



**XVI CONBRAVA - CONGRESSO BRASILEIRO DE
REFRIGERAÇÃO, AR-CONDICIONADO, VENTILAÇÃO,
AQUECIMENTO E TRATAMENTO DO AR**
São Paulo Expo - 10 a 13 de setembro de 2019

CONTROLE EFICIENTE DE CO₂ EM CALL CENTER – NBR 16.401¹

Gabriel Joaquim de Souza Gomes de Macedo, Sergio Yoshio Shimizu

RESUMO

A Renovação de ar é fundamental para o controle de gases nocivos à saúde no ambiente de trabalho, e um destes parâmetros de controle é o nível de CO₂. Um grande desafio, é manter dentro dos parâmetros grandes lajes de trabalho, como Call Centers, com o devido controle eficiente de renovação com confiabilidade. Neste artigo, será apresentado uma solução atrelada ao sistema de automação, capaz de realizar um controle de um sistema de renovação, utilizando como exemplo uma área de 5000m² para 1000 colaboradores, considerando que em diversos momentos não haverá 100% de ocupação dos espaços, e o sistema será capaz de ajustar conforme a demanda. É um trabalho conjunto do sistema de ar condicionado, automação, e gestão da equipe, para que em períodos de baixa ocupação o sistema seja eficiente e beneficie a própria companhia, seja com economia de energia e principalmente qualidade de ar aos usuários.

Palavras-chave: Renovação. Ar.Call Center.

ABSTRACT

Air renewal is fundamental for the control of harmful gases to health in the work environment, and one of these control parameters is the level of CO₂. A major challenge is to keep large work slabs within the parameters, such as Call Centers, with due efficient control of renovation with reliability. In this article, a solution will be presented, linked to the automation system, capable of performing a control of the renovation system in an area of 5000m² with 1000 employees, considering that in several moments there will be no 100% occupancy of the spaces, and the system will be able adjust according to demand. It is a joint work of the system of air conditioning, automation, and management of the team, so that in periods of low occupancy the system is efficient and benefits the company itself, either with energy saving and mainly quality of air to users

Keywords: Renewal. Air. Call Center.

1 INTRODUÇÃO

O controle do nível de CO₂ no ambiente de trabalho, se tornou um dos principais temas na área do AVAC-R nos últimos anos, devido aos surgimentos da Portaria 3.523 do ministério da saúde, RE 09 da Anvisa e a atualização da NBR 16401 parte 3, que trata da qualidade do ar interior. Infelizmente, a atenção devida ao tema pela sociedade se deu apenas devido a regulamentações, e principalmente mais difundida depois da Lei 13.589/2018, porém com um enfoque sempre em atender apenas a legislação e deixando de lado a importância para os usuários que passam cerca de 70% do seu tempo em um ambiente com sistema de ar condicionado.

Assim, com a responsabilidade para cumprir as regulamentações, mas principalmente o objetivo de fornecer qualidade de ar interior aos colaboradores, este trabalho visa apresentar uma solução aplicada a um Call Center onde o adensamento é maior que um escritório convencional, e normalmente suas plantas possuem grandes áreas, como um edifício localizado em São Paulo de uma seguradora, cujo os pavimentos possuem 5000m² de área e 1000 colaboradores por andar.

A solução é um trabalho conjunto da equipe de ar condicionado com o sistema de automação, onde devido aos períodos sazonais, trocas de turnos, e maior número de colaboradores em períodos específicos, manter o sistema adequado ao usuário sem causar desconforto é um desafio, e a eficiência do sistema está diretamente ligada com o ajuste conforme necessidade, e isto inclui um sistema de renovação ar por demanda mantendo sempre a qualidade do ar.

O sensoriamento do nível de CO₂, interligado com um sistema capaz de emitir comando, e por fim ter um banco de dados para que sejam feitas as análises dos dados coletados, é fundamental para um bom gerenciamento do sistema de ar condicionado e renovação de ar para um cenário de grandes plantas e um alto nível de adensamento.

2 PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DO SISTEMA DE RENOVAÇÃO EM GRANDES ÁREAS DE TRABALHO.

O funcionamento do sistema para grandes ambientes, recomenda-se que seja feito através da renovação de ar por um equipamento independente de ar condicionado, como por exemplo *Fan Coil*, com distribuição de ar através de uma rede de dutos de modo que a temperatura de insuflação seja a mesma temperatura do ambiente condicionado (Entre 23°C e 25°C com UR de 40% a 60%), para que haja controle da temperatura interna sem grandes gradientes, onde se utilizássemos apenas ventilador para insuflar o ar de renovação no ambiente teríamos um desbalanceamento de temperatura que certamente causaria incomodo aos usuários, já que para ambientes de grande porte, e um alto número de pessoas, a vazão certamente é alta, o que ocasionaria desconforto interno, efeito que se agravaria principalmente em dias com as temperaturas mais elevadas. Para uma melhor distribuição de

ar, um sistema composto por *damper* automático controlando o ar por zonas distribuídas uniformemente e insuflando através de difusores, soluciona este problema.

O ambiente com sensores de CO₂ a uma altura de 1,5 metro do chão interligados em cada *damper*, assim o *damper* irá modular de acordo com a referência do sensor, e a pressão na rede de dutos monitoradas por pressostatos (integrados ao sistema de automação) instalados no seu interior é alterada.

Com a diferença de pressão, o ventilador do equipamento de renovação com um inversor de frequência, também integrado sistema de automação, utilizará como referência os valores do pressostato da rede de dutos, e irá modular a frequência do equipamento conforme a pressão de controle previamente estabelecida. A definição do valor da pressão deverá ser dimensionada pelo projetista, conforme a vazão de projeto, assim como a vazão mínima de renovação que deverá permanecer em caso de níveis mínimos de atuação.

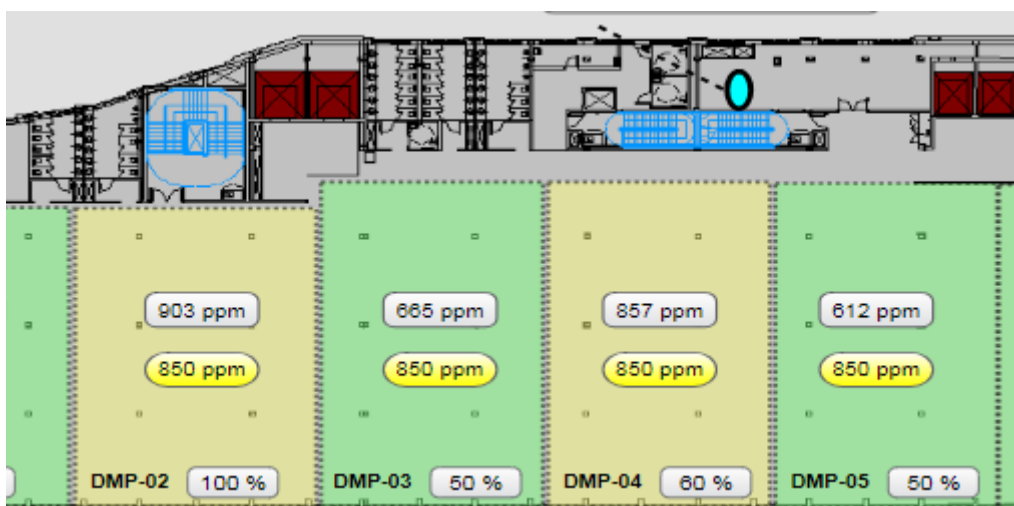
Desta forma, conseguimos manter o controle da taxa de renovação de ar em grandes ambientes, com grande população como um *Call Center*, desde períodos com altas taxas de ocupação, até em horários de pouca densidade de colaboradores, exemplo em períodos noturnos, finais de semana e feriados. O sistema atende conforme a necessidade de cada momento do ambiente, economizando energia quando possível, e principalmente cuidando da satisfação de quem está no local de trabalho, controlando a vazão, mantendo o sistema linear, atendendo aos níveis mínimos de qualidade do ar.

3 COMPONENTES DO SISTEMA

3.1 Sensor de CO₂

O controle do nível de CO₂ do ambiente pode ser feito por sensores, com saídas de 0 a 10 Vdc ou 4-20 mA, que irão atuar nos *damper's* automáticos a serem instalados nos dutos de insuflação, que controlam a quantidade de ar externo a ser suprida em cada área do ambiente, para isso é importante que os equipamentos estejam distribuídos de forma uniforme pela planta, divididos em zonas e com o nível de controle (*setpoint*) abaixo de 1000ppm, com o valor máximo de 1000 ppm (alarme). Um exemplo de operação, seria manter o controle em 850 ppm, visto que é um sistema que irá trabalhar de forma variável e teríamos margem de 150ppm para que o sistema se ajuste, em vez de deixá-lo em modo de operação de 1000ppm sem margem de trabalho, e assim entre 850ppm e 1000ppm o sistema trabalharia em estado de atenção, e acima de 1000ppm estado de alarme. Com uma marcação do tipo semáforo no sistema supervisor do empreendimento, podem ser sinalizados com os níveis abaixo de 850 ppm em verde, no estado de atenção em amarelo e o estado de alarme em vermelho, para que a equipe operacional possa acompanhar e atuar no sistema de forma corretiva inspecionando o sistema de renovação, realizando testes para que o sistema seja regularizado.

Figura 1 – Exemplo do controle CO₂ tipo semáforo.



Fonte: Controller, 2019

Como exemplo, quando a concentração interna de CO₂ de cada região se aproxima do *setpoint*, a quantidade de ar exterior será modulada para manter a concentração no nível desejado, através dos *damper's* motorizados instalados nos dutos de ar de renovação. Estes *damper's* estão interligados aos sensores de CO₂, responsáveis pela referência de modulação do sistema.

A renovação de ar será executada por tomada de ar externo, com sistema de filtragem conforme NBR 16401, onde deverá ter a concentração de CO₂ externa monitorada com objetivo de apresentar a concentração de fundo (background), visto que o valor de concentração de CO₂ interna é função direta da concentração externa.

A especificação dos *damper's* motorizados e dos atuadores proporcionais, devem estar no projeto de AVAC-R, para que sejam instalados na fase de concepção dos edifícios pelo instalador do sistema de ar condicionado, e caso os edifícios já estejam em funcionamento, deverá ser considerado no projeto de adequação, visto que o projetista deverá realizar o correto dimensionamento dos componentes.

3.1 Damper Motorizado

O controlador do *damper* motorizado dispõe de tomadas de pressão estática e total que corrige a posição das aletas do equipamento na ocorrência de variações na pressão no duto, mantendo a vazão calculada de controle. Para o devido monitoramento e controle com o sistema supervisório, o atuador deverá possuir comunicação via BACNET / MODBUS, e habilitado para sistema de *feedback* informando a posição de regulação do *damper*, com o controlador usando como parâmetro para modular a vazão de insuflação, o CO₂ medido pelo sensor no ambiente e do valor do *setpoint* ajustado pelo operador.

É importante prever em projeto o uso de atenuador acústico para absorver boa parte da parcela do ruído ocasionado pelo fluxo de ar, visto que o

ambiente exige um controle de ruído rigoroso, devido seu adensamento natural de colaboradores.

Conforme relatado por Silva (2017) a estratégia de controle (programa de controle) do *damper* deverá ter evidenciado a fórmula do PID (*proportional integral derivative*) aplicado a sua sequência de operação, para que sejam estudadas durante a operação e modificadas se necessário conforme a demanda do ambiente.

Enfatizando que em caso de falha do Sistema de BMS, o Sistema de Ar Condicionado e Ventilação deverá operar de forma autônoma.

4 SISTEMA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO

A automação sempre envolvia um custo muito alto de implantação se comparado com todo o custo do empreendimento, já que não era uma tecnologia usual, e tinha baixa demanda, cenário que vem mudando ao longo dos anos, visto os benefícios em contrapartida do investimento.

Hoje é parte integrante de um sistema eficiente, envolvendo economia de energia e efetividade em sua solução, a automação em um sistema predial, que vem barateando seus custos e trazendo novas tecnologias a cada dia, com edifícios inteligentes, e o controle de CO₂, não fica fora das novidades, assim usufruímos de qualidade do ar, com eficiência energética, implantando um sistema inteligente em nosso local de trabalho.

Dividimos o sistema de automação predial em 3 camadas, sendo:

- 1º Camada:

Sensoriamento de Sistemas de Telemetria: Consiste na camada básica para coleta de informações no qual pode ser gerenciado via *Big Data*, com a implantação desta fase é possível o registro de ocorrências, log's de sistemas, registro de consumos, registro de comportamento da operação e comportamento de equipamentos periféricos.

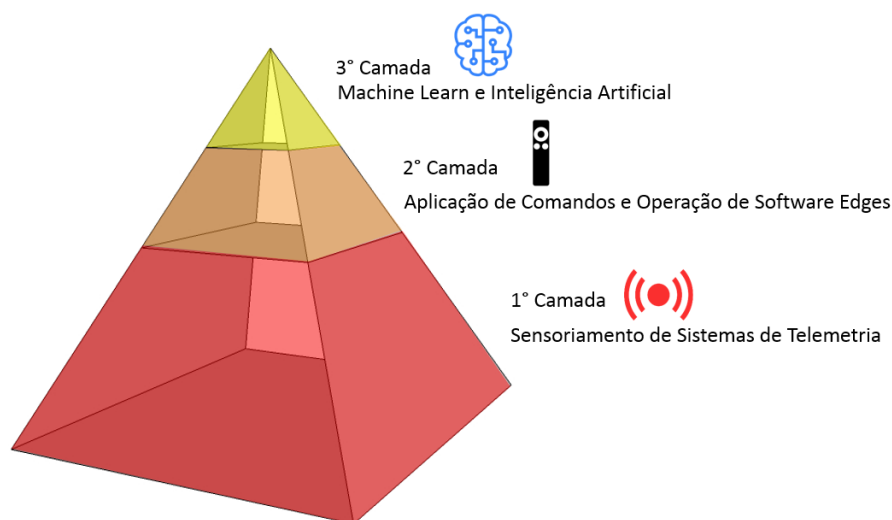
- 2º Camada:

Aplicação de Comandos e Operação de *Software Edges*: Consiste na aplicação da segunda camada no qual é possível reações responsivas. Ao transferir os comandos locais dos equipamentos periféricos e concentrar em um sistema no qual podemos acessar remotamente (*Software Edges*) ganhamos otimização nas operações e agilidade nos processos, tornando dispensável a intervenção humana em campo. Com a aplicação de um sistema de comando, ganhamos a possibilidade de registros de eventos, coleta de dados na operação no qual podemos alimentar um Banco de Dados (*Big Data*).

- 3º Camada:

Machine Learn e Inteligência Artificial: Consiste na aplicação de recursos analíticos, análise de dados, capacidade de reações pós análises, estatísticas e integrações de vários Sites. Nesta etapa é possível via implementação de *softwares* analisar diversos eventos, log's de sistemas e comportamento reativos da 2º camada e reagir de forma mais adequada e com mínimas possibilidades de erros. Ainda não seria possível a operação completamente independente da intervenção humana, porém a autonomia do sistema é bastante satisfatória.

Figura 2 – Camadas de automação.



Fonte: Elaborado pelo autor

O sistema de controle e automação, que deverá ser operado por uma equipe especializada, deve ser composto por:

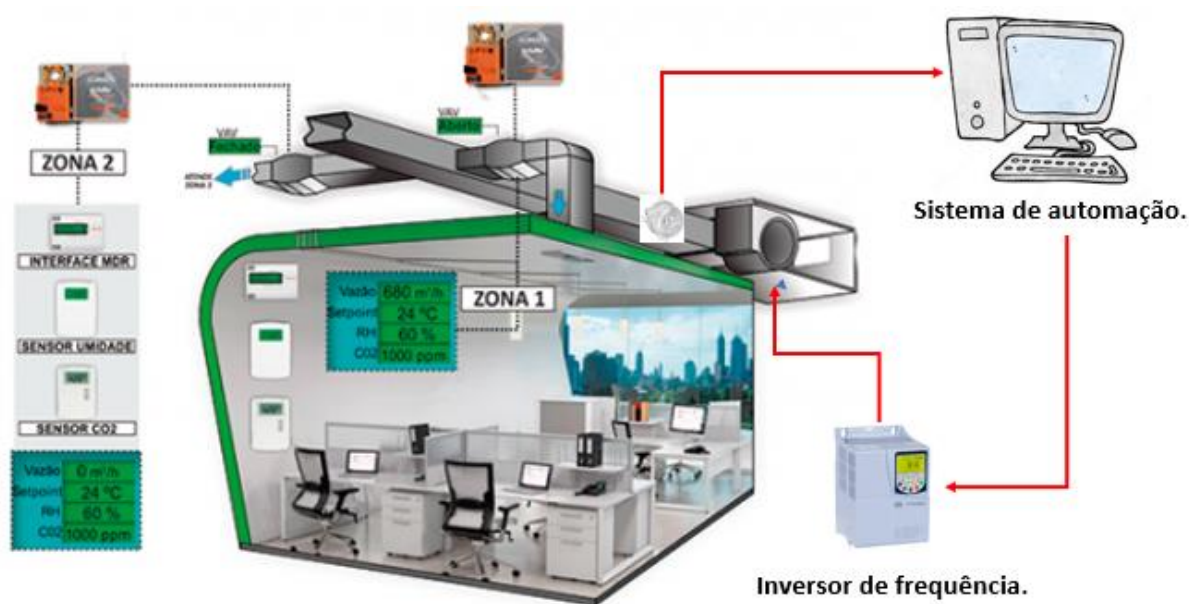
- Controlador para permitir ligar e desligar o equipamento de renovação, com programação de horário e com ajustes tanto automático como manual;
- Os filtros devem ter a sua perda de carga monitorada remotamente, facilitando a identificação do momento de substituição do filtro;
- O ventilador com inversor de frequência deve ter a sua rotação ajustada automaticamente pela pressão da rede de duto principal de insuflação, com cada *damper* operando de forma autônoma;
- Deverá prever o ajuste manual de *damper* pelo sistema para possíveis emergências;
- Deverá prever sensor de temperatura no retorno do equipamento de

renovação;

- Deverá prever o ajuste da temperatura do equipamento de Renovação;

Premissas estas, importantes para a automação complementar o sistema como um todo, parte da instalação a qual é possível fazer com investimentos variados, dependendo dos níveis de controles, e níveis de integração que se pretende entre o sistema de AVAC-R, automação e demais disciplinas de um edifício.

Figura 3 – Aplicação do sistema de CO₂ com VAV e automação.



Fonte: Engenharia Arquitetura (2017)

5 BALANCEAMENTO DAS VAZÕES DE AR

Inicialmente deve-se fazer a análise do projeto do sistema de AVAC-R, e realizar o balanceamento pelo método direto, recomendado para ganho de tempo e maior eficiência em sistemas de grande porte. É fundamental para esta etapa, que o projeto esteja fiel as instalações executadas, assim deverá ser calculado a perda de carga de todo o trecho da rede de dutos, a fim de saber quais os ajustes necessários para *dampers* e difusores, e se será necessário a inserção de algum acessório no sistema para que seja feito o balanceamento. Caso não atinja as vazões de projeto, eventuais ajustes pelo método proporcional devem ser necessários, porém, com muito mais assertividade do que se iniciado pelo método proporcional desde o início do balanceamento.

Todo o processo deve ser feito com equipamentos calibrados e com os seus devidos certificados, para que o resultado seja alcançado com um desvio máximo de 10% para mais ou para menos da vazão de projeto.

Importante enfatizar que o balanceamento deve ser realizado em todo o sistema de insuflação e exaustão de um empreendimento.

6 RESULTADOS

Realizado o comparativo entre 2 edifícios da mesma companhia, com o cenário 01 o *Call Center* com insuflação de ar externo direto no ambiente, e o cenário 02 com o método apresentado neste trabalho e com o dobro de pessoas do primeiro cenário, obtivemos os seguintes resultados em relação a chamados de ar condicionado.

Quadro 1 – Pesquisa de chamados de ar condicionado

Chamados de Ar condicionado.	Cenário 01	Cenário 02
Agosto	166	99
Setembro	133	106
Outubro	140	128
Novembro	128	80
Dezembro	133	96

Fonte: Elaborado pelo autor

Conforme demonstrado neste quadro, mesmo com o dobro de colaboradores em um edifício com o controle modular do sistema de renovação, integrado ao sistema de automação, o número de chamados é menor que um prédio de mesma característica, com o menor número de pessoas, porém com uma distribuição de ar e controle que causa incomodo aos usuários.

Podemos mensurar outros ganhos como:

- Agilidade nos atendimentos de chamados de ar condicionado;
- Aumento no conforto com um sistema que auto se ajusta;
- Diminuição do número de rondas pela equipe de ar condicionado, aproveitando melhor o uso da mão de obra;
- Controle por zona do sistema de renovação, se adequando aos momentos sazonais, e facilitando a adequação de novos *layout's*, algo comum para edificações com esta finalidade.

7 CONCLUSÕES

O sistema de renovação de ar, seja para um escritório comum, área de grande circulações de pessoas, *Call Center*, ou até mesmo ambientes ainda não fiscalizados como residências, é de suma importância para a qualidade da saúde humana. Devemos nos preocupar com as pessoas e não apenas de regulamentações, que tem como principal objetivo apoiar para que as medidas de qualidade do ar sejam cumpridas, mas a consciência de

projetistas, instaladores e principalmente gestores de edifícios, que os colaboradores necessitam de um excelente ar interno.

Em um edifício, os principais custos de uma empresa estão relacionados com os salários pagos os funcionários, sendo o afastamento desta mão de obra um grande ônus as corporações, e o sistema de ar condicionado é parte importante para a evitar o desperdício de mão obra, onde um sistema mal dimensionado e mantido, colabora para o afastamento das pessoas, já com uma excelente manutenção e bem elaborados tem o efeito inverso, colaborando para o rendimento e eficiência da corporação como um todo. Em suma, precisamos tratar a eficiência em nossos projetos, integrando um sistema de automação quando possível, que possui um investimento a mais, porém traz grandes retornos para o sistema de ar condicionado, e como relatado neste trabalho, para a renovação de ar. E eficiência não estamos relatando apenas em consumo de energia elétrica, mas pensando nas companhias como um todo, colaborando para o melhor rendimento dos que estão a serviço dentro dos ambientes com ar condicionado, gerando o melhor custo benefício no produto fim da empresa.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a empresa Porto Seguro Companhia de Seguros Gerais pelo fornecimento de dados e informações importantes para formar este trabalho, bem como ao Arquiteto Sergio Shimizu pela sua contribuição para que fosse realizar o capítulo sobre automação predial, compartilhando o seu conhecimento.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16401**: Instalações de ar-condicionado - Sistemas centrais e unitários. 1 ed. Rio de Janeiro: Abnt, 2008. 24 p.

CONTROLLER (São Paulo). Porto Seguro Companhia de Seguros Gerais. **Automação Predial - Porto Seguro**. 2019. Disponível em: <<http://10.146.136.10:8080/gwt.html>>. Acesso em: 22 abr. 2019.

SILVA, Alex Lopes da. **MEMORIAL DESCRITIVO DE INSTALAÇÃO E OPERAÇÃO SISTEMA DE AR CONDICIONADO E VENTILAÇÃO MECÂNICA PORTO SEGURO – CALL CENTER MEMORIAL BARRA FUNDA SÃO PAULO - SP**. São Paulo: Lza, 2017.

ENGENHARIA ARQUITETURA (São Paulo). **Volume de ar variável: estratégias de controle**. 2017. Disponível em: <<http://www.engenhariaarquitectura.com.br/2017/12/volume-de-ar-variavel-estrategias-de-controle>>. Acesso em: 18 jun. 2019.