

DISPOSITIVO PARA RENOVAÇÃO DE AR EM
CONDICIONADOR TIPO SPLIT

Jair Silveira – jair.silveira@gmail.com

Universidade Federal da Paraíba, Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Mecânica, www.ct.gov.br

LN – F2 Qualidade Ambiental Interna

Resumo. Este trabalho tem o objetivo de desenvolver um dispositivo no equipamento de ar condicionado tipo split para garantir a qualidade do ar interior nos ambientes climatizados, e isso é necessário uma vez que os condicionadores desse tipo não promovem renovação do ar externo, apenas condicionam (filtram e resfriam) o ar que está num ambiente normalmente com suas portas e janelas fechadas, lembrando que a norma técnica NBR 16401 tem por objetivo principal garantir a qualidade do ar interior nos ambientes condicionados. Foi utilizado um equipamento de ar condicionado tipo split de 9 000 Btu/h para instalação do dispositivo desenvolvido, convenientemente instalado no interior do equipamento, que mostrou ser eficiente na medida em que reduziu os níveis de dióxido de carbono no recinto interno, garantindo assim, um ambiente saudável, devido à renovação de ar com o exterior. O subsistema desenvolvido foi depositado junto ao INPI – Instituto Nacional de Propriedade Industrial como patente de invenção, processo N° BR20 2013 012531 3.

Palavras-chave: Ar condicionado split, renovação de ar climatizado, climatização de ar condicionado, gás carbônico em ambiente fechado.

1. INTRODUÇÃO

A respiração dos ocupantes de um recinto fechado contribui para o consumo do oxigênio e liberação de gás carbônico, podendo deixar o ambiente inadequado, causando muitas vezes dor de cabeça, tontura e sensação de cansaço. Na maioria das instalações de condicionador de ar split com finalidade de conforto, como em dormitórios ou sala de estar, existe circulação de pessoas, abertura eventual de portas, e as janelas não são estanques, o que acaba proporcionando a renovação do ar. “Esse tipo de utilização está fora da cobertura da NBR 16401 e das demais portarias, em função do número de ocupantes e do tipo de ambiente”, explica Mauro Apor (2012), gerente geral de Ar Condicionado da LG. Segundo ele, quando os ambientes possuem determinada ocupação, como em restaurantes, bibliotecas, escritórios, cinema, shopping Center, etc., a renovação do ar torna-se obrigatória. Instalações hospitalares como numa UTI, a renovação de ar na porcentagem de 100% é obrigatória, para evitar contaminação dos pacientes e médicos.

A linha de condicionadores splits (separados) não contém nenhum dispositivo ou artifício que faça a renovação do ar para atender a NBR 16401, uma vez que o volume de ar de renovação necessário para enquadramento à norma varia em função do ambiente (e não em função do produto). Pinheiro, (2012), informa que “é atribuição do engenheiro projetista definir um sistema ideal para promover esta renovação de ar”. Infelizmente constata-se que no Brasil poucas instalações seguem a norma neste quesito, seja por desconhecimento, seja por falta adequada de fiscalização, ou até mesmo porque a instalação de um sistema de renovação encarece a instalação como um todo.

Os splits do tipo ambiente promovem a climatização através da recirculação do ar do local que está sendo condicionado. Ou seja, é um processo contínuo fazendo com que o ar existente no local “passe” pelo evaporador várias vezes para ser resfriado.

Visualiza-se na fig. 1 o princípio de funcionamento do condicionador de ar split, sem renovação de ar exterior. Este tipo separa o lado quente e o lado frio do sistema da seguinte maneira:

O lado frio (evaporador), composto de válvula de expansão, ventoinha, serpentina e colmeia é colocado dentro do ambiente a ser climatizado através do sistema de distribuição de ar causado pela ventoinha e aletas.

O lado quente, conhecido como a unidade condensadora, fica na parte externa do ambiente climatizado. Esta unidade consiste de um trocador de calor com tubos em espiras (serpentina), e é composto por compressor e ventoinha. O gás sai do compressor em alta pressão e alta temperatura. No caminho que percorre no condensador ele perde calor e continua perdendo no “elemento de expansão” (tubo capilar e filtro secador). No evaporador, o gás já chega frio, pronto para refrigerar o ambiente interno e carregando o calor para o ambiente externo.

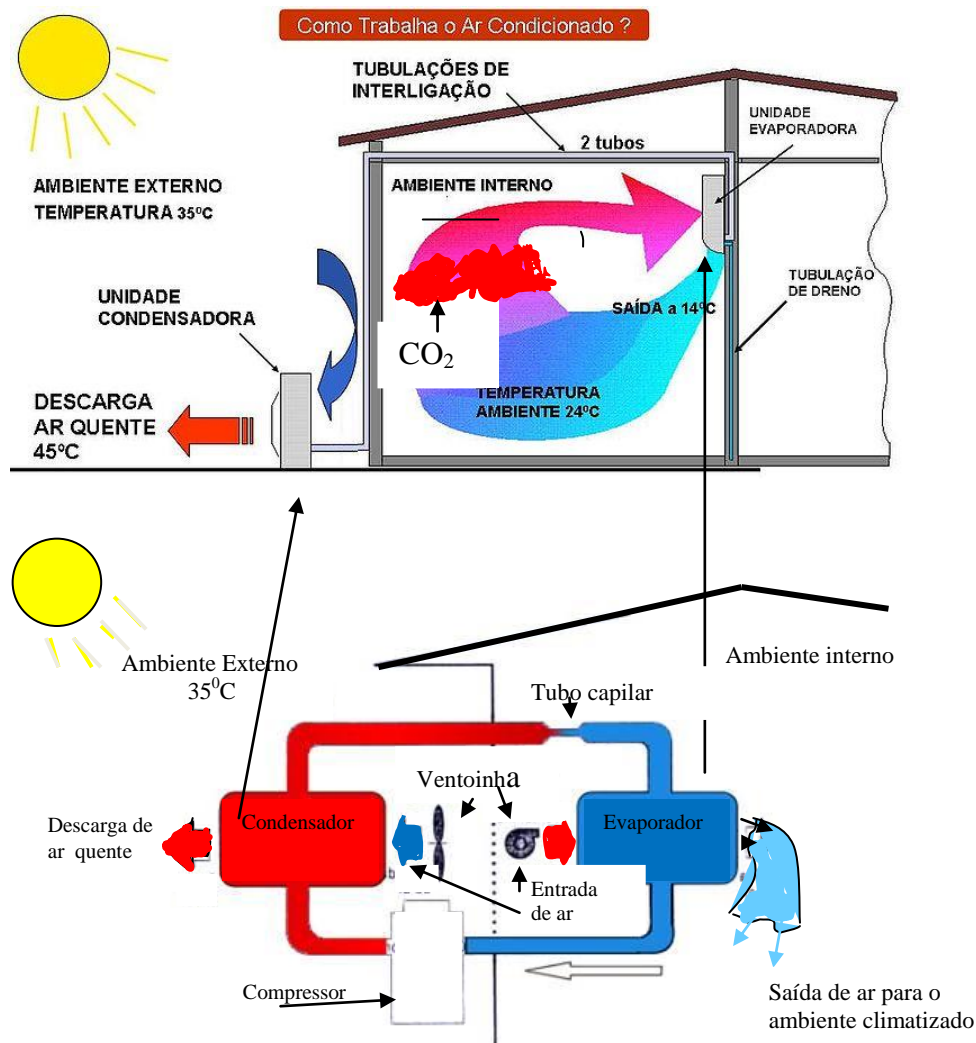


Figura 1- Princípio de funcionamento do ar condicionado tipo split.
O ar de retorno, rico em CO₂ retorna ao ambiente sem renovação.

Em termos técnicos, o que ocorre é o seguinte:

1. O compressor comprime o **gás frio**, fazendo com que ele se torne **gás quente de alta pressão** (em vermelho no diagrama acima).
2. Este gás quente corre através de um trocador de calor para dissipar o calor e se condensa para o estado **líquido**.
3. O líquido escoar através de uma válvula de expansão/tubo capilar e no processo ele vaporiza para se tornar **gás frio de baixa pressão**(em azul no diagrama acima).
4. Este gás frio corre através de trocador de calor que permite que o gás absorva calor e esfrie o ar no ambiente interno a ser climatizado.

Percebe-se então, que existe unicamente a interligação da unidade evaporadora com a unidade condensadora através da rede frigorígena composta de tubos de cobre, que tem a função de conduzir o gás refrigerante quente proveniente do ambiente climatizado para ser resfriado na unidade condensadora, retornando posteriormente, já resfriado, para o ambiente interno.

1.1 A norma técnica NBR-16401

A norma técnica NBR16401 da ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas, estabelece parâmetros básicos com requisitos mínimos de projeto para sistemas de ar condicionado central e unitário e sua aplicação é destinada a instalações de ar-condicionado que são regidas por normas específicas (salas limpas, laboratórios, centros cirúrgicos, processos industriais e outras).

No tocante a “Qualidade do Ar Interior”, a NBR16401 especifica os parâmetros básicos para se obter uma qualidade do ar em um ambiente climatizado. A mesma ajusta os parâmetros definidos pela Portaria 3.523/GM, de 18/08/1999, do Ministério da Saúde (MS) e pela resolução RE de 16/01/2003 da ANVISA que são muito simplificados.

1.2 A importância da renovação do ar que respiramos

Para captar o oxigênio do ar, necessitamos de nosso aparelho respiratório, onde parte do oxigênio da atmosfera se difunde através de uma membrana respiratória e atinge a nossa corrente sanguínea, que é transportado às diversas células presentes nos diversos tecidos. Essas células, após utilizarem o oxigênio, liberam dióxido de carbono (CO₂), comumente chamado de gás carbônico que, após ser transportado pela mesma corrente sanguínea, é eliminado na atmosfera também pelo mesmo aparelho respiratório, mostra Kessler,(2012).

O dióxido de carbono é um gás não tóxico e não inflamável. Entretanto, a exposição a concentrações elevadas pode gerar risco à vida, podendo chegar a níveis altos e perigosos. Como o CO₂ não possui odor e cor, é preciso usar sensores apropriados para ajudar a garantir a segurança das pessoas. Mauro Apor (2012), mostra os efeitos de diversos níveis de CO₂ de acordo com a tab. 1.

Tabela 1 - Efeitos de diversos níveis de CO₂

Concentração	Efeito
350 a 450 ppm	Concentração típica na atmosfera
600 a 800 ppm	Qualidade aceitável para o ar interno
1 000 ppm	Qualidade aceitável para o ar interno
5 000 ppm	Límite médio de exposição por período de 8 horas
6 000 a 30 000 ppm	Preocupante, somente exposição rápida
3 a 8%	Aumento na taxa de respiração, dor de cabeça
> 10%	Náuseas, vômitos, inconsciência
> 20%	Inconsciência rápida, morte

Imaginemos então, as consequências do aumento lento e gradual de gás carbônico em nossos pulmões devido ao acúmulo desse gás em ambiente fechado causado pelo ar condicionado split que, pelo princípio técnico de funcionamento, não renova o ar interior com o ar exterior.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Foi utilizado um equipamento de ar condicionado tipo Split de 9 000 Btus/h para instalação do dispositivo desenvolvido, composto de dois tubos, um deles de cobre para promover a troca de calor, convenientemente instalados no interior do equipamento nas regiões de insuflamento e retorno do ar respectivamente.

As figuras 4,5 e 6 ilustram a disposição dos tubos, onde o tubo de cobre, é responsável pela captação/desvio de pequeno percentual da vazão do ar que será insuflado para o ambiente climatizado. Este ar, contaminado com dióxido de carbono, será posteriormente expelido para o exterior, conforme visualizado na figura 6. Por sua vez, o tubo de maior diâmetro, que contém em seu interior o tubo de cobre, é responsável pela captação do ar exterior, ou ar puro. Essa captação do ar exterior ocorre devido a aspiração na zona do ar de retorno que “puxa” o ar para o interior do evaporador, figura 6. Percebe-se, portanto, uma renovação de ar, lenta e gradual do ar rico em CO₂ com o ar puro proveniente do ambiente externo.

2.1 Comprometimento do desvio de ar condicionado no evaporador com seu rendimento.

A unidade evaporadora em análise tem uma vazão de 460 m³/h para insuflar o ar através da grelha de insuflamento com área de 0,036 m². O tubo de cobre responsável pela captação do ar refrigerado tem diâmetro interno de apenas 0,011m, com área de 9,5.10⁻⁵ m². Isso significa que, em termos percentuais, a vazão do ar que foi desviado é bastante insignificante, representando apenas 0,009 % da vazão total do ar de insuflamento. O que acreditamos não comprometer o rendimento de refrigeração do condicionador de ar.

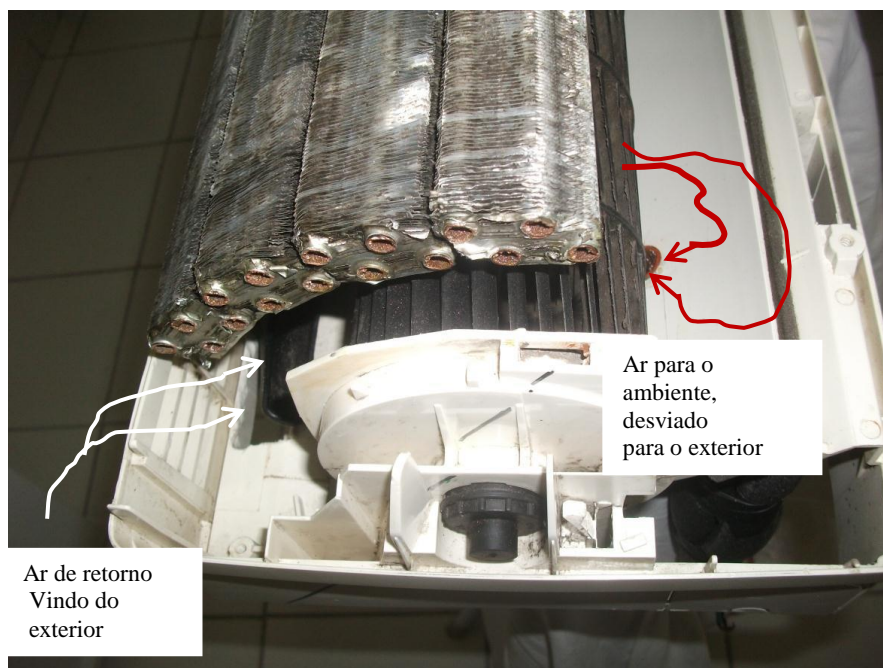


Figura 4 – Ar de retorno e ambiente, rico em CO₂

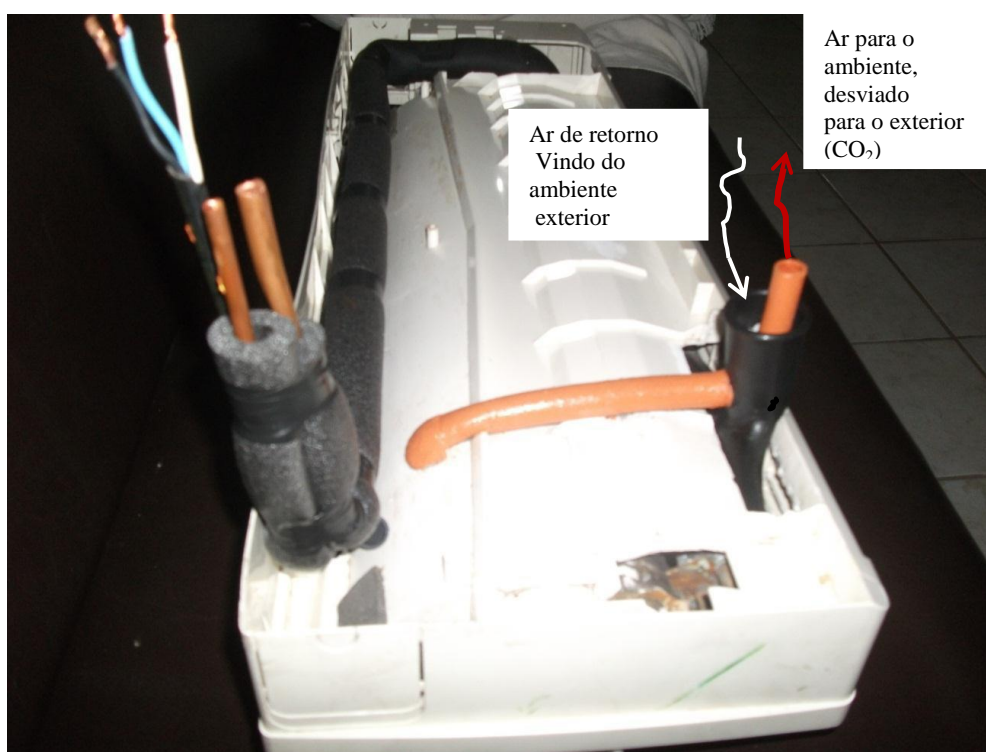


Figura 5 – Tubos instalados nas regiões de insuflamento e retorno no interior do split.

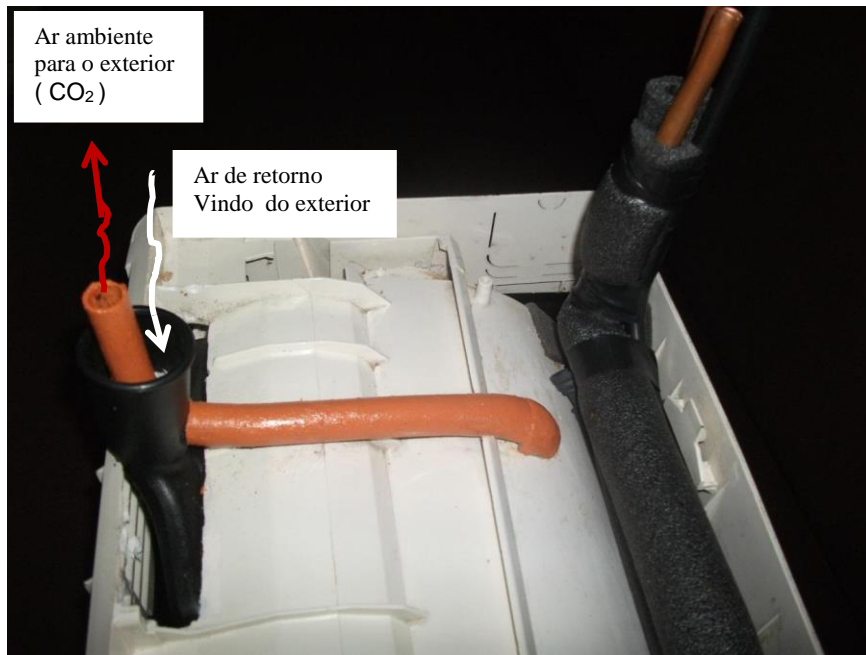


Figura 6 – Detalhe da circulação do ar de insuflamento e retorno nos tubos instalados no interior do equipamento split.

A disposição dos dois tubos, de insuflamento e retorno do ar estão convenientemente instalados em regiões onde a rotação da turbina causa sob pressão, fazendo com que haja a entrada e saída do ar no interior do equipamento, conforme se visualiza no desenho a seguir:

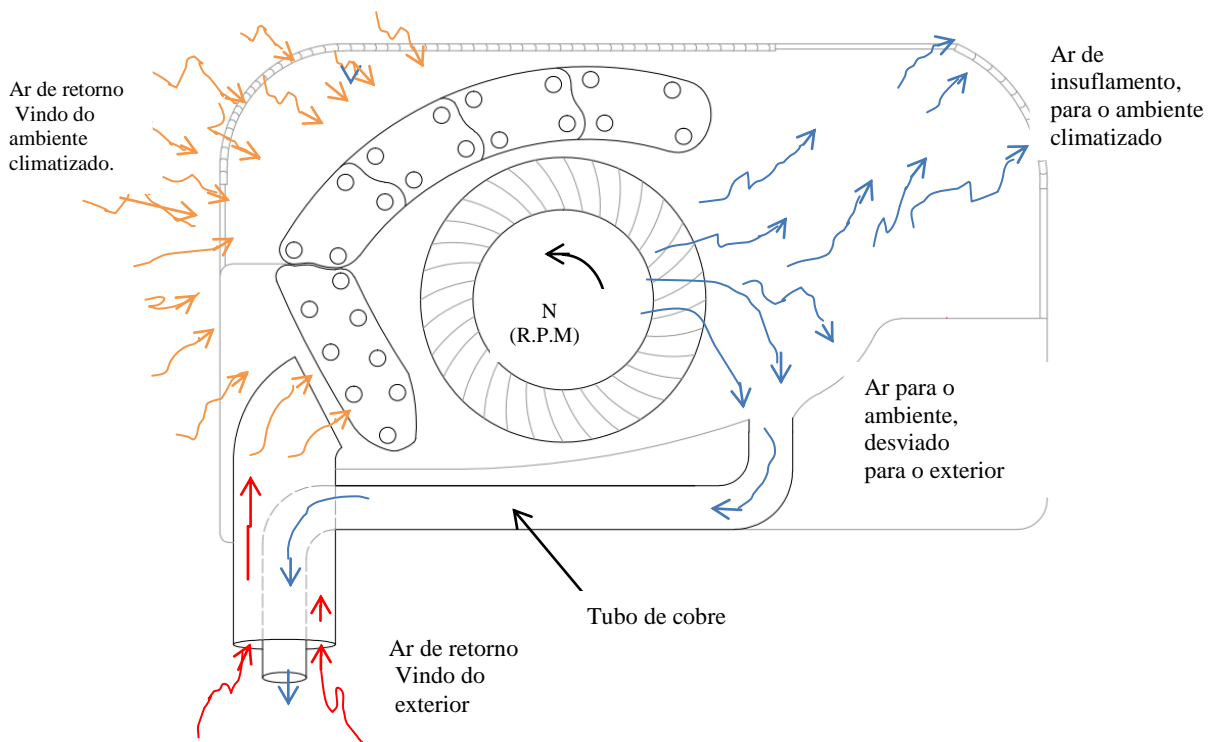


Figura 7 – Representação esquemática do fluxo de ar no interior do equipamento split, mostrando a troca do ar interior e exterior.

Percebe-se que o tubo de cobre que recolhe um pequeno percentual do ar de insuflamento para jogar no ambiente exterior está inserido dentro do tubo de diâmetro maior que recolhe o ar do ambiente exterior. Isto tem um significado principal que é promover a troca de calor entre o ar quente e o ar frio dos dois tubos, de vez que o ar proveniente do condicionador foi refrigerado, estando, portanto, a uma temperatura menor do que o ar captado do meio ambiente exterior. Esta ação minimiza a temperatura de entrada o ar no equipamento, sem comprometer sua eficiência frigorífica.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Visualizam-se na tabela a seguir as medições realizadas em ambientes climatizados com condicionador de ar tipo split tradicional, sem renovação de ar, (não instalado o dispositivo ora apresentado) em função do número de pessoas no recinto.

Tabela 4 – Níveis de gás carbônico, CO₂ (em ppm), existente em ambiente climatizado com condicionador split convencional.

Equipamento	Número de pessoas no recinto	Níveis de teor de CO ₂ (ppm)
Sem equipamento, Ao ar livre, jardim	2	421,7
Sem equipamento Ao ar livre, circulação	2	451
Diretoria, Adufpb Split,	2	775,3
Komeco, 12 000 btu Split, uma unidade	2	757
LG, 18 000 btu, tipo janela	2	783,7
Springer, 12 000 btu Split, uma unidade	3	619,75
Carrier, 12 000 btu Split, uma unidade	3	856
York, 12 000 btu Split, um unidade	4	983
Hitachi, 18 000 btu Split, 2 unidades,	5	863,35
Carrier, 9 000 btu Split, uma unidade	7	962,5
Yang, 9 000 btu Uma unidade	8	1072
Adufpb Split,	12	1 346,5

Percebe-se discreta relação entre o número de pessoas no recinto e o teor de gás carbônico existente no recinto climatizado, onde a figura a seguir representa melhor essa afirmação:

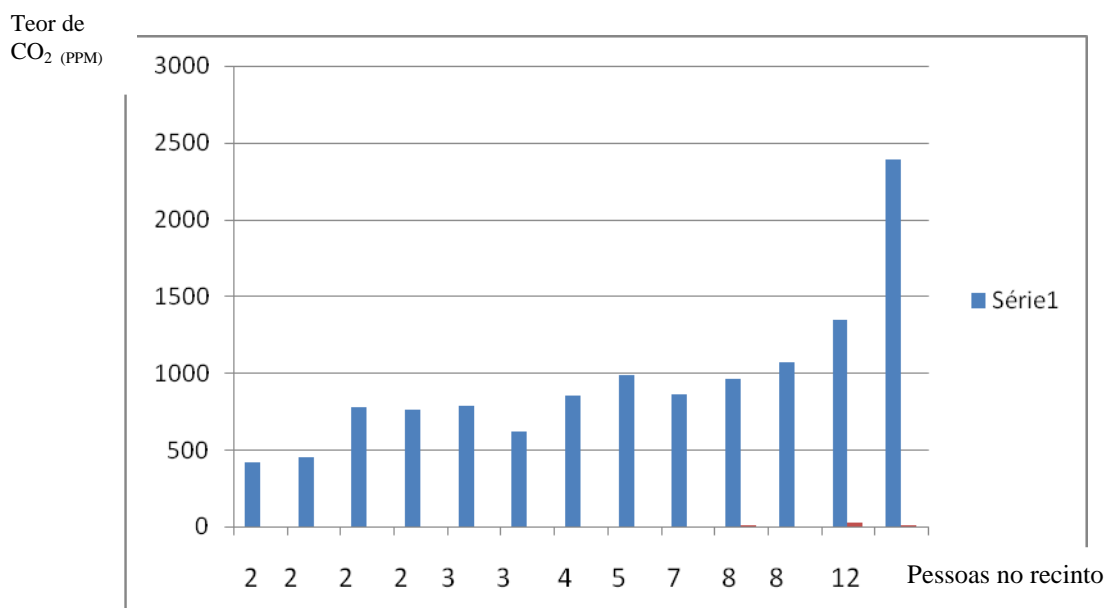


Fig. 7 -Relação entre os níveis de gás carbônico, CO₂ com o número de pessoas em recinto refrigerado com condicionador split convencional.
(Não foi considerada a relação da área climatizada com o número de pessoas)

3.1 Medições efetuadas com o dispositivo instalado no condicionador

Os níveis de CO₂ medidos em sala de aula foram realizados com o dispositivo instalado no equipamento e posteriormente foram medidos também os níveis de CO₂ sem o dispositivo, a fim de comparação da real eficácia do mecanismo, cujos valores foram os seguintes: 562 ppm com o dispositivo instalado e 803 ppm sem o dispositivo.

4. CONCLUSÃO

A pesquisa alcançou seus objetivos na medida em que houve sensível redução nos níveis de dióxido de carbono no ambiente climatizado quando o dispositivo foi instalado no ar condicionado tipo split, garantindo, portanto, um ambiente saudável, devido à renovação de ar com o exterior.

5. REFERÊNCIAS

- Apor, Mauro, 4 de abril de 2012, “Instalações de split devem prever renovação de ar”
- Portal EA. www.engenhariaarquitectura.com.br.
- Holman, J. P., 1996, Experimental Methods for Engineers, McGraw-Hill, New York, 6th ed.
- Incropera, F. P., 2007, Fundamentals of Heat and Mass Transfer. 7. ed. New York: John Wiley & Sons.
- Norma Técnica /ABNT, NBR 16401, Setembro, 2008, “Instalações de Ar Condicionado – Sistemas Centrais e Unitários”.
- Kessler, Cynara, C., Abril de 2012. “Sistema Respiratório Sobre Biologia”.
- Pinheiro, Ana P. Basile, 20 novembro 2012. “Instalações de split system devem prever renovação de ar” .
Kiminda.wordpress.com.
- Revista do Frio. www.revistadofrio.com.br/materia.aspID=56.
- Schneider, P. S., 2007, Medição de velocidade e vazão de fluidos. Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

5. RESPONSABILIDADE AUTORAL

“O autor é o único responsável pelo conteúdo deste trabalho”.

DEVICE FOR AIR RENEWAL IN SPLIT - TYPE CONDITIONER

Abstract. *This paper has the objective to develop a device in the conditioning, split-type, to guarantee the quality of interior air in conditioned environments, and this is necessary since the conditioners of this type do not promote renewal of the external air, only condition (they filter and cool) the air that is in an environment with its usually closed doors and windows, remembering that the technique norm NBR 16401 has as main objective to guarantee the quality of interior air in conditioned environments. A conditioning air equipment, split was used type of 9 000 Btu/h for installation of the developed device, conveniently installed in the interior of the equipment, that it showed to be efficient as it reduced the levels of carbon dioxide in the internal enclosed space, thus guaranteeing, a healthy environment, due to air renewal from the exterior. The developed subsystem was deposited in the INPI - National Institute of Industrial Property as pioneer patent, process NBR20 2013 012531 3.*

Keywords: *Conditioned air split, conditioned air renewal, Refrigeration air conditioning, carbonic gas in closed environment.*

**MERCOFRIO 2014 – 9º CONGRESSO INTERNACIONAL DE
AR CONDICIONADO, REFRIGERAÇÃO, AQUECIMENTO E VENTILAÇÃO**

|