PROJETO E DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR PARA GARANTIA DA QUALIDADE DO AR INTERNO EM UMA UNIDADE DE TRATAMENTO ODONTOLÓGICO

Flavio Augusto Nakanishi
flavio.nakanishi@yahoo.com.br

*Este trabalho visa projetar, dimensionar e selecionar sistemas de condicionamento de ar de forma a garantir a qualidade do ar interno e a salubridade nos ambientes de clínicas de tratamento odontológico. Para isso foi feito um levantamento dos principais parâmetros de projeto através do estudo de normas e resoluções vigentes. A partir de valores adotados para estes parâmetros foi possível determinar a vazão de ar externo, a vazão de ar total, etapas de filtragem, níveis de pressão relativa entre os ambientes. Foi adotado um estudo de caso de um estabelecimento típico, para concretizar a aplicação dos parâmetros citados. A primeira etapa para definição dos equipamentos de condicionamento de ar foi o cálculo da carga térmica, abordando de forma ampla todos os aspectos e variáveis envolvidas. Com os valores calculados para a carga térmica e com os demais parâmetros obtidos foi possível projetar e dimensionar os sistemas de condicionamento de ar. Foram adotados dois sistemas de tratamento de ar identificados por **A** e **B**. A sala clínica é atendida pelo sistema **B**. O sistema **A** atende os banheiros, o corredor e a sala de espera. A carga térmica calculada para os ambientes que são atendidos pelo sistema **A** é de 4528 W e para o local que o sistema **B** atende é de 7150 W. O dimensionamento das vazões resultou para o sistema **A** uma vazão total de 1009 m^3/h, e para o sistema B uma vazão total de 1618 m^3/h. A seleção dos equipamentos de ar condicionado, o dimensionamento da rede de dutos, a seleção de difusores e dos demais acessórios dos sistemas foram feitos a partir dos dados obtidos e da consulta aos catálogos de fabricantes de cada componente.*

Palavras chave: *ar condicionado, qualidade do ar, carga térmica, odontologia.*

1. Introdução

Atualmente a realidade brasileira, no que diz respeito ao atendimento na área da saúde, está muito debilitada. As condições de trabalho para profissionais dessa área dependem de sistemas de tratamento de ar para que os níveis de risco de contaminação estejam controlados. Porem isso muitas vezes é negligenciado e acabam gerando problemas diversos. Entre eles pode-se citar, infecções, dificuldade ou demora na recuperação, entre outros problemas mais graves.

Nesse contexto, pretende-se apresentar um projeto detalhado do sistema de condicionamento de ar de uma unidade de tratamento odontológico de forma a atender as normas, resoluções e portarias vigentes.

2. Objetivos

O objetivo desse trabalho consiste em projetar, dimensionar e especificar sistemas de condicionamento de ar e ventilação de forma a garantir o conforto térmico, salubridade e condições nos ambientes internos de uma unidade de tratamento odontológico. As especificações respeitam os critérios previstos em normas técnicas, principalmente a ABNT NBR: 7256:2005, e são coerentes com as recomendações da Agencia Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).

Como objetivos secundários pretende-se apresentar e caracterizar uma unidade de tratamento odontológica típica, desenvolver o cálculo de carga térmica, definir sistemas e dimensionar e especificar equipamentos e sistemas de condicionamento de ar e ventilação.

3. Metodologia

Deve-se inicialmente fazer um levantamento bibliográfico para determinar os parâmetros mínimos de projeto de forma a garantir e respeitar as normas, resoluções e portarias vigentes. Procedeu-se então o cálculo da carga térmica considerando um estabelecimento típico. Foram determinadas as vazões mínimas de ar externo e de ar total de forma a garantir os níveis mínimos de filtragem estabelecidos em norma.

Comparando os valores de vazões obtidos no cálculo da carga térmica e nos requisitos de filtragem especificados nas normas foram definidas as vazões mínimas necessárias para garantir as condições de projeto. A seguir foram analisadas as alternativas de configuração e dimensionamento de equipamentos, sendo investigadas duas alternativas.

Finalmente foi feita a seleção dos condicionadores de ar, dos difusores e dos dutos de distribuição além dos demais acessórios dos sistemas.

4. Desenvolvimento

4.1. Definição e caracterização do estabelecimento da unidade de tratamento odontológico

A unidade de tratamento odontológico está localizada na cidade de Atibaia – SP:

- Latitude: 23º7’
- Altitude: 803m.

Trata-se de um edifício de 2 pavimentos composto de:

- Térreo
- 1º Andar

No 1º andar encontra-se a unidade de tratamento odontológico composto de:

- 2 banheiros (I e III)
- 1 corredor (II)
- 1 sala de espera (IV)
- 1 sala clínica (V)

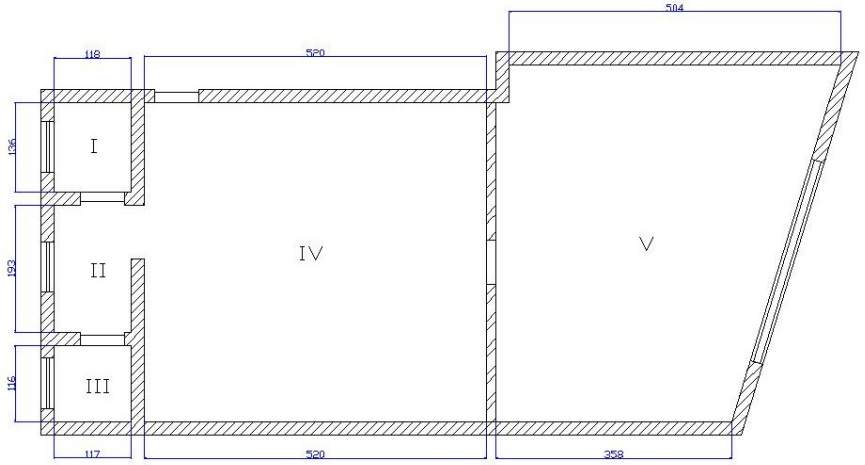

Figura 1 – Planta da unidade de tratamento odontológico

4.2. Definição dos requisitos de projeto

Para atender as normas, resoluções e portarias vigentes que abrangem esse tipo de unidade de saúde foram estabelecidos os seguintes parâmetros de projeto:

- Temperatura de operação: 24ºC
- Umidade relativa do ar: 50%
- Filtragem classes: G3 + F7
- Vazão requerida pela filtragem: 36 $(m^3/h)/m^2$
- Taxa de renovação de ar: 6 $(m^3/h)/m^2$

4.3. Cálculo de carga térmica do estabelecimento

Pode-se determinar a carga térmica de um determinado ambiente identificando o fluxo de calor que é extraído ou introduzido no mesmo. Uma interessante analogia pode ser apresentada utilizando reservatórios.

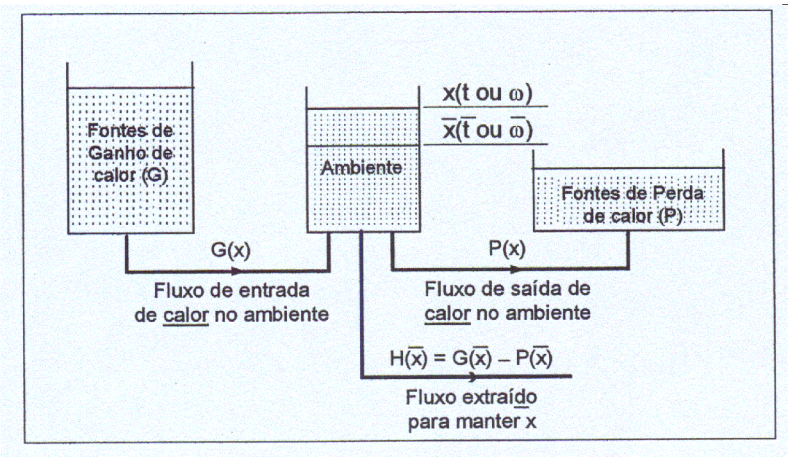

Figura 2 – Analogia de reservatórios (Fonte: Bolliger Jr. e Mariani, 2002)

Assim:

x : condição do ar ambiente

$\bar{x}$: condição de projeto

Para:

H=0 → G(x) = P(x)

Na condição $\bar{x}$ a carga térmica é:

$$\bar{H} = \bar{G}(x) - \bar{P}(x)$$

Para:

$$x > \bar{x} \Rightarrow \begin{vmatrix} G(x) < G(\bar{x}) \Rightarrow G(x) < G(\bar{x}) \\ P(x) > P(\bar{x}) \Rightarrow -P(x) < -P(\bar{x}) \end{vmatrix} \Rightarrow \underbrace{G(x) - P(x)}_{c\arg aH(x)} < \underbrace{G(\bar{x}) - P(\bar{x})}_{c\arg aH(\bar{x})}$$

Ou seja, para a determinação da carga térmica é necessário supor que o ambiente se encontre nas condições de projeto $(\bar{x})$. Isso é importante para se obter os valores de parâmetros no cálculo da carga térmica.

Algumas convenções adotadas:

- Fontes de entrada de energia: fontes que promovem “fluxo de entrada de energia no ambiente” (elétrica, radiante, química, condução, etc)
- Fluxos de entrada de calor (fontes de ganho de calor): parcela do fluxo de entrada de energia que transforma-se em calor no ambiente. É responsável pela variação das condições ambientes de temperatura ou umidade relativa.
- Fontes de perda de calor: fontes que promovem “fluxos de saída de calor do ambiente”, que ocorre principalmente por transmissão.

Através da identificação das principais fontes internas e externas de calor desenvolveu-se o cálculo da carga térmica do estabelecimento.

Após definição das condições de projeto, visando respeitar as normas técnicas, resoluções e portarias que abrangem uma unidade de tratamento odontológico desenvolveu-se o estudo e cálculo da carga térmica para o estabelecimento. Os ambientes foram divididos em dois sistemas de forma que cada um apresenta ambientes com o mesmo grau de assepsia.

O resumo dos resultados do cálculo da carga térmica é apresentado na tab. 1, abaixo:

Tabela 1 – Resultados do cálculo de carga térmica

Sistema	Ambiente	HSI	HLI	HAE	HV	HT	HT
		(W)	(W)	(W)	(W)	(W)	(TR)
A	I+II+III+IV	3075	229	954	269	4528	1,3
B	V	4995	359	1358	438	7150	2,0
Total		8070	588	2313	707	11678	3,3

5. Dimensionamento e Seleção de Equipamentos

Com valores para os parâmetros obtidos nas análises desenvolvidas a partir do levantamento bibliográfico foi possível determinar as vazões mínimas de ar externo e de ar total para cada sistema. Da mesma norma foram obtidos os parâmetros de gradientes de pressões entre ambientes adjacentes de forma a garantir que o ar do ambiente mais contaminado não passe para o mais limpo, ou seja, aquele que apresenta grau de filtragem com maior eficiência.

Em seguida os filtros de ar foram selecionados, para cada ambiente, conforme requisito obtido em norma. Para o sistema A deve-se utilizar um pré-filtro grosso de classe G3. O filtro selecionado é o FPPA-F211 da Trox Technik que possui perda de pressão diferencial variando de 50 a 140 Pa. Para sistema B deve-se utilizar um pré-filtro de classe G3 acrescido de um filtro fino de classe F7. O pré-filtro G3 selecionado é o FPPA-F211, que é o mesmo utilizado no sistema A, e o filtro fino de classe F7 selecionado é o F74BSB26 que opera com uma pressão diferencial de 70 a 250 Pa. Grande parte da perda de pressão dos sistemas de condicionamento de ar está localizada nos filtros.

Assim foi possível fazer a seleção dos equipamentos condicionadores de ar. A unidade selecionada para o sistema B foi o Mini-Mate 2 modelo MMD24E da Liebert com capacidade de 2,0 TR. Esse equipamento de condicionamento possui capacidade de refrigeração que atende a carga térmica calculada, adotando uma unidade de controle da umidade relativa do ar e tem a possibilidade de utilização de uma unidade auxiliar de ventilação.

Para o sistema A foi selecionado uma unidade Mini-Mate 2 modelo MMD18A da Liebert com capacidade de refrigeração de 1,5 TR. O projeto leva em conta que os ambientes I, II e III são condicionados indiretamente por esse sistema já que parte do ar insuflado no ambiente IV passa pelas frestas das portas entre os ambiente I e IV e III e IV e é retirado desses ambientes através das janelas.

A partir da seleção dos equipamentos de condicionamento de ar para os sistemas A e B são dimensionados os difusores, dutos, grelhas de retorno e registros (*dampers*).

Na seleção dos difusores o nível de ruído produzido pelo escoamento do ar é um parâmetro importante a ser considerado. Os difusores selecionados para o sistema A são fabricados pela Trox Technik, modelo ADLR, número 3. São necessários 2 difusores operando com uma vazão de 500m^3/h. Para o sistema B, foram selecionados difusores lineares para amenizar o efeito de turbulência na região da cadeira odontológica. O modelo selecionado foi o ALS-DS e serão utilizados dois difusores com comprimentos de 2,5 m e 3,5 m dispostos de forma a proporcional um fluxo de ar na direção da grelha de retorno, conforme a figura 3 abaixo.

As grelhas de retorno foram selecionadas levando em conta a sua perda de carga, as vazões necessárias para atender o projeto dos sistemas de condicionamento de ar a o nível de ruído. Foram selecionadas grelhas de retorno do fabricante Trox Technik, modelo AR. Para o sistema A as dimensões são: (225x825) mm e a vazão é de 900 m^3/h. Para o sistema B as dimensões são (325x1025) mm e a vazão é de 1500 m^3/h.

Para garantir a pressão positiva na sala clinica, ou seja, sistema B, deve-se utilizar um equipamento especifico para esse fim. Um registro de sobre pressão foi escolhido de forma a manter uma pressão positiva de 30 Pa na sala clinica em relação às salas adjacentes. O modelo escolhido foi UL com dimensões de 297x215mm.

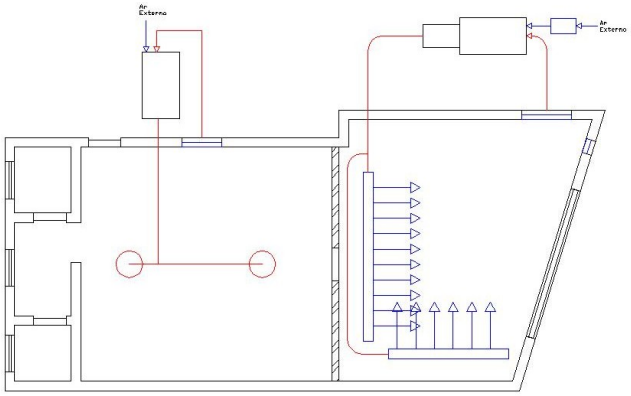

Figura 3 – Instalação de equipamentos

A relação com os principais componentes selecionados é listada baixo:

- Para o sistema A:
  - Equipamento de condicionamento de ar especial: Mini Mate 2 da Liebert modelo MMD18A
  - Difusores: Trox Technik, modelo ADLR, tamanho 3 com diâmetro de 249 mm de colarinho
  - Filtro: G3 - Trox Technik modelo FPPA-F211
  - Grelha de retorno: Trox Technik modelo AR com dimensões de 225x825 mm
  - Registro RN: Trox Technik com diâmetro de 250 mm

- Para o sistema B:
  - Equipamento de condicionamento de ar especial Mini Mate 2 da Liebert modelo MMD24E com ventilador auxiliar
  - Difusores lineares da Trox Technik ALS-DS com comprimento de 3,5 m e 2,5 m
  - Filtros:
    - G3 - Trox Technik modelo FPPA-F211
    - F7 – Trox Technik modelo F74BSB26
  - Grelha de retorno: Trox Technik modelo AR com dimensões de 325x1025 mm
  - Registro de sobre pressão: Trox Technik com dimensões de 297x215 mm
  - Registro RN: Trox Technik com diâmetro de 315 mm

6. Conclusões

Através da analise de normas e resoluções foi possível determinar os parâmetros para o projeto de um sistema de condicionamento de ar para um estabelecimento de tratamento odontológico. Os requisitos e condições determinadas foram aplicados no estudo de um caso tipo que considerou uma clínica com cinco ambientes, visando o conforto térmico e acústico, a salubridade e a qualidade do ar interior.

A análise da carga térmica e as condições de operação, ofereceram dados para a seleção dos equipamentos e dimensionamento do sistema de condicionamento de ar e ventilação.

Os principais parâmetros de projeto adotados para a clínica de tratamento odontológico foram: temperatura de ambientes entre 21ºC e 24ºC, a umidade relativa do ar deve estar entre 40% e 60%, a pré-filtragem com filtros de classe G3, acrescidos de filtros finos de classe F7, a vazão total mínima deve ser de 36 $(m^3/h)/m^2$. Estes valores resultaram pois são executados serviços de limpeza e esterilização de material na sala. A taxa de renovação de ar, com tomada adequadamente implantada no meio externo, com vazão de no mínimo 6 $(m^3/h)/m^2$ também influenciou.

7. Referências

ABNT 6401:1980 – *Instalações de ar condicionado central – Parâmetros de projeto* – Rio de Janeiro, 1980

ABNT 7256:2005 – *Tratamento de ar em estabelecimentos assistências de saúde (EAS) – Requisitos para projeto e execução das instalações* – Rio de Janeiro, 2005.

ABNT 16401:2008 – *Instalações de ar condicionado – Sistemas centrais e unitários* – Rio de Janeiro, 2008

ASHRAE – American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers Applicantions Handbook - Handbook of Fundamentals 2003, Atlanta, 2003

ANVISA - *Resolução RDC Nº 9, de 16 de janeiro de 2003* – Disponível em http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=17550&word=. Última consulta realizada em 02/05/2007.

ANVISA - *Resolução RDC Nº 50, de 21 de fevereiro de 2002* – Disponível em http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=25622&word=. Última consulta realizada em 03/05/2007.

ANVISA - *Resolução RDC Nº 3523, de 28 de agosto de 1998* – Disponível em http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=295&word=. Última consulta realizada em 02/05/2007.

ANVISA – *Serviços Odontológicos – Prevenção e Controle de Riscos* – Ed. ANVISA – Brasília, 2006.

Bolliger Jr R, Mariani A L C – *Programa SMACNA de Educação Continuada em Tratamento de Ar* – São Paulo, 2002.

Munson, B. R.; Young, D. F.; Okiishi, T. H. – *Fundamentos da mecânica dos fluidos* – São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda; 2004; 572 p.

Wylen V, Sonntag, Borgnakke – *Fundamentos da Termodinâmica* – Ed Edgard Blucher Ltda, 1998.

PROJECT OF AIR CONDITIONING SYSTEM TO GUARANTEE THE INDOOR AIR QUALITY IN DENTISTY CLINICS UNIT

Flavio Augusto Nakanishi
flavio.nakanishi@yahoo.com.br

Abstract.
The main objective of this work is design, sizing and selecting the air conditioning system to guarantee the indoor air quality in dental clinics. Standards and legislations offer the main parameters to design. The total and the outdoor air flow rate were established based on the adopted parameters to achieving optimal health conditions and indoor air quality. It was assumed a case study of a typical clinic to achieve the implementation of the parameters cited. The thermal load was the first step to defining the air-conditioning equipment. The capacity and specifications of the air-conditioning systems were defined by the results of thermal load. Two systems, identified by A and B, were chosen. The clinical room is served by the system B. The bathrooms, the corridors and the waiting room are attempted by the system A. The thermal load of the system A is 4528 W, and system B is 7150 W. The total flow rate for system A results 1009 m3/h, and for system B 1618 m3/h. The selection of the air-conditioning equipment, the sizing of the duct system, the air diffuser selection, and the other accessories were made using the results of the design and manufacturers catalogs.

Keywords. *dentistry, dentist, quality air, thermal load.*