

## Estudo Experimental de um Sistema de Ventilação Veicular

Leonardo Vinícius Mendes Pereira, leonardo.vinicius@fiat.com.br<sup>1,2</sup>  
Rafael Sabioni Lourenço, rafael.lourenco@fiat.com.br<sup>1</sup>  
Cláudia Cerutti Pereira, claudia.pereira@fiat.com.br<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>FIAT Automóveis, Rodovia Fernão Dias, km 429, Betim – MG, CEP: 32530-000

<sup>2</sup>PUC Minas, R. Dom José Gaspar, 500 – Coração Eucarístico, Belo Horizonte, MG, CEP 30535-901

**Resumo:** *O objetivo deste trabalho é de avaliar o conforto térmico e segurança veicular com ênfase no sistema de ventilação. Diversos aspectos de conforto térmico em automóveis estão relacionados com questões da segurança veicular, como o desembaçamento e descongelamento dos vidros, e a qualidade do ar no interior do veículo. A importância de se ter veículos que garantam a ventilação, seja pelas razões citadas acima, impõe à indústria automotiva a busca pelo melhoramento da vazão e qualidade do ar que chega aos ocupantes. Neste trabalho serão apresentados resultados de testes experimentais sobre o veículo e banco de ensaios de fluxo da marca MASMEC avaliando possibilidades de melhoramento do elemento filtrante para a otimização da vazão e filtragem do ar. As avaliações de conforto e segurança foram realizadas por meio da vazão de ar no interior do veículo. Os testes foram realizados sempre no mesmo veículo, e no banco de ensaios de fluxo e foram avaliadas as perdas de carga localizada. A pressão no interior do veículo também foi avaliada ao longo da variação de vazão de ar, para garantir uma condição de conforto dos ocupantes.*

Palavras-chave: *ventilação veicular, perda de carga localizada, banco de ensaios fluxo*

### 1. INTRODUÇÃO

O sistema de ventilação veicular tem a função de criar condições adequadas de velocidade e vazão do ar segundo a solicitação dos ocupantes do veículo, garantindo o conforto térmico, quando vinculado ao ar condicionado. Tudo isto deve ser feito com uma distribuição adequada do ar dentro do veículo sem gerar ruído desagradável para um melhor conforto acústico. Entre outros, o sistema deve permitir o controle da qualidade do ar e ter a capacidade de manter boa condição de visibilidade, dando uma contribuição fundamental à segurança ativa. Tendo em vista tais observações percebe-se a importância do sistema de ventilação veicular e entende-se a constante pesquisa por equipamentos mais eficientes e de menores custos, buscando sempre uma melhor competitividade ao produto desenvolvido (Pereira *et al*, 2008).

Os critérios dos consumidores, na escolha e compra de um automóvel têm mudado, e agora não envolvem somente aspectos relacionados ao custo e desempenho do veículo, mas também a aspectos de segurança e conforto (Silva, 2002). Por essa razão, métodos de avaliação de conforto térmico que traduzam o mais próximo possível a sensação dos ocupantes devem ser buscados e utilizados quando se tratar do desenvolvimento de um novo veículo (Hott, 2009).

Quando se está falando de conforto térmico não se pode deixar de observar que para uma pessoa estar confortável termicamente é necessário que ela esteja em conforto no corpo como um todo e também nas diferentes partes do corpo, sem grandes variações de temperatura entre os pés e a cabeça, onde necessita de uma vazão e distribuição de ar em todo o habitáculo do veículo.

Conforme a norma ASHRAE (2005), conforto térmico é definido como sendo “um estado de espírito que reflete satisfação com o ambiente térmico que envolve a pessoa”. Dessa forma, o sistema de ar condicionado veicular tem a função de criar condições adequadas de umidade e temperatura segundo a solicitação dos ocupantes do veículo, garantindo o conforto térmico, seja por aquecimento ou resfriamento.

Outro fator importante é a filtração do ar no interior do habitáculo, que consiste na operação física com a qual se separam partículas sólidas contidas no ar. Essa retenção das impurezas se realiza na passagem do ar por uma camada porosa retentora cuja natureza depende das características das partículas sólidas (dimensões, deformabilidade, densidade, viscosidade), das concentrações de partículas e do grau de pureza que pretende obter com a filtração.

Neste trabalho serão apresentados os resultados de uma medição de pressão e vazão de ar no interior do habitáculo de um veículo. Esses resultados serão comparados com o filtro de ar do veículo novo e após a sua vida útil de trabalho, avaliando dois filtros com mesmas características e dimensões do poroso diferentes. Serão mostrados também os resultados de um teste de perda de carga localizados entre os filtros avaliados.

## 2. FUNCIONAMENTO DA CAIXA DE DISTRIBUIÇÃO DE AR

O sistema de distribuição de ar é de fundamental importância na obtenção do conforto térmico do interior do veículo. O espaço reduzido, agravado pelo teto baixo, bancos e ocupantes, que por sua vez, emitem calor no ambiente, dificulta a circulação do ar. Todas essas restrições citadas levam a uma distribuição de ar localizada, mas tendo que atender a uma circulação geral sobre os passageiros com um determinado nível de velocidades e temperaturas.

O sistema de resfriamento veicular funciona como um ciclo termodinâmico de compressão de vapor. É composto por quatro componentes básicos: compressor, condensador, dispositivo de expansão e evaporador, conectados por uma tubulação fechada no interior da qual circula um fluido refrigerante, conforme Fig. (1).

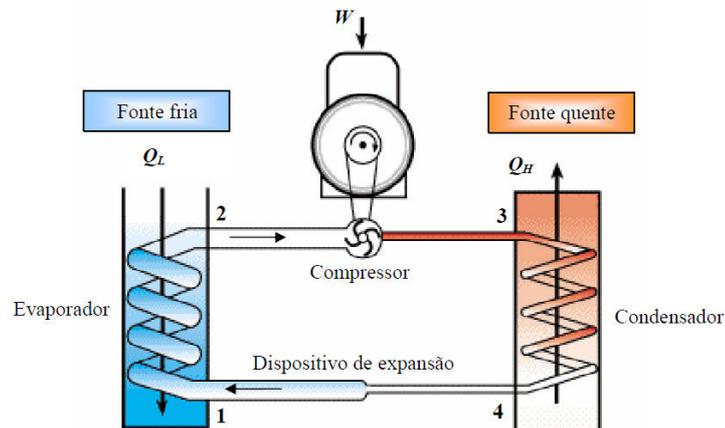


Figura 1. Ciclo de compressão de vapor (Pereira *et al*, 2008).

O compressor é o componente responsável por fornecer energia suficiente para que o fluido seja capaz de escoar por todos os outros componentes e mudar de fase durante o ciclo. Ao entrar no compressor o fluido se encontra no estado de vapor superaquecido. A compressão aumenta a pressão e temperatura do fluido, continuando no estado de vapor superaquecido. O condensador é um trocador de calor que fica na parte externa da cabine e é nele que ocorre a rejeição de calor para a fonte quente. Devido a isso ele deve estar posicionado em um local em que exista um bom fluxo de ar. O dispositivo de expansão é responsável por promover uma redução da área da seção de passagem de fluxo, causando uma diminuição da pressão e temperatura do fluido, que passa para o estado de mistura líquido-vapor saturados.

O componente do ciclo que está no interior da caixa de distribuição de ar é o evaporador, que é um trocador de calor onde o fluido sofre o processo de evaporação e superaquecimento, pois a fonte fria cede calor ao fluido, e também é uma perda de carga localizada no fluxo de ar para o interior do habitáculo.

A caixa de distribuição de ar, conhecida por HVAC (Heating Ventilation & Air Conditioning), consiste em um dispositivo dotado de dutos e compartimentos, onde um fluxo de ar antes de ser transferido para o habitáculo dos passageiros tem sua temperatura e umidade ajustada conforme solicitação do condutor do veículo. Dessa forma, a fim de possibilitar um conforto térmico, a caixa de ar possui inúmeras saídas de ar que devem prover uma circulação geral sobre os passageiros do veículo.

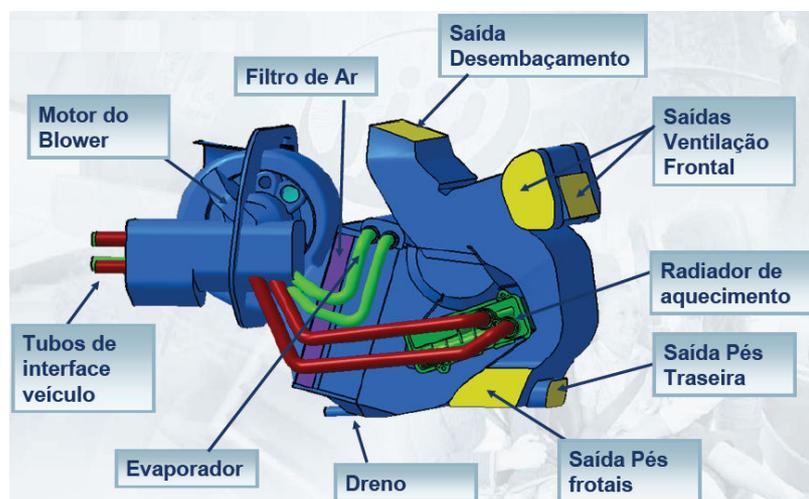


Figura 2. Caixa de distribuição de ar (Fiat Automóveis S/A)

O evaporador, assim como o aquecedor e o ventilador, são alocados em compartimentos dentro da caixa de ar, conforme Fig. (2). E o caminho percorrido pelo ar através de diferentes trocadores e dutos da caixa de ar é que definirão as características e aplicação do ar, podendo ser para refrigeração, aquecimento, desembaçamento, etc.

Assim, pode-se definir ainda a procedência do ar a ser utilizado, pois os sistemas de condicionamento de ar operam de dois modos: recirculação ou ventilação. Operando no modo recirculação, o ar interno proveniente da recirculação do ar do habitáculo é combinado com o ar externo (Fig. 3). Operando no modo ventilação, o ar externo proveniente de captação externa é forçado a passar por um filtro, é refrigerado e desumidificado. A Figura 3 apresenta a caixa de distribuição de ar em corte com os possíveis escoamentos, AE – Ar externo do habitáculo, AI – Ar interno do habitáculo, SPA – Palheta de seleção, E – Elemento filtrante, SM – Seleção máximo frio / quente, DP – Distribuição pés, SDI – Seleção de distribuição inferior, DS – Distribuição superior, SDS – Seleção de distribuição superior, BF – Boqueta frontal.

Esse filtro de ar absorve partículas de pó e contaminantes do ar, melhorando o ar no interior do veículo. Os filtros de cabine para habitáculo são formados de três camadas de fibra ligadas entre si, além de uma camada intermediária carregada eletrostaticamente. Devido a esta carga eletrostática, até mesmo partículas minúsculas são atraídas pelas fibras, que as retém mantendo o ar dentro da cabine limpo e sem impurezas.

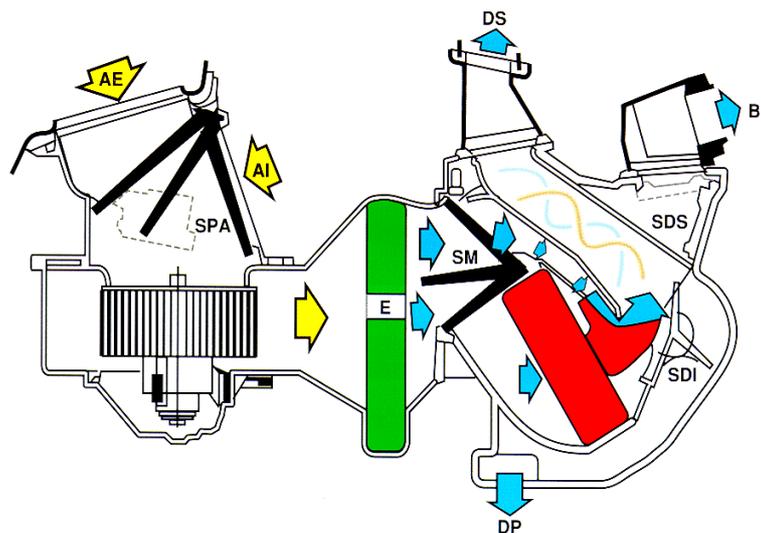


Figura 3. Caixa de distribuição de ar em corte (Denso – Sistemas Térmicos)

## ANÁLISE DE SISTEMA DE CLIMATIZAÇÃO VEICULAR

Fanger (1972), um dos pioneiros nessa área, conseguiu relacionar as sensações subjetivas das pessoas com parâmetros físicos. E foi com a finalidade de objetivar essas sensações que surgiu a escala de sensação de conforto térmico, elaborada a partir de estudos feitos por Fanger, com o qual se obteve um modelo baseado no voto das pessoas, com relação ao ambiente térmico em que se encontravam construindo assim, o conceito de voto médio estimado (Predicted Mean Vote - PMV) variando de muito frio (-3) a muito quente (+3), ver Tabela 1.

Tabela 1. Escala de sensação térmica ASHRAE.

PMV	+3 Muito Quente	+2 Quente	+1 Levemente Quente	0 Confortável	-1 Levemente Frio	-2 Frio	-3 Muito Frio
PPD	100%	78%	26%	5%	26%	78%	100%

Fanger observou também, que os valores de PMV não são suficientes para definir a sensação de desconforto, pois levemente quente ou muito frio, não expressa o quão insatisfeitas as pessoas estão. Para isso foi associado ao PMV o cálculo do PPD (Predicted Percentage of Dissatisfied). Mesmo com os votos iguais a zero (confortável), 5% das pessoas permanecem insatisfeitas e que em condições extremas há 100% de insatisfação por parte das pessoas.

Pereira *et al* (2008) simulam o comportamento de um sistema de ar condicionado veicular através de um software desenvolvido conforme metodologia de diagrama de blocos, baseado em equações termodinâmicas para os respectivos componentes.

Santos (2006) apresentou uma metodologia de simulação do desempenho do ciclo de refrigeração por compressão mecânica de vapor usando refrigerante R134a, com compressor fixo de pistões e expansão em tubo de orifício calibrado, operando sob condições determinadas e comparou os resultados de simulação com dados obtidos em um ensaio em túnel de vento com o sistema real, validando o procedimento apresentado.

Muitos trabalhos relacionados à simulação de sistemas de climatização vêm sendo desenvolvidos atualmente, seja através de simulações monodimensionais ou CFD, desenvolvidas através de softwares comerciais ou códigos internos desenvolvidos segundo necessidades da própria empresa, porém os testes experimentais para o desenvolvimento ou para a validação de software nunca deixaram de ser realizadas.

### 3. METODOLOGIA EXPERIMENTAL

A metodologia utilizada neste trabalho consistiu em testes experimentais para avaliação da vazão de ar em uma caixa de distribuição de ar automotiva, onde foi avaliada a perda de desempenho desse sistema ao longo de uma rodagem de 5000 km em condições severas de operação do sistema, onde foi capaz de simular as condições de rodagem de 15000 km em condução do veículo em ótica cliente. Os testes experimentais foram realizados em três fases no banco de ensaios de fluxo, localizado na Experimentação da Engenharia do Produto da Fiat Automóveis, sendo apresentada na Fig. (4) e Tabela 2.



Figura 4. Banco de Ensaio de Fluxo – Marca Masmec.

Tabela 2. Características do Banco de Ensaio de Fluxo

Vazão de ar e pressão no habitáculo		
Limites de vazão de ar	Mínimo: 0 (m <sup>3</sup> /h)	Máximo: 1500 (m <sup>3</sup> /h)
Limites de leitura de pressão	Mínimo: -500 (Pa)	Máximo: 1500 (Pa)

A primeira fase do experimento foi realizada com o veículo desligado. A janela do motorista foi totalmente aberta e no lugar foi colocado um dispositivo de vedação com passagem para o transdutor de pressão e o duto de impostação de vazão de ar. A entrada de ar da caixa de distribuição de ar também foi vedada na parte frontal do veículo abaixo da grelha conforme Figs. (5 e 6). As demais janelas permaneceram fechadas.



Figura 5. Imposição de vazão.



Figura 6. Fechamento da entrada de ar no veículo.

Foi insuflada uma vazão de 100 a 500m<sup>3</sup>/h, com intervalos de 50 m<sup>3</sup>/h, com o objetivo de traçar a curva de pressurização do habitáculo. Após levantamento da curva, o duto de impostação de vazão de ar do banco de ensaios de

fluxo foi isolado e abriu a entrada da caixa de ar na parte frontal do veículo, abaixo da grelha, a fim de mensurar a pressão no habitáculo com a vazão de ar da caixa de distribuição de ar.

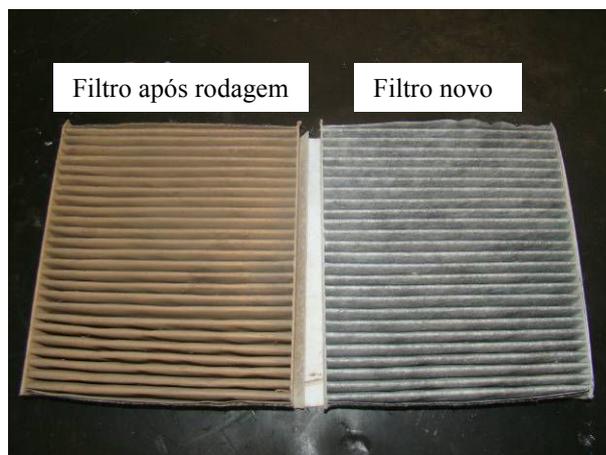
A medição foi realizada nas quatro velocidades com os comandos da caixa de ar posicionados das seguintes formas, conforme Fig. (7):

- VENT (Posição de ventilação direcionada aos membros superiores dos ocupantes do habitáculo) totalmente frio;
- BILEVEL (Posição de ventilação direcionada aos membros superiores e inferiores dos ocupantes do habitáculo) totalmente frio;
- BILEVEL (Posição de ventilação direcionada aos membros superiores e inferiores dos ocupantes do habitáculo) totalmente quente;
- FLOOR (Posição de ventilação direcionada aos membros inferiores dos ocupantes do habitáculo) totalmente quente;
- HEAT (Posição de ventilação direcionada aos membros inferiores dos ocupantes do habitáculo e ao para brisa) totalmente quente;
- DEF (Posição de ventilação direcionada ao para brisa) totalmente quente.



**Figura 7. Comandos da caixa de ar.**

A segunda fase do experimento foi realizada com o objetivo de focar a queda de eficiência do sistema de ventilação no filtro de ar sobre o veículo. Foram repetidas quatro vezes a primeira fase do experimento, o primeiro experimento foi com o filtro de 27 aletas (área do elemento filtrante de 252450 mm<sup>2</sup>) novo, o segundo com o filtro de 27 aletas com 5000 km rodados, o terceiro com o filtro de 31 aletas (área do elemento filtrante de 289850 mm<sup>2</sup>) novo e o quarto experimento com o filtro de 31 aletas com 5000 km rodados. Os aspectos do filtro novo e após a rodagem são apresentados na Fig. (8).



**Figura 8. Filtro de ar novo e após 5000 km de rodagem.**

A terceira fase do experimento foi realizada com as quatro configurações dos elementos filtrantes apresentados na segunda fase do experimento, sendo a rotação com captação externa da caixa de ar e ar condicionado. Esses filtros foram montados ao banco de ensaios de fluxo, utilizando uma caixa de acrílico com o transdutor de pressão e o duto para imposição de vazão de ar (Fig. 9). Como na primeira fase do experimento foi imposta uma vazão de ar de 100 a 500m³/h, com intervalos de 50 m³/h, mensurando a pressão para o cálculo de perda de carga.



Figura 9. Filtro de ar montado na caixa de acrílico pressurizada.

#### 4. RESULTADOS

Os resultados da primeira fase dos experimentos são para a caracterização da pressão interna do habitáculo do veículo, onde temos uma pressão de conforto máxima de 100 Pa. A Fig. 10 mostra os dados obtidos no experimento com o filtro de ar com 27 aletas novo com sua curva de pressurização.

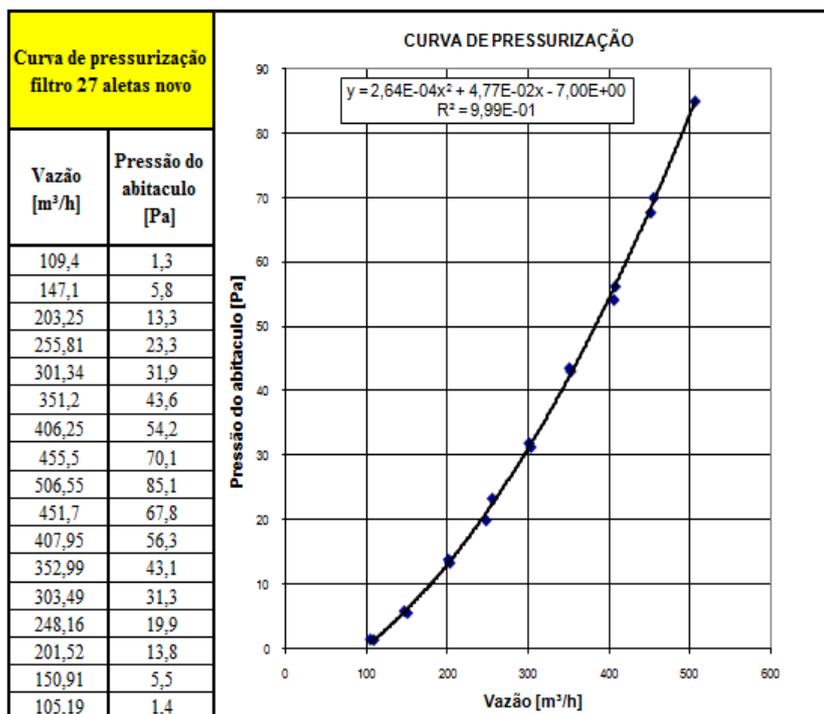


Figura 10. Dados do filtro de ar com 27 aletas (novo).

A Fig. (11) apresenta os dados obtidos no experimento com o filtro de ar com 27 aletas após a rotação com sua curva de pressurização.

Neste ponto confrontam-se os resultados obtidos experimentalmente com os dois filtros em análise, novo e após a rotação, apresentando uma mesma característica ambos novos e após a rotação apresentam desempenhos diferenciados, apresentando pressões internas diferenciadas devido à variação da perda de carga.

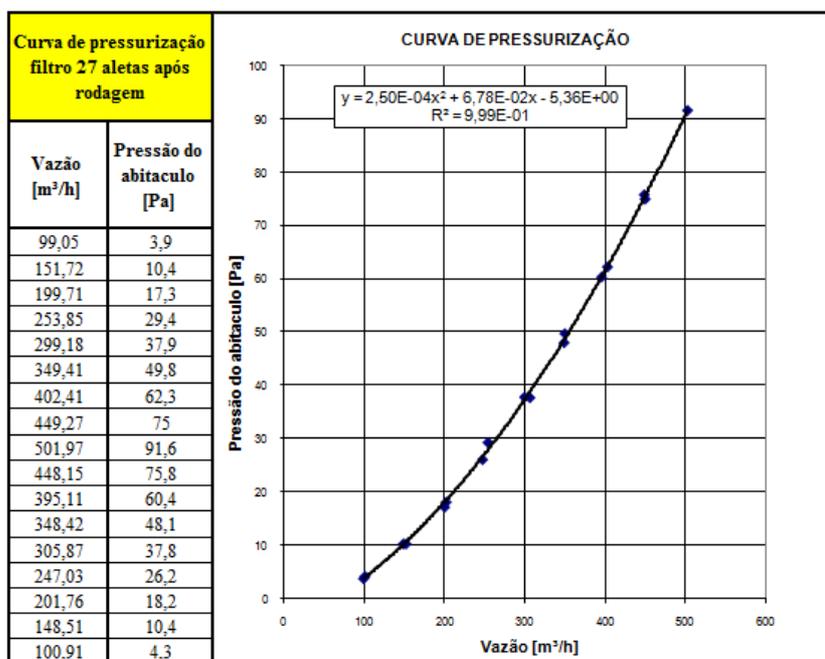


Figura 11. Dados do filtro de ar com 27 aletas após rodagem.

As Figs. (12 e 13) apresentam os resultados das provas experimentais com o filtro de 31 aletas novo e após a rodagem.

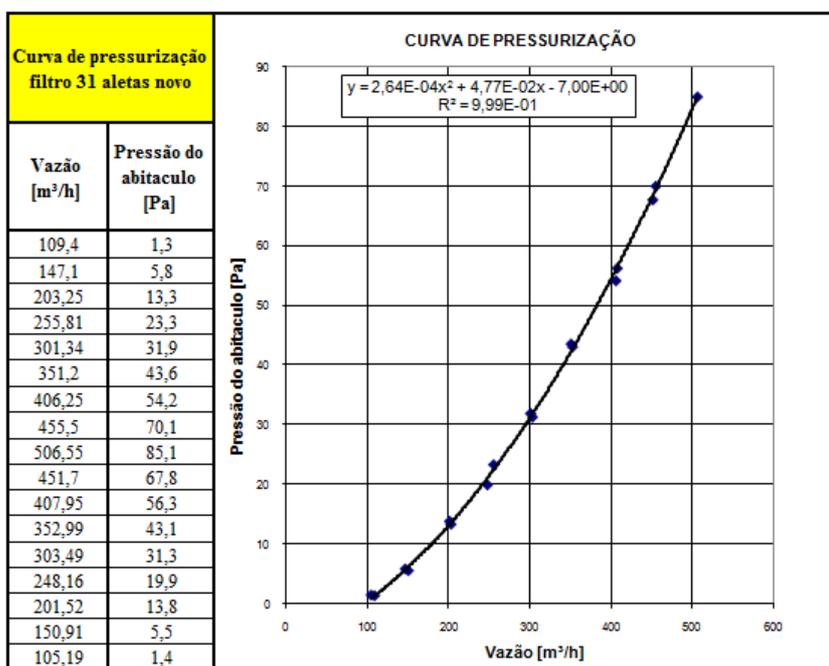


Figura 12. Dados do filtro de ar com 31 aletas (novo).

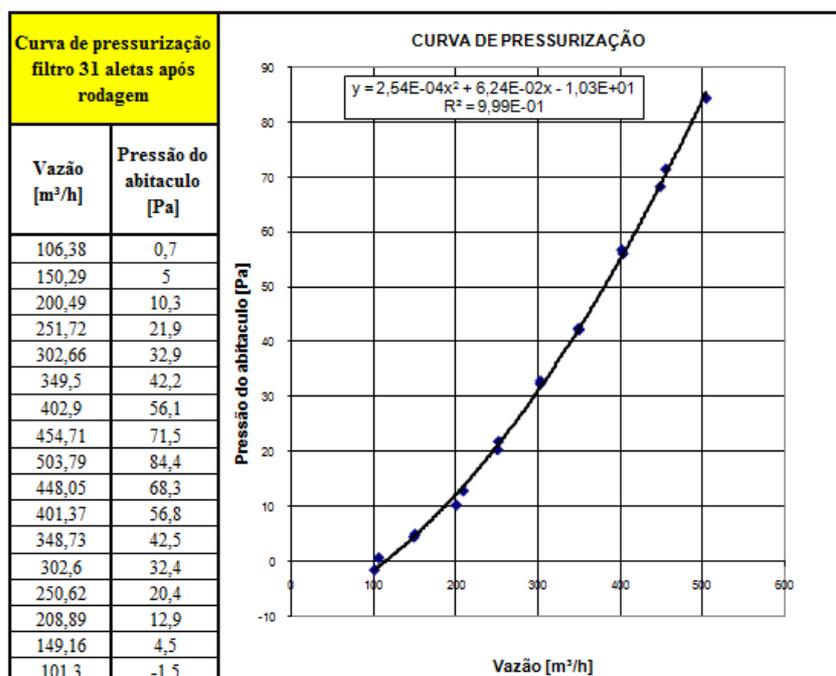


Figura 13. Dados do filtro de ar com 31 aletas após rodagem.

As curvas de pressurização apresentadas nas figuras (10 a 13), com as respectivas equações, caracterizam cada proposta avaliada e são utilizadas para obter a vazão calculada na segunda fase do experimento, conforme resultados apresentados na tabela 3, onde se faz a leitura da pressão interna do habitáculo e pela equação da curva de pressurização se calcula a vazão para as diversas velocidades e distribuições da caixa de ar.

Podemos observar na Tabela 3 que os resultados de vazão de ar obtidos com os elementos filtrantes novos apresentam uma similaridade, para a quarta velocidade e distribuição VENT, 391,9 m³/h e 384,4 m³/h, máximas vazões obtidas com elementos filtrantes a novo. Porém após a rodagem obtemos uma diferença em até 31% menor de vazão de ar no elemento filtrante de 27 aletas, que possui uma área de filtragem 14,8% menor que o de 31 aletas, também para a quarta velocidade e distribuição VENT, 230,8 m³/h e 302,9 m³/h, valores que influenciam diretamente no sistema de ventilação interno do habitáculo, causando danos a eficiência do sistema de climatização do veículo.

Tabela 3. Resultados da segunda fase do experimento.

Velocidade da caixa de ar	Distribuição	Filtro 27 aletas novo		Filtro 27 aletas após rodagem		Filtro 31 aletas novo		Filtro 31 aletas após rodagem	
		Pressão aquisitada [Pa]	Vazão calculada [m³/h]	Pressão aquisitada [Pa]	Vazão calculada [m³/h]	Pressão aquisitada [Pa]	Vazão calculada [m³/h]	Pressão aquisitada [Pa]	Vazão calculada [m³/h]
IVa	VENT	52,2	391,9	23,6	230,8	50,3	384,4	31,9	302,9
	BILEVEL 0%	54,8	402,0	24,9	237,8	49,4	380,8	32,5	305,7
	BILEVEL 100%	42,5	352,1	22,4	224,2	40,2	342,2	25,6	272,7
	FLOOR 100%	37,7	331,1	22,1	222,5	38,1	332,9	21,9	253,9
	HEAT 100%	39,9	340,8	22,3	223,6	38,7	335,5	23,3	261,1
	DEF 100%	39,6	339,5	22,7	225,8	36,3	324,7	23,0	259,6
IIIa	VENT	25,3	271,0	14,2	175,3	22,2	254,4	10,4	188,0
	BILEVEL 0%	26,1	275,2	14,9	179,7	24,6	267,3	12,3	199,8
	BILEVEL 100%	19,2	237,4	13,9	173,3	19,2	237,4	8,8	177,7
	FLOOR 100%	17,3	226,3	13,8	172,7	15,4	214,7	7,2	167,1
	HEAT 100%	18,1	231,0	13,9	173,3	16,7	222,7	7,1	166,4
	DEF 100%	18,3	232,2	14,1	174,6	15,7	216,5	6,8	164,3
IIa	VENT	12,1	193,4	9,8	145,5	11,2	187,4	0,8	119,8
	BILEVEL 0%	13,3	201,3	10,4	149,8	12,5	196,1	1,4	124,6
	BILEVEL 100%	9,6	176,2	9,6	144,1	9,8	177,6	-0,9	105,5
	FLOOR 100%	8,9	171,2	9,5	143,4	8,1	165,3	-1,7	98,5
	HEAT 100%	8,1	165,3	9,6	144,1	8,5	168,3	-2,7	89,5
	DEF 100%	8,5	168,3	9,6	144,1	8,2	166,1	-1,3	102,1
Ia	VENT	3,9	132,0	5,3	111,4	2,6	120,7	-6,2	54,1
	BILEVEL 0%	3,1	125,1	5,9	116,3	1,8	113,4	-4,6	71,1
	BILEVEL 100%	1,5	110,5	5,2	110,6	2,3	118,0	-7,2	42,6
	FLOOR 100%	0,3	98,9	5	109,0	0,7	102,9	-7,6	37,7
	HEAT 100%	0,9	104,8	5,1	109,8	0,3	98,9	-7,4	40,2
	DEF 100%	0,7	102,9	5,2	110,6	0,2	97,9	-7,3	41,4

Os resultados da terceira fase do experimento são apresentados na tabela 4, onde pode ser feita uma correlação da variação da vazão de ar e pressão no interior do habitáculo com a variação da perda de carga localizada no filtro de ar, onde impostou-se a mesma vazão de ar no banco de ensaios de fluxo e não obtivemos a mesma pressão interna da caixa de acrílico. O elemento filtrante de 27 aletas apresentou uma saturação maior que o de 31 aletas após a rotação.

**Tabela 4. Resultados da terceira fase do experimento.**

Pressurização do filtro ao banco de ensaios de fluxo							
Filtro 27 aletas novo		Filtro 27 aletas após rotação		Filtro 31 aletas novo		Filtro 31 aletas após rotação	
Vazão [m³/h]	Pressão [Pa]	Vazão [m³/h]	Pressão [Pa]	Vazão [m³/h]	Pressão [Pa]	Vazão [m³/h]	Pressão [Pa]
102,1	13,9	98,9	150,0	100,0	11,3	105,4	71,4
155,2	27,4	151,0	251,0	153,2	27,4	153,1	112,4
203,8	43,9	197,6	354,3	201,5	42,2	202,2	159,8
253,9	60,2	246,4	523,0	251,6	61,6	247,8	212,0
304,6	80,7	-	-	302,7	84,8	296,6	272,2
350,1	101,2	-	-	348,2	104,3	351,1	347,2
401,1	128,3	-	-	398,7	134,3	401,3	418,7
155,6	159,2	-	-	450,8	166,6	456,5	515,8
501,6	190,2	-	-	501,2	201,6	508,0	593,1
447,8	154,0	-	-	450,3	167,5	452,4	488,9
399,1	129,1	-	-	398,1	134,7	405,0	420,8
348,5	101,5	-	-	350,3	109,1	350,2	327,6
300,2	78,4	-	-	305,1	84,8	305,0	263,5
248,0	57,7	-	-	246,9	58,7	247,2	193,8
196,2	38,6	-	-	198,4	42,1	202,0	147,2
150,9	28,3	-	-	152,4	27,3	151,8	102,2
101,6	13,1	-	-	103,2	14,3	105,0	63,9

## 5. CONCLUSÕES

O presente trabalho permitiu verificar a importância do filtro de ar no sistema de climatização veicular.

Os resultados de pressão e vazão de ar apresentados variam com a perda de carga da caixa de distribuição de ar, correlacionando com uma variação do conforto térmico veicular.

O método utilizado permite fazer uma avaliação dos componentes da caixa de distribuição de ar e previsão das alterações da vida útil do sistema de climatização de um veículo. Além do mais, os resultados no banco de ensaios de fluxo se mostraram bem próximos das perdas de desempenho do sistema.

Como continuidade do trabalho, pretende-se realizar ensaios de perda de carga em todos os componentes da caixa de distribuição de ar, por exemplo, perdas de carga localizada nos trocadores de calor e perda de carga distribuídas nos condutos, a fim de obter mais dados para comparação de resultados e se chegar à validação da metodologia fazendo uma correlação com a nota subjetiva de conforto térmico.

## 6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a PUC Minas e a FIAT Automóveis, pelo suporte financeiro e técnico a este projeto.

## 7. REFERÊNCIAS

- ASHRAE, 2005, Handbook of Fundamentals. American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc, New York.
- Da Silva, M. C. G., 2002, "Measurements of comfort in vehicles. Institute of Physics Publishing" – Meas. Sci. Technol. 13, R41–R60 – PII: S0957-0233(02)27461- 5. 60 p – Portugal.
- Fanger, P. O., 1972, "Thermal comfort – analysis and applications in environmental engineering." McGraw-Hill Book Company - 244 p - United States.
- Hott, M. V. M., Bicalho, G. I., Pereira, L. V. M., 2009, "Subject Evaluation of Vehicle Thermal Comfort". 20th International Congress of Mechanical Engineering, November 15-20, Gramado, RS, Brazil.
- Pereira, L. V. M., Maia, G. F. F. M., Bicalho G. I., Silva, F. V. L., Rocha, M. C., 2008, "Simulação Virtual e Estudo Experimental do Funcionamento de um Sistema de Ar Condicionado." V Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, 18 a 22 de agosto, Salvador, Bahia, Brasil.

Pereira, L.V. M., Santos, J. P., Silva, J. A., 2009, "Thermographic Analysis to Evaluate the Changes of Temperature in the Passenger Vehicles with Air-conditioning", 20th International Congress of Mechanical Engineering, November 15-20, Gramado, RS, Brazil.

Santos, E. O., Tribess, A., 2006, "Simulação do desempenho de um sistema de climatização automotivo". SAE Technical Papers - 2006-01-2604 P – Brasil.

## 8. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluídos no seu trabalho.

# Experimental Study of a Vehicle Ventilation System

Leonardo Vinícius Mendes Pereira, [leonardo.vinicius@fiat.com.br](mailto:leonardo.vinicius@fiat.com.br)<sup>1,2</sup>

Rafael Sabioni Lourenço, [rafael.lourenco@fiat.com.br](mailto:rafael.lourenco@fiat.com.br)<sup>1</sup>

Cláudia Cerutti Pereira, [claudia.pereira@fiat.com.br](mailto:claudia.pereira@fiat.com.br)<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>FIAT Automóveis, Rodovia Fernão Dias, km 429, Betim – MG, CEP: 32530-000

<sup>2</sup>PUC Minas, R. Dom José Gaspar, 500 – Coração Eucarístico, Belo Horizonte, MG, CEP 30535-901

**Abstract:** *The study objective is to evaluate the thermal comfort and vehicle safety emphasizing on air-conditioning system. Several aspects of automobiles thermal comfort are associated with security issues as the windows defogging and defrosting, and air quality inside the vehicle. For the automotive industry, constant air flow in the vehicle is the reason of continuous research on the improvement of the stream and quality of the air that reaches the occupants. This work presents flow bench and vehicle experimental tests results ass an evaluation of the possibilities of the filter element improvement, for the flow, air filtering and temperature adjustment optimization inside the vehicle. Comfort and safety evaluations were made by the air stream inside the vehicle and experimental tests in a climatic chamber. All the tests were made in the same vehicle. Local head losses were evaluated at the flow bench and the vehicle conditioning at the climatic chamber. The pressure inside the vehicle was analyzed during the flow variation, to ensure a comfortable condition for vehicle occupants.*

Keywords: vehicular ventilation, localized head loss, flow test bench