionado, ventilação e muitos outros mais.

4.1.1 Monitoração

Antes do advento de equipamentos invasivos e de monitoração, de endoscopia, cateteres intravenosos, cateteres de bomba injetora, cateteres salinos intracardíacos para transdução de pressão (de resistência elétrica baixa), inserção de eletrodos e outros, as preocupações mantinham-se a níveis cutâneos, a macrochoques da ordem de miliampères, provocados por equipamentos como chuveiro elétrico, aparelhos de diagnóstico, de terapia e outros; atualmente, choques e eletrocussões podem ocorrer, também, em nível de microampères (microchoques, da ordem de 10 microampères ou menos). A partir de 100mA, passando pelo músculo cardíaco, os microchoques são

capazes de causar fibrilação ventricular e asfixia por contração de músculos respiratórios. A faixa crítica situa-se entre 40 Hz e 150 Hz; já o “efeito pelicular cutâneo”, decorrente de corrente de alta frequência, acima de 150 Hz, minimiza a ocorrência de fibrilação muscular.

O Comitê Brasileiro de Eletricidade (Cobei/ABNT) prestou valiosa contribuição na normatização de equipamentos eletromédicos e de instalações elétricas em estabelecimentos assistenciais de saúde, em conexão com a IEC-International Electrotechnical Commission, ao elaborar a Norma ABNT NBR 13534:2008 – Instalações elétricas de baixa tensão – Requisitos específicos para instalação em estabelecimentos assistenciais de saúde.

4.1.2 Correntes de fuga

A corrente de fuga pode ser altamente nociva e pode facilmente originar-se em equipamentos elétricos, em decorrência de:

- Má isolamento elétrica interna, que energiza, por contato e por meio de corrente resistiva, a carcaça de proteção externa do aparelho;
- Energização de carcaça por efeito capacitivo ou indutivo de corrente alternada, mesmo com condutor bem isolado e afastado da carcaça de proteção do aparelho; situação que se agrava com a instalação de transformadores e filtros de radiofrequência (RF), que têm o seu efeito capacitivo ampliado, quando em ambiente de maior umidade.

4.2 Proteção contra choque elétrico

Cabe à manutenção assegurar e ensaiar, periodicamente, os recursos de proteção contra macrochoque, microchoque e corrente de fuga, cuidando de manter baixa esta corrente, de modo a não ultrapassar 10 microampères através do paciente, nem permitir diferença de potencial acima de 10 mV. Correntes da ordem de 100 microampères, circulando pelo músculo cardíaco podem, com alta probabilidade, provocar fibrilação ventricular.

A tabela a seguir fornece a relação entre a passagem da corrente de fuga pelo corpo humano e seus efeitos:

CORRENTE (mA)	REAÇÕES FISIOLÓGICAS HABITUAIS
Acima de 500 mA	Parada cardíaca, morte, salvo se houver socorro imediato.
30 - 500 mA	Paralisia na musculatura torácica, sensação de falta de ar, tontura, possível fibrilação no coração (dependendo da fase do ciclo cardíaco e do tempo de duração).
10 - 30 mA	Sem efeito grave, com exposição inferior a 1/5 de segundo.
0,5 - 10 mA	Ligeira paralisia na musculatura dos braços / início de tetanização / nenhum efeito perigoso.
0,1 - 0,5 mA	Leve percepção / nenhum efeito.

Para evitar tais transtornos, os recursos de proteção à disposição de hospitais são:

4.2.1 Aterramento e equalização de potencial

Aterramento consiste na ligação da carcaça de aparelhos e equipamentos elétricos ou eletrônicos à “terra”, por meio de condutor de proteção; para tanto, as tomadas do hospital, principalmente as de áreas críticas, devem dispor, além dos pinos de fase e neutro, ou pinos de fase e fase, ainda, de um terceiro pino: “terra”.

O aterramento, todavia, pode apresentar falhas, deficiências e interrupções; por isso, além dos testes periódicos por parte da manutenção, procura-se complementá-lo com outros dispositivos de segurança.

O aterramento de dispositivos elétricos, eletrônicos e de computação, visando, também, eliminar “ruído”, requer integração elétrica ao sistema de aterramento geral.

4.2.1.1 Prevenção de falha para “terra”

A prevenção é feita por meio de dispositivo diferencial-residual de alta sensibilidade, onde, sempre que ocorrer uma corrente de fuga para a “terra” da ordem de alguns miliampères, o dispositivo secciona o circuito com falha. Segundo a ABNT NBR 5410, o dispositivo de proteção de falha para terra deve ter corrente nominal igual ou inferior a 30mA e é reconhecido como proteção adicional contra choques elétricos. Um dispositivo que prescreve estas características é o DR, ajustado para determinada corrente de fuga, sendo esta atingida, o circuito é imediatamente desconectado.

Existem, porém, instalações e equipamentos como, por exemplo, fornos, equipamentos de vácuo e laboratórios de análises que não podem ser desligados, para não acarretar perdas e prejuízos.

Outro dispositivo que atende às características requeridas é o DSCR (Dispositivo Supervisor de Corrente Residual), que pode ser ajustado para informar o aumento da corrente de fuga (tendência a defeito), possibilitando, assim, à manutenção preditiva tomar providências antes da necessidade de desligamento dos equipamentos. O gráfico ilustra o DSCR pré-ajustado para 50% do valor crítico da corrente de fuga, de modo a dar o alarme ou seccionar o sistema, quando atingido.

Figura 9
DSCR/CORRENTE DE FUGA



O desligamento no valor crítico pode ser efetuado por um DR a jusante do DSCR ou o DSCR atuando uma chave magnética/disjuntor.

Este tipo de supervisão elétrica foi desenvolvido especialmente para circuitos que devem ter uma proteção contra corrente de fuga, proveniente de mau isolamento nas instalações elétricas e nos equipamentos em geral.

Com o uso do DSCR, procede-se a um rápido reconhecimento da ocorrência de alguma fuga de corrente, que pode resultar em choque elétrico, curto-circuito e incêndio.

O pré-alarme de uma fuga de corrente em desenvolvimento faculta o necessário tempo para a eliminação. Outra vantagem da supervisão de corrente de fuga é a de, havendo falha na isolação de cabos, gabinetes e

conexões, o DSCR poder atuar; sendo a corrente de fuga baixa, não haverá verdadeiro perigo para pessoas. A fuga de corrente é informada, no anunciador de alarme, através do LED aceso e de emissão acústica.

Quando o valor parametrizado de corrente de fuga for ultrapassado poderá haver perigo.

No surgimento de uma corrente de fuga, providências urgentes deverão ser tomadas para evitar choques elétricos com intensidade, ou queda de energia do recinto, ou até mesmo incêndio.

Após a constatação da corrente de fuga, o pessoal encarregado precisa informar a manutenção do ocorrido; cabe à equipe de manutenção verificar onde ocorreu o defeito e eliminá-lo.

Figura 10
DSCR COM LOCALIZAÇÃO DE DEFEITOS

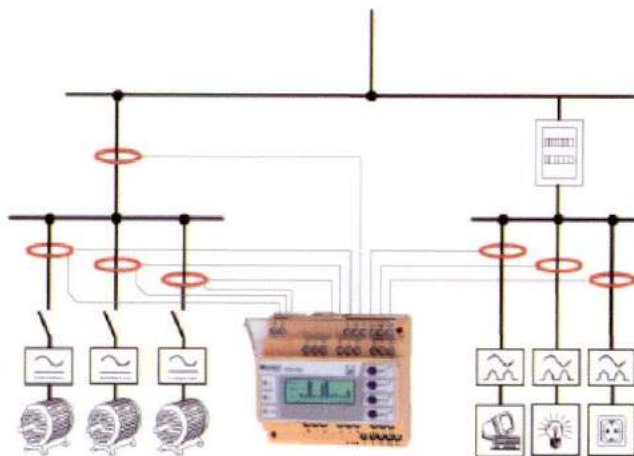
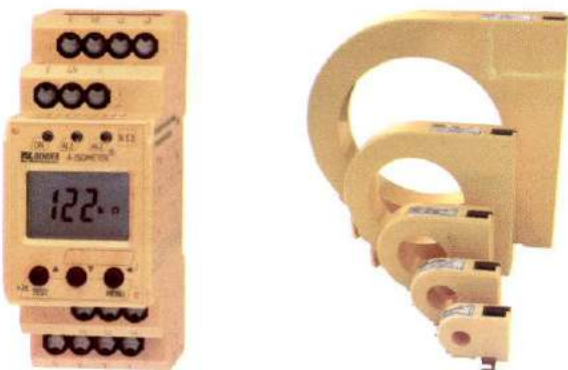


Figura 11
DSCR PARA UM PONTO DE SUPERVISÃO DE CORRENTE DE FUGA



4.2.1.2 Equipotencialização suplementar

As normas recomendam ligação equipotencial entre diferentes elementos condutores do edifício do hospital, obtida pela interligação, entre si, por meio de condutores de equipotencialização aterrados, incluindo a armação da estrutura de concreto ou de aço e das canalizações, quando metálicas, de água, gás e outros.

Em ambientes críticos, destinados à prática de procedimentos invasivos de risco, como cateterismo cardíaco e outros, cuja tensão de contato não deve ultrapassar 10 mV, entre as massas de equipamentos e o sistema equipotencial, recorre-se, para reforço de segurança, a uma segunda ligação, dobrando os condutores de proteção (equipotencialização suplementar).

Para equipotencialização suplementar deve ser aplicado o disposto na ABNT NBR 5.410, com o acréscimo do disposto pela ABNT NBR 13.534 para os locais do grupo 1 e do grupo 2, onde é exigida para cada um destes locais uma equipotencialização suplementar envolvendo as seguintes partes no ambiente do paciente: condutores de proteção (PE), elementos condutivos e, se existentes, blindagens contra interferências eletromagnéticas, blindagem eletrostática do transformador de separação e conexões dos pisos condutivos.

4.2.1.3 Dispositivo de proteção contra curto-circuito

Fusíveis, circuitos com interruptores e chaves de proteção eletromagnética cortam automaticamente o circuito e previnem macrochoque e outros; todavia, certos circuitos em hospitais, como de UTI, berçário de alto risco, de centro cirúrgico, de pulmão artificial, câmara hiperbárica e outros devem ser protegidos contra interrupção de fornecimento de energia elétrica, sob risco de vida de pacientes; por isso, são complementados com circuitos de emergência, acionáveis dentro de 10 segundos, através de gerador, e em 0,5 segundos através de *no-break*, conforme norma ABNT NBR13.534.

4.2.1.4 Extrabaixa tensão de segurança (SELV e PELV)

Outro recurso de proteção contra choque é a alimentação de equipamentos por corrente alternada de extrabaixa tensão, igual ou menor a 25 VCA (voltagem corrente alternada), valor eficaz, ou por corrente contínua, abaixo de 60 VCC (voltagem corrente contínua), sem ondulação.

São aplicáveis nos locais dos grupos 1 e 2. As partes vivas devem ser cobertas por isolamento, barreira ou invólucro, conforme descrito no anexo B da ABNT NBR 5.410.

Em locais do grupo 2, as massas dos equipamentos (por exemplo, do foco cirúrgico) devem estar conectadas ao condutor de equipotencialização.

4.2.2 Esquema IT-médico

De acordo com a Norma ABNT NBR 13.534 (edição 2008) e portaria RDC 50 (edição 2002), todos os locais do grupo 2 (sala cirúrgica de qualquer porte, RPA, UTI neo-natal, infantil e adulto, conforme anexo BB) deverão ter a instalação elétrica no esquema IT-médico.

Conforme descrito em 4.2.2.2.3 da ABNT NBR 5.410 no esquema IT, todas as partes vivas devem ser isoladas da terra, incluindo o neutro, que, igualmente, deve ser isolado da terra (PE).

O esquema IT-médico é formado pelos seguintes componentes:

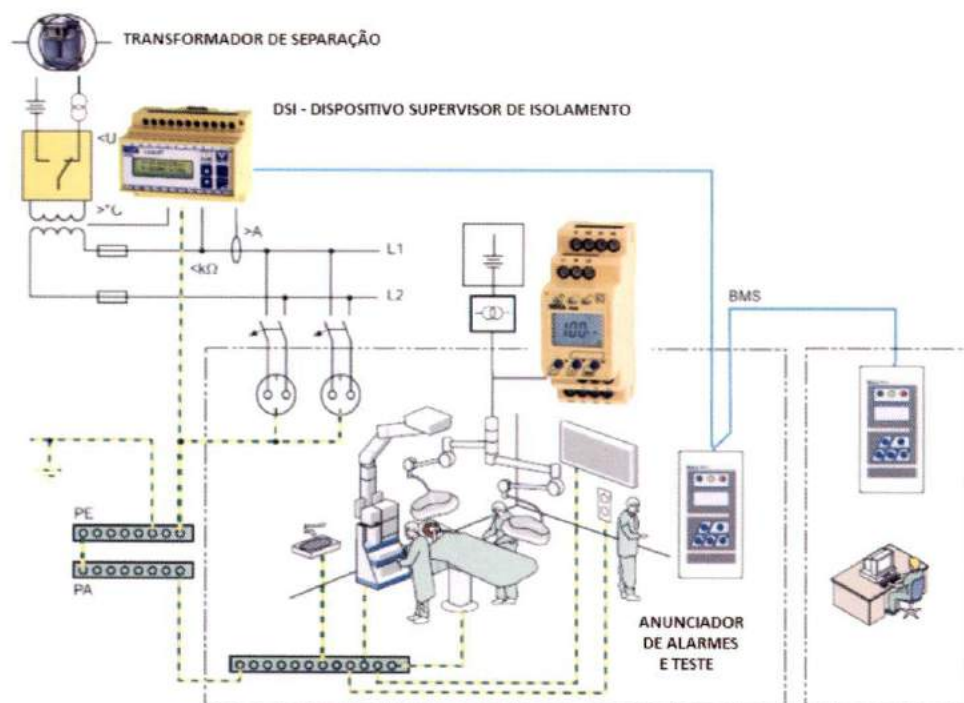
- Transformador de separação
- Dispositivo supervisor de isolamento (DSI)
- Dispositivo supervisor do transformador em relação à carga e temperatura (DST)
- Anunciador (sinalizador) de alarme e teste
- Quadro de proteção e supervisão

Os únicos circuitos em locais do grupo 2 onde são admitidos esquema de aterramento TN-S e, portanto, proteção por seccionamento automático da alimentação através de dispositivo DR (máximo 30 mA) são os que alimentam:

- Equipamentos de maior porte (com potência nominal superior a 5kVA)
- Equipamentos de raios X (essencialmente os móveis)
- Mesas cirúrgicas
- Equipamentos elétricos não-críticos (não associados à sustentação de vida)

É recomendado que nestes circuitos todos os condutores vivos sejam supervisionados quanto ao isolamento, o que pode ser feito através de um dispositivo supervisor da corrente residual (DSCR).

Figura 12
TRANSFORMADOR DE SEPARAÇÃO



4.2.2.1 Transformador de separação

Elemento fundamental para a formação do IT-médico, o transformador de separação (TS) é assim denominado por separar galvanicamente a instalação elétrica do hospital (esquema TN-S) dos locais do grupo 2, descritas no anexo BB da ABNT NBR 13.534, destacando-se:

- Locais de urgência (alta complexidade) e emergência
- Unidade de terapia intensiva
- Hemodinâmica
- Sala de indução anestésica
- Sala cirúrgica (não importando o porte)
- Sala de recuperação anestésica (RPA)
- Sala de parto cirúrgico
- Sala de assistência ao recém nascido

O TS deve ser instalado o mais próximo possível do local do IT-médico.

Através do disposto na ABNT NBR 13.534 e exigido pela resolução RDC 50 da ANVISA, os transformadores de separação para uso no esquema IT-médico, aplicáveis em ambientes médicos do grupo 2, devem ser construídos de acordo com as normas internacionais IEC 742 e IEC 61.558-2-15.

Vale ressaltar que a Norma IEC 61.558-2-15 exige que cada transformador de separação seja testado individualmente e emitido um relatório que comprove o teste, comprovando que o transformador de separação seja de aplicação hospitalar.

Nestes locais devem ser empregados transformadores de separação com potências de no mínimo 0,5 kVA e no máximo 10 KVA, monofásicos, com tensão secundária máxima de 250 VCA.

O emprego de transformadores de separação trifásicos é permitido somente para a alimentação de um equipamento trifásico.

O transformador de separação para uso em locais médicos deve ser construído, observando-se principalmente o reforço da isolação, ter blindagem eletrostática entre primário e secundário, corrente de fuga própria baixa (menor que 0,5 mA sob condição de falta a terra) e ser supervisionado quanto a sobrecarga e sobretemperatura.

No Brasil, a maioria dos equipamentos nos centros cirúrgicos e nas UTIs tem tensões diferentes, ou seja, alguns são de 220 VCA, outros de 127/110 VCA, o que faz com que sejam utilizados transformadores monofásicos, com tensão secundária de 220 VCA ou 127/110 VCA.

Vale ressaltar a menção da Norma ABNT NBR 13.534, que preconiza a adoção de uma única tensão no local médico.

Referência ABNT NBR 13.534: “6.5.3.102 – Recomenda-se que os circuitos de tomadas de corrente sejam todos de uma mesma tensão, para garantir que todo equipamento, sobretudo nas emergências, possa ser usado o mais rapidamente possível, livre de embaraços.”

Esta ação complementar inerente a esta disposição é que o estabelecimento de saúde padronize a tensão dos equipamentos que adquirir.

Caso as tomadas de corrente não sejam todas de uma mesma tensão, elas devem ser não intercambiáveis.

A Norma IEC e a ABNT NBR 13.534:2008 estabelecem a utilização de transformadores de separação monofásicos.

Isto ocorre devido aos inúmeros problemas acarretados pelo uso de transformadores trifásicos, como: desbalanceamento de carga entre as fases

e consequente alteração das tensões e aparecimento de tensão entre neutro e terra, podendo atingir 40 V e aumento das capacitâncias de fuga do próprio transformador.

O transformador de separação deve ser protegido no primário por disjuntores, que devem ser corretamente dimensionados e acionados somente em caso de curto-circuito nos cabos de alimentação do TS.

Figura 13
TRANSFORMADOR DE SEPARAÇÃO MONOFÁSICO IP00

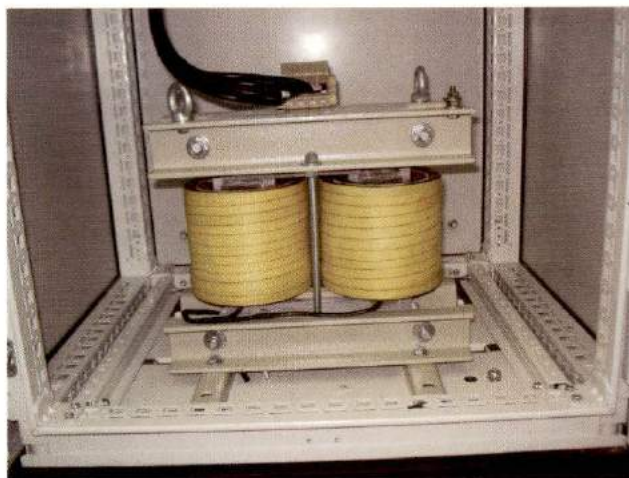


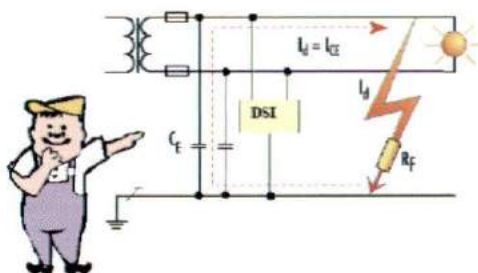
Figura 14
TRANSFORMADOR DE SEPARAÇÃO MONOFÁSICO DUPLO IP23



4.2.2.2 Supervisão do esquema IT-médico

Pelas propriedades do esquema IT, elemento fundamental para a formação do IT-médico, como as fases e neutro não têm conexão com a terra, as correntes de fuga através do corpo do paciente, numa primeira falta a terra, são pequenas, não causando acidente.

Figura 15
ESQUEMA IT



I_d = Corrente de falta a terra

I_{CE} = Corrente capacitiva

C_E = Capacitância de fuga

R_F = Resistência de isolamento da falta a terra

Por que estas correntes são pequenas? Por dependerem essencialmente das capacitâncias de fuga entre os condutores de fase e terra.

O problema reside no fato de que se houver na mesma instalação uma segunda falta a terra, o sistema se torna aterrado, e as correntes de fuga através do corpo tornam-se perigosas.

Levando em conta este problema, foi desenvolvido um supervisor de isolamento, prescrito em todas as normas nacionais e internacionais.

Este equipamento chamado DSI (dispositivo supervisor de isolamento) deve alarmar quando é alcançado um valor de resistência de isolamento mínimo.

As principais características do DSI são definidas por normas, especificamente pela Norma IEC 61557-8, algumas das exigências:

- DSI deve ser capaz de detectar falhas simétricas e assimétricas e indicar o valor de resistência de isolamento resultante;
- DSI deve atender às exigências de compatibilidade eletromagnética (EMC) de acordo com a IEC 61.326-2-4;
- DSI deve medir falhas de isolamento no lado corrente contínua (CC) dos equipamentos eletromédicos.

Características particulares para aplicação hospitalar

Cada circuito IT-médico deverá ser supervisionado por um DSI. O DSI deverá ter as seguintes características, conforme ABNT NBR 13.534 – 5.1.2.2.4.4:

- Ligação a circuitos mono ou trifásicos;
- A impedância interna CA deve ser de no mínimo 100 K Ω ;
- A tensão de medição não deve ser superior a 25 VCC;
- A corrente de medição, mesmo sob condições de falta, não deve ser superior a 1mA.

A indicação de queda da resistência de isolamento deve ocorrer antes que esta atinja 50 K Ω ou, no máximo, quando atingir este valor. Deve ser provido de um dispositivo de teste que permita verificar a conformidade com esta característica em particular. No entanto, para atender a esta indicação de no mínimo de 50 K Ω (quando atingir este DSI patamar de queda de resistência de isolamento) o DSI deve ter um ajuste mínimo de 50 K Ω .

Nota: estas exigências se aplicam a circuitos que alimentam equipamentos elétricos situados a até 2,5 m acima do piso.

Portanto cada circuito IT-médico deve ser supervisionado individualmente não havendo proteções de desligamento devido a falha ou sobrecarga, porém somente contra curto-circuito.

A característica básica do IT-médico é de que, na primeira falha, as correntes de fuga através do corpo humano são pequenas, mas, esta falha deverá ser indicada imediatamente, pois havendo uma segunda falha no mesmo circuito, as correntes de fuga passam a ser altas e perigosas (ver Figuras 16 e 17, págs. 200, 201).

4.2.2.3 Sinalização

As grandezas medidas pelo DSI, bem como a carga e temperatura do TS, devem ser sinalizadas para alertar o corpo médico e a enfermagem. Isto é feito pelo anunciador que deve ser instalado na sala cirúrgica e no posto de enfermagem das UTIs.

A rápida tomada de providências por parte da equipe de manutenção para eliminação de uma falha é otimizada caso seja instalado um anunciador repetidor de alarmes em um posto de enfermagem do centro cirúrgico ou UTI.

Atualmente há novos tipos de anunciadores/sinalização (Figura 18, pág. 202) com memorização de eventos, gerando relatório para a manutenção de todos

Figura 16
ESQUEMA DO SISTEMA IT-MÉDICO MONOFÁSICO
(Aplicação com uma tensão em local do grupo 2)

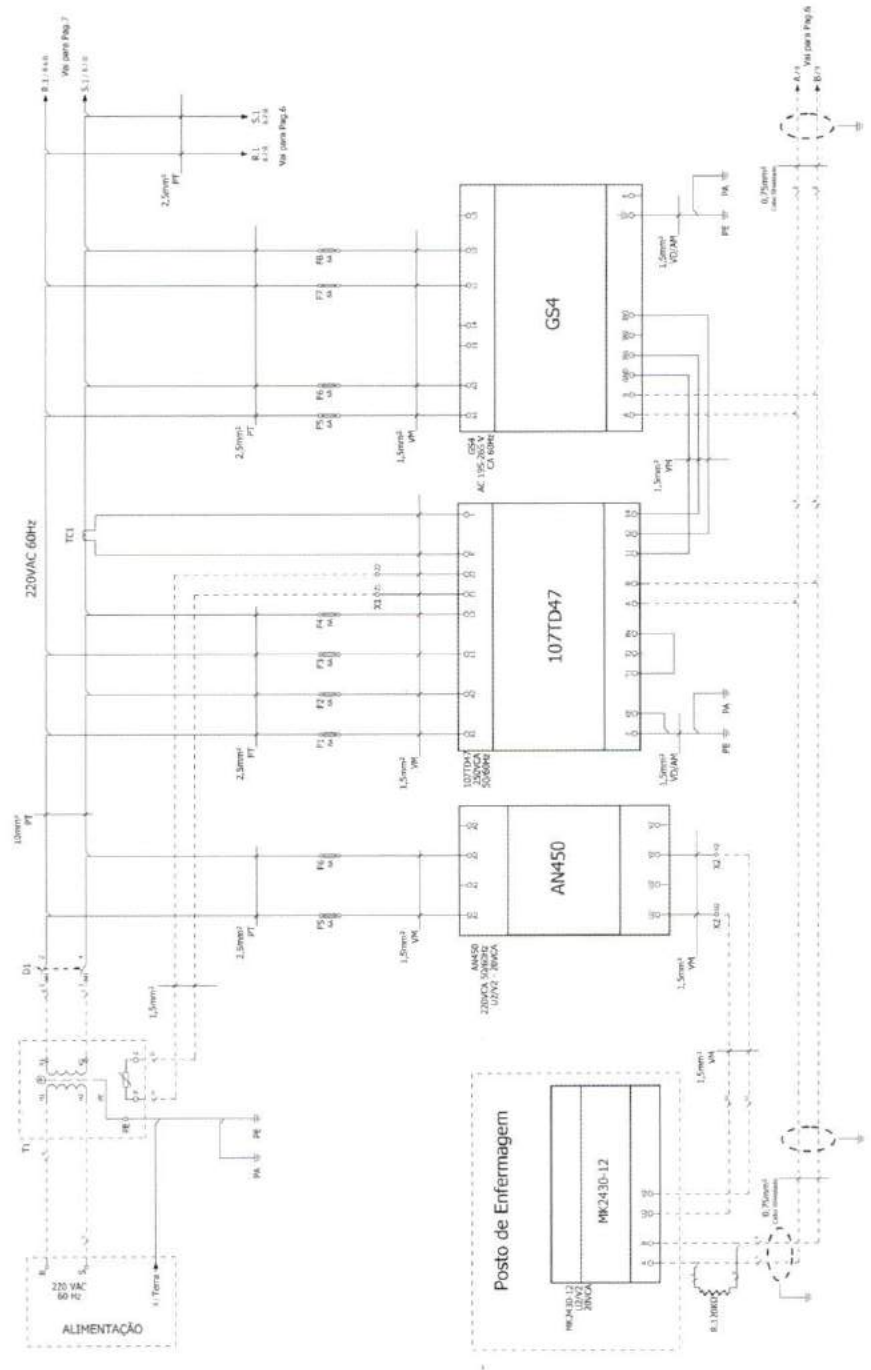


Figura 17

ESQUEMA DO SISTEMA IT-MÉDICO DUPLO
(Aplicação com duas tensões em local do grupo 2)

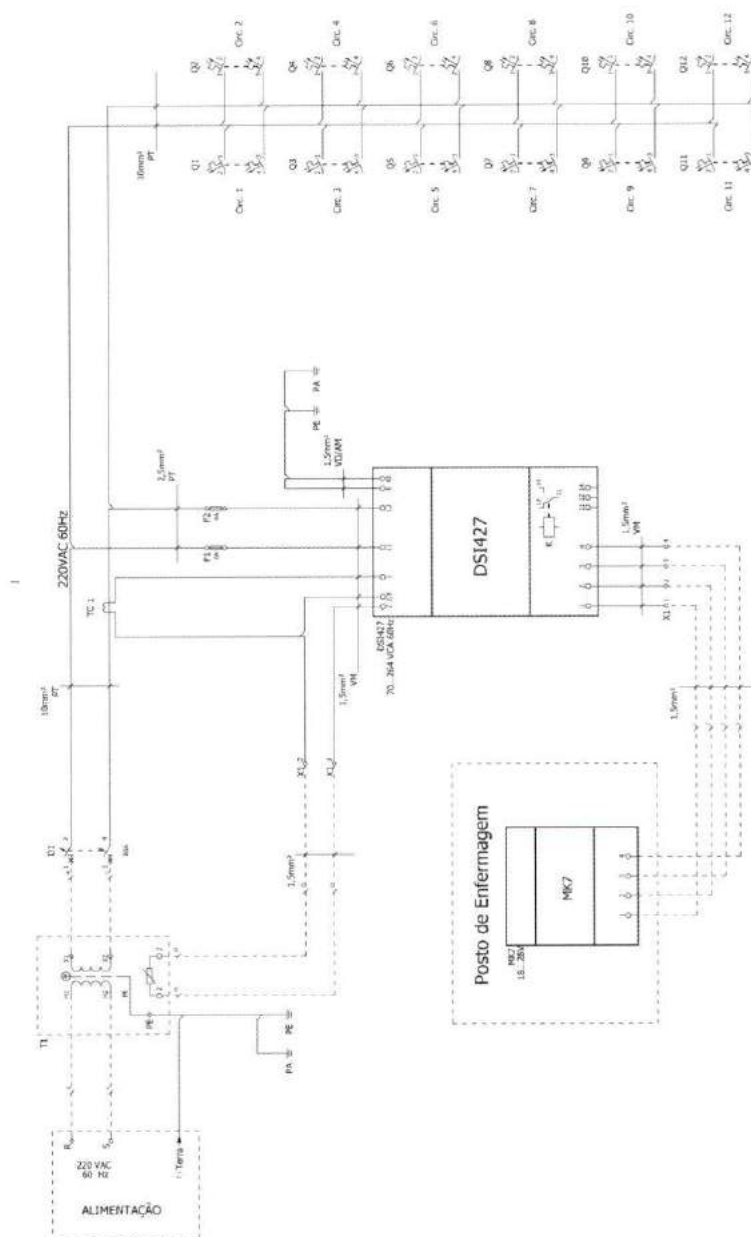


Figura 18
ANUNCIADOR/SINALIZAÇÃO

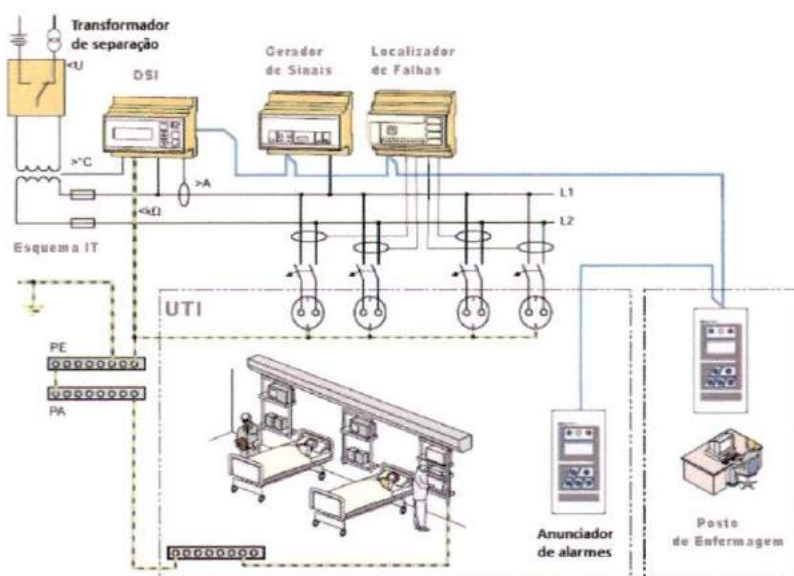


os eventos que ocorrem em um centro cirúrgico e UTI. Para falhas de isolamento intempestivas (muito comuns por se tratar de cargas desconectadas, ou seja, não fixas), é uma excelente ferramenta para manutenção preditiva dos equipamentos eletromédicos.

4.2.2.3.1 Sinalização por leito de UTI através de localização de falhas

A ABNT NBR 13.534 prescreve a potência máxima do transformador de separação em 10 KVA. Este fato restringe a supervisão de uma unidade de UTI a, no máximo, cinco a seis leitos.

Figura 19
SISTEMA DE LOCALIZAÇÃO DE FALHAS POR LEITO DE UTI/RPA



Em uma UTI ou RPA, a localização de uma falha é muito árdua e dispendiosa, devido:

- Os pacientes não terem tempo definido de permanência;
- Não haver possibilidade de desligamento dos equipamentos eletromédicos;
- Não haver possibilidade de parada para manutenção programada;
- Uma parada de vários leitos criar situação de grandes transtornos para o corpo médico e para a manutenção;
- A quantidade de equipamentos eletromédicos ser grande, em torno de dez equipamentos por leito.

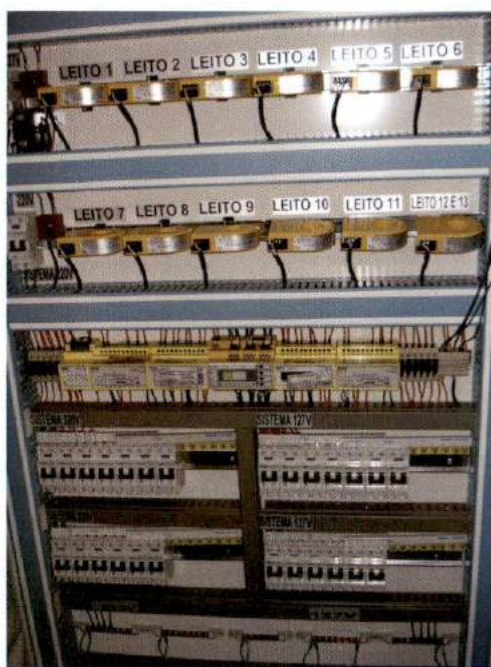
A ABNT NBR 5.410 preconiza que a primeira falta deve ser eliminada no menor espaço de tempo possível recomendando o uso de sistemas de localização de faltas. Em contraponto ao procedimento de paralização das atividades e localização manual de falhas, um sistema automático com indicação muitas vezes em menos de 10 segundos do leito onde está a falha, é sem dúvida um recurso que, além de facilitar as atividades da equipe de manutenção, minimiza custos.

4.2.2.4 Quadro de supervisão e proteção

O quadro de controle deve abrigar os seguintes elementos:

- Chave magnética geral bipolar
- Disjuntores termo-magnéticos para cada subcircuito
- Dispositivo supervisor de isolamento (DSI)
- Dispositivo supervisor do transformador (DST)
- Transformadores de corrente para o DST
- Fusíveis para os dispositivos
- Barra para o PE
- Barra para o PA (ligação equipotencial suplementar)
- Barra de Bornes com identificação dos circuitos
- Localizadores de falha e transformadores de medida

Figura 20
PAINEL DE UM ESQUEMA IT-MÉDICO COM
LOCALIZAÇÃO DE FALHAS POR LEITO



A localização do quadro deverá estar o mais próximo possível de cada sala cirúrgica, UTI/RPA. Nota: os quadros não devem estar dentro das salas cirúrgicas.

4.2.3 Quadros elétricos setorizados e particularizados

Idealmente, unidades e departamentos do hospital devem dispor de quadros próprios ou setoriais. A alimentação desses quadros é feita por circuitos de distribuição a partir do quadro geral ou do quadro secundário da ala ou do pavimento. Várias são as vantagens de quadros particularizados: circuitos terminais subdivididos, seleção de circuitos, proteção individualizada por ambiente, circuitos de curta extensão, redução de corrente capacitiva e melhor desempenho do transformador de isolamento. Quadro elétrico particularizado, instalado junto a cada departamento, possibilita o seu desligamento ao final do expediente, permanecendo ligados apenas circuitos específicos, como de autotécnico de anatomia patológica; de refrigeradores e de freezers, de banco de sangue, de laboratório e outros; de

estufa de cultura, câmaras frigoríficas e outros, que devem ser claramente identificados com aviso de “não desligar”.

4.2.4 Inspeção de instalações e equipamentos

Inspeção visual: por meio de inspeção visual, a manutenção se certifica das condições da instalação e do equipamento, verificando estado do aparelho, dos condutores, dos cordões de alimentação, das ligações, das terminações, dos plugues, tomadas, isolações, partes soltas, desparafusadas, rachadas, quebradas, tampas de proteção e espelhos sem fixação devida; inspeção de equipamentos e aparelhos, suas condições de proteção contra riscos e danos.

4.2.4.1 Inspeção de pino de aterramento

Inclui medição da resistência de contato de pino de aterramento de aparelhos com relação à carcaça do equipamento, medição de terra da carcaça de chuveiro elétrico e outros; o ohmímetro deve acusar valores inferiores a $0,1 \Omega$ e a $0,15 \Omega$, que são os máximos admissíveis.

4.2.4.2 Inspeção de corrente de fuga

A medição é feita por dispositivo de medição-DM, que apura as correntes de fuga para a terra pela carcaça e através do paciente e de corrente auxiliar através do paciente. Tabelas da IEC (International Electrotechnical Commission) e outras dão os valores admissíveis em mA, para equipamentos eletrônicos; para condição normal, os níveis de correntes sensíveis são da ordem de grandeza de $0,01 \text{ mA}$ a $0,5 \text{ mA}$, em função do tipo de proteção.

4.2.4.3 Inspeção de resistência de isolação, calibração, revisão e outros ensaios

Estes ensaios não são normalmente da alçada da manutenção, mas devem ser efetuados periodicamente por fabricantes ou firmas especializadas.

4.2.5 Equipamentos de classe I, II ou com fonte de alimentação elétrica interna

Equipamentos de classe I são dotados de isolação básica e de condutor de proteção terra.

Os equipamentos destinados à aplicação cardíaca direta e similares requerem proteção adicional, como a conferida por equipamentos fabricados com isolamento dupla (classe II).

Outro recurso é o fornecido por equipamento alimentado por corrente alternada de extrabaixa tensão, igual ou menor a 24 V.

A frequência desempenha importante papel em relação à segurança. Equipamentos com baixa frequência, da ordem de 40 Hz, são menos seguros do que os de frequência mais elevada, como os de 150 Hz.

Equipamentos de classe III, que compreendiam os alimentados por corrente contínua, com tensão igual ou abaixo de 60 V, não são mais aceitos, segundo a IEC 601-1.

5 Grupo gerador de emergência

5.1 Motor Diesel

O motor a óleo diesel deve receber inspeção semanal, sendo verificados: nível de óleo lubrificante, nível de refrigerante (água); nível de óleo do filtro de ar do tipo úmido; danos, vazamentos, correias soltas ou ruídos estranhos e nível de combustível.

Mensalmente são verificados os filtros de ar e são drenados a água ou os sedimentos dos tanques e dos filtros de combustível.

Anualmente é procedida a troca de óleo lubrificante e dos filtros do motor e feitos: exame e tratamento da água de refrigeração; limpeza ou troca do respiro do motor; verificação dos componentes elétricos do motor.

A manutenção das baterias compreende: verificação do nível e densidade da solução e da corrente de carga do carregador.

A cada dois anos procede-se à regulação de válvulas e injetores do motor e, a cada quatro anos, à limpeza e calibração de injetores e bombas de combustível; verificação do turbo alimentador, de amortecedores de vibrações e bomba d'água.

5.2 Sistema elétrico

Devem ser inspecionadas as funções do quadro elétrico de comando e o gerador deve ser acionado uma vez por semana “em carga”, preferencialmente em horários de pouco comprometimento, durante 15 minutos, para deixá-lo em condições seguras, para pronto uso, quando requerido, e ainda, para que os seus operadores fiquem afeitos à sua operação rotineiramente.

À medida que novos aparelhos ou novos circuitos forem sendo acrescentados ao circuito de emergência do hospital, a demanda instalada passa a requerer mais potência e conjunto eletrotécnico compatível, com acréscimo de novos módulos, no espaço previsto pela arquitetura e manutenção preditiva.

5.3 Circuitos elétricos de emergência

Os circuitos elétricos de emergência devem suprir:

5.3.1 Circuitos críticos

Salas de cirurgia, parto, emergência, terapia intensiva, berçário e outros.

5.3.2 Circuitos semicríticos

Sala de recuperação e demais áreas e equipamentos vitais; iluminação de corredores, escadas, saídas e iluminação mínima em áreas de pacientes; sistemas de alarme, incêndio; central de gases; bombas de água; câmaras frigoríficas; telefonia; sinalização e outros.

5.3.3 Circuitos opcionais

Posto de enfermagem; elevadores (para liberar pessoas confinadas); ventiladores; exaustores; central de vácuo clínico; outros. A prática recomenda, sempre que possível, um foco por ambiente.

6 Sistemas de comunicação

6.1 Inspeção

Deve ser inspecionado, rotineiramente, o sistema de chamada paciente-enfermagem (relé pera, cordão, botão, campainha, luz de chamada, luz de consolo), e feita a substituição de lâmpadas queimadas; também deve ser verificada a tensão. O sistema de sonorização por alto-falante é o que menos solicita a manutenção (mas que mais poluição sonora causa). O sistema de chamada por luzes coloridas, acoplado ou não a dispositivos sonoros, requer verificação semanal (contatos, relês, lâmpadas); música ambiente, bip, radiocomunicação, presença médica e demais sistemas de comunicação mais complexos costumam fazer parte de contrato de manutenção com empresas instaladoras.

O mesmo com relação a TV, intercomunicadores, sistema de computação, informática, monitoração e demais equipamentos eletroeletrônicos, mais sofisticados e especializados, inclusive os referentes à área médica, PABX, telefonia, telefonia celular, internet, telemetria, vídeo-conferência, telecirurgia, “robodoc”, outros.

6.2 Periodicidade de manutenção do sistema de sonorização, sinalização e antena coletiva

A verificação e inspeção do sistema devem ser feitas mensalmente.

7 Elevadores e transportes mecânicos

7.1 Elevadores

Os elevadores de hospitais normalmente são automáticos, coletivos-seletivos, de comando por botoeira (com ascensorista), autonivelantes e providos de cabine com dimensões e abertura para comportar cama; de preferência são equipados com motor de corrente contínua.

Usualmente, a manutenção compete a empresas especializadas.

A inspeção semestral é voltada ao sistema de segurança, às condições dos cabos, capacidade de carga da cabine; condições do motor e dos mecanismos de controle; lubrificação e limpeza. O motor deve ser examinado com relação à sobrecarga e ao sobreaquecimento. A manutenção deve certificar-se de que o painel de controle, a casa de máquinas e o poço contam com boa iluminação. Por razões de segurança, a cabine nunca deve ficar às escuras.

Verificação minuciosa evita parada de elevadores; contatos, reapertos, freios, portas e fiação requerem assistência semanal; partes gastas ou danificadas devem ser substituídas, tão logo detectadas. Boa limpeza e conservação da casa de máquinas são obrigatórias, bem como ventilação cruzada permanente, resguardada, todavia, de vento com chuva. O piso da cabine desgasta-se em razão de intenso uso, obrigando reposições; placas de granito, porcelanato ou equivalente reduzem a manutenção.

Detalhe que costuma passar despercebido é o do dispendioso hábito de se apertar simultaneamente os botões de acionamento de mais de um elevador; o sistema seletivo evita que mais de um elevador atenda aos chamados; não havendo tal proteção contra esse procedimento, que leva a desgaste

mecânico, aumento de consumo de energia e incremento de reparos, a manutenção vale-se de meios educativos e de esclarecimento, como a afixação de lembretes com dizeres como “Favor chamar apenas um elevador”. Naturalmente, se os elevadores estiverem subdimensionados, nenhuma campanha educativa terá sucesso, e o prejuízo em tempo desperdiçado em espera pode ser elevado.

7.2 Transporte pneumático

A manutenção do sistema de “correio pneumático” é atribuição da empresa instaladora.

7.3 Monta-cargas e outros transportadores

Monta-cargas, elevadores de serviço e escadas rolantes devem merecer inspeção e reparos como preconizados pelo fabricante; o mesmo no caso das esteiras e outros dispositivos de transportes mecanizados.

A manutenção de monta-cargas requer lubrificação mensal das polias de suspensão; lubrificação e verificação mensal das corredeiras móveis; troca de óleo, anualmente, do redutor de velocidade e lubrificação de mancais a cada trinta dias. Verificação anual do comando elétrico; verificação mensal das condições dos cabos de aço, das portas (regulagem) e outros.

8 Sistemas de iluminação

8.1 Generalidades

A manutenção deve estar afeita e familiarizada com desenhos, diagramas, esquemas e projetos; toda vez que for introduzida alguma alteração ou inovação em qualquer área da instituição, estas deverão ser consignadas nos desenhos, mantidos assim sempre atualizados (*as built*).

A manutenção tem a seu cargo a seleção e uniformização (sempre que possível) de chaves, interruptores, tomadas, soquetes, disjuntores, reatores, lâmpadas e acessórios, bem como sua conservação, substituição e reparo e, ainda, o fornecimento de orientação técnica em aquisições.

8.2 Lâmpadas

A manutenção tem à sua disposição três famílias de lâmpadas: lâmpadas incandescentes, lâmpadas halógenas e lâmpadas fluorescentes.

Um dos requisitos para a avaliação de uma lâmpada é a sua maior ou menor fidelidade cromática ou, reprodução da cor real. O Índice de Reprodução de Cor (IRC) dá a correspondência entre a cor real de uma superfície e a sua aparência, quando vista sob uma fonte luminosa. Quanto mais alto o IRC melhor a reprodução da cor. Lâmpadas de alto IRC têm custo mais baixo, mas durabilidade mais reduzida e, inversamente, lâmpadas com baixo IRC têm custo maior e maior durabilidade.

8.3 Lâmpadas incandescentes

Enquadram-se na categoria de IRC 100 (alto) e baixo custo; o seu filamento de tungstênio dura pouco, aproximadamente 1.000 horas; as partículas que se desprendem do filamento aquecido aderem ao bulbo, escurecendo-o, e a lâmpada perde eficiência luminosa.

Circuitos de lâmpadas incandescentes sobrecarregados podem ser aliviados com a substituição de bulbos por lâmpadas fluorescentes, que consomem menos corrente para a mesma emissão de luz (duas a quatro vezes mais lúmens por watts), à custa, todavia, de instalação inicial mais elevada.

Outra forma de reduzir o consumo de energia é reduzindo a potência (número de watts) das lâmpadas, em ambientes que o comportem, e, ainda, a instalação de sensores de presença.

8.4 Lâmpadas fluorescentes

Têm o filamento substituído por gás de mercúrio e o tubo revestido internamente com substância fluorescente; são do tipo de baixo IRC, da ordem de 70 a 85, e de custo maior; o mesmo, relativamente à sua instalação inicial; duram aproximadamente de 7.500 a 10.000 horas e consomem amperagem 80% menor do que as lâmpadas incandescentes, correspondendo o seu rendimento a quatro vezes o de uma lâmpada incandescente. Têm comprimentos que variam de 0,45 m a 2,40 m; possuem alta eficiência luminosa e baixa radiação de calor.

Quando a lâmpada fluorescente é acesa, consome um pico majorado de tensão, antes de se estabilizar; se for desligada antes de atingir a estabilização, sua vida útil sofre decréscimo.

Há pessoas muito sensíveis a raios ultravioleta e podem ser afetadas pela radiação UV de lâmpadas fluorescentes; o uso de protetor solar obvia tais inconvenientes. Luz fluorescente e radiação ultravioleta, que corresponde aproximadamente a 10% da luz solar, podem afetar portadores suscetíveis a lúpus, bem como, afetar olhos e levar a fotoqueratites e, ainda, causar eritema em pessoas de pele clara.

Luz fluorescente interfere em equipamentos biomédicos de telemetria; a sua instalação, em ambientes como de ressonância magnética, deve ser vedada.

Lâmpadas fluorescentes apresentam efeito estroboscópico minimizado quando instaladas aos pares e ligadas a sistema elétrico tecnicamente correto, com reatores de boa qualidade e de alto fator de potência.

Lâmpadas fluorescentes requerem maior manutenção, principalmente com relação a reatores, dispositivos de partida (*starter*) e remoção para limpeza; lâmpada encoberta por poeira pode perder até 30% da sua eficiência luminosa. A vida útil de lâmpadas é afetada por excesso ou deficiência de tensão.

A manutenção deve certificar-se das condições dos *starters* e reatores na troca de lâmpadas, para não afetar a sua durabilidade. Reatores devem ter alto fator de potência.

Sempre que possível, deve-se optar por reatores de partida rápida, pois eles possibilitam o acionamento imediato das lâmpadas, dispensando o uso de *starters*.

Lâmpadas descartadas não devem ser quebradas ou abandonadas, pois o vapor de mercúrio e o pó, procedente do revestimento interno do tubo, constituído por substância fluorescente (composto fosforado), são prejudiciais à saúde.

8.5 Lâmpadas dicróicas

São um misto de lâmpadas incandescentes e gases halógenos; na reprodução de cores, o IRC é de 100, mantendo a textura inalterada; não escurecem, duram de 2.000 a 4.000 horas e emitem luz infravermelha.

São lâmpadas com bulbo de quartzo, localizado no centro de um refletor, constituído de espelho multifacetado, podendo ou não ter vidro frontal (dicróica fechada ou aberta); sua potência é de 50 W, tensão de 12 V, comportando o emprego de modulador de fecho de luz “dimerizado”; o seu fecho de luz é preciso, intenso e dirigido.

8.6 Lâmpadas fluorescentes compactas

Estas lâmpadas, também chamadas lâmpadas eletrônicas, integram os produtos economizadores de energia e podem substituir lâmpadas de maior consumo, como as lâmpadas incandescentes; uma lâmpada incandescente de 60 W pode ser substituída por uma lâmpada eletrônica de 9 W, mantendo a mesma eficiência luminosa.

As lâmpadas compactas compõem-se de tubos em forma de *U* e são disponíveis em várias versões, modelos, tamanhos e potências; algumas, conforme o modelo, têm reator eletrônico, *starter* e capacitor incorporados; o capacitor tem a função de evitar a rádio-interferência; as potências dessas lâmpadas comportam variações de 9 W a 26 W.

Encontram-se disponíveis em opções de Índice de Reprodução de Cor (IRC) de 80 a 84, e com aparência de cor quente de 2.700 °K, cor neutra de 4.000 °K e cor fria de 6.500 °K.

A vida média é alta, indo de 3.000 a 10.000 horas, variando a sua eficiência luminosa, lúmen por watt, de 60 lm/W a 69 lm/W.

A substituição de lâmpadas incandescentes por lâmpadas compactas redonda em significativa economia de consumo de energia, da ordem de 80%, se bem que o custo da lâmpada seja mais elevado.

Cabe ao projeto de luminotécnica lançar mão dos diferentes recursos de iluminação disponíveis e criar a atmosfera requerida, por ambiente; deve levar em consideração os importantes componentes psicológicos e de bem-estar e bem sentir, propiciados pela iluminação; é da atribuição da manutenção preservar o esquema, as nuances e particularidades de cada tipo e família de lâmpadas e luminárias.

Outro cuidado a observar é quanto à frequência de acendimento da lâmpada; as lâmpadas de *descarga* (fluorescentes tubulares, fluorescentes compactas, a vapor de mercúrio e a vapor de sódio) sofrem decréscimo de vida útil proporcionalmente ao número de vezes que forem acesas.

Dentro da preocupação de minimizar desperdícios e economizar energia, *sensores de presença e minuterias* constituem bons exemplos; todavia, o seu emprego é questionável em ambientes em que a luz é mantida acesa por menos de quinze minutos; tempo esse, mínimo, compatível com a economia de energia, sem afetar a vida útil de lâmpadas fluorescentes, razão pela qual não é recomendável a sua instalação em circuito provido de *dimmer*, interruptor eletrônico ou minuteria.

Devem ser preferidas lâmpadas certificadas pelo Inmetro ou pelo Procel, mesmo que sejam mais dispendiosas.

Outro cuidado a observar é a correta voltagem da lâmpada e a sua compatibilidade com a tensão da rede (127 V ou 220 V); se a tensão for mais alta que a requerida pela lâmpada, sua vida útil decrescerá; o mesmo em caso de oscilações excessivas da rede elétrica.

Para luz de vigília, em área externa e local protegido contra intempéries, pode-se optar por lâmpadas fluorescentes compactas de 9 a 11 W, conjugadas a célula fotoelétrica, que acende a luz ao escurecer e a apaga ao amanhecer.

8.7 Luz de emergência autônoma

O conjunto de emergência autônomo consiste em uma bateria recarregável, em circuito elétrico de 110/220 V (bivolt), e duas lâmpadas fluorescentes pequenas de 8 W cada ou lâmpada fluorescente compacta de 9 W, modelo SE, com pinos.

Ocorrendo falta de energia elétrica, a bateria acende automaticamente as duas lâmpadas por, no mínimo, uma hora. O nível de iluminação deve alcançar, em ambiente com piso e paredes de cor clara, sem obstáculos, um mínimo de 3 lux na superfície do piso, à sombra. Uma chave permite que seja selecionada apenas uma das lâmpadas para iluminação de emergência, ensejando, assim, aumentar a autonomia da bateria para duas horas, com, no mínimo, 90% do fluxo luminoso da lâmpada.

Existem, também, sistemas centralizados de 12 ou 24 VCC (voltagem de corrente contínua) com carga profunda, para baterias estacionárias, de acordo com a ABNT NBR 10.898/99.

Cabe à manutenção testar o conjunto a cada seis meses, por no mínimo uma hora, procedendo ao prévio desligamento da energia de alimentação do equipamento e registrar, no livro de ocorrência da manutenção predial, hora, data e demais dados.

8.8 Luz de emergência com inversor

A iluminação de emergência, com inversor ou conversor, consiste na utilização de uma das luminárias normais do ambiente, ligada separadamente a um circuito elétrico de 110 ou 220 V. Esse circuito alimenta as luminárias normalmente e, ao mesmo tempo, um segundo circuito carrega

as baterias de emergência durante 24 horas; o inversor procede à ligação do ponto de iluminação de emergência, em caso de interrupção de energia elétrica.

O inversor é um aparelho eletrônico que, na falta de corrente elétrica alternada, aciona a corrente elétrica da bateria, acendendo uma das lâmpadas da luminária; quando do retorno da energia elétrica normal, dá-se a interrupção do fornecimento da energia da bateria e a sua recarga automática.

A bateria utilizada normalmente, com inversor, tem uma autonomia de aproximadamente setenta minutos, para uma lâmpada fluorescente de 32 W.

Existem dispositivos destinados ao desligamento automático de circuitos, quer de suprimento normal, quer do de emergência, para prevenir que ocorra acendimento de lâmpada, quando e nas horas em que o ambiente prescindir de iluminação.

8.9 Lâmpadas germicidas: luminárias

Lâmpadas ultravioleta, quando usadas, devem sê-lo com luminárias que assegurem proteção à vista (prevenção de conjuntivite); todavia, pela sua limitada ação germicida e falso sentimento de segurança, sua instalação em hospitais vem sendo descartada. O Ministério da Saúde não permite a utilização de radiação ultravioleta para a desinfecção ou esterilização de superfícies ou artigos (Portaria nº 930, de 27 de agosto de 1992).

8.10 Lâmpadas especiais

A substituição de lâmpadas, em geral, é mais bem executada, de forma mais direta e menos burocrática, através de um giro diário da manutenção pelo hospital (manutenção de rotina).

Um cadastro deve consignar tipo, data de instalação (para controle de vida média útil), tamanho de lâmpada, tipo de luminária e outros, por setor, o que não dispensa verificação periódica do nível correto de iluminação, de fluxo luminoso e *temperatura de cor*, por ambiente; nesse sentido, é importante a correta composição cromática, obtida por lâmpadas especiais ou pelo conjunto de diferentes tipos de lâmpadas; necessidade maior é sentida em especialidades como de dermatologia, que, todavia, hoje conta com o valioso subsídio do scalar dermatovideoscópio.

Iluminação excessiva onera a instituição e iluminação deficiente prejudica as atividades. A ABNT dispõe de normas que dão os níveis recomendados de iluminância por ambiente específico (ABNT NBR 5.413).

8.11 Luminárias

Luminárias de teto (bem como: forros removíveis, grelhas, difusores de ar, anemostatos, trilhos e outros) devem prevenir, em ambientes limpos, queda de pó e detritos sobre campo operatório e outros; as luminárias de ambientes não assépticos prescindem de protetores (acrílicos ou outros); em geral, protetores são contraproducentes, por acumularem poeira interna e externamente, afetarem a iluminação, serem de difícil manutenção e dispendiosos, volumosos e raramente estéticos.

Apreciável incremento no rendimento luminoso é conseguido por meio de: adequada manutenção de luminárias, refletores e lâmpadas em condições limpas e sem poeira; otimização de luminosidade é obtida com a aposição ou a forração da parte interna de luminárias, com lâmina ou filme refletor brilhante, próprio para esse fim. Focos cirúrgicos carecem de manutenção e ajustamento periódicos, inclusive de seu mecanismo e sistema de suspensão.

Em salas assépticas, como de cirurgia, as luminárias devem contar com requadro metálico pintado (acabamento não brilhante), para receber vedação de placa plana de policarbonato transparente ou de acrílico, ou de vidro laminado incolor, não se recomendando vidro temperado, pelo risco de se desintegrar. Preconizamos, ainda, a observância das seguintes particularidades técnico-econômicas: requadro, retromencionado, provido em seu lado maior de duas dobradiças (ou outro meio de suspensão), permitindo, quando aberto, ficar dependurado; parafusos de fixação, com cabeça saliente serrilhada, própria para atarrachamento à mão; limitador de curso, para prevenir que os parafusos se soltem e caiam quando desatarrachados. Requadro, com dobradiças e parafusos “antiqueda”, tem finalidade ergonômica; atarrachamento à mão, em substituição ao uso de chave de fenda, objetiva prevenir riscos e incisões na pintura. Por detrás das lâmpadas fluorescentes é aposta uma lâmina de alumínio reflexivo. Os reatores, devidamente numerados e identificados, afixados a um painel, no pavimento técnico, outro local ou local próximo, são conectados por meio de cabos às respectivas luminárias.

A desassociação “luminária-reator” enseja: dispensa da chapa suporte do reator e dos respectivos parafusos de fixação, além da redução do volume da luminária; dispensa, ainda, do ingresso da manutenção na sala de cirurgia, de troca de roupa e de armação de escada.

Outro recurso ainda a ser creditado ao pavimento técnico é o acesso que o mesmo permite às lâmpadas fluorescentes “por cima”, através de luminárias de fundo removível ou elevável por meio de dobradiça.

8.12 Lâmpadas ultravioleta

Vez por outra, ciclicamente, ressurgem propagandas, decantando propriedades mágicas atribuídas ao poder germicida das lâmpadas ultravioleta; não que determinadas radiações ultravioleta não detenham capacidade bactericida, mas os seus restritos campos de atuação e as suas limitações não devem ser omitidas ou minimizadas nem criados falsos sentimentos de segurança; instituições de saúde são particularmente sensíveis e informações capciosas podem levar a consequências danosas.

- A luz ultravioleta é radiação eletromagnética não visível, apesar de a lâmpada, quando acesa, emitir brilho azul-esverdeado, mesmo quando a sua produção de radiação germicida sofre sustação, ao fim de sua vida útil.

É chamada de ultravioleta por seguir-se à luz violeta, no espectro eletromagnético; o seu comprimento de onda é menor do que o da luz visível e maior do que o comprimento das ondas de raios X.

- No espectro de ondas eletromagnéticas, a “luz visível” ou “luz branca”, que abrange as cores do arco-íris (cores: vermelha, laranja, amarela, verde, azul e violeta), encontra-se inserida entre a faixa de radiação infravermelha, de comprimento de onda de 800 nm, ou 8.000 Å, ou 10^{-4} cm, e a faixa de radiação ultravioleta, de comprimento de onda de 400 nm ou 4.000 Å.
- Já a faixa da luz ultravioleta situa-se entre os mencionados 400 nm, ou 4.000 Å, ou o comprimento de onda entre 10^{-4} cm e 10^{-5} cm e a faixa de RX, cujo comprimento de onda se inicia com 13,6 nm, ou 136 Å ou 10^{-6} cm.

8.12.1 Classificação da luz ultravioleta

A radiação ultravioleta é subclassificada em:

- 8.12.1.1 **RADIAÇÃO UVA:** compreendendo luz de comprimento de onda entre 400 nm e 320 nm; é chamada “luz de onda longa” e de “luz negra”; é a luz ultravioleta contida na luz do sol; não causa eritemas e nem bronzeamento da pele e prescinde de vidro especial na confecção da lâmpada.
- 8.12.1.2 **RADIAÇÃO UVB:** compreende luz de comprimento de onda de 320 nm a 280 nm; é dita “luz de onda média”, causa eritema, conjuntivite e bronzeamento da pele; tem atividade antirraquítica, contribuindo para a formação de vitamina D.
- 8.12.1.3 **RADIAÇÃO UVC:** compreende a luz de “comprimento de onda curta” de 280 nm a 100 nm. A sua ação bactericida mais potente corresponde ao comprimento de onda de 253,7 nm, ou 2.537 Å. A lâmpada UVC é a que, dentre as luzes ultravioleta, responde pelas características germicidas mais potentes, pela formação de ozônio e pela polimerização de determinados compostos. A UVC é ativa contra germes no ar e em superfícies expostas, mas não tem capacidade de penetrar em grande número de substâncias.

8.12.2 Unidades de comprimento de ondas eletromagnéticas

O comprimento de onda do espectro eletromagnético é medido segundo três unidades:

- Unidade métrica: centímetros e frações de centímetros.
- Unidade ângström: um ângström correspondendo a 1/10.000 partes de um micron.
- Unidade nanômetro: um nanômetro mede um bilionésimo de metro (10^{-9}) ou 0,000,000,001 m. Dentre a radiação visível, o comprimento de onda mais curto é o da luz violeta; radiação maior do que a da luz

visível é a da radiação infravermelha; cuja faixa de comprimento de onda se situa entre 10^{-2} cm ou 4×10^6 Å e 10^{-4} centímetros ou 8.000 Å, correspondente ao início do espectro visível.

8.12.3 Ação da radiação UV

A ação fisiológica e química da radiação encontra-se relacionada ao comprimento de onda, à intensidade e ao tempo de exposição.

O comprimento de onda responsável pela formação de eritemas situa-se entre 4.000 Å e 2.537 Å.

8.12.4 Luz negra

Lâmpadas ultravioleta que emitem ondas de comprimento próximo à luz visível são chamadas de “lâmpadas de luz negra” e têm propriedades fungicidas. A luz negra é gerada através de lâmpada fluorescente desprovida de pó de fósforo; quando este revestir a superfície interna do tubo de vidro, a lâmpada passa a emitir luz visível. A luz negra é utilizada para efeitos óticos, como em pista de dança e outros; é usada também em propaganda de sabões; a conhecida “prova de janela” prevalece-se dessa luz ultravioleta, que tem a propriedade de realçar o branco do tecido (o “lavar mais branco”) mesmo que a roupa não tenha sido bem lavada, e se encontre encardida, transmite a brancura e a aparência de limpeza. Outra propriedade da luz UV é o desbotamento de tecidos.

8.12.5 Constituição da lâmpada ultravioleta

O processo de produção de luz ultravioleta é, em princípio, idêntico ao das lâmpadas fluorescentes que, além de gerarem luz visível, também geram luz ultravioleta, na proporção aproximada de 20%; o potencial de UV e a porcentagem de luz infravermelha emitida são dados pelo espectro ultravioleta, constantes das especificações que acompanham as lâmpadas ultravioleta, e que devem ser consultadas pela manutenção antes de qualquer compra, para prevenir efeitos danosos, caso ultrapassem os máximos permitidos.

O processo vale-se de vapor de mercúrio, que tem a capacidade de gerar grande quantidade de luz ultravioleta; quando uma corrente elétrica é induzida, entre os eletrodos de tungstênio dos polos da lâmpada, gera intenso arco voltaico, de alta voltagem, que ioniza os átomos de mercúrio;

estes átomos, assim ionizados e potencializados, pelo decorrente acréscimo de energia, provocam a sua conversão em fótons de luz.

8.12.6 Propriedades germicidas

A radiação UVC, com comprimento de onda de 253,7 nanômetros ou 2.537 Å, dentre os demais comprimentos de onda, é a que apresenta maior poder germicida.

O efeito germicida de lâmpadas de arco de mercúrio de média pressão ocorre em decorrência da absorção da radiação UVC por microorganismos. Quanto maior a absorção, mais rápida é a destruição de patógenos; esta variação é acentuada, havendo os de baixa absorção e os que requerem alta dosagem de radiação, para assegurar efetiva inativação; segundo Koller (1944), o comprimento de onda de 2.537 Å mantém a sua ação bactericida, com certa constância, à intensidade de 80 mW/cm² a um metro de distância, perpendicularmente à superfície.

Vários pesquisadores dedicaram-se à determinação da ação microbicida do UV; Duggar e Hollander (1934) concluíram que o vírus do mosaico do tabaco era 100 vezes mais resistente à radiação de 3.100 Å, em relação à de 2.652 Å. McCulloch (1947, pág. 60) menciona a grande suscetibilidade de agentes biológicos gram-negativos (*Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella*), não esporulados, à radiação UV, enquanto os vírus filtráveis se apresentam extremamente resistentes.

Quando em intensidade adequada, a luz UVC destrói bactérias em suspensão no ar (airborne bacteria).

O mecanismo de inativação de microorganismos (vírus, bactérias, riquetsias e fungos) se dá pela propriedade de o UVC ser absorvido e de penetrar no núcleo de patógenos, afetando o seu ácido nucleico, por ação fotoquímica.

Vários são os tipos de lâmpadas ultravioleta disponibilizados pela indústria: lâmpadas de arco de mercúrio de alta pressão, lâmpadas de arco de mercúrio sem eletrodos e lâmpadas de arco de mercúrio de média pressão; esta última é a mais prevalente e é a aqui objetivada.

8.12.7 Precariedade das lâmpadas germicidas

Não obstante a ação germicida de lâmpadas UVC de arco de mercúrio de média pressão, o seu emprego em instituições de saúde sofre reparos e restrições.

Pela Portaria nº 930, de 27 de agosto de 1992 – pág. 92, o Ministério da Saúde desconsidera a utilização de radiação ultravioleta para a desinfecção ou esterilização de superfícies ou artigos hospitalares.

Importante, em lâmpadas ultravioleta, é a natureza do vidro empregado na fabricação de seu corpo; é essencial que seja de quartzo, pelo fato de a sílica vítrea permitir 90% de transparência aos raios biologicamente ativos da luz ultravioleta, o que não ocorre com relação a lâmpadas confeccionadas com vidro comum.

Vidro comum é opaco à luz de comprimento de onda menor do que 3.100 Å. Já o comprimento de onda mais curto, transmitido pelo quartzo, é de 1.600 Å (McCulloch, *The Transmission of Ultraviolet Light*, pág. 27).

Igualmente, vidros comuns não são adequados às altas temperaturas a que as lâmpadas ultravioleta se encontram sujeitas.

A UVC, apesar da sua atuação sobre microorganismos que se encontram no ar, ou depositados sobre superfícies, não tem capacidade de adentrar a maioria das substâncias devido ao seu baixo poder de penetração.

A vida útil de lâmpadas de arco de mercúrio de média pressão é de mil horas; após as quais, a potência da lâmpada sofre declínio, que ocorre lenta e progressivamente; a eficácia da radiação de luz ultravioleta vai decaindo, até tornar o seu potencial germicida insuficiente à inativação de microorganismos.

Várias são as causas do declínio da vida útil da lâmpada UVC: deterioração da transparência do corpo de sílica da lâmpada; frequência de comutação da lâmpada; insuficiente arrefecimento da sua temperatura e dos eletrodos e outros.

A atuação da radiação UV não é instantânea; a sua ação bactericida é tanto mais efetiva quanto mais adequado o tempo de exposição, que varia de microorganismo para microorganismo, e se encontra na dependência da potência de radiação, volume a ser irradiado, número de recirculações de ar ou de água, superfície considerada, ângulo de incidência, partículas (poeira e outros) em suspensão, poluição da superfície externa da lâmpada e outros.

A ação microbida do UV está ainda na dependência do comprimento de onda e da distância do alvo.

Radiações de UV causam danos irreversíveis aos olhos. Podemos testemunhar estudantes universitários, do grupo dos “adoradores do sol”, perderem a visão por terem ficado encarando o sol, por tempo excessivo.

UV causa conjuntivite, eritema, inflamação e opacidade permanente do cristalino.

Para o bom desempenho da UVC, a superfície a ser irradiada deve encontrar-se direta e frontalmente exposta.

A penetração de luz ultravioleta na pele é desprezível, bem como a sua ação bactericida.

Microorganismos encontram-se protegidos por sangue ou pus seco que estejam encobrindo a superfície afetada.

Radiação ultravioleta é processo de superfície, de distância e de perpendicularidade.

A radiação penetra pouco e precariamente em líquidos, e está sujeita a ser refletida pela sua superfície; a turbidez torna-a opaca e a distância inoperante.

Pingos de água dificilmente são esterilizados.

A intensidade da luz UVC sobre uma superfície decresce na proporção do quadrado da distância, que medeia entre a lâmpada e a superfície considerada.

Sombra subtrai microorganismos à ação da radiação UVC.

A ação bactericida da radiação UVC requer exposição prolongada, direta e próxima (a curta distância). Em salas cirúrgicas, os microorganismos expelidos, através de máscara, do orofaringe (fala, tosse, espirro ou riso), dada a sua elevada velocidade, de 30 m/s, não são afetados pela radiação UVC (Carl Walter, pág. 196).

Em salas de operação, providas de lâmpadas germicidas, a equipe de cirurgia deve manter olhos, cabeça e pescoço devidamente protegidos.

O ozônio, formado pela radiação de lâmpada UVC, na proporção de 1 parte por 25 milhões, constitui fator de irritação da mucosa, da parte superior do aparelho respiratório.

Ventilação adequada é requerida para dissipar concentrações de ozônio, denunciado pelo seu cheiro característico.

Para que a lâmpada UVC tenha ação bactericida eficaz requer, em princípio, correspondente ao comprimento de onda de $2.537 \text{ \AA}$, intensidade de energia de 20 mW/s/cm^2 , à distância de 1 m.

Lâmpadas UVC requerem testes periódicos, com medidor de UV, para o acompanhamento do decaimento do seu potencial de emissão e para a determinação da devida ocasião de sua substituição.

Lâmpadas UVC devem ser limpas periodicamente, para a remoção da barreira de pó e poeira; quanto maior a deposição, maior o número de patógenos não atingidos pela radiação. Cada grão de poeira cria um cone de sombra de proteção.

Lâmpadas UVC, mesmo em grande quantidade, forrando a superfície interna de dutos de ar condicionado, mostraram-se inoperantes e foram abandonadas, bem como as lâmpadas UVC sobre portas de ambientes assépticos e outros.

8.12.8 Tentativas práticas de aplicação de lâmpada UV

Várias têm sido as tentativas de aplicação de uso prático e da potencialização das propriedades germicidas do UVC em instituição de saúde.

No início da década 1950, quando grassava a infecção hospitalar, os hospitais nos EUA de tudo tentaram para prevenir e combatê-la: somas milionárias foram disponibilizadas; separações físicas de ambientes; distância e barreiras entre parto e cirurgia; maternidades em prédios isolados; berçários dotados de barreira pressórica, subdivididos em *cohort system* (4 RN por berçário); isolamentos diretos e reversos; antecâmaras; pressão negativa; fumação; formolização de salas de operação; salas cirúrgicas deixadas de quarentena por 45 minutos após a sua limpeza e desinfecção, para permitir que a poeira pudesse se depositar; movimentação da equipe cirúrgica realizada em câmara lenta, para evitar agitação e elevação de microorganismos junto com a poeira assentada no piso; cirurgia com botas em salas de operação, com 1 cm de água em piso rebaixado; nebulização com antibióticos e muitas outras tentativas mais; inclusive soluções fantasiosas, como transformação de salas cirúrgicas em autoclaves gigantes.

Nesse quadro aflitivo, uma das grandes esperanças residia na lâmpada germicida; foi recebida como solução salvadora; o seu uso passou a ser generalizado; não havia sala de cirurgia, de parto ou berçário que não contasse com uma lâmpada germicida sobre a porta, dia e noite acesa, protegida com luminária contra visão direta, para prevenir conjuntivite.

Havia salas de cirurgia circundadas por lâmpadas ultravioleta, direcionadas para o teto e até instaladas sobre e diretamente voltadas para o campo operatório.

Lâmpadas encaixadas em batentes e em derredor de portas, criando uma “cortina” de radiação ultravioleta, visando a proteção de ambientes, já desde o ingresso.

Onde houvesse possibilidade de alguma fonte de agente infeccioso, lá havia uma lâmpada UV.

Catálogos alentados com gráficos, estatísticas e informações científicas, decantavam as propriedades “mágicas” das lâmpadas germicidas.

Os dutos de ar condicionado eram internamente forrados com lâmpadas ultravioleta, permanentemente ligadas; grande era o consumo de energia elétrica, mas pífios revelaram-se os resultados; a ponto de, tempos depois desse surto, nenhuma lâmpada germicida ter subsistido; todas acabaram sendo retiradas; a grande expectativa esvaneceu-se! Nenhuma instituição de saúde recorre mais à instalação de lâmpadas UV, visando a assepsia ambiente.

8.12.9 Atuações limitantes por grande número de razões

O quartzo, um dos poucos materiais transparentes ao UV e o único vítreo, nem sempre é empregado, dado ao seu elevado preço, comparativamente ao do vidro comum.

O pó e a poeira blindam a superfície externa das lâmpadas UV; cada poeirinha ou grão de areia ou de terra, depositado sobre as mesmas, cria amplo cone de sombra, que alberga e protege considerável número de microorganismos.

As decantadas condições assépticas de um compartimento de repicagem, de um laboratório de microbiologia de uma renomada faculdade de medicina, eram atribuídas a sua lâmpada ultravioleta, instalada por sobre a sua porta; na demonstração feita por nós, que se resumiu em passar dois dedos sobre uma pequena parte da superfície da lâmpada, os mesmos recolheram espessa camada de material pastoso, de cor preta, absolutamente opaco; nenhuma luz, de qualquer natureza, tinha condições de atravessar tal barreira, e nenhuma radiação germicida havia ou estava sendo produzida, pois a sua vida útil há muito havia transcorrido. Reversamente, fica a inquietante indagação, quais e quantos prejuízos teria ou terá essa lâmpada germicida causado à repicagem, se de fato alguma vez fora atuante? Não era a primeira vez que nos deparamos com laboratórios de bacteriologia irradiados por UV.

Difícil, pouco prático e oneroso dar manutenção devida a grande número de lâmpadas UV: medir e controlar as suas radiações e mantê-las livres de poeira.

Difícil adentrar dutos de ar condicionado, forrados de lâmpadas ultravioleta para limpá-las e para substituir aquelas com baixa ou insuficiente emissão de radiação germicida, ao fim da sua vida útil, que é de apenas mil horas.

Impossível evitar a poeira, carregada pelo ar que circula dentro dos dutos, tão prejudicial à ação de lâmpadas ultravioleta. Cada poeira ou particulado, depositado sobre lâmpadas ou em suspensão no ar, cria amplo cone de proteção aos microorganismos presentes.

A velocidade do fluxo de ar não permite tempo suficiente à exposição mínima requerida para a destruição de microorganismos.

A maneira segura e eficiente de eliminar poeiras e particulados do ar de um ambiente é através de filtragem, como especificado na Norma ABNT NBR 7.256; uma vez, ar e lâmpadas livres de poeira, a radiação ultravioleta teria condições de atuar mais efetivamente contra microorganismos aéreo veiculados (*airborne bacteria*); todavia a filtragem, já por si, se encarrega de reter os particulados; para que então a duplicidade da lâmpada ultravioleta? Mesmo porque a ABNT NBR 7.256 nada refere a respeito de emprego de UV em sistemas de tratamento de ar.

Temos recebido vistosos catálogos de empresas oferecendo “eficiente sistema de esterilização de ar de salas de cirurgia”; o sistema resume-se em um duto equipado com uma singela lâmpada UV!...!

Temos recebido também catálogos para “esterilização segura de água”, que simplesmente flui em volta de uma lâmpada ultravioleta; sem qualquer referência ou restrição à turbidez da água, à sua velocidade de passagem (que deve ser lenta), ao número necessário de repasses e à dosagem de radiação UVC; isto é, número de microwatts, por segundo, por cm^2 .

Propagandas enganosas, essas e outras comparáveis à “água magnetizada” com propaladas “mágicas” propriedades, inclusive cura de inúmeras doenças, como: diabetes, câncer, hipertensão e de muitas outras mais; para obter tal “água milagrosa”, basta, segundo a propaganda, envolver o garrafão de água na capa, que é comercializada pelo anunciante, provida de alguns ímãs! e ... pronto, é só tomar dois copos desse “remédio” por dia...!

Para quem quiser tomar conhecimento dessa propaganda, basta recorrer à TV.

Há equipamentos de tratamento de ar, que suplementam a ação de filtros com uma lâmpada ultravioleta, instalada ao meio do filtro; para que a radiação tenha alguma eficiência deveria, ao menos, incidir perpendicularmente sobre a superfície do filtro e não obliquamente, criando “sombras” adicionais.

A luz ultravioleta germicida só atua efetivamente sobre superfícies quando direta e perpendicularmente expostas; sua atuação é essencialmente ação de superfície; não penetra em frestas, plissados, dobras, orifícios, fluidos opacos e locais de sombra ou protegidos por obstáculos; requer tempo de exposição suficientemente prolongado, a fim de que o agente patógeno tenha o seu núcleo de DNA atingido.

A vida útil de uma lâmpada UVC é de mil horas, após as quais a lâmpada deve ser substituída; demandando, quando dentro de um equipamento, a sua abertura para periódica manutenção: limpeza, acompanhamento e medição do potencial de radiação da lâmpada, obrigando tal controle a considerável mão de obra e custos.

O fato de a lâmpada continuar acesa, apesar de não mais emitir radiação UVC, cria falso sentimento de segurança.

Poeira e particulados, depositados sobre a superfície de filtros, contribuem para blindá-los contra a ação da radiação ultravioleta, que deve atuar diretamente sobre os microorganismos.

Pré-filtros e outros, interpostos, dificultam ou impedem que radiações UVC atinjam adequadamente as superfícies de filtros finos e HEPA.

Bandejas evaporadoras e serpentinas (*coils*) devem ser instaladas em equipamentos de tratamento de ar a montante de filtros, (como preconizado pela Norma 7.256 da ABNT). A ação de lâmpadas UV, instaladas após os humidificadores, em dutos de ar condicionado, reduz pouco significativamente o número de germes aerotransportados (Putsep, pág. 284)

O *Guideline for Environmental Infection Control in Health Care Facilities* (2001, pág. 17), apresenta as seguintes restrições à lâmpada ultravioleta:

1. Esporos de fungos são minimamente inativados;
2. A exposição requer suficiente espaço de tempo;
3. Em vista da sua inconstante eficácia, a radiação UVC não é recomendada para a manipulação do ar de isolamentos;
4. Não deve ser usada radiação UV em substituição a filtro HEPA, à exaustão de ar ou à pressão negativa;
5. Acoplamento de lâmpadas UVC a filtros HEPA não melhora as condições do filtro;
6. A manutenção periódica de lâmpadas UV é essencial, principalmente quanto à remoção de poeira e à reposição de lâmpadas vencidas.

Conclusão: apesar do reconhecido poder germicida da lâmpada ultravioleta UVC, o seu emprego seguro em instituições de saúde está na dependência da superação de suas limitações.

9 Equipamentos e aparelhos

9.1 Cadastro

A frequência de inspeção e lubrificação decorre do uso e da solicitação a que equipamentos estejam sujeitos, das suas características e das recomendações do fabricante. A manutenção deve manter um cadastro de cada equipamento, e onde se encontra: localização; características; data de instalação; finalidade; lubrificante recomendado; data de lubrificação e data da manutenção; reparos executados; peças trocadas; ocorrência de sobreaquecimento e sua causa e outros.

9.2 Motores

Inspeção de motor deve ser feita quando ocioso e comprovadamente desligado. A verificação inclui: vibração; ruídos estranhos; eixo; rolamento; rotor; bronzina; engrenagem; suporte; corrente; polia; escova; condutores; ligações; chaves e outros.

Os motores devem ser protegidos contra falta de fase, sobre tensão e sobrecarga; a instalação inclui chave eletromagnética de partida de motor.

Motores e aparelhos elétricos devem ter o seu aterramento testado; assim como subestação, PABX, para-raios, CPD, pisos condutivos, equipamentos elétricos, eletrônicos, tomadas elétricas em geral e outros.

9.3 Equipamentos

Em caso de desmontagem de equipamentos, as peças devem ser devidamente marcadas; a remontagem deve ser feita sem forçar encaixes e peças; as ligações devem atender a um diagrama específico; após a montagem, a verificação deve ser feita, primeiro, manualmente. Limpeza e remoção de poeira de equipamentos também são da atribuição da manutenção.

Vários equipamentos, instalações e aparelhos dependem de proteção, barreiras e blindagem apropriadas; entre os quais estão compreendidos: equipamentos de radiologia, de ressonância magnética, medicina nuclear, hemodinâmica, esterilização por óxido de etileno e outros.

CONSORCIADOS: KARMAN LTDA. PLANEJAMENTO, CONSTRUÇÃO E ORGANIZAÇÃO DE
CPTESP CENTRO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS SÃO PAULO
CONTEX CONSULTORIA TÉCNICA E DE EXPORTAÇÃO S/C LTDA.





Hospital Modular Transportável
São Paulo – SP, 1984; ver à pág. 419

Capítulo VI

MANUTENÇÃO E SEGURANÇA DE INSTALAÇÕES E DE EQUIPAMENTOS HIDRÁULICOS E FLUIDOMECÂNICOS

1 Água fria

1.1 Precauções

O desempenho da manutenção na programação preventiva também abrange aspectos de higiene, profilaxia, segurança e conhecimento de certas precauções inerentes ao planejamento e à administração de hospitais.

1.2 Reservatórios: prevenção de contaminação

Os reservatórios elevados de água constituem exemplo.

É essencial que a manutenção operacional esteja a par da razão da provisão, pela manutenção preditiva, de reservatórios elevados em número de quatro; os destinados à água potável são duplos, para permitir o uso de um, enquanto o outro estiver interditado para reparo ou limpeza periódica; os outros dois, totalmente segregados dos de água potável, visam suprir água, devidamente tingida, e mesmo clorada em situações específicas, para descarga de bacias sanitárias e para usos similares; por isso, estão em condições de acolher: água de poço, caso disponível, ou de lençol freático, de mina, de chuva, de lavagem, de lavatório, de chuveiro, de máquina de lavar roupa, de descarga de caldeira, de equipamento de hemodiálise, de destiladores e

outros; além do fator economia, decorrente do aproveitamento dessa água de reuso, essas caixas desempenham, ainda, importante papel na prevenção de contaminação da rede de água do hospital; é sabido que no sistema de válvula fluxível, a água, quando descarregada repetidamente em bacia sanitária cheia (por obstrução ou entupimento), acaba por criar subpressão no duto de alimentação da bacia, acarretando, conseqüentemente, aspiração e ascensão de água poluída, com possibilidade de transmitir contaminação (a ser pesquisada) à caixa-d'água (razão da precaução de sua segregação); transmissão essa que pode atingir, igualmente, aparelhos, como: lavatório; bidê; chuveiro; mictório e torneira de lavagem, quando ligados à coluna que alimenta a bacia sanitária (ver dispositivo quebrador de vácuo – Figura 22, pág. 236).

Cabe à arquitetura preditiva disponibilizar rede para a captação das diferentes águas servidas e canalizá-las às caixas de água não potável, para o seu reuso.

Grande contribuição, ao empenho de captação de água de chuva, vem da Prefeitura de São Paulo, que promulgou a Lei nº 13.276 de 04.01.2002, tornando obrigatória a provisão de caixas coletoras de água de chuva em edificação com área impermeabilizada acima de 500m².

Outra prática, relativamente recente, do poder municipal de São Paulo, altamente salutar, é não mais lavar as ruas da cidade com água tratada e clorada, mas com água de reuso.

1.3 Proteção de reservatórios

Outra preocupação a cargo da manutenção, além da limpeza periódica, é zelar para que as caixas-d'água se mantenham sempre bem cerradas; principalmente quando o reservatório d'água inferior situar-se no jardim da instituição; o reservatório, quer enterrado, quer sobrelevado, está sujeito a coletar poeira, terra e adubo orgânico/estrupe; este, quando aderido à sola de calçado ou carreado por vento, pode constituir-se em risco adicional, como transferir-se à caixa e contaminar a água ao ser aberto o alçapão do reservatório ou se infiltrar pelas suas fendas ou bordas, quando mal vedadas.

A começar pelo adubo orgânico, incompatível com a higidez hospitalar; são razões, entre outras, que levam muitas posturas sanitárias a se contrapor à instalação de reservatórios de água particulares.

Importante medida sanitária, a cargo da manutenção preditiva, é o isolamento de reservatórios enterrados, tanto perimetralmente, como em

sua base; o hiato de ar, exigido por preceitos oficiais, visa à prevenção de percolação de águas poluídas; o mesmo com relação a caixas de água potável e não potável, quando contíguas. Prática, que se vem difundindo para a reservação de baixo volume, são as caixas de “fibra de vidro” de 5.000 litros ou mais, em substituição às de concreto; resta pesquisar o comportamento da fibra de vidro com relação à infiltração e fendilhamentos a longo prazo, particularmente por ação de radiação solar.

Solução mais econômica, em relação ao reservatório inferior é, sempre que viável, instalá-lo acima do piso e não enterrá-lo.

1.4 Subpressão e suas causas (Figura 21, pág. 235)

Importante aspecto de segurança, cuja prevenção a manutenção deve chamar à sua responsabilidade, é a possível ocorrência de subpressão em instalações de água.

Várias são as causas que podem contribuir para a formação de vácuo e sucção em rede de água:

- Múltiplas torneiras (a jusante) ligadas a uma mesma canalização subdimensionada;
- Duto com insuficiente vazão, solicitado bruscamente, por aparelho de grande demanda, como máquina de lavar roupa;
- Água escoando com grande velocidade, em duto maior, arrastando água de ramal menor (efeito Venturi);
- Fechamento de registro geral (para reparos ou limpeza da caixa-d'água elevada) com torneiras (a jusante) consumindo água;
- Alimentação de baixo para cima em duto desprovido de dispositivo quebrador de vácuo, ou de válvula de retenção, cujo nível de água, por qualquer razão, desça bruscamente (por interrupção do sistema elevatório, decorrente de consumo grande na base da coluna);
- Outros.

1.5 Hiato de ar ou separação atmosférica

Sucção pode acarretar risco considerável quando se tratar de mangueira, como de mesa de necrópsia.

Vários equipamentos hospitalares estão sujeitos a sofrer as consequências de inversão de fluxo ou retrorrefluxo, como: autoclave; máquina de

lavar roupa e lavadora de pratos, todas ligadas à rede de esgoto. Para coibir que efluente adentre estes e outros equipamentos, a manutenção deve cuidar da interposição de dispositivo anti-retorno, como hiato de ar, isto é, o duto de descarga desses aparelhos deve ficar desconectado, afastado e acima do dreno ou da rede de esgoto; assim, em caso de sucção, dar-se-á aspiração de ar e não de efluente e, em caso de refluxo, ocorrerá apenas transbordamento do dreno e não invasão do aparelho.

Equipamentos, como autoclaves, destiladores de água, câmaras frigoríficas, resfriadores de mamadeiras e similares, não devem desaguar diretamente em linhas de esgoto convencionais, mas em redes específicas próprias (sistema de ralo crítico e semicrítico ou esgoto de segurança – Figura 1, pág. 50).

1.6 Quebrador de vácuo, respiro quebra-vácuo ou tubo de ventilação (Figuras 21 e 22, págs. 235 e 236)

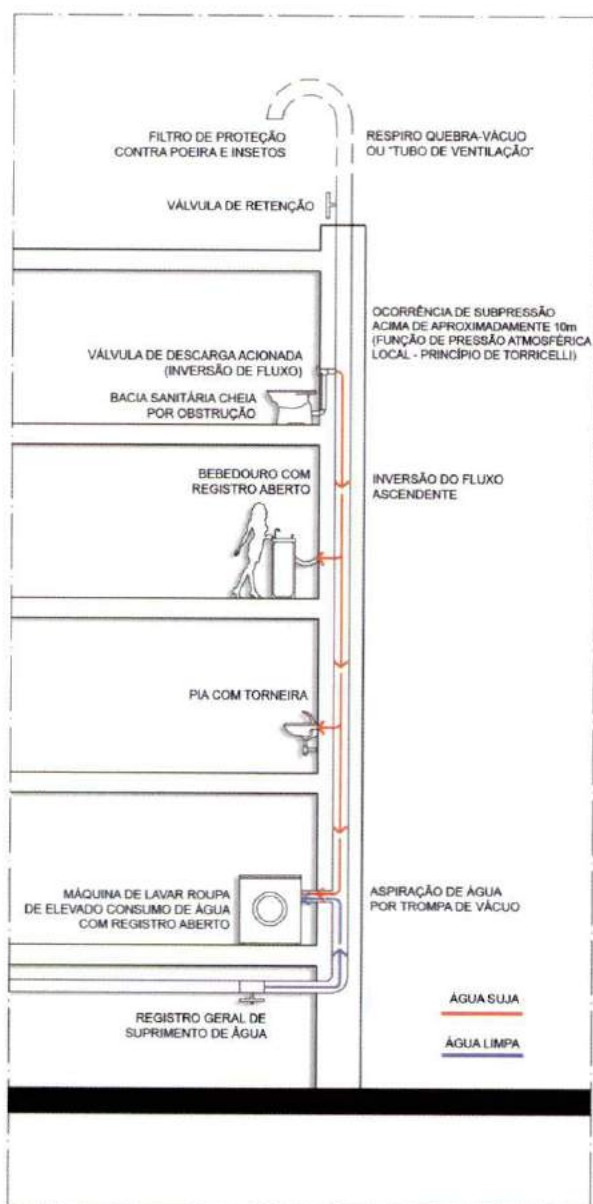
Há ocasiões em que a instalação de dispositivo quebrador de vácuo é indicada (como em mesa de necrópsia); este preventor de refluxo e retrosifonagem protege a rede de água potável de contaminação, por meio de admissão de ar na rede, impedindo assim a ocorrência de subpressão no duto alimentador de água. Outro importante cuidado é a instalação de funil coletor, abaixo e desvinculado do duto de descarga da autoclave.

Solução alternativa à preconizada válvula fluxível, que requer 12 a 15 litros de água por descarga, é a provisão de “bacias acopladas”, que consomem 6 litros de água por descarga. Para evitar a elevação de efluente em duto de descarga, de bacia sanitária obstruída, decorrente da formação de pressão negativa, após sucessivas descargas, recorre-se à válvula quebra-vácuo, que deve ser instalada no mínimo, a 10 cm acima da borda superior da bacia.

Para a superação, de forma mais abrangente, da ocorrência de pressão negativa em redes de alimentação de água, recorre-se ao respiro quebra-vácuo; para isso, vale-se do recurso de franquear o acesso de ar à rede para contrapor-se à sucção. As figuras 21 e 22 ilustram esquematicamente a concepção; para prevenir a aspiração de partículas e a entrada de insetos, sem prejudicar a admissão de ar, a abertura encurvada, em forma de “U” invertido, do respiro, é protegida por um sistema de tela ou filtro.

Figura 21
INVERSÃO DE FLUXO (B) – ASPIRAÇÃO POR
FALTA DE RESPIRO QUEBRA-VÁCUO

(Ilustração esquemática sem escala)

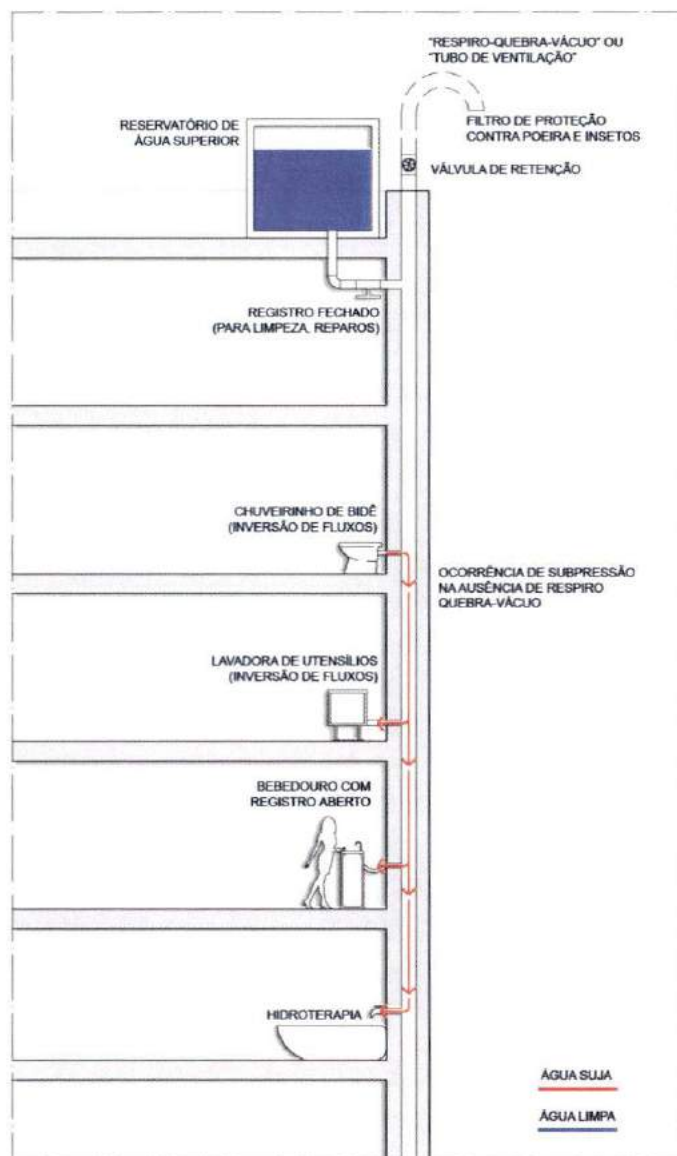


Pressão negativa em rede de alimentação de água ascendente.

Exemplo de ocorrência de subpressão em rede de suprimento de água, alimentação de bebedouro com água poluída, provinda da bacia sanitária, por inversão de fluxo. Para superação de retrossifonagem, recorre-se ao dispositivo quebrador de vácuo ou ao tubo de ventilação. (NBR 5.626)

Figura 22
INVERSÃO DE FLUXO (A) – ASPIRAÇÃO POR
FALTA DE RESPIRO QUEBRA-VÁCUO

(Ilustração esquemática sem escala)



Exemplo de suprimento de bebedouro com água poluída, procedente de bidê e de lavadora de utensílios, por ocorrência de subpressão na coluna de abastecimento de água, decorrente do fechamento do registro de água. Para a superação de retrossifonagem, recorre-se ao dispositivo quebrador de vácuo ou ao tubo de ventilação. (NBR 5.626)

1.7 Prevenção de desperdício e outros

- 1.7.1 A água é um dos muitos desperdícios em que os hospitais incorrem. O item 3, Capítulo II, pág. 82, lista algumas das “fontes e causas de desperdício” de água; verdadeiros mananciais do precioso líquido, inaproveitados e perdulariamente descartados; some-se, a esse desperdício, “rio” de água condensada (vapor condensado a 130 °C, Capítulo XII, item 2, pág. 373) e a água potável, tratada e clorada (40% de toda água) vertida para atender à descarga de bacias sanitárias; são 24 horas, por dia, todos os dias, desfalcando as instituições de saúde: pesado tributo debitado à incúria!
- 1.7.2 A crise energética, do ano 2001, revelou a facilidade com que a população conseguiu economizar 20% a mais de energia elétrica.
- 1.7.3 No dia em que hospitais em dificuldade passarem a monitorar gastos inúteis, esbanjamentos, desperdícios, malversações, gastos supérfluos e falta de racionalização, decorrentes de projetos ineficientes, administração inadequada, recursos humanos desperdiçados, ociosidade, planejamentos físicos falhos, operacionalização e gerenciamento em bases não científicas, gestão financeira inadequada e outros, dar-se-ão conta do quão doentes e pouco competitivas se encontram muitas dessas instituições de saúde. Não é de admirar que tantas instituições de saúde, em nível nacional e internacional, venham sendo compelidas a cessar as suas atividades.

1.8 Inversão de fluxo em aparelhos (Figura 22, pág. 236)

Prevenção de aspiração é também de relevante importância sanitária em relação a lavatórios e outros aparelhos, cujas bicas de entrada de água ou torneiras devem se situar acima do nível de saída ou de transbordamento do aparelho, constituindo o bidê, provido de chuveirinho afogado, risco acentuado à rede de água potável, em caso de inversão de fluxo e aspiração de água em mesa de necropsia ou de bidê (poluída por urina, material fecal, sangue, exsudato vaginal e outros), essa água pode, por aspiração (por pressão negativa na rede), ser inadvertidamente consumida, como através de bebedouro ou outro localizado em pavimento inferior.

1.9 Admissão de água por duto submerso

A máquina de lavar roupa é outro dos muitos equipamentos do hospital a requerer zelosa, inteligente e consciente presença preditiva da manutenção.

Caso o fabricante tenha dotado a máquina de lavar com duto de admissão de água submerso (afogado), isto é, em contato direto com roupa suja e com água de lavagem, cabe à manutenção detectar tal falha e elevar o duto de alimentação acima do nível superior máximo de água da máquina de lavar ou recorrer a outra alternativa antirretorno, por pressão negativa.

1.10 Rede de água não potável

À manutenção cabe particular responsabilidade com relação à prevenção de contaminação do reservatório e da rede de água potável, quando o hospital dispuser, concomitantemente, de reservatório de água potável e de rede de água não potável. Uma das medidas de segurança é distinguir, tanto a rede como a água não potável por meio de cores.

1.11 Identificação por cores

Não é incomum, por ocasião de reparos, alterações, acréscimos e substituições de canalizações, a ocorrência de interconexões e ligações cruzadas, como duto de esgoto sendo ligado a duto de água potável; donde a importância da pintura diferenciada dos diferentes dutos, dentro da convenção de cores da NR-26 – Sinalização de segurança.

Cabe à manutenção, paralelamente, a verificação, de alta responsabilidade, da não ocorrência de troca de cores.

Também a cargo da manutenção está o abastecimento de reservatórios auxiliares de risco, através da interposição de hiato de ar ou separador atmosférico.

Colunas independentes, providas de dispositivo antirretorno ou de reservatórios auxiliares, podem servir como alternativas para a alimentação privativa de mangueiras, de mesa de necrópsia e similares, de alto risco, desde que ofereçam a necessária biossegurança, relativa à sua instalação, ao seu manuseio e desinfecção.

1.12 Teste bacteriológico

Em vista dos riscos a que a água canalizada e as caixas-d'água se encontram expostas, torna-se necessário a periódica verificação bacteriológica da água do hospital; inclusive amostras setoriais.

O processo de esfriamento de mamadeiras por água fria requer controle bacteriológico da água, pois se esta estiver poluída, o papel, que protege o bico (se esta for a técnica usada), pode, por capilaridade, elevar a água até o bico e contaminá-lo.

1.13 Nebulizadores

Outro risco a que a água não tratada expõe pacientes deriva do emprego da nebulização, como aquela destinada a recém-nascidos, em isotele (*water bacterias* ou bactérias de origem hídrica); felizmente essa prática de nebulizar ambientes encontra-se em desuso.

1.14 Golpe de aríete

Golpe de aríete é danoso à canalização e a aparelhos; cabe à manutenção coibir a sua ocorrência, gerada pela brusca interrupção de fluxo de água. Regulagem de registro pode amenizar o efeito do martelo de água, como paliativo à manutenção preditiva, todavia, tem à sua disposição recursos capazes de eliminar o golpe, como o correto dimensionamento de instalações e utilização de acessórios em função dos consumos e pressões de trabalho; aplicação correta de válvulas de fechamento rápido e outros; o mercado dispõe de diferentes tipos de válvulas de fechamento lento, antigolpe de aríete.

1.15 Instalação para limpeza (DML)

Na limpeza de pisos, o sistema de lambaz (*mopp*) desempenha importante auxílio ao serviço de higiene do hospital; a vassoura de cordas (lambaz) é torcida por meio de espremedor acionado por alavanca, acoplado ao receptáculo de água de lavagem; um de água limpa, ou de água de sabão, e outro de água suja, de lavagem. Dotamos os recintos de material de limpeza (DML) de dois tanques diferentes; um tanque inferior ao nível do piso, para receber o despejo e um tanque elevado para a lavagem de baldes, de recipientes e lambaz; a manutenção deve prover o tanque inferior de amplo ralo para evitar extravasamento, e o tanque elevado, de torneira de ampla vazão, para enchimento rápido dos recipientes. Uma ducha de mão adicional é bem-vinda, bem como um ralo no piso, para respingos, gotejamentos e para higienização do recinto; idealmente ambos os tanques deveriam ser de aço inoxidável.

1.16 Filtros de água

Filtros de vela retêm bactérias e partículas; todavia, o seu desempenho confiável está na dependência de alguns cuidados: limpeza e desinfecção periódica, e substituição da vela sempre que ocorrerem indícios de seu adelgaçamento (desgaste) ou trincas; bactérias aprisionadas na vela são potencialmente contaminantes, por isso o filtro deve ser desinfetado com hipoclorito de sódio (NaClO), depois de lavado com água e sabão e com esponja ou similar. As velas devem ser manuseadas com cuidado, principalmente quando molhadas, por partirem-se com facilidade.

O comércio dispõe de vários tipos de filtros, de diferentes vazões e complexidade; seus cuidados de manutenção são os preconizados pelos respectivos fabricantes.

Os aparelhos de filtragem de água, que recorrem a ozônio (O_3), devem ser investigados, pois o ozônio é altamente tóxico (ver Capítulo IX, item 1.5, pág. 341). Se não chega a afetar a saúde dos usuários é porque a sua dosagem é mínima, e por isso, também a sua atuação sobre germes é precária.

É preciso ressaltar que, onde o abastecimento público de água potável é seguro e confiável, reservatórios particulares, bem como filtros, são dispensáveis e mesmo desaconselhados. (Código Sanitário do Estado de São Paulo – Decreto nº 12.342, 07/1992, pág. 21)

1.17 Biofilmes microbianos: *Pseudomonas aeruginosa*

Em áreas hospitalares, o biofilme pode constituir-se em importante fonte de infecção. Biofilmes microbianos são aglomerados de germes, muito resistentes a desinfetantes e a antimicrobianos; costumam manter-se firmemente aderidos a superfícies vivas ou inanimadas; podem também desenvolver-se em sistemas de água de diálise, cateteres, tubos endotraqueais, marcapasso e outros.

Teste bacteriológico periódico da água do hospital pode detectar a presença de *Pseudomonas aeruginosa* (e de outros microorganismos); a sua colonização ocorre em reservatórios de água, canalizações, torneiras, bebedouros, poços e outras partes da instituição.

Pseudomonas aeruginosa são bacilos gram-negativos aeróbicos, invasivos e toxigênicos; a maioria das infecções provém do ambiente hospitalar, onde ocorre maior quebra de mecanismos de defesa imunológica. A pneumonia

é a manifestação clínica mais frequente, mas pode ocorrer em outros tecidos, principalmente na pele, geralmente associada à água contaminada.

Pseudomonas aeruginosa são bactérias oportunistas podendo, em casos graves, levar a óbito, todavia, a erradicação da contaminação do sistema de suprimento de água pode ser conseguida com relativa facilidade, recorrendo-se ao ácido acético orgânico (vinagre); não sobrevivem à exposição, por quinze minutos, ao ácido acético a 5% e acidulação de, aproximadamente, pH 2,36 (*Desinfection and Sterilization*, Ernest McCulloch, 1946, pág. 233).

1.18 Periodicidade de manutenção de instalações hidráulicas

Inspeção mensal contra vazamento de torneiras, bacias sanitárias, caixas acopladas, registros, válvulas de descarga, máquinas de lavar e outros.

Manutenção anual: limpeza de caixas-d'água, de caixas de gordura, calhas, dutos de águas pluviais e outros. Em função de condições locais, pode haver necessidade de periodicidade menor.

2 Sistemas de segurança contra incêndio

2.1 Materiais não inflamáveis

Fogo em hospital assume proporções graves; por isso a prevenção começa pelo emprego de materiais não inflamáveis.

Portas corta-fogo, construídas dentro das normas da ABNT, são especificadas para resistir a determinado número de horas ao fogo.

Portas e divisórias de madeira e outras podem ter a sua resistência ao fogo melhorada quando protegidas com tinta ignífuga. É importante o equacionamento da carga térmica e os riscos por ambiente e assegurar as medidas de proteção requeridas.

2.2 Equipamentos de detecção

Os sistemas de detecção de fogo e detecção de fumaça devem ser inspecionados e testados regularmente; para tanto, esses sistemas dispõem de recursos para testagem simulada, semanal, rotineira; muitas vezes contam com dispositivos de registro automático de falha; os componentes a merecer maior atenção são relés (limpeza) e campainhas. É preciso atentar para as áreas normalmente mais quentes, para coibir alarme falso. Especial atenção

requerem ambientes que ficam desguarnecidos de pessoas por longos períodos, como salas de arquivo morto, de transformadores e depósitos. Alarmes sonoros devem ser testados periodicamente; sirenes devem ser lubrificadas a cada três meses; poeira e tinta devem ser removidas de dispositivos de alarme, quando situados em ambientes expostos ou repintados. O detector de fumaça requer manutenção de contatos, tubos, espelhos, luzes e conexões. O sistema de baterias necessita de cuidados particularizados, como inspeção externa; verificação mensal do nível e densidade do eletrólito e do sistema de carga; funcionamento simulado, acionado a intervalos mensais.

2.3 Origem de incêndios em estabelecimentos de saúde

A NFPA (National Fire Protection Association) em sua pesquisa de junho de 2001, referente à média anual de incêndios, entre 1994 e 1998 publicou os seguintes resultados: cozinha 18,56%; quarto de pacientes 11,7%; lavanderia 8,1%; casa de máquinas 4,5%; áreas vestibulares e corredores 4,3%; escritórios 4,1%; áreas de estar 4,0%; instalações sanitárias 4,0%; laboratórios 2,7%; refeitório 2,6%.

2.4 Hidrantes

Esguicho e requinte (extremidade moduladora do jato de água), como partes integrantes que são da mangueira e do hidrante, devem ser conferidos com frequência quanto a furto, pois são cobiçados por serem de bronze ou latão; não obstante, nunca devem ser retirados ou guardados preventivamente, pois são imprescindíveis no combate ao fogo. O item 1.4, "Superaquecimento de reator", Capítulo II, pág. 70, reporta sinistro de grandes proporções, por falta de requinte em mangueiras de hidrantes.

As mangueiras devem ser desenroladas e inspecionadas semestralmente; nunca retiradas simultaneamente, mas por ala e andares alternados e nem deixar desguarnecidos os respectivos locais dos demais recursos de combate ao fogo. Mangueiras suplementares, de reserva, suprem a retirada provisória.

A sua manutenção requer os seguintes cuidados: estender a mangueira horizontalmente; fechar uma das extremidades; insulflar talco industrial em seu interior ($\frac{1}{2}$ kg para mangueira de 15 m de comprimento); a função do talco é prevenir ressecamento ou enrijecimento da borracha de revestimento interno; não testar a mangueira com água, mas com ar comprimido;

anualmente, proceder à mudança de posição da dobra, para não acentuar os dois vinhos longitudinais que se formam e ao longo dos quais se dá a deterioração da borracha de forração.

A mangueira, uma vez usada ou molhada, deve ser mantida dependurada por 48 horas em local seco, mas não exposta ao sol; em seguida deve ser esticada sobre superfície seca, de preferência de madeira, de três a cinco dias, para a evaporação da umidade interna e externa; antes de ser recolocada na caixa de hidrante, deve ser entalcada para evitar aderência de paredes internas.

Pressão e vazão dos hidrantes requerem verificação periódica.

Registros no barrilete jamais devem ser esquecidos fechados.

A água no reservatório, destinada à alimentação de hidrantes, deve ser conservada permanentemente em seu nível máximo.

A bomba de incêndio, instalada no barrilete, sob a caixa-d'água, destinada a compensar a pouca altura manométrica de pavimentos muito próximos à caixa elevada, deve ser inspecionada anualmente; a instalação hidráulica inclui um *by pass* destinado à testagem do sistema, fazendo a água fluir em circuito fechado.

2.5 Extintores de incêndio

Os extintores de pó químico, CO_2 , espuma e outros devem ser recarregados anualmente, inspecionados periodicamente contra corrosão (inclusive com relação à remoção e furto) e ter testada sua resistência à pressão a cada cinco anos. Não devem ser retirados simultaneamente, quando da recarga; em cada ambiente, 50%, no mínimo, devem ser mantidos a postos.

A descarga do extintor antes de nova carga deve ser feita pelo próprio pessoal da seção respectiva, sob orientação da brigada contra fogo, à guisa de treinamento anual, em local apropriado.

O pessoal deve, também, ser instruído quanto à localização dos extintores e hidrantes, nos respectivos ambientes de trabalho, assim como suas funções e usos.

A proteção de salas de computadores e central de processamento de dados pode ser feita com extintores avulsos de Halon; extintores de CO_2 não devem ser usados, pois podem danificar contatos e ligamentos delicados; da mesma forma, bibliotecas, arquivos, prontuários, mapotecas e outros, passíveis de serem afetados pela água de hidrantes, em caso de combate a fogo, devem, preferencialmente, recorrer a extintores de tetracloreto de carbono (CCl_4).

Os extintores químicos comuns BC, contra incêndio, contam com novo modelo mais aperfeiçoado; no concernente a veículos, o Contran, pela Resolução nº 157 de 22 de Abril de 2004, aprovou os extintores designados por ABC; uma de suas particularidades é o prolongado tempo entre recargas: a cada cinco anos.

2.6 *Sprinklers*

Sprinklers, em hospital, têm uso definido em norma.

Devem ser instalados em ambientes, locais, situações, instalações e equipamentos sujeitos a risco de incêndio ou explosão, como em depósitos, guarda de lixo e resíduos secos, coifa de fogão de cozinha e seu duto de exaustão, tubulão de descida de roupa suja, casa de máquinas e onde são empregados óxido de etileno, hélio, gases combustíveis e outros.

Sprinklers não devem ser obstruídos por prateleiras, armários, material estocado ou empilhado.

Na ausência de *sprinklers* em cozinha, extintores devem ser mantidos à mão, junto a coifas de fogão; coifas e dutos devem ser conservados limpos e livres de gordura (por esta ser inflamável).

Sprinklers, quando previstos, requerem compatibilização com a temperatura correspondente ao ambiente a proteger.

Sprinklers de Halon são utilizados em salas de ressonância magnética (resfriada a hélio); em salas de computadores e central de processamento de dados, os *sprinklers* são localizados em três níveis diferentes: no ambiente, sob o piso elevado e sobre o forro falso.

Recomendamos que a água de *sprinklers* não deve incidir diretamente sobre pacientes, sob pena de ser causa de várias consequências: susto, pânico, desligamento brusco de aparelhos, monitores, oxigênio, soro, transfusão; afogamento de RN, de idosos, paraplégicos, pacientes em coma; ataque cardíaco, eletrocussão, outros. Outro risco a que o *sprinkler* automático sujeita pacientes é disparar acidentalmente, sem a ocorrência de incêndio.

2.7 Brigada contra fogo

A brigada contra fogo deve executar treinamentos, simulações e inspeções periódicas também com relação a equipamentos de segurança e de proteção contra fogo e acidentes, sempre acompanhados pela manutenção (bem como na elaboração de relatórios).

2.8 Procedimentos em caso de incêndio

As instituições de saúde, além de sujeitas a procedimentos convencionais, em caso de fogo, enfrentam situações peculiares, como: de pacientes sob anestesia; em ato cirúrgico; transfusionados; em coma; em isolamento; em UTI; imobilizados; atados ao leito; dependentes de aparelhos; outros.

Mesmo a provisão de recintos de alojamento ou refúgio obrigatório para conter acamados e outros, em cada pavimento de EAS, protegidos por portas e paredes contra-fogo, não constituem resposta para atender a todas as situações, inclusive quanto a recursos humanos requeridos.

A atual mobilização Projeto Brasil Sem Chama está profundamente empenhada em enfrentar cientificamente e tecnicamente a problemática do incêndio, de maneira eficaz e segura, em ambiente nacional.

A RDC 50, de 21 de fevereiro de 2002, no Capítulo 8, “Condições de segurança contra incêndio”, e a Instrução Técnica 11/2004 do Corpo de Bombeiros detalham os recursos e medidas a serem observados por EAS.

3 Água quente

3.1 Circulação

O sistema por gravidade vale-se da corrente de convecção e da desigualdade de densidade decorrente da diferença de temperatura entre as circulações de alimentação e as de retorno, para assegurar o fluxo da água.

O sistema de retorno forçado requer bomba de circulação e, conseqüentemente, mais um equipamento aos cuidados da manutenção.

A possibilidade de invasão (contrafluxo) da rede de água quente por água fria (de pressão maior) deve ser considerada pela manutenção; é o que ocorre em casos em que os registros de água quente e de água fria forem abertos, encontrando-se o terceiro registro, à saída do misturador, fechado ou quando essa saída for provida de ducha lava-comadre de mão, autovedante e o sistema não contar com válvulas de retenção.

3.2 Válvula autovedante (Figuras 23A-B-C e 23D, págs. 246 e 247)

O recurso de dois comandos por pé, autovedantes e independentes, tipo Quipex, permite liberar só água fria, só água quente (necessária em hospitais) ou água misturada obviando os inconvenientes acima apontados; a mistura se obtém quando as duas válvulas forem premidas concomitantemente, com

Figura 23A-B-C
VÁLVULA AUTOVEDANTE ACIONADA POR PÉ
(Ilustração esquemática sem escala)

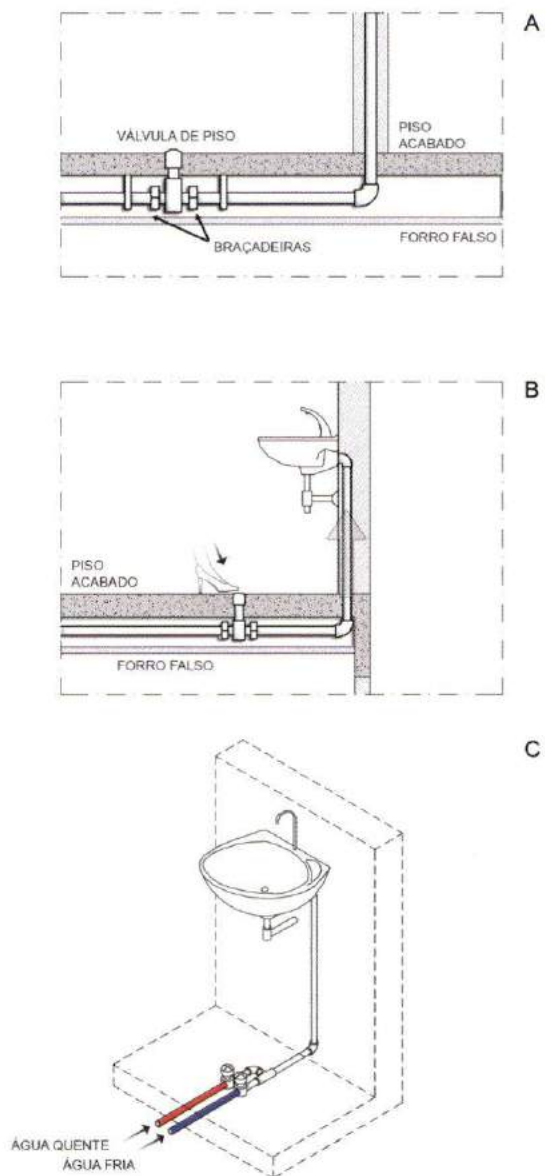
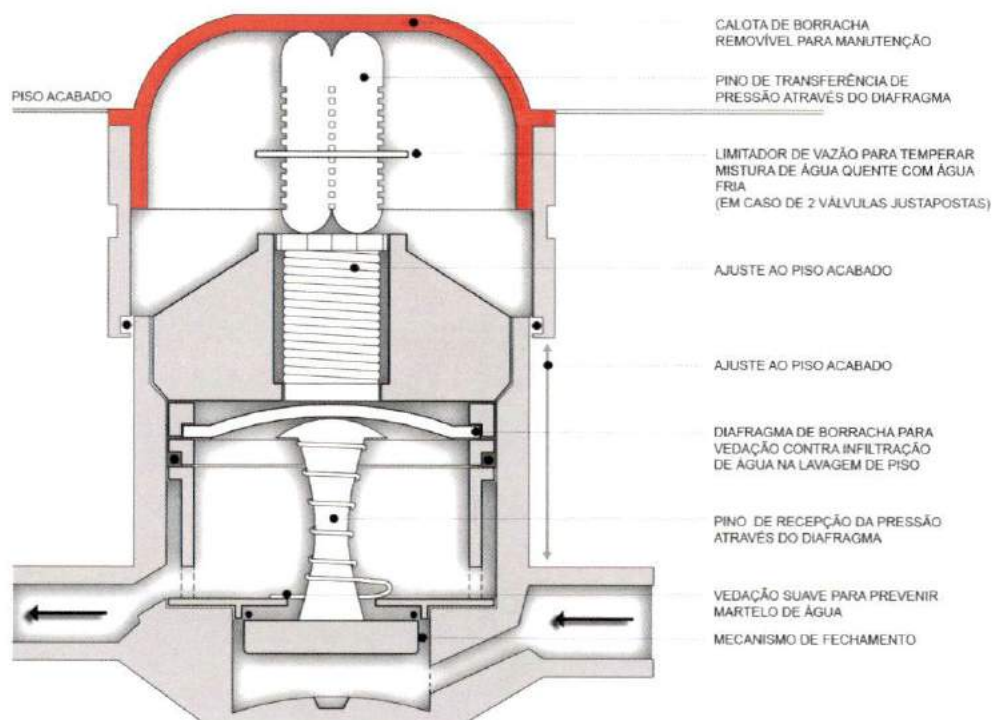
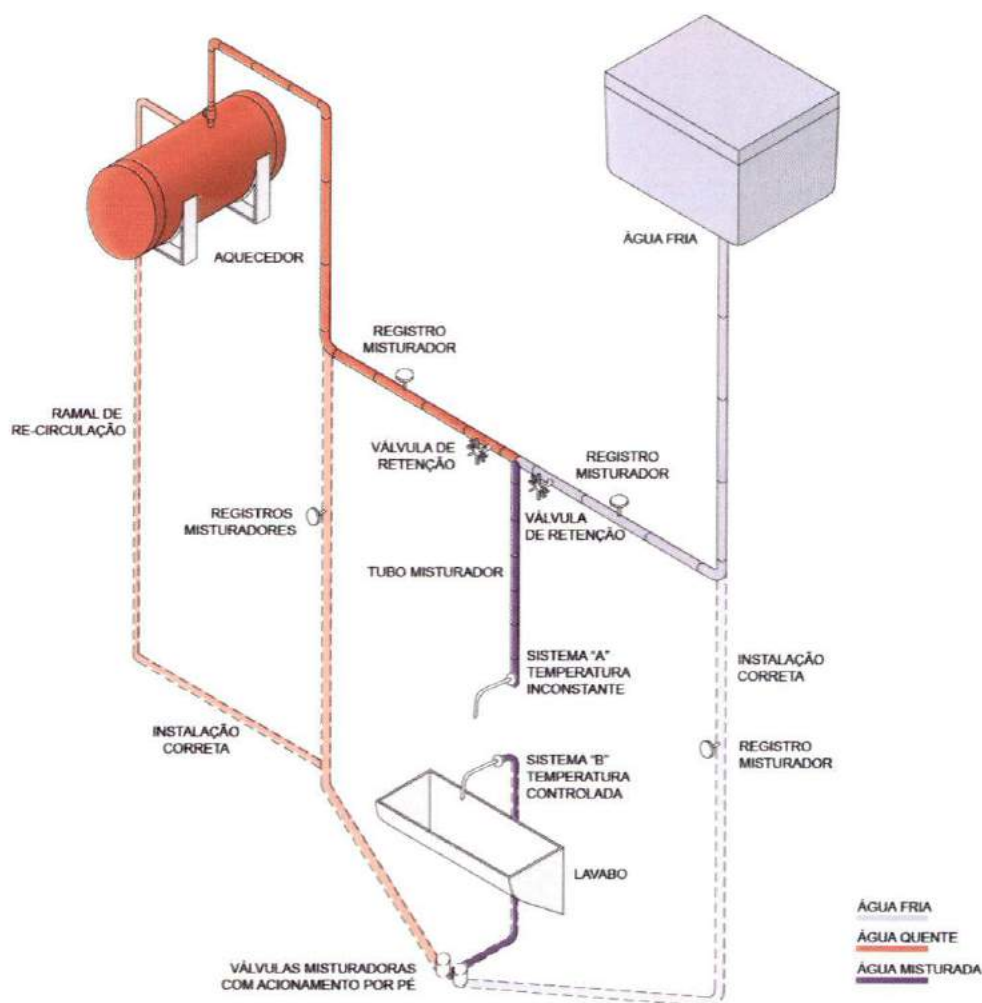


Figura 23D
VÁLVULA AUTOVEDANTE ACIONADA POR PÉ
(Ilustração esquemática sem escala)



Prevenção de contaminação da rede. Economia em água. Proteção de mão e volante de torneira contra contaminação. Prevenção de contrafluxo.
(Gentileza da Quipex Ind. e Com. Ltda.)

Figura 24
 ÁGUA DE TEMPERATURA CONTROLADA
 (Ilustração esquemática sem escala)



- A.
 Contato da água quente com a fria no duto misturador eleva ou abaixa a temperatura em função da temperatura da água quente, do comprimento do tubo misturador e do tempo de contato (torneira fechada). Válvulas de retenção impedem refluxo (temperatura inconstante da água).
- B.
 Recirculação mantém a temperatura da água constante (temperatura controlada da água).

a vantagem adicional de possibilitar regulação de temperatura. Válvulas autovedantes têm ainda a seu favor a contenção de desperdício de água e a proteção das mãos contra contaminação, já que o acionamento é feito por pé; não vaza e a água nunca se infiltra pela válvula, nem mesmo ocorrendo pressão negativa na rede.

Outra forma de coibir contrafluxo consiste em dotar os dutos de água quente e fria com válvulas de retenção, recurso que viabiliza o uso da ducha lava-comadre com esguicho de mão autovedante.

3.3 Válvula purgadora de ar

A instalação de eliminador de ar e vapor, em sistema de água quente, evita a formação de bolhas, a ocorrência de sifonagem e de golpe de aríete.

3.4 Controle de temperatura (Figura 24, pág. 248)

O controle da temperatura da água, dos diferentes ramais, requer zelosa regulação; água quente demais, em chuveiros e torneiras, pode ocasionar queimaduras, além de desperdício de combustível e de água; água insuficientemente aquecida, como em lavanderia, pode prejudicar a qualidade da lavagem de roupa. Por sua vez, deficiente ou inconstante suprimento de água fria, decorrente de rede subdimensionada, sifonada, incrustada ou sujeita a subpressão, pode alterar a constância da vazão e da dosagem de água quente com água fria e provocar desconforto e queimaduras, principalmente em banho de ducha.

Temperatura inconstante, como a de lavabo de escovação de centro cirúrgico, às vezes decorre da reduzida extensão do duto entre misturador e torneira de saída e ao período de contato da água quente com a fria.

Falta de sistema de retorno e recirculação de água quente pode levar a considerável desperdício de água, à espera da água quente.

Água excessivamente quente é causa de dois desperdícios: energia de aquecimento e água fria; esta requerida para baixar a temperatura; sem dúvida, constitui aberrante contrassenso: elevar a temperatura sem necessidade, para em seguida baixá-la.

Válvulas solenoides instaladas nos ramais de saída de água quente e fria, acionadas eletricamente, por pedal, constituem recurso alternativo às válvulas autovedantes, para assegurar mistura à temperatura uniforme, em ramais extensos. Em situações particulares, a manutenção pode lançar mão

de equipamentos eletrônicos, do tipo Temperfix e Agomix, que regulam automaticamente os fluxos de água quente e fria, mantendo a mistura à temperatura para a qual foi regulada; pode também realizar o controle de temperatura com válvulas misturadoras, do tipo Rada, água fria ou água fria-água quente, ou, ainda, com válvulas misturadoras do tipo Dynalfluid (vapor-água fria), as quais são dotadas de sistema de segurança que, na falta de água, não permitem passagem de vapor.

O misturador Temperfix pode ser conjugado à válvula autovedante Quipex, acionada por pé, para suprimento de água para escovação pré-cirúrgica, a uma temperatura constante; conjugação essa possível graças às válvulas retentoras, de água fria e de água quente, com que o misturador se encontra dotado.

3.5 Par galvânico

Precaução deve ser tomada contra a possível corrosão, por diferença de potencial eletroquímico, decorrente de contato de metais distintos a temperaturas diferentes. A fim de evitar que íons de cobre sejam carreados e depositados pela água, levando risco de corrosão à canalização de ferro galvanizado, a técnica recomenda que o encanamento de cobre seja instalado a jusante; tal como em instalação de bombas de recalque, que são de ferro e antecedem a canalização de cobre; preceito que vem de encontro à dificuldade imposta pelo mercado, que não dispõe de junção de cobre em “Y”, necessária à interligação de dois conjuntos de bombas de recalque; em vista de a junção de cobre em “T” não ser utilizada, por acarretar problemas de desempenho, a melhor solução, na circunstância, é a execução do trecho bomba-junção “Y”, em ferro galvanizado e só após a junção “Y”, em duto de cobre; duto elástico, intercalado entre ambos, teria o mérito de, além de prevenir a transmissão de vibrações, impedir o contato de metais diferentes, entre si.

3.6 Isolamento térmico

Todo sistema de água quente, tanto quando embutido (em parede), como quando exposto (em espaços técnicos ou passadutos verticais ou horizontais), deve ser isolado contra perda térmica, visando à redução de consumo energético; a proteção da canalização é feita com calha de sílico de cálcio, de lã de vidro, lã de rocha ou outro; quando aparente, o

recobrimento é feito com folha lisa ou corrugada de alumínio; canalizações embutidas podem ser isoladas com massa de silicato de cálcio, sendo abandonada a prática do envolvimento com massa de cimento e amianto, por este ser cancerígeno. É de responsabilidade da manutenção a verificação, periódica, do estado de isolamento das tubulações e dos equipamentos; o isolamento de canalizações de água resfriada, assim como o do sistema de ar condicionado, é realizado com calhas e placas de isopor (EPS – *Expanded Polystyrene*).

3.7 Registros e válvulas

O consumo de água quente e fria é considerável em hospitais, e varia em função da sua complexidade, das suas áreas verdes e outros (600 l/leito/dia ou mais). Para reduzir o consumo supérfluo, como de torneiras deixadas abertas ou pingando, a indústria dispõe de válvulas autovedantes, temporizadoras, acionadas por pé, por célula fotoelétrica e outros. Registros como os de máquinas de lavar roupa devem ser de alavanca, de fechamento rápido (volantes convencionais consomem esforço e tempo); os dutos de alimentação devem ser de grande vazão, para permitir rápido enchimento de máquina de lavar e outras, o mesmo com relação a enxágue e descarga de água.

3.8 Chuveiros

Chuveiros e aparelhos elétricos são sensíveis à água dura, isto é, a sulfatos de cálcio, de magnésio e outros e se deterioram rapidamente. Provisão de efetivo aterramento é necessário para prevenir descarga elétrica e mesmo eletrocussão; cuidado que requer testagem periódica.

3.9 Aquecedores

O acumulador-aquecedor de água, aquecido a vapor, por transferência de calor latente, por meio de trocador de calor, dispõe de serpentina, abertura para inspeção, limpeza e saída de condensado; ligações para água fria e água quente; válvula de segurança; eliminador de ar; quebra-vácuo; válvula termostática, termômetro, purgador e outros, todos da alçada da manutenção, para inspeção e periódica descarga de água.

Outros sistemas de aquecedores disponíveis são os a gás combustível, de passagem e por acumulação; os aquecedores elétricos, apesar de mais

seguros e práticos, estão sendo preteridos pelo elevado custo da energia elétrica (ver “Energia solar”, Capítulo XIII, item 2, pág. 393).

Os aquecedores a gás requerem estrita observância às normas de segurança, concentração de gases de combustão, como de monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), ozônio (O₃) e outros podem ser fatais.

A Comgás exige, entre outras medidas de segurança: saída elevada para o exterior, de chaminé de 10 cm ou mais de diâmetro; permanente ventilação suplementar para o exterior por caixilho ou outra abertura e grelha inferior de ventilação entre ambientes.

3.10 Legionela em sistema de água quente

As legionelas são organismos aquáticos (*water bacteria*). A *Legionella pneumophila* (Lp) é uma bactéria gram-negativa, não esporulada, que prolifera em temperaturas mais elevadas.

A legionela é encontrada, e pode colonizar, em reservatórios de água quente e chuveiros, em encanamentos, registros, torneiras, nebulizadores, mangueiras, condensadores, bandejas umidificadoras de ar condicionado e torres de resfriamento.

A legionela não é transmitida por pessoas, mas pelo meio ambiente e, em hospitais, a aspiração de água contaminada, de vapor ou gotículas de água, contendo aerossol contaminado, pode dar origem a pneumonia por Lp, fatal em idosos, imunodeprimidos e em afetados por alcoolismo e tabagismo. A taxa de mortalidade é de 39% a 50%, em pacientes suscetíveis (Long-term control of *Legionella* species in potable water after a nosocomial Legionellosis outbreak in an Intensive Care Unit. Joseph Boran, MPH e outros. *Infection Control and Hospital Epidemiology*, set. 2000, vol. 21, nº 9).

3.11 Manutenção de sistema livre de legionela

A hipercloração contínua (1-2mg/litro, 1-2 ppm de cloro residual) do sistema de água tem se mostrado efetiva, podendo, no entanto, causar problemas de corrosão em encanamentos e formação de substâncias carcinogênicas (trialometanos); outra forma de hipercloração é a que recorre à concentração de 10mg/litro ou mais de cloro livre residual pelo tempo de cinco minutos ou mais (“A importância do meio ambiente hospitalar”, de Cláudio Sérgio Pannuti, pág. 449, em *Infecções Hospitalares, Prevenção e*

Controle). O Hospital das Clínicas de São Paulo também vem conduzindo pesquisas nesse sentido.

Descontaminação, sem causar maiores inconvenientes, é conseguida pelo aquecimento da água a 65 °C ou mais por 5 minutos.

Para a prevenção continuada e econômica de colonização de *legionella* no sistema de água quente, em hospitais, sugerimos recorrer a dois aquecedores, dotando-os de dispositivo para seu uso alternado; enquanto um é mantido a 65 °C-70 °C, o outro abastece a rede em torno de 50 °C; e assim alternadamente, com a vantagem de, além de assegurar a permanente desinfecção da água, prevenir o risco de causar queimaduras em usuários.

A temperatura e o tempo ideal de exposição e a periodicidade de alternância carece, todavia, de pesquisa mais acurada.

Antes de o sistema de aquecedores alternados entrar em operação, a desinfecção de encanamentos, torneiras, registros e chuveiros é feita deixando água quente, a 70°C, escorrer por 30 minutos.

O *Draft Guideline for Environmental Infection Control in Health Care Facilities*, de 2001 do CDC (Centers for Disease Control and Prevention), de Atlanta (USA), dedica extenso capítulo a legionelas em hospitais e os recursos disponíveis para o seu controle e prevenção.

4 Instalações sanitárias

4.1 Drenos e ralos

No conserto e desentupimento de ralos, desconectores e drenos, a manutenção deve levar em consideração tratar-se de um componente do sistema de esgoto; por isso, luvas, lavagem de mãos e outros cuidados higiênicos são essenciais.

Na ocorrência de obstrução da rede de esgoto, o primeiro aparelho a refluir é o ralo, razão pela qual é contraindicada a sua instalação em pisos, como de câmaras frigoríficas (onde costumam ser deixadas caixas de alimentos fora das prateleiras).

A manutenção pode tolerar ralo em câmara frigorífica, quando este desaguar indiretamente na rede de esgotos, isto é, através de hiato de ar, instalado fora do âmbito da câmara (ver “Ralo de segurança”, Figura 1, pág. 50).

4.2 Higienização de “comadre”

A “ducha lava-comadre” é um recurso prático, econômico e eficiente à disposição do pessoal do hospital na tarefa de higienização de “comadres” e de “papagaios”. Resume-se a uma mangueira, conectada ao suprimento de água, com chuveirinho na extremidade, localizada junto à bacia sanitária e acionada por registro de parede, de mão ou por válvula autovedante acionada por pé.

Concebida originalmente para o uso específico da enfermagem, foi, em 1958, introduzido por nós no Hospital São Domingos de Uberaba (MG), para ser usada, por pacientes, como ducha para higiene íntima.

Essa dupla função, no entanto, acarreta situações que, uma vez conscientizadas, demandam certos cuidados:

4.2.1 A mangueira, quando longa e com esguicho metálico, pode adentrar a bacia sanitária e danificá-la e, ainda, aspirar o efluente (em caso de ocorrência de subpressão).

4.2.2 O chuveirinho pode contatar o interior da comadre ou ser atingido por respingo e ser contaminado. A forração da comadre com papel (de jornal ou outro) evita a aderência do material fecal à comadre e torna a tarefa de sua higienização menos penosa.

4.2.3 Chuveirinho colonizado pode constituir-se em risco de contaminação tanto do paciente quanto da enfermagem.

4.2.4 A provisão de duas mangueiras, uma específica para comadres e outra para pacientes, nem por isso obviaria os riscos (podendo mesmo agravá-los quando confundidas).

Na tentativa de viabilizar o uso seguro e cômodo da ducha de higienização, em suas duplas funções, sem acarretar os riscos apontados, preconizam-se os seguintes cuidados:

4.2.4.1 Localizar a tomada de água (provida ou não de regulador de temperatura) a altura acima de 1,60 m do piso.

4.2.4.2 Instalar, junto à bacia sanitária, como alternativa ao sistema de controle manual, válvula autovedante acionada por

pé, em posição conveniente ao paciente (postura sentada) e à enfermagem (postura em pé); a válvula acionada por pé libera as mãos, evita que estas atuem como fômites (veiculadoras de contaminação) e dispensa o esguicho quando utilizado o tubo de higienização.

- 4.2.4.3 Manter a parte superior da mangueira alçada por ação de mola ou de outro sistema; conservando, assim, a ducha à altura ou acima da bacia sanitária, ajustada à melhor posição para a lavagem de comadre.
- 4.2.4.4 Prover o ralo, no piso, em posição correspondente à vertical da ducha, próximo à bacia sanitária para acolher gotejamento de água remanescente na ducha, quando em posição pendurada.
- 4.2.4.5 Dotar o duto alimentador ou a tomada de água de dispositivo quebrador de vácuo, respiro quebra-vácuo ou “tubo ventilador”, para prevenir eventual aspiração.
- 4.2.4.6 Regular a mola, ou outro sistema, para retorno automático da mangueira à posição original, quando deixar de ser tracionada pelo paciente, ao final da higienização.
- 4.2.4.7 Remoção do plástico protetor do tubo de higienização, após completado o seu encaixe, pelo paciente ou enfermagem, na espera da mangueira.
O tubo de higienização individual de paciente constitui-se em um tubo de plástico desinfetado (descartável ou não), a exemplo do tubo sugador esterilizado, utilizado em odontologia. O saquinho plástico protetor é reutilizado quando da remoção do tubo higienizador do paciente.
- 4.2.4.8 O encaixe do tubo de higienização de comadre, de cor diferenciada, na espera da mangueira é encargo da enfermagem. Ao término da operação lavagem de comadre, o tubo de higienização de comadre é reposto, com a devida técnica, no saco plástico protetor original, no

ato da sua remoção da espera da mangueira; em seguida, é encaminhado para higienização, desinfecção e reuso, senão para descarte.

4.3 Assento-bidê-ducha

- 4.3.1 Visando atender à necessidade sentida pelos hospitais, por um substituto ao tradicional bidê, escoimado de suas desvantagens, concebemos o assento-bidê-ducha, de 8 cm a 10 cm de altura, (existente no mercado) equacionando, assim, a normalmente, baixa, incômoda e pouco anatômica altura das bacias sanitárias e a necessária inclinação requerida pelo esguicho inter-assento, para a higienização íntima de pacientes.
- 4.3.2 A consagrada ducha de mão seria utilizada exclusivamente para a higienização de comadre.
- 4.3.3 Para a higienização do paciente o assento-bidê disponibiliza um esguicho, encaixado e reentrante, na parte posterior, inferior do assento da bacia sanitária, comandado por registro de mão ou válvula de pé, convenientemente posicionados.
- 4.3.4 O esguicho, à guiza da ducha de bidê convencional, devidamente angulado, ou mesmo passível de direcionamento manual, por se encontrar acima da borda superior da bacia sanitária, portanto fora de alcance do efluente, oferece a muito necessária segurança contra qualquer possível aspiração, em caso de extravasamento da bacia, por obstrução da rede de esgoto.
- 4.3.5 Pelo fato de o esguicho encontrar-se totalmente reentrante e encaixado no assento, não fica exposto e nem sujeito a ser atingido por material fecal, requisito esse de relevante importância.

4.4 Banho de assento

Para atender à necessidade de banho de assento, em substituição do bidê, recorreremos à bacia de aço inoxidável, esterilizável, disponível no mercado e encaixável em bacia sanitária da linha Deca P51 e outras, dotadas de

geometria circular, de abertura compatível, facilitando a coleta de material para exames de laboratório ou a higiene.

4.5 Ducha de mão

Solução simples e prática para banho, em complemento ao chuveiro, é a propiciada pela ducha de mão, instalada junto ao chuveiro, no compartimento de banho, inclusive para banho de cadeirinha, de maca ou cadeira de rodas higiênica, banho assistido e outros.

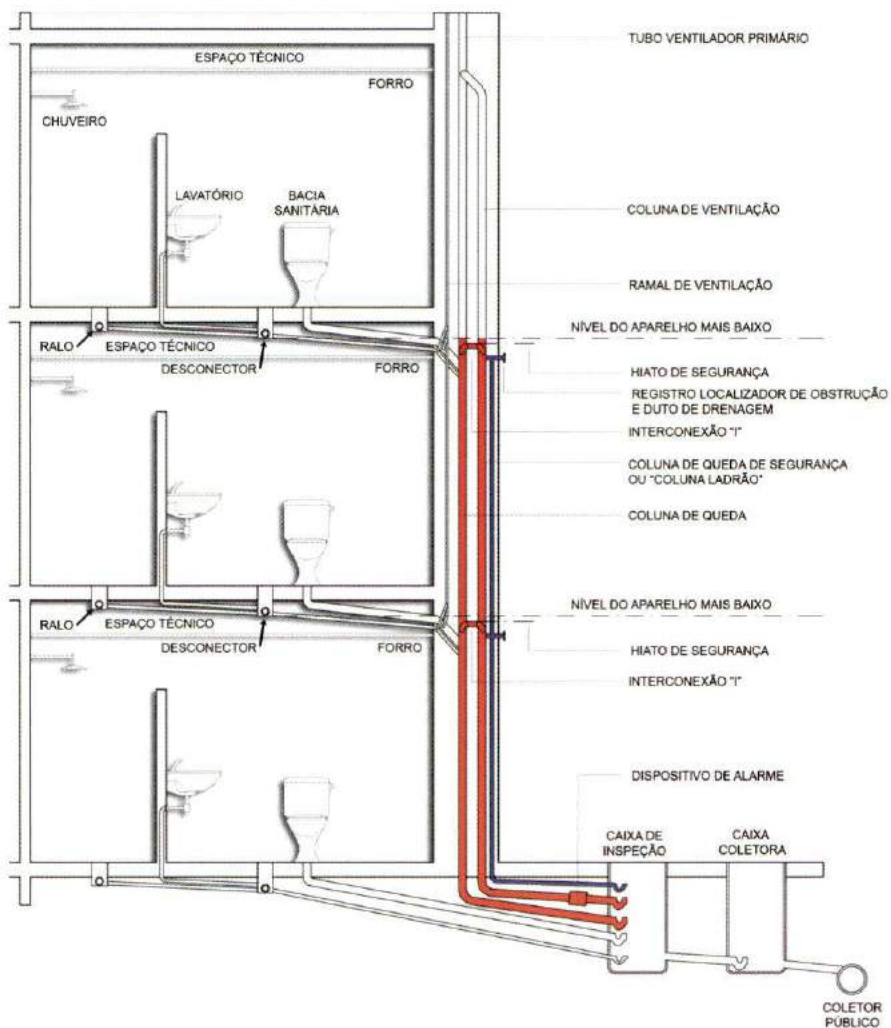
4.6 Ralo de segurança (Figura 1, pág. 50)

4.6.1 Graças ao sistema de ralos de segurança, diferenciados e segregados, designados por ralos críticos e ralos semicríticos, as áreas assépticas e semicríticas encontram-se protegidas contra a possibilidade de refluxo; a rede desses ralos, como preconizamos, é privativa, específica e sem conexão direta com a rede de esgoto, mas preventivamente, por meio de sifão e hiato de ar; o deságue é feito em caixa coletora, e, assim, só indiretamente vinculada ao coletor geral; em caso de elevação de efluente dentro da caixa coletora, nenhum dreno da rede de ralos é alcançado, protegido que se encontra por hiato de ar ou separação atmosférica e por drenagem complementar (ladrão, fossa séptica ou outro).

4.6.2 Sistemas de grelhas vedantes (sobregrelha giratória, tampa rosqueada ou ralo telado) são coadjuvantes na prevenção de foco de insetos; todavia, solução efetiva é a instalação de sifão na ponta distal do duto; impedindo que insetos, principalmente baratas, provindas da caixa coletora da rede de esgoto (normalmente colonizadas com coliformes e outros) adentrem a canalização e alcancem ralos e drenos; constituindo exemplo da importância de se remontar à causa e não se ater a efeitos.

4.6.3 O sistema de segurança pode ser estendido, também, a outros aparelhos, inclusive a vasos sanitários, bastando para tanto dotá-los de coluna exclusiva ou independente.

Figura 25
ESGOTO DE SEGURANÇA COM COLUNA-LADRÃO E RAMAL-LADRÃO
(Ilustração esquemática sem escala)



Coluna e ramal de esgoto duplicados, para coibir ocorrência de refluxo em aparelhos.
Interconexão I, entre tubo de queda e coluna-ladrão, I localizada em nível abaixo do ralo ou desconector. Registro localizador de obstrução e respectivo dreno, sifão contra acesso de insetos.

4.7 Selo hídrico

A água de vedação de sifão e de ralo (selo de água) impede a emanação de gases provindos da rede de esgoto; todavia, o selo hídrico está sujeito a evaporar-se, a ser expelido por pressão do efluente e a ser absorvido por sucção (efeito Venturi).

A provisão de sistema de ventilação que atenda cada aparelho sanitário, inclusive ralos, solucionaria esse problema; já para a reposição do selo hídrico, torna-se necessária a conexão do ralo a um aparelho alimentador, como lavatório, pia ou bebedouro, instalada de forma a impossibilitar que águas servidas possam elevar-se e atingi-los.

4.8 Esgoto de segurança (Figura 25, pág. 258)

Ambientes hospitalares e outros carecem de proteção contra aparelhos que, inopinadamente, extravasam em horas e locais os mais impróprios.

A prumada de segurança ou coluna-ladrão constitui-se em recurso efetivo de proteção, ensejado pela manutenção preditiva e destinado a evitar o refluxo de ralo, de lavatório, pia, banheira, tanque ou de bacia sanitária, decorrente de obstrução de tubo de queda. A coluna de segurança, como concebida por nós, consiste em uma segunda prumada, de igual diâmetro e igualmente provida de duto ventilador, instalada paralelamente à coluna primária, a ela interligada por conexões ligeiramente sobrelevadas. Ocorrendo obstrução da prumada primária de esgoto, o efluente, represado a jusante, sobe até alcançar a interconexão e extravasa pela coluna-ladrão; situando-se as interligações em altura aquém do nível dos pisos dos pavimentos respectivos, o contrafluxo do efluente fica impossibilitado de chegar até o ralo ou outro aparelho, preservando-o, assim, de transbordamento.

A prumada de segurança continuará a derivar o efluente enquanto a obstrução persistir, donde a necessidade de um sensor ou dispositivo de alarme para alertar a manutenção da ocorrência de obstrução; esta poderá ser detectada, através de registros localizadores de obstrução instalados na coluna-ladrão. Os registros são acionados, pela manutenção, em sequência, a começar pelo pavimento mais elevado. O primeiro registro a acusar presença de líquido identifica o pavimento da obstrução; um duto de pequeno diâmetro interliga os registros seletivos à caixa coletora de esgoto, onde o surgimento de líquido indica por qual dos ramaís de interligação está-se dando o extravasamento de efluente.

Outros dispositivos, inclusive elétricos, eletrônicos e outros podem acusar ou dar o alarme, indicando onde se encontra a obstrução.

O sistema de esgoto de segurança aplica-se também a ramais de esgotos horizontais. A rede duplicada, ou ramal-ladrão, é conectada ao sistema coluna-ladrão ou coluna-extravasora; a interligação entre ambos os sistemas é feita por conexões de igual diâmetro, de tal maneira a só derivar efluente em caso de sobrepressão ou sobrelevação.

4.9 Desentupimento de vaso sanitário

Meio expedito de desentupimento de vaso sanitário é proporcionado por frasco plástico vazio de refrigerante ou de água mineral comum, de 1,5 litros ou 2 litros, posicionado na abertura de deságue do vaso; ao ser pressionado, exerce potente efeito de pistão, que prontamente desaloja a maioria das obstruções.

4.10 Instruções sobre uso

À manutenção é atribuído o encargo adicional de conscientizar o pessoal do hospital quanto ao descarte pernicioso, na rede sanitária, de elementos sólidos, não compatíveis com o sistema de eliminação de efluentes, tais como seringa, frasco, gaze, algodão, ampola e outros; tarefa ainda mais difícil é a de coibir que usuários e pacientes lancem na bacia sanitária absorvente feminino, chumaço de papel higiênico, casca de fruta e até calçado velho; sempre há os que tomam o vaso sanitário e o ralo como “lata de lixo”.

A provisão de acessos à rede sanitária, quando em número adequado e convenientemente localizados e posicionados pela arquitetura e engenharia preditivas, de muito facilita o trabalho de desobstrução da manutenção. É o caso de se ponderar se os habituais dutos de 10 cm de diâmetro (4 polegadas) não devam ser substituídos por dutos de maior diâmetro, de 12,5 cm (5 polegadas, ainda não disponível no mercado), em áreas de maior risco de obstrução. A grande contribuição sanitária assegurada pela majorada vazão da rede seria o descarte do papel higiênico servido diretamente na própria bacia sanitária, eliminando-se o anti-higiênico, antiestético e altamente poluído “cesto de papel higiênico”, sistema anacrônico esse, que, ainda, obriga ao seu desagradável e inseguro descarte e também a considerável consumo de tempo e de mão de obra.

- 4.11 Não é incomum serem vistos “catadores de papel higiênico servido”, devidamente protegidos, acionar maçaneta de portas e apertar botões de elevador com a mesma luva, altamente poluída pelo papel higiênico recolhido, disseminando patógenos hospital a fora.

5 Águas pluviais

5.1 Calhas e condutores

Instalações de escoamento de águas pluviais merecem da manutenção preocupação quanto a folhas, poeiras, terra e detritos, que se acumulam em redes e caixas, em calhas, rufos, condutores e ralos de drenagem, em caixas coletoras, caixas de passagem, caixas de areia, bueiros e dutos de lançamento. A obstrução decorrente pode dar causa a transbordamento, infiltração, vazamento, alagamento, e consequentes danos, prejuízos, curto-circuitos e outros. (ver “Funilaria”, Capítulo III, item 7.4, pág. 137).

6 Ar comprimido

6.1 Ar comprimido industrial

O ar comprimido industrial é gerado por compressor convencional e se destina ao acionamento de equipamentos e para fins de limpeza. Os principais usuários são: a oficina de manutenção, a lavanderia e a central de esterilização.

Além do sistema centralizado, o suprimento pode dar-se de forma descentralizada, utilizando equipamentos localizados junto aos pontos de consumo.

Um sistema de ar comprimido industrial hospitalar é basicamente integrado por: compressores, linhas de suprimento, tanques de ar comprimido, manômetros, válvulas e registros. A sua manutenção deve ser programada, englobando entre seus cuidados descarga dos compressores, feita periodicamente, por meio da válvula localizada sob o tanque, visando ao arrasamento de óleo e condensado; linha de suprimentos com caimento, para facilitar o escoamento e prevenir retenção de condensado; localização de compressores levando em consideração o ruído produzido e a ventilação requerida. Por segurança e para facilidade de manutenção, é aconselhado que sua instalação conte com um conjunto duplicado de compressores. Os requisitos de manutenção são, em grande parte, semelhantes aos dos

compressores de ar medicinal comprimido; a diferença maior é o acréscimo de cuidados referentes ao controle de qualidade do ar.

6.2 Ar comprimido medicinal e motriz

O ar comprimido medicinal insere-se no conjunto dos suprimentos que jamais devem faltar ou falhar.

A continuidade operacional, de qualquer instituição de saúde, repousa basicamente nos seguintes suprimentos: eletricidade, água, oxigênio, vácuo, ar comprimido, vapor, ar condicionado (este na dependência do local, uso e função).

O ar comprimido, para tanto, requer sistema de geração duplicado, ou sistema de cilindros de suprimento de reserva.

Os locais do EAS, que requerem pontos de ar comprimido medicinal, são: ambulatório (inalação), unidade de internação, isolamento, berçário, UTI, centro cirúrgico e obstétrico, sala de anestesia, recuperação pós-anestésica.

Os requisitos de manutenção são iguais aos anteriores, acrescidos de cuidados de controle de qualidade do ar e de filtros. A pressão da linha deve ser mantida dentro das condições mínimas e o tanque provido de válvula de segurança, para controle e garantia do sistema.

O ar comprimido, além do seu emprego para fins medicinais, vem sendo solicitado para o acionamento de equipamentos de cirurgia e ortopedia (serra, trépano e outros). Muitas vezes a opção recai sobre o nitrogênio, em substituição ao ar comprimido, o que obriga ao correto dimensionamento dos respectivos dutos.

Por se tratar de ar medicinal, para fins terapêuticos, o ar comprimido deve ser isento de água, de óleo e deve ser desodorizado por filtros apropriados.

O compressor gerador de ar comprimido deve ser de um dos seguintes sistemas: de anel líquido ou de selo de água, de membrana ou de pistão, lubrificado a seco. Quando o ar comprimido for gerado em central compressora lubrificada, o óleo passa a requerer adequado sistema eliminador de odores e de óleo retido. A não ser que outro sistema de reserva de ar comprimido seja disponibilizado, como o de cilindros de armazenamento de alta pressão (200 kgf/cm^2), por segurança, faz-se necessário que o sistema conte com conjunto duplicado, de compressores, cada qual com capacidade de atendimento ao consumo máximo. O sistema duplicado, de entrada em funcionamento, por meio manual ou automático, enseja, ainda, a flexibilidade de poder operar alternada ou simultaneamente.

Normas da ABNT impõem que a instalação de compressores atenda aos seguintes requisitos: sucção externa ao edifício, aspiração de ar atmosférico limpo, não poluído nem proveniente de exaustores, de motores de combustão, de ventiladores de rede de esgoto, de sistema de vácuo e outros. Para tanto, a grelha de captação de ar deve situar-se a mais de 3 m de acessos, como: de portas, janelas e outros, a 6 m acima do solo e a 16 m, no mínimo, de fontes de ar inadequado, como de descarga de bomba de vácuo, de exaustores, de ventiladores de rede de esgoto, de ambientes poluídos em geral, e outros (RDC 50, item 7.3.3).

Um sistema de ar comprimido medicinal, da alçada da manutenção, abrange basicamente compressores, secadores por absorção, reservatório de ar comprimido medicinal, painel de alarme operacional, válvula seccionadora, painel de alarme de emergência, postos de utilização e central de cilindros de alta pressão, manômetros, válvulas e outros.

6.3 Ar sintético

O sistema que supre hospitais com cilindros contendo nitrogênio e oxigênio, com o objetivo de regenerar ar limpo, além de o ar assim recomposto resultar em custo mais elevado, superando o da usual filtragem de ar atmosférico, apresenta a desvantagem de obrigar a manutenção a novos encargos, controles e responsabilidades.

Não deixa, no entanto, de, para específicas instituições de saúde, constituir alternativa válida, observados os necessários requisitos de segurança.

Há relatos de ocorrência de acidentes fatais por excesso de nitrogênio na mistura.

Uma redução de proporção de O_2 da ordem de 10% inviabiliza a subsistência de pessoas, que consomem de 20 litros a 25 litros do oxigênio por hora.

6.4 Periodicidade de manutenção

Os sistemas de ar comprimido, bem como os de vácuo, requerem a seguinte periodicidade:

- 6.4.1 Manutenção semanal: lavagem do separador, verificação dos filtros de água, ar, telas e visor do separador; alternância na utilização dos compressores.

- 6.4.2** Manutenção mensal: verificação da temperatura dos mancais e da água de selagem; da pressão de descarga; da reposição da água do sistema de recirculação do selo hidráulico; inspeção do número de ciclos “partida-parada” por hora; da perda de pressão no filtro de ar e das válvulas de retenção.
- 6.4.3** Manutenção anual: lubrificação dos rolamentos do sistema de vácuo, a cada meio ano; do sistema de ar comprimido, a cada dois anos; substituição dos selos mecânicos, a cada quatro anos.

7 Vácuo clínico central

7.1 Componentes

Bombas de vácuo, tanques de vácuo (pulmão), linhas de aspiração, válvulas, registros, pressostatos, vacuômetros e vacuostatos de regulação requerem manutenção periódica.

Dada a importância de assegurar vácuo ao hospital, sempre que preciso, a manutenção deve precaver-se e manter, em condições de pronto e contínuo uso, um conjunto duplicado de bombas de vácuo, cada qual devidamente dimensionado e com capacidade para atender a 100% do consumo máximo.

O sistema, inclusive o suprimento de energia elétrica, deve estar em condições de funcionar alternadamente ou em paralelo, sempre que necessário.

Um sistema de alarme (visual e sonoro) deve ser automaticamente ativado quando a pressão cair abaixo de 26,64 kPa (200 mmHg).

Devem ser providas, de ponto de vácuo unidades de: internação, berçário, UTI, centro cirúrgico e obstétrico, anestesia e recuperação pós-anestésica. A Norma RDC 50 de 21/02/2002, do Ministério da Saúde, detalha os ambientes das unidades funcionais dos EAS que devem ser servidas por vácuo, oxigênio, ar comprimido e óxido nitroso.

Para a desinfecção do ar liberado para a atmosfera, o sistema deve ser provido de dois filtros bacteriológicos instalados em paralelo. Cada filtro deve ter condições de retenção de particulados acima de 0,1 µm.

Geração de vácuo, pelo “sistema Venturi”, só é permitido através de sistema de filtração que preserve o ambiente.

7.2 Sistema de vácuo seco

A manutenção deve enfatizar e instar junto à enfermagem, aos usuários e à administração, a importância do correto emprego, do recipiente ou frasco coletor, para a retenção e a acumulação de material aspirado e a sua suplementação, obrigatória, por meio de um segundo frasco coletor de segurança, menor, instalado junto à tomada de vácuo (em salas de operação, parto e outras) para a proteção da rede. O frasco regulador de vácuo torácico, às vezes, instalado em sequência ao frasco coletor, não substitui o frasco de segurança, obrigatoriamente provido de boia. A aspiração torácica é feita sob baixa pressão, mediante sistema “selo-d’água” ou através de pressão alternada, proporcionada pela bomba de Stedmann.

Ausência de “aspirado”, na linha, caracteriza esse processo de sistema seco.

7.3 Contaminação da rede de vácuo

O não atendimento a certas práticas e cuidados (como os mencionados em 7.2) faz com que os líquidos aspirados (líquidos corporais, sangue, pus, exsudatos, secreções, vômitos, lavados gástricos, urina e outros), ao invés de ficarem retidos nos frascos, junto aos pontos de utilização, sejam aspirados e levados, através da rede, até a central, contaminando todo o trajeto e criando condições de risco, inclusive à manutenção, além de obrigá-la à penosa, desagradável e insalubre tarefa de limpeza e remoção dos produtos aspirados.

7.4 Causas principais de contaminação da rede

As causas principais da penetração de aspirado na rede são:

- Falta de frasco coletor;
- Dimensões insuficientes do frasco coletor (garrafão, preferencialmente sobre rodízios ou junto ao local de utilização);
- Falta de frasco coletor suplementar, acarretando enchimento do garrafão, geralmente único, causando a elevação do nível do líquido, até alcançar e inundar o tubo de sucção de ar (responsável pelo vácuo no garrafão);
- Tubo de sucção de ar inserido muito fundo, até próximo ao nível do líquido;
- Desarranjo (muitas vezes proposital) do sistema de boia (ou, mesmo, a sua remoção) do frasco coletor de segurança. A boia destina-se a não

permitir a ultrapassagem do nível de líquido, além da altura-limite, servindo de última barreira e prevenção à entrada do líquido na tubulação de sucção;

- Ligação do tubo aspirador, diretamente ao frasco coletor de segurança, sem interposição do “garrafão” e, até mesmo, direta e irresponsavelmente à tomada de vácuo, sem frasco protetor, nem mesmo o do frasco vacuômetro, provido de boia.

7.5 “Pulmão” em sistema de vácuo

A fim de prevenir possível retorno, por gravidade ou contrafluxo, a entrada da linha de aspiração é provida de válvula de retenção desenroscável. Também a linha que conecta a bomba de vácuo ao “pulmão” é protegida por válvula de retenção. Precaução aconselhável, sempre que possível, é dotar a linha de aspiração de caimento no sentido do “pulmão”. O “pulmão de vácuo”, ou reservatório de vácuo, quando a rede se encontrar desprovida de frasco coletor ou quando este for mal utilizado, passa a receber e a acumular todo o material aspirado, inclusive condensado. O afluxo desse líquido ao “pulmão”, leva à sua contaminação e ao consequente trabalho de descarte, limpeza e desinfecção.

O “pulmão” dispõe de registro inferior que descarrega o condensado e aspirado em uma caixa coletora, que, por sua vez, o drena para o esgoto por gravidade. As condições se agravam caso o líquido tenha de ser recalcado por bomba (um elo a mais na cadeia de risco de contaminação). Uma boia de nível, neste caso, se encarrega de ligar automaticamente a bomba de recalque.

A bomba de vácuo é resfriada pela água proveniente de um reservatório próprio, de aproximadamente 500 litros. A adição de óleo emulsificante amacia o fluxo de água e contribui para a redução de ruído.

7.6 Obstrução por “aspirado”

A penetração de “aspirado” na tubulação pode causar entupimento, principalmente quando se tratar de sangue que, ao secar, se torna aderente.

A sua desobstrução obriga a apelar ao recurso do desentupidor mecânico e ao ar comprimido. Para atenuar o risco decorrente, recorre-se a uma mangueira para descarregar o jato de ar comprimido e o material deslocado da tubulação para dentro de um recipiente com água.

Ocorrências como as acima expostas constituem exemplo de problemas que a manutenção e a administração de hospitais são obrigadas a enfrentar, em decorrência de fatores culturais, despreparo, falta de orientação e de rotinas escritas, ou, ainda, falta de entrosamento ou de material.

7.7 Vácuo úmido

O sistema de vácuo úmido é mais precário ainda, por receber e escoar o produto aspirado por uma tubulação geral (desprovida de frasco protetor na entrada) contaminando-a, inclusive contaminando o recipiente de coleta e esgotamento, geralmente distante. Risco semelhante apresentam mangueiras, como as de aspirador de consultórios dentários, que, operando segundo o sistema de vácuo úmido, raramente são removidas para higienização. Sua flexibilidade, elasticidade e altura variável induzem a risco adicional, como contaminação da extremidade com líquidos corporais armazenados em seu interior: sangue, pus, saliva e outros, levados a aflorar por refluxo, por gravidade ou por flexão e pressão do tubo, não obstante o requinte de o tubo sugador (segmento em contato com a boca) ser esterilizado e descartável. A prática de aspiração de solução desinfetante, ao fim da jornada diária e não após cada uso ou cliente, requer pesquisa para apurar se tal procedimento não passa de precária e aparente higienização. A mesma dúvida perdura com relação à higienização da tubulação da rede de vácuo. Ao menos, em salas de cirurgia e similares, a mangueira de sucção, que vai do campo operatório ao garrafão de vácuo, é descartada ou limpa, macetada e esterilizada, a cada novo uso.

No sistema descentralizado, a aspiração é realizada com aspirador elétrico individual. Mas, seja portátil ou fixo não prescinde, igualmente, de frasco coletor, de mangueira e de correta técnica de uso, manutenção e higienização.

A disponibilização de um ou mais aparelhos autônomos, de suprimento de vácuo, de reserva, (tipo Nevony), sempre à mão é essencial, principalmente em unidades como centro cirúrgico e obstétrico, berçário, central de esterilização, UTI, PS e sempre que houver risco à continuidade operacional.

As ramificações destinadas a atender a laboratórios de patologia clínica de anatomia patológica, unidades de moléstias infecto-contagiosas e similares devem ser independentes da instalação central de vácuo.

Igualmente, o sistema de vácuo de limpeza (unidades de internação, oficina de manutenção, outros) deve ser totalmente separado.

7.8 Consumo de vácuo clínico

O consumo varia conforme os centros de utilização, constituindo média referencial: unidade de internação e central de material esterilizado, 0,8 m³/hora; unidade de tratamento intensivo, pronto atendimento, centro cirúrgico e obstétrico, 3,5 m³/hora. O dimensionamento das tubulações deve ser analisado com relação ao fator de uso de cada setor, estabelecido por tabelas obtidas em levantamentos realizados nos hospitais.

8 Óxido nitroso (N₂O)

O sistema centralizado de protóxido de nitrogênio é integrado por canalização, cilindros, manômetros, válvulas, registros e outros, que devem merecer cuidados semelhantes aos requeridos pela rede de oxigênio, no tocante a controle de fragilidade, vazamento, pressão, cilindros de reserva, manutenção de componentes e outros.

O sistema descentralizado recorre a cilindros, que são levados aos locais de consumo. A instalação deve prever consumo médio de 15 litros/minuto por ponto.

9 Oxigênio medicinal (O₂)

9.1 Instalação fluidomecânica

Oxigênio medicinal, para fins terapêuticos, é um dos gases medicinais do sistema denominado de instalações fluidomecânicas, assinalado nas Tabelas da Norma RDC 50 por (F).

O suprimento de oxigênio medicinal (FO) de estabelecimentos de saúde é regulamentado pela NBR 12.188, que abrange todos os sistemas centralizados de gases medicinais, inclusive de vácuo clínico (FV), ar medicinal comprimido (FA) e óxido nitroso (FN).

O sistema centralizado implica na existência de uma rede de distribuição.

9.2 Sistemas de abastecimento de oxigênio

O abastecimento de oxigênio pode dar-se por:

9.2.1 Cilindros metálicos transportáveis

De acordo com a NBR 12.176, devem ser identificados por pintura cinza claro, com faixa verde emblema. Os torpedos ou cilindros de oxigênio transportáveis devem ser, quando da entrega, descarregados e manipulados com cuidado, sendo proibidas quedas ou batidas. Suprimento por oxigênio líquido não dispensa a provisão de sistema duplo, com cilindros, sempre prontos e em condições de uso imediato. A vida útil do torpedo é limitada a determinados anos. Em caso de os cilindros serem de propriedade do hospital, cabe-lhe testá-los periodicamente, devido à fadiga do material com pressão superior à de trabalho. Os manômetros devem ser consultados frequentemente quanto à pressão do cilindro e da rede. A pressão do oxigênio gasoso, em torpedos é de normalmente, 200 bar (200 kgf/cm²) e o volume é de 50 litros, em cilindros de 10m³ (pressão x litros/1.000).

O uso de cilindro avulso, transportado em posição vertical, em carrinho próprio, de dois rodízios e posicionado junto ao leito do paciente ou junto ao usuário, não é prática recomendável, pela mão de obra que requer, por constituir-se em fator de risco, por ocupar espaço, estorvar e ficar no caminho, além de ser antiestético e anacrônico, pouco adiantando embelezá-lo, vestindo-o com capa de tecido.

9.2.2 Centrais de reserva

As centrais de suprimento são constituídas por diversos cilindros, sob a forma de *manifolds* ou rampas de torpedos. São baterias de cilindros de alta pressão, (200 kfg/cm²) sempre em número de duas baterias; enquanto uma “rampa” estiver suprindo a rede, a outra mantém-se em reserva, de forma a preservar, automaticamente, a continuidade operacional e jamais interromper ou deixar faltar suprimento de oxigênio medicinal. Para tanto, a Central requer capacidade para atender ao fator de utilização, quando a frequência de fornecimento de cilindros não puder acompanhar a demanda de consumo, cilindros adicionais, de reserva, devem, obrigatoriamente, encontrar-se disponíveis, tanto para compensar fornecimentos dilatados, como para atender a emergências e demandas extraordinárias, extrapolando consumos normais, fato que requer espaço suplementar, preditivamente

previsto e disponibilizado em projeto. A manutenção deve ficar ciente da gravidade que significa a ocorrência de falta de oxigênio medicinal. A pressão dos cilindros deve ser testada pela manutenção duas vezes por ano, para prevenir escapamentos e falso sentimento de segurança.

Por segurança, os cilindros devem sempre estar presos a correntes fixadas à parede, evitando acidentes, como queda, seguida de quebra de válvula. Por isso, recomenda-se equipar os cilindros com capacetes (tulipas) protetores de válvula.

9.2.3 Central de suprimento com tanque criogênico

Sempre que o consumo de cilindros de oxigênio gasoso atingir elevada demanda, o melhor recurso e opção é a central de suprimento, operada com tanques criogênicos, variando o seu conteúdo a partir de 3.000 litros até 10.000 litros, podendo, em situações especiais, disponibilizar volumes de até 20.000 litros.

Os vasos de criogênio são fornecidos com diferentes capacidades de oxigênio em estado líquido, à temperatura de 186 °C negativos. A conversão ao estado gasoso é feita através de um sistema vaporizador, exposto ao ar ambiente. Uma central de tanque criogênico é integrada por: um tanque, dimensionado para atender ao fator de utilização, e por uma central de bateria de cilindros de reserva e segurança. Essa central de torpedos (*manifest*), passa, pronta e automaticamente, a atender à possível ocorrência de falta de excesso de consumo ou vazamento e a suprir a rede de oxigênio. Essa precaução de sistema duplicado é vital, em vista de o suprimento encontrar-se vinculado a uma frequência de fornecimento predeterminada, frequência essa, todavia, nem sempre passível de rigorosa pontualidade.

A reserva ou reposição (back-up) deve ser dimensionada, pela manutenção, de acordo com a demanda e o tempo mínimo requerido pela empresa responsável pelo abastecimento do oxigênio do hospital, para que o fornecimento seja efetivado preditivamente e com a necessária margem de segurança.

Outra razão da necessidade de sistema duplicado, misto, deve-se ao fato de os hospitais não poderem recorrer ao expediente de tanque criogênico super dimensionado ou a um segundo tanque criogênico de reserva, pelo fato de, a conversão de oxigênio líquido ao gasoso ocorrer continuamente, já que a vaporização se dá em função da contínua exposição ao ambiente, contínua perda de frigorias e permanente produção de oxigênio gasoso, que quando não usado, acaba se perdendo pela válvula de segurança.

9.2.4 Usina concentradora de oxigênio

Atualmente dispõe-se de processo próprio, que propicia a cada hospital ter a sua própria central de geração de oxigênio gasoso. O fato de prescindir de recursos criogênicos enseja armazenamento prolongado de gás em um ou mais reservatórios, sem o risco das perdas do sistema que utiliza oxigênio líquido.

Em princípio, a obtenção de oxigênio gasoso se dá por processo de compressão de ar atmosférico, adsorção através de alternância de pressão e purificação por filtros moleculares. Quando o teor de oxigênio, na mistura, atingir pressão inferior a 92%, o funcionamento da usina de concentração de oxigênio é automaticamente interrompido e o sistema de reserva, geralmente constituído por bateria de torpedos de O_2 gasoso, entra prontamente em funcionamento. A usina, também, deve ser provida de compressor de ar “dedicado”, isto é, próprio e exclusivo, independente do sistema de ar comprimido medicinal.

Outro sistema de produção de oxigênio à disposição de hospitais é o eletrolisador bipolar preconizado pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. O equipamento compõe-se de uma ou de várias unidades de produção, acionadas por energia elétrica, que produzem oxigênio por eletrólise da água.

9.3 Sistemas canalizados e rede de distribuição

- Na construção de redes de distribuição de gases medicinais, deve ser observada a Norma NBR 12.188/2003 – Sistemas centralizados de oxigênio, ar, óxido nitroso e vácuo para uso medicinal em estabelecimentos assistenciais de saúde, e empregados materiais adequados, resistentes às pressões a que estão sujeitos, sendo a tubulação de cobre a normalmente prevalente.
- O sistema de oxigênio deve ser testado para 150 psi (*pounds square inches*) ou, libras por polegadas quadradas ou kgf/cm^2 e vazão da ordem de 15 litros/minuto por tomada; a estação redutora da rampa de cilindros (*manifold*) deve ser mantida de 4 a 7 kgf/cm^2 (pressão variável, segundo o sistema instalado); igualmente as válvulas reguladoras de pressão, válvula de seção, manômetros, conexões roscadas e outras válvulas e componentes da central e

da rede devem ser instalados de forma compatível com as pressões específicas. Após concluída a rede, testes de estanqueidade, com gás inerte, devem ser feitos a fim de detectar vazamentos.

A distribuição de pontos de oxigênio dá-se basicamente recorrendo às chamadas paredes de utilização.

9.3.1 Postos por local de utilização

A RDC 50, no item 7.4 designa os postos por local de utilização, referente a oxigênio, óxido nitroso, vácuo clínico e ar comprimido medicinal.

Os postos, que servem a leitos de pacientes, devem situar-se a 1,50 m acima do piso. Nossa experiência e preocupações por prevenção de desperdício, levou-nos, a, quando possível ou necessário instalar o painel (ou régua) de gases (oxigênio medicinal, vácuo clínico e ar medicinal), em quartos de dois leitos, no espaço de permeio aos mesmos, assegurando dessa forma várias vantagens, como: dispensa de duplicação de instalação de gases, economia de painéis, facilidade de acesso da enfermagem ao painel, ao frasco umidificador e outros, sem ter que perturbar o paciente. Na eventualidade de ambos os pacientes necessitarem, por exemplo, de oxigênio, ao mesmo tempo e o painel não disponha de duplicidade de pontos de utilização, os dois necessários umidificadores serão afixados à uma conexão própria, em “Y”, atarraxada à válvula autovedante da régua. A Norma NBR 11.906 dispõe sobre conexões roscadas e outros dispositivos de vedação (válvula de retenção) e, também, de protetor para vedação da saída, quando não em uso.

A Norma NBR 5.410 preconiza que tomadas elétricas fiquem separadas dos pontos de gases.

Não vemos risco de eventual faiscamento poder ser causa de foco de incêndio, já que o oxigênio não é combustível, apenas comburente.

9.3.2 Demanda por posto de utilização

A RDC 50 item 7.4 fornece tabela de demanda, em litros por minuto de oxigênio, óxido nitroso, vácuo e ar comprimido medicinal, em função da respectiva localização.

9.3.3 Vazamentos

Um problema sempre presente em instalações de oxigênio canalizado é o vazamento, tanto em linhas, como em válvulas (autovedantes, “rubinetes”

e outros), em fluxômetros, em manômetros indicadores, válvulas redutoras de pressão, registro de manobra e de aparelhos. Tal fato requer testagem periódica, por parte da manutenção ou da firma instaladora.

O ensaio de estanqueidade é feito com nitrogênio sob pressão, seção por seção da rede. Cada junta, conexão, posto de utilização e válvula é testado com água e sabão. Após reparo do vazamento, se este continuar, o teste será repetido.

Antes do uso, a rede deve ser purgada com oxigênio, a fim de que todo o nitrogênio remanescente seja removido, através da abertura de todos os postos de utilização.

Não é normal um pequeno deslocamento do ponteiro indicador do manômetro, de rede de oxigênio, quando os registros estiverem fechados. Recorremos a manômetros que medem a pressão em polegadas quadradas, pelo fato de acusarem vazamentos com maior precisão, relativamente aos manômetros calibrados em kgf por cm², em vista de a 1 kgf/cm² corresponder 14,2233 libras/polegada quadrada.

Todo e qualquer vazamento, por menor que seja, deve ser detectado e estagnado. Nunca é demasiado o trato cuidadoso e delicado dispensado às redes de gases, principalmente de oxigênio, tanto durante como após a construção do hospital, pois canalizações de cobre sem costura e solda com liga de prata ("argentum 45 CD") são frágeis.

Precaução extremamente importante é nunca testar a rede de oxigênio, já em uso, com nitrogênio, como normalmente é feito em instalações novas, quando ainda não em uso. Pacientes entubados podem ficar anóxicos, e mesmo descerebrados ao receber nitrogênio ao invés de oxigênio, durante o ato cirúrgico, como já testemunhamos.

Cuidado adicional, requerido pela rede de oxigênio, extensível à rede de água potável, ar comprimido e mesmo rede de protóxido de azoto, (óxido nitroso – N₂O), diz respeito à possível contaminação dessas redes, por efeito Venturi e outros. Na ocorrência de descompressão dessas redes (devido a reparos e outros), água e condensado contaminados, acumulados junto a pontos de vazamento, podem infiltrar-se ou ser aspirados para dentro da rede, contaminando-a (com bactérias de origem hídrica e até com coliformes). Por essa razão, há instituições que complementam suas redes de oxigênio, de óxido nitroso, de ar comprimido e de água, com filtros protetores.

O que constitui outro exemplo de combate a efeitos, houvesse confiabilidade nas redes e certamente tais dispêndios e desperdícios não estariam

sobrecarregando a manutenção e onerando a instituição. Sem dúvida, é mais uma das muitas defesas contra a insegurança e mais um sintoma de “hospital doente”.

9.4 Segurança em sistemas de abastecimento de gases medicinais

9.4.1 Localização

Instalações de fluidomecânicas devem ser localizadas em locais ventilados, seguros e protegidos, inclusive de fontes de calor superiores a 50 ° C.

Devem ser mantidas distantes de dutos de água quente, vapor e condensado, especialmente quando sujeitas a dilatação e com junções executadas com solda termolabil.

Quando passíveis de serem atingidas por chamas ou outros agentes, devem correr em canaletas ou serem protegidas por barreiras adequadas.

Instalações elétricas próximas, insatisfatoriamente protegidas, podem constituir-se em fontes e causa de ignição, fogo e calor, como: chaves seccionadoras, condutores, contadores, transformadores.

Devem ser localizadas ou protegidas de exposição ao sol e afastadas de materiais inflamáveis, como de estruturas de madeira, entreforros, divisórias e pisos constituídos de materiais ou de acabamentos combustíveis, prevenindo e protegendo-as contra dilatações, tensões, torções e compressões, bem como contra impactos e outras solicitações, e, ainda, contra furos e pregos.

A acessibilidade é outro requisito construtivo importante para manutenção e reparo, privilegiando-se instalações aparentes, ao ar livre, acima do solo, em abrigos à prova de fogo, em espaços técnicos e passadutos horizontais e verticais. Onde e quando necessário instalações fluidomecânicas devem ser guarnecidas com registros, monômetros, alarmes e outros, evitando-se, sempre que possível, instalações em pisos.

9.4.2 Continuidade operacional

As redes de gases medicinais devem ser providas de manômetros, painéis de alarme operacional localizados nas áreas de manutenção, para correção de problemas antes de se estabelecer emergência e de painéis de alarme de emergência, localizados em postos vitais, para acionar a distribuição de cilindros de emergência, em caso de falha de suprimento de

gás na rede, e monitoração destinadas a acusar ocorrência de queda de pressão na rede de oxigênio e outros.

O sistema de alarme deve ser duplo: sonoro e visual, e só interrompido quando restabelecido o suprimento e normalizada a continuidade operacional.

Os sistemas de controle devem ser instalados em locais de fácil acesso, com pronta e permanente supervisão e, obrigatoriamente, nas seguintes áreas: centro cirúrgico e obstétrico, berçário, unidade de terapia intensiva e semi-intensiva e áreas de equipamentos oxigênio dependentes.

9.5 Sistemas de suprimento de oxigênio medicinal em anel

Face à vital importância do oxigênio medicinal, em cirurgias, terapias e outros e dentro do conceito de continuidade operacional, por se tratar de um dos gases, cujo suprimento jamais pode falhar, faltar ou ser interrompido em EAS, preconizamos, há anos, o sistema de suprimento de oxigênio medicinal em anel. Consiste em dotar unidades oxigênio dependentes, como de rede em sistema de anel.

Em unidades de internação, por exemplo, um ramal atenderia a um correr de quartos de um lado do corredor, outro ramal, a quartos do outro lado. A certos intervalos, registros interceptores isolariam o segmento do ramal que acusasse vazamento ou carecesse de manutenção, reparo ou extensão; os pontos de oxigênio, a jusante do trecho interrompido, não seriam prejudicados, pois continuariam a receber oxigênio pelo outro ramo do anel.

O sistema em anel tanto pode ser horizontal, como vertical, isto é, atender a um mesmo pavimento ou a dois pavimentos diferentes, correndo as tubulações, livres e acessíveis, pelos respectivos espaços técnicos horizontais e verticais.

O sistema em anel também beneficia redes de vácuo, ar comprimido e outros.

Solução alternativa consiste na duplicação de ramais, a partir da rede principal.

Não é raro hospitais abandonarem os seus sistemas de suprimento de oxigênio canalizado convencional pela impossibilidade de superar vazamentos, também não é incomum ver-se canalizações de gases correndo aparentes, expostas e desprotegidas sobre pisos em construção de EAS sendo massacradas por rodas de carrinhos de mão carregados, bem como pisoteadas por pesadas botas de obreiros.

O sistema todo é frágil, como delicadas são as soldas à prata, requerendo cuidado especial em sua execução, instalação e manutenção.

Antes de liberar a rede para uso, deve ser devidamente testada contra vazamento.

Vale aqui mencionar a importância da provisão de pontos de oxigênio medicinal em todos os locais e unidades onde houver pacientes oxigênio carrentes ou oxigênio dependentes, inclusive em certas instalações sanitárias.

9.6 Controle de pressão

O sistema de alarme, destinado a acusar quando o oxigênio canalizado atinge pressão baixa, deve merecer inspeção periódica.

O sistema de oxigênio deve ser testado para 150 psi (150 lb/pol² ou 10 kgf/cm² ou 10 atmosferas) e vazão da ordem de 15 litros/minuto por tomada; cada seção da rede deve ser submetida a ensaio de pressão, de uma vez e meia a maior pressão de uso, mas nunca inferior a 10 kgf/cm²; a estação redutora da rampa de cilindros (*manifold*) deve ser mantida a 4 kgf/cm² (pressão essa variável, segundo o sistema instalado).

A pressão dentro da rede, monitorada por manômetro aferido, deve manter-se inalterada por 24 horas.

O oxigênio, antes de ser inalado, deve borbulhar em água do frasco umidificador, donde a importância da não remoção desse recipiente de salas de operação, UTI, quarto de paciente e outros locais (prevenção de ressecamento de mucosas).

9.7 Higienização e cuidados

Segundo a NBR 12.188/2003, tubos, juntas, válvulas e conexões, destinados à instalação de rede de suprimento de oxigênio, devem ser fornecidos devidamente protegidos e devem ser limpos de óleo, graxa e substâncias combustíveis. A lavagem é feita com solução quente de carbonato de sódio ou fosfato trissódico (aproximadamente 400 g para 10 litros).

Solventes orgânicos, como tetracloreto de carbono, tricloretileno e clorretano são proibidos. A lavagem deve ser acompanhada de limpeza mecânica, com escova.

O enxágue é feito com água quente. Após realizada a limpeza, devem ser observados cuidados com relação à estocagem e ao manuseio, para prevenir recontaminação antes da montagem final. Os tubos, as juntas e conexões devem ser fechados, tamponados ou lacrados contra pó, óleos,

substâncias químicas combustíveis, até à montagem final. As ferramentas também devem estar livres de óleo e graxa. A limpeza da rede, de sistema centralizado, antes de posta em uso, é feita com nitrogênio. Cuidados higiênicos, em todas as fases pré-uso, são essenciais em face da impossibilidade da desinfecção do sistema.

9.8 Segurança e precauções importantes

9.8.1 Explosão

Explosão de grande intensidade, que vitimou um soldador e o seu auxiliar, ocorreu no pátio de um hospital, durante a soldagem, com acetileno, junto a tambor contendo óleo diesel.

9.8.2 Pacientes descerebrados

Precaução extremamente importante é nunca testar a rede de oxigênio, já em uso com nitrogênio, como normalmente é feito em instalações novas, quando ainda não em funcionamento. Pacientes entubados podem ficar anóxicos e mesmo descerebrados, como testemunhamos ao receber nitrogênio ao invés de oxigênio, durante ato cirúrgico.

9.8.3 Incêndio

Não é incomum incêndio se alastrar hospital afora, levado pelo duto de exaustão da cozinha; o fogo origina-se na coifa, sobre o fogão, em decorrência de gordura de fritura que lá habitualmente se deixa acumular.

9.8.4 Oxigênio e lubrificantes

A manutenção deve enfatizar, a todos os usuários, ser vedado o contato de óleo, graxa ou material oleoso com oxigênio (que é comburente), bem como a lubrificação ou o engraxamento de válvulas de torpedos de oxigênio. A mistura de materiais graxos com oxigênio gera intensa reação química e violenta explosão.

9.8.5 Nódos de graxa

Dado o risco de poder gerar combustão espontânea, é desaconselhada a guarda de pano de limpeza, estopa ou macacão com nódos de graxa em armário ou local fechado, seco e quente.

9.8.6 Incubadoras

A válvula de admissão de oxigênio em incubadoras deve ser testada pela manutenção; proporção acima de 40% de oxigênio pode dar origem a fibroplasiaretrolenticular (descolamento da retina, ainda imatura) em recém-nascidos.

9.8.7 Inversão de suprimento

A prevenção de risco de troca de gases em sala de operação (oxigênio, ar comprimido medicinal, ar comprimido motriz, vácuo) é assegurada pela provisão de tomadas com roscas ou com diâmetros diferentes.

9.8.8 Conexões trocadas

Não é incomum em instalações novas em reformas e ampliações a ocorrência de: conexão de rede de água a rede de esgoto, rede de água quente a rede de água fria, descarga de bacia sanitária dada com água quente e outros.

9.8.9 Pressão negativa

Particularmente preocupante é a ocorrência de pressão negativa em redes de água e a consequente aspiração de efluente e outros.

9.8.10 Torpedos de oxigênio

A manutenção da central de suprimento com tanque de oxigênio é atribuição da empresa fornecedora, mas cabe à manutenção zelar para que nunca falem cilindros de reserva de oxigênio em estado gasoso (em média, previstos para alguns dias de uso) na dependência do fator de utilização e da frequência do fornecimento. A área, destinada aos torpedos (*manifold*) ou ao oxigênio líquido, deve ter instalação contra incêndio, ventilação, facilidade de acesso, e de estocagem, no caso de torpedos. A manutenção deve atentar para o consumo médio de oxigênio, pelo hospital, pois o oxigênio líquido se gaseifica e se perde pela válvula de segurança quando não consumido dentro do prazo programado.

10 Gás combustível

10.1 GLP – gás liquefeito de petróleo butano e propano

Hospitais, bem como outras atividades humanas, utilizam largamente o GLP (Gás Liquefeito de Petróleo Butano e Propano), em decorrência das restrições ao emprego de combustíveis poluentes. O gás, em instituições de saúde, é utilizado em caldeiras, cozinha, lactário, copa, laboratório, lavanderia, autoclave, gerador e outros.

O sistema utiliza tubulação de cobre (o ferro galvanizado encontra-se em desuso), registros de manobra, de controle, medidores de vazão, conexões, massa de vedação, manômetro, e válvulas redutoras de pressão e outros.

O gás combustível (FG) – RDC 50 – item 7.3.2 pode ser abastecido por dois sistemas principais:

- Sistema de suprimento por canalização de rua.
- Sistema de suprimento por botijões e cilindros transportados.
- Quando o consumo é superior a 1 kg/h, o sistema prevalente é o de central de cilindros transportáveis.
- Quando o consumo supera 30 kg/h a opção é pelo sistema de central de gás de cilindros estacionários.
- O projeto e a execução de instalações internas de GLP deve atender à NBR 13.932.

A queima do gás requer boa ventilação e certos cuidados para prevenir acidentes; por isso, os botijões e os barriletes são instalados em área apropriada, bem ventilada, fora do edifício, resguardada e cercada dos requeridos meios de segurança e garantida de extintores contra incêndio, em conformidade com as exigências da concessionária.

A inspeção da central, da rede e dos aparelhos deve ser periódica, principalmente para detectar vazamento e manuseio incorreto. Presença de cheiro de gás é indicação de vazamento e não é normal, como se pretende.

Escapamento de gás é detectado através de chiado e o cheiro do GLP é característico. Teste de vazamento requer fechamento de registros e controle dos manômetros intercalados entre fonte e pontos de consumo.

10.2 GN – gás natural

Uso alternativo ao GLP e a outros combustíveis é o gás natural (GN), amplamente utilizados em instituições de saúde, em indústrias e em várias atividades humanas, em nível mundial.

O gás natural de origem nacional e boliviana é prevalentemente composto de metano (CH_4) e, em menores proporções de outros hidrocarbonetos, como: alcanos e alcenos (N_2 , CO_2 , O_2 , etano, propano, i-butano, n-butano, i-pentano, n-pentano, hexano e outros).

O gás natural está tendo participação crescente na diversificação da matriz energética nacional, inclusive na geração de energia elétrica.

Constitui alternativa eficiente no processo de combustão, sob o ponto de vista energético e ambiental.

Novos sistemas de combustão operam com queimadores de baixa emissão de monóxido de nitrogênio (NO) e dióxido de nitrogênio (NO_2). Todavia, algumas substâncias inertes como o CO_2 e N_2 estão sempre presentes, sendo este com cerca de 1% V; contra 14% V do gás natural da Holanda, o NO e o NO_2 são os principais agentes causadores de pluvimetria ácida (chuva ácida), responsáveis por vários danos ambientais à saúde, corrosão de edifícios, a solo de efluentes, acidificação de lagos e outros.

As instalações de gás natural, em ambientes internos, são regidas pela NBR 13.933.

11 Vapor

11.1 Manutenção de caldeiras

A manutenção de caldeira, quer do sistema fogo-tubular, quer do água-tubular, muito depende da qualidade da água que recebe. Água, mesmo a potável, pode conter diferentes graus de dureza, de substâncias químicas e minerais. As substâncias sólidas, sob a ação do calor, podem precipitar e originar incrustações. As incrustações de superfícies aquecidas da caldeira (tubos e fornalha) interferem com o bom desempenho da caldeira e são responsáveis pelo consumo adicional de combustível (óleo, gás, eletricidade e outros), decorrente da maior resistência à transferência de calor.

Cabe à manutenção acompanhar a análise periódica da água, feita por empresa especializada, incumbida de tratá-la com produtos adequados e

arquivar os relatórios. O tratamento da água, quanto a incrustações de cálcio, magnésio e sílica, pode ser feito com a utilização de aparelho eletrofísico; produtos químicos são usados na correção de pH e de oxigênio dissolvido.

Os testes químicos rotineiros podem ser feitos pela manutenção; o acompanhamento deve ser periódico, segundo orientação de empresa especializada, contratada pelo hospital.

É de responsabilidade da manutenção a correta leitura e o necessário conhecimento para a devida interpretação dos relatórios.

11.2 Incrustação e corrosão

A remoção de material incrustante é difícil, trabalhosa e dispendiosa, donde a necessidade das medidas preventivas referidas. O tratamento da água de alimentação da caldeira é um processo lento, constante e cumulativo, devendo ser rejeitados produtos desincrustantes enganosos, de pronta ação, que não corrigem as causas.

A corrosão, causada pelo oxigênio livre da água, deve ser prevenida por processo de desgaseificação. Indicação de ocorrência de corrosão é dada pela oxidação de dutos de retorno de condensado, quando de ferro ou aço. A caldeira é mais bem preservada quando, rotineira e diariamente, for executada descarga de água do fundo da caldeira; dependendo da frequência de descarga da orientação da empresa responsável pela caldeira e do tratamento dado à água.

11.3 Duplicação de equipamento

Vários setores vitais do hospital dependem do suprimento de vapor, como cozinha, lavanderia, autoclave, água quente, ar-condicionado, outros. Por isso, as caldeiras e seus complementos devem ser instalados em duplicidade.

A manutenção deve programar o melhor horário para otimizar o funcionamento dos equipamentos disponíveis, de forma a poder acudir a momentos de maior demanda e a emergências.

11.4 Cogeração de energia

Cogeração é o processo de produção simultânea de eletricidade e de calor, obtidos pelo uso sequencial de energia, a partir de um mesmo combustível:

gás natural, carvão, biomassa, derivados de petróleo, óleo diesel, biodiesel, gás liquefeito de petróleo GLP.

Os geradores termelétricos usuais, para produzir 30% a 40% de energia elétrica, perdem, para o meio ambiente, em forma de calor, 70% a 60% da energia contida no combustível (diesel, gás, carvão, etc.).

A cogeração, para produzir os mesmos 30% a 40% de energia elétrica, perde, apenas, 10% a 20% da energia e utiliza os 50% a 60% restantes da energia contida no combustível, sob forma de calor aproveitável, como: vapor, água quente, pré-aquecimento de ar para fornos e para secagem de grãos, refrigeração, climatização através do uso de *absorption chillers*, outros.

O processo da cogeração permite o uso racional de energia, por isso, o seu emprego é cada vez mais abrangente; principalmente porque enseja rendimento térmico mínimo da ordem de 80%.

Os sistemas de cogeração vêm tendo ampla aplicação no setor terciário (hotéis, hospitais, shoppings e outros). O Hospital das Clínicas de São Paulo está estudando a implantação de um sistema de cogeração, com gás natural, para múltiplos usos: energia elétrica, ar condicionado, vapor, refrigeração e água quente.

O gás natural é o combustível mais empregado, no mundo, em cogeração.

O sistema de cogeração recorre a turbinas e a motores acoplados a gerador de energia elétrica. O calor, resultante da combustão, é resgatado por meio de caldeira de recuperação, que é uma caldeira concebida para coletar esse calor, que doutra maneira seria perdido, e com esse calor gerar vapor. Outro equipamento, o *chiller* de absorção, vale-se desse vapor para gerar calor ou frio, utilizados para os mais variados fins: água quente para cocção, banheiro e lavanderia, ar quente, gás carbônico, vapor para cocção, água gelada para sistema de ar condicionado e outros.

O Ministério de Minas e Energia mantém um programa de incentivo à cogeração; atualmente em plena expansão.

11.5 Periodicidade de manutenção de caldeira

Válvulas, registros, válvulas redutoras, condensadores, bombas, motores, manômetros, cor da fumaça, regulação de injetores, modulação de chama, tanque de condensado, barrilete, linhas de suprimento e de retorno, tanques de combustível, e tudo o mais, requerem constante vigilância por

parte dos encarregados da central térmica e da manutenção. A limpeza dos eletrodos e a remoção das incrustações devem ser feitas mensalmente; a verificação e a limpeza de fotocélula, semanalmente.

As duas válvulas de segurança, reguladas a pressões ligeiramente defasadas, devem ser testadas uma vez por semana, com a caldeira sob pressão; o disparo (teste) da válvula pode dar-se por ativação manual ou por elevação da pressão da caldeira.

O controle do nível de água é feito visualmente e por meio eletrônico; o alarme deve ser testado com coluna de água atingindo os níveis inferior e superior. Atenção semelhante deve ser dispensada ao sistema conjugado de bombas de alimentação e ao controle eletrônico de densidade de fumaça e rendimento da fornalha.

A empresa encarregada do acompanhamento e conservação da caldeira tem a seu cargo realizar, uma vez por mês, a limpeza dos tubos de fogo, a abertura da caldeira a cada três meses, a abertura da tampa frontal, uma vez por mês e, também, uma vez por mês, a inspeção dos painéis e dos sistemas de segurança, de alarme, de eletrodos, fotocélulas, manômetros, bomba de ignição, alarme de alta e baixa pressão, alarme de falta de água, de termômetro de saída da chaminé, de modulador de chama, das condições dos refratários, da necessidade de mandrilagem de tubos, da propriedade dos corretivos químicos e outros.

11.6 Relatório de manutenção

Do relatório trimestral de manutenção preventiva da caldeira devem constar:

- Ensaios relativos a válvulas de segurança de pressão de vapor, válvulas de segurança de prevenção de explosão de fornalha, dispositivos de segurança, dispositivos de alimentação, alarme acústico de prevenção de excesso de pressão de vapor, alarme acústico contra falta de água, alarme acústico contra falta de chama, pressostato limitador de pressão de vapor, pressostato modulador de intensidade de chama, automatismo da chama de combustão, automatismo da pressão de vapor, automatismo da água de alimentação; fotocélula e sistema controlador de chama, corte de chama por falta de água; pressão máxima de trabalho; análise mensal do tratamento de água (feita por firma especializada); exame operacional e exame externo; controle da eficiência da caldeira: consumo de óleo/produção de vapor; exame do prontuário e exame do livro de registro de segurança.

11.7 Recomendações práticas para a manutenção de caldeiras

- Manter a caldeira permanentemente vigiada;
- A água condensada deve ser usada a temperatura a mais alta possível;
- A água de adição (no tanque de condensado) deve passar pelo abrandador;
- A chama deve ser mantida no ponto certo;
- A qualidade da fumaça e de gases — para controle do rendimento da combustão (queimador), das perdas pela chaminé (temperatura de saída de gases) e para a determinação do teor de CO_2 , O_2 e outros — é dada por aparelhos, como Orsat, Bacharach ou Dwyer.
- A pressão de recalque da bomba de alimentação de água deve ser verificada frequentemente;
- As tampas de alívio (na parte frontal) devem ser testadas mensalmente;
- O automatismo da chama, de água de alimentação e da pressão de vapor deve ser verificado semanalmente;
- Os alarmes de segurança devem ser inspecionados diariamente, para controle de excesso de pressão de vapor, falta de água de alimentação e falha de fotocélula;
- O tratamento de água deve ser acurado de forma a reduzir ao mínimo a perda de água quente com descargas;
- Os manômetros de pressão de vapor devem ser aferidos anualmente;
- Incrustação, corrosão, vazamento e mandrilagem devem ser inspecionados trimestralmente;
- Análise da água, mensalmente;
- Tratamento químico da água, mensalmente e de acordo com os resultados.

11.8 Norma NR-13

Informações sobre dispositivos de segurança que evitam que seja ultrapassada a MPTA (Máxima Pressão de Trabalho Admissível), bem como sobre registro de segurança, treinamento de operadores de caldeiras e outros encontram-se na Norma NR-13, referente a caldeiras e vasos de pressão. Igualmente importante é o atendimento à orientação fornecida pelo fabricante quanto à operação e à conservação de caldeiras.

11.9 Caldeira em inatividade

O responsável pela manutenção deve consultar o fabricante para as diversas medidas necessárias ao repouso da caldeira, como enchimento com água tratada à pressão permanente de 1 kgf/cm^2 e outros.

12 Vapor condensado e cavitação

12.1 Purgadores termostáticos, termodinâmicos e mecânicos de boia

O purgador é uma válvula automática que retém o vapor e libera o condensado, diretamente vinculado ao bom desempenho de autoclaves, aquecedores, estufas, calandras, linhas de vapor e outros. Um bom purgador deve estar em condições de separar e eliminar automaticamente ar e condensado e, ainda, sustar o escape de vapor. No caso de autoclaves, a permanência de condensado no aparelho afeta o processo de esterilização e a presença de ar interfere na ação microbicida do vapor saturado. O vapor, em contato brusco com condensado não drenado ou purgado, causa vibrações e golpe de aríete. O purgador é uma válvula automática que carece de correta especificação e dimensionamento, além de manutenção vigilante, sem o que não consegue rápida eliminação de ar e condensado e mínima perda de vapor.

Purgador termodinâmico que não seja provido de dispositivo eliminador de ar não deve ser instalado em autoclave, estufa, calandra, caldeira e outros equipamentos cujo bom desempenho dependa da eliminação do ar e do condensado.

Corroborar no escoamento do condensado a inclinação da rede, de 0,5% ou mais, no sentido do fluxo.

12.2 Autoclave vertical (Figura 26, pág. 287)

12.2.1 Precariedade da autoclave vertical

É de se estranhar que ainda haja indústrias e hospitais no país fabricando e utilizando as tão precárias e obsoletas autoclaves verticais de câmara simples, superadas há mais de 60 anos. Já em 1898, Max Rubner, em seu livro *Dampf-desinfektion*, provava que o “efeito bactericida do vapor

diminuía proporcionalmente à quantidade de ar presente no esterilizador”. A própria conformação dessas autoclaves, por se constituírem de vaso vertical, não favorece a saída do ar, que, por ser duas vezes mais denso que o vapor, se estratifica em sua parte inferior. O vapor que é descarregado, por meio de registro manual, localizado na tampa, à guisa de purgador, antes do início da contagem do tempo de esterilização, não é suficiente para arrastar o ar retido no fundo da autoclave. Pacotes e materiais, por se encontrarem impregnados, imersos e protegidos por ar, não conseguem ser alcançados e penetrados pelo vapor ascendente, gerado na base do esterilizador, tornando precária e insegura a esterilização.

O purgador termostático automático passou a substituir o registro manual em esterilizadores a vapor, por volta de 1915, tendo a sua eficiência sido comprovada em 1919, por Scanlan, Larson e Clark, fatos que tornam incompreensível a fabricação e o uso de registros manuais, na eliminação de ar e condensado, ainda nos dias atuais, apesar de a indústria nacional estar produzindo, há anos, purgadores termostáticos automáticos para autoclaves.

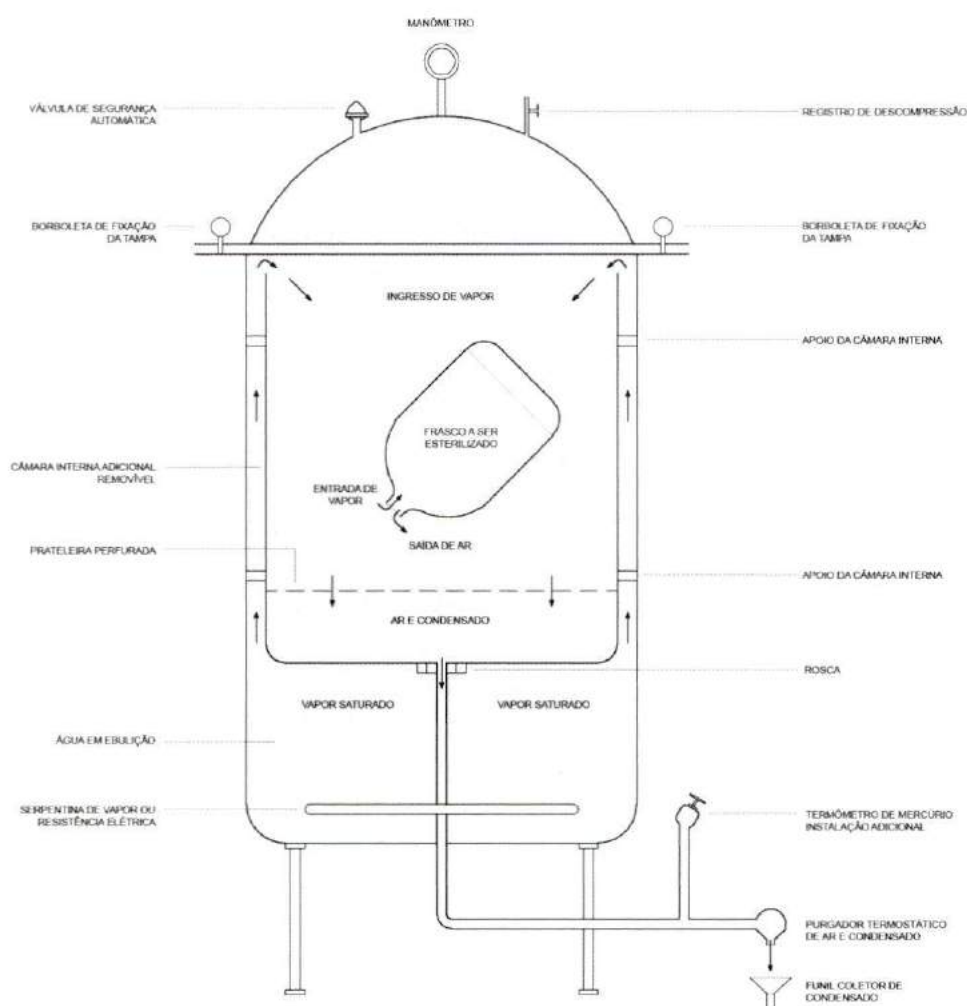
Na autoclave horizontal, opostamente, o vapor é introduzido na câmara de esterilização pela parte posterior superior, pressionando o ar (mais pesado) de cima para baixo, obrigando-o a escoar, por gravidade, pela parte anterior inferior. Um purgador termostático assegura a livre saída do ar e do condensado e bloqueia a do vapor.

Autoclaves horizontais de câmara simples são utilizadas para a esterilização (à temperatura de 121 °C e exposição de quinze minutos) de materiais de superfície, sem profundidade (como instrumental, vidraria e material de laboratório), não se adequando à esterilização de material de densidade (como pacote de laparatomia, aventais e campos), que requer exposição de 30 minutos à temperatura de 121 °C e pressão de 1 kgf/cm². As principais desvantagens das autoclaves de câmara simples residem na impossibilidade de secagem de tecidos, por falta de calor de irradiação perimetral e na lentidão em realizar esterilizações subsequentes, pela demora no reabastecimento da autoclave com vapor; retardo que não ocorre nas autoclaves de câmara dupla, cujo vapor provém da câmara externa.

12.2.2 Autoclave vertical equipada com purgador

Na tentativa de obviar os inconvenientes da autoclave vertical, concebemos a sua complementação (mesmo em autoclaves existentes) com uma

Figura 26
AUTOCLAVE VERTICAL
Autoclave vertical com câmara adicional
(Ilustração esquemática sem escala)



Sugestão para assegurar saída contínua de ar e condensado; câmara interna atarraxável, passível de complementar autoclaves existentes.

segunda câmara, constituída de um cilindro de menores dimensões, fechado na base e aberto no topo; o vapor, gerado no fundo do vaso, ascende pelo espaço intercâmaras, adentra e toma a nova câmara de esterilização de cima para baixo, forçando a eliminação do ar e do condensado por gravidade, pelo purgador, atarraxado à base da câmara interna; manômetro, termômetro, válvula de segurança, registro de descompressão e prateleira perfurada sobrelevada integram os acessórios necessários à esterilização segura, com exceção da secagem de material, que requer vapor, sob pressão, em câmara externa hermética.

12.3 Realimentação de caldeira (ver “Determinação teórica das economias associadas ao uso de tanque fechado de retorno de condensado”, Capítulo XII, item 2, pág. 373)

O retorno de condensado à caldeira é importante, não só pelo aproveitamento de seu calor, mas também por se constituir de água tratada. Bomba do tipo parafuso (screw pump, com rotor helicoidal da Peerless Pump Division, da FMC Corp, não disponível em nosso meio) contornaria os problemas de *flash steam*, cavitação e o prejuízo (em água e calor) decorrente da prática de esfriamento de condensado.

Os hospitais, quando impossibilitados de retornar o vapor condensado à caldeira, socorrem-se do recurso da exposição do condensado à atmosfera (tanque de condensado aberto ou dotado de respiro) ou da adição de água fria para obter o seu esfriamento à temperatura de operacionalização da bomba centrífuga, para fugir aos riscos de cavitação.

12.4 Vapor de descompressão ou *flash steam* e cavitação (Figura 27, pág. 290)

A cavitação é altamente prejudicial à vida útil da bomba, da tubulação e de registros; causa erosão, vibrações e barulho do tipo martelo de água.

Em decorrência da subpressão ou do vácuo que se forma por excesso de altura de sucção ou decorrente da rotação da bomba centrífuga ou da aspiração da bomba de êmbolo, a água condensada retorna à fase de vapor ou *flash steam* (por fervura e vaporização da água a baixa pressão), dando origem a pequenas bolsas ou bolhas de vapor e à cavitação (violentas implosões e choques de condensação), por ação de compressão e recalque da bomba.

A superação do *flash* requer a supressão da pressão negativa, que é conseguida pela elevação da pressão do condensado dentro da bomba.

A altura do reservatório de condensado, para assegurar a pressão requerida, é calculada em função de vários parâmetros: pressão atmosférica local, pressão na entrada da bomba, vazão, temperatura, velocidade de entrada do condensado, altura de sucção, peso específico do condensado e outros. Quanto mais baixo o NPSH-Net Positive Suction Head requerido ou, quanto mais alto o nível do condensado do tanque, em relação ao de sucção da bomba, menor o risco de cavitação. Na grande maioria dos casos (sujeito a verificação local) a localização da bomba a 5,50 m, ou mais, abaixo do fundo do tanque de condensado é suficiente para contornar o problema, com água à temperatura de 98 graus centígrados. A verificação poderá ser feita, também, pela Altura Positiva Líquida de Sucção (APLS).

No sistema apresentado na Figura 28, pág. 293, o condensado e o vapor *flash* são coletados no tanque de reevaporação, sendo separados por gravidade.

O condensado é direcionado para o reservatório de condensado. O vapor *flash* é utilizado de duas maneiras:

- Caso a pressão do vapor *flash* supere a pressão do sistema da cozinha, a válvula de retenção, colocada entre o tanque de reevaporação e a linha, se abre, admitindo a passagem do vapor *flash* e diminuindo ou selando a passagem do vapor pela válvula redutora de pressão, provindo da caldeira.
- Caso ocorra o contrário, ou não haja operação na cozinha, o vapor *flash* é injetado diretamente na parte interior do reservatório, aquecendo o condensado.

Vale ressaltar que o controle do vapor para a cozinha deve ser feito pela válvula de bloqueio e não pelo barrilete.

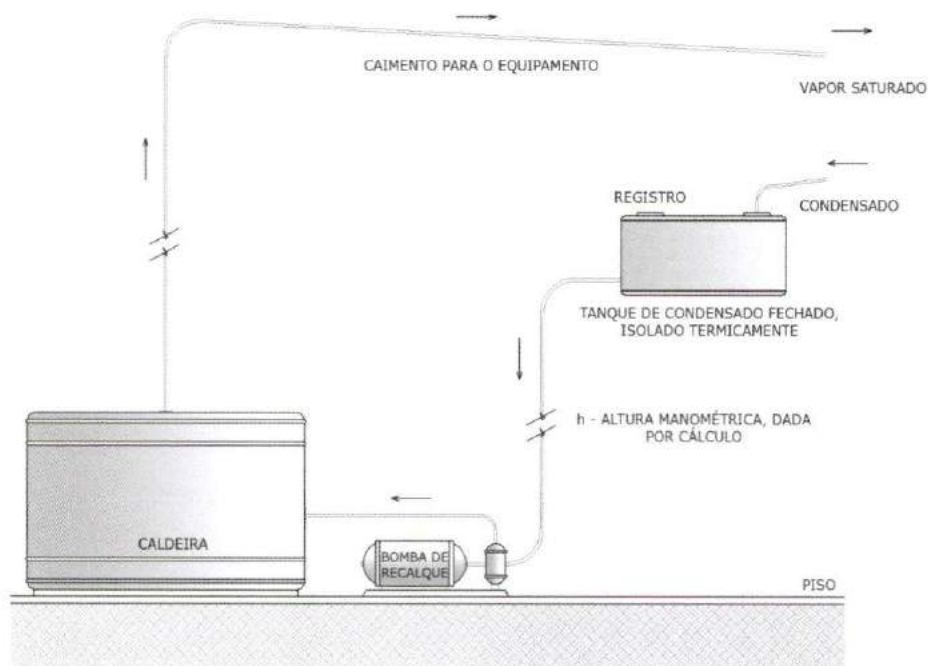
12.5 Perda de calor

O rebaixamento da temperatura do condensado para aproximadamente 80 °C, em bombas de múltiplos estágios, é realizado pela câmara de esfriamento da bomba. A perda energética, não obstante menor, continua significativa, além da perda de água para obter o esfriamento.

O vapor saturado é gerado em caldeira à pressão aproximada de 8 kgf/cm² e à temperatura de 174,53 °C, armazenando energia térmica de aproximadamente 662 kcal/kg; após transferir o seu calor latente, de 485,8 kcal/kg, condensa-se e é drenado pelo purgador, podendo:

Figura 27
TANQUE DE CONDENSADO ELEVADO
(Ilustração esquemática sem escala)

A - TANQUE DE CONDENSADO ELEVADO



Pressurização do condensado na bomba de recalque, por gravidade, sem formação de *flash steam*, prevenindo ocorrência de cavitação.

Aproveitamento energético do condensado, a temperatura acima de 100 °C.

Sistema convencional de tanque condensado elevado, na altura dada por cálculo, para prevenir ocorrência de cavitação da bomba de recalque de condensado à caldeira.

- a) Ser descarregado à pressão atmosférica (suposta ao nível do mar), com consequente redução de temperatura para aproximadamente 99,97 °C; nesta condição, 12,5% de todo o condensado formado se reevapora. Este vapor (*flash*), quando aproveitado, em pontos de consumo que operam a baixa pressão (ver Figura 30, pág. 297 – tanque de reevaporação), leva à redução, por análise direta, do custo do vapor gerado na caldeira.
- b) Receber adição de água fria para esfriamento ou ter o seu calor transferido.
- c) Descarregar o condensado à pressão atmosférica (ao nível do mar); se a sua temperatura descer a 50 °C, a sua energia cairá para 49,19 kcal/kg, o que acarretará um aumento de consumo de combustível da ordem de 9% ou economia de combustível de 8%. No cálculo de economia de óleo, na geração de vapor, considerou-se o poder calorífico inferior (PCI) igual a 9.660 kcal/kg.

12.6 Dado prático: temperatura/consumo de energético

A manutenção tem à sua disposição um meio prático de estimar o consumo de combustível com relação à temperatura do condensado: cada 5 °C de aumento de temperatura da água de alimentação da caldeira representa economia de consumo energético da ordem de 1%.

12.7 Bomba de condensado

A indústria dispõe de diferentes tipos de equipamentos para o bombeamento de condensado de retorno à caldeira, como:

- Bomba centrífuga de múltiplos estágios e rotor fechado, dotada de câmara de esfriamento para reduzir temperaturas acima de 90 °C.
- Bomba de condensado auto-operada por boia, que eleva o vapor condensado, ao tanque de condensado, por pressão de ar comprimido ou vapor.
- Bomba centrífuga auto-injetora de condensado, que recorre a tubo Venturi para a aspiração de condensado e a 2/3 da vazão, para alimentar o injetor.

12.8 Bomba rebaixada (Figura 28, pág. 293)

12.8.1 Sistema de poço seco

Para instituições que não disponham de desnível capaz de situar a sua central de vapor em cota abaixo do nível da lavandaria e de outras

fontes geradoras de condensado, preconizamos a criação de uma coluna de pressão, através do rebaixamento, com relação à caldeira, da bomba de recalque de condensado. Para tanto, recorre à depressão natural de terreno (se disponível) ou a poço seco, de profundidade determinada por cálculo, e medida a partir do nível inferior da caldeira ou do tanque de condensado, computadas as perdas de carga; a bomba é assentada na base do poço e o tanque de condensado, junto ou abaixo da boca do poço, de forma a permitir a drenagem e o recolhimento, por gravidade, de todo o condensado.

12.8.2 NPSH disponível/NPSH requerido (Figura 29, pág. 294)

Mesmo em se tratando de bomba de tipo convencional, a cavitação é prevenida em decorrência de o NPSH disponível, na instalação, superar o NPSH requerido pela bomba, isto é, a carga energética disponível é tal que atende às condições necessárias à efetivação da sucção do condensado pela bomba, sem maiores percalços.

12.8.3 Isolamento térmico

O sistema de poço enseja, ainda, que a distribuição de vapor, o recolhimento de condensado (por gravidade) e o seu retorno à caldeira sejam operados em circuito fechado. Adequado isolamento térmico, todavia, de todo o sistema, é requerido para a otimização do aproveitamento energético.

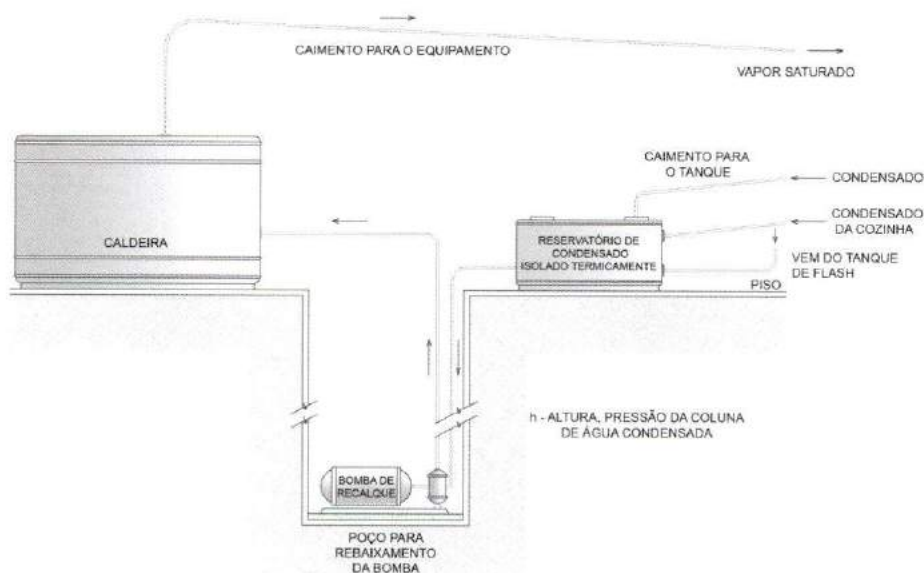
12.9 Tanque de condensado pressurizado

Visando compensar os inconvenientes do *flash*, que se forma por sucção, provocada pela trompa de Venturi da bomba centrífuga auto-injetora, preconizamos a instalação de um tanque de condensado auxiliar (rebaixado), hermeticamente fechado e integrado ao duto de aspiração da bomba.

O tanque de condensado auxiliar, hermeticamente conectado ao tanque de condensado superior, supre condensado contínuo à pressão (determinada por cálculo) demandada pela bomba para prover NPSH disponível superior ao requerido pela bomba, a fim de prevenir sua cavitação.

Figura 28
BOMBA DE CONDENSADO REBAIXADA
(Ilustração esquemática sem escala)

B – BOMBA REBAIXADA



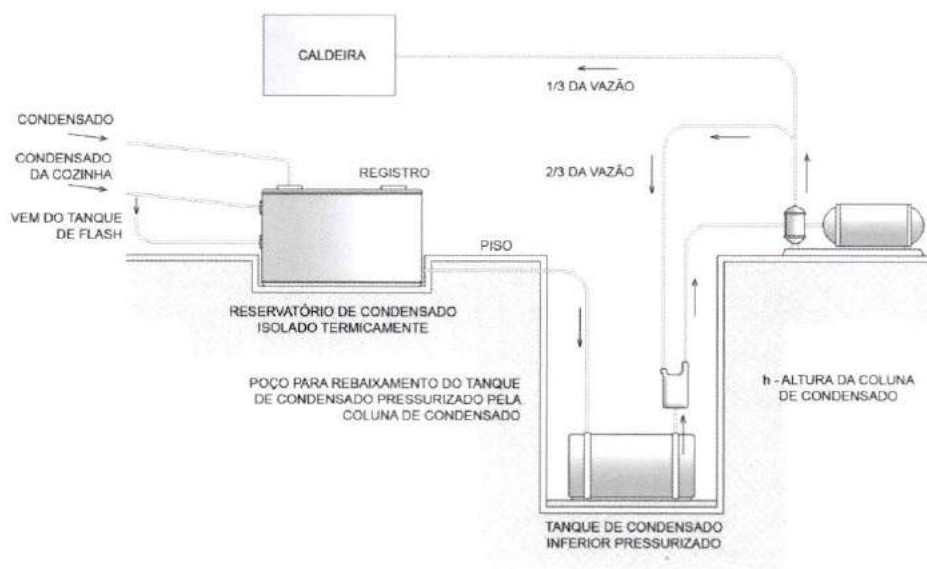
Pressurização do condensado na bomba de recalque, por gravidade, sem formação de *flash steam*, prevenindo ocorrência de cavitação.

Aproveitamento energético do condensado, a temperatura acima de 100 °C.

Poço e rebaixamento da bomba de recalque para possibilitar a necessária coluna de água condensada e pressão requerida para impedir a formação de *flash* e ocorrência de cavitação da bomba de retorno de condensado à caldeira.

Figura 29
TANQUE DE CONDENSADO PRESSURIZADO
(Ilustração esquemática sem escala)

C – TANQUE DE CONDENSADO REBAIXADO



Pressurização do condensado no tanque auxiliar rebaixado, por gravidade, prevenindo formação de *flash steam* e ocorrência de cavitação na bomba injetora.

Aproveitamento energético do condensado, com temperatura acima de 100 °C.

Sugere-se poço e tanque de condensado auxiliar inferior pressurizados, para impedir a formação de "vapor de reevaporação" e ocorrência de cavitação da bomba de retorno de condensado à caldeira.

12.10 Sistema de circuito fechado de vapor e condensado

12.10.1 Entraves

A maioria dos hospitais alimenta a ilusão de que conta com bom sistema de recuperação de condensado, quando na realidade retorna à caldeira apenas pequena parte do condensado gerado e, assim mesmo, à baixa temperatura e com reduzido conteúdo energético, sem considerar as perdas computadas ao longo da rede em aparelhos, equipamentos e por uso inadequado.

Os projetos contemplam as redes de vapor com purgadores, tanque de condensado, bomba de recalque para a caldeira e outros. Ocorre que, via de regra, os tanques de condensado são projetados abertos para a atmosfera e, quando fechados, são providos de respiro. O simples fato de o *flash* de vapor e o condensado não se encontrarem hermeticamente confinados leva à queda de pressão da rede e à transferência de calor para a atmosfera, com conseqüente rebaixamento da temperatura do condensado, acarretando elevado desperdício energético.

Os entraves principais ao retorno do condensado à caldeira, à temperatura máxima, correspondente ao seu calor sensível, são: cavitação da bomba de recalque, pressão do *flash*, precário desempenho do purgador (vazamento de vapor pelo purgador) e convergência de condensados de diferentes pressões.

Os meios para a superação da cavitação já foram abordados em itens anteriores, resta contornar os demais entraves.

12.10.2 Sistema de reservatório de condensado isolado e fechado, dotado de respiro, com perdas minimizadas

A Figura 30, pág. 297, esquematiza esse sistema, que oferece substancial redução de desperdício energético relativamente ao reservatório de condensado convencional, aberto para a atmosfera, se bem que, ainda assim, acarrete alguma perda pelo respiro, apesar de reduzida e quantificável pelos cálculos apresentados no Capítulo XII. A liberação do *flash* pelo respiro ocorre devido à expansão do condensado, de pressão mais alta que a atmosférica, obrigando à intercalação, no sistema, de um tanque de reevaporação, que drena o seu condensado, por gravidade, para o reservatório de condensado e destina parte do seu *flash* para o aquecimento do condensado do

mesmo reservatório e parte para o abastecimento da cozinha. Quando a pressão do tanque de reevaporação for superior à pressão da rede principal de alimentação da cozinha, pela caldeira, a válvula de retenção priorizará a alimentação da cozinha, pelo *flash*; quando não houver consumo pela cozinha, a válvula de alívio (ver Figura 30, pág. 297), ajustada a uma pressão superior à válvula redutora de pressão da cozinha, permitirá a passagem do *flash* diretamente para o reservatório de condensado, permitindo, ainda, o reaproveitamento da sua energia térmica para fins de aquecimento da água do reservatório de condensado.

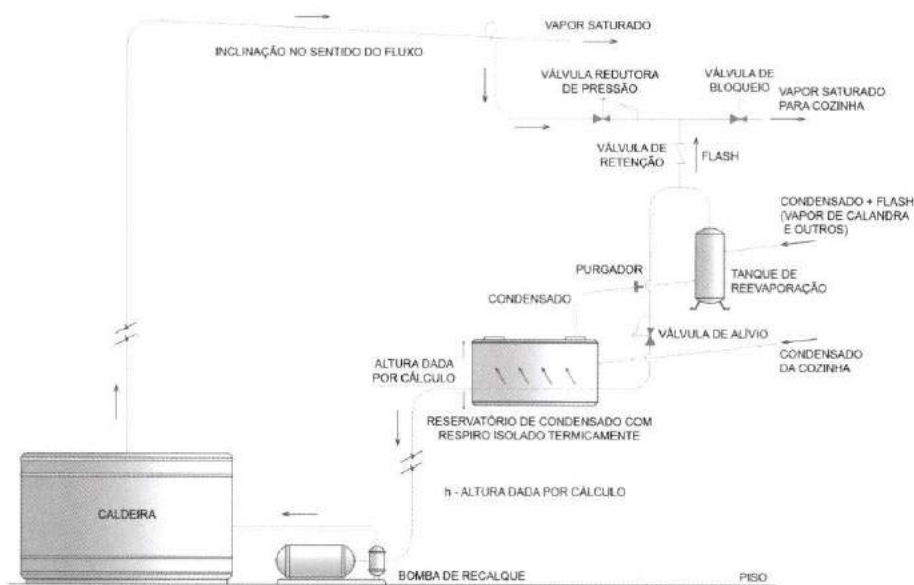
12.10.3 Sistema de tanque de condensado hermético

Esse sistema permite o aproveitamento da energia calorífica do condensado, retornando-o à caldeira em sistema fechado e isolado. No modelo matemático, demonstrado no Capítulo XII, item 2, pág. 373, a temperatura de retorno considerada foi de 130 °C. O esquema representado na Figura 31, pág. 298, mostra a viabilidade dessa solução que, diferentemente do esquema da Figura 30, pág. 297, vale-se de dois reservatórios distintos, um, fechado e isolado, para receber o condensado de alta pressão e outro, aberto e isolado, para o de baixa pressão, cada qual equipado com uma bomba de retorno à caldeira. O *flash* proveniente do reservatório de alta pressão é canalizado para o reservatório aberto, para o aquecimento do condensado de baixa pressão, Figura 31. As perdas desse sistema são reduzidas e correspondem aos flashes referentes ao sistema de alta e baixa pressão, que se evaporam, do reservatório de baixa pressão, para a atmosfera, com o consequente rebaixamento de temperatura. No demonstrativo do Capítulo XII, item 2, as perdas e as economias energéticas são devidamente quantificadas. O esquema indica o emprego de três bombas distintas que, todavia, podem resumir-se a uma apenas.

12.11 Reservatório de condensado fechado x aberto

Uma simulação entre o sistema de reservatório de condensado aberto e o fechado, como analisado no Capítulo XII, permite aquilatar o quão vultosa é a economia propiciada pelo sistema fechado.

Figura 30
SISTEMA DE TANQUE ELEVADO E TANQUE DE REEVAPORAÇÃO
(Ilustração esquemática sem escala)



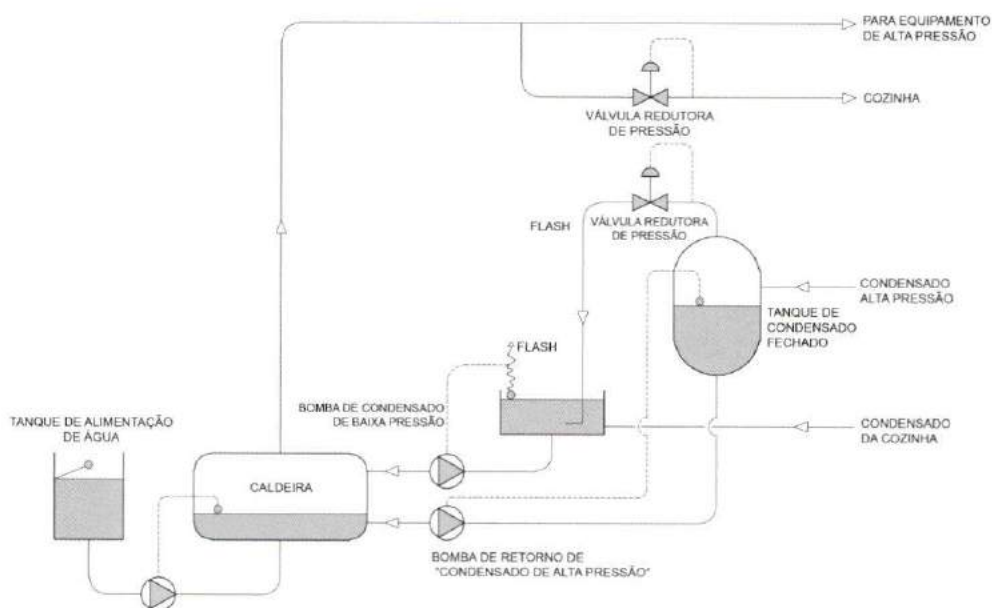
Sistema de tanque de condensado elevado e de tanque de reevaporação com reaproveitamento do vapor *flash*.

Pressurização do condensado na bomba de recalque, por gravidade, sem formação de *flash steam*, prevenindo ocorrência de cavitação.

Aproveitamento energético.

Segundo concepção sugerida pelo engenheiro Maurino Gomes Costa e engenheiro José Merici Neto; recalque à caldeira do condensado, a temperatura acima de 100 °C, sem ocorrência de cavitação da bomba de recalque e com reaproveitamento do vapor *flash*.

Figura 31
SISTEMA DE RESERVATÓRIO FECHADO DE ALTA PRESSÃO E RESERVATÓRIO ABERTO DE BAIXA PRESSÃO
(Ilustração esquemática sem escala)



Aproveitamento energético do condensado, a temperatura acima de 100 °C.

Segundo concepção sugerida pelo engenheiro Raul Bolliger Junior; retorno de condensado à caldeira a temperatura acima de 100 °C, sem provocar cavitação da bomba de recalque.

13 Óleo combustível

13.1 Tipos de óleo – APF, BTE e BPF

Quando permitido o seu uso pelo controle do meio ambiente, o hospital recorre ao óleo BTE (Baixo Teor de Enxofre), APF (Alto Ponto de Fulgor) ou ao BPF (Baixo Ponto de Fulgor), também conhecido como “óleo baiano”, para a produção de vapor, e ao óleo diesel, para a produção de energia de emergência.

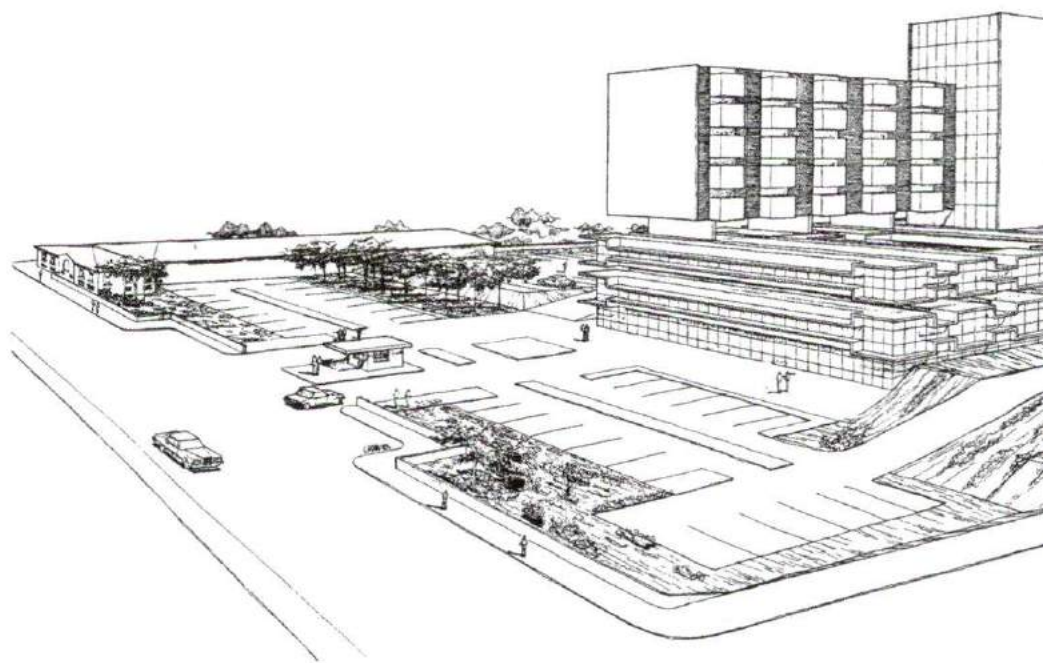
O controle de nível e de temperatura deve ser periódico; possíveis vazamentos são apurados através do controle de consumo ou por meio de detectores instalados nos tanques de combustíveis.

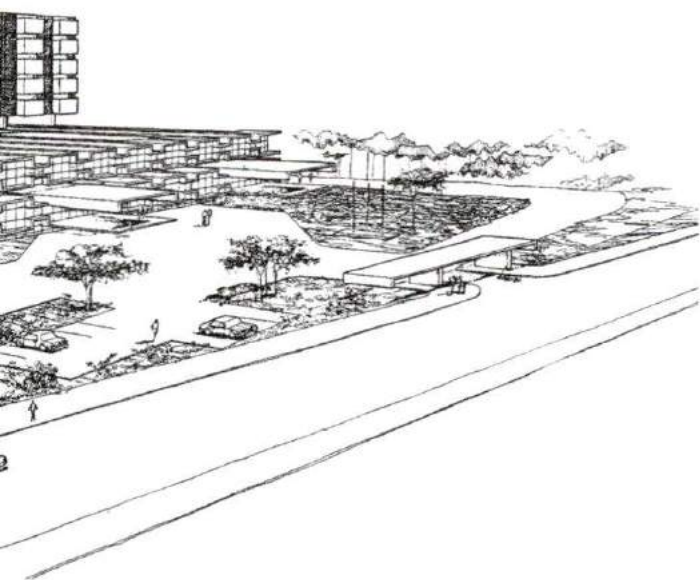
A manutenção também é responsável pelas redes de alimentação e de distribuição de óleo.

13.2 Recepção de óleo e outros

A descarga de óleo deve ser acompanhada de perto pela manutenção, que cuidará de assegurar a necessária inclinação a ser dada ao carro-tanque, quando a transferência se fizer por gravidade. A falta dessa precaução pode privar o hospital do apreciável volume de óleo que, usualmente, remanesce no tanque.

Zelo semelhante é desejável com relação a tambores, cilindros, tanques, *drewers*, garrafões e carros-pipa. Mesmo outros fornecimentos não prescindem do acompanhamento da manutenção, como no caso de areia para obra; a carga deve ser plana, não se aceitando caminhão com coroamento piramidal (cupim), por ser de difícil cubagem e controle. O caminhão de entrega de areia deve ser inspecionado por cima, pela manutenção, quanto à existência de chanfro de areia úmida, afixada geralmente ao diedro posterior da balsa do caminhão, ocupando, por vezes, meio metro cúbico; volume esse com que é desfalcada cada entrega de areia. O recebimento de tijolos e de sacos de cimento, por sua vez, requer da manutenção conhecimento dos diferentes expedientes de que empilhadores inescrupulosos lançam mão para ludibriar a fiscalização.





Hospital Central – Fuerzas Armadas
Assunção – Paraguai, 1984; ver à pág. 419

Capítulo VII

MANUTENÇÃO DE INSTALAÇÕES DE ESTERILIZAÇÃO

1 Esterilização

A manutenção encontra-se estreitamente vinculada à utilização de equipamentos de esterilização, que requerem certos conhecimentos quanto à sua operacionalização.

1.1 Esterilização por vapor saturado

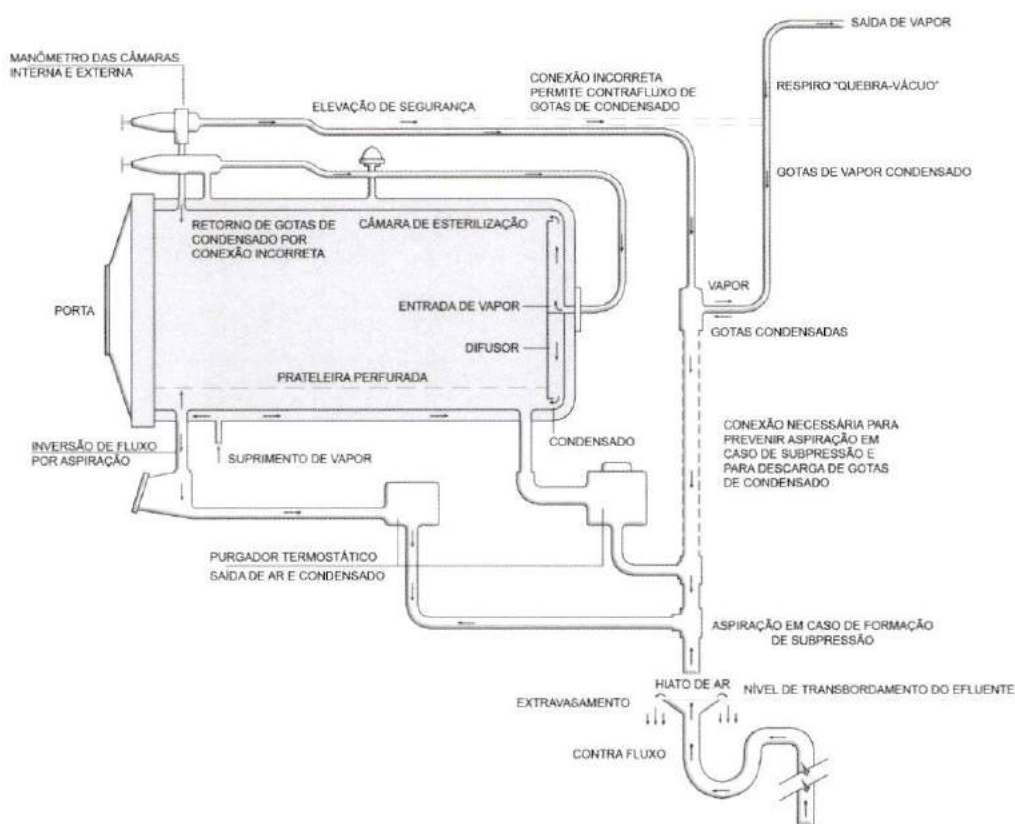
1.1.1 Autoclaves (Figura 32, pág. 304)

Uma autoclave, para desempenhar a sua função esterilizadora, deve ser alimentada com calor úmido na forma de vapor saturado, único tipo de vapor d'água com propriedades esporicidas a baixas temperaturas com reduzido tempo de exposição. Cabe assim à manutenção zelar para que não seja utilizado vapor seco ou vapor superaquecido.

A autoclave de câmara dupla (utilizada em centrais de esterilização) opera com pressão relativa de $2,5 \text{ kgf/cm}^2$ na câmara externa e de 1 kgf/cm^2 (ou 15 lb/pol^2) na câmara interna, supondo uma temperatura de esterilização de 121°C .

Vapor seco e vapor superaquecido, por sua parte, comportam-se como ar quente (calor seco) em estufas, esterilizando por oxidação a uma temperatura de 170°C com exposição de sessenta minutos, como tratado na seção seguinte.

Figura 32
 HIATO DE AR EM AUTOCLAVE CONVENCIONAL DE CÂMARA DUPLA
 Em caso de formação de subpressão, o hiato de ar só
 permite aspiração do ar e não de efluente
 (Ilustração esquemática sem escala)



Instalação visando a prevenção de aspiração de esgoto e de retorno de gotas de vapor condensado.
 Purgador termostático obrigatório. Respiro quebra-vácuo. Dispositivos de segurança.

1.1.2 Controle de pressão

A caldeira abastece a calandra da lavanderia com vapor à pressão de 7-8 kgf/cm². A primeira estação redutora abaixa a pressão do vapor no ramal destinado à central de esterilização para 3,4 kgf/cm². A segunda estação redutora, por sua vez, reduz a pressão de 3,4 kgf/cm² para 0,5-0,7 kgf/cm², pressão compatível com a pressão de trabalho de caldeirões, básculas e estufas de cozinha, bem como de serpentinas de aquecedores de água.

O excesso de pressão de vapor pode ocasionar a implosão de paredes internas de autoclaves, básculas e caldeirões. A manutenção deve então manter reguladas as estações de redução, zelando pelo bom funcionamento de seus componentes: válvulas de gaveta, filtros, derivações, *bypass*, válvula redutora de pressão, válvula de globo, válvula de segurança, manômetro indicador e purgador termostático. Barriletes e estações de redução de pressão devem sempre ser instalados em alturas que permitam o fácil manejo das válvulas, cuidando-se, todavia, de elevar a saída da descarga da válvula de segurança para prevenir acidentes, como o jato de vapor sobre pessoas.

1.1.3 Cuidados específicos

A manutenção da autoclave envolve vários cuidados:

- O funil de coleta (ligado ao esgoto) deve ser afastado e desconectado da saída de ar e de condensado do purgador (interposição de hiato de ar);
- O duto de exaustão do vapor deve ser instalado de forma a não possibilitar o retorno de condensado poluído, por gravidade, para dentro da autoclave;
- O aperto da porta deve ser o mínimo necessário, visando prolongar a vida útil da gaxeta;
- Deve ser feita limpeza periódica da tela removível, instalada no dreno de saída de ar e condensado;
- Uma leve inclinação da autoclave em direção ao dreno é recomendável, para evitar acúmulo de condensado no piso da câmara interna;
- A preservação da altura da prateleira perfurada com relação ao piso da câmara interna, para assegurar espaço à drenagem de ar e de condensado, além de manter os pacotes secos e acima da zona de ar (zona de estratificação em autoclaves dos sistemas por gravidade);

- Deve-se evitar que o jato de vapor, introduzido pela parte posterior superior, incida diretamente sobre pacotes (provisão de chapa difusora);
- Testes periódicos devem ser feitos na válvula de segurança, bem como a aferição dos manômetros (e respectivos registros) das câmaras interna e externa e do termômetro (que devem ter, preferencialmente, bulbos de mercúrio);
- Deve ser feita a limpeza periódica de filtros, purgadores e condensadores;
- Recomenda-se verificar a presença de ruídos na admissão de vapor na câmara externa, que indicam condensação brusca diante da presença de água fria retida e não drenada (falta de inclinação da autoclave ou mau funcionamento do purgador);

Deve-se sempre lembrar que os purgadores não são permanentes. A manutenção deve sempre cuidar para que purgadores termostáticos sejam substituídos (ou reparados) quando da ruptura do fole e extravasamento do seu meio de expansão, de ponto de ebulição inferior ao da água.

1.1.4 Periodicidade de manutenção

A manutenção de bombas de vácuo, de sistemas monitorados e de partes mais complexas, em autoclaves do sistema de alto vácuo, é sempre atribuição de empresas especializadas, contratadas pelo hospital.

Cabe à manutenção a limpeza semanal do sistema automático, dos filtros, dos purgadores, da bomba de vácuo e dos sistemas elétrico e eletrônico. Testes bacteriológicos de esterilidade devem ser feitos periodicamente com indicadores de esterilidade (*Bacillus stearothermophilus*, *Bacillus subtilis*, etc.).

1.2 Esterilização por calor seco

1.2.1 Estufas

Um esterilizador a ar quente (estufa) é geralmente aquecido a 170 °C, preferentemente por meio de resistências elétricas. Num sistema por gravidade, para que não ocorra interceptação de correntes de convecção, a manutenção deve zelar para que as prateleiras perfuradas originais da estufa não sejam substituídas por outras, e que as caixas de material cirúrgico destinadas à esterilização sejam espaçadamente dispostas, de modo a não

interferirem ou constituírem barreiras ao fluxo ascendente e descendente do ar (origem de bolsões de ar frio).

É fundamental que o termômetro seja acurado, e que a medição de tempo corresponda, de fato, à exposição contínua mínima de sessenta minutos. A temperatura deve ser constante (resistências elétricas adequadas), já que o carregamento da estufa (número e dimensões de caixas e respectivos conteúdos) demanda uma quantidade proporcional de calor. Aí reside uma das causas principais da insegurança da esterilização em estufas.

1.2.2 Cuidados específicos

Especificações e recomendações de manutenção e de operação fornecidas pelos fabricantes devem sempre ser seguidas e testadas. Exames bacteriológicos devem ser realizados periodicamente, em face da possibilidade de ocorrências como bolsões de ar frio, superaquecimentos (prejudiciais ao instrumental), falseamento da temperatura para além do bulbo do termômetro (e, também, se o seu fuste for mergulhado na estufa), etc.

O sistema de estufa com circulação horizontal forçada de ar quente entre prateleiras (sem furos) assegura uma temperatura homogênea, uniforme e constante, e permite uma esterilização mais confiável e segura. Ventilador e resistências requerem manutenção periódica, bem como o sistema de travamento automático da porta, para que esta não possa ser aberta durante o ciclo de esterilização.

Em face de a estufa de esterilização por ar quente não ser totalmente confiável, afetar a têmpera do instrumental e requerer vários cuidados e ajustes, ela vem caindo em desuso após muitos anos de reinado. O advento de novas técnicas, procedimentos e equipamentos, colaborou para essa “aposentadoria”. Ela, contudo, não é total, pois estufas continuam imprescindíveis em práticas hospitalares como a eliminação de pirogênio (agente causador de febre), que requer oxidação a 250 °C.

1.3 Esterilização por óxido de etileno (ETO), etileno cloridrina (ETCH) e etilenoglicol (ETG)

1.3.1 Propriedades esterilizantes

O gás óxido de etileno (ETO) é bactericida, fungicida e esporicida, sendo recomendado para a esterilização de artigos críticos como seringas plásticas, luvas, borracha, *nylon*, Teflon®, poliestireno, laparoscópios, artroscópios,

vidros, criotomos, marcapassos, instrumentos, cabos elétricos, cabos de fibra ótica, enxertos de acrílico, vaselina, óleos, pós, etc.

As variáveis críticas do processo de esterilização são: temperatura (54 °C), umidade relativa (40%), pressão do gás (2-2,3 kgf/cm²), tempo de exposição (4 horas) e isolamento a vácuo (600 mmHg).

1.3.2 Cuidados específicos

Em vista de o óxido de etileno (C₂H₄O) ser um gás penetrante, insalubre, carcinogênico, mutagênico e neurotóxico, além de altamente inflamável e explosivo (em concentrações superiores a 3% no ar), a manutenção do sistema requer cuidados especiais.

Apesar disso, o óxido de etileno utilizado em autoclave já vem sendo utilizado há muitas décadas, diluído em 90% de CO₂ ou substituído pelo Freon 12 (Oxifume 12).

1.3.3 Sistema de segurança

Devido à complexidade dos sistemas de esterilização por ETO, ETCH e ETG, forneceremos a seguir algumas informações básicas, visando à sua utilização e manutenção com conhecimento de causa e dentro das medidas de segurança adequadas.

O sistema de segurança requer monitoração para detecção de concentrações inadequadas do gás e identificação de vazamentos (cromatografia a gás, com sensibilidade de 0,1 ppm); ventilação geral com 25 trocas de ar/hora (insuflamento pelo forro e exaustão próxima ao piso); ventilação local junto a válvulas, conexões dos cilindros e junto à porta da autoclave; saída desobstruída da sala, com porta de emergência destravada (abrindo para fora); chuveiro de emergência e lava-olhos para pronto uso.

1.3.4 Proteções e procedimentos

O responsável pela manutenção deve estar devidamente protegido por ocasião da operação de troca de cilindros, carga e descarga da câmara, reparos, bem como testes e inspeção de válvulas, registradores, ventiladores, exaustores, bombas, termostatos e termopares (em número de três). Recomendamos para isso os seguintes EPI (equipamentos de proteção individual): óculos de proteção, máscara com filtro químico, botas, roupas e luvas de PVC (cloreto de polivinila). A concentração ambiental máxima permitida para esses gases é de 1 ppm.

O processo de esterilização envolve variáveis como temperatura, umidade, concentração de gás e tempo de exposição, bem como as operações de aeração mecânica dentro da autoclave e aeração externa (dessorção de gás residual), e requer embalagem final com papel grau cirúrgico. O óxido de etileno (C_2H_4O) é um poderoso agente alquilante (esteriliza, impedindo a multiplicação celular).

Após a esterilização, o gás é recolhido em *scrubbers*, onde é borbulhado em solução ácida (com pH entre dois e três). Cabe à manutenção providenciar a troca periódica da solução formada (etilenoglicol), aproveitável na fabricação em detergentes, plastificantes e cosméticos. A ventilação dentro da autoclave é feita por meio de jatos de ar filtrado.

O sistema de prevenção de incêndios inclui extintores de CO_2 , alarme sonoro com acionamento por botão e, eventualmente, *sprinklers*. O pessoal envolvido com a esterilização por óxido de etileno, inclusive o da manutenção, deve ser periodicamente submetido a exames clínicos e de laboratório.

Termostatos com sensores, no interior da autoclave, detectam bolsões com temperatura abaixo de $55\text{ }^{\circ}C$. Indicadores biológicos complementam a monitoração rotineira do processo de esterilização.

1.3.5 Periodicidade de manutenção

A CCIH (Comissão de Controle de Infecção Hospitalar) deve estabelecer os períodos de revisão e revalidação do processo de esterilização (anualmente, no máximo).

A esterilização por ETO, ETG ou ETCH (este último com reconhecida toxicidade), pelos cuidados, riscos e responsabilidade que envolve, exige vigilância amidiada por parte da manutenção, além dos demais setores envolvidos, como enfermagem, laboratório, administração e empresas especializadas para a manutenção.

A calibragem e a aferição dos instrumentos — a exemplo da manutenção obrigatória da umidade relativa entre 30% e 60% —, devem ser realizados, no mínimo, uma vez ao ano. O programa de manutenção preventiva deve ficar a cargo de uma empresa contratada. Em face da complexidade, custos e riscos envolvidos na esterilização por óxido de etileno, as EAS, mesmo que de grande porte, vêm optando pela terceirização desses serviços, posto que há diversas empresas especializadas em esterilização por óxido de etileno.

1.4 Esterilização a baixas temperaturas (LTST)

As mais novas tecnologias de esterilização para uso hospitalar a baixas temperaturas fazem uso de peróxidos e seus derivados. A seguir, detalharemos algumas dessas técnicas.

1.4.1 Peróxido de hidrogênio vaporizado

Este sistema ainda se encontra em fase de desenvolvimento, apesar de geradores de peróxido de hidrogênio vaporizado já serem utilizados com sucesso em diversas aplicações de interesse ambiental.

Num projeto para a FUNASA (Fundação Nacional de Saúde), em 2004, dotamos doze dos maiores laboratórios de saúde pública do país, com níveis de biossegurança NB2, NB3, NBA2, NBA3 e NB3 *plus*, com sistemas de peróxido de hidrogênio vaporizado em *passthrough* e eclusas, em substituição à fumigação por formaldeído. As motivações foram duas: o formaldeído é cancerígeno e recobre os materiais com polímero, enquanto que o H_2O_2 é altamente eficiente e não apresenta contraindicações.

1.4.2 Plasma de peróxido de hidrogênio (STERRAD®)

O sistema STERRAD® utiliza peróxido de hidrogênio (H_2O_2) que, quando submetido a campos elétricos ou magnéticos elevados, chega ao estado de plasma, geralmente caracterizado como um gás carregado, contendo íons, elétrons, radicais, etc. Esse sistema apresenta alguns prós e contras:

Vantagens: apresenta um ciclo curto, de 75 minutos de esterilização, a uma temperatura de 50 °C. Além disso, o equipamento é leve e simples de operar, bastando conectá-lo a uma tomada de 208 V. É também provido de rodízios para fácil deslocamento. Ademais, não requer aeração, e é próprio para artigos termolábeis, sensíveis a calor e umidade. Por fim, não afeta o meio ambiente e a saúde humana, já que produz apenas água como resíduo;

Desvantagens: o sistema STERRAD® não é viável para a esterilização de líquidos ou celulose (papel ou tecido). Sua câmara de esterilização é de dimensões reduzidas, não comportando endoscópios ou instrumentos com mais de 30 cm, ou cânulas de lume estreito (diâmetro menor do que 6 mm). Além disso, não permite a esterilização de equipamentos médicos que não estejam esmeradamente limpos. Para a embalagem

dos materiais, requer o emprego obrigatório de envoltório de polipropileno ou de Tyvek®.

1.4.3 Plasma de ácido peracético (Steris®)

Totalmente automático, esteriliza materiais utilizando um plasma de ácido peracético ($\text{CH}_3\text{CO}_3\text{H}$), oferecendo as seguintes vantagens e desvantagens:

Vantagens: ciclo rápido de esterilização, entre 30 e 45 minutos, à temperatura de 50 e 55 °C. A esterilização se faz por imersão líquida, sendo efetiva para uma ampla variedade de materiais, instrumentos e endoscópios, sem causar efeitos adversos aos operadores;

Desvantagens: esteriliza exclusivamente materiais que comportam imersão, e que não sejam potenciáveis, como alumínio anodizado. Adicionalmente, a capacidade do equipamento é baixa, permitindo a esterilização de um reduzido número de instrumentos por vez. Como obstáculo adicional, apresenta restrição ao emprego de indicadores biológicos de esterilidade.

1.4.4 Sistema Plazlyte®

O sistema Plazlyte® utiliza, além do peróxido de hidrogênio a 4 mg/l e do ácido peracético a 1 mg/l, uma mistura gasosa de hidrogênio, oxigênio e um gás inerte. A exposição dessa mistura a um campo eletromagnético dá origem a um plasma com amplas propriedades esterilizantes.

Vantagens: facilidade de penetração em pacotes com proteção de papel, tecido, de Tyvek®, etc. O tempo de exposição requerido é de 4 a 6 horas, na dependência do tamanho do pacote. Dispensando aeração, é particularmente indicado para artigos termolábeis, e não oferece riscos ao ambiente ou a pessoas; não é corrosivo.

Desvantagens: a câmara de esterilização é pequena e os materiais esterilizáveis restringem-se ao aço inoxidável, ainda excluídos os instrumentos brilhantes e de produtos e líquidos afetados por vácuo.

1.4.5 Manutenção de equipamentos de esterilização a baixas temperaturas

Somente técnicos habilitados são autorizados a proceder aos reparos ou ajustes nesses equipamentos. Assim, a manutenção fica restrita a tarefas rotineiras, como: retirada e substituição de caixa coletora; troca de fita impressora; troca de rolo de impressão; limpeza da válvula injetora com pano úmido e subsequente secagem (a cada cinquenta ciclos, aproximadamente); retirada da tampa e lavagem com água, seguida de secagem. O equipamento não deve ainda ser submetido à limpeza interna. Quando necessária, deve-se somente proceder à retirada de partículas acumuladas com um pano seco.

2 Processos de desinfecção

2.1 Termodesinfetadora

É um equipamento com dimensões de 1,30 m x 0,80 m x 0,60 m, e pesando 160 kg, destinado à lavagem e desinfecção automática de instrumentos, vasilhames, bandejas, utensílios, vidrarias de laboratório, tubos de sucção, etc.

Dispõe de braços rotatórios, que injetam água a altas pressões, e bombas para detergente, agentes umidificantes e água quente para lavagem, enxágue e remoção de sangue, tecidos e demais resíduos biológicos.

O controle eletrônico microprocessado permite processamento por ciclos e programações variando de dez a 45 minutos. A secagem de materiais e instrumentos é feita através da circulação de ar quente filtrado por até sessenta minutos. A temperatura é regulada em função do nível de desinfecção pretendido, variando até 90 °C.

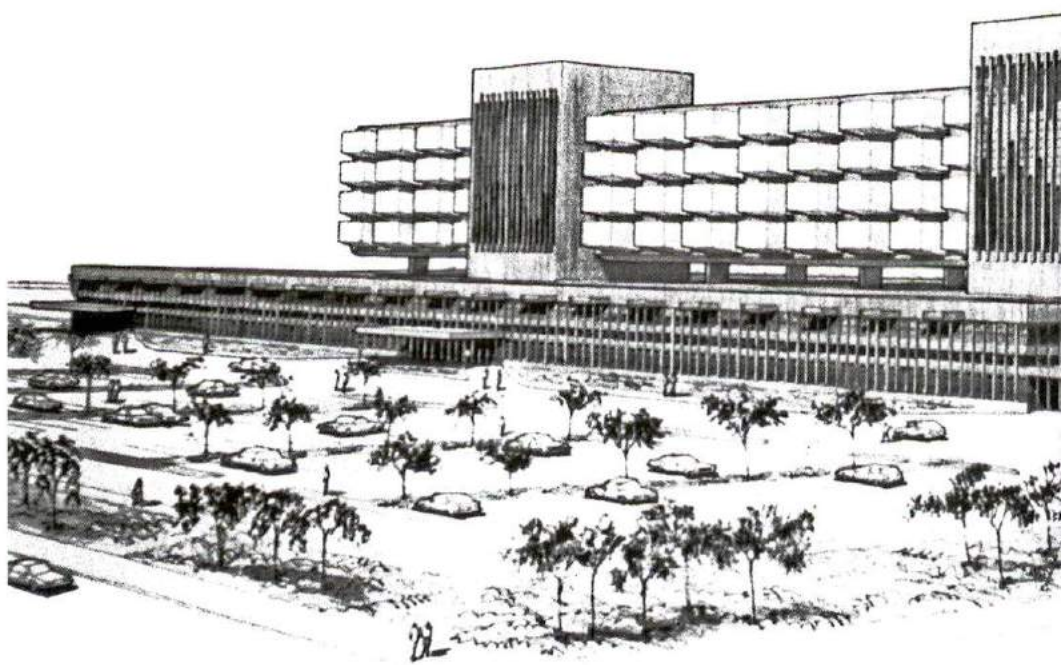
2.2 Manutenção preventiva

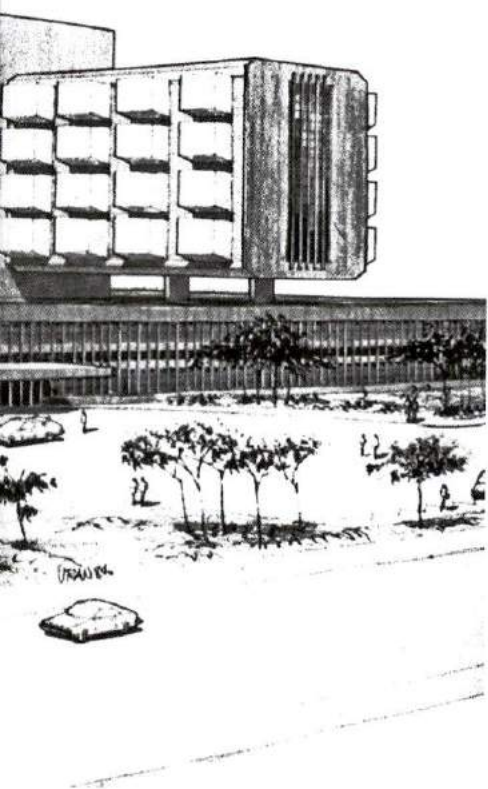
- Verificar se os braços rotativos giram livremente e se os orifícios de injeção de água estão livres de sujeira;
- Manter os bicos dos esguichos limpos;
- Limpar o filtro de descarga;
- Em caso de obstrução por cal, removê-la com aproximadamente 150 ml de removedor de cal líquido e completar o programa;

- Realizar a limpeza externa com agente de lavagem, pano macio, enxugar e secar.

3 Destilador de água

O mercado dispõe de vários tipos, inclusive bi-destiladores, cuja utilidade é questionável; uma destilação segura dispensa uma segunda; duas malfeitas não conferem a segurança desejada. Muitas vezes produtos, apesar de vistosos e bem acabados, nem por isso são confiáveis. Compete à manutenção, com conhecimento de causa, opinar quanto ao acerto da escolha, por ocasião da aquisição de equipamentos. O destilador é um deles. Basicamente, o destilador compõe-se de um recipiente de fervura da água, de uma cúpula de condensação do vapor d'água, de um coletor de condensado e de um duto de descida da água condensada, justaposto e em contato direto com o duto, que eleva a água, assim preaquecida, ao recipiente de fervura. O aquecimento é feito por resistência elétrica, vapor ou gás. No ato da ebulição tumultuada da água, gotas de água, às vezes apenas mornas, são lançadas diretamente dentro do coletor de condensado, onde se misturam às gotas de condensado, que se desprendem da face interna da cúpula de condensação. A manutenção deve recusar os destiladores não providos de chicana e que não garantam a mudança de estado de toda a água (mudança para a fase vapor). Deve, também, opor-se à instalação de reservatórios de água destilada, sabido que, decorridas quatro horas, a água deixa de ser destilada, a não ser que tenha passado, também, por um processo de esterilização.





Nunoa Hospital
Santiago – Chile, 1984; ver à pág. 419

Capítulo VIII

MANUTENÇÃO DE SISTEMAS DE TRATAMENTO DE AR

1 Instalações de climatização – IC

Os sistemas mais usados no tratamento de ar são: sistema central de expansão ou evaporação direta (a massa de ar a ser resfriada passa diretamente pelo evaporador), sistema central de expansão indireta com condicionadores remotos (o condicionador utiliza um meio intermediário, água com salmoura resfriada, que vem de uma unidade central), e sistema fracionado com unidades individuais autônomas e torre de arrefecimento central.

1.1 Componentes

Um sistema de climatização envolve basicamente uma central frigorífica, com seus compressores, evaporadores, condensadores (acoplados ou à distância, e resfriados a ar ou a água), bombas de circulação de água gelada e de condensação em sistemas de expansão indireta, torres de resfriamento, unidades de tratamento de ar e ou *fan-coils*, com suas serpentinas e ventiladores, sistemas de circulação de ar, habitualmente com dutos e portas de inspeção, *dampers* de regulação, registros corta-fogo e corta-fumaça, atenuadores de ruído e tomadas de ar exterior, sistemas de filtragem — filtros instalados em máquinas e, em casos especiais, em dutos ou tetos de salas, sistemas de umidificação e vapor, sistemas de recuperação de calor, tubulações de água fria e condensação, com seus respectivos registros e válvulas, manômetros de água e ar.

A Norma ABNT NBR 7.256/2005, que dispõe sobre tratamento de ar em EAS (Requisitos para projeto e execução das instalações), é essencialmente prática, e encontra-se conjugada à Norma RDC 50 da ANVISA (Regulamento técnico para planejamento e avaliação de projetos físicos de EAS), que assinala quais ambientes devem ser ar-condicionados (AC).

A Norma 7.256 individualiza cada ambiente do hospital, em tabelas que fornecem parâmetros como: filtros e pré-filtros requeridos, nível de pressão (positiva ou negativa), nível de ruído permitido em decibéis (dB), vazão mínima de ar total em $(\text{m}^3/\text{h})/\text{m}^2$ de piso, vazão mínima de ar exterior em $(\text{m}^3/\text{h})/\text{m}^2$ de piso, umidade relativa do ar (%), temperatura (regulável a critério da equipe médica), níveis de risco à saúde (de 0 a 3, em função da exposição ao ar ambiente), situações a controlar (em função de agentes biológicos, químicos, radiológicos, terapêuticos, ou processos e condições especiais), etc.

Referência importante é feita ao correto e criterioso emprego dos dispendiosos filtros absolutos A3 HEPA (*high efficiency particulate air filters*), com capacidade de retenção de 99,97% de particulados de $0,3 \mu\text{m}$ (pelo teste DOP), conjugados a pré-filtros G3 e F7, indicados para cirurgias especializadas de ortopedia, neurologia, cardiologia e transplantes. Já para as demais salas de cirurgia, a recomendação é o uso de filtro F8 com pré-filtro G3.

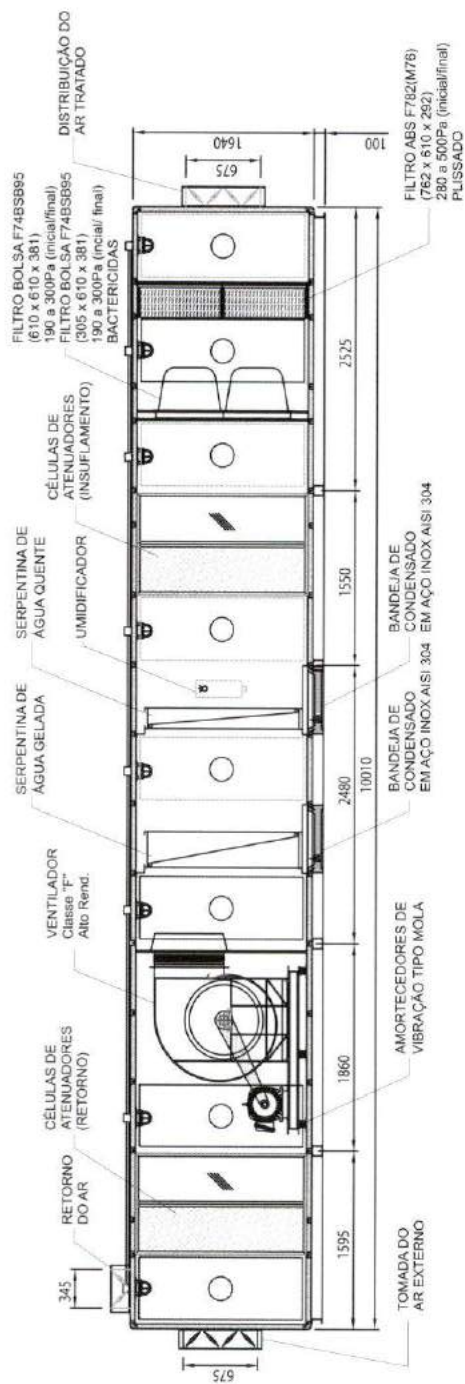
Uma precaução primordial é não permitir que tomadas de ar estejam situadas próximas a exaustores de sanitários, laboratórios, cozinhas, vácuo, laboratórios de biossegurança NB3 e NB4, grupos geradores de energia elétrica, depósito de resíduos sólidos (chorume), geradores de ozônio, central de gás combustível, sala de recepção de roupa suja de lavanderia, etc. A distância mínima dessas tomadas com relação a pontos de emissão de gases nocivos ou agentes infecciosos deve ser de 8,0 m.

1.2 Particularidades construtivas

Na disposição dos estágios de filtragem em equipamentos de tratamento de ar deve sempre ser observado o devido local de instalação:

- A primeira filtragem deve ocorrer na entrada do condicionador, a fim de pré-filtrar tanto o ar de recirculação, como o ar do exterior;
- A segunda filtragem, por sua vez, deve ocorrer após o umidificador, no lado pressurizado do duto;
- A terceira filtragem, por fim, deve ocorrer o mais próximo possível do terminal de insuflamento, do lado pressurizado do duto.

Figura 33
UNIDADE DE TRATAMENTO DE AR (UTA)
(Gentileza da Trox Brasil)



1.3 Instalações e requisitos

Num sistema de tratamento de ar, os dutos, principalmente quando executados em chapa de alumínio, são os que requerem menos manutenção. Chapas galvanizadas apresentam risco de desprendimento de partículas danosas ao sistema e aos filtros. O ar deve ser dutado, sendo vedado o uso de forros de plenum. De mesma forma, o uso de lâmpadas germicidas no duto não é recomendado. Filtros saturados devem ser substituídos sem exporem o ambiente ao risco de contaminação. A substituição de filtros A3, em laboratórios de biossegurança de NB3 e NB4, deve ser feita pela técnica *bag in e bag out*. Dutos de exaustão devem sempre ser protegidos por filtros e registros manuais de fechamento, quando sujeitos à entrada de vento, poeira e material particulado. As salas de máquinas devem possibilitar fácil acesso à manutenção, trabalho facilitado pela existência de espaços técnicos. A torre de resfriamento requer limpeza periódica, o mesmo valendo para unidades de tratamento de ar, especialmente serpentinas e bandejas, que devem situar-se à montante dos filtros finos (ver Figura 33, pág. 319). Precauções similares, de limpeza periódica, devem ser extensivas a todos os reservatórios de água do hospital, a câmaras frigoríficas, *chillers*, torres de arrefecimento e outros. Umidificadores, do tipo “bandeja aquecida”, não são permitidos, por se constituírem em potencial caldo de cultura de microorganismos. Outra preocupação com relação a dutos diz respeito à propagação de fogo e fumaça, exigindo a provisão de registros, corta-fogo e corta-fumaça.

A exaustão de ambientes poluídos, como de salas de separação e classificação de roupa suja, deve ser forçada, com remoção total do ar do ambiente por duto vertical, localizado 2 m acima da cobertura. Nesse caso, são dispensados os filtros biológicos, bastando a instalação de filtros retentores de fiapos junto à grelha. Todavia, em caso de saída encontrar-se direcionada para recintos habitados, torna-se obrigatória a filtração do ar expelido por filtros A3 ou F.

1.4 Continuidade operacional

Para assegurar a continuidade operacional dos sistemas de tratamento de ar, o suprimento de energia elétrica deve encontrar-se ininterruptamente disponível e, para tanto, contar com sistema de gerador de emergência, eventualmente *no-break*, de acordo com a NBR 5.410 e NBR 13.534.

A RDC 50, norma para EAS (estabelecimento assistencial de saúde), de 21/02/2002, especifica os ambientes que obrigatoriamente devem ser ar-

-condicionados (AC), como: salas de cirurgia, de obstetrícia, transplante, berçário, UTI, preparo de injetáveis, de quimioterápicos, nutrição parenteral (Portaria 272) e outros, todos igualmente contemplados na NBR 7.256.

Por sua vez, os ambientes carentes de condicionamento para fins de conforto encontram-se definidos na NBR 6.401, e abrangem quartos de internação, corredores, salas de espera, consultórios, áreas administrativas, auditório, salas de aula e outros.

Uma classificação de filtros de ar referentes a ambientes climatizados é dada pela Recomendação Normativa nº 004/1995 da SBCC (Sociedade Brasileira de Controle de Contaminação). A Norma 7.256 da ABNT, por sua vez, em sua tabela 1, apresenta uma classificação de filtros para ar com seus respectivos métodos de ensaio.

Em vista da precariedade dos filtros dos condicionadores de ar do tipo janela e *split*, o seu uso deve ser restrito e limitado a conforto ambiente. A recirculação do mesmo ar ambiente, sem renovação de ar externo, deve ser evitada — a recirculação deve cingir-se à própria sala e assegurar, no mínimo, duas renovações por hora do ar exterior.

A revista *Hospital*, da American Hospital Association, reporta um surto de *Pseudomonas aeruginosa*, em uma UTI de um hospital americano, proveniente e disseminado por um aparelho de ar-condicionado de janela, que vitimou vários pacientes.

As normas recomendam o não desligamento, ou a não interrupção total do sistema de ar-condicionado, em caso de sustação de intervenções cirúrgicas. Tais objeções decorrem das seguintes razões: possível irrompimento de micro-organismos quando da reativação do funcionamento, podendo contribuir para risco de infecção aérea; provável elevação da umidade no sistema de ventilação, causando proliferação de agentes infecciosos. A ausência de pressão positiva na sala de cirurgia pode ensejar o ingresso de micro-organismos através de résteas e dutos de exaustão. Os filtros em repouso podem, com a reativação, desalojar grumos de poeira e provocar a disseminação de esporos de fungos transitórios.

Uma solução proposta é, ao religar-se o sistema, deixá-lo funcionando por tempo suficiente para a limpeza do ambiente e dos filtros e o restabelecimento do número primitivo de trocas de ar. Pode-se inclusive proceder à troca dos filtros, para evitar um desalojamento de patógenos. Aconselhamos ainda a nunca interromper o total funcionamento do sistema. Por medida de economia, recomenda-se reduzir a vazão do ar, de modo a ainda manter um diferencial de pressão compatível.

1.5 Sistemas de ventilação

Outro recurso para assegurar conforto ambiente, além do sistema de ar-condicionado (AC) é o sistema de ventilação mecânica (ACV) que, a depender da situação, recorre à ventilação natural ou ventilação forçada, esta última empregada sob a forma de insuflação, exaustão ou mista.

O sistema de ventilação é indicado na renovação do ar e na remoção de odores, umidade, fiapos, poeiras e cargas térmicas (geralmente expressas em BTU/h, onde 1 BTU/h corresponde a 0,252 kcal/h, ou 0,2931 W; ou ainda em toneladas de refrigeração, onde 1 TR correspondem a 12.000 BTU/h).

O emprego de ventilação é preconizado para ambientes como cozinhas, almoxarifados, depósitos, instalações sanitárias, casa de caldeiras, oficinas, casa de força e outros, recomendando-se para lavandarias: 30 (m³/h)/m²; câmara escura: 15 (m³/h)/m²; sala de gerador de ozônio: 18 (m³/h)/m², etc. Em particular, o sistema de ventilação da cozinha deve atender à Norma da ABNT/NBR 14.518, devendo o ar insuflado na área de preparação de alimentos ser filtrado por filtro G4.

Entre os equipamentos carentes de exaustão, relacionam-se a calandra e as máquinas de lavar, de secar e de prensar. Um sistema de exaustão eficiente é o de coifas, também utilizadas em cozinhas, cujos equipamentos produzem calor, gordura, fumaça, odores, vapores, condensado, umidade e excesso de CO₂. Nesse caso, um cuidado particular a ser tomado pela manutenção é com a coifa sobre o fogão de cocção. A gordura, se não removida periodicamente, pode se inflamar e disseminar fogo pelo duto de exaustão.

Recomenda-se, sempre que disponível e possível, a localização de salas de máquinas de instalações de climatização (A) e de ventilação mecânica (ACV), em espaços técnicos acessíveis à manutenção, o mais próximo possível do local de utilização, atentando-se sempre, contudo, à proteção contra transmissão de ruídos e vibrações, infiltrações de água e condensado e outros.

Todo insuflamento e retorno de ar devem ser feitos através de dutos, sendo vedado recorrer ao sistema aberto (plenum), entreforros e outros. A Portaria do Ministério da Saúde/GM nº 3.523/98 trata exatamente da limpeza e manutenção de sistemas de climatização. A respeito de limpeza de dutos, ainda, o *Draft Guideline for Enviromental Infection Control in Health Facilities* (CDC, Atlanta) de 2001 põe em dúvida a necessidade

de limpeza de dutos de ar-condicionado e atesta que a “limpeza de dutos não se tem mostrado efetiva na prevenção de qualquer problema de saúde” (pág. 21). (“Duct cleaning in healthcare facilities has benefits in terms of system performance, but its usefulness for infection control has not been conclusively determined” e “Duct cleaning has not been shown to prevent any health problems”).

1.6 Ambientes carentes de pressão negativa

Ambientes hospitalares como quartos de paciente, quartos de isolamento e salas de cirurgia passam a requerer pressão negativa quando sujeitos ou vinculados a micro-organismos patogênicos transmissíveis pelo ar, como as bactérias causadoras da tuberculose, *Staphylococcus aureus*, os vírus da rubéola, fungos do tipo *Aspergillus*, etc. Essa pressão negativa deve apresentar diferencial mínimo de 2,5 Pa (pascais).

Um núcleo de gotícula colonizada, expelido durante espirro, tosse, fala ou canto, de tamanho da ordem de 1 a 5 μm , mantém-se em suspensão no ar por um longo tempo, e pode ser transportado a longas distâncias, como ocorre com a *m. tuberculosis* e a rubéola. O *Aspergillus*, por sua vez, com um diâmetro de 2 a 3,5 μm e associado à poeira e à umidade, resiste à dissecação, e o seu esporo pode manter-se indefinidamente suspenso no ar.

Outros ambientes hospitalares também carecem de nível de pressão negativa, como por exemplo: laboratórios de biossegurança NB3 e NB4, cabines de segurança biológica, salas de exame de broncoscopia, salas de preparo de equipamentos e materiais de endoscopia, salas de microscopia, anatomia patológica e necropsia, laboratórios de biologia molecular, salas de reprocessamento de dialisadores, salas de preparo e diluição de germicidas, salas de preparo de quimioterápicos, áreas para recepção, descontaminação, separação e lavagem de materiais estéreis, salas para recebimento, pesagem, classificação e lavagem de roupa, salas para gerador de ozônio, salas para câmara escura (revelação), áreas para esterilização química líquida, salas de esterilização gasosa e para aeração com ETO (esterilização com óxido de etileno) e outros.

O recurso de dotar as salas de cirurgia de sistema de ar-condicionado reversível, possibilitando, se necessário, fazer uma inversão, isto é, passar de pressão positiva para negativa, é bastante prático, porém sujeito a restrições, diante da dificuldade de acertar o diferencial pressórico adequado.

1.7 Sistemas de ar-condicionado e de ventilação setorizados

Os sistemas de ar-condicionado e de ventilação devem ser setorizados, visando que não sejam integrados via rede de distribuição, quando procedentes de uma central única. Diferentes ambientes, críticos, semicríticos e outros, requerem sistemas particularizados, como os sistemas unitários de tratamento de ar, ou *fan-coil*.

Um bom exemplo de exaustão mecânica segregada é oferecido pela lavandaria, onde o sistema de exaustão da área poluída, de recebimento de roupa suja, deve necessariamente ser independente do sistema de ventilação da área limpa, de acabamentos.

Por outro lado, como exemplo de sistema de ar-condicionado danoso à saúde, pode-se citar um sistema instalado em uma grande unidade de anatomia patológica de uma instituição de ensino médico. O ar distribuído, contendo vapores de formol procedentes da sala de dissecação, era disseminado por todos os ambientes e salas de trabalho, obrigando que médicos, professores, estudantes e funcionários o inalassem. Em verdade, a concentração de formol no ambiente era baixa, quase imperceptível. Não obstante, sujeitava os ocupantes do prédio ao seu efeito cumulativo no organismo, além do odor desagradável. Um estudo finlandês relata as graves consequências neuromotoras, acusadas por cirurgiões e anestesiistas, em decorrência de repetidas inalações de mínimas doses de anestésicos, acumuladas ao longo de anos de intervenções cirúrgicas, por falta de aspiração dos gases liberados junto à fonte durante os atos operatórios.

Outro exemplo perturbador que conhecemos, e que ilustra a necessidade de um sistema de ar-condicionado setorizado, é a invasão das salas de um grande centro cirúrgico por um forte e perturbador odor, provindo de uma das salas de cirurgia, em que uma operação de gangrena gasosa estava em curso.

1.8 Exaustão mecânica e ventilação

O ar atmosférico é composto por 21% de oxigênio. A redução desse percentual até aproximadamente 15% é aceitável, sem acarretar maiores problemas à saúde humana. Quando abaixo de 10%, há risco iminente à vida — a 7,5%, causa dispneia, e a 3%, asfixia e morte.

Uma das medidas a que se recorre em caso de incêndios, para evitar a alimentação de chamas, é o desligamento do ar condicionado. Esse desligamento

pode atingir ambientes ar-condicionado-dependentes, obrigando as pessoas presentes a ficarem e enfrentarem falta de ar e asfixia, ou saírem e enfrentarem fumaça e chamas.

Segundo a Comissão de Ventilação de Nova York, uma pessoa consome de 0,158 a 0,850 m³ de ar por minuto, quando em grande atividade. Segundo Philips, engenheiro de saúde pública, uma pessoa em repouso consome de 20 a 25 l de oxigênio por hora (500 a 700 l/dia, dependendo da atividade) e exala de 15 a 21 l de CO₂ por hora.

O ser vivo subsiste em uma atmosfera contendo 1% de CO₂. Já na condição de 3% de CO₂, o ambiente torna-se tóxico (acidose). A 5%, torna-se asfixiante, mesmo diante da renovação do oxigênio. Na proporção de 20% a 30%, o CO₂ produz perda dos sentidos e morte.

Em recintos de aglomeração, para a remoção do cheiro humano, é necessária a ventilação de 17 m³/h por pessoa do recinto.

Os equipamentos de ventilação e exaustão, como partes integrantes do sistema eletromecânico, são da alçada da manutenção, e requerem assistência mensal quanto à sua limpeza, lubrificação, balanceamento, troca de filtro, verificação de pressão e vazão e regulação de correias, além dos cuidados usualmente dispensados a motores.

Também devem ser observadas as necessidades individuais dos diversos ambientes a serem exauridos ou ventilados, tais como lavanderia, cozinha, central de esterilização, laboratório, capelas, coifas, anatomia patológica, câmara escura, sanitários e outros, pois demandam condições ambientais distintas de temperatura, de prevenção de contaminação, de eliminação de odores e outros. Como exemplo de situação particular, a exaustão mecânica é obrigatória em lavandarias, tanto na área suja (recebimento e lavagem), como na área limpa (finalização e embalagem).

1.9 Periodicidade de manutenção

Os equipamentos de ar-condicionado e de câmaras frigoríficas devem ser inspecionados pela manutenção uma vez ao mês. Sistemas de ar-condicionado, por envolverem ar, água, poeira e particulados, são propícios à proliferação de micro-organismos, donde reside a imperativa necessidade de manutenção permanente do sistema, com a tomada de providências como inspeção das pressões diferenciais de filtros, testes DOP dos filtros HEPA, monitoramento de pressões manométricas positivas e negativas e da água de bandejas evaporadoras, etc.

Testes visuais qualitativos de pressão diferencial podem ser feitos por tubos de fumaça, pelo posicionamento de tiras flutuantes de tecido, por bolas de pingue-pongue no fluxo de ar, entre outros.

A qualidade da água gelada, bem como a da água de resfriamento dos *chillers*, deve ser uma preocupação constante da manutenção, igualmente com a água das caldeiras, cujas características de dureza e pH carecem de controle permanente, visando o perfeito atendimento às recomendações do fabricante do equipamento.

As bombas e os motores da central de frio requerem lubrificação, e os demais componentes devem seguir as rotinas estabelecidas pelo fabricante e pela empresa instaladora. Os dutos de água resfriada devem sempre ser protegidos por calhas de isopor ou outro isolante.

A seguir, apresentamos um resumo prático das operações de manutenção de sistemas de condicionamento de ar, com as suas respectivas periodicidades:

- *Manutenção semanal:* verificação do óleo do compressor, temperatura ambiente e umidade. Tratamento da água de condensação e da água gelada;
- *Manutenção mensal:* lubrificação de partes mecânicas, inspeção de drenos, inspeção do circuito refrigerante (pressão, temperatura, etc.) e jateamento de trocadores de calor (*fan-coils*);
- *Manutenção anual:* drenagem do sistema de água de condensação e de água gelada, inclusive limpeza de filtros. Limpeza de tubos de condensadores e de *chillers*;
- *Manutenção variável:* lubrificação, verificação ou substituição de rolamentos, eixos, gaxetas e correias referentes às partes mecânicas de todos os equipamentos (centrífugas, *chiller*, *fan-coils*, *selfs*, bombas exaustoras, torres de resfriamento, etc.). Lavagem de tanques e bombas, remoção de ferrugem e pintura das superfícies das torres de resfriamento.

2 Salas cirúrgicas e monitoramento biológico

Por que salas cirúrgicas não devem ter monitoramento biológico rotineiro?

O monitoramento biológico rotineiro da qualidade do ar de salas cirúrgicas, visando controle qualitativo e quantitativo e o estabelecimento de

indicadores de qualidade do ar ambiente interno, não encontra qualquer justificativa técnica ou científica. Já existem exemplos dessas equivocadas preocupações devidamente regulamentadas, onerando inutilmente nossas instituições. Agora se pretende estender esse controle rotineiro a todos os ambientes assépticos hospitalares, assunto de interesse de toda a coletividade hospitalar.

Houve épocas em que a realização de testes rotineiros de qualidade de ar de salas de cirurgia era aconselhada. No entanto, as atuais pesquisas realizadas por instituições científicas nacionais e internacionais revelam ser totalmente dispensável e injustificável o controle rotineiro da qualidade de ar de salas cirúrgicas.

É evidente que tudo deve ser feito em prol da maior segurança das instituições de saúde, contanto que com base em preceitos efetivos e comprovados. Vem a calhar aqui a lapidar citação do Ministério da Saúde que incita a "... evitar a celebração de rituais mágicos inúteis, que apenas oneram os custos hospitalares". É bem este o caso, pois a monitoração rotineira implica elevados custos e longas interdições de uso de salas cirúrgicas, quando em teste. Um grande número de nossas instituições de saúde não suportaria tal ônus, principalmente porque estariam na dependência de laboratórios e profissionais especializados, próprios ou terceirizados. Estes últimos certamente louvariam o estabelecimento de tais indicadores de qualidade, com a obrigatória e custosa monitoração rotineira.

A JCAHO (Joint Commission on Accreditation of Hospital Care Organizations) e a Clinical Indicators Task Force on Infection Control, à pág. 618, são enfáticos: "se um hospital apresenta alto índice de infecção, tal fato não caracteriza, necessariamente, um problema de controle de infecção". A mesma JCAHO "rejeita índices de qualidade como indicadores válidos". O médico Roberto Haley, diretor dessa força tarefa, vai mais adiante, afirmando que "a apuração de um índice representativo de infecção hospitalar em um hospital consome um tempo considerável, em vista de requerer continuidade e amplo controle, além da sua improvável precisão e enganosa interpretação o tornarem inseguro e inadequado para confrontos inter-hospitalares, devido à falta de índices de segurança apropriados para todos os tipos de infecções".

Corroborando esta afirmação, o NNIS (National Nosocomial Infection Surveillance) menciona, à pág. 609, que "os cotejos de indicadores inter-hospitalares são sem sentido e, mesmo, enganosos", e que os "dados pesqui-

sados revelam a importância de serem submetidos a exame: intervenções, equipamentos e procedimentos cirúrgicos que possam contribuir para o aumento do risco de infecção do paciente”.

O *Federal Standard 209E* e o Institute of Environmental Sciences (Mount Prospect, Illinois) ressaltam que “... este documento não se destina à caracterização da natureza física, química, radiológica ou viável de partículas aerveiculadas. Não se conseguiu estabelecer relação universal entre a concentração de partículas veiculadas por ar e a concentração de partículas aéreas viáveis”. Em relação a isso, o próprio amostrador de ar é questionado, por ser um concentrador de partículas — resultando que o ar no amostrador apresenta-se sempre diferente do ar da amostra.

O prestigioso CDC de Atlanta, em dois de seus documentos oficiais, *Guideline for Prevention of SSI* (1999) e *Draft Guideline for Environmental Infection Control in Health Care Facilities* (2001), elimina qualquer dúvida quanto à tendência injustificada de induzir nossos hospitais ao monitoramento biológico de rotina: “Não há parâmetros normatizados que permitam a comparação de níveis microbianos obtidos de cultura do ar ou de superfícies do ambiente de salas de operação.” E vai além: “A coleta rotineira de amostras microbiológicas de ar ambiente e de superfícies de salas cirúrgicas só se justifica como parte de alguma pesquisa epidemiológica. (...) Amostragens microbiológicas de ar em estabelecimentos de saúde continuam controversas em vista de limitações técnicas e da necessidade de substancial suporte laboratorial.”

Salas de cirurgia de todo o mundo valem-se da qualidade de ar que lhes é propiciada pelas normas reguladoras do ar condicionado: por que e para que, então, o complicador ora pretendido?

As normas vigentes garantem o monitoramento na classe de ar desejada através de filtros, trocas de ar/hora, pressão positiva, etc. O Ministério da Saúde, à pág. 9 do seu *Manual de controle de infecção hospitalar*, endossa o conceito universal da origem endógena da maioria das infecções hospitalares: “... a maioria absoluta das infecções hospitalares é provocada por bactérias de baixa virulência, que constituem a microflora humana normal”.

Concluimos assim que o Brasil precisa banir desperdícios dispensáveis de suas instituições de saúde. O monitoramento biológico rotineiro, qualitativo e quantitativo e o estabelecimento de indicadores de quali-

dade do ar de ambientes internos não encontram qualquer justificativa técnica ou científica.

(Texto baseado no artigo publicado em parceria com o Arq. Domingos Fiorentini, no *Informativo Hospitalar*, ano III, abril/maio 2001, pág. 9 por ocasião da tentativa de normatização da qualidade de ar pela comissão formada pelo Ministério da Saúde.)





Hospital Israelita Albert Einstein
São Paulo – SP, 1985; ver à pág. 419

Capítulo IX

MANUTENÇÃO DE SISTEMAS DE APOIO: LAVANDARIA HOSPITALAR

1 Lavandaria hospitalar

1.1 Higienização de roupa suja

Houve época em que a roupa suja hospitalar, altamente poluída, representava um risco preocupante. Hoje, entretanto, a disponibilidade de medidas de controle e processos de lavagem racionais asseguram a desejada segurança.

Apesar de o número de patógenos que colonizam a roupa suja hospitalar ser grande, pesquisas mais recentes revelam que o risco de transmissão de doenças, durante o processo de lavagem, é insignificante. Da mesma forma, após lavada, a roupa representa risco desprezível à saúde do pessoal e de pacientes (*Draft Guideline for Environmental Infection Control in Hospital Facilities*, Centers for Disease Control and Prevention (CDC), Atlanta, Geórgia, EUA, 2001, pág. 88).

O processo de lavagem de roupa hospitalar obedece a um conjunto racional e científico de procedimentos integrados, que envolvem meios e recursos físicos de tempo e temperatura, bem como mecânicos, químicos, biológicos, tecnológicos e elétricos todos bem definidos e depurados. Em poucas palavras, a lavagem se trata da remoção da sujidade de tecidos, além da sua desinfecção e acabamento. O processo começa pela coleta da roupa, que é pesada, separada, classificada e repesada, e em seguida levada para as máquinas de lavar de barreira, com portas duplas.

Cabe observar que, em contraste com visões ultrapassadas, roupas sujas e limpas, bem como material contaminado e esterilizado, se devidamente acondicionados, podem circular livremente pelo hospital, e serem transportados em elevador junto com carros de comida e similares, e também com pessoas, sem qualquer restrição ou risco (RDC 50, item A3: *Condições ambientais de controle de infecção*). Analisamos esse fato no texto *O conceitual, o físico e o subjetivo em planejamento hospitalar*, de março de 2001.

1.2 Abordagem científica da lavagem da roupa

Por princípio, no processo científico de lavagem de roupa, cada componente do produto de lavagem e cada recurso físico ou químico desempenha funções específicas. Assim, temos:

- A alcalinidade do hidróxido de sódio (NaOH, ou soda cáustica), com pH de 11,6, ou do metassilicato de sódio de sabões e detergentes tem a função de contribuir na remoção de sujeiras de roupas brancas;
- Os ensaboamentos e os enxágues múltiplos potencializam a ação dos produtos químicos no processo de lavagem;
- A acidulação, com ácido acético ou outro ácido, tem a função de neutralizar a soda cáustica (NaOH) da alcalinização no último enxágue, permitindo a retirada da roupa da máquina de lavar em pH ácido (entre 5,5 e 6,5);
- O pH ácido da solução final confere maciez às fibras da roupa e suavidade ao seu tecido, facilitando a calandragem, prensagem ou passagem manual a ferro elétrico, cujo resultado é um acabamento liso e um toque agradável (condição bem vinda nos berçários);
- A degermação da roupa é facilitada pela passagem brusca do meio alcalino para o meio ácido. O grau de desinfecção alcançado pela ação dos agentes químicos é função do tempo de exposição da roupa aos mesmos;
- A umectação, graças à diminuição da tensão superficial da água pelo efeito do sabão, facilita a penetração dos componentes químicos da solução através da trama e da urdidura dos tecidos, com o consequente desalojamento das sujeiras;
- A ação mecânica do processo de lavagem (bater, esfregar, torcer e passar), conjugada ao correto nível de água e ao adequado tamanho

e densidade da espuma do sabão, dinamiza o alijamento da sujeira alojada entre as fibras do tecido;

- As propriedades de emulsificação e de dissolução dos produtos químicos contidos na solução atuam na remoção de substâncias oleosas e de elementos graxos aderidos à roupa;
- A elevada temperatura, de 85 °C ou mais, termodesinfecta a roupa, diminui as forças de adesão que mantêm o sangue e outras nódoas aderidos ao tecido, potencializa a ação dos produtos químicos e da água oxigenada (H_2O_2). Esta última é adicionada ou liberada pelo perborato de sódio (NaH_2BO_4 , componente dos produtos de lavagem). Na forma de pó, e sob ação da água quente, o perborato de sódio dissocia-se em metaborato de sódio ($NaBO_2$) e em água oxigenada que, em virtude de sua baixa estabilidade, produz água e oxigênio ativo, muito reativo.

1.2.1 Coagulação da albumina e dos componentes proteicos do sangue

Sob a ação dos vários agentes mobilizados, sangue e proteínas transferem-se rapidamente do tecido à solução, onde, devido às altas temperaturas, coagulam em cerca de cinco minutos. Os coágulos são então levados pelos enxágues, o que impede a sua redeposição sobre a roupa. É importante ressaltar que, caso o sangue venha a coagular quando ainda aderido ao tecido, ele causa nódoas indelévels. Convencionalmente, a remoção do sangue é feita com água fria, processo que demanda mão de obra considerável, além de tempo e desgaste da roupa e da máquina.

1.2.2 Repulsão elétrica de sujeiras

Uma das ações básicas, na remoção de sujeira de tecidos, é a umectação (a molhagem) e a quebra da tensão superficial da água (que efetiva a molhagem e a penetração da água no tecido) obtida pela atuação de detergentes adicionados à água.

O sabão, em contato com a água, dissolve-se e suas moléculas se dissociam, dando origem a íons (átomos carregados eletricamente). O íon aniônico (carregado negativamente) tem comportamento dualista: um de seus pólos é hidrofóbico (com repulsão à água), enquanto o oposto é hidrofílico (com afinidade por água).

Por essa razão a extremidade hidrofóbica, ao fugir da água, refugia-se penetrando na sujeira, o que faz, em decorrência, esses íons aniônicos passarem a assumir a posição “espetada” e com isso expõem a sua extremidade hidrófila, carregada negativamente, em direção à água, encobrindo a sujeira.

O tecido, por sua vez, também, tornado negativo, por íons aniônicos, passa a repelir a sujeira, alojada em suas fibras, por efeito de repulsão de cargas iguais, corroborando, dessa forma, eletricamente, esse processo científico de alijamento da sujeira da roupa.

Repulsão, também, ocorre devido a micelas, que se formam na solução, (micelas são suspensões moleculares recobertas por íons) as quais impedem a redeposição de sujeiras sobre o tecido já lavado, ao mantê-las em suspensão na solução, facilitando, assim a remoção da sujeira da máquina de lavar, através de enxágues.

1.2.3 Desinfecção de formas microbianas vegetativas

O processo de desinfecção, que livra as roupas hospitalares de formas microbianas vegetativas, se dá principalmente pela temperatura elevada da solução de lavagem, bem como pela ação de substâncias como o hipoclorito de sódio (NaClO) a 7%, ou ainda por outro componente clorado. A água oxigenada (H_2O_2) é também usada em processos de desinfecção e branqueamento (alvejamento) de tecidos.

1.2.4 Alvejante ótico

Os alvejantes óticos são geralmente adicionados no último enxágue e difere dos branqueadores químicos, pelo fato de os alvejantes óticos, apenas e simplesmente, refletirem radiações ultravioleta e transmitirem a ilusão de brancura; mascaram, dessa forma, sujidade e precária lavagem (caso presentes). As difundidas experiências de “prova da janela” e de “lavar mais branco” não passam de propaganda, que explora a ação dos raios ultravioleta do sol, que simplesmente ativam os alvejantes óticos, presentes no tecido (ver “Lâmpadas ultravioleta”, Capítulo V, item 8.12, pág. 216).

1.3 Equipamentos

Uma lavandaria hospitalar é integrada pelos seguintes equipamentos: lavadora, centrífuga (extratora), secadora, calandra, prensa, ferro elétrico, balança, mesas, carros de transporte, máquina de costura. Nas próximas seções,

detalharemos as especificidades de cada um desses equipamentos em relação à sua operação e manutenção.

1.3.1 Máquinas de lavar

As lavandarias modernas disponibilizam os seguintes tipos de máquinas:

- Lavadora individual ou lavadora convencional
- Lavadora de barreira ou de desinfecção
- Lavadora contínua ou lavadora túnel
- Lavadora centrífuga

Lavadora individual ou convencional: dispõe de um tambor externo e de um cesto interno provido de pás elevatórias, que giram alternadamente em sentidos opostos. O objetivo dessa reversão é assegurar o destorcimento da roupa torcida. A frequência de rotação do cesto varia em função da sua capacidade – a média é de 24 rpm (rotações por minuto). As lavadoras podem ter uma só porta, para carga e descarga frontal, ou duas portas, quando é então denominada lavadora de barreira, ou lavadora de desinfecção;

Lavadora de barreira ou de desinfecção: nesses equipamentos, a carga de roupa suja é feita pela porta voltada para a sala de recepção, seleção e classificação da roupa suja, enquanto que a saída da roupa lavada e desinfetada é feita por uma segunda porta, voltada para uma sala limpa, onde são feitos os acabamentos. O processamento da roupa é feito individualmente, recorrendo a fórmulas de lavagem específicas para as características do tecido, da sujidade da roupa, etc. A abertura das duas portas nunca se dá simultaneamente. Da mesma forma, o fluxo de ar ocorre em dois tempos: a aspiração de ar pela área limpa, e a expulsão do ar para a área suja;

Lavadora contínua ou túnel: destinam-se a lavandarias de grande porte, com capacidade de produzirem de 300 a 1.000 kg de roupa seca por hora. Elas ainda são raras no Brasil, apesar de serem eficientes e econômicas. Além disso, por serem totalmente automáticas, carecem de apenas dois operadores;

Lavadora centrífuga: dispõe de duas velocidades; uma para a lavagem da roupa (24 rpm) e outra para a sua centrifugação (950 rpm).

1.3.2 Centrífuga ou extratora

A hidroextração tem a função de extrair entre 50% e 60% de água da roupa molhada, recém-saída da máquina de lavar. A extração se dá por centrifugação, rotação de um cesto perfurado de aço inoxidável numa frequência de 950 rpm, atingindo pressões da ordem de 5 kgf/cm^2 . Para prevenir acidentes, um dispositivo mantém o tampo travado durante toda a rotação do cesto, bem como o motor desligado enquanto o tampo se encontrar aberto. Não é infrequente a ocorrência de graves mutilações por falta dessa preocupação e sistema de segurança.

O processo de retirada da roupa molhada da lavadora, seu transporte, sua carga na centrífuga e posterior descarga, levam de 15 a 25 minutos, enquanto o tempo requerido para a centrifugação mecânica é de apenas 10 a 15 minutos.

Nesse caso, uma importante economia de tempo pode ser conseguida utilizando uma lavadora centrífuga, que dispensa a trabalhosa operação da retirada da roupa molhada da máquina de lavar e a arrumação da mesma dentro do cesto da extratora, operação obrigatória para assegurar o balanceamento uniforme do peso da roupa e uma rotação segura da máquina. Por essa razão, como regra geral, máquinas de lavar com cargas acima de 100 kg não devem recorrer ao sistema de centrifugação dissociado.

Extratoras industriais encontram-se disponíveis em variadas capacidades, sendo as mais usuais de 15, 30, 50, 60 e 100 kg.

1.3.3 Calandra

A calandra destina-se à secagem e passagem de roupa lisa. Compõe-se de um ou mais cilindros metálicos revestidos, que giram assentados sobre calhas metálicas de paredes duplas, fixas, formando canaletas individuais aquecidas por vapor ou eletricidade. O vapor condensado dessas câmaras é recolhido por purgadores termostáticos no tanque de condensado, para que seja devidamente reaproveitado na caldeira. Esse procedimento visa reaproveitar a onerosa água tratada, valendo-se da energia térmica do calor sensível, do vapor condensado.

Os rolos dispõem de dispositivos de segurança, de modo a prevenir riscos de acidentes, sobretudo às mãos dos operadores. A rotação dos rolos é regulável, de modo a remover a umidade residual das roupas. O sistema de suspensão dos cilindros, além disso, permite adequá-los às espessuras variáveis dos tecidos.

O estado de conservação e a lisura do revestimento dos rolos exigem manutenção constante: qualquer rugosidade, rasgo ou sujeira apresentado pela sua forração, prejudicam a aparência e o acabamento da roupa, cuja qualidade, beleza e maciez dependem, também, da acidez de suas fibras. Para lençóis hospitalares, o comprimento do rolo deve ser de 3 m. Seu diâmetro é variável, sendo o mais usual de 0,35 m. O número de rolos, dependendo da necessidade de produção, pode chegar a oito. Há calandras com rolo de 0,80 m de diâmetro e de 3,5 m de comprimento. Nas calandras de um só rolo, de 0,35, 0,60 ou 0,80 m, a roupa já passada retorna pelo mesmo lado da carga, requerendo apenas duas pessoas. Quando a retirada se dá pelo lado oposto, o número de operadores necessários dobra.

A temperatura das calandras varia conforme a pressão da caldeira: uma pressão de 7 kgf/cm² equivale a uma temperatura de 170 °C, enquanto que 8 kgf/cm² equivalem a 175 °C. Em temperaturas abaixo de 175 °C, a roupa necessita passar novamente pelos rolos. Já temperaturas superiores, afetam o revestimento dos rolos e a roupa calandrada, exceto em calandras com maior velocidade de rotação ou com cilindros perfurados, dotados de sucção. A título de referência, o rendimento médio de produção de uma calandra é de 20 kg de roupa por hora.

1.3.4 Secadora

A secadora é constituída por um cilindro externo, fixo, horizontal, de aço inoxidável ou galvanizado, perfurado, e de um cilindro interno giratório, para o revolvimento da roupa. É equipada com porta frontal de carga e descarga, seletor de temperatura, comando automático de tempo de secagem e dispositivo de segurança da porta.

Cabe à manutenção a retirada periódica de fiapos e felpos retidos na tela de saída do duto de exaustão. O ar, antes de ser exaurido para o exterior, passa por um saco retentor de fiapos.

Dada a sua importância no conjunto dos equipamentos da lavanderia, as secadoras devem ter seu número devidamente equacionado e, no mínimo, serem instaladas em duplicata.

1.3.5 Prensa

A prensa destina-se a passar certos tipos de roupa, como uniformes (quando do tipo não calandrável) e aventais, que normalmente são passados

manualmente a ferro. Quando a necessidade exige grande rendimento e economia, recorre-se à prensa.

A prensa trabalha com uma mesa fixa, de formato adequado para a roupa a passar. A *mesa universal* não é específica, mas é a mais usada em hospitais, e consiste de uma mesa de tela metálica, acolchoada, estreita e comprida. O alisamento da roupa se dá pela pressão exercida pelo tampo aquecido a 170 ou 180 °C, por vapor ou eletricidade. São dois os modelos de passagem à prensa: o de mesa fixa, com tampo suspenso aquecido, acionado a ar comprimido e o de mesa móvel, que é prensada contra o tampo aquecido, fixo. O tempo de prensagem é variável, e a prensa se descomprime automaticamente. Um mecanismo de segurança impede acidentes com as mãos.

Entre os muitos modelos e variantes de prensas, a *prensa carrossel* oferece grande eficiência para lavandarias de alta produção, constituindo-se de duas mesas conjugadas e móveis, em torno de um eixo comum. Quando uma estiver recebendo a roupa, a outra está sendo passada sob o tampo aquecido. Apresenta duas vantagens: é ergométrica – afasta e protege o operador do calor e do vapor do tampo aquecido – e propicia economia de espaço.

1.4 Água quente em máquinas de lavar roupa

Um dos desperdícios hospitalares mais comuns é o uso indevido de vapor. Exemplo importante é o aquecimento da água da máquina de lavar com um jato direto de vapor fluente dentro da lavadora. Tal procedimento apresenta os seguintes inconvenientes:

- Perda de valiosa água quimicamente tratada com produtos específicos, para prevenir incrustações em tubulações da caldeira. Essa água deve sempre ser recirculada e reusada, nunca desperdiçada.
- O jato de vapor fluente, quando lançado diretamente sobre a roupa exposta dentro da máquina de lavar, libera cloro nascente quando em interação com o hipoclorito de sódio (principalmente na forma de pó), o que causa furos e esgarçamento dos tecidos.

Procedimento correto: a água da caldeira, à pressão de 8 kgf/cm², gera vapor a 173 °C. Esse vapor, ao passar por uma serpentina, transfere o seu *calor latente* à água do tanque de água quente destinado à máquina de lavar, e retorna, a 130 °C, à caldeira sob forma de água condensada, preservando a qualidade da mesma.

1.5 Emprego de ozônio em lavagem de roupa

O ozônio (O_3), composto muito instável, libera um átomo de oxigênio nascente para cada molécula, o que lhe confere a propriedade de poderoso agente oxidante, muito efetivo contra odores. O O_3 se converte facilmente em O_2 e O atômico, extremamente reativo.

A sua ação desinfetante, todavia, tem limitações, como a sua absorção por substâncias orgânicas e a sua alta toxicidade, o que exige precauções por parte do pessoal da lavanderia e da manutenção. McCulloch, no livro *Desinfection and Esterilization* (pág. 370), alerta para a extrema toxicidade do ozônio: “*ozone in the air or in water is extremely toxic*”, e ele é contraindicado para uso em lavandarias em países como a Espanha.

O poder oxidante do gás ozônio é maior do que o do flúor, e é explosivo quando em contato com determinados materiais, como óleo, graxa e outros, tal como ocorre com cilindros de oxigênio, quando sua válvula de fechamento for lubrificada.

O uso de ozônio na desinfecção de roupa requer um sistema de exaustão adequado. A sala em que se dá a geração de ozônio requer exaustão forçada de todo o ar do recinto, com descarga para o exterior, à razão de $18 \text{ (m}^3/\text{h)}/\text{m}^2$, conforme recomendado pela Norma 7.256 da ABNT.

É importante frisar que caso a água da lavanderia contenha manganês, este pode reagir com o ozônio para formar permanganatos (de cor avermelhada), que se decompõem em óxido de manganês (MnO_2), provocando manchas marrons em tecidos, de difícil remoção. O próprio cesto de aço inoxidável da máquina da lavanderia, em contato com roupa com manganês, adquire incrustações de cor avermelhada de difícil remoção. Roupas com sangue e albumina, em contato com ozônio, criam manchas de proteína insolúvel, com textura emborrachada.

Ambiente ácido, pH 2 a pH 5, apresenta bom desempenho germicida; já ambientes alcalinos, de pH 10, não mantêm capacidade germicida por mais de dois minutos. A liberação de ozônio dá-se tão rapidamente que não permite o tempo mínimo de dez minutos, necessário para a sua ação germicida.

1.6 Sala de separação e classificação de roupa suja: particularidades

Sobre a tradição da antecâmara, devemos pontuar que a simples provisão de um ambiente vestibular, fechado e provido de duas portas, em nada contribui para a melhoria das condições ambientais. A antecâmara, além de dispensável, é contraproducente, principalmente pelo confinamento do seu ar.

Caixilhos telados, ao contrário, são necessários para permitir a entrada de ar externo e a reposição do ar exaurido. A tela destina-se a não permitir entrada ou saída de insetos, principalmente quando colonizados. A pressão negativa também é indispensável para a retirada de ar poluído e de aerossóis contaminados, de modo a criar uma corrente de ar ascendente, sempre em direção à exaustão. Para os sistemas de exaustão, reiteramos que quando o ar poluído for elevado acima do telhado, o sistema dispensa qualquer filtro. A Tabela A1 da NBR 7.256 estabelece os requisitos de pressão negativa e vazão mínima de 30 (m³/h)/m². Estabelece, outrossim, o emprego do filtro de retenção de fiapos.

O ar poluído, uma vez exaurido, é diluído no ar externo, dispersado pelo vento e levado pelas correntes de ar. Os micro-organismos são assim dessecados e destruídos pela ação do sol. O Centers for Disease Control and Prevention (CDC) de Atlanta, EUA, na página 88 do *Draft Guideline for Environmental Infection Control in Healthcare Facilities*, de 2001, reporta o baixo potencial de infecção oriundo dos ambientes de salas de separação e classificação de roupa suja, apesar da sua elevada poluição.

1.7 Instalações

A lavandaria carece de instalações de água, esgoto, vapor, condensado, ar comprimido, energia elétrica, iluminação, exaustão, ventilação, drenagem, telefonia e lógica.

As instalações de água, em particular, devem cuidar para que a mesma seja livre de cálcio, magnésio, ferro e outros. A *água dura* afeta a roupa (tornam-na áspera), a espuma, a qualidade da lavagem, desperdiça produtos de lavagem e prejudica o acabamento da roupa. Os íons magnésio e ferro, além disso, afetam seriamente os equipamentos da lavandaria.

1.8 Vibrações

Máquinas de lavar e centrífugas não devem ser assentadas diretamente sobre estruturas, vigas ou lajes; a não ser mediante a instalação de amortecedores ou estruturas de isolamento, com amortecedores helicoidais de 5 Hz para 900 rpm.

As vibrações, transmitidas por estruturas de concreto armado ou de aço e por lajes e paredes, mesmo que de baixa frequência, da ordem de 15 a 20 Hz, são particularmente danosas à leitura de traçados sensíveis, como de métodos gráficos. Afetam ainda microscópios eletrônicos, balanças de precisão e a calibração de equipamentos, a ponto de fraudar resultados ou achados médicos.

1.9 Manutenção

A revisão do sistema de segurança de máquinas de lavar roupa, centrífugas e calandras deve ser feita semanalmente, incluindo ainda:

- Troca de mancal de centrífuga de secadora sempre que necessário;
- Detecção de barulhos em rolamentos;
- Lubrificação de gaxetas e esticamento de correias;
- Teste de sistemas de segurança, como de fechamento e travamento de máquina de lavar roupa;
- Inspeção de parafusos, traves, registros, purgadores e retorno de condensado à caldeira;
- Lubrificação de máquinas, bem como de mancais de exaustores;
- Retirada de fiapos de secadoras e de tanques de coleta;
- Verificação de aquecimento de motores;
- Inspeção de linha, isolamento e pressão do sistema de vapor, temperatura, ventilação da lavandaria e sistema de exaustão da sala de recepção e classificação de roupa suja;
- Inspeção do funcionamento de máquinas de costura, ferro elétrico e prensas a vapor;
- Limpeza de coifas, de equipamentos, dutos de exaustão, de filtros e tomadas de ar.

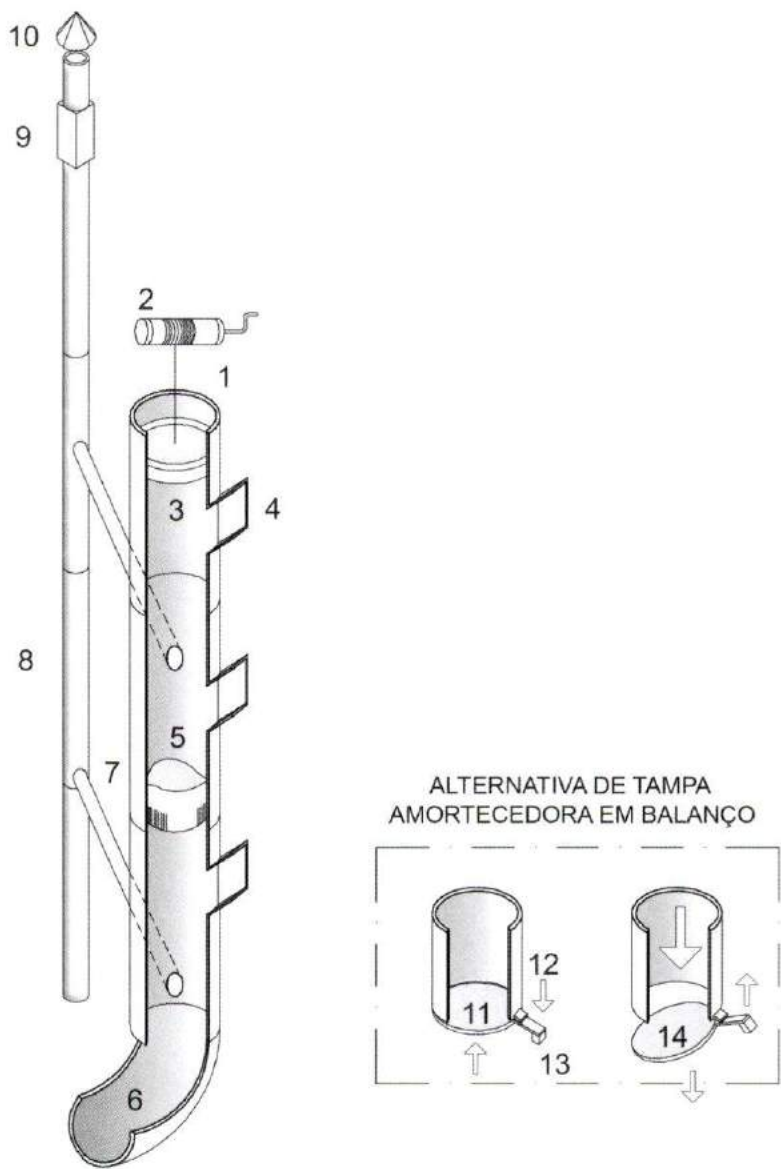
2 Tubulão de retorno de roupa suja

O desenho esquemático da Figura 34, pág. 346, explicita o conceito de *tubulão*, que desenvolvemos em 1964 (revista *Hospital de Hoje*, vol. 22, ano IX) que objetiva o transporte de sacos de roupa suja diretamente para a lavanderia por gravidade, evitando a disseminação de germes. Outras vantagens são a adequada limpeza, eliminação de odores, segurança contra incêndios, acidentes e danos a sacos contendo roupas. Entre as características e componentes principais do tubulão de retorno, destacamos:

- Ventilação do topo do tubo; suprimento de ar fresco em abundância para atender à aspiração provocada pela descida do saco;
- Sarilho ou motor para abaixar e elevar o dispositivo de limpeza do tubo;
- Suprimento de água e detergente para a limpeza e desinfecção do tubo;
- Compartimento suficientemente amplo, bem arejado e iluminado;
- Escova no formato da secção do tubo, com cerdas dispostas de modo a atritar eficientemente as paredes do tubo em seu movimento descendente e ascendente;
- Ampla abertura, para facilitar a entrada do saco com roupa suja;
- Compartimento destinado a servir de vestíbulo ao tubulão e à guarda dos diferentes porta-sacos (*hamper* ou outro) para a coleta e seleção dos vários tipos de roupa: branca, colorida, com sangue, etc.;
- Porta ou tampa do tubo provida de fecho, com chave mestra, a fim de prevenir acidentes;
- Válvula para a saída do ar comprimido sob o saco, no momento de sua descida, e para a vedação do ar do ventilador, aspirado pela parte superior do saco para dentro do tubo;
- Boca de recepção do tubulão junto ao piso, para dispensar o erguimento dos sacos. Esta localização exige um fecho seguro na tampa e na porta, para a prevenção de acidentes;
- O saco é autocomprimido, em consequência da sua descida e da resistência do ar, podendo expelir e disseminar fiapos e aerossóis contaminados. Assim, requer vedação hermética, como nó ou outro sistema de fechamento;

- Pressão negativa e aspiração evitam que as bocas do tubulão situadas em andares inferiores possam dar passagem a odores, aerossóis e fiapos impelidos pelo ar comprimido pelo saco descendente, e levar contaminação dos andares. Sangue e pus, depositados nas paredes do tubulão quando a roupa suja desce sem saco ou em sacos não impermeáveis, são depois de secos, também carregados e disseminados pela ação de pistão dos sacos;
- Rampa à saída do tubulão, suaviza a chegada dos sacos, evitando uma queda violenta. Um anteparo com contrapeso também pode ser usado para amenizar esse impacto;
- Compartimento fechado para a coleta, seleção ou pesagem da roupa. Ralo amplo para a drenagem da água de lavagem do tubulão. Porta de ferro (contra incêndio) abrindo para fora;
- Disposição visando racionalizar o fluxo da roupa a lavar;
- Máquinas de lavar, carregadas por gravidade;
- Ventilador com filtro de retenção de felpos por aspiração (natural ou mecânica) permanente, destinado à aspiração contínua de fiapos, odores e aerossóis, tanto do tubulão como do compartimento de recepção de roupa suja. A pressão negativa resultante impede que escapem pelas bocas do tubulão, criando uma corrente inversa dos andares para o tubulão e obrigando a circulação contínua de ar puro de cima para baixo, em toda a extensão do tubulão.

Figura 34
TUBULÃO DE RETORNO DE ROUPA SUJA
(Ilustração esquemática sem escala)

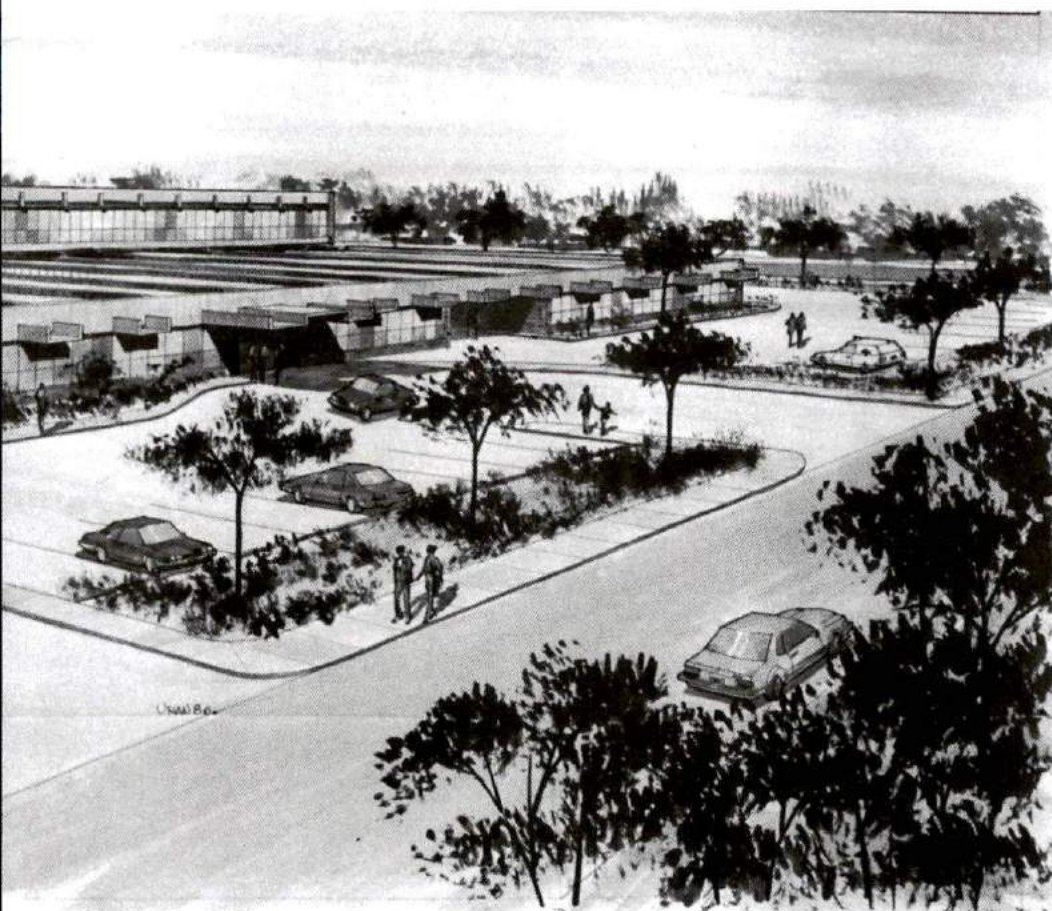


1. O topo do tubulão deverá ter ventilação abundante de ar fresco, para atender a aspiração provocada pela descida do saco e pelo motor de exaustão. Também deverá possuir um ponto de água limpa e detergente para limpeza e desinfecção.
2. Sarrilho para abaixar e elevar o dispositivo de limpeza do tubulão.
3. Escova no formato de secção do tubo, com cerdas dispostas de modo a bem atritar com a sua parede, em seu movimento descendente e ascendente.
4. Ampla abertura, para facilitar a entrada do saco com roupa suja. Esta abertura poderá ser disposta junto ao chão, de modo a diminuir o esforço dos funcionários no ato de erguer os sacos de roupa suja. As aberturas deverão ser providas de fechos, com chave mestra, a fim de prevenir acidentes. Esta abertura deverá ser protegida por um vestíbulo, que abrigará diferentes porta-sacos (*hampers*).
5. Saco de roupa suja.
6. Rampa para suavizar a chegada dos sacos, evitando sua queda violenta. Um anteparo com contrapeso também pode ser uma opção para suavizar o impacto (ver itens 11 ao 14).
7. Ligação do tubulão ao duto de exaustão. Esta ligação deverá ocorrer em intervalos, para propiciar melhor exaustão do tubulão.
8. Duto de exaustão. Este duto deverá atingir a cobertura e expelir o ar na atmosfera.
9. Ventilador de aspiração mecânica.
10. Saída do ar aspirado para a atmosfera pelo topo do duto de exaustão.

ALTERNATIVA DE TAMPA AMORTECEDORA EM BALANÇO

11. Tampa amortecedora em balanço fechada.
12. Eixo de rotação deslocado.
13. Contrapeso.
14. Tampa amortecedora aberta, em virtude do choque da queda do saco, amortecendo-o.





Hospital Geral de Canelones
Canelones – Uruguai, 1986; ver à pág. 419

Capítulo X

MANUTENÇÃO DE SISTEMAS DE APOIO: COZINHA HOSPITALAR

1 Sistemas de produção de alimentos: tecnologias

Dentre as tecnologias mais usadas na confecção e suprimento de alimentos em cozinhas de EAS (e em cozinhas coletivas, em geral), destacam-se:

- Sistema convencional: cozer/servir
- Sistema *cook-chill*: cozer/resfriar/conservar/finalizar
- Sistema congelado
- Sistema super gelado

1.1 Sistema convencional: cozer/servir

No sistema convencional, objetiva-se cozer e, ato contínuo, servir ou satisfazer a demanda máxima em um dado período de tempo. Em outras palavras, laboratório, equipamentos e fluxos são desenvolvidos para alcançar a máxima demanda relativa a qualquer refeição. Por exemplo, se a capacidade de quatro fornos convencionais é necessária para o preparo de frango assado para o almoço em um dia específico, e se essa constitui a maior demanda a ser disponibilizada pelo forno no ciclo de cocção, então quatro serão os fornos convencionais necessários. Igualmente, toda a produção, para cada refeição, é determinada e obtida pelo trabalho de confecção realizado imediatamente antes de servir — daí a designação cozer/servir.

Sob o aspecto do planejamento físico, o sistema convencional contempla os seguintes ambientes e componentes, sujeitos a pequenas variações: plataforma destinada à carga e descarga; área de recepção e inspeção de gêneros e utensílios; áreas de armazenamento; área de câmaras frigoríficas; sala de nutricionistas; sanitários; depósito de material de limpeza; sala de recolhimento de resíduos; áreas para preparo de alimentos; áreas para cocção; área para preparação de dietas; área para desjejum e lanches; área para distribuição; área para lavagem de louças, talheres e bandejas; área para lavagem e guarda de panelas; área para lavagem de carrinhos; refeitórios, lanchonete para público para mordiscos (*snacks*) e lanchonete para doadores de sangue; lactário; sala para nutrição enteral.

Sob o aspecto dos equipamentos mais volumosos e de maior necessidade, o sistema convencional abrange: coifas com exaustores e filtros de gordura sobre fogões, panelas basculantes, fritadeiras, caldeirões, forno e lavadora de louças; estrado para sacaria; balança para carga; carros plataforma; latões para resíduos sólidos; câmaras frigoríficas; tampos com cubas; máquina descascadora de tubérculos com disco abrasivo; máquina de picar, ralar, cortar; cepo de madeira; máquina de cortar frios; fogão a gás; forno elétrico; bateria de panelas basculantes; fritadeira elétrica; caldeirões a vapor; banho-maria elétrico; fervedor de leite à vapor; liquidificador; batedeira elétrica; batedeira planetária; carros térmicos para distribuição de refeições; balcão frigorífico para o refeitório.

Além disso, os serviços de nutrição e dietética (SND), de lactário e de nutrição enteral têm a seu encargo várias e importantes responsabilidades, além de sua função precípua de assegurar um suprimento de alimentação de qualidade, em tempo e temperaturas devidas, a limpeza, a prevenção de infecções, a prevenção de desperdícios, a segurança e a manutenção. Como tudo em EAS se entrosa e inter-relaciona, o serviço de nutrição e dietética encontra-se estritamente vinculado ao serviço de limpeza e higiene, à Comissão de Controle de Infecção Hospitalar e ao serviço de manutenção.

1.2 Sistema *cook-chill*: cozer/resfriar/conservar/finalizar

Diferentemente do sistema tradicional, de cozer e servir, o sistema *cook-chill* prevê a necessidade futura dos alimentos, o que requer dimensionar a produção necessária e, com até cinco dias de antecedência, produzir os alimentos, resfriando-os a 3 °C para conservação, com a sua posterior finalização (a 85 °C), recorrendo a equipamentos de cocção.

O benefício deste sistema compreende uma economia de alimentos da ordem de 20%, de mão de obra em torno de 15% e de energia em torno de 20%, além da redução do desperdício, que normalmente ocorre em cozinhas tradicionais. As indústrias nacionais e internacionais estão se voltando ao desenvolvimento científico inteligente de equipamentos de cocção de alta tecnologia multifuncionais, cada vez mais compactos, práticos e seguros.

As novas tecnologias de alimentação vão obrigar arquitetos e projetistas a reconfigurarem os projetos de cozinhas, criando condições de operacionalização e de redução de custos, utilização de mão de obra mais produtiva, e criação de espaços adequados para finalização de produtos, que devem ser servidos com segurança alimentar e nos tempos exigidos.

Existem numerosos sistemas de cozinhas coletivas, técnicas de preparação de alimentos e tipos de equipamentos à disposição no mercado.

Conceitualmente, como a base do desenvolvimento, presente e futuro, do hospital, repousa em sua flexibilidade, o sistema *cook-chill* constitui, nesse sentido, apreciável contribuição pela elasticidade que possibilita, tanto em número, horário de servir e variedade de refeição como pela não interferência na continuidade de preparação, independente da variação da demanda e sem afetar o ritmo de produção.

Existem numerosos sistemas de cozinhas coletivas, técnicas de preparação de alimentos e tipos de equipamentos à disposição no mercado.

O sistema *cook-chill*, diferentemente do sistema tradicional, de cozer e servir, preocupa-se com a necessidade de produção e provisão de refeições, com até 5 dias de antecedência. O sistema *cook-chill* contempla as funções de cozer, resfriar, finalizar e servir, e vale-se de todas as fontes energéticas, tecnológicas e de materiais atualmente disponíveis e aplicáveis como: água, ar, vapor, eletricidade, gás, campos magnéticos, radiações, emissão de ondas, automação, vidros, metais e outros.

A Engefood e outras empresas têm se engajado em pesquisas, visando racionalizar, facilitar, flexibilizar e baratear o processo de produção de refeições, economizando espaço, tempo e mão de obra, procurando livrá-lo do sistema artesanal e laborioso, que sempre o caracterizou.

O resfriamento rápido foi introduzido no Brasil, em meados dos anos 1990, pela Engefood, para fugir da faixa de temperatura crítica de 65 °C para 10 °C, que corresponde ao crescimento bacteriológico.

A mesma empresa também lançou no Brasil o forno combinado, no final da década de 1980. O forno combinado originou-se em 1976 pela combinação do forno de convecção com o *steamer*, que é um cozedor a vapor, que se consagrou, nessa data, na Europa.

O forno combinado, todavia, teve que ser adaptado ao cardápio nacional. Uma das barreiras a superar foi a cultura da cocção em água, que acarreta a perda de vitaminas, nutrientes e consistência, fato que não ocorre com o vapor.

Atualmente, o forno combinado se encontra normatizado pela ABNT NBR 14.900.

Um bom forno combinado tem condições de atendimento a 70% da cocção de uma cozinha coletiva, cozinhando legumes em vapor, bem como assados e grelhados, além de muitos itens de confeitaria e panificação.

Outra particularidade de sua automação: basta selecionar o produto desejado e definir o resultado pretendido, que o equipamento processa a alimentação, sozinho, sem necessidade de supervisão.

1.3 Sistema congelado

Esse sistema mantém os alimentos recém-preparados em câmaras frigoríficas, prontos para o uso. A conservação de alimentos recorre a vários processos de frigorificação, em temperaturas que vão de 0 a 10 °C, e que asseguram a conservação dos alimentos por alguns dias.

Já a congelação recorre a temperaturas de -5 a -20 °C, e permite a manutenção de alimentos por longos períodos, encerrados em blocos de gelo. O congelamento pode dar-se de forma lenta (convencional) e de forma rápida. A forma lenta caracteriza-se pela formação de cristais de gelo, que ocorre em temperaturas críticas que variam de 0 e -7 °C, quando se dá o rompimento das células e a destruição das fibras de feixes musculares. Devemos lembrar que há alimentos “mortos”, como a carne, e “vivos”, como os vegetais, e ambos comportam-se de maneira diferente. A maior ou menor duração de alimentos vivos, como frutas e vegetais, depende de vários fatores como respiração, metabolismo, umidade, enzimas e outros.

Algo parecido ocorre com pisos de madeira, quando assentados sobre base sujeita a umidade e quando seus poros forem obstruídos por cera, carpete ou outro sobre-revestimento que impeça a respiração da madeira (a percolação da umidade), nessas condições ela rapidamente se deteriora, estufa ou apodrece.

1.4 Sistema supergelado

O supercongelamento mantém alimentos perecíveis por longos períodos de tempo, encerrados em densos blocos de gelo, sem formar cristais de gelo no interior dos alimentos. O sistema supergelado constitui uma grande e importante conquista tecnológica, que trouxe muitos benefícios à humanidade.

Quando o congelamento se realiza rapidamente, isto é, quando a passagem de 0 para -40°C se dá em trinta minutos, a maior parte das características bromatológicas, nutricionais e organolépticas dos alimentos são conservadas, inclusive as da carne.

Esse processo é algo semelhante à pasteurização do leite. Para a preservação do alto grau de desinfecção obtido pela manutenção do leite por quinze segundos a uma temperatura de $71,7^{\circ}\text{C}$, o seu resfriamento a $3,3^{\circ}\text{C}$ é feito rapidamente. Se for realizado lentamente, pode haver a recontaminação do leite pelos micro-organismos remanescentes.

1.5 Manutenção

Os equipamentos do SND requerem:

- Inspeção do sistema de vapor dos caldeirões, básculas, aquecedores de água, estufas, balcões térmicos, válvulas, purgadores termostáticos, registros, estação redutora de pressão, manômetros, dispositivos de segurança, isolamento de linhas de vapor e água quente, aproveitamento de condensado, possíveis vazamentos e outros;
- Inspeção de partes elétricas, exaustores, esteiras, motores, resistências elétricas de fritadeiras, fornos, fogão elétrico, carros térmicos e outros;
- Limpeza semanal de bicos de gás; detecção de vazamentos; verificação e limpeza de filtros e coifas que, quando engordurados, podem constituir focos de incêndio que, por vezes, se propaga pelo duto de exaustão;
- Inspeção de registros, torneiras, vazamentos de água, descarga de sanitários, pias, lavatórios, mangueiras de lavagem de piso (geralmente engordurados e escorregadios), mangueiras para lavagem de vasilhames e de depósito de resíduos (com água quente);
- Limpeza de caixa de gordura (propensa a mau cheiro), de drenos de descascador de batatas, grelhas e ralos;
- Verificação semanal de evaporadores, condensadores, compressores de câmara frigorífica; ruídos e isolamento acústico; válvulas, tubulações,

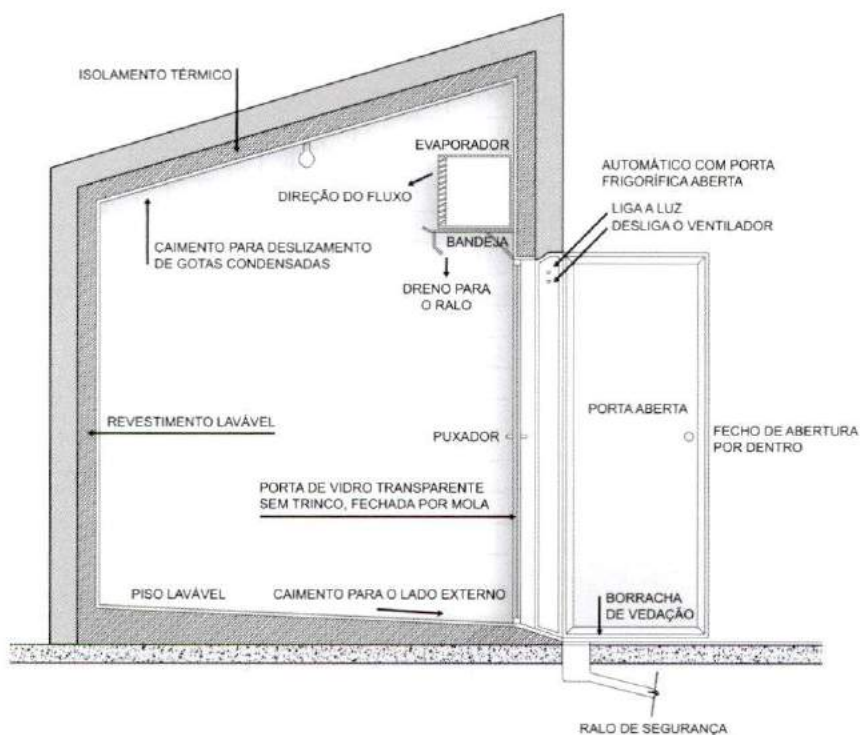
motores; correias e partes críticas; termômetros; reguladores de temperatura e umidade.

1.6 Precauções a observar

- Não dotar a cozinha de forro, visando encobrir os dutos aparentes que correm sob a laje. Isso pode dificultar o acesso às instalações e constituir-se em possível abrigo de baratas, depósito de poeira e de *Aspergillus*, ou acúmulo de gordura e mau cheiro;
- As caixas de gordura devem ser instaladas fora do ambiente da cozinha, pelo fato de carecerem de limpeza periódica e serem fontes de mau cheiro. Ademais, a remoção do seu material ser tarefa desagradável, incompatível com a higiene e as condições do ambiente da cozinha;
- Ralos e drenos devem ser em número e com vazão compatível com as áreas a que atendem e ao volume de água a esgotar. A fixação desses aparelhos deve assegurar juntas estanques, que devem ser periodicamente revisadas. Além disso, eles devem ser sifonados, e a água do selo hídrico fácil e automaticamente mantida no nível correto (por conexão a lavatório, bebedouro, pia e outros aparelhos supridos de água). Ralos e drenos não devem ser pisados, isto é, devem ser instalados fora do caminho de passagem. As grelhas devem ser removíveis;
- Em princípio, nenhum duto deve correr enterrado no solo, mas no espaço técnico inferior, suspenso sob laje;
- Todos os equipamentos da cozinha e partes metálicas, como grelhas e caixilhos e outros, devem ser conectados à rede terra, formando nível equipotencial. A cordoalha deve ser aparafusada ou soldada;
- Quadros elétricos devem estar situados fora da cozinha;
- Todos os aparelhos de esgotamento de efluente (bacia sanitária, ralos, drenos, tanques, lavatórios e outros) devem, idealmente, ser ventilados, isto é, ligados a uma rede de ventilação corretamente executada;
- O ralo da câmara frigorífica deve ser externo e provido, como os demais ralos e drenos de áreas críticas, de sistema de prevenção de refluxo ou de sistema de ralo de segurança. O ralo de câmaras frigoríficas, em caso de refluxo, pode contaminar caixas e recipientes com frutas, verduras e alimentos deixados indevidamente no piso;

- Os dutos destinados a receber despejos e efluentes devem ser de polipropileno termostático, nos diâmetros e com os caimentos adequados. Esses dutos não devem ser confeccionados em ferro fundido ou PVC, que não são compatíveis com águas servidas alcalinas, ácidas ou quentes, além de nem sempre permitirem conexões e emendas lisas e resistentes;
- A rede elétrica não deve ser embutida ou correr em pisos. Espaços técnicos acessíveis são ideais para uma boa e fácil manutenção e possíveis extensões;
- Tubulação de gás combustível não deve correr em áreas fechadas e confinadas, mas em áreas ventiladas, que impossibilitem o acúmulo de gás em caso de vazamento, para prevenção de incêndios e explosões;
- Quando banheiros ou equipamentos hidráulicos tiverem que ser posicionados em laje acima da cozinha, a instalação de uma bandeja devidamente drenada previne qualquer gotejamento, na ocorrência de impermeabilização inadequada de laje e durante os trabalhos de eliminação da percolação. Esse recurso é aplicável, também, a outras áreas e situações semelhantes. Todavia, deve-se obstar infiltração de água em estruturas de concreto armado e outros, a fim de protegê-las contra oxidação e a corrosão de barras ou perfis metálicos;
- As coifas têm a finalidade de remover vapor, gordura e calor. Entretanto, para serem efetivas, elas devem ser corretamente dimensionadas e localizadas a alturas adequadas. O ar externo deve ser admitido para compensar o ar exaurido. Além disso, os ambientes devem ser mantidos permanentemente à temperatura adequada, propiciando conforto ambiente. A coifa, quando sobre fogão ou equipamentos de emissão de gordura, deve ser provida de coletor de gordura, com filtros removíveis para limpeza e desengorduramento. As coifas devem ser internamente lisas para facilidade de limpeza. Nunca é demais reforçar que a gordura acumulada constitui um sério risco de incêndio, que pode se propagar através do duto de exaustão. Há no mercado equipamentos de lavagem automática de coifas e dutos, para prevenir a propagação de chamas;
- Os extintores de incêndio devem sempre estar à mão, para debelar prontamente chamas e incêndio.

Figura 35
CÂMARA FRIGORÍFICA SEGURA
(Ilustração esquemática sem escala)



Requisitos propostos:

- Ralo de segurança contra extravasamento.
- Porta de vidro transparente contra claustrofobia e escape de frigorias.
- Teto inclinado: redução do volume a refrigerar; contra precipitação de gotas geladas.
- Automático: com porta fechada, desliga luz, liga ventilador.
- Ventilador: não sopra contra a pessoa que entra.

1.7 Câmara frigorífica segura (Figura 35, pág. 358)

Cabe à manutenção preditiva o posicionamento correto do evaporador por sobre a porta de entrada das câmaras frigoríficas, de modo a dirigir o fluxo frio contra a parede oposta e não contra quem adentrar a câmara fria.

Costumamos ainda complementar a câmara frigorífica instalando, no batente da porta, um interruptor automático, para o acendimento da luz em concomitância com o desligamento do ventilador, no momento da abertura da porta. Além disso, temos dotado as câmaras frigoríficas com uma segunda folha de porta, de vidro transparente e sem trinco, provida apenas de puxador e mola de fechamento sem nenhum meio de travamento, cuja função é evitar o escape de frigorias enquanto a porta principal for mantida aberta. Além disso, essa porta visa dar segurança aos que adentram o recinto. Uma alternativa à porta de vidro é a sua substituição por tiras largas de material plástico, flexível e transparente.

O teto inclinado reduz a altura e o volume de ar a refrigerar, além de prevenir a precipitação das tão desagradáveis gélidas gotas condensadas.





Hospital UNIMED Sorocaba
Sorocaba – SP, 1992; ver à pág. 419

Capítulo XI

MANUTENÇÃO DE SISTEMAS DE APOIO: FARMÁCIA HOSPITALAR

1 Farmacotécnica

A Farmacotécnica é integrada e recorre aos seguintes componentes básicos:

Sala de Manipulação, para fracionamento de doses

Área de dispensação

Sala para preparo e diluição de germicidas

Laboratório de controle de qualidade

Centro de informações sobre medicamentos

Sala de limpeza e higienização de insumos

Sala de preparação de quimioterápicos

Sala de manipulação de nutrição parenteral

2 Atividades a cargo da farmácia hospitalar

Segundo a RDC 50, cabe à farmácia hospitalar desenvolver as seguintes atividades:

- Receber, inspecionar, armazenar, controlar e distribuir produtos farmacêuticos
- Dispensar medicamentos

- Manipular, fracionar e reconstituir medicamentos
- Preparar e conservar misturas endovenosas (medicamentos)
- Preparar nutrições parenterais
- Diluir quimioterápicos
- Diluir germicidas
- Realizar controle de qualidade
- Prestar informações sobre produtos farmacêuticos

2.1 Ambientes e áreas integrantes

A Unidade Funcional Farmácia é integrada pela farmácia e pela farmacotécnica e recorre aos seguintes componentes básicos:

Área para recepção e inspeção

Área para armazenamento e controle

Área de distribuição

Área para dispensação

3 Sistema de dose unitária

O sistema de doses unitárias é o melhor sistema de distribuição de medicamentos aos pacientes internados e o mais racional, seguro e higiênico.

Por esse sistema os medicamentos são fracionados em doses unitárias e são dispensados unitariamente nas doses prescritas pelo médico, as doses unitárias são acondicionadas em tiras plásticas, que são lacradas, contendo o nome do paciente, o seu leito e horário de administração. A prescrição médica é encaminhada, pela enfermagem, à farmácia, por cópia carbono, xerox ou fax, ou através de mensageiro da farmácia; as tiras de medicamentos são encaminhadas à enfermagem por mensageiro ou por sistema pneumático.

4 Implantação de sistema de distribuição de medicamentos

A distribuição de medicamentos é realizada por mensageiros.

Quando se tratar de farmácias maiores e mais atualizadas, que manuseiam doses unitárias recorre-se ao Sistema de Dispensação de Medicamentos em Doses Unitárias, chamado SDMDU.

O SDMDU recorre ao uso de carros distribuidores e dispensadores providos de “gavetinhas”, chamadas de *bins*; um *bin* por paciente, no qual a medicação é mantida individualizada.

Quando da introdução do sistema de dose unitária, em farmácias convencionais existentes, seus respectivos EAS são obrigados a submeter o seu planejamento a remodelações e atualizações.

Os primórdios da dispensação racional remontam à experiência vivida pelo autor, nos princípios da década de 1950, por ocasião do advento, nos EUA, dos carrinhos de dispensação, especificamente concebidos para o controle de psicotrópicos, de unidades de internação, onde ficavam estacionados; as pessoas autorizadas (médicos e enfermagem) digitavam (obrigatoriamente um profissional e uma testemunha) suas respectivas senhas, os seus dados pessoais e os referentes ao fármaco retirado. Esses dados eram transmitidos automaticamente (por cabo) para a farmácia, onde eram registrados, para efetivação do controle.

Foi o começo. Hoje a automação e a informática de muito aperfeiçoaram o sistema.

Hospitais de maior movimento recorrem, ainda, a equipamentos fixos, providos desses controles, sem, todavia, dispensar farmácia satélite, principalmente, quando ela não se restringir a apenas medicamentos.

Substituímos as farmácias satélites pelos CAM – Centro de Abastecimento de Materiais que, depois, evoluíram para os CAMM – Centro de Abastecimentos de Materiais e Medicamentos.

Esses centros visam dispensar os suprimentos demandados pela unidade de internação (e outras unidades), com: medicamentos, fios de sutura, kits de material esterilizado, kits de diagnósticos, bomba de infusão, respiradores, tipoias, materiais esterilizados, equipamentos e outros, prontamente disponíveis e à mão.

Os carros, do centro cirúrgico, UTI e outros, têm a particularidade de serem supridos por cotas e substituídos por carros subsequentes, a exemplo dos carros roupeiros: o anterior é retirado com a roupa remanescente ao ser repostado, por outro, trazendo cota nova.

Os CAMM se encarregam de todos os controles, desonerando, ao máximo, a enfermagem de procedimentos burocráticos, visando não desvinculá-la de

suas atividades precípua, de atendimento ao paciente, de *care-giver*, de provedora de atenções de enfermagem.

É um exemplo de interação, de entrosamento, arquitetônico-administrativo-enfermagem, de aprimoramento gerencial, procura de otimização e eficácia.

No SDMDU, a enfermagem recebe o medicamento, já pronto, para ser ministrado ao paciente; cada *bin* armazenando o remédio específico de cada paciente.

O hospital que não dispuser de farmácia, aberta 24 horas, pode recorrer ao dispensador eletrônico, para a dispensação de medicamentos em dose unitária, a postos, sempre que requerido.

Os medicamentos unitarizados requerem embalagem própria, adequada, individualizada, acondicionados em fitas plásticas, lacradas, provindos da área de dispensação e de controle da farmácia.

O mercado nacional, por ora, oferece exígua quantidade de medicamentos embalados em doses unitárias, obrigando os hospitais, que aderirem ao sistema, ao fracionamento dos fármacos e à sua reembalagem, em doses unitárias, em condições, que assegurem estabilidade e segurança ao medicamento.

Para tanto, os hospitais recorrem a estantes de trabalho abertas, quando os volumes forem pequenos e a estantes de trabalho fechadas, quando se tratar de volumes maiores.

A empresa nacional, fabricante desses equipamentos, destinados à implantação do sistema, é a Lanco Ltda. que disponibiliza três tipos de carros: carro aberto, muito vulnerável; carro fechado, provido de porta trancável; “carro eletrônico”, dotado de sistema inteligente, digitalizado e muitos recursos: leitor de crachá, de medicamentos, controle de estoque, horários, interligações em rede, emissão de relatórios e muitos outros mais.

O sistema conta, ainda, com dispensador eletrônico estacionário, contendo até 100 *bins* e travamento eletrônico.

Vários são os objetivos visados pelo SDMDU: racionalização do processo de distribuição, redução de custos, segurança, redução de estoque periférico, melhor controle logístico, supervisão por farmacêutico, redução do tempo da enfermagem no preparo e na ministração de medicamentos, dispensação de orientação quanto à diluição, estabilidade, tempo de infusão, outros. Enseja, ainda, a tão desejada colaboração do farmacêutico clínico, importante no assessoramento médico, quanto a medicamentos (dosagens intercorrências, contraindicações, outros).

O sistema de carros-medicamentos nem sempre dispensa ou substitui farmácias-satélites ou o CAMM.

Em nossa visão, os CAMM só tendem à progressiva automação e informatização.

Os carros-medicamento eletrônico vêm se tornando mais acessível pelo fato de estar sendo produzido no País e pelas vantagens proporcionadas pelo sistema de dose unitária relativamente a unidades de internação:

- Racionalização do sistema de entrega de fármacos
- Requer menor estoque de medicamentos periféricos
- Menor número de medicamentos errados
- Disponibilização contínua de medicamentos
- Poupa tempo à enfermagem
- Possibilita restituição de medicamento excedente
- Enseja maior participação do farmacêutico

5 Alguns ônus decorrentes da adoção do sistema

- Planejamento físico específico
- Majoração de recursos humanos
- Prolongação das atividades farmacêuticas
- Acréscimo de atividades farmacêuticas
- Obrigatoriedade de investimentos novos (com maquinaria, computadores, seladores e outros)

6 Benefícios hauridos

- Racionalização da terapêutica
- Redução de custos (mantendo a qualidade de dispensação)
- Garantia de dispensação segura e higiênica





Hospital São Judas Tadeu da Fundação Pio XII
Barretos – SP, 1993; ver à pág. 419

Capítulo XII

CONSERVAÇÃO DE ENERGIA¹

1 Mistura otimizada de água quente e fria

1.1 Temperatura da água

QUESTÃO: qual sistema consome mais energia dentro das hipóteses abaixo, para fornecimento de dada vazão de água para banho a uma mesma temperatura da água saindo do misturador?

Em outras palavras, qual a melhor solução: utilizar pouca quantidade de água a elevada temperatura, obrigando a misturar grande quantidade de água fria no misturador para obter a temperatura final desejada, ou utilizar maior quantidade de água a temperatura pouco superior à final desejada, precisando misturar com pouca água fria para chegar na mesma temperatura final desejada?

1. Água quente a uma dada temperatura (t_{q1}) correspondendo a uma vazão mássica (m_{q1}).
2. Água quente a (t_{q2}) e $m_{q2} > m_{q1}$, para obtenção da mesma temperatura de mistura.

Chamando t_m a temperatura da mistura e t_f a temperatura da água fria e desprezando as perdas de potência no sistema (boiler, tubulação, etc.), a potência calorífica necessária, em ambos os casos, se traduz em última análise à que corresponde a levar a vazão mássica total da temperatura t_f à temperatura t_m , ou seja, a potência necessária será dada por:

¹ Modelo matemático desenvolvido pelo Prof. Raul Bolliger Júnior (*in memoriam*).
Revisão técnica do capítulo pelo Eng. Giovanni Fois.

$$P = m_t * c * (t_m - t_f)$$

sendo m_t a vazão mássica da mistura, por hipótese constante para ambos os casos, enquanto c corresponde ao calor específico da água.

CONCLUSÃO: desprezando as perdas referidas, ambos os processos correspondem à mesma potência requerida, ou seja:

$$m_{q1} * c * (t_{q1} - t_f) = m_{q2} * c * (t_{q2} - t_f) = m_t * c * (t_m - t_f)$$

Observação: destas igualdades é que resulta que t_m é obtida por média ponderada de t_q e t_f onde os pesos se constituem das respectivas vazões mássicas, m_q e m_p , conforme abaixo:

$$m_{q1} * c * (t_{q1} - t_f) = m_t * c * (t_m - t_f)$$

$$m_{q1} * t_{q1} - m_{q1} * t_f = m_t * t_m - m_t * t_f$$

$$m_{q1} * t_{q1} + (m_t - m_{q1}) * t_f = m_t * t_m$$

$$\text{mas } (m_t - m_{q1}) = m_{f1}$$

Logo:

$$t_m = (m_{q1} * t_{q1} + m_{f1} * t_f) / m_t$$

caracterizando a média ponderada em relação ao fluxo m_t , à temperatura t_{q1} .

Da mesma forma t_m é obtida como média ponderada aplicada ao fluxo m_2 à temperatura t_{q2} .

Levando em consideração as perdas no sistema (que existem independentemente do isolamento), tem-se que em ambos os casos o boiler terá que fornecer água quente a temperaturas $t_q > t_m$ para se obter, no ponto de mistura, as temperaturas t_q da água quente, e a potência calorífica se eleva para compensar as referidas perdas de potência de troca com o meio exterior, como ar, alvenaria, etc.

A perda é função crescente do diferencial entre a temperatura da água quente e a temperatura externa do meio e, portanto é maior no caso 1 que no caso 2, necessitando, portanto de potência total maior no caso 1 que no caso 2 para poder repor essas perdas.

Em consequência da redução da resistência de película da água no interior dos tubos com a velocidade da mesma, em regime de escoamento permanente, consequente do equilíbrio dinâmico associado ao sistema, a referida perda de potência é maior com a água em movimento do que com a água parada, sendo função crescente da velocidade da água.

1.2 Conclusão

Menos água, a uma temperatura mais alta, corresponde a consumo maior de energia do que mais água a uma temperatura mais baixa.

2 Determinação teórica das economias associadas ao uso de tanque fechado de retorno de condensado

Modelo matemático desenvolvido pelo Prof. Raul Bolliger Júnior, demonstrando a exequibilidade de retorno de condensado à caldeira, a uma temperatura superior a 100°C, em sistema fechado, isolado, sem acarretar cavitação à bomba de recalque, desperdício energético ou de condensado significativos.

Análise comparativa entre os sistemas de reservatório de vapor condensado fechado e aberto e consequente economia de água, combustível e energia elétrica.

2.1 Premissas

Consideradas nos cálculos as condições evidenciadas nas premissas abaixo:

- 2.1.1 Pressão atmosférica local: 101,3250 kPa (nível do mar).
- 2.1.2 Pressão na caldeira: 8 kgf/cm² manométricos.
- 2.1.3 Temperatura de retorno do condensado: 130°C.
- 2.1.4 Temperatura da água de reposição: 20°C.
- 2.1.5 Vazão mássica de vapor (saturado) considerada: 1.000 kg/h.
- 2.1.6 Perda de pressão na rede de alimentação: 300 kPa.
- 2.1.7 Perdas térmicas nas linhas (supostas isoladas)
Consideradas as correspondentes à manutenção de vapor seco (saturado ou ligeiramente superaquecido) na rede de alimentação e do condensado na condição de líquido ligeiramente sub-resfriado na rede de retorno até a expansão no tanque.
- 2.1.8 Bomba de condensado considerada próxima do tanque e com 50 m de comprimento equivalente de tubulação de descarga.
- 2.1.9 Poder Calorífico Inferior (PCI) do combustível considerado: 9.660 kCal/kg.

3 Consumo de água e de energia térmica

3.1 Consumo de água e energia térmica associada à opção de utilização de tanque aberto

3.1.1 Condições de saída da caldeira

$8 \text{ kgf/cm}^2 = 78,48 \text{ N/cm}^2 = 784.800 \text{ Pa} = 784,8 \text{ kPa}$ manométricos, portanto a pressão absoluta será de: $784,8 + 101,325 = 886,125 \text{ kPa}$.

Nesta pressão tem-se: $t = 174,68^\circ\text{C}$

$$J_v = 2.773,71 \text{ kJ/kg}$$

$$J_l = 742,66 \text{ kJ/kg}$$

3.1.2 Condições no interior dos aquecedores:

$$P_v = 886,125 - 300 = 586,125 \text{ kPa absolutos}$$

$$t = 157,9^\circ\text{C}$$

$$J_v = 2.755,45 \text{ kJ/kg}$$

$$J_l = 666,43 \text{ kJ/kg}$$

3.1.3 Potência de aquecimento cedida aos aquecedores:

$$P = m \cdot (J_v - J_l)$$

$$m = 1.000 \text{ kg/h} = 0,2778 \text{ kg/s}$$

Portanto, $P = 0,2778 \cdot (2.755,45 - 666,43) = 580,12 \text{ kW}$

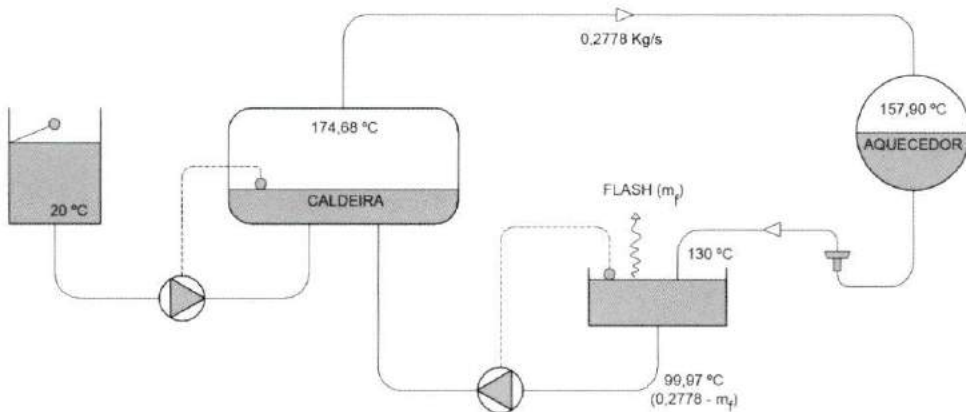
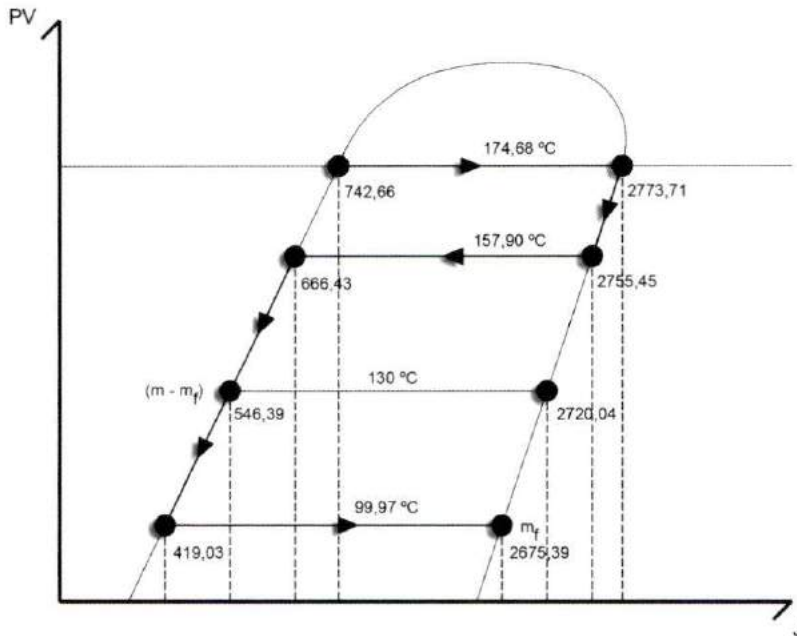
3.1.4 Condições de descarga do condensado na pressão atmosférica:

$$P_v = 101,325 \text{ kPa}$$

$$t = 99,97^\circ\text{C}$$

$$J_v = 2.675,39 \text{ kJ/kg}$$

$$J_l = 419,03 \text{ kJ/kg}$$



3.1.5 Determinação da vazão mássica de *flash*

$$m_f * (2.675,39 - 419,03) = (0,2778 - m_f) * (546,39 - 419,03)$$

De onde $m_f = 0,0148$ kg/s, que terão de ser repostos com água a 20°C.

3.1.6 Determinação da necessidade de potência calorífica para geração de 0,2778 kg/s de vapor a 8 kgf/cm² manométricos

P' = Calorias necessárias para repor a m_f a partir de água a 20°C mais as calorias necessárias para gerar $(m - m_f)$ a partir de condensado a 99,97°C.

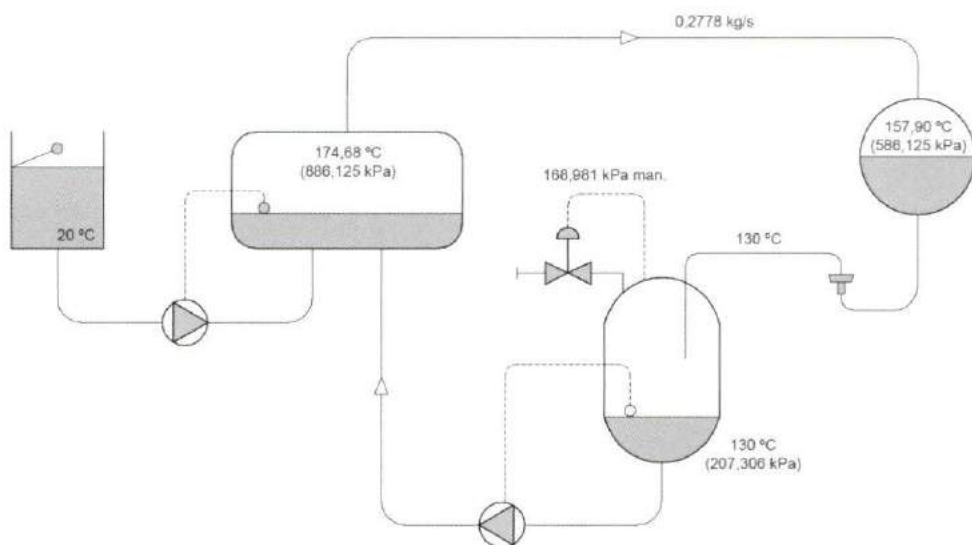
$$J_i (20^\circ\text{C}) = 83,9 \text{ kJ/kg}$$

$$P' = 0,0148 * (2.773,71 - 83,9) + (0,2778 - 0,0148) * (2.773,71 - 419,03) \\ = 658,85 \text{ kW}$$

$$658,85 \text{ kW} = 566.611 \text{ kCal/h}$$

o que corresponde a 58,65 kg/h de combustível.

3.2 Consumo de água e energia térmica associada à utilização de tanque fechado



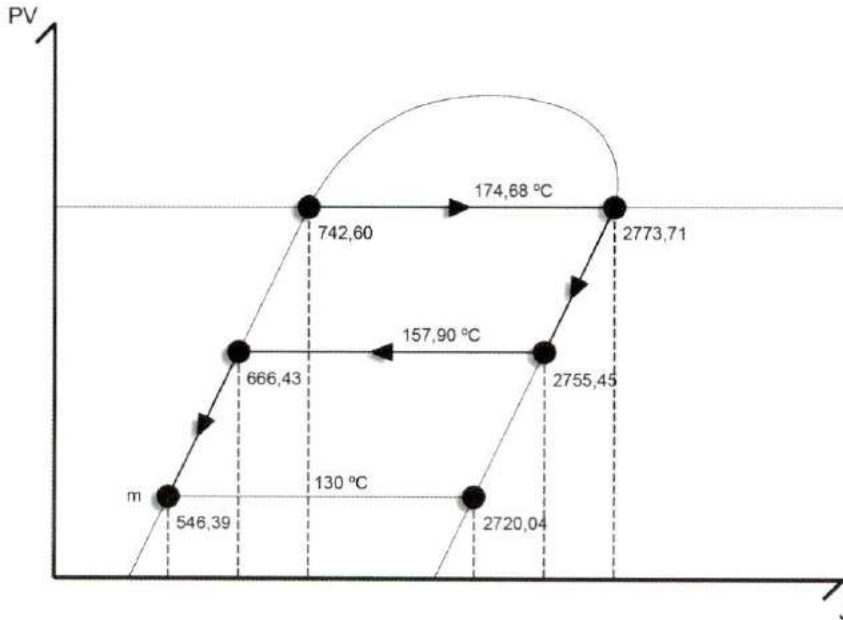
3.2.1 Condição de descarga do condensado no tanque a 130°C:

$$P_v = 270,306 \text{ kPa absolutos}$$

$$t = 130^\circ\text{C}$$

$$J_v = 2.720,04 \text{ kJ/kg}$$

$$J_i = 546,39 \text{ kJ/kg}$$



De acordo com a premissa 2.1.7, a perda de pressão de 586,125 kPa absolutos para 270,306 kPa absolutos é acompanhada de perda térmica que mantém o condensado sob a forma líquida, o que corresponde à inexistência de *flash* no interior do tanque fechado.

Nessas condições, P' = calorías necessárias para gerar m a partir de condensado a 130°C.

Portanto:

$$P' = 0,2778 * (2.773,71 - 546,39) = 618,52 \text{ kw} = 531.927 \text{ kCal/h}$$

correspondente a um consumo de 55,06 kg/h de combustível.

4 Consumos de energia de bombeamento

4.1 Potência de bombeamento associada à utilização de tanque aberto

4.1.1 Determinação da densidade (ρ), vazão (Q) e velocidade (V) do condensado

Na temperatura de 99,97°C a densidade da água é:

$$\rho = 958,77 \text{ kg/m}^3$$

A vazão: $Q = (0,2778 - 0,0148) / 958,77 = 0,0002742 \text{ m}^3/\text{s} = 0,9874 \text{ m}^3/\text{h}$

Sendo a tubulação de $\frac{3}{4}$ " (Diâmetro interno = 21,26 mm $\Rightarrow$ Schedule 40)

A velocidade do fluxo será: $V = 0,0002742 / (\pi * 0,02126^2 / 4) = 0,7727 \text{ m/s}$

4.1.2 Determinação da perda de carga por metro de tubulação

A perda de carga unitária [Pa / metro] é dada por:

$$\Delta p / L = (f / D) * (V^2 / 2) * \rho$$

Onde o coeficiente de atrito f [adimensional] para o escoamento é função do número de Reynolds (Re) e da razão da rugosidade do material (e) dividido pelo diâmetro do tubo (D)

dado por:

$$f = f(R_e; e / D)$$

O número de Reynolds do escoamento é dado por:

$$R_e = V * D / \nu$$

Sendo a viscosidade cinemática (ν) da água a 100°C:

$$\nu = 296 / 10^9 \text{ m}^2/\text{s}$$

temos para o número de Reynolds:

$$Re = V * D / \nu = 0,7727 * 0,02126 / 296 * 10^9 = 55.499$$

Sendo $e = 0,00015$ [ft] para ferro galvanizado, podemos calcular a razão e / D como sendo:

$$e / D = (0,00015 / 3,28) / 0,02126 = 0,00215 \text{ [adimensional]}$$

Observação: dividindo por 3,28 converte-se a medida de pés para metros.

Desta forma podemos então averiguar que:

$$f(R_e; e / D) = f(55.499; 0,00215) = 0,027$$

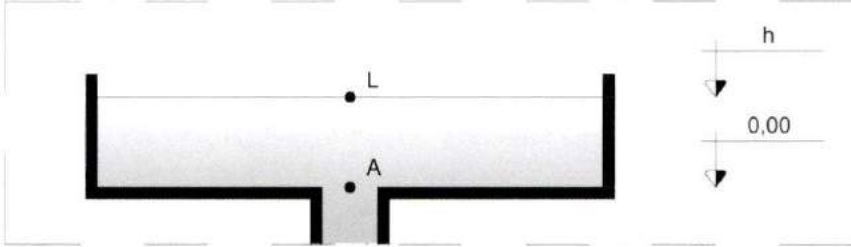
Portanto:

$$\Delta p / L = (f / D) * (V^2 / 2) * \rho = (0,027/0,02126) * (0,7727^2 / 2) * 958,77 = 360,9 \text{ Pa / m}$$

Convertendo para metros de coluna de fluido [mcf] no caso coluna de água, temos:

$$\Delta p / L = 360,9 / (958,77 * 9,81) = 0,038 \text{ [mcf/m]}$$

4.1.3 Determinação da altura mínima de água para evitar *vortex*



Pelo princípio de Bernoulli, se um fluido estiver saindo de um reservatório, a soma de todas as formas de energia é a mesma em todo o fluido porque num reservatório a energia por unidade de massa é a mesma em qualquer ponto do fluido, portanto podemos escrever:

$$ht_A = ht_L - hf_{LA} \quad (1)$$

ou seja, a pressão total em A é a pressão total em L menos as perdas de pressão de L para A.

Condição: $hp_A \geq hp_L$ (pressão estática em A maior ou igual que em L)

$hp_L = h_{atmosf} = 101,325 / (958,77 \cdot 9,81) = 10,77$ [mcf] (metros de coluna de fluido).

$hf_{LA} = 0,5 \cdot hd_A = 0,5 \cdot (V^2 / 2) \cdot \rho / (\rho \cdot g) =$ coeficiente de resistência de entrada em A.

Onde 0,5 é obtido de tabelas para um orifício de entrada de $\frac{3}{4}$ " (-20mm) com borda.

Tabela dos comprimentos equivalentes para diversos acessórios hidráulicos em aço galvanizado.

Comprimentos equivalentes em metros

Diâmetro Nominal [mm]	15	20	25	32	40	50	60	75	100	125	150
 Joelho 90°	0,4	0,6	0,7	0,9	1,1	1,4	1,7	2,1	2,8	3,7	4,3
 Joelho 45°	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1,2	1,5	1,9	2,3
 Curva 90°	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,3	1,6	1,9
 Curva 45°	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,1
 Tê fluxo direto	0,3	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,6	2,1	2,7	3,4
 Tê fluxo lateral	1,0	1,4	1,7	2,3	2,8	3,5	4,3	5,2	6,7	8,4	10,0
 Tê fluxo bilateral	1,0	1,4	1,7	2,3	2,8	3,5	4,3	5,2	6,7	8,4	10,0
 Saída de tubulação	0,4	0,5	0,7	0,9	1,0	1,5	1,9	2,2	3,2	4,0	5,0
 Entrada de tanque s/ borda	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,6	2,0	2,5
 Entrada de tanque c/ borda	0,4	0,5	0,7	0,9	1,0	1,5	1,9	2,2	3,2	4,0	5,0
 Registro gaveta aberto	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1
 Registro globo aberto	4,9	6,7	8,2	11,3	13,4	17,4	21,0	26,0	34,0	43,0	51,0
 Registro angular	2,6	3,6	4,6	5,6	6,7	8,5	10,0	13,0	17,0	21,0	26,0
 Válvula de pé e crivo	3,6	5,6	7,3	10,0	11,6	14,0	17,0	20,0	23,0	30,0	39,0
 Válvula de retenção leve	1,1	1,6	2,1	2,7	3,2	4,2	5,2	6,3	8,4	10,4	12,5
 Válvula de retenção pesada	1,6	2,4	3,2	4,0	4,8	6,4	8,1	9,7	12,9	16,1	19,3
Diâmetro Nominal [mm]	15	20	25	32	40	50	60	75	100	125	150

$$\text{De (1) tem-se: } h_{g_A} + h_{d_A} + h_{p_A} = h_{g_L} + h_{d_L} + h_{p_L} - h_{f_{LA}} \quad (2)$$

$h_{p_L} = h_{\min.}$ será dado fazendo $h_{p_A} = h_{p_L}$

ou seja, a pressão no ponto A igual a pressão na superfície (vórtice).

A equação (2) torna-se:

$$h_{g_A} + h_{d_A} = h_{g_L} + h_{d_L} - h_{f_{LA}}$$

Tomando por A a altura geodésica de referência ($h_{g_A} = 0$) e sabendo que $h_{d_L} = 0$ (velocidade na superfície é nula), fazendo as substituições resulta:

$$0 + (V^2 / 2) / g = h_{\min.} + 0 - 0,5 * (V^2 / 2) / g$$

de onde resulta

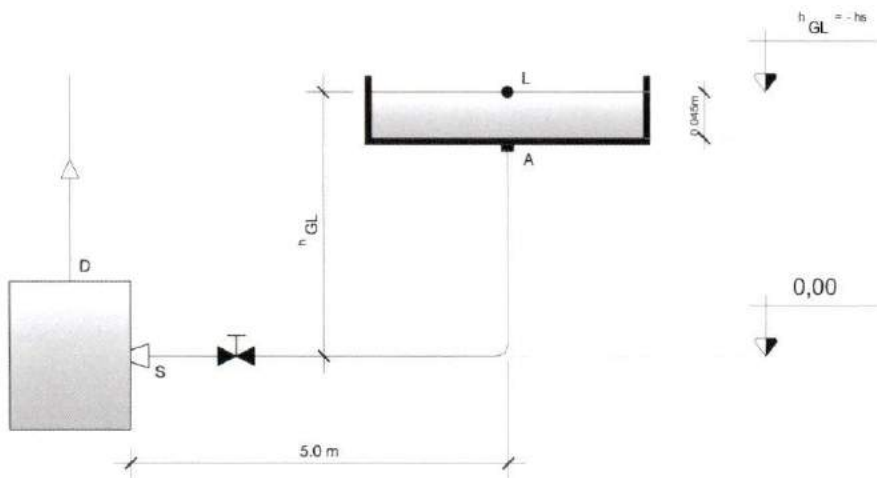
$$h_{\min.} = 1,5 * (V^2 / 2) / g = 1,5 * (0,77^2 / 2) / 9,81 = 0,045 \text{ [mcf]}$$

4.1.4 Determinação do comprimento equivalente na linha de sucção em função da altura de sucção (h_s) e cálculo da perda de pressão correspondente

$h_s = -h_{g_L}$ referida ao nível de sucção da bomba h_f entrada em A

$$h_s = 0,5 * (V^2 / 2) / g = 0,5 * (0,77^2 / 2) / 9,81 = 0,0151 \text{ [mcf]}$$

$$L_{\text{real}} = 5,0 + h_{g_L} - 0,045$$



Comprimentos equivalentes dos acessórios hidráulicos:

$$\text{Válvula gaveta } \frac{3}{4}'' = 0,17 \text{ [m]}$$

$$\text{Curva } 90^\circ \text{ standard de } \frac{3}{4}'' = 0,61 \text{ [m]}$$

$$\text{Entrada de tanque } \frac{3}{4}'' \text{ c/ borda} = 0,5 \text{ [m]}$$

$$L_{\text{equiv}} = 5,0 + h_{g_L} - 0,045 + 0,17 + 0,61 + 0,5 = 6,235 + h_{g_L} = 6,235 - h_s$$

$$\text{Portanto: } hf(\Delta p) \text{ sucção} = (6,235 - h_s) * 0,038 + 0,0151$$

4.1.5 Determinação de $h_{s_{\text{limite}}}$ para evitar a cavitação na bomba

$$h_{s_{\text{limite}}} = -(NPSH_r + hf(\Delta p) \text{ sucção} + hVP_{(t)})$$

Onde:

$NPSH_r$ (Net Positive Suction Head) é a pressão requerida pela bomba.

$hVP_{(t)}$ é a pressão absoluta do vapor saturado à temperatura t , em termos de coluna de água.

Considerando conservativamente $h_{p_L} = hVP_{(t)}$, resulta:

$$h_{s_{\text{limite}}} = -(NPSH_r + hf(\Delta p) \text{ sucção})$$

A bomba para injetar a vazão de condensado de volta na caldeira terá que suprir:

$$hf(\Delta p) \text{ sucção} + hf(\Delta p) \text{ descarga} + h_{\text{caldeira}} - h_{\text{atmosf.}}$$

$$\begin{aligned} hf(\Delta p) \text{ sucção} &= (6,235 - h_s) * 0,038 + 0,0151 = \\ &= 0,252 - 0,038 * h_s \end{aligned}$$

Pelas condições preliminares (2.1.8) temos 50 m de tubulação de descarga, logo:

$$hf(\Delta p) \text{ desc.} = 50 * 0,038 = 1,9 \text{ mcf} = 1,82 \text{ [mca]}$$

$$h_{\text{caldeira}} = 886.125 / (1.000 * 9,81) = 90,33 \text{ [mca]}$$

$$h_{\text{atmosf.}} = 101.325 / (1.000 * 9,81) = 10,33 \text{ [mca]}$$

Os dados acima permitem concluir que $h_{\text{bomba}} > -80 \text{ [mca]}$ e para a vazão de $0,9871 \text{ [m}^3/\text{h]}$, a seleção prévia conduz a $NPSH_r = 1,50 \text{ [mca]}$ a 3.550 [rpm] .

$$1,50 \text{ [mca]} = 1,50 * 1.000 / 958,77 = 1,56 \text{ [mcf]}$$

$$\text{Portanto, } h_{s_{\text{lim}}} = -(1,56 + 0,252 - 0,038 * h_{s_{\text{lim}}})$$

De onde resulta

$$h_{s_{\text{lim}}} = -1,88 \text{ [mcf]}$$

Ou seja: o nível do condensado no tanque tem que estar situado no mínimo 1,88 m acima do nível de sucção da bomba para que não haja cavitação.

A fim de garantir que $NPSH_d$ disponível supere $NPSH_r$ requerido pela bomba, admite-se 1 m a mais de desnível, resultanto $h_s = -2,88 \text{ m}$.

4.1.6 Determinação da potência de bombeamento

$$h_f (\Delta p) \text{ sucção} = 0,252 - 0,038 * h_s = 0,252 + 0,038 * 2,88 = 0,36 \text{ [mcf]}$$

$$h_f (\Delta p) \text{ desc.} = 1,82 \text{ [mca]}$$

$$\text{Portanto: } h_{\text{bomba}} = 0,34 + 1,82 + 90,33 - 10,33 = 82,16 \text{ [mca]}$$

Na curva da bomba previamente selecionada, para a vazão de 0,9871 [m³/h] contra 82,16 [mca], a potência absorvida é de 12 BHP = 8,95 kW.

4.2 Potência de bombeamento associada à utilização de tanque fechado

4.2.1 Determinação da densidade (ρ), vazão (Q) e velocidade (V) do condensado

Na temperatura de 130°C a densidade da água é:

$$\rho = 934 \text{ kg/m}^3$$

A vazão será:

$$Q = 0,2778 / 934 = 0,000.297 \text{ m}^3/\text{s} = 1,07 \text{ m}^3/\text{h}$$

Sendo a tubulação de ¾" (diâmetro interno = 21,26mm – Schedule 40)

A velocidade do fluxo será:

$$V = 0,000.297 / (\pi * 0,02126^2 / 4) = 0,8375 \text{ m/s}$$

4.2.2 Determinação da perda de carga por metro de tubulação

Relembrando, a perda de carga unitária [Pa / metro] é dada por:

$$\Delta p / m = (f / D) * (V^2 / 2) * \rho$$

Onde o coeficiente de atrito f [adimensional] para o escoamento é função do número de Reynolds (Re) e da razão da rugosidade do material (e) dividido pelo diâmetro do tubo (D) dado por:

$$f = f(R_e ; e / D)$$

O número de Reynolds do escoamento é dado por:

$$R_e = V * D / \nu$$

Considerando conservadoramente a viscosidade cinemática (ν) da água a 100°C:

$$\nu = 296 / 10^9 \text{ m}^2/\text{s}$$

temos para o número de Reynolds:

$$R_e = V * D / v = 0,8375 * 0,02126 / 296 * 10^9 = 60.156$$

Sendo $e = 0,00015$ [ft] para ferro galvanizado, podemos calcular a razão e / D como sendo:

$e / D = (0,00015 / 3,28) / 0,2126 = 0,00215$ [adimensional], o mesmo que fizemos em 4.1.2

Observação: dividindo por 3,28 converte-se a medida em pés para metros.

Desta forma podemos então averiguar que:

$$f(R_e; e / D) = f(60.156; 0,00215) = 0,026 \text{ [m / m]}$$

Portanto:

$$\Delta p / m = (f / D) * (V^2 / 2) * \rho = (0,026 / 0,02126) * (0,8375^2 / 2) * 934 = 400 \text{ Pa / m}$$

Convertendo para metros de coluna de fluido [mcf] no caso coluna de água, temos:

$$hf / m = \Delta p / m = 400 / (934 * 9,81) = 0,043 \text{ [mcf / m]}$$

4.2.3 Determinação da altura mínima de água para evitar *vortex*

Conforme 4.1.3,

$$h_{\min.} = 1,5 * (V^2 / 2) / g = 1,5 * (0,8375^2 / 2) / 9,81 = 0,054 \text{ [m]}$$

$$h_{\text{entrada}} = 0,5 * (V^2 / 2) / g = 0,5 * (0,8375^2 / 2) / 9,81 = 0,01787 \text{ [mcf]}$$

4.2.4 Determinação do comprimento equivalente na tubulação de sucção em função da altura de sucção (h_s) e cálculo da perda de pressão correspondente

Conforme 4.1.4,

$$L_{\text{equiv.}} = 5,0 + h_{g_L} - 0,054 + 0,17 + 0,61 + 0,5 = 6,226 + h_{g_L} = 6,226 - h_s$$

$$\text{Portanto } hf(\Delta p) \text{ sucção} = (6,226 - h_s) * 0,043 + 0,0178$$

4.2.5 Determinação de $h_{s_{\text{limite}}}$ para evitar a cavitação na bomba

Conforme 4.1.5,

$$h_{s_{\text{limite}}} = -(NPSH_r + hf(\Delta p) \text{ sucção})$$

A bomba para injetar a vazão de condensado de volta na caldeira terá que suprir:

$$\begin{aligned} hf(\Delta p) \text{ sucção} + hf(\Delta p) \text{ descarga} + h_{\text{caldeira}} - h_{\text{tanque}} \\ hf(\Delta p) \text{ sucção} &= (6,226 - h_s) * 0,043 + 0,0178 = \\ &= 0,2865 - 0,043 * h_s \text{ [mcf]} \end{aligned}$$

Pelas condições preliminares (2.1.8) temos 50 m de tubulação de descarga, logo:

$$hf(\Delta p) \text{ desc.} = 50 * 0,043 = 2,15 \text{ [mcf]} = 2,06 \text{ [mca]}$$

$$h_{\text{caldeira}} = 886.125 / (1.000 * 9,81) = 90,33 \text{ [mca]}$$

$$h_{\text{tanque}} = 270.306 / (1.000 * 9,81) = 27,55 \text{ [mca]}$$

Os dados acima permitem concluir que $h_{\text{bomba}} > 63 \text{ [mca]}$ e para a vazão de $1,07 \text{ [m}^3/\text{h]}$, a seleção prévia conduz a $\text{NPSH}_r = 1,8 \text{ [mca]}$ a 3.550 [rpm] .

$$1,8 \text{ [mca]} = 1,8 * 1.000 / 934 = 1,93 \text{ [mcf]}$$

$$\text{Portanto, } h_{s_{\text{lim}}} = -(1,93 + 0,2865 - 0,043 * h_{s_{\text{lim}}})$$

De onde resulta

$$h_{s_{\text{lim}}} = -2,32 \text{ [mcf]}$$

ou seja:

O nível do condensado no tanque tem que estar situado no mínimo 2,32 m acima do nível de sucção da bomba para que não haja cavitação.

A fim de garantir que NPSH_d disponível supere NPSH_r requerido pela bomba, admite-se 1 m a mais de desnível, resultanto $h_s = -3,32 \text{ m}$.

4.2.6 Determinação da potência de bombeamento

$$\begin{aligned} hf(\Delta p) \text{ sucção} &= 0,2865 - 0,043 * h_s = 0,2865 + 0,043 * 3,32 = \\ 0,43 \text{ [mcf]} &= 0,40 \text{ [mca]} \end{aligned}$$

$$hf(\Delta p) \text{ desc.} = 2,15 \text{ [mcf]} = 2,0 \text{ mca}$$

$$\text{Portanto, } h_{\text{bomba}} = 0,40 + 2,0 + 90,33 - 27,55 = 65,18 \text{ [mca]}$$

Na curva da bomba previamente selecionada, para a vazão de $1,07 \text{ [m}^3/\text{h]}$ contra $65,18 \text{ [mca]}$, a potência absorvida é de $6 \text{ BHP} = 4,47 \text{ kW}$.

5 Economias correspondentes

As economias abaixo associadas à utilização de tanque fechado ao invés de aberto foram calculadas dentro das condições supostas nas premissas iniciais e obtidas pelas diferenças de consumo entre as opções em causa,

baseadas nas determinações anteriores e referidas à produção de 1.000 kg/h de vapor, como segue:

- Economia da água tratada 53,28 litros
- Economia de combustível 3,59 kg
- Economia de energia de bombeamento 4,48 kWh
- Admitindo-se oito horas/dia de operação da caldeira, tem-se:
- N° de horas/ano = $8 * 30 * 10 = 2.880$ horas

As economias anuais por hospital resultam conforme abaixo evidenciado:

Considerando-se o universo atual de seis mil hospitais no Brasil, têm-se os valores abaixo correspondentes à opção de tanque fechado em relação a tanque aberto para retorno de condensado:

- Economia da água tratada 920.676.000 litros
- Economia de combustível 62.034.000 kg
- Economia de energia de bombeamento 77.412.000 kWh

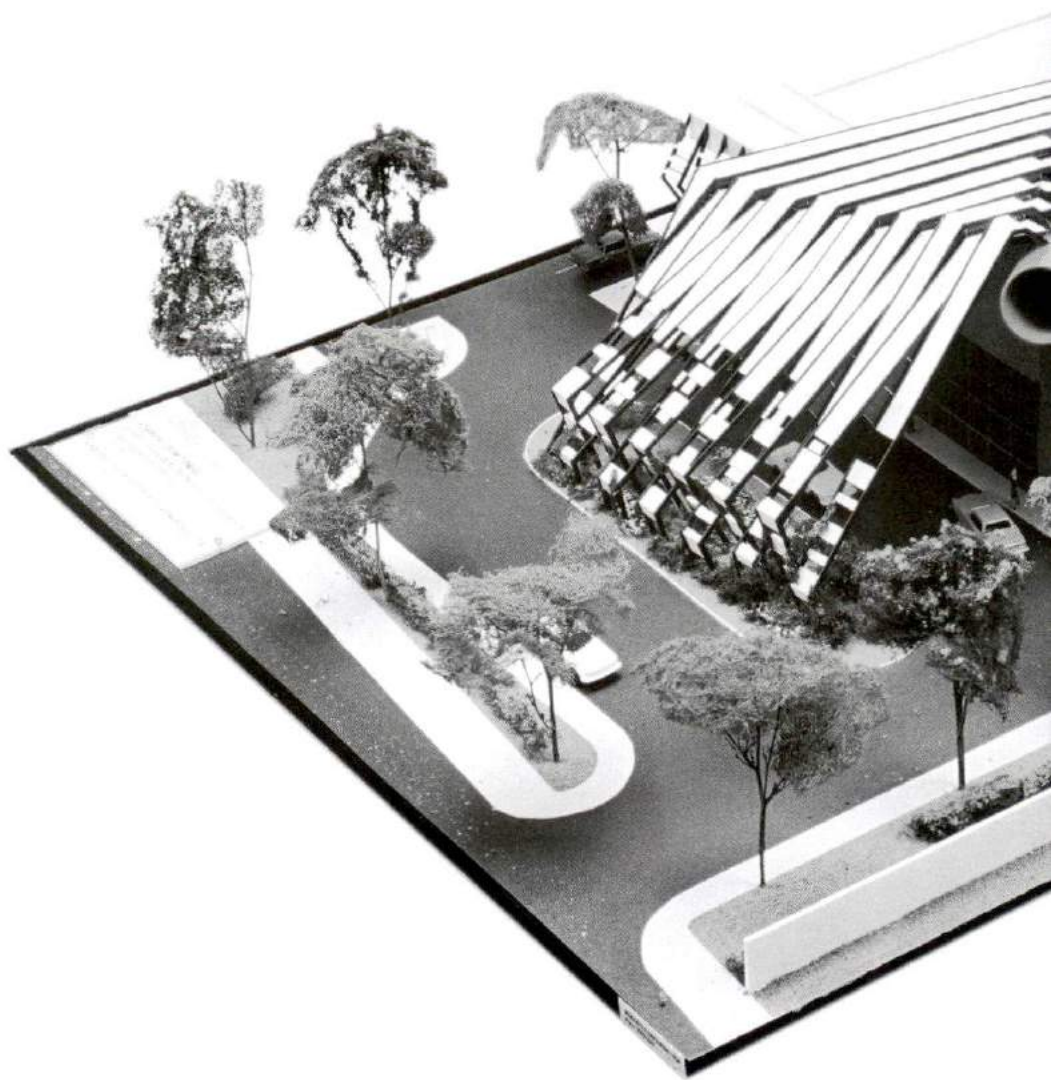
6 Considerações complementares

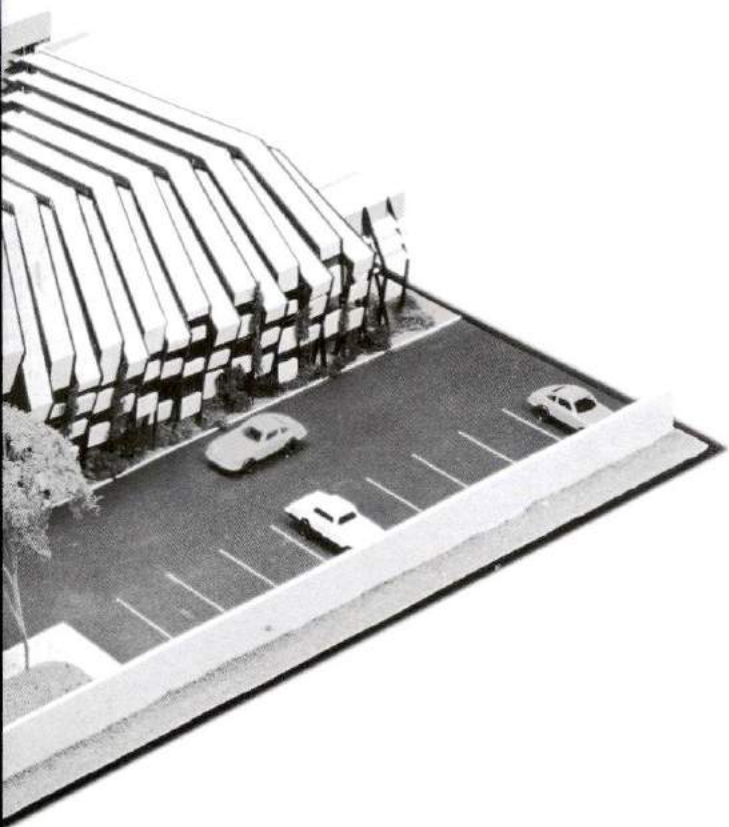
Os números acima foram baseados nas condições supostas nas premissas e, dependendo das perdas térmicas e de pressão nos sistemas, poderão tornar-se muito mais significativos, sendo que a utilização de tanque fechado em vez de aberto, de qualquer forma, não prescinde de estudos de viabilidade econômica entre investimento inicial e redução de custo operacional para cada caso e circunstâncias locais.

7 Simbologia

- P_v = Pressão de vapor saturado.
 PCI = Poder Calorífico Inferior do combustível.
 t = Temperatura.
 J_v = Entalpia do vapor saturado.
 J_l = Entalpia do líquido (água ou condensado).

P	= Potência de aquecimento cedida aos aquecedores.
P'	= Potência calorífica necessária à geração do vapor.
M	= Vazão mássica total.
mf	= Vazão mássica de <i>flash</i> .
ρ	= Densidade do líquido.
Q	= Vazão volumétrica do líquido.
f	= <i>Friction factor</i> ou coeficiente de atrito.
D	= Diâmetro interno da tubulação (útil ou efetivo).
L	= Comprimento de tubulação.
Re	= Número de Reynolds.
e	= Rugosidade absoluta da superfície interna da tubulação.
ν	= Viscosidade cinemática do líquido.
Δp	= Perda de pressão.
hf	= Coluna de líquido correspondente à perda de pressão.
mcf	= Pressão em metros de coluna de fluido (líquido).
mca	= Pressão em metros de coluna de água nas condições padrão.
hg	= Altura geodésica referida ao nível de sucção da bomba.
hd	= Pressão dinâmica em termos de altura de líquido.
hp	= Pressão estática em termos de altura de líquido.
hs	= Altura de sucção.
ht	= Pressão total em termos de altura de líquido.
g	= Aceleração da gravidade ($9,81 \text{ m / s}^2$).
NPSH_r	= <i>Net Positive Suction Head</i> é a pressão requerida pela bomba.
NPSH_d	= <i>Net Positive Suction Head</i> é a pressão disponível no sistema para a bomba.
$H_{s_{\text{limite}}}$	= Altura de sucção limite para evitar a cavitação na bomba.
$hf(\Delta p)_{\text{sucção}}$	= hf correspondente ao trecho de tubulação de sucção.
$hf(\Delta p)_{\text{desc.}}$	= hf correspondente ao trecho de tubulação de descarga.
$L_{\text{equiv.}}$	= Comprimento equivalente de tubulação.
h_{bomba}	= Pressão diferencial sucção-descarga em termos de coluna de água.
h_{caldeira}	= Pressão absoluta do vapor em termos de coluna de água.
h_{tanque}	= Idem sobre o condensado no tanque.
$hVP_{(t)}$	= Pressão absoluta do vapor saturado à temperatura t, em termos de coluna de água.
BHP	= <i>British Horse Power</i> é a potência mecânica demandada no eixo do motor em HP.





Hospital da APAMI
Petrolina – PE, 2001; ver à pág. 419

Capítulo XIII

MEIO AMBIENTE

1 Protocolo de Kyoto e CFC – clorofluorcarbono

O gás CFC clorofluorcarbono, que entra na composição do freon, por provocar destruição da camada de ozônio, está sendo, ainda em caráter experimental, substituído por hidroclorofluorcarbono (HCFC 123), em esterilização, misturado ao óxido de etileno e por hidrofluorcarbono (HFC 134a), em refrigeração e, a partir de 1995, pelo Protocolo de Montreal, por HFC, inócuo em virtude da substituição do cloro por hidrogênio. A indústria nacional já produz o gás 134a sob a designação de Reclin. Na fabricação de certos produtos o CFC tem sido substituído, com sucesso, pelo CO₂, apesar de, por sua vez, também ser alvo de restrições.

1.1 Aquecimento global

A preocupação da humanidade continua, com referência à emissão de gases de efeito estufa e às mudanças climáticas em curso, com os seus efeitos dramáticos.

O Protocolo de Montreal cuidou da eliminação gradual da emissão das substâncias destruidoras da camada de ozônio; o Protocolo de Kyoto, de 1997, cuidou da adoção de metas para a redução da emissão de gases de efeito estufa, fixando-a em 5,2% para países industrializados e instituindo o mercado de carbono e permitindo investimentos em projetos de energia ou florestas, para compensar países em desenvolvimento.

Poluentes, acumulados na biosfera, permanecem ativos por séculos.

Um dos vilões do aquecimento global é a emissão do gás carbônico (CO_2), cujas principais fontes de produção são os combustíveis fósseis e a queima de petróleo e derivados.

No último século, a temperatura média da Terra já subiu cerca de $0,7^\circ\text{C}$.

Estima-se que, nestes próximos anos, a elevação da temperatura deve chegar a 2°C ou 3°C .

O IPCC (Painel Independente de Mudanças Climáticas da ONU) atribuiu o impacto sobre temperaturas, regimes de chuvas, extinção de espécies, furacões e fenômenos climáticos inéditos à emissão de CO_2 , queimadas, atividades industriais, devastamentos de florestas e consequente redução da capacidade de absorção de CO_2 .

Fotografias recentes mostram derretimentos de geleiras em várias partes do mundo, afetando praias e níveis de mares. As geleiras do Himalaia estão recuando 10 cm a 15 cm por ano e 23 cm/ano na Índia. Estes derretimentos aumentam, em um primeiro impacto, o volume dos rios, causando enchentes e inundações, posteriormente seus níveis de água cairão, privando populações inteiras de suprimento de água, como na China, Nepal e Índia. Derretimentos, à taxa de 50 cm por ano, vêm ocorrendo, nos últimos anos, nos glaciares da península antártida.

O monte Kilimanjaro, o ponto mais alto da África, na Tanzânia, é outro testemunho do aquecimento global; após 11 mil anos, acusa rápida perda de sua cobertura de neves eternas.

No ano de 2005, no dia 16 de fevereiro, finalmente, o Protocolo de Kyoto entrou em vigor, todavia sem a ratificação do governo dos EUA, por acreditar em soluções tecnológicas, como o sequestro de carbono da atmosfera e a sua injeção em subsolo ou no fundo do mar.

1.2 Substituição de CFC por HCFC

Pesquisas mais recentes vêm mostrando que o avanço ambiental conquistado, de um lado com a substituição do CFC por HCFC, na redução do esgarçamento na camada de ozônio, por outro lado, aumentou a concentração de gases responsáveis pelo aquecimento do planeta, mais nocivos que o CO_2 . Nesse quadro pessimista, o Brasil emerge com relevante potencial de matrizes energéticas, limpas e produtivas, tais como: a hidroeletricidade, a eólica, de biomassa, biodiesel, álcool combustível, solar e energia de marés.

2 Energia solar

2.1 Aquecimento solar

A instalação de um sistema de aquecimento à base de energia solar, deve ser precedida de estudo de custo/benefício e de rentabilidade do sistema em face das condições e do potencial de insolação local, pois nem sempre a sua instalação é compensadora.

O equipamento destinado a captar radiação solar, para o aquecimento de água, deve ser facilmente acessível para permitir manutenção periódica.

2.1.1 Manutenção semanal:

Limpeza de filtros de sucção, de bombas e de trocador de calor; verificação de vazamento ou infiltração nos coletores e de vidros quebrados (duas vezes por semana).

2.1.2 Manutenção mensal:

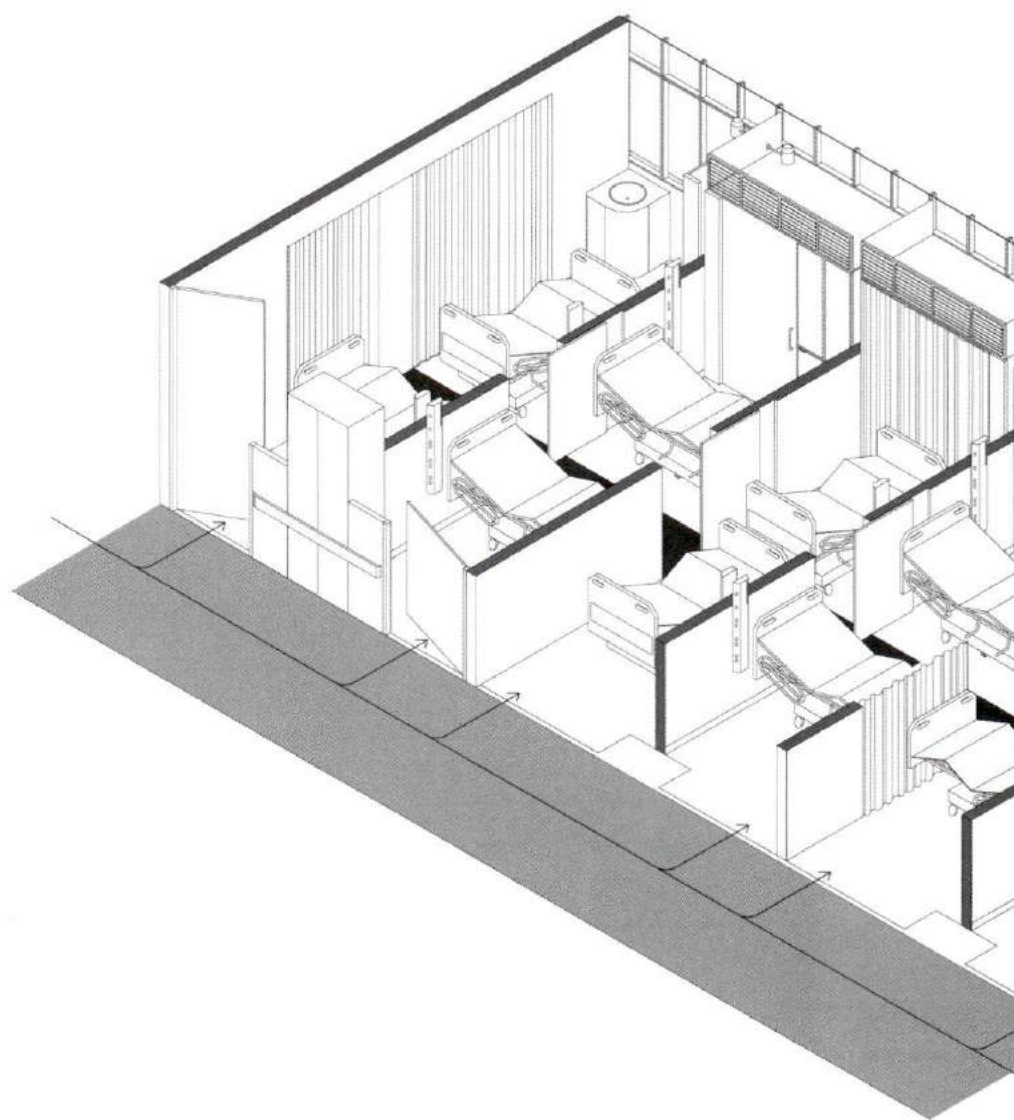
Verificação de controles e de bombas (partes mecânicas e outras)

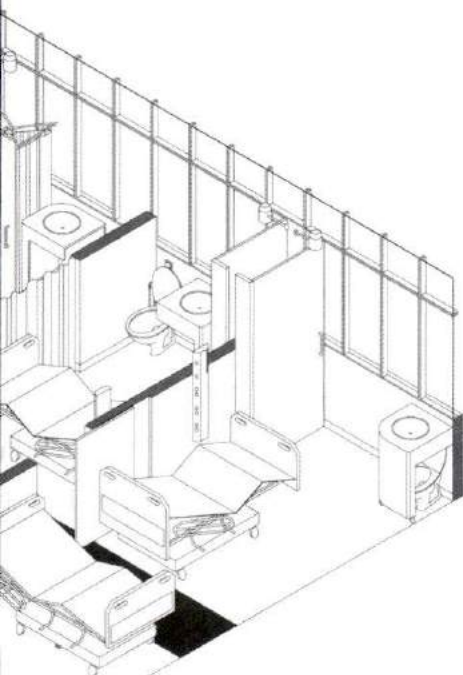
2.1.3 Manutenção trimestral:

Limpeza dos vidros dos coletores (ou com intervalos menores na dependência da poluição ambiental).

2.2 Célula fotovoltaica

A célula fotovoltaica tem a propriedade de converter radiação solar diretamente em energia elétrica, de modo fácil e limpo, todavia apresenta algumas desvantagens que restringem o seu uso: elevado custo, necessidade de ampla área exposta ao sol, baixo rendimento — um metro quadrado gera até 1.100 watts.





Epílogo

Pensando em tudo¹

COM BOM SENSO E MUITA EXPERIÊNCIA, ARQUITETOS MODIFICAM CONCEITOS TRADICIONAIS E CRIAM A MANUTENÇÃO HOSPITALAR PREDITIVA

O antigo ditado “É melhor prevenir do que remediar” conquistou definitivamente as pranchetas, ou telas de computador, dos arquitetos especializados em hospitais. Liderados por Jarbas Karman, um grupo de arquitetos criou, no Brasil, o conceito de manutenção hospitalar preditiva. “A concepção de manutenção sempre foi de pós-ocupação do prédio. Criamos o conceito anterior à ocupação, pois se não houver certos cuidados antes da construção, não será possível viabilizar boa manutenção depois. É uma simples questão de bom senso”, afirma Karman, engenheiro, arquiteto hospitalar com mestrado pela universidade de Yale (EUA), professor e autor de livros sobre o tema.

Karman explica que, como as cidades, as instituições de saúde são formadas por ruas, praças, jardins, área de lazer, estacionamento, garagem, escola (de enfermagem e medicina, por exemplo), auditório, lavanderia, farmácia, almoxarifado, creche, lanchonete, restaurante, consultório médico e dentário, central energética, arquivo, escritórios de recursos humanos, contabilidade, advocacia, engenharia, central de informática e telefonia, banco, vestiário, velório, tipografia, oficina de manutenção e outros setores, cada qual com suas peculiaridades, necessidades e atribuições próprias.

1. O autor agradece à jornalista Judith Meirelles o texto publicado na revista *Hospital* nº 2, ano II, mar. 1996, que, por constituir feliz apanhado e resumo da mensagem inserida no Conceito de Preditividade, é aqui reproduzido.

Além dessa infraestrutura, o hospital reúne, ainda, outros territórios específicos, como de diagnóstico, terapia, pronto-socorro, ambulatório, internação ou berçário. Cada um deles responde por uma produção, função, desempenho e orçamento. O que caracteriza um bom planejamento, portanto, é a correta administração e interação desses territórios.

Tal complexo heterogêneo deve operar orquestradamente sob a orientação e coordenação da administração do hospital, para possibilitar — a tempo e a hora, ao time de profissionais — o exercício de suas atividades direcionado para a proteção, prevenção e recuperação da saúde. “É inadmissível pensar na falta de energia elétrica ou no extravasamento de um ralo num centro cirúrgico, por obstrução da rede de esgoto. O resultado pode ser fatal”, lembra o arquiteto.

Com a crescente complexidade das instituições de saúde, aumentam também as dificuldades de administração. Os habilidosos “faz-tudo”, que cuidavam da manutenção antigamente, cederam lugar a profissionais universitários, portadores de cursos de especialização em informática, bioengenharia, engenharia clínica, eletrônica, etc.

“Assim, o tradicional esquema de manutenção preventiva e corretiva não mais atende às necessidades das atuais instituições de saúde. Por isso, reformulamos sua estrutura, dividindo-a em dois grandes grupos: manutenção orgânica e manutenção operacional”, explica Karman, autor também de um livro-manual sobre o tema.

Previsão é a chave

A manutenção orgânica, pré-construção, trata de assegurar à futura instituição, ainda em fase de planejamento, uma infraestrutura que possibilite meios e recursos físicos e funcionais necessários à implantação da manutenção efetiva, racional e econômica. E que é preditiva exatamente por ser antecipativa, pré-planejada, pré-concebida e incorporada à estrutura do prédio. Quanto maior for o conhecimento do assunto e a vivência do dia a dia hospitalar, mais aprimorado será o aperfeiçoamento e mais confiável a instituição, constituindo a continuidade operacional como um de seus requisitos essenciais.

“Quando o conceito de continuidade operacional for devidamente assimilado, os profissionais de manutenção se tornarão legalmente imputáveis em caso de omissão, falta de previsão, de provisão, de disciplina ou de preparo profissional”, avalia Karman. São exemplos significativos de imputabilidade

as consequências decorrentes de falta ou falha no suprimento de oxigênio, de eletricidade ou de vácuo; deficiente esterilização de autoclave por retenção de ar; eletrocussão ou choque por falha de aterramento ou de nível equipotencial ou de transformador separador de corrente; introdução de nitrogênio em rede de oxigênio para teste de vazamento, levando a graves distúrbios (pacientes descerebrados); vazamento de radiações de raios X e de isótopos por blindagem deficiente; agravamento das condições de casos críticos por parada de elevador, entre outros.

A manutenção operacional, por sua vez, objetiva assegurar, com tranquilidade e segurança, o pleno uso da instituição pós-ocupação. Tal trabalho está subdividido entre a manutenção administrativa e a técnica. A primeira visa preservar as manutenções técnicas — preventiva e corretiva — livrando-as de entraves burocráticos e chamando a si atividades como relações humanas, políticas, financeiras, de supervisão e controle, avaliação, pesquisa, segurança, produtividade, custos, treinamento, estoques, importações, entre outros.

“Alguns itens ilustram bem os objetivos da manutenção preditiva”, comenta Karman. Por exemplo, a previsão de espaços técnicos interandares e passagens através de vigas e por prumadas verticais para manutenção, alterações, novas instalações e futuras expansões, externas ou em altura. “Coitado daquele que achar que o hospital vai ficar sempre do mesmo tamanho, forma e disposição. As alterações não param nunca, e é preciso estar preparado para isso”, alerta o arquiteto.

Também fazem parte desse rol os seguintes itens, entre outros:

- Previsão de acessos livres e desimpedidos para fácil alcance e pronta execução de manutenção e reparos de instalações, dutos, equipamentos, tanto em estruturas verticais, como horizontais;
- Rede de oxigênio em anel, com registros seccionadores, para assegurar fluxo contínuo normal de oxigênio, mesmo ocorrendo interrupção em algum trecho;
- Instalações, pisos, forros e caixilhos dimensionados para receber paredes novas e atender a relocalizações futuras;
- Ralos de segurança preventores de extravasamento;
- Purgador termostático, e não termodinâmico, em autoclaves de esterilização;
- Nível equipotencial em salas cirúrgicas e UTI para prevenir acidentes como choque e eletrocussão;

- Plano indicativo do posicionamento de registros, válvulas, percurso de dutos, local de poços de inspeção, válvulas de segurança, caixa de gordura, de filtros, exaustores, transformadores, comandos elétricos e outros, com os respectivos meios de acesso e praças para manutenção.

“O trabalho com e sem a manutenção hospitalar preditiva”

Extensões e instalações (quando a manutenção preditiva atua)

- a) Manutenção preditiva: diligência para que o projeto estrutural dimensione todas as vigas, com altura tal que não ultrapasse o limite máximo preestabelecido acima do forro falso, assegurando assim espaço livre, uniforme e contínuo, sob vigas ou lajes e acima de forros, em toda a extensão dos tetos de um mesmo pavimento, para a passagem desobstruída de dutos.
- b) Manutenção preventiva: tem, conseqüentemente, preservado livre acesso às instalações, para a manutenção de rotina, através de forros removíveis.
- c) Manutenção corretiva: executa reparos e extensões das redes com facilidade a qualquer tempo e onde necessário, utilizando o espaço técnico contínuo e acessível acima de toda a extensão do forro do pavimento.
- d) Continuidade operacional: é preservada; novas instalações, alterações e novos acréscimos não são impossibilitados, dificultados ou onerados, nem interferem com o normal funcionamento dos sistemas existentes.

Extravasamento de ralo em área crítica (quando a manutenção preditiva não atua)

- a) Manutenção preditiva: deixa de prever e prover o projeto do hospital com ralos de segurança junto aos lavabos de escovação, em área asséptica (como centro cirúrgico).
- b) Manutenção preventiva: por falta de regulação da válvula de descarga, a bacia sanitária é privada do necessário volume ou pressão de água, provocando obstrução da rede de esgoto, decorrente do acúmulo de papel higiênico, causando conseqüente refluxo de efluente pelo ralo.

- c) **Manutenção corretiva:** procede ao fechamento de registros e à desobstrução; enquanto a rede não for liberada, as áreas afetadas e as instalações sanitárias a montante são mantidas interditadas.
- d) **Continuidade operacional:** é afetada; cirurgias são suspensas enquanto perdurar a contaminação dos pisos pelo efluente extravasado pelo ralo; atividades em pavimentos superiores são atingidas pela interdição do uso de água, até a conclusão da desobstrução e da desinfecção dos pisos contaminados.



Espaço interandares do Hospital Israelita Albert Einstein, com 1,40 m de altura entre o forro e a laje, com rede de dutos.

Manutenção preditiva: o projeto arquitetônico deve facilitar o trabalho de manutenção, como é o caso dos dutos horizontais e verticais do Hospital Israelita Albert Einstein.



MANUTENÇÃO HOSPITALAR

Manutenção Orgânica (pré-construção)

manutenção preditiva
continuidade operacional

Manutenção Operacional (pós-ocupação)

manutenção administrativa
manutenção preventiva
manutenção corretiva



REFERÊNCIAS NORMATIVAS

- ABNT/CB 3 – Comitê Brasileiro de Eletricidade.
- ABNT/CB 3.064.01 – Comissão de estudo de instalações elétricas de baixa tensão.
- CEI (Comisión Eletrotécnica Internacional), boletim nº 132: *TI edificio pensante – Una idea inteligente para el futuro*, 1991.
- CNEN-NE 3.05 – Requisitos de radioproteção e segurança para serviços de medicina nuclear.
- CNEN-NE 6.05 – Gerência de rejeitos radioativos em instalações radioativas.
- Código Sanitário do Estado de São Paulo. Decreto nº 12.342, 07/1992.
- CONAMA 358 (29/04/2005) – Tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde: Classificação de resíduos sólidos.
- Department of Health and Social Security – Antistatic precautions – Flooring in anaesthetising areas*. London, 1977 (*Health Technical Memorandum* nº 2).
- EB 17, da ABNT – Extintores de incêndio portáteis, dos tipos soda-ácido, espuma química e carga líquida.
- EB 149, da ABNT – Instalação de extintores de incêndio com carga de água.
- EB 150, da ABNT – Instalação de extintores de incêndio com carga de gás carbônico.
- EB 1002, da ABNT – Instalação de extintores de incêndio tipo espuma mecânica.
- EB 1596, da ABNT – Rede de distribuição de GLP.
- IEC 62A (Secretariat) 79 – *General guidelines for the safety application of medical electrical equipment* (Technical Application Code).
- IEC 62A (Secretariat) 55 – *Requirements for electrical installations in medical establishments*.
- IEC 64 (Secretariat) 595, Part 7 – *Particular requirements for special installations or locations – Section 710 – “Medical locations and associated areas”*.
- IEC 601-1 – *Medical electrical equipment*, Part 1 – “General requirements for safety”.
- IEC 742/61558-2-15. *Safety of transformers, reactors, power supply units and similar products for voltages up to 1 100 V*, Part 2-16 – “Particular requirements and tests for switch mode power supply units and transformers for switch mode power supply units”.

- IEC 60601-2-16 – *Medical electrical equipment*, Part 2-16 – “Particular requirements for basic safety and essential performance of haemodialysis, haemodiafiltration and haemofiltration equipment”.
- IEC 61326-2-4 – *Electrical equipment for measurement, control and laboratory use – EMC requirements*, Part 2-4 – “Particular requirements. Test configurations, operational conditions and performance criteria for insulation monitoring devices according to IEC 61557-8 and for equipment for insulation fault location according to IEC 61557-9”.
- IEC 61557-8 – *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1000 V a.c. and 1500 V d.c. – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures*, Part 8 – “Insulation monitoring devices for IT systems”.
- IEC 788 – *Medical radiology: Terminology*.
- Instrução técnica 11/2004 – Corpo de Bombeiros. Saída de emergência.
- Lei nº 13.276, de 5 de janeiro de 2002, município de São Paulo. Torna obrigatória a execução de reservatório para as águas coletadas por coberturas e pavimentos nos lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500m².
- NB 24, da ABNT – Instalações hidráulicas prediais contra incêndio sob comando.
- NB 166, da ABNT – Uso de anestésicos e antissépticos inflamáveis (prevenção e explosões em hospitais devidas ao uso de agentes anestésicos e antissépticos inflamáveis), 1962.
- NB 961, da ABNT – Conceituação e diretrizes de segurança de equipamentos eletromédicos utilizados na prática médica – Procedimentos, 1985.
- NBR 5410, da ABNT – Instalações elétricas de baixa tensão, 2004.
- NBR 5413, da ABNT – Iluminância de interiores.
- NBR 5419, da ABNT – Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas.
- NBR 5626, da ABNT – Instalações prediais de água fria – Procedimentos.
- NBR 5639, da ABNT – Emprego de chapas estruturais de cimento-amianto – Procedimentos.
- NBR 5640, da ABNT – Chapas estruturais de cimento-amianto – Especificações.
- NBR 5644, da ABNT – Azulejo – Especificações.
- NBR 5674, da ABNT – Manutenção de edificações.
- NBR 6118, da ABNT – Projeto e execução de obras de concreto – Procedimentos.
- NBR 6401, da ABNT – Instalação central de ar condicionado para conforto – Parâmetros básicos de projeto.
- NBR 6452, da ABNT – Aparelhos sanitários de material cerâmico – Especificação.
- NBR 6455, da ABNT – Ladrilho Cerâmico não Esmaltado – Especificações.
- NBR 6498, da ABNT – Bacia sanitária de material cerâmico de entrada horizontal e saída embutida vertical – Dimensões e padronização.

- NBR 6501, da ABNT – Piso cerâmico – Formato, dimensões e padronização.
- NBR 7172, da ABNT – Telha cerâmica tipo francesa – Especificações.
- NBR 7198, da ABNT – Instalações prediais de água quente.
- NBR 7229, da ABNT – Construção e instalação de fossas sépticas.
- NBR 7256, da ABNT – Tratamento de ar em unidades médicas assistenciais.
- NBR 7581, da ABNT – Telha ondulada de fibrocimento – Especificações.
- NBR 8040, da ABNT – Azulejo – Formato, dimensões e padronização.
- NBR 8055, da ABNT – Parafusos, ganchos e pinos usados para a fixação de telhas de fibrocimento – Dimensões, tipos e padronização.
- NBR 8160, da ABNT – Instalação predial de esgoto sanitário – Procedimentos.
- NBR 8800, da ABNT – Projeto e execução de estrutura de aço de edifícios.
- NBR 9066, da ABNT – Peças complementares para telhas onduladas de fibrocimento – Funções, tipos, dimensões e padronização.
- NBR 9077, da ABNT – Saídas de emergência em edifícios.
- NBR 9453, da ABNT – Piso cerâmico vitrado – Especificações.
- NBR 9575, da ABNT – Impermeabilização de contrapiso, 2003.
- NBR 9601, da ABNT – Telha cerâmica de capa e canal – Especificações.
- NBR 10152, da ABNT – Níveis de ruído para conforto acústico.
- NBR 10721, da ABNT – Instalação de extintores de incêndio com carga de pó químico.
- NBR 10844, da ABNT – Instalações prediais de águas pluviais – Procedimentos.
- NBR 10898, da ABNT – Sistema de iluminação de emergência, 1999.
- NBR 11906, da ABNT – Conexões roscadas e de engate rápido para postos de utilização dos sistemas centralizados de gases de uso medicinal sob baixa pressão.
- NBR 12176, da ABNT – Cilindros para gases – Identificação do conteúdo.
- NBR 12188, da ABNT – Sistemas centralizados de agentes oxidantes de uso medicinal – Sistemas de gases não inflamáveis usados a partir de centrais em hospitais.
- NBR 13164, da ABNT – Tubos flexíveis para condução de gases medicinais sob baixa pressão.
- NBR 13534, da ABNT – Instalações elétricas de baixa tensão – Requisitos específicos para instalação em estabelecimentos assistenciais de saúde, 2008.
- NBR 13730, da ABNT – Aparelho de anestesia – Seção de aparelho contínuo. Requisitos de segurança.
- NBR 13932, da ABNT – Instalações internas de gás liquefeito de petróleo (GLP) – Projeto e execução.
- NBR 13933, da ABNT – Instalações Internas de Gás Natural (GN) – Projeto e execução.
- NBR 14518, da ABNT – Sistema de ventilação de cozinhas, 2000.

- NBR 14900, da ABNT – Sistema de gestão e segurança de alimentos, 2002 (ISO 22000 de 2005).
- NBR 16401/1-2-3, da ABNT – Instalações de ar condicionado, 2008
- NFPA 56 – *National Fire Protection Association – Code for the use of flammable anesthetics*, 1962.
- NR-10, do Ministério do Trabalho – Segurança em instalações e serviços em eletricidade. (Portarias GM n.º 3.214, de 08/06/1978, SSMT n.º 12, de 06/06/1983, n.º 126 de 03/06/2005, GM n.º 598, de 07/12/2004).
- NR-13, do Ministério do Trabalho – Caldeiras e vasos de pressão. (Portarias GM n.º 3.214, de 08/06/1978, SSMT n.º 12, de 06/06/1983, SSMT n.º 02, de 08/05/1984, SSST n.º 23, de 27/12/1994, SIT n.º 57, de 19/06/2008).
- NR-23, do Ministério do Trabalho – Proteção contra incêndios. (Portarias GM n.º 3.214, de 08/06/1978, SNT n.º 06, de 29/10/1991, SNT n.º 02, de 21/01/1992, SIT n.º 24, de 09/10/2001).
- NR-26, do Ministério do Trabalho – Sinalização de segurança.
- NR-06/1983, do Ministério do Trabalho – Equipamento de proteção individual (EPI).
- NB-227, da ABNT – Instalação de caldeiras operacional e de reserva.
- Portaria n.º 4, do Ministério do Trabalho e Previdência Social, 31/07/1991 – Normas técnicas para o processo de esterilização por gás de óxido de etileno e suas misturas (Portaria 982/1989).
- Portaria n.º 13, do Ministério da Saúde – Instalações hidráulicas.
- Portaria n.º 138, do Ministério da Saúde – Introduz modificações na Portaria n.º 400, 27/03/1978.
- Portaria n.º 21 IRB e Portaria n.º 31 MTFJ, do Corpo de Bombeiros de São Paulo – Distribuição de extintores de incêndio.
- Portaria n.º 80, do Ministério da Saúde – Centros de esterilização por óxido de etileno, 13/02/1986.
- Portaria n.º 1884, do Ministério da Saúde – Normas para projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde, 1994.
- Portaria n.º 272, do Ministério da Saúde – Nutrição parenteral, 1998.
- Portaria n.º 930, do Ministério da Saúde – Lâmpadas germicidas, 27/08/1992.
- Portaria n.º 400, do Ministério da Saúde – Normas e padrões de construções e instalações de serviços de saúde, 06/12/1977.
- Portaria n.º 3523, do Ministério da Saúde – Limpeza e manutenção de sistemas de climatização, 1998.
- Resolução 157 – Especificações para extintores, 2004.
- RDC (Reunião de Diretoria Colegiada) 50, da ANVISA – Regulamento técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde, 21/02/2002. www.anvisa.gov.br

- RDC 154, da ANVISA – Regulamento Técnico para funcionamento dos serviços de diálise, 15/06/2004.
- RDC 306, da ANVISA – Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde, 7/12/2004.
- RDC 307, da ANVISA (altera a RDC 50) – Regulamento Técnico e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos de saúde, 14/11/2002.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas – www.abnt.org.br
- ABRAVA – Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento – www.abrava.com.br
- SINDRATAR – Sindicato da Indústria, Aquecimento e Tratamento de Ar do Estado de São Paulo – www.sindratar.sp.com.br
- SBCC – Sociedade Brasileira de Controle de Contaminação – www.sbcc.com.br

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Livros

- ARAGÓ, I. *La Planificación Hospitalaria*. Madrid, 1974.
- BAUER, L. A. F. & BAUER, R. J. F. *Trincas por variação térmica*, 1991.
- BERGER, R. *Custos Financeiros Indiretos*. Hospital Israelita Albert Einstein, 1993.
- BITTELI, T. *Física e dosimetria das Radiações*. Atheneu, 2ª ed., 2006.
- CAETANO, E. *Instalações e Equipamentos Hospitalares*. Lisboa, 1972.
- CARVALHO, D. F. *Instalações Elevatórias: Bombas*. Contagem: Fundação Mariana Rezende Costa, 1990.
- CAVALLINI, M. E. & BISSON, M. P. *Farmácia Hospitalar: Um Enfoque em Sistemas de Saúde*. Manole, 2002.
- CREDOR, H. *Instalações Elétricas*. Rio de Janeiro: LTC, 1975.
- CREDOR, H. *Instalações Hidráulicas e Sanitárias*. Rio de Janeiro: LTC, 1974.
- FERIGOLO, F. C. *Prevenção de Incêndios*, 1977.
- GÓES, R. *Manual prático de arquitetura hospitalar*. Edgard Blücher, 2004.
- HUNDERBURG, R. *Planning the Community Hospital*. McGraw-Hill, 1967.
- KARMAN, J.; FIORENTINI, D.; KARMAN, J. N. M. & KARMAN, R. N. M. *Arquitetura incorporada à manutenção hospitalar*, 1992.
- KARMAN, J.; FIORENTINI, D.; KARMAN, J. N. M. & KARMAN, R. N. M. *Manutenção hospitalar preditiva*. Editora Pini, 1994.
- KARMAN, J. B.; FIORENTINI, D.; LIMA, V. H. K. A. *Arquitetura na prevenção de infecção hospitalar*. Ministério da Saúde, 1995.
- LIMA, F. M. A. *Acabamentos esmerados*, 1990.
- LODOVICI, J. & ROSEMBERG, P. *Manutenção e administração*. Hospital Israelita Albert Einstein, 1991.
- MACHINTYRE, A. *Bombas e instalações de bombeamento*, Editora Guanabara.
- MCCULLOCH, E. C. *Desinfection and Sterilization*. Philadelphia: Lea & Febiger, 1946.

- MIQUELIN, L. C. *Anatomia dos edifícios hospitalares*. Editora CEDAS, São Paulo, 1992.
- NETTO, J. H. A. *Manual de Hidráulica*, 1974.
- PANNUTI, C. S. *A Importância do Meio Ambiente Hospitalar*. In: *Infecções Hospitalares: Prevenção e Controle*. Sarvier, 1997.
- PÜTSEP, E. *Modern Hospital: International Planning Practices*. London: Lloyd, 1979.
- RICHTER, H. B. *Moderna Lavanderia Hospitalar*. Associação dos Hospitais do Estado de São Paulo, 1973.
- RUBNER, M. *Modern Steam Sterilization*. New York: Harvey Lectures, 1912.
- RUBNER, M. *Theorie der Dampfdesinfektion: Hygienische Rundschau*, 1898.
- SERVILHA, J. C. *Terminologia Hospitalar*. Unimed do Brasil, 1993.
- SILVA, P. *Acústica Arquitetônica & Condicionamento de Ar*, 3ª Ed. Editorial Termo Acústica, 1997.
- SILVA, R. B. *Tubulações*. Escola Politécnica da USP, 1962.
- TANAKA, T. *Instalações Prediais, Hidráulicas e Sanitárias*, 1976.
- TELLES, P. C. S. *Tubulações Industriais*, 38ª Ed. Rio de Janeiro: LTC, 1974.
- TORRES, S. & LISBOA, T. C. *Limpeza, Higiene e Lavanderia em Estabelecimentos de Saúde: Gestão de Serviços*, 3ª Ed. Sarvier, 2008.
- VOGLER, P. & HASSENPFUG, G. *Handbuch für den Neuen Krankenhausbau*, 1951.
- WALTER, C. W. *Aseptic Treatment of Wounds*. Macmillan Co., 1948.

2. Artigos em periódicos

- ARRANZ, L. *Problemática de la Utilización de las Radiaciones en la Imagen Diagnóstica*. Todo Hospital, 1987.
- AZEVEDO, A. C. *Indicadores da Qualidade e Produtividade em Serviços de Saúde*. Informativo CQH – Associação Paulista de Medicina, 1993.
- BORAN, J. *et al. Long-term Control of Legionella Species in Potable Water After a Nosocomial Legionellosis Outbreak in an Intensive Care Unit*. Infection Control and Hospital Epidemiology, vol. 21(9), September 2000.
- BREITMAN, I. *Hospital Hans Dieter Schmidt*. Revista Projeto, nº 162, 1993.
- DEL CARLO, V. Avaliação Pós-Uso-APU – "Post-Occupancy Evaluation – POE". Seminário.
- DONLAN, R. M. *Microbial Biofilms in the Hospital Environment*. CDC – Centers for Diseases Control and Prevention; APIC – Association for Professionals in Infection Control and Epidemiology INC, 27th Annual Educational Conference – 18/06/2000, Minneapolis – MN.
- DUGGAR, B. M. & HOLLAENDER, A. *Inactivation of the Virus of Typical Tobacco Mosaic and of Escherichia coli in the Shorter Ultra-Violet*. Journal of Bacteriology, vol. 31, pág. 52, 1936.

- FAIR, W. W. *Maintenance of Electrical Equipment for Fire Prevention*. Hospital Progress, 1958.
- FERRARIOS, O. *Gases Utilizados nos Hospitais para Fins Terapêuticos*. Hospital de Hoje (IPH), vol. 9, 1957.
- GEWEHR, M., WANG. *Prevenção de Riscos Elétricos no Ambiente Médico Hospitalar*. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica, 8, Florianópolis. Anais 1983.
- GOMES, G. F. & BARONI, T. A. *É Hora de Reduzir Gastos de Manutenção*. Reprim 1992.
- GUINN, R. M. *Good Design is Good Medicine*. Heery Architects & Engineers Incorporated, Atlanta, Geórgia (USA). Hospital Management International, 1991.
- HARTFORD, T. J. *Maintenance, Repair and Replacement of Hospital Equipment*. Hospital Management, 1958.
- HUMPHREY T.J. *Microbial contamination of hospital showers and shower water: the effect of an automatic drain valve*. Public Health Laboratory, Heavitree, Exeter. *Journal of Hospital Infection*. 1989 Jan;13(1):55-61.
- ISCHIKI, T. & MIYAJI, D. *Equipamentos de Lavanderia*. Hospital de Hoje (IPH), vol. 27, 1966.
- KARMAN, J. B.; FIORENTINI, D. & LIMA, V. H. K. A. *Qualidade de Ar: Salas Cirúrgicas Não Devem Ter Qualidade de Ar Monitorada Rotineiramente*. Notícias Hospitalares, nº 30, abril/maio 2001.
- KARMAN, J. *Curso de Manutenção Hospitalar*. Hospital de Hoje (IPH), 1957.
- KOLLER, L. R. *Bactericidal Effects of Ultraviolet Radiation Produced by Low Pressure Mercury Vapor Lamps*. Journal of Applied Physics, vol. 10, pag. 624, 1939.
- LEITE, M. A. D. F. D'A. *Laboratório do Habitat. L'Habitat*. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, 1993.
- MAMER, L. J. *Corrective to Preventive Maintenance Step by Step*. Hospitals, 1958.
- MAMMINI, O. *Inovação e Produtividade em Construção Civil. Atividade da Central EPS*, 1993.
- MENEGHELO, R., MORON, R. A., FILHO, R. D. S. *Coronariotomografia Ultra-rápida no Diagnóstico precoce da Aterosclerose Coronária*. Equipe do Setor de Coronariotomografia Ultra-rápida do Hospital Israelita Albert Einstein.
- MILLER, K. & FRIEDRICH, P. R. *Noções Físicas Aplicadas à Lavanderia*. Hospital de Hoje (IPH), vol. 25, 1965.
- MIRANDA, C. V. N. *Engenharia e Manutenção: Programação dos Serviços de Conservação e Reparos das Instalações e Equipamentos Hospitalares*. Revista Paulista de Hospitais, vols. 2/4/6, 1957.
- MURPHY, J. P. *Cement Base Protective Linings*. Hospital Management, 1960.
- PEREIRA, D. G., MACEDO, F. C., BORELLI, S. A. *A prevenção de acidentes no setor de engenharia elétrica*. Siehesp/ABCE, 1972.

- PEISSARD, W. G. *Fire Protection in Hospitals*. Hospital Management International, 1990.
- PREISER, W. E. *Post Occupancy Evaluation: How to Make Buildings Work Better*. University of Cincinnati, 1992.
- PRICE, A. L. *Why Nurse Misuse – or Don't Use – Equipment?* The Modern Hospital, 1960.
- REIS, S. B. *Serviço de Conservação e Reparos*. Hospital de Hoje (IPH), vol. 19, 1962. Desenvolvimento e de Pesquisas Hospitalares – 1962.
- ROSCHER, N. –R. *Planning Hospital Lift Service*. Hospital Management International, 1990.
- SANTOS, W. *Segurança na Instalação e Uso de Oxigênio*. Hospital de Hoje (IPH), vol. 20 1964.
- SCANLAN, S. G.; LARSON, G. L. & CLARK, R. F. *High Pressure Dressing Sterilizers or Autoclaves*. Modern Hospital, 1919.
- SCHOUPPE, G. *Centrais de Oxigênio em Hospitais*. Hospital de Hoje (IPH), vol. 8, 1957.
- SHULDENER Jr., H. L. *Air-conditioning Systems Require Housekeeping*. Hospital Management, vol. 77, 1958.
- SILVA R. B. *Projeto das Linhas de Vapor e Condensado do Hospital São Luiz em Santos*. Hospital de Hoje (IPH), vol. 22, 1964.
- SILVA, J. A. *Apanhado Técnico Hospitalar*. Hospital de Hoje (IPH), 1961.
- SILVA, J. A. *Esquema da Manutenção: Experiência no IAPI e no Hospital Sulamérica*. Hospital de Hoje (IPH), 1964.
- SILVA, R. B. *Ar Condicionado em Sala de Operação*. Hospital de Hoje, 1956.
- SOUTO, R. B. *Problemas de Segurança em Hospitais*. Hospital de Hoje (IPH), vol. 29, 1966.
- TEIXEIRA, O. *Instrumentos: Corrosão, Estocagem, Manutenção*. Hospital de Hoje (IPH), vol. 23, 1965.
- WILLER, A. *Equipamentos Elétricos em Hospitais*. Hospital de Hoje (IPH), vols. 5 e 9, 1956.
- WILLIAMS, E. G. *Radiological Safety in Medical Facilities*. The Modern Hospital, 1959.
- WITZIG, A. *Cozinhas Hospitalares*. Hospital de Hoje (IPH), vol. 3, 1956.
- XAVIER, R. L. *O Vapor em Instalações Hospitalares*. Hospital de Hoje (IPH), 1955.

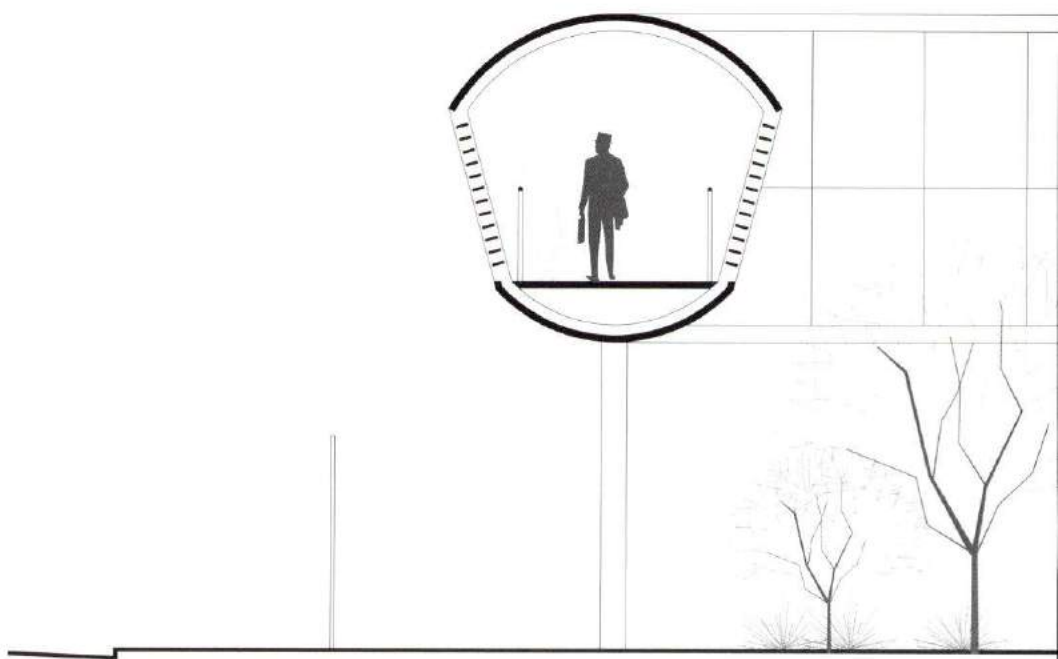
3. Manuais e obras de referência

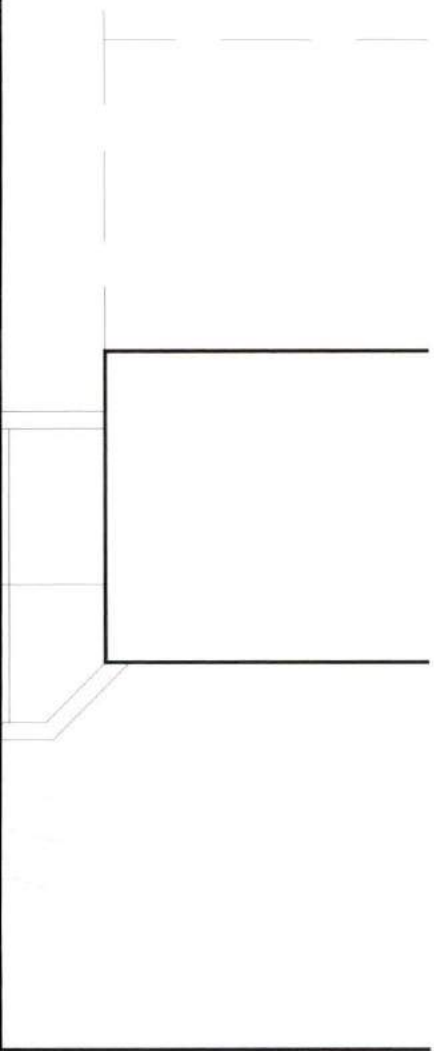
- Batente hospitalar metálico, com encaixe protetor de folha de porta: Hospital Albert Einstein*. São Paulo-SP, 1991. Raul Berger e Carlos Tadeu dos Santos.
- Bomba Parafuso com Rotor Helicoidal ou Bomba de Rosca (screw pump)*. Peerless Pump Division, FMC Corp.

- Biossegurança em Laboratórios Biomédicos e de Microbiologia*. CDC (Centro de Prevenção e Controle de Doenças) do Departamento Americano de Saúde e Serviços Humanos, 4ª Ed. FUNASA, 1999.
- Curso Geral de Prevenção de Acidentes*. Associação Brasileira para a Prevenção de Acidentes, E.L Berlink – 1954.
- Curso sobre Distribuição de Vapor*. 16ª Edição. IBP – Instituto Brasileiro de Petróleo, 1987.
- Curso de Técnicos de Manutenção e Conservação de Hospitais*. IPH – Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e de Pesquisas Hospitalares, 1967.
- Diretrizes para o Pessoal Administrativo, Médico e de Enfermagem envolvido na Utilização Segura de Equipamento Eletromédico*. NB 1272 – 1990.
- Draft Guideline for Environmental Infection Control in Healthcare Facilities*. CDC, Atlanta (Geórgia), 2001. www.cdc.gov
- Elements of the Hospital Maintenance Shop*, Journal of American Hospital Association, 1951.
- Especificações de Tanques de Decaimento*. Renato Dimenstein. Hospital Albert Einstein, 1993.
- Espectro Eletromagnético*. Primarc Ltda., 816 Leigh Road, Slough, Berkshire, SL1 4BD, U.K., Tel: +44 (0) 1753558001 – Fax: +44(0)1753558002, uv@primarc.com, www.primarc.co.uk
- Estrutura e arquitetura de modulação defasada: Hospital Municipal de Cubatão*. Cubatão-SP, 1990. Waldir Nogueira Prado, Disegno Engenharia e Projetos S/C Ltda.
- Hospital Electrical Facilities*. Division of Hospital and Medical Facilities, US Public Health Service, 1960.
- Hospital Engineering Handbook*, 3rd Ed. American Hospital Association, 1974.
- Hospital Laundry: Manual of Operation*. American Hospital Association.
- Hospital Maintenance*. American Hospital Association, 1952.
- Ingeniería y manutención del Instituto Nacional de Cancer y Quemados*. Assunção (Paraguai), 1985. Organização e Implantação: Jarbas B. Karman, Jarbas N. M. Karman, Domingos M. F. Fiorentini e Ricardo N. M. Karman.
- Instalações Elétricas em Estabelecimentos Médico Hospitalares*. Cobei/ ABNT Comitê Brasileiro de Eletricidade. Luiz Fernando N. Gentil, José Rubens A. Souza, Paulo Sanches Gonçalves, Ariovaldo da Silva Martins, Marcos S. T. Vieira, Giocondo Mário Vita, Isaura A. Ogita, Vera L. G. do Val Vilela, Livis Dzelve, Jarbas Karman, Domingos M. F. Fiorentini, Carlos Vieira, Paulo Eduardo Barreto, Ademaro Cotrin, Jorge Nicolau Rufca, Carlos Eduardo Pompeu, Carlos Alberto Centurion, Mauro Julio Korody, Jackson Cionek, Esio Rogerio R. Moreira, Toshio Kimura, Fernando D. Rosenthal, Olga M. Biaggioni Diniz, Laércio Próspero, João Leite de Camargo Neto, Alexandre M. Hermi, Ursulino do Carmo Filho, 1993.
- Instalações Elétricas, Hidráulicas e Ar Condicionado em Hospitais*. Eduardo Luiz de Brito Neves, Salim Lamha Neto, Carlos Alberto Centurion. 1980.

- Interruptores de Corrente de Fuga*. Siemens: Material Elétrico Industrial, 1980.
- Lavandaria no Hospital*. Ministério da Saúde – Departamento Nacional de Saúde – Divisão de Organização Hospitalar – Dr. Ivan F. Porto.
- Lighting Handbook*. Illuminating Engineering Society (IES), 1952.
- Low Cost Conductive Flooring for Hospitals. Federal Security Agency, US Public Health Service, 1949.
- Manual Extintores*. J. Bidin. Associação Brasileira para Prevenção de Acidentes, 1969.
- Manual de Lavandaria Hospitalar*. Associação Americana de Hospitais, Faculdade de Higiene e Saúde Pública da Universidade de São Paulo – 1ª e 2ª edições.
- Manual de Orientação sobre o Processo de Manutenção de Equipamentos Médico-hospitalares*. Ministério da Saúde, 1990.
- Manual de Segurança para Serviços de Saúde*. American Hospital Association, National Safety Council, 1972.
- Manual Técnico do DOP – São Paulo*. Secretaria dos Serviços e Obras Públicas de São Paulo, 1974.
- Noise in Hospitals*. US Department of Health, Education and Welfare, 1963.
- Normas e Padrões de Construções de Instalações de Serviços de Saúde*. Ministério da Saúde, 1978
- O Hospital e Suas Instalações*. Ministério da Saúde, 1967.
- Óxido de Etileno. Manual de Controle de Infecção Hospitalar*. Brasília, DF. Ministério da Saúde, 1986
- Óxido de Etileno*. Luiz Fernando C. Modesto, 1986.
- Parecer Técnico da Associação Paulista de Estudos e Controle de Infecção Hospitalar (APECIH) sobre o Regulamento Técnico Referente a Indicadores de Qualidade do Ar Ambiental Interior em Serviços de Saúde*. Dra. Marta Oliveira Ramalho, Diretoria APECIH.
- Planejamento de hospitais. Comissão de Planejamento de Hospitais*. IAB, Amador Cintra do Prado, Jarbas Karman, Rino Levi, 1954.
- Planejamento da Manutenção das Partes Eletromecânicas*. Planejamento de Hospitais IAB (Instituto de Arquitetos do Brasil), 1954.
- “Prevention and Control of Nosocomial Infections”, Weber, D. J. e Rutala W. A., Capítulo 19. In: Wenzel R.P. (ed.) *Environmental Issues and Nosocomial Infections*, 2ª ed., 1993.
- Princípios e Prática de Esterilização em Autoclave pelo Óxido de Etileno*. Asseptic Thermo Indicator Co., California (EUA).
- Principles and Methods of Sterilization*. American Sterilizer Company, 1956.
- Recuperação Estrutural – Fibra de Carbono*. MBRACE – TEPREM – Av. Paulo de Frontin, 121 – Rio de Janeiro – RJ – CEP 20260-010, Fone (21)2502-9944-www.teprem.com.br-teprem@teprem.com.br.

- Reorganização e implantação Hospital do Servidor Público Estadual*. São Paulo-SP, 1963. Jarbas Karman.
- Safety in Hospitals*. Ohio Chemical & Surgical Equipment Co., 1952.
- Safety with Scaffolding Better Maintenance*. Patton Scaffolding Company, 1957.
- Sealers for Conductive Terrazzo Floors in Hospitals*. US Department of Health, Education and Welfare 1953.
- Segurança e Medicina do Trabalho*. Manuais de Legislação Atlas, 19ª ed., 1990.
- Serviço de manutenção, organização e implantação do Hospital de Aeronáutica do Galeão*. Rio de Janeiro-RJ, 1956. Jarbas Karman.
- Serviço de manutenção, administração geral, organização e implantação do Hospital das Forças Armadas*. Brasília-DF, 1959. Brasília, Jarbas B. Karman, Tamara Ivanow, Nedia Dorsa, Ondina Teixeira, Carlos Augusto Aché e outros.
- Serviço de manutenção do Hospital Albert Einstein*. São Paulo-SP, 1980. Comissão Técnica de Engenharia e Arquitetura, Ignácio Sporn, Israel Schachnik, Raul Berger, Samuel Lafer, Carlos Tadeu dos Santos, Jarbas Karman e Luiz Lorenzo.
- Temas de Arquitetura de Estabelecimentos Assistenciais de Saúde*. Organizador: Antonio Pedro Alves de Carvalho, autores diversos. Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Arquitetura, Instituto de Saúde Coletiva, Ministério da Saúde, Arqsaude – Especialização de arquitetura em sistemas de saúde, 2003.
- Techniques of Plant Maintenance and Engineering*. L.C. Morrow. Seventh National Plant Maintenance and Engineering Show. Philadelphia, 1956.
- The Efficient Use of Steam*. Her Majesty's Stationery Office, 1958.
- The Hospital Laundry*. US Department of Health, Education, and Welfare. The Hill Burton Program.
- Trane Air Conditioning Manual*. The Trane Company, La Crosse (Wisconsin), 1957.
- Válvula Autovedante Acionada por Pé*. Quipex Indústria e Comércio Ltda. São Paulo, 1980.





LEGENDAS DAS PRANCHAS

Páginas	Desenhos, plantas e fotografias
12-13	Hospital de Clínicas de Pelotas ¹ . Pelotas – RS, 1956.
26-27	Hospital de Clínicas de Pelotas ¹ ; estudo de iluminação e ventilação naturais e cruzadas. Pelotas – RS, 1956.
36-37	Concurso para o Hospital Israelita Albert Einstein ¹ ; corte esquemático – áreas técnicas, de ventilação e iluminação naturais cruzadas. São Paulo – SP, 1958.
66-67	Hospital São Domingos ¹ . Uberaba – MG, 1958. Fotografia de José Moscardi.
110-111	Hospital São Luiz ¹ . Santos – SP, 1961.
154-155	Hospital de Aeronáutica do Galeão. Rio de Janeiro – RJ, 1967.
172-173	Hospital Nacional del Cancer y Quemados ² . Capiata – Paraguai, 1982.
228-229	Hospital Modular Transportável ² . São Paulo – SP, 1984.
300-301	Hospital Central – Fuerzas Armadas ² . Assunção – Paraguai, 1984.
314-315	Nunoa Hospital ² . Santiago – Chile, 1984.
330-331	Hospital Israelita Albert Einstein ³ . Acervo do Centro Histórico da Sociedade Beneficente Israelita Brasileira Hospital Albert Einstein. São Paulo – SP, 1985.
348-349	Hospital Geral de Canelones ² . Canelones – Uruguai, 1986.
360-361	Hospital UNIMED Sorocaba ² . Sorocaba – SP, 1992.
368-369	Hospital São Judas Tadeu da Fundação Pio XII ² . Barretos – SP, 1993.
388-389	Hospital da APAMI ² . Petrolina – PE, 2001.
394-395	Projeto de pesquisa apresentado no congresso da UIA/PHG. Pretória – África do Sul, 2006.
417-418	Hospital Geral Municipal de Mirassol. Mirassol – SP, 2008.

Projetos desenvolvidos por Jarbas Karman com os arquitetos:

¹ Alfred Willer;

² Domingos Fiorentini;

³ Jorge Wilhelm e Domingos Fiorentini.

ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1. Ralo de segurança, unitário e múltiplo	50
FIGURA 2. Água não potável: descarga de bacia sanitária	51
FIGURA 3. Sequência para apuração de defeito em instalação de iluminação	71
FIGURA 4. Centro Médico de Vila Velha (ES)	117
FIGURAS 5 e 6. Bate-maca-corrimão elástico	123
FIGURA 7. Porta resgata-paciente	128
FIGURA 8. Batente universal	132
FIGURA 9. DSCR/corrente de fuga	191
FIGURA 10. DSCR com localização de defeitos	192
FIGURA 11. DSCR para um ponto de supervisão de corrente de fuga	192
FIGURA 12. Transformador de separação	195
FIGURA 13. Transformador de separação monofásico IP00	197
FIGURA 14. Transformador de separação monofásico duplo IP23	197
FIGURA 15. Esquema IT	198
FIGURA 16. Esquema do sistema IT-médico monofásico (aplicação com uma tensão em local do grupo 2)	200
FIGURA 17. Esquema do sistema IT-médico duplo (aplicação com duas tensões em local do grupo 2)	201
FIGURA 18. Anunciador/sinalização	202
FIGURA 19. Sistema de localização de falhas por leito de UTI/RPA	202
FIGURA 20. Painel de um esquema IT-médico com localização de falhas por leito	204

FIGURA 21. Inversão de fluxo (B) – Aspiração por falta de respiro quebra-vácuo	235
FIGURA 22. Inversão de fluxo (A) – Aspiração por falta de respiro quebra-vácuo	236
FIGURA 23A-B-C. Válvula autovedante acionada por pé	246
FIGURA 23D. Válvula autovedante acionada por pé	247
FIGURA 24. Água de temperatura controlada	248
FIGURA 25. Esgoto de segurança com coluna-ladrão e ramal-ladrão	258
FIGURA 26. Autoclave vertical	287
FIGURA 27. Tanque de condensado elevado	290
FIGURA 28. Bomba de condensado rebaixada	293
FIGURA 29. Tanque de condensado pressurizado	294
FIGURA 30. Sistema de tanque elevado e tanque de reevaporação	297
FIGURA 31. Sistema de reservatório fechado de alta pressão e reservatório aberto de baixa pressão	298
FIGURA 32. Hiato de ar em autoclave convencional de câmara dupla	304
FIGURA 33. Unidade de tratamento de ar (UTA)	319
FIGURA 34. Tubulão de retorno de roupa suja	346
FIGURA 35. Câmara frigorífica segura	358

ÍNDICE GERAL

Prefácio	15
<i>In memoriam</i>	22
Contribuições técnicas	23
Critérios preditivos	25
Introdução	29
Introdução à edição de 1996	33
Capítulo I	
MANUTENÇÃO E SEGURANÇA GERAIS	39
1. Manutenção e segurança gerais	39
2. Manutenção e segurança hospitalares	40
3. Manutenção e segurança orgânicas	41
3.1 <i>Manutenção e segurança preditivas</i>	41
3.2 <i>Flexibilidade</i>	41
3.3 <i>Instalações sepultadas</i>	41
3.4 <i>Continuidade operacional ou de utilização</i>	42
4. Manutenção e segurança operacionais	43
4.1 <i>Manutenção e segurança administrativas, preventivas e corretivas</i>	43
4.2 <i>Manutenção e segurança operacionais</i>	43
4.3 <i>Manutenção e segurança administrativas</i>	43
4.4 <i>Manutenção e segurança preventivas</i>	45
4.5 <i>Manutenção e segurança regular ou de rotina</i>	45
4.6 <i>Manutenção e segurança preventivas condicionadas</i>	46
4.7 <i>Manutenção e segurança corretivas</i>	46
4.8 <i>Manutenção e segurança vigilantes, de emergência e de reparos</i>	46
4.9 <i>Instalações a cargo da manutenção</i>	47

5. Alguns exemplos	47
5.1 <i>Suprimento de vapor</i>	47
5.2 <i>Extensões e instalações</i>	48
5.3 <i>Suprimento de oxigênio</i>	48
5.4 <i>Extravasamento de ralo em área crítica</i>	49
5.5 <i>Água não potável: descarga de bacia sanitária</i>	49
5.6 <i>Desperdício de energia elétrica</i>	52
6. Estruturação de um programa de manutenção e segurança	52
6.1 <i>Cadastro do patrimônio</i>	52
6.2 <i>Cadastro dos equipamentos</i>	53
7. Organização de um programa de manutenção e de segurança	53
7.1 <i>Organização geral</i>	53
7.2 <i>Normas, rotinas e treinamento da equipe de manutenção e segurança</i>	55
7.3 <i>Oficinas</i>	55
7.4 <i>Arquivo</i>	56
8. Recursos Humanos	57
8.1 <i>Manutenção e segurança por pessoal próprio, por terceiros ou por equipe mista</i>	57
8.1.1 <i>Manutenção e segurança por pessoal próprio</i>	58
8.1.2 <i>Manutenção e segurança por terceiros (terceirização)</i>	58
8.1.3 <i>Manutenção e segurança por equipe mista</i>	59
8.1.4 <i>Modelo de terceirização horizontal e vertical</i>	59
8.1.5 <i>Possíveis contratações</i>	59
8.1.6 <i>Custos financeiros indiretos</i>	60
8.2 <i>Profissionais, especialidades e atribuições</i>	61
9. Programas digitais de manutenção e segurança hospitalar	65

Capítulo II

MANUTENÇÃO E SEGURANÇA: PARTICULARIDADES	69
1. Causa e efeito	69
1.1 <i>Pesquisa da origem</i>	69
1.2 <i>Sequência para detecção de defeitos</i>	69
1.3 <i>Acessibilidade para o desempenho de manutenção e segurança</i>	70
1.4 <i>Superaquecimento de reator</i>	70
1.5 <i>Exemplos de causas e efeitos</i>	72
2. Ruído e vibração	78
2.1 <i>Vícios de origem</i>	78
2.2 <i>Agrupamento barulhento</i>	78
2.3 <i>Exemplos de ruídos e vibrações</i>	79

2.4	<i>Fones de paciente</i>	80
2.5	<i>Ruídos preveníveis</i>	80
3.	Economia e desperdício	82
3.1	<i>Fontes e causas de desperdício</i>	82
3.2	<i>Alguns exemplos</i>	82
3.3	<i>Descartáveis, recuperáveis, recicláveis e resíduos</i>	87
4.	Reparos: danos decorrentes	87
5.	Conceitos hospitalares	90
5.1	<i>"Hospital doente"</i>	90
5.2	<i>O "hospital sadio" e a sua difícil concretização</i>	92
6.	Tabus, preconceitos, empirismos e desperdícios	92
7.	Antecâmaras	94
7.1	<i>Dispensa de filtros biológicos em lavanderia</i>	94
8.	Lavatórios, ralos e bacias sanitárias	95
8.1	<i>Problemática e desmistificação</i>	95
8.2	<i>Hospital toilets</i>	97
8.3	<i>Hospital toilets (texto original)</i>	98
9.	Conceitos hospitalares	99
9.1	<i>APO: avaliação pós-ocupação de EAS</i>	99
9.2	<i>APRO: avaliação pré-construção e pré-ocupação de EAS</i>	99
9.3	<i>CQH: Indicadores da qualidade e produtividade em serviços de saúde</i>	102
9.4	<i>Acreditação hospitalar</i>	102
9.5	<i>PHP: planejamento hospitalar preditivo de instituições de saúde</i>	102
9.6	<i>AHSV: arquitetura hospitalar sinérgica e voltária</i>	103
9.7	<i>Conceito de valência</i>	104
9.8	<i>Conceito de potencial de atualização</i>	104
10.	Blindagem	105
10.1	<i>Generalidades</i>	105
10.2	<i>Salas de exames especializados</i>	106

Capítulo III

MANUTENÇÃO E SEGURANÇA PREDIAL		113
1.	Manutenção e segurança de edificações	113
2.	Concreto	113
2.1	<i>Deterioração</i>	113
2.2	<i>Proteção</i>	114

2.3	<i>Solicitações e segurança</i>	115
2.4	<i>Laje protendida e outros</i>	116
3.	Paredes	118
3.1	<i>Concreto aparente</i>	118
3.2	<i>Alvenaria de tijolo aparente</i>	119
3.3	<i>Blocos de concreto</i>	119
3.4	<i>Alvenaria revestida</i>	119
3.5	<i>Divisórias</i>	120
3.6	<i>Peitoris</i>	121
4.	Proteção contra impactos	121
5.	Esquadrias	122
5.1	<i>Janelas, caixilhos e persianas</i>	122
5.2	<i>Segurança contra queda</i>	124
5.3	<i>Facilidade de limpeza</i>	124
5.4	<i>Portas</i>	125
5.5	<i>Porta resgata-paciente</i>	127
5.6	<i>Cupins</i>	127
5.7	<i>Batente universal</i>	131
5.8	<i>Vidros</i>	131
6.	Pátios, passeios, ruas, escadas, rampas	134
7.	Cobertura e impermeabilização	134
7.1	<i>Impermeabilização</i>	134
7.2	<i>Infiltrações</i>	135
7.3	<i>Cobertura</i>	136
7.4	<i>Funilaria</i>	137
7.5	<i>Solda de tubos de cobre</i>	138
8.	Pintura	139
8.1	<i>Objetivos, funções e características</i>	139
8.2	<i>Proteção</i>	139
8.3	<i>Sistemas de pintura</i>	140
8.4	<i>Preparo de superfícies</i>	141
8.5	<i>Organização e administração</i>	142
9.	Acabamentos	143
9.1	<i>Estoque para reparos</i>	143
9.2	<i>Revestimento de pisos</i>	143
9.3	<i>Piso vinílico</i>	145
9.3.1	<i>Estimativas de rendimento de mão de obra de limpeza</i>	147
9.4	<i>Revestimento de paredes</i>	147
9.5	<i>Proteção de arestas</i>	148
9.6	<i>Forros</i>	149

10. Reformas e ampliações	151
10.1 <i>Precauções bacteriológicas na execução de reformas</i>	151
10.2 <i>Medidas de prevenção</i>	152

Capítulo IV

TECNOLOGIAS AVANÇADAS DE DIAGNÓSTICO E TERAPIA	157
1. Automated Endoscopic System for Optimal Positioning (Computer Motion, Santa Barbara, EUA)	157
2. Coronariotomografia ultrarrápida (Ultrafast CT)	158
3. Dermatovideoscópio	159
4. Tomografia computadorizada por emissão de pósitrons (PET)	159
5. Tomografia computadorizada por emissão de fóton único (SPECT)	161
6. Imagem por ressonância magnética (MRI)	162
7. Tomografia computadorizada (CT)	164
7.1 <i>Tomógrafo computadorizado helicoidal multislice</i>	165
8. Ultrassonografia	165
9. Mamografia	166
10. Eletroencefalografia	166
11. Acelerador de prótons	167
12. Densitometria óssea	168
13. Hemodiálise	168
14. Litotripsia extracorpórea	168
15. Câmara hiperbárica	169
16. Hemodinâmica	169
17. Ecodopler	170

Capítulo V**MANUTENÇÃO E SEGURANÇA DE INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS**

	175
1. Atribuições gerais	175
1.1 <i>Habilitação dos responsáveis pela manutenção</i>	175
1.2 <i>Atendimento a normas</i>	176
2. Distribuição de energia	178
2.1 <i>Cabine de força e transformadores</i>	178
2.2 <i>Quadros elétricos e componentes</i>	178
2.3 <i>Cuidados específicos</i>	178
2.4 <i>Controles</i>	179
2.5 <i>Circuitos</i>	179
2.6 <i>Periodicidade de manutenção de instalações elétricas</i>	180
3. Proteção	180
3.1 <i>Fusíveis e disjuntores</i>	180
3.2 <i>Piso condutivo</i>	180
3.3 <i>Aterramentos</i>	181
3.3.1 <i>Sistemas de aterramentos</i>	182
3.4. <i>Circuitos: particularidades</i>	185
3.5 <i>Procedimentos incorretos e inseguros</i>	186
4. Equipamentos elétricos e eletrônicos	188
4.1 <i>Peculiaridades e requisitos</i>	188
4.1.1 <i>Monitoração</i>	188
4.1.2 <i>Correntes de fuga</i>	189
4.2 <i>Proteção contra choque elétrico</i>	189
4.2.1 <i>Aterramento e equalização de potencial</i>	190
4.2.1.1 <i>Prevenção de falha para "terra"</i>	190
4.2.1.2 <i>Equipotencialização suplementar</i>	193
4.2.1.3 <i>Dispositivo de proteção contra curto-circuito</i>	193
4.2.1.4 <i>Extrabaixa tensão de segurança (SELV e PELV)</i>	193
4.2.2 <i>Esquema IT-médico</i>	194
4.2.2.1 <i>Transformador de separação</i>	195
4.2.2.2 <i>Supervisão do esquema IT-médico</i>	198
4.2.2.3 <i>Sinalização</i>	199
4.2.2.3.1 <i>Sinalização por leito de UTI através da localização de falhas</i>	202
4.2.2.4 <i>Quadro de supervisão e proteção</i>	203
4.2.3 <i>Quadros elétricos setorizados e particularizados</i>	204
4.2.4 <i>Inspeção de instalações e equipamentos</i>	205
4.2.4.1 <i>Inspeção de pino de aterramento</i>	205
4.2.4.2 <i>Inspeção de corrente de fuga</i>	205
4.2.4.3 <i>Inspeção de resistência de isolamento, calibração, revisão e outros ensaios</i>	205

4.2.5	Equipamentos de classe I, II ou com fonte de alimentação elétrica interna	205
5.	Grupo gerador de emergência	206
5.1	<i>Motor Diesel</i>	206
5.2	<i>Sistema elétrico</i>	206
5.3	<i>Circuitos elétricos de emergência</i>	207
5.3.1	Circuitos críticos	207
5.3.2	Circuitos semicríticos	207
5.3.3	Circuitos opcionais	207
6.	Sistemas de comunicação	207
6.1	<i>Inspeção</i>	207
6.2	<i>Periodicidade de manutenção do sistema de sonorização, sinalização e antena coletiva</i>	208
7.	Elevadores e transportes mecânicos	208
7.1	<i>Elevadores</i>	208
7.2	<i>Transporte pneumático</i>	209
7.3	<i>Monta-cargas e outros transportadores</i>	209
8.	Sistemas de iluminação	209
8.1	<i>Generalidades</i>	209
8.2	<i>Lâmpadas</i>	210
8.3	<i>Lâmpadas incandescentes</i>	210
8.4	<i>Lâmpadas fluorescentes</i>	210
8.5	<i>Lâmpadas dicróicas</i>	211
8.6	<i>Lâmpadas fluorescentes compactas</i>	212
8.7	<i>Luz de emergência autônoma</i>	213
8.8	<i>Luz de emergência com inversor</i>	213
8.9	<i>Lâmpadas germicidas: luminárias</i>	214
8.10	<i>Lâmpadas especiais</i>	214
8.11	<i>Luminárias</i>	215
8.12	<i>Lâmpadas ultravioleta</i>	216
8.12.1	Classificação da luz ultravioleta	217
8.12.1.1	Radiação UVA	217
8.12.1.2	Radiação UVB	217
8.12.1.3	Radiação UVC	217
8.12.2	Unidade de comprimento de ondas eletromagnéticas	217
8.12.3	Ação da radiação UV	218
8.12.4	Luz negra	218
8.12.5	Constituição da lâmpada ultravioleta	218
8.12.6	Propriedades germicidas	219
8.12.7	Precariedade das lâmpadas germicidas	219
8.12.8	Tentativas práticas de aplicação de lâmpada UV	222
8.12.9	Atuações limitantes por grande número de razões	223

9. Equipamentos e aparelhos	226
9.1 <i>Cadastro</i>	226
9.2 <i>Motores</i>	226
9.3 <i>Equipamentos</i>	226

Capítulo VI

MANUTENÇÃO E SEGURANÇA DE INSTALAÇÕES E DE EQUIPAMENTOS HIDRÁULICOS E FLUIDOMECÂNICOS	231
--	-----

1. Água Fria	231
1.1 <i>Precauções</i>	231
1.2 <i>Reservatórios: prevenção de contaminação</i>	231
1.3 <i>Proteção de reservatórios</i>	232
1.4 <i>Subpressão e suas causas</i>	233
1.5 <i>Hiato de ar ou separação atmosférica</i>	233
1.6 <i>Quebrador de vácuo, respiro quebra-vácuo ou tubo de ventilação</i>	234
1.7 <i>Prevenção de desperdício e outros</i>	237
1.8 <i>Inversão de fluxo em aparelhos</i>	237
1.9 <i>Admissão de água por duto submerso</i>	238
1.10 <i>Rede de água não potável</i>	238
1.11 <i>Identificação por cores</i>	238
1.12 <i>Teste bacteriológico</i>	238
1.13 <i>Nebulizadores</i>	239
1.14 <i>Golpe de aríete</i>	239
1.15 <i>Instalação para limpeza (DML)</i>	239
1.16 <i>Filtros de água</i>	240
1.17 <i>Biofilmes microbianos: Pseudomonas aeruginosa</i>	240
1.18 <i>Periodicidade de manutenção de instalações hidráulicas</i>	241
2. Sistemas de segurança contra incêndio	241
2.1 <i>Materiais não inflamáveis</i>	241
2.2 <i>Equipamentos de detecção</i>	241
2.3 <i>Origem de incêndios em estabelecimentos de saúde</i>	242
2.4 <i>Hidrantes</i>	242
2.5 <i>Extintores de incêndio</i>	243
2.6 <i>Sprinklers</i>	244
2.7 <i>Brigada contra fogo</i>	244
2.8 <i>Procedimentos em caso de incêndio</i>	245
3. Água quente	245
3.1 <i>Circulação</i>	245
3.2 <i>Válvula autovedante</i>	245
3.3 <i>Válvula purgadora de ar</i>	249
3.4 <i>Controle de temperatura</i>	249
3.5 <i>Par galvânico</i>	250
3.6 <i>Isolamento térmico</i>	250
3.7 <i>Registros e válvulas</i>	251

3.8	<i>Chuveiros</i>	251
3.9	<i>Aquecedores</i>	251
3.10	<i>Legionela em sistema de água quente</i>	252
3.11	<i>Manutenção de sistema livres de legionela</i>	252
4.	<i>Instalações sanitárias</i>	253
4.1	<i>Drenos e ralos</i>	253
4.2	<i>Higienização de "comadre"</i>	254
4.3	<i>Assento-bidê-ducha</i>	256
4.4	<i>Banho de assento</i>	256
4.5	<i>Ducha de mão</i>	257
4.6	<i>Ralo de segurança</i>	257
4.7	<i>Selo hídrico</i>	259
4.8	<i>Esgoto de segurança</i>	259
4.9	<i>Desentupimento de vaso sanitário</i>	260
4.10	<i>Instruções sobre uso</i>	260
5.	<i>Águas pluviais</i>	261
5.1	<i>Calhas e condutores</i>	261
6.	<i>Ar comprimido</i>	261
6.1	<i>Ar comprimido industrial</i>	261
6.2	<i>Ar comprimido medicinal e motriz</i>	262
6.3	<i>Ar sintético</i>	263
6.4	<i>Periodicidade de manutenção</i>	263
7.	<i>Vácuo clínico central</i>	264
7.1	<i>Componentes</i>	264
7.2	<i>Sistema de vácuo seco</i>	265
7.3	<i>Contaminação da rede de vácuo</i>	265
7.4	<i>Causas principais de contaminação da rede</i>	265
7.5	<i>"Pulmão" em sistema de vácuo</i>	266
7.6	<i>Obstrução por "aspirado"</i>	266
7.7	<i>Vácuo úmido</i>	267
7.8	<i>Consumo de vácuo clínico</i>	268
8.	<i>Óxido nitroso (N₂O)</i>	268
9.	<i>Oxigênio medicinal (O₂)</i>	268
9.1	<i>Instalação fluidomecânica</i>	268
9.2	<i>Sistemas de abastecimento de oxigênio</i>	269
9.2.1	<i>Cilindros metálicos transportáveis</i>	269
9.2.2	<i>Centrais de reserva</i>	269
9.2.3	<i>Central de suprimento com tanque criogênico</i>	270
9.2.4	<i>Usina concentradora de oxigênio</i>	271
9.3	<i>Sistemas canalizados e rede de distribuição</i>	271
9.3.1	<i>Postos por local de utilização</i>	272

9.3.2	Demanda por posto de utilização	272
9.3.3	Vazamentos	272
9.4	<i>Segurança em sistemas de abastecimento de gases medicinais</i>	274
9.4.1	Localização	274
9.4.2	Continuidade operacional	274
9.5	<i>Sistemas de suprimento de oxigênio medicinal em anel</i>	275
9.6	<i>Controle de pressão</i>	276
9.7	<i>Higienização e cuidados</i>	276
9.8	<i>Segurança e precauções importantes</i>	277
9.8.1	Explosão	277
9.8.2	Pacientes descerebrados	277
9.8.3	Incêndio	277
9.8.4	Oxigênio e lubrificantes	277
9.8.5	Nódoas de graxa	277
9.8.6	Incubadoras	278
9.8.7	Inversão de suprimento	278
9.8.8	Conexões trocadas	278
9.8.9	Pressão negativa	278
9.8.10	Torpedos de oxigênio	278
10.	Gás combustível	279
10.1	<i>GLP – gás liquefeito de petróleo butano e propano</i>	279
10.2	<i>GN – gás natural</i>	280
11.	Vapor	280
11.1	<i>Manutenção de caldeiras</i>	280
11.2	<i>Incrustação e corrosão</i>	281
11.3	<i>Duplicação de equipamento</i>	281
11.4	<i>Cogeração de energia</i>	281
11.5	<i>Periodicidade de manutenção de caldeira</i>	282
11.6	<i>Relatório de manutenção</i>	283
11.7	<i>Recomendações práticas para a manutenção de caldeiras</i>	284
11.8	<i>Norma NR-13</i>	284
11.9	<i>Caldeira em inatividade</i>	285
12.	Vapor condensado e cavitação	285
12.1	<i>Purgadores termostáticos, termodinâmicos e mecânicos de boia</i>	285
12.2	<i>Autoclave vertical</i>	285
12.2.1	Precariedade da autoclave vertical	285
12.2.2	Autoclave vertical equipada com purgador	286
12.3	<i>Realimentação de caldeira</i>	288
12.4	<i>Vapor de descompressão ou flash steam e cavitação</i>	288
12.5	<i>Perda de calor</i>	289
12.6	<i>Dado prático: temperatura/consumo energético</i>	291
12.7	<i>Bomba de condensado</i>	291
12.8	<i>Bomba rebaixada</i>	291

12.8.1	Sistema de poço seco	291
12.8.2	NPSH disponível/NPSH requerido	292
12.8.3	Isolamento térmico	292
12.9	<i>Tanque de condensado pressurizado</i>	292
12.10	<i>Sistema de circuito fechado de vapor e condensado</i>	295
12.10.1	Entraves	295
12.10.2	Sistema de reservatório de condensado isolado e fechado, dotado de respiro, com perdas minimizadas	295
12.10.3	Sistema de tanque de condensado hermético	296
12.11	<i>Reservatório de condensado fechado x aberto</i>	296
13.	Óleo combustível	299
13.1	<i>Tipos de óleo – APF, BTE e BPF</i>	299
13.2	<i>Recepção de óleo e outros</i>	299
Capítulo VII		
MANUTENÇÃO DE INSTALAÇÕES DE ESTERILIZAÇÃO		303
1.	Esterilização	303
1.1	<i>Esterilização por vapor saturado</i>	303
1.1.1	Autoclaves	303
1.1.2	Controle de pressão	305
1.1.3	Cuidados específicos	305
1.1.4	Periodicidade de manutenção	306
1.2	<i>Esterilização por calor seco</i>	306
1.2.1	Estufas	306
1.2.2	Cuidados específicos	307
1.3	<i>Esterilização por óxido de etileno (ETO), etileno cloridrina (ETCH) e etilenoglicol (ETG)</i>	307
1.3.1	Propriedades esterilizantes	307
1.3.2	Cuidados específicos	308
1.3.3	Sistema de segurança	308
1.3.4	Proteções e procedimentos	308
1.3.5	Periodicidade de manutenção	309
1.4	<i>Esterilização a baixas temperaturas (LTST)</i>	310
1.4.1	Peróxido de hidrogênio vaporizado	310
1.4.2	Plasma de peróxido de hidrogênio (STERRAD®)	310
1.4.3	Plasma de ácido peracético (Steris®)	311
1.4.4	Sistema Plazlyte®	311
1.4.5	Manutenção de equipamentos de esterilização a baixas temperaturas	312
2.	Processos de desinfecção	312
2.1	<i>Termodesinfetadora</i>	312
2.2	<i>Manutenção preventiva</i>	312
3.	Destilador de água	313

Capítulo VIII**MANUTENÇÃO DE SISTEMAS DE TRATAMENTO DE AR 317**

1. Instalações de climatização – IC	317
1.1 Componentes	317
1.2 Particularidades construtivas	318
1.3 Instalações e requisitos	320
1.4 Continuidade operacional	320
1.5 Sistemas de ventilação	322
1.6 Ambientes carentes de pressão negativa	323
1.7 Sistemas de ar condicionado e de ventilação setorizados	324
1.8 Exaustão mecânica e ventilação	324
1.9 Periodicidade de manutenção	325
2. Salas cirúrgicas e monitoramento biológico	326

Capítulo IX**MANUTENÇÃO DE SISTEMAS DE APOIO: LAVANDARIA HOSPITALAR 333**

1. Lavandaria hospitalar	333
1.1 Higienização de roupa suja	333
1.2 Abordagem científica da lavagem da roupa	334
1.2.1 Coagulação da albumina e dos componentes proteicos do sangue	335
1.2.2 Repulsão elétrica de sujeiras	335
1.2.3 Desinfecção de formas microbianas vegetativas	336
1.2.4 Alvejante ótico	336
1.3 Equipamentos	336
1.3.1 Máquinas de lavar	337
1.3.2 Centrífuga ou extratora	338
1.3.3 Calandra	338
1.3.4 Secadora	339
1.3.5 Prensa	339
1.4 Água quente em máquinas de lavar roupa	340
1.5 Emprego de ozônio em lavagem de roupa	341
1.6 Sala de separação e classificação de roupa suja: particularidades	342
1.7 Instalações	342
1.8 Vibrações	343
1.9 Manutenção	343
2. Tubulão de retorno de roupa suja	344

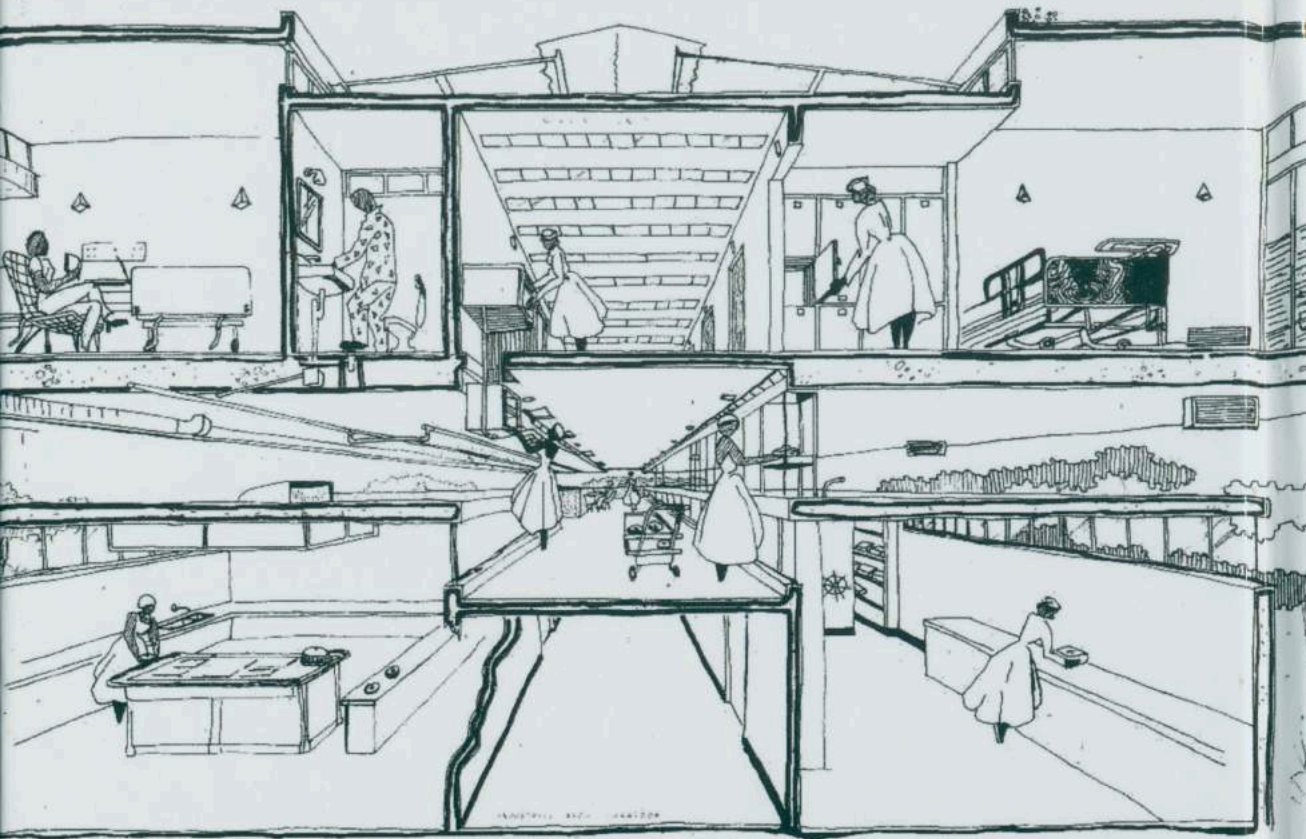
Capítulo X**MANUTENÇÃO DE SISTEMAS DE APOIO: COZINHA HOSPITALAR 351**

1. Sistemas de produção de alimentação: tecnologias	351
1.1 Sistema convencional: cozer/servir	351
1.2 Sistema cook-chill: cozer/resfriar/conservar/finalizar	352

1.3	<i>Sistema congelado</i>	354
1.4	<i>Sistema supergelado</i>	355
1.5	<i>Manutenção</i>	355
1.6	<i>Precauções a observar</i>	356
1.7	<i>Câmara frigorífica segura</i>	359
 Capítulo XI		
MANUTENÇÃO DE SISTEMAS DE APOIO: FARMÁCIA HOSPITALAR		363
1.	Farmacotécnica	363
2.	Atividades a cargo da farmácia hospitalar	363
2.1	<i>Ambientes e áreas integrantes</i>	364
3.	Sistema de dose unitária	364
4.	Implantação de sistema de distribuição de medicamentos	364
5.	Alguns ônus decorrentes da adoção do sistema	367
6.	Benefícios hauridos	367
 Capítulo XII		
CONSERVAÇÃO DE ENERGIA		371
1.	Mistura otimizada de água quente e fria	371
1.1	<i>Temperatura da água</i>	371
1.2	<i>Conclusão</i>	373
2.	Determinação teórica das economias associadas ao uso de tanque fechado de retorno de condensado	373
2.1	<i>Premissas</i>	373
3.	Consumo de água e de energia térmica	374
3.1	<i>Consumo de água e energia térmica associado à opção de utilização de tanque aberto</i>	374
3.1.1	Condições de saída da caldeira	374
3.1.2	Condições no interior dos aquecedores	374
3.1.3	Potência de aquecimento cedida aos aquecedores	374
3.1.4	Condições de descarga do condensado na pressão atmosférica	374
3.1.5	Determinação da vazão mássica de <i>flash</i>	375
3.1.6	Determinação da necessidade de potência calorífica para geração de 0,2778 kg/s de vapor a 8 kgf/cm ² manométricos	376
3.2	<i>Consumo de água e energia térmica associada à utilização de tanque fechado</i>	376
3.2.1	Condição de descarga do condensado no tanque a 130°C	376

4. Consumos de energia de bombeamento	377
4.1 <i>Potência de bombeamento associada à utilização de tanque aberto</i>	377
4.1.1 Determinação da densidade (ρ), vazão (Q) e velocidade (V) do condensado	377
4.1.2 Determinação da perda de carga por metro de tubulação	378
4.1.3 Determinação da altura mínima de água para evitar <i>vortex</i>	379
4.1.4 Determinação do comprimento equivalente na linha de sucção em função da altura de sucção (hs) e cálculo da perda de pressão correspondente	381
4.1.5 Determinação de $h_{s\text{ limite}}$ para evitar a cavitação na bomba	382
4.1.6 Determinação da potência de bombeamento	383
4.2 <i>Potência de bombeamento associada à utilização de tanque fechado</i>	383
4.2.1 Determinação da densidade (ρ), vazão (Q) e velocidade (V) do condensado	383
4.2.2 Determinação da perda de carga por metro de tubulação	383
4.2.3 Determinação da altura mínima de água para evitar <i>vortex</i>	384
4.2.4 Determinação do comprimento equivalente na tubulação de sucção em função da altura de sucção (hs) e cálculo da perda de pressão correspondente	384
4.2.5 Determinação de $h_{s\text{ limite}}$ para evitar a cavitação na bomba	384
4.2.6 Determinação da potência de bombeamento	385
5. Economias correspondentes	385
6. Considerações complementares	386
7. Simbologia	386
Capítulo XIII	
MEIO AMBIENTE	391
1. Protocolo de Kyoto e CFC – clorofluorcarbono	391
1.1. <i>Aquecimento global</i>	391
1.2. <i>Substituição de CFC por HCFC</i>	392
2. Energia solar	393
2.1 <i>Aquecimento solar</i>	393
2.1.1 Manutenção semanal	393
2.1.2 Manutenção mensal	393
2.1.3 Manutenção trimestral	393
2.2 <i>Célula fotovoltaica</i>	393
Epilogo	
PENSANDO EM TUDO	397

REFERÊNCIAS NORMATIVAS	403
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	409
LEGENDAS DAS PRANCHAS	419
ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES	421



Este livro é a expressão das experiências acumuladas em uma vida inteira dedicada à arquitetura, administração e manutenção de hospitais.

O engenheiro e arquiteto Jarbas Karman dedicou-se durante seis décadas ao aperfeiçoamento das instituições de saúde no Brasil e no Exterior. Suas contribuições deixaram um sólido legado, tanto teórico quanto técnico e prático, para a excelência no planejamento de hospitais, disciplina da qual foi um incontestável precursor e inovador.

Também formulou a noção de *manutenção preditiva*, pedra angular desta obra. Como escreve logo de início: “Este manual de manutenção e segurança preditivas pretende ser um guia, uma abertura para sistematização. Visa suprir elementos básicos, ora abrangentes, ora particularizados, da vivência hospitalar [...], propiciando uma tomada de consciência sobre a importância da manutenção e da segurança preditivas, preventivas e da continuidade operacional.”

ISBN 978-85-7448-189-0



9 788574 481890