
Projeto de Climatização em Estabelecimentos de Assistência a Saúde (EAS), com o auxílio da computação.

SANTOS, Breno Porto dos¹

SOUZA, Kediney Silva de²

CAMPOS, Paola Souto (orientador)³

RESUMO

O presente artigo apresenta de forma sucinta a análise do sistema climatização em ambientes de assistência a Saúde de forma roteirizada e simplificada, buscando atender as requisições impostas pela NBR 7256-2005, bem como identificar as deficiências do sistema e corrigi-los, promovendo maior qualidade do ar interno. Com o auxílio de uma trena simples para dimensionar as variáveis do projeto e um computador com a ferramenta Microsoft Office foi possível elaborar o roteiro, que identifica a carga térmica de uma área específica do estabelecimento, levando em conta toda sua estrutura de construção e sua finalidade, assim foi possível analisar o consumo energético, o fluxo e renovação do ar no ambiente. Concluiu-se que o ambiente de estudo não atendia as exigências das normas levando a alteração de todo o sistema de climatização presente, além de alteração na estrutura do estabelecimento a fim de obter os resultados exigidos.

Palavras-Chave: Climatização; Carga térmica; NBR 7256-2005; Eficiência; ar interno.

ABSTRACT

This article summarizes the analysis of the air conditioning system in healthcare environments in a scripted and simplified way, seeking to meet the requirements imposed by NBR 7256-2005, as well as to identify the deficiencies of the system and to correct them, promoting higher quality of the internal air. With the help of a simple guide to size the project variables and a computer with the Microsoft Office tool, it was possible to elaborate the roadmap, which identifies the thermal load of a specific area of the establishment, taking into account its entire construction structure and its purpose, thus it was possible to analyze the energy consumption, the flow and renewal of the air in the environment. It was concluded that the study environment did not meet the requirements of the norms leading to the alteration of the entire air conditioning system present, besides altering the structure of the establishment in order to obtain the required results.

Keywords: Climatization; Thermal load; NBR 7256-2005; Efficiency; Internal air.

^{1,2} Estudante de Engenharia Mecânica na Universidade Uninorte—E-mail: Breno_portto@hotmail.com, Kediney@yahoo.com.br

³ Dr^a Diversidade Biológica pela universidade Federal do Amazonas. Professora no Centro Universitário do Norte – Email: pscampos@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

O conforto e bem estar é uma das prioridades do homem moderno, por conviver em grupos ou individualmente em ambientes fechados e com a crescente das mudanças climáticas o ser se ver na necessidade de alterar as condições do seio ambiente de convívio a fim de tornar mais confortável sua estada.

Um exemplo deste processo de climatização foi a criação dos Aquecedores ou Refrigeradores (Condicionadores de Ar), criado por um engenheiro de 25 anos **Willis Haviland Carrier** (Condado de Erie, 26 de novembro de 1876 – Nova Iorque, 7 de outubro de 1950) em 1902, baseia-se em processos mecânicos que possibilitam condicionar o ar. Willis teorizou que poderia retirar a umidade da ambiente através de resfriamento do ar por dutos artificialmente resfriados. Esse mecanismo, que controlava a temperatura e umidade, foi o primeiro exemplo de condicionador de ar contínuo por processo mecânico. Desse modo, a indústria têxtil da época, que tinha grande necessidade de controle ambiental, foi o primeiro grande mercado para o condicionador de ar.

Quatro anos após a apresentação da teoria de Willis o termo Ar-condicionado surge com o norte americano **Stuart Cramer** ao criar seu próprio aparelho a fim de explorar formas de adicionar umidade ao ar em sua fábrica de tecidos, usando-o em um pedido de patente efetuado naquele ano. Carrier acabou adotando também o termo e incorporou-o no nome da sua empresa.

Com a popularização dos condicionadores de ar ficou vários modelos surgiram, com diferentes propostas. O artigo em questão tem sua base no estudo de causa realizado no ambiente público hospitalar, mais precisamente no Centro de Especialidades Médicas de Presidente Figueiredo. Os estabelecimentos hospitalares requerem certos parâmetros de regulamentações, motivo pelo qual foi escolhido como objeto de estudo de causa.

O das cidades aumenta consideravelmente a construção de prédios e casas, e com as mudanças comportamentais e a falta de segurança os indivíduos se veem na necessidade de se manterem em ambientes confinados, gerando uma série de poluentes invisíveis a olho nu que passam despercebidos, e acumulando doenças sérias que não imaginamos que seja proveniente dos ambientes confinados, no caso de estabelecimentos de assistência a saúde o risco é ainda maior, pois os agentes contaminadores são elevados à outra escala, concentrando-se e se proliferando de forma descontrolada em certos casos.

Carmo, AT e Prado, RTA- 1999: sabemos que uma série de poluentes entre eles, monóxido de carbono, dióxido de carbono, amônia, óxido de enxofre e nitrogênio são produzidos dentro do edifício por materiais de construção baseados em solventes

orgânicos, por materiais de limpeza, mofo, bolor, metabolismo humano e também pelas próprias atividades do homem, como cozinhar ou lavar e secar roupas.

Tais poluentes comprometem a saúde e o rendimento do trabalho dos usuários. Portanto o sistema de climatização em ambiente hospitalar deve garantir uma alta taxa de circulação de ar, garantindo a purificação do ar e impedindo a circulação de doenças transmissíveis pelo ar, além de promover o bem estar dos pacientes e aos demais que convivem no ambiente. - A NBR 7256-2005 diz que as áreas hospitalares são separadas considerando o potencial de risco para a ocorrência de infecção, agrupando-as em: áreas não críticas, que não são ocupadas por pacientes, como escritórios e almoxarifado; áreas semicríticas, aquelas ocupadas por pacientes que não exigem cuidados intensivos ou de isolamento, portanto os dispositivos de climatização devem ter boa eficiência e cumprir com as exigências das normas vigentes, para evitar contaminação em ambientes confinados, gerando assim uma boa qualidade do ar interno, garantindo a segurança de todos os presentes em tal estabelecimento.

O intuito de desenvolver este estudo é elaborar de um roteiro e identificar as deficiências do sistema de refrigeração e ventilação em estabelecimentos de saúde corrigindo-os de forma prática, rápida e sequenciada, a fim de seguir o padrão de excelência exigido pelo setor de saúde, que é de suma importância para os indivíduos que necessitam dos serviços realizados nas dependências do estabelecimento, seguindo os parâmetros da NBR 7256-2005 estabelece os requisitos mínimos para o projeto e execução da instalação de tratamento de ar em estabelecimentos de saúde, abrangendo condicionadores de ar e climatizadores-produzindo maior qualidade segurança da forma mais barata e simples possível, classificando as áreas de risco e padronizando o setor para garantir a segurança dos usuários.

2 FUNDAMENTAÇÃO TÉORICA

Avaliar de forma grosseira a situação do ambiente a ser projetado pode acarretar em inúmeros problemas futuros, dependendo da finalidade do estabelecimento esses problemas podem ser ainda mais elevados, a eficiência do projeto depende muito da localização do estabelecimento, então se deve levar em conta a natureza da carga térmica, considerando também os fatores que afetam a qualidade interna do ar (IAQ), os fatores são classificados como externos e internos tanto de contaminadores quanto de fatores que alteram a temperatura do ar interno (agentes externos), os contaminadores externos podem ser gases poluentes como o CO₂ (gás carbono) proveniente e sua maior parte de veículos automotores que queimam combustíveis fósseis, o SO (dióxido de enxofre) da produção energética e

térmica que deriva do consumo de combustíveis fósseis que contêm enxofre. A maior parte do enxofre nocivo se forma durante o processamento de gás natural e refinamento do petróleo e o CH₄ (metano) proveniente do lixo comum ou fezes de animais, as condições do cálculo também abrangem as temperaturas de bulbo seco (TBS) e temperaturas de bulbo úmido do ar externo, já os fatores externos estão relacionados diretamente ao clima e a posição, a data de realização do estudo, cidade do estabelecimento, latitude da cidade, estação do ano no local de construção, pois os fatores climáticos interferem diretamente nos fatores da temperatura interna do estabelecimento, se a construção é planejada com muitas janelas, portas ou vãos voltados para o leste ou oeste, por exemplo, sentidos que recebem maior incidência solar a temperatura interna do estabelecimento se elevará, aumentando assim o consumo energético necessário para suprir as necessidades térmicas internas. Os agentes e fatores internos são ao mais diversos, como o objetivo um estabelecimento que atende as necessidades de saúde os agentes biológicos são os mais presentes, vírus e bactérias presentes no ar se proliferam e se acumulam cada vez mais com a má qualidade do ar interno, além dos poluentes químicos provenientes de medicamentos, poluentes também químicos expelidos pelo funcionamento de máquinas elétricas ou de outra natureza, mas que afetam a qualidade do ar, os poluentes biológicos são os mais nocivos à saúde e ocasionam as mais diversas doenças como a infecção hospitalar.

Os contaminantes biológicos como fungos, bactérias, algas, ácaros, amebas utilizam-se de matéria particulada (pólen, fragmentos de insetos, escamas de pele humana e pelos) como substrato, onde se multiplicam, dobrando a população a cada 20 segundos, pois dependem do parasitismo celular para reprodução. Surto de Infecção Hospitalar - IH podem estar associados à contaminação de filtros de ar condicionado por estes bi aerossóis (DANTAS, 1998).

Já os fatores que influenciam na carga térmica do ambiente interno são provenientes também de equipamentos como motores elétricos, resistências elétricas, lâmpadas, computadores e todos os equipamentos elétricos que possuem um fator de aquecimento, a estrutura do estabelecimento (sua construção), bem como seu material de construção, sua disposição de janelas, portas e vãos representam um dos maiores agentes diretos na temperatura interna do estabelecimento, as pessoas no recinto apresentam uma carga elevada na temperatura interna e sua ação (andar ou repouso) no recinto pode elevar de forma considerável a carga térmica do ambiente.

Os ambientes hospitalares ou de assistência à saúde têm normas específicas para a projeção de sistemas de refrigeração e ventilação, neste caso a norma consultada para

complementar o estudo foi a NBR 7256-2005, TRATAMENTO DE AR EM ESTABELECIDAMENTOS ASSISTENCIAIS DE SAÚDE (EAS). A Renovação, recirculação e movimentação do ar, a renovação do ar ambiente com ar novo de boa qualidade proveniente do exterior é necessária para reduzir a concentração dos poluentes transportados pelo ar. A vazão mínima de ar é estipulada para garantir movimentação adequada do ar ambiente e acelerar o transporte dos poluentes gerados internamente além de promover o conforto – O conforto é algo muito relativo, cada indivíduo tem necessidades biológicas distintas e projetar um sistema que supra a necessidade individual é praticamente impossível, pois o objeto de estudo é um estabelecimento público e os indivíduos além de serem de números inconstantes também variam, portanto o para projetar um sistema de refrigeração levaremos em conta um padrão, ou uma média, estipulada em 25° C para classificar como aceitável por todos os indivíduos - dos indivíduos o sistema de refrigeração deve prover uma renovação de no mínimo 27 m³/h por pessoa segundo a NBR 6401 – 1980 com a presença de no mínimo 17 pessoas, por se tratar de um estabelecimento público, podendo aumentar com a presença de mais indivíduos no recinto, além de promover o bem-estar dos indivíduos presentes no recinto, o sistema de climatização deve garantir que os mesmos não sejam infectados com poluentes provenientes da ambiente hospitalar, assim deve ser instalados filtros que retenham partículas nocivas à saúde, seguindo as normas padronizadas, além de basear-se nas normas acima o estudo segue uma a linha de pensamento elaborada pelo Professor Dr. Ricardo Wilson Cruz, onde o mesmo ensina, de forma sucinta, a identificar cargas térmicas denominadas de conjunto de efeitos que, atuando no ar de um determinado recinto, elevam ou diminuem a sua temperatura e umidade, ensina a combater o desconforto ocasionado pelas mudanças de temperaturas indesejadas, a partir do roteiro é possível identificar todas as constantes dos cálculos- assim como a ordem dos cálculos, facilitando a identificação das variáveis e constantes dos cálculos necessários.

Além da NBR 7256-2005 também tivemos como base o estudo da Qualidade do Ar Interno realizado por Adriano Trotta Carmo e Racine Tadeu Araújo Prado - 1999 onde fornecem informações básicas a respeito da qualidade do ar interno para alunos de graduação e interessados em geral. Tema que tem apresentado um grande desenvolvimento e que vem, cada vez mais, ganhando importância. Entende-se por informações básicas uma apresentação dos fatores que afetam a qualidade do ar, uma visão geral de como são desenvolvidos planos para a prevenção e resolução de problemas relacionados à mesma.

As normas citadas à cima defendem uma boa qualidade de ar interna bem como a captação de ar externo de qualidade, deve se levar em conta o local onde serão instalados os

captadores, a movimentação externa tanto de pessoas quanto de animais que comprometem a qualidade do ar interno, a presença de janelas ou vãos para áreas externas é extremamente rejeitada, todo ar que circula no interior de ambientes de saúde devem ser controlados seguindo a norma ASHRAE (1989), a mesma se baseia na necessidade de reduzir os odores e poluentes presentes em recintos confinados, estabelece padrões e a taxa de fluxo necessária para cada indivíduo, já citada anteriormente.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo está identificada como RECEPÇÃO E SALA DE ESPERA, medindo 123 m², as outras salas do estabelecimento já provêm de sistemas de refrigeração independentes da área de estudo denominada recepção e sala de espera, o prédio público atende cerca de 500 pacientes por semana, distribuído de forma não padronizada nos dias de atendimento, em seu pico diário atende até 120 pacientes, entre consultas e agendamentos, sua concentração máxima de pessoas em atividade normal é de 72 indivíduos.

A imagem a seguir representa a planta baixa do estabelecimento estudado os indivíduos comparecem para fazer consultas, exames e agendamentos compartilhando o mesmo ambiente.

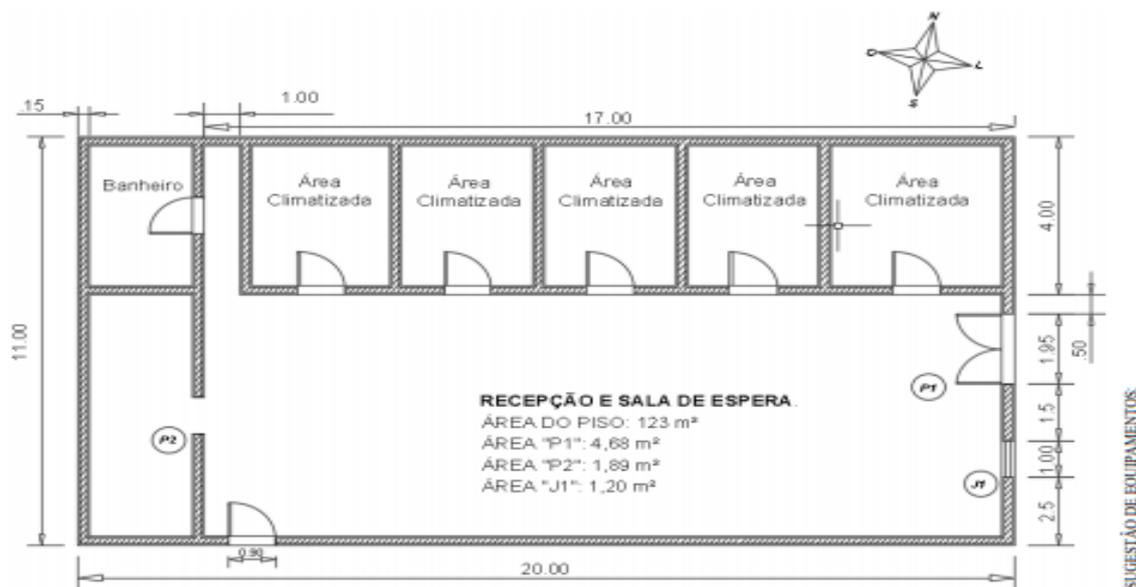


IMAGEM 1 – Planta Baixa, CAD. Fonte: Autor – 2018.

Com o auxílio de uma trena comum foi possível dimensionar as áreas necessárias para iniciar os cálculos do roteiro, as janelas, portas, vãos, piso e teto foram dimensionados para compor a planilha de cálculos, a planilha é composta pelos fatores de carga, o roteiro é aplicado ao Office Excel da seguinte forma:

- Janelas de Insolação (janelas que recebem incidência solar direta), se a janela está voltada pro norte ou nordeste e não tem proteção sua área AJ e multiplicada ao fator 240 (AJx240); voltado pro norte com proteção interna, então o fator é 115 (AJx15); voltada pro norte ou nordeste com proteção externa, o fator é 70 (AJx70); voltada para o leste nas mesmas situações citadas acima sua área AJ pode ser multiplicada aos fatores 270 Kcal/h, 130 Kcal/h, ou 85 Kcal/h; voltadas para o sudeste, pode ser multiplicada aos fatores 200 Kcal/h, 85 Kcal/h, ou 70 Kcal/h; voltada para o sudeste, pode ser multiplicada pelos fatores 400 Kcal/h, 160 Kcal/h, 115 Kcal/h; voltada para o oeste, os fatores são 500 Kcal/h, 220 Kcal/h, 150 Kcal/h; para o nordeste, os fatores são 350 Kcal/h, 150 Kcal/h, 95 Kcal/h. Deve-se medir todas as janelas que coincidem com algum dos fatores, assim é somada a área total das janelas.
- Janelas de Transmissão (janelas que recebem incidência solar indireta), as janelas de transmissão podem ser multiplicadas pelos fatores 50 Kcal/h ou 20 Kcal/h, depende do tipo de material em que a mesma é constituída, sendo vidro comum (50 Kcal/h), ou tijolos de vidro (20 Kcal/h).
- Paredes Externas (paredes que compõem a estrutura externa do estabelecimento, podem receber insolação direta ou não), seus fatores de multiplicação dependem da orientação das paredes sua estrutura, orientação sul: construção leve (13 Kcal/h) ou construção pesada (10 Kcal/h). Outras orientações: construção leve (20 Kcal/h), construção pesada (12 Kcal/h). As portas devem ser consideradas no cálculo como componente das paredes, as janelas não.
- Paredes Internas (paredes que separam cômodos do estabelecimento). O fator das paredes internas é 13 Kcal/h.
- Teto (a cobertura do estabelecimento e sua estrutura de fabricação, Laje sem forro, por exemplo), os fatores são: em laje exposta ao sol sem isolamento (75 Kcal/h); em laje com 2,5 cm de isolamento ou mais (30 Kcal/h); entre andares (13 Kcal/h); sob telhado com isolamento (18 Kcal/h); sob telhado sem isolamento (50 Kcal/h).
- Piso (piso do estabelecimento, bem como sua composição e local de construção), seu fator é 13 Kcal/h.

- Outras Fontes de Calor: Pessoas em repouso (75 Kcal/h), pessoas em atividade normal (150 Kcal/h), pessoas em forte atividade (750 Kcal/h), aparelhos elétrico (0,86 Kcal/h), motores (645 Kcal/h).
- Iluminação (lâmpadas e suas construções. Lâmpadas incandescentes, por exemplo) seus fatores são 0,5 Kcal/h para lâmpadas fluorescentes ou 1,0 para lâmpadas incandescentes.
- Portas (todas as áreas das portas de acesso ao recinto) o fator é de 150 Kcal/h. Quando a espessura do vão ou da porta for maior que 1,5 m o ambiente de acesso deve ser considerado no cálculo de carga térmica.

Esses fatores são dispostos em série aplicando a fórmula de multiplicação de valores do Excel:

$$(\text{= xa * xb})$$

- x = a linha.
- a e b = as colunas.

Ao fim das multiplicações os resultados são aplicados à fórmula (=soma), a função soma é uma das funções matemáticas e trigonométricas onde se podem adicionar os valores necessários de forma individual, referências de células ou intervalos ou uma mistura de todos os três. Todos os resultados são obtidos na forma de Kcal/h, para identificar o fator térmico exigido pelo ambiente é preciso converter Kcal/h para BTU/h: já definido em tabela do sistema internacional de medidas o 1 Kcal equivale a 3,96567 BTU/h (1 Kcal/h = 3,96567 BTU/h).

Ao final do cálculo e preenchimento da planilha se obtém o total de todas as cargas térmicas presentes no estabelecimento então o resultado é multiplicado pelo fator geográfico, este fator determina a capacidade e o desempenho de condicionadores de ar. (no caso de Manaus este fator é 1,05. É um fator adimensional previsto na NBR 5858 - 1983.), assim o resultado pode ser considerado mais exato.

Analisando as normas técnicas e as tabelas padronizadas que estabelecem os fatores necessários para compor uma base de cálculos foi possível criar este roteiro, ele abrange os mais diversos tipos de projetos de refrigeração, pois identifica a carga térmica necessária, assim precisamos fazer apenas algumas considerações com relação à natureza do estabelecimento, bem como sua localização e estruturação.

EICKHOFF (1994), o ar condicionado é contaminado por partículas, poeira ou filtros colonizados, uma vez que estas partículas são geradas na sua maioria por hospedeiros animados e afetam principalmente indivíduos imunocomprometidos.

As bactérias e os fungos espalhados são capazes de sobreviver em ambientes secos por longos períodos.

PEREIRA (1991) descreve que o “vírus sincicial respiratório sobrevive dez vezes mais em superfícies do que na pele; que o vírus da hepatite B sobrevive em sangue seco à temperatura ambiente até uma semana e, em ambos os casos, é possível que a transmissão ocorra devido à contaminação ambiental”.

Para relizar uma análise da redução dos contaminadores biológicos no ar foram realizados testes de em condições específicas com o auxílio de placas de petri (recipiente cilíndrico, achatado, de vidro ou plástico utilizado para cultura de microorganismos), denominados amostragens. As amostragens são classificadas de três formas:

- Amostragem Indireta: as placas de petri preenchidas com Ágar TSA (*Tryptone Soya Ágar*) são dispostas em pontos específicos do estabelecimento por um período de 4 horas a fim de capturar as partículas.
- Amostragem direta: As partículas foram filtradas pelos condicionadores de ar dispondo de filtros de classes F5 , F6 e F7, onde eram mantidos por um certo período de tempo (1 dia) ao fim os filtros foram retirados e levados a um laboratório onde as partículas foram removidas e postas em placas de petri para proliferação e posterior análise (amostragem direta), as partículas também era capturadas com uso de aspiradores e filtros, e as partículas condicionadas da mesma forma.
- Amostragem de superfícies: amostras de partículas presentes nas paredes, móveis e máquinas foram colhidas, sendo levadas ao processo de proliferação, assim como as anteriores.

Em visão geral foram identificados três tipos de partículas suspensas no ar que podem ser classificadas como:

- Organismos inertes – provenientes de corpos com vida, partículas sem vida que não interagem com meios de proliferação.
- Inorgânicas inerte – provenientes de matérias sem vida (poeira, sal, entre outros)
- Orgânicas viáveis – capazes de se desenvolver e proliferar em meios e condições favoráveis (fungos e bactérias).

As partículas classificadas como Orgânicas viáveis são as árticulas que oferecem risco a saúde e podem ser monitoradas como o uso placas de petri com Ágar , ambiente de proliferação rica em nutrientes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados coletados servem para compor o roteiro elaborado Professor Dr. Ricardo Wilson Cruz, tal roteiro foi simplificado com o uso da ferramenta Microsoft Office Excel, as fórmulas foram dispostas em planilhas, bem como as constantes que compunham o roteiro, assim o usuário apenas compõe a ferramenta com as variáveis dispostas na planilha, assim quando o usuário alimenta a planilha é possível obter com eficiência os parâmetros do projeto em questão. Abaixo é apresentado à planilha e seus resultados, para compor o estudo:

Tabela I, identificação e dimensionamento de janelas de insolação. Fonte: Autor - 2018

Janelas: Insolação						Energia (kcal/h)
Localização	Área (m ²)	Sem Proteção	Com Proteção Interna	Com Proteção Externa	Fator	
Norte		240	115	70		-
Nordeste		240	95	70		-
Leste	1,20	270	130	85	85	102,00
Sudeste		200	85	70		-
Sul		0	0	0		-
Sudoeste		400	160	115		-
Oeste		500	220	150		-
Noroeste		350	150	95		-

Tabela II, identificação de janelas de transmissão. Fonte: Autor - 2018

Janelas: Transmissão (Deve-se somar todas as áreas de mesmo material)			Energia (kcal/h)
	Área (m ²)	Fator	
Vidro Comum	4,68	50	234,00
Tijolo de Vidro		25	-

O cálculo é feito a partir da taxa média de radiação solar global proveniente da abóbada celeste que incide em uma superfície plana a planilha I é alimentada com as áreas das janelas que recebem energia solar nos diferentes sentidos, as áreas são somadas e multiplicadas aos fatores e de acordo com a situação das janelas – neste caso a área das janelas de insolação - (janelas que recebem radiação solar direta) é multiplicada por 85 ($1,20\text{m}^2 \times 85 = 102 \text{ kcal/h}$), o produto é dado em Kcal/h. As janelas que não recebem diretamente a energia térmica do sol são denominadas janelas de transmissão, sua área é multiplicada ao fator que corresponde a sua natureza. - O produto destas janelas é $4,68\text{m}^2 \times 50 = 234 \text{ Kcal/h}$ - Deve-se usar a taxa de insolação máxima no dimensionamento (o horário que o sol incide com maior intensidade no estabelecimento).

Tabela III, identificação e dimensionamento de paredes externas. Fonte: Autor - 2018

Paredes:					
paredes externas	Área (m ²)	Construção Leve	Construção Pesada	Fator	
orientação Sul	51,00	13	10	13	663,00
outra orientação	18,12	20	12	20	362,40

Tabela IV, identificação e dimensionamento de paredes internas. Fonte: Autor - 2018

paredes internas	Área (m ²)	Fator	
paredes	91,11	13	1.184,43

As tabelas III e IV dimensionam a energia em Kcal/h que as paredes emitem, a tabela III é composta por paredes que recebem e não recebem a emissão de calor do sol e multiplicadas as constantes referentes à natureza de suas construções, as paredes que não recebem incidência aquecem por condução proveniente das paredes que recebem incidência, por este motivo as mesas são incluídas na planilha de cálculos, a tabela IV é alimentada com a área das paredes que definitivamente não recebem radiação solar por serem localizadas no interior do estabelecimento, como divisórias para outros setores.

Tabela V, dimensionamento da cobertura. Fonte: Autor - 2018

Teto:			
	Área (m ²)	Fator	
Em lage exposta ao Sol sem isolamento		75	-
Em lage com 2,5cm de isolamento ou mais		30	-
Entre andares		13	-
Sob telhado com isolamento	123,00	18	2.214,00
Sob telhado sem isolamento		50	-

Assim como as paredes, o teto é um grande transmissor de energia térmica, sua composição pode reduzir ou aumentar a taxa de transmissão, a transmissão por radiação pode ser reduzida drasticamente com a adição de um isolante térmico, mais conhecido como forro, tetos forrados oferecem menor radiação de calor. O que afeta no resultado final do projeto reduzindo o custo energético final, neste caso o teto contém um isolante térmico, proporcionando menor radiação, o piso também é um grande condutor térmico, quando este é construído sobre outros prédios, como neste estabelecimento o mesmo foi construído diretamente sobre o chão, sua constante reduz o valor da condutibilidade térmica chegando a zero, e sendo descartado.

Tabela VI, pessoas como fonte de calor. Fonte: Autor - 2018

Número de Pessoas			
	Número	Fator	
Em atividade normal	72,00	150	10.800,00
Em repouso		75	-
Em forte atividade		750	-

Tabela VII, objetos como fonte de calor. Fonte: Autor - 2018

Outras fontes de Calor			
	Potência (W)	Fator	
Aparelhos Elétricos	720,00	0,86	619,20
Forno Elétrico		0,86	-
Aparelhos de Grelhar		0,86	-
Mesa Quente		0,86	-
Cafeteiras		0,86	-
	Potência (HP)	Fator	
Motores		645	-
	Potência (W)	Fator	
Iluminação			
Incandescente		1	-
Fluorescente	800,00	0,5	400,00

A tabela VI e a VII servem para identificar as fontes de calor internas, dividindo as pessoas e os objetos, a partir do pico de atendimento no estabelecimento obtém-se o número máximo de pessoas ocupando simultaneamente o mesmo espaço, de acordo com a atividade realizada no estabelecimento o número de indivíduos é multiplicado ao fator energético como mostra a tabela VI, os indivíduos em repouso produzem uma taxa menor de calor, como o ambiente é uma recepção e sala de espera considera-se que os indivíduos estão em repouso e em atividade normal (conversas, gestos simples, pouca movimentação) dimensionado o número de pessoas deve-se identificar os objetos que emitem energia térmica, aparelhos elétricos, motores e lâmpadas são exemplos desses objetos, deve-se identificar suas potências de trabalho e somar sendo em Kw ou Hp, como mostra o campo da iluminação, o setor faz o uso de 20 lâmpadas de 40W totalizando 800W este total é multiplicado ao fator que corresponde a natureza de funcionamento do objeto – neste caso como as lâmpadas são fluorescentes elas emitem pouca energia térmica.

Tabela VIII, dimensionamento de vãos não refrigerados. Fonte: Autor - 2018

Portas ou vãos continuamente abertos para áreas não condicionadas			
	Área (m ²)	Fator	
Portas	3,60	150	540,00

As áreas não refrigeradas podem gerar uma taxa de renovação de ar, e precisa ser dimensionado, como o setor é de assistência à saúde, é necessário dimensionar uma renovação de ar de no mínimo 27m³/h por pessoa, assim foi necessária a instalação de exaustores para renovação do ar, ambos de 30 cm de raio, onde foi acrescentada dos exaustores as demais áreas dos vãos que passa para a áreas não refrigeradas. Após o preenchimento da planilha de cálculos deve ser somada toda a carga térmica produzida no interior do estabelecimento, a soma dos resultados de todos os cálculos forma o valor térmico que o sistema de refrigeração eliminará.

Tabela IX, cálculo simplificado das cargas térmicas. Fonte: Autor - 2018

		kcal/h	BTU/h	
Cargas Térmicas (kcal/h)	1	Janelas: Insolação	-	-
	2	Janelas: Transmissão	294,00	1.166,59
	3	Paredes	2.209,83	8.768,61
	4	Teto	2.214,00	8.785,15
	5	Piso	-	-
	6	Pessoas	11.250,00	44.640,00
	7	Outras Fontes	1.019,20	4.044,19
	8	Portas	283,50	1.124,93
Total		18.134,06	71.955,94	
Sub-total com Fator Geográfico		18.134,06	71.955,94	
Total (kcal/h)		18.134,06		
Total (BTU/h)		71.955,94		
Total (TR)		6,00		
Total (kW)		21,09		

Ao se projetar um sistema de climatizadores se deve levar em conta que em qualquer ambiente climatizado, a temperatura deverá variar de 23° C a 26° C no verão e 20° C a 22° C no inverno, isso é um padrão especificado pela ANVISA em 2000, com umidade variando de 40% a 65% e a taxa de renovação mínima de 27 m³ / hora/ pessoa analisando que a tabela a cima observamos que os maiores produtores de cargas térmicas são as pessoas, poderia ser reduzido a carga térmica apenas reduzindo o numero de pessoas simultâneas no recinto, mas além da carga térmica o eficiência no atendimento ao público também cairia, a presença das 72 pessoas no local representa aproximadamente 62% de toda a carga (44.640 BTU/h) ainda que retirassem todas a demais variáveis o sistema de refrigeração não supriria a necessidade, mudar a composição das paredes e do teto também seria inviável, pois somando as cargas térmicas destes fatores representaria apenas 24% de toda a carga, A carga térmica do ambiente em situação de pico de atendimento é de aproximadamente 72.000 BTU/h, no local havia duas unidades de 18.000 BTU/h cada, ou seja, metade do necessário 36.000 BTU/h. Portanto para preservar a qualidade no atendimento e a quantidade de pessoas atendidas por dia seria necessário uma alteração na composição do sistema de refrigeração, para compor o projeto poderia ser instalada mais duas unidades similares as que já constavam no local e suprir a necessidade por completo, mas o consumo energético não seria viável, pois os equipamentos de janela consumiam muita energia e tinha uma baixa eficiência, além de já

estarem praticamente fora de linha, além de não contar com a renovação do ar e com a recirculação. Portanto, o ideal seria projetar um novo modelo de refrigeração e ventilação do ambiente para poder cumprir as normas regulamentadoras, sendo assim a proposta foi optar por novas configurações e com outros modelos de equipamentos que apresentavam propostas diferentes, mais acessível e eficiente, dentro dos padrões exigidos pelo setor de saúde, promovendo maior comodidade.

Três configurações foram propostas e estão dispostas em A B e C respectivamente:

Tabela X, configuração A dos equipamentos. Fonte: Autor - 2018

CAPACIDADE	CONSUMO	CUSTO	CUSTO DO KW.H/MES
18.000 BTU/h	55,23 KWh/mês	R\$ 29,27	117,08
18.000 BTU/h	55,23 KWh/mês	R\$ 29,27	
18.000 BTU/h	55,23 KWh/mês	R\$ 29,27	
18.000 BTU/h	55,23 KWh/mês	R\$ 29,27	

Na configuração A da tabela acima se optou por preservar as unidades de refrigeração presentes no estabelecimento, porém o consumo energético seria muito elevado, diminuindo muito a eficiência do sistema, além de não atender a todas as especificações das normas.

Tabela XI, configuração B dos equipamentos. Fonte: Autor - 2018

CAPACIDADE	CONSUMO	CUSTO	CUSTO DO KW.H/MES
18.000 BTU/h	55,23 KWh/mês	R\$ 29,27	100,98
18.000 BTU/h	55,23 KWh/mês	R\$ 29,27	
18.000 BTU/h	40,05KWh/mês	R\$ 21,22	
18.000 BTU/h	40,05KWh/mês	R\$ 21,22	

A configuração B consiste em manter as unidades já presentes no estabelecimento e fazer uma combinação com outros equipamentos mais modernos e que atendam as normas. O Consumo é elevado, no entanto atraente e eficiente em relação ao anterior, no entanto diminuir o consumo e suprir a necessidade térmica era o objetivo, pois os dispositivos que foram mantidos continuam defasados e com alto consumo energético. Então houve a necessidade de estudar outra possibilidade de configuração.

Tabela XII, configuração C dos equipamentos. Fonte: Autor - 2018

CAPACIDADE	CONSUMO	CUSTO	CUSTO DO KW.H/MES
24.000 BTU/h	60,06KWh/mês	R\$ 31,83	
24.000 BTU/h	60,06KWh/mês	R\$ 31,83	R\$ 98,50
24.000 BTU/h	60,06KWh/mês	R\$ 31,83	

Levando em consideração os dados da tabela IX podemos identificar o problema, pois o setor em questão conta apenas com duas unidades de climatização com capacidade de 18.000/h totalizando 36.000 BTU/h e nenhum tipo de renovação dos 369 m³ de ar do ambiente. A NBR 6401 - 1980 exige uma taxa de renovação de ar de 27 m³/h por pessoa ou a presença de no mínimo 17 pessoas, em ambientes de assistência a saúde, e como o ambiente em questão conta com 72 pessoas em seu pico de atendimento o total de renovação de ar seria de 1944 m³/h, aumentado à concentração de poluentes químicos e biológicos no local, além de não suprir a necessidade térmica do ambiente não segue nenhuma especificação ditada pela NBR 7256-2005, ainda custa um alto preço pelo valor energético para manter dois equipamentos de alto consumo e de tecnologia inferior à oferecida pelo mercado atual.

Analisando as propostas, a configuração que apresentou a proposta mais viável foi à reinstalação de novos climatizadores, mais eficientes e de baixo custo de operação, tal decisão acarretou na desativação das unidades que havia no local e instalação de 3 novas centrais de refrigeração de acordo com o que a configuração C propunha.

Tabela XIII, comparação de consumo. Fonte: Autor - 2018

CONFIGURAÇÃO	CONSUMO TOTAL	CUSTO DO KW.H/MES
A	1.767,36 KW	R\$ 936,70
B	1.524,48 KW	R\$ 807,97
C	1.441,44 KW	R\$ 763,96

Comparada com as demais a configuração “C” apresenta uma média de economia de R\$ 100,50 ao mês em relação às configurações “A” e “B” onde apresentam o consumo mais elevado, comparando os resultados das tabelas X, XI e XII podemos analisar com mais clareza essa diferença de consumo e seus custos. A configuração C apresenta também uma recirculação de ar de 1260 m³/h, essa taxa de recirculação representa aproximadamente 340% de todo o ar presente no setor de estudo (369 m³), tal ação ocasionou na renovação de mais de 108%/h do ar, ou seja, o ar tem renovação de 2100 m³/h acima do exigido pela norma ASHRAE (1989) já citada a cima.

Tabela XIV, comparação recirculação. Fonte: Autor - 2018

CONFIGURAÇÃO	TAXA DE RECIRCULAÇÃO	PORCENTAGEM
A	880 m ³ /h	238%
B	1.070m ³ /h	289%
C	1260 m ³ /h	340 %

Além dos parâmetros especificados o sistema ainda conta com a tecnologia inverter, tal tecnologia regula o fluxo de energia do sistema, alterando a velocidade do compressor reduzindo o consumo de energia assim que o sistema detecta uma redução na carga térmica do ambiente, ideal para estabelecimentos de saúde, que não tem uma movimentação constante de pessoas. O sistema também reduz os picos de energia e flutuação, pois o compressor do condicionador mantém-se em sua maior parte acionado, o mesmo apenas ajusta sua rotação, reduzindo, evitando os picos energéticos de arranque ao desligar diminuindo o consumo energético e aumentando a eficiência do sistema.

Após definir qual sistema de climatizadores seria instalado no estabelecimento era necessário definir os filtros que comporiam o sistema. Usando de placas de cultura foi possível realizar um estudo comparativo da qualidade do ar interno. As placas de cultura podem conter uma série de bactérias, fungos e vírus como: *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*, *Mycobacterium tuberculosis*, *Neisseria meningitidis*, *Streptococcus pneumoniae*, *Actinomyces* sp, *Paracoccidioides* sp, *Penicillium* sp, *Cladosporium* sp, *Fusarium* sp, vírus da influenza e sincicial.

Para eliminar boa parte desses contaminadores, além da renovação e a recirculação de ar, a aplicação de filtros foi estudada de acordo com os resultados das amostragens. Como a NBR 7256-2005 classifica o setor de estudo como um setor semicrítico então não é necessário uma filtragem de 100% de retenção (filtros absolutos), os filtros da classe F7, F6 e F5 submetidos aos testes de amostragens.

Os testes foram realizados da seguinte forma: os filtros foram instalados no sistema de refrigeração e mantidos nas máquinas por um dia, assim eles eram retirados e suas partículas coletadas e cultivadas em placas de Petri, além de dispor de outras placas de Petri que foram mantidas por 4 horas dispostas no local. Por não prover de conhecimento em microbiologia as placas eram comparadas e classificadas de acordo com a área de proliferação dos microrganismos, assim as placas de cultura foram comparadas às placas de acordo com os tipos de amostragem. A relação entre elas eram anotadas para posterior comparação, e

calculadas as áreas de proliferação de todas as placas. As placas com maior porcentagem em relação ao sistema e o meio representavam maior eficiência de filtragem. Dispondo de 9 (nove) placas de Petri com especificação de 60x15 mm (Diâmetro X Altura) foi calculada a área do círculo antes de iniciar os testes – 113,10 cm²-, após a realização das amostragens e como auxílio de um gabarito foi possível calcular a área de proliferação que continha em cada placa, assim a área de proliferação era calculada com a área livre e então obtida a porcentagem de proliferação em cada etapa do teste.

A amostragem indireta com filtro F7 apresentou uma taxa de proliferação de 22% da área da placa, como mesmo filtro e amostragem direta a placa apresentou a taxa de 96% da área proliferada e a placa com as partículas coletadas nas superfícies apresentou uma taxa de 25% de proliferação na área da placa, significando que quando o filtro instalado no sistema de refrigeração a taxa de retenção de partículas cresce, enquanto reduz a quantidade de partículas no ambiente.

A amostragem direta com filtro de classe F6 apresenta uma taxa de proliferação de 79% da área da placa, apresenta uma taxa de 52% da área da placa na amostragem indireta e taxa de amostragem de superfície foi de 56% da área da placa infectada.

A amostragem contendo filtro de classe F5 obteve as seguintes taxas 65% da área em amostragem direta, 81% em amostragem indireta e 83% da área em amostragem de superfícies.

A planilha abaixo exemplifica o teste:

. Tabela XV, taxa de população Fonte: Autor - 2018

FILTRO	AMOSTRAGEM INDIRETA	AMOSTRAGEM DIRETA	AMOSTRAGEM DE SUPERFICIE
F7	22%	96 %	25%
F6	52%	79%	56%
F5	81%	65%	83%

Podemos observar que quando o filtro apresenta uma retenção maior de partículas o meio é afetado, sendo reduzida a porcentagem de poluentes presentes no ar. Quando o filtro representa uma boa taxa de retenção as partículas do meio são reduzidas, como podemos observar na tabela, quando o sistema dispunha de um filtro de classe F7 a taxa de proliferação era maior na amostragem direta em relação as demais, por apresentar maior eficiência o filtro em questão foi escolhido para compor o sistema de refrigeração e renovação do ar. Os filtros de classe F7 são classificados como Finos com eficiência 80% a 90%.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os padrões exigidos pela NBR 7256-2005 e pela NBR 6401 – 1980 foram cumpridos, a renovação de ar foi redimensionada em 108% (2100m³/h), a fonte de renovação de ar foi projetada de maneira que não interfira na qualidade do ar interno, foram instalados filtros de classe F7 para reter a maioria dos poluentes químicos ou biológicos, agora os usuários podem contar com sistema de refrigeração onde a temperatura varia de 23°C a 26°C no verão e de 20°C a 22°C no inverno. A carga térmica foi completamente extinguida e o gasto energético foi reduzido, com uma economia de aproximadamente R\$ 100,00 mensais. Agora os indivíduos dispõem de um sistema que reduz os riscos de contaminação por poluentes biológicos, onde os valores estão abaixo 750 ufc/m (quantidade de partículas/metro), proporciona maior conforto em sua estadia e tem mais segurança. Além da resolução dos problemas, também foi possível elaborar um roteiro que simplifica o processo e reduz o tempo de produção do mesmo de forma intuitiva e fácil, apenas com um papel em mãos, caneta e uma trena são possíveis iniciar um projeto de grande complexidade, aplicar os cálculos na ferramenta Microsoft Excel é muito mais eficiente, pois a mesma já contem as variáveis necessárias para a composição do projeto.

REFERÊNCIAS

A QUALIDADE DO AR EM AMBIENTES HOSPITALARES CLIMATIZADOS E SUA

CRUZ, Ricardo Wilson et. al. Carga térmica de edificações. Capítulo 4. Manaus: UEAM, 85 p.

ARAÚJO, Eliete de Pinho. Apostila de Ar Condicionado e Exaustão. FATECS – Arquitetura e Urbanismo – 2010. 72 p.

Carmo AT, Prado, RTA. *Qualidade do ar interno*. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo; 1999.

INFLUÊNCIA NA OCORRÊNCIA DE INFECÇÕES. Revista Eletrônica de Enfermagem, v. 06, n. 02, p. 181-188, 2004. Disponível em www.fen.ufg.br

Journal infec. Control Hosp. Epidemiol, n.20, p. 508- 513, 1999. DANTAS, E. H. M. Ar condicionado, vilão ou aliado? Uma revisão crítica. Revista Brasindoor, v.2, n. 9, p. 4- 9, 1998.

NBR 5858/1983 – Condicionador de ar doméstico – Especificações. ABNT, Rio de Janeiro.

NBR 6401/1980 - Instalações centrais de ar-condicionado para conforto - Parâmetros básicos de projeto. ABNT, Rio de Janeiro.

NBR 7.256/2005 – Tratamento de ar em estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS) – requisitos para projeto e execução das instalações. ABNT, Rio de Janeiro.

PEREIRA, L. O. P. Ambiente hospitalar versus infecções hospitalares. *Arquivo Brasileiro de Medicina*, São Paulo, v. 5, n. 65, p. 21S-23S. 1991.