

DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO DE UM BLOCO CIRÚRGICO MODULAR

João Gabriel Gomes de Oliveira – joao_unb_enm@hotmail.com

João Manoel Dias Pimenta – pimenta.joao@gmail.com

Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Mecânica, www.enm.unb.br

A1 – Aplicações para Conforto: Hospitais

Resumo. A economia enfraquecida dos países subdesenvolvidos provoca o baixo investimento dos governos em vários setores, inclusive o da saúde, acarretando problemas graves como: a ausência de medicamentos e a falta de atendimento especializando, principalmente quando os pacientes necessitam de operações cirúrgicas. Estes problemas são agravados pela alimentação escassa, moradias insalubres e baixos níveis de infraestrutura. Com a finalidade de minimizar as dificuldades dessa ordem, o presente trabalho apresenta o projeto de um bloco cirúrgico modular capaz de ser transportado para as regiões que o necessitam, inclusive às de difícil acesso. Este projeto conta com os aspectos construtivos, instrumentação médica, equipamentos e instalações necessárias para que a unidade cirúrgica funcione de forma correta e permita a realização de cirurgias convencionais e de urgência. Para fornecer um atendimento de qualidade aos pacientes e garantir maior segurança à equipe médica, foi desenvolvido um sistema de climatização com o intuito de diminuir o risco de transmissão de doenças via aérea causada por vírus, fungos e bactérias. Além disso, o sistema proporciona conforto térmico a todos os presentes na unidade operatória.

Palavras-chave: Bloco cirúrgico, Sistema de climatização, Container.

1. INTRODUÇÃO

A superlotação, demora no atendimento, falta de medicamentos, infraestrutura deficiente e carência de profissionais são algumas das dificuldades comuns em hospitais e postos médicos localizados em regiões subdesenvolvidas. As populações desses locais sofrem com a carência da saúde pública e são afetadas diretamente quando necessitam de assistência médica (Adriana, 2009).

Com a intenção de ajudar a diminuir esses problemas, foi desenvolvido um bloco cirúrgico modular construído em containers marítimos destinado a países subdesenvolvidos, especialmente às regiões que tenham sofrido desastres naturais e áreas remotas como, por exemplo, os desertos. Este projeto foi realizado por uma equipe de estudantes e professores da *Universitat Politècnica de Catalunya* – ES (Adam et al, 2015) e considerou vários aspectos para criar um produto de qualidade e de confiabilidade como: estudos sobre blocos cirúrgicos, entrevistas com enfermeiros, arquitetos, engenheiros e cirurgiões, seleção e dimensionamento de equipamentos, manuais de transporte, de uso, de instalação e de manutenção, além das instalações elétrica e mecânica, incluindo a climatização.

A Fig. 1 apresenta o bloco cirúrgico modular em uma vista superior cortada e identifica as suas áreas: centro cirúrgico (CC), área de equipamentos, vestiário e armazém e pré/pós-operatório. A entrada da unidade cirúrgica está localizada na sala pré/pós-operatória que é utilizada para a preparação ou recuperação dos pacientes submetidos às operações. O container do CC é usado para realizar as intervenções convencionais ou de urgência e a sala de vestiário e armazém serve para a equipe médica trocar as roupas comuns por roupas cirúrgicas, guardar objetos pessoais e descartar os resíduos provenientes das cirurgias. Estas duas salas possuem uma área destinada para a instalação de equipamentos externos ao bloco operatório, o único acesso a estes locais é pela porta original dos containers.

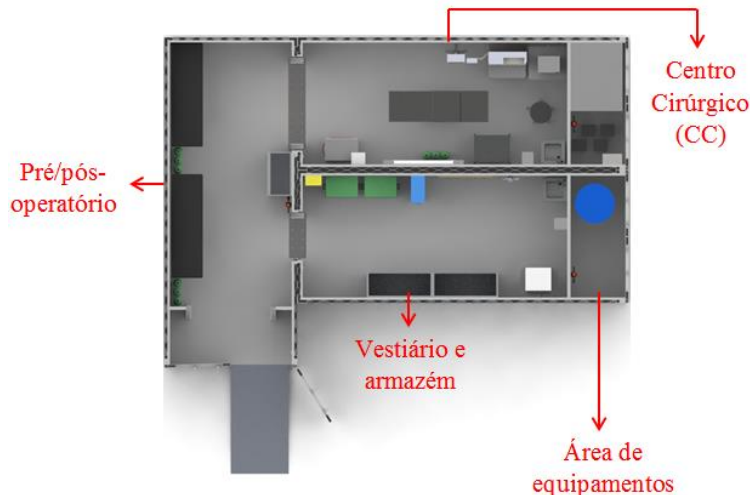


Figura 1. Vista superior em corte do bloco cirúrgico

O projeto inicial do sistema de climatização da unidade cirúrgica era simples, contava apenas com um ar-condicionado Split na sala do centro cirúrgico e ventiladores de coluna nas demais áreas e para minimizar a carga térmica de toda a unidade era usado somente isolamento térmico reflexivo de espessura fina. Portanto, esse sistema não era indicado para a aplicação em questão, pois o tipo de condicionador selecionado não permitia a renovação do ar, ou seja, apenas circulava o ar refrigerado dentro do ambiente. Além do mais, não possuía a filtragem recomendada para centros cirúrgicos e, portanto, aumentava o risco de transmissão de doenças via aérea causada por vírus, fungos e bactérias.

Com o objetivo de diminuir a carga térmica e melhorar a qualidade do ar insuflado nas áreas do bloco cirúrgico, foi desenvolvido um novo sistema de climatização de ar e foram realizadas algumas mudanças na construção do bloco cirúrgico para diminuir a sua carga térmica.

2. CARACTERÍSTICAS DO BLOCO CIRÚRGICO MODULAR

Nesta seção são apresentados todos os equipamentos e os instrumentos médicos que compõe a unidade operatória, além dos seus aspectos construtivos e algumas considerações referentes à sua instalação elétrica.

2.1 Equipamentos e instrumentos médicos

Na entrada do bloco cirúrgico é fixada uma rampa metálica para facilitar a passagem de cadeiras de rodas ou de macas. Logo após a entrada, está presente a área pré/pós-operatória que dá acesso às outras salas da unidade cirúrgica, Fig. 2(a). Neste ambiente estão alocadas macas com rodas utilizadas na preparação, recuperação e transporte dos pacientes até à mesa de operação e painéis para rede de gases que são usados para iluminar, sustentar soros, conectar saídas de gases, pontos de eletricidade e interruptores, Fig. 2(b). Além disso, esta área conta com armário que armazena instrumentos médicos e medicamentos que não necessitam de resfriamento e um extintor de CO₂ que deve ser usado apenas em caso de emergência, Fig. 2(a).

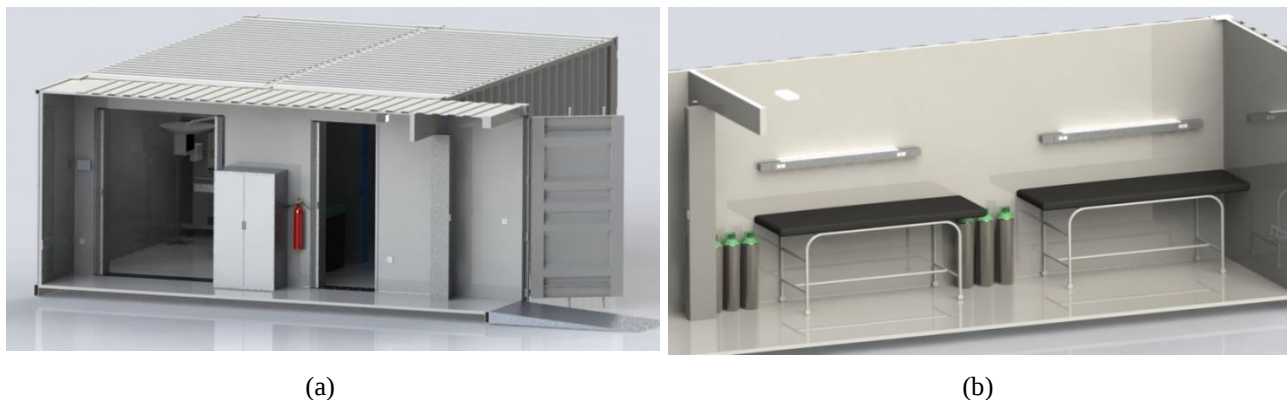


Figura 2. Vistas em perspectiva em corte da área pré/pós-operatória, (a) Lateral direita, (b) Lateral esquerda

No centro cirúrgico estão dispostos alguns itens essenciais para higienização da equipe médica e a instrumentação indispensável para a realização das cirurgias como: foco central/ cirúrgico, painel para rede de gases, mesa instrumental, carro de medicamentos, banco giratório, lavabo e dispensador de papel, Fig. 3(a). Ademais está disponível: aparelho de anestesia, monitor multiparamétrico e mini autoclave, Fig. 3(b). O foco central é instalado acima da mesa de operação para promover a iluminação necessária às cirurgias e os outros instrumentos estão organizados de forma que seja viável o trânsito de pacientes e da equipe médica na sala de operações. Este local também possui um desfibrilador, um bisturi eletrônico e um balde cirúrgico que é utilizado para o descarte dos materiais usados durante as cirurgias.



Figura 3. Vistas em perspectiva em corte do centro cirúrgico, (a) Lateral direita, (b) Lateral esquerda

A sala de vestiário e armazém possui armário individual para guardar os pertences pessoais dos médicos e enfermeiros, extintor de incêndio portátil, cabide de parede, lavabo e dispensador de papel. Além do mais, dispõe de coletores de roupas e de produtos tóxicos que permitem o descarte das roupas usadas durante as intervenções cirúrgicas e de resíduos nocivos, Fig. 4(a). Outros itens dispostos nessa sala são: armário instrumental e um frigorífico para armazenar os medicamentos que necessitam de refrigeração, Fig. 4(b).



(a)



(b)

Figura 4. Vistas em perspectiva em corte da sala de vestiário e armazém, (a) Lateral esquerda, (b) Lateral direita

O container do CC e do pré/pós-operatório possuem uma pequena área de equipamentos destinada à instalação da unidade externa do ar-condicionado, grupo eletrogêneo, baterias de lítio, depósito de água e extintor de incêndio portátil.

2.2 Aspectos construtivos

A carga térmica do bloco cirúrgico pode ser bastante elevada devido a sua estrutura principal ser formada por containers metálicos (condutores de calor). Portanto, o isolamento térmico reflexivo do sistema de climatização inicial foi modificado por placas de poliuretano e foi projetado um mecanismo de sombreamento que permitiu cobrir toda a estrutura do bloco cirúrgico com a intenção de diminuir a sua carga térmica.

A Tab.1 apresenta os produtos selecionados para a construção da unidade operatória e suas características. As escolhas desses produtos foram baseadas na busca da obtenção de uma unidade resistente e robusta que possa suportar diferentes condições climáticas e evitar manutenções frequentes.

Tabela 1. Aspectos construtivos do bloco cirúrgico

Descrição	Produto	Características
Base de apoio	Sapata metálica	A altura das sapatas é regulável e são fixadas nas esquinas de cada container para nivelar a unidade operatória
Estrutura	Container marítimo dry box	Fabricado com aço corten (anticorrosivo). Dimensões: 6 x 2,4 x 2,59 [m] (comp. x largura x altura). Facilita o transporte em territórios diferentes por ter dimensões padronizadas
Isolamento térmico	Placa de poliuretano	Espessura da placa: 25[mm]. Condutividade térmica baixa (0,023 [W/m°C])
Pintura exterior	Pintura cerâmica	Elevada refletância solar (87,7%), baixa condutividade térmica (0,033 [W/m°C])
Pintura interior	Pintura vinílica	Proporciona um acabamento com baixo odor, alta resistência a manchas e facilita a limpeza
Piso	Piso vinílico	Geralmente utilizado em solos de hospitais, resistente e impede o crescimento de fungos e bactérias
Recobrimento interior	Placas de gesso	Material flexível, fácil de limpar e possui elevado desempenho acústico
Sombreamento	Mecanismo de cobertura	Formado por suportes e varões de aço e lonas de PVC para sombrear os containers
Teto	Placas de gesso	Possui revestimento de vinil que impede a retenção de bactérias e fungos

2.3- Instalação elétrica

O fornecimento de energia elétrica para o bloco operatório pode ser obtido por meio de quatro fontes de energia diferentes: rede pública, grupo eletrogêneo, baterias de lítio e painéis fotovoltaicos. Dependendo do local que será instalado o bloco cirúrgico, é selecionada a melhor forma de fornecimento elétrico para o mesmo. Os painéis fotovoltaicos

podem ser utilizados como geradores de energia elétrica para a unidade operatória, entretanto possuem um elevado custo inicial (aproximadamente 38.000,00 [\$]) para a compra dos painéis com a potência instalada necessária para suprir o consumo mensal estimado da iluminação e dos aparelhos eletrônicos. Outras características das fontes de energia e da iluminação do bloco cirúrgico são mostradas na Tab. 2.

Tabela 2. Instalação elétrica do bloco cirúrgico

Descrição	Produto	Características
Fontes de energia	Rede pública, grupo eletrogêneo, baterias de lítio e painéis fotovoltaicos	As baterias são utilizadas apenas em caso de emergência com autonomia de 2 dias e podem ser abastecidas tanto pelo grupo eletrogêneo quanto pela rede pública de energia elétrica
Iluminação	Luminária de LED	Nas três salas da unidade cirúrgica são utilizadas luminárias LED. Consome menos energia, possui maior vida útil e gera menos calor que as luminárias convencionais
Iluminação de emergência	Luminária fluorescente	Em cada container está instalada uma luminária de emergência de modo que os procedimentos cirúrgicos não sejam comprometidos por falta de luz

3. PROJETO DO SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO

O projeto do sistema de climatização conta com os cálculos de carga térmica e perda de carga do bloco cirúrgico, as condições de projeto requeridas por normas de hospitais convencionais, sistema de condicionamento de ar e a seleção de equipamentos. Todos estes pontos são apresentados nas sessões seguintes.

Dentre as três áreas do bloco cirúrgico, as únicas que necessitam do sistema de condicionamento de ar são: centro cirúrgico e zona pré/pós-operatória, pois são áreas nas quais a renovação de ar e o controle da temperatura são de suma importância para evitar que infecções possam ser contraídas através da respiração e para manter o ambiente livre de fungos e bactérias. Portanto, os cálculos referentes à carga de resfriamento e perda de carga foram realizados apenas para essas áreas.

3.1 Cálculo de carga térmica

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 16401-1:2008 – Instalações de ar-condicionado – Sistemas Centrais e Unitários Parte 1: Projetos das instalações (ABNT, 2008), para sistemas com zona única ou pequeno número de zonas, como é o caso do bloco cirúrgico, é admissível o método *Cooling Load Temperatures Differences* (CLTD) para o cálculo de carga de resfriamento. Por conseguinte, foi criada uma planilha no software Microsoft Excel para calcular a carga térmica da unidade operatória tendo como base as equações e os conceitos do método CLTD segundo o *Handbook of Fundamentals* (ASHRAE, 2001).

O cálculo considerou os seguintes ganhos de calor: piso, teto, paredes, infiltração, ventilação, ocupantes, iluminação e equipamentos elétricos. A carga térmica referente ao teto e às paredes variou de acordo com os dados climáticos para o dia mais quente do ano da cidade de Maceió utilizada como referência por possuir o tipo de clima comum a várias regiões subdesenvolvidas: tropical.

Os valores obtidos a partir do cálculo de carga térmica para a área pré/pós-operatória equivale a 1371,6 [W], enquanto para o centro cirúrgico corresponde a 2321,2 [W].

3.2 Cálculo da perda de carga

Para o cálculo da perda de carga referente aos dutos flexíveis, difusores lineares e radiais foram utilizados as metodologias fornecidas pelo próprio fabricante nos catálogos dos equipamentos. Já para o sistema de dutos retos foi utilizado o método da velocidade que consiste em arbitrar velocidades de ar para calcular as perdas de carga para cada seção dos dutos com as vazões de ar predefinidas.

A relação fundamental para calcular a perda de carga em um duto reto é a equação de Darcy-Weisbach:

$$\Delta p = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2} \cdot \rho \quad (1)$$

sendo,

Δp Perda de carga, [Pa];

f Coeficiente de atrito, [-];

L Comprimento, [m];

D Diâmetro, [m];

V Velocidade, [m/s];

ρ Densidade do ar, [kg/m³].

O trecho com maior perda de carga calculada para área pré/pós-operatória equivale a 89 [Pa], enquanto para o centro cirúrgico corresponde a 52,8 [Pa].

3.3 Considerações de projeto

A seguir são apresentados os dados referentes à filtração, temperatura, umidade, ruído, renovação de ar e pressurização dos centros cirúrgicos classificados pela ISO 14644 como classe I do tipo B da norma UNE 100713:2005 – Instalações de condicionamento de ar em hospitais (PARDELL, 2015).

Filtração

O fornecimento de ar deve ser isento de partículas dispersas, potencialmente contaminantes (POSSARI, 2013). Sendo assim, o ar exterior antes de ser insuflado nos centros cirúrgicos deve passar por três etapas: pré-filtração, filtração de alta eficiência e filtração absoluta.

- Pré-filtração

Esta filtração retém as partículas de maior diâmetro.

- Filtração de alta eficácia (HEPA – *High Efficiency Particulate Air*)

Esta filtração possui eficiência de 90% a 95% para partículas de 0,5 a 5 micras de diâmetro.

- Filtração absoluta:

Esta filtração possui eficiência de 99,97 a 99,99% (segundo o tipo de filtro) para partículas de 0,3 micras.

A Tab. 3 apresenta os níveis de filtração que um centro de cirúrgico de classe I do tipo B deve possuir no mínimo segundo a norma UNE 100713:2005.

Tabela 3. Níveis de filtração para um centro cirúrgico de classe I do tipo B

Etapas de Filtração	Nível de filtração	Classe de Filtro	Norma
Pré-filtro	1º	EU4	UNE-EN779
Filtro de alta eficácia	2º	EU9	UNE-EN779
Filtro absoluto	3º	H13	UNE-EN1822-1

Pressão, temperatura, umidade e nível de ruído

- A pressão no CC deve ser discretamente maior que nas demais salas comuns para diminuir a probabilidade de contaminação aérea da sala de operação. O valor mínimo da pressão proposto entre o centro cirúrgico e os demais compartimentos do bloco cirúrgico é de +10 [Pa].
- O sistema de ventilação deve manter a temperatura mínima de 22 [°C] e máxima de 26 [°C];
- A umidade relativa do ar deve ser mantida entre 50 [%] ± 10 [%]. Estes valores devem ser mantidos durante todo o tempo de atividade do centro cirúrgico;
- O nível de ruído gerado pelo sistema de condicionamento, insuflação, exaustão e difusão do ar não devem superar 40 [dBA].

Renovação e velocidade do ar

- Recomenda-se que o número de renovação de ar/hora, seja de 20/h a 25/h;
- O tratamento do ar recirculado deve ser igual a do ar exterior;
- A vazão mínima de ar externo deve ser de 1.200 [m³/h];
- A velocidade do ar na zona de ocupação na saída do difusor deve estar entre 0,20 a 0,30 [m/s].

3.4 Sistema de condicionamento de ar

O projeto do sistema de condicionamento de ar teve como base as condições de projeto apresentadas anteriormente segundo a norma UNE 100713:2005 aplicada em hospitais convencionais.

Como as aplicações do bloco operatório são, na maioria das vezes, locais com baixo nível de infraestrutura, que tenha sofrido desastre natural ou até mesmo em desertos, alguns fatores foram considerados imprescindíveis na escolha do sistema de condicionamento de ar para atender tais condições de forma eficiente: ser compacto, ter filtragem do ar adequada e assim como nos aspectos construtivos deve ser robusto com o intuito de evitar manutenções frequentes. Tendo em vista esses fatores, foi escolhido um sistema de condicionamento de ar que conta com: ar-condicionado do tipo dutado slim de média pressão estática, grelhas na situação de retorno e exaustão, difusores linear e radial, caixa de mistura, dutos retos, dutos flexíveis e ventilador. Um esquema desse sistema é apresentado na Fig. 5.

O aparelho de ar condicionado e o ventilador possuem a filtragem recomendada aos centros cirúrgicos. O ar-condicionado é instalado no vão do forro enquanto que o ventilador é instalado na parte externa do container. Estes dois

equipamentos estão conectados na caixa de mistura que é o componente utilizado para associar o ar de retorno com o ar de ventilação.

O transporte de ar condicionado para as salas é realizado pelos dutos retos e flexíveis que insuflam o ar através de difusores lineares e radiais instalados no vão do forro. As grelhas na situação de retorno também são instaladas no vão do forro e permitem que o ar presente na sala possa ser transportado até a caixa de mistura. Em contrapartida, as grelhas na situação de exaustão do ar são instaladas nas paredes e permitem a saída do ar circulado dentro das salas. A seguir, é apresentado um esquema do posicionamento dos equipamentos do sistema de condicionamento de ar.

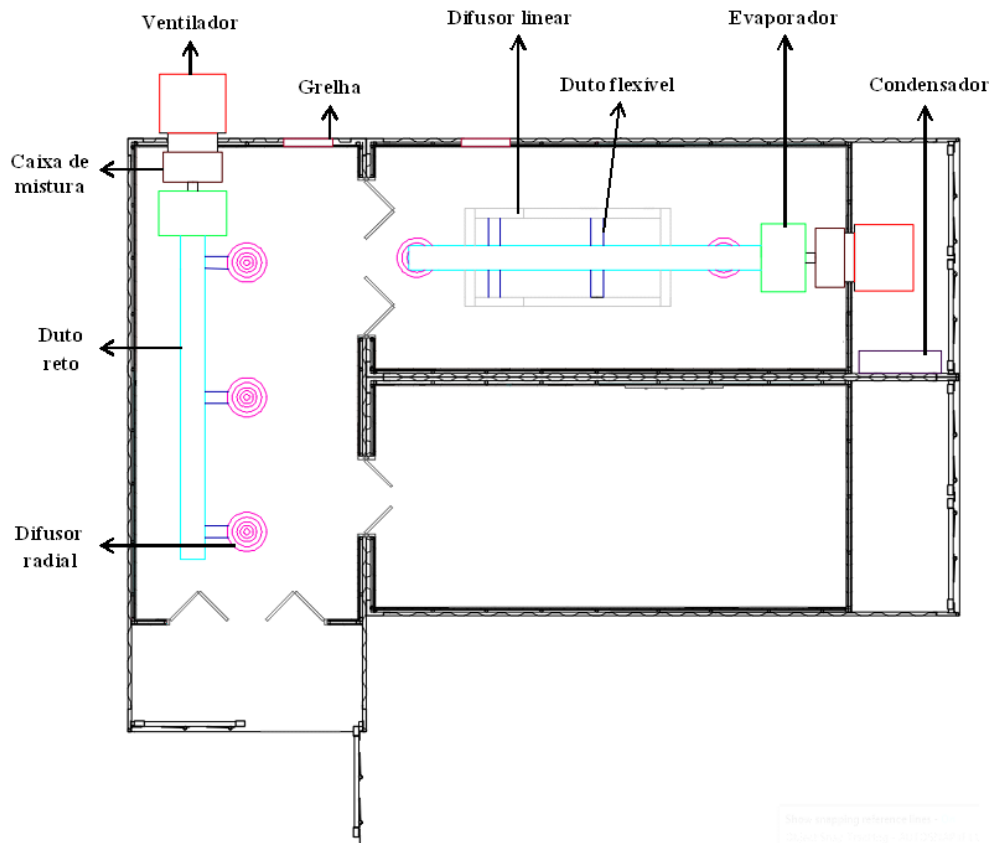


Figura 5. Vista superior do sistema de climatização do bloco cirúrgico

3.5 Seleção e fabricação de equipamentos

A seguir são apresentados todos os equipamentos selecionados já existentes no mercado e os fabricados neste projeto que compõe o sistema de climatização. Os comerciais são: ar-condicionado, ventiladores, grelhas, dutos flexíveis, difusores radiais e difusores lineares. Enquanto os equipamentos fabricados neste projeto são os dutos retos e a caixa de mistura.

Ar-condicionado

O aparelho de ar condicionado selecionado para o bloco cirúrgico é composto pela evaporadora (unidade interna) e pela condensadora (unidade externa). A evaporadora é do tipo dutado de média pressão estática, Fig. 6(a), e é instalada no vão do forro da unidade cirúrgica, ao passo que a sua unidade externa está instalada na área de equipamentos do centro cirúrgico. Para atender os requisitos de filtragem segundo a norma UNE 100713:2005 foi selecionado um filtro absoluto para esse aparelho.

Os valores de carga térmica calculados para o centro cirúrgico e a área pré/pós-operatória considerando clima tropical como mencionado anteriormente são equivalentes a 2321,2 [W] e 1371,6 [W], respectivamente. Portanto foram selecionados dois aparelhos de ar condicionado dutado slim de média pressão estática de 2813,5 [W] e 2198,03 [W]. Para atender a esta demanda de refrigeração das unidades internas, foram selecionadas duas condensadoras Split inverter de 2637,6 [W].

Ventilador

O alto nível de qualidade do ar no ambiente interno do bloco cirúrgico pode ser garantido pela remoção de contaminantes ou por sua diluição. Nesse sentido, é de suma importância a utilização de ventiladores que possam insuflar ar

externo no ambiente com o objetivo de diluir essas impurezas. Sendo assim, foram selecionados ventiladores, Fig. 6(b), que são utilizados em aplicações de salas limpas (loais que necessitam alto nível de filtragem) com filtro absoluto para elevar a qualidade do ar que está sendo insuflado na unidade operatória e para criar pressão positiva na mesma, evitando a infiltração de impurezas e permitindo a renovação de ar no ambiente.



Figura 6. (a) unidade evaporadora, (b) ventilador

Caixa de mistura

A caixa de mistura, Fig. 7(a), possui duas entradas de ar e uma saída e é responsável pela mistura do ar de retorno do ambiente com o ar exterior. Esta caixa foi projetada com base nas dimensões de saída do ventilador e do retorno de ar da parte traseira da evaporadora. O ventilador é instalado em uma das entradas de ar da caixa, enquanto a unidade interna do ar-condicionado é conectada na saída de ar. Na segunda entrada de ar está instalado um *damper* regulador de vazão, Fig. 7(b), que permite controlar as quantidades de ar necessárias para o perfeito controle das misturas.

Dutos retos e flexíveis

Os dutos retos estão conectados nas saídas das evaporadoras e permitem o transporte do ar até os dutos flexíveis que são conectados aos difusores possibilitando o insuflamento de ar condicionado para as salas. Os dutos retos são fabricados com painel de alumínio pré-isolado com espuma rígida de poliisocianurato (PIR), Fig. 7(c), e os dutos flexíveis selecionados são fabricados de alumínio, poliéster e arame bronzado, com pequenos furos para atenuar o ruído. Além disso, este duto possui isolamento de lã de vidro no seu interior, Fig. 7(d).

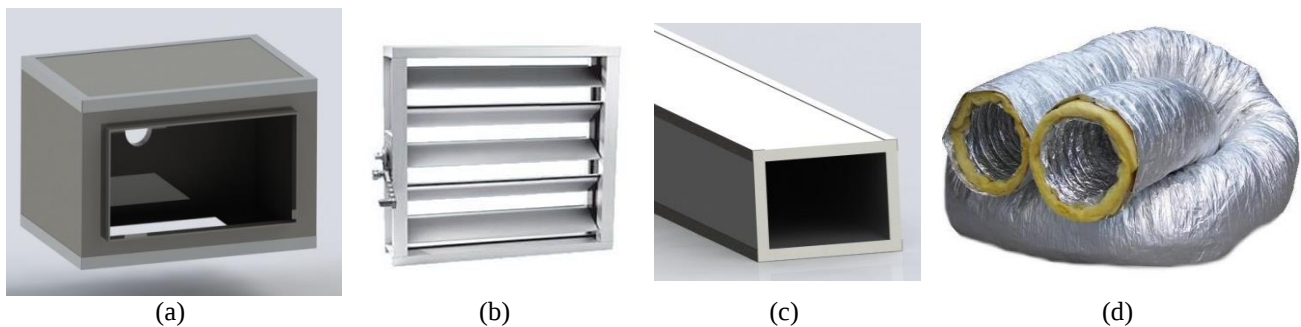


Figura 7. (a) caixa de mistura, (b) *damper* regularor de vazão, (c) duto reto, (d) duto flexível

Difusores linear e radial

Para garantir maior segurança entre o paciente e a equipe médica dentro do centro cirúrgico durante o procedimento, foi selecionado difusores lineares com fluxo vertical, Fig. 8(a), que são instalados acima da mesa de operação para criar uma cortina de ar e formar uma barreira entre o ar condicionado e o ar contaminado do ambiente. Difusores radiais circulares, Fig. 8(b), também foram selecionados para distribuir o ar adequadamente no ambiente condicionado.

Grelhas

Grelhas na situação de exaustão foram selecionadas para permitir a saída do ar circulado nas salas. Estas grelhas são de sobrepressão, Fig. 8(c), ou seja, quando a ventilação está em operação, as lâminas permanecem na posição aberta pela força dinâmica do ar e quando a ventilação está desligada as lâminas permanecem na posição fechada evitando a entrada de contaminantes. Já as grelhas na situação de retorno foram selecionadas para permitir que o ar circulado nas salas possa retornar até a caixa de mistura. Estas grelhas são de alumínio, Fig. 8(d), possuem lâminas horizontais ajustáveis e registro para o controle de vazão.

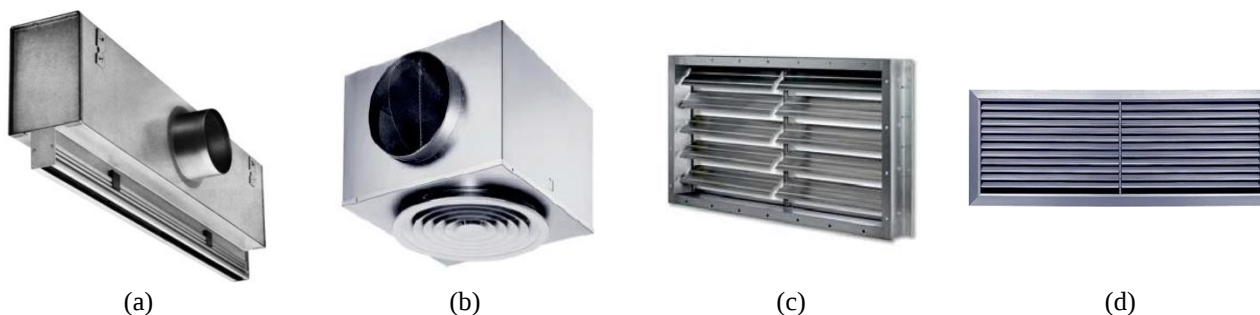


Figura 8. (a) difusor linear com colarinho, (b) difusor circular com colarinho, (c) grelha de sobrepressão, (d) grelha de alumínio

4 CONCLUSÕES

O projeto inicial do sistema de climatização do bloco cirúrgico era bem mais simples que o atual. Aquele contava apenas com isolamento térmico do tipo reflexivo com pequena espessura (3 [mm]) e com um ar-condicionado do tipo Split instalado no centro cirúrgico. Além do mais, a área pré/pós-operatória contava apenas com ventiladores de coluna. Em contrapartida o sistema atual é mais robusto e contempla tanto a sala do centro cirúrgico quanto a área pré/pós-operatória.

O aumento no número de equipamentos, a troca do tipo e espessura (25 [mm]) do isolamento térmico e a utilização do mecanismo de sombreamento elevou bastante o custo do sistema de climatização (aproximadamente 17.000,00 [R\$]). Entretanto, apesar do aumento dos gastos com o novo sistema é válido ressaltar que a carga térmica do centro cirúrgico diminuiu. Esta redução proporcionou a seleção de um aparelho de ar condicionado com capacidade de refrigeração de aproximadamente 9.000 [Btu/h] a menos que o sistema Split selecionado inicialmente, possibilitando maior economia de energia.

Apesar do novo sistema de climatização consumir mais energia que o sistema inicial, pelo número maior de aparelhos de ar-condicionado e pela utilização de ventiladores, esse sistema é capaz de proporcionar conforto térmico para as pessoas presentes nas salas do bloco operatório, além de manter os níveis de pressão e filtragem de ar adequado. Além disso, o sistema atual utiliza difusores lineares acima da mesa de operação e difusores radiais distribuídos pelas salas, diminuindo o risco de transmissão aérea de doenças, proporcionando maior proteção para o paciente e para a equipe médica.

O sistema atual também conta com caixa de mistura e grelhas de exaustão e retorno que permitem a renovação do ar e a saída do mesmo, elevando a qualidade do ar insuflado nas salas, ao contrário do sistema de climatização inicial que apenas circulava o ar, aumentando o risco de infecção no local.

5 AUTORIZAÇÕES / RECONHECIMENTO

Os autores são responsáveis por garantir o direito de publicar todo o conteúdo de seu trabalho.

6 REFERÊNCIAS

- ABNT. 2008. Instalações de ar-condicionado—Sistemas centrais e unitários—Parte1: Projeto das Instalações. NBR 16401-1. Brasil
- Adam, M.Q., Agulló, V.A., Gomes, J.G; Kelly, C. e Pozo, A.R. 2015. Quirófano modular.
- Adriana. 2009. Disponível em: <http://www.pobrezamundial.com/la-pobreza-y-el-acceso-a-la-salud/>
- ASHRAE. 2001. Handbook of fundamentals. Chapter 28.
- Midea. Manual de projeto unidades internas. Disponível em: http://cdn-carrier-ga.brivia.com.br/downloads_docs/441b7-Manual-de-Projeto---mproj.-mdv4--unidades-internas---b---10.13.pdf
- MULTI-AR. Ar condicionado split midea inverter 9000 Btu. Disponível em: <http://www.multiar.com.br/ar-condicionado-split-hi-wall-midea-liva-inverter-9000-btus-frio-220v-42vfca09m5-38vfca09m5/p>
- MULTIVAC. Sonodec. Disponível em: http://www.multivac.com.br/crbst_1.html
- NOVA EXAUSTORES. DAMPER. Disponível em: <http://www.novaexaustores.com.br/produto/damper-regulador-de-vazao-em-chapa-galvanizada/4145>
- Pardell, J. 2015. Clasificación de Quirófanos. Disponível em: <http://www.electromedicina.pardell.es/clasificacion-quiroyfanos.html>
- Possari, J. F. 2013. Centro Cirúrgico Planejamento, Organização e Gestão. 5ª. ed. Iátria, São Paulo.
- TROX. Difusor linear. Disponível em: http://www.contimetra.com/catalogos/net_dep_arcondicionado/fichas/trox/difusores_e_grelhas/vsd35_ficha_trox_sp.pdf

TROX. Grelha de alumínio. Disponível em:

http://www.contimetra.com/catalogos/net_dep_arcondicionado/fichas/trox/grelhas/at_ficha_trox_sp.pdf

TROX. Difusor circular radial. Disponível em:

http://www.contimetra.com/catalogos/net_dep_arcondicionado/fichas/trox/difusores_e_grelhas/adlr_ficha_trox_sp.pdf

TROX. Persiana de sobre pressão. Disponível em:

http://www.contimetra.pt/catalogos/net_dep_arcondicionado/fichas/trox/reguladores_caudal_ar/ul_kul_ficha_trox_sp.pdf

VECO. Unidade de ventilação. Disponível em: <http://www.veco.com.br/pt-br/produtos/equipamentos/unidade-de-ventilação>

DEVELOPMENT OF A CLIMATIZATION SYSTEM OF A MODULAR SURGICAL BLOCK

Abstract. *The weak economy of the undeveloped countries makes investment of many fields extremely difficult, including the health care system. As a consequence, several serious problems arise such as the lack of medicines as well as specialized service, mainly when surgical operations are requested. Furthermore, these problems are worsened by the lack of food, poor insanitary homes and low infrastructure. In order to overcome these issues it was designed a surgical block modulate capable of being transported for any required area. This project took into account all the building aspects, facilities, medical instrumentation, equipment and the necessary apparatus for its independent work. This surgical unit allows performance of both conventional and urgency surgeries. A climatization system was developed not only to guarantee the quality of the service for the patients and higher safety to the medical team but also to reduce the risk of air transmission diseases caused by virus, fungi and bacteria. Besides, the system provides thermal comfort atmosphere to everybody in the operation unit.*

Keywords: Surgical block, Climatization system, Container.