

# ESTUDO DE CASO: APROVEITAMENTO DOS GASES EXPELIDOS PELO ESCAPAMENTO DA MOTO PARA O INSUFLAMENTO DE CÂMARA DO PNEU

Acadêmico de Eng. Mecânica: CHARLLES JANSEM DE SOUZA MENDES  
sharlesjansem1980@gmail.com  
PROFESSOR MSC. FREDERICO NICOLAU CESARINO  
fredcesarino@hotmail.com

---

**RESUMO** - Todos os aspectos caracterizados de suma importância no sentido de agregar conhecimento a engenharia mecânica, bem como, em todos seus direcionamentos torna cada vez mais amplo o campo de atuação de seus engenheiros. No entanto é imprescindível a difusão deste meio para assim fortalecer e maturar conceitos com o intuito de prover benefício à comunidade como um todo. O estudo de caso da viabilidade de aproveitamento dos gases expelidos do escapamento da moto para o insuflamento da câmara do pneu foi pensado, no sentido de tornar possível a rodagem do pneu da moto, estando o mesmo parcialmente perfurado, e tendo em vista a ausência de pneu reserva para este veículo. Sendo assim pesquisas para o planejamento de execução dos passos para o processo em questão foram feitas com o intuito de selecionar o tipo de pneu, câmara e componentes do dispositivo para insuflamento – DI para assim obter a montagem e aplicação deste DI em ensaios de insuflação da câmara de pneu. Também está contida neste trabalho a análise dos resultados obtidos nestes ensaios dando ênfase na segurança do piloto no ato do processo de insuflamento no que diz respeito a possível inalação do gás e até mesmo queimadura na pele do piloto.

**Palavras-chave:** Pneu, câmara, dispositivo.

**ABSTRACT** - All featured aspects of paramount importance to aggregate knowledge in mechanical engineering as well as in all its directions becoming wider to their engineers playing field. However it is essential to spread this medium so as to strengthen and mature concepts in order to provide benefit to the community as a whole. The case study of the use of viability of motorcycle exhaust gases expelled for inflating the tire chamber has been designed in order to make it possible for motorcycle tire tread, with the same partially perforated, and in view of the absence of tire reservation for this vehicle. Therefore research for the steps execution planning for the process in question were made in order to select the type of tire, camera and device components for insufflation - DI in order to obtain the construction and application of this DI inflation trials tire camera. Also in this work the analysis of results obtained in these tests with an emphasis on rider safety in the act of inflating process with regard to possible inhalation of gas and even burning in the pilot's skin.

**Keywords:** tire, camera, device.

---

## INTRODUÇÃO

Buscar a ampliação da mobilidade de veículos automotores de duas rodas quando

estes, por algum motivo, estiverem em condições adversas de funcionamento relacionado aos pneus vazios, mas de forma provisória, ou seja, quando as motos

estiverem com um de seus pneus perfurados devido a sinistros que por ventura venham ocorrer em seu trajeto. Esta ampliação se dá por meio da confecção de um dispositivo para insuflamento (DI), o qual se utiliza dos gases de escapamento do veículo para o insuflamento da câmara de ar. Neste contexto surgiu a condição de verificar o aproveitamento dos gases que são expelidos do escapamento de motocicletas para o insuflamento da câmara do pneu deste veículo, tendo em vista a problemática de que este tipo de automóvel não dispõe de pneu reserva.

O objetivo da pesquisa foi prioritariamente o estudo do aproveitamento dos gases de combustão tendo em vista as condições de temperatura e pressão destes gases na aplicação desenvolvida neste trabalho, e o estudo das condições físicas das câmaras de pneu dos veículos em questão onde recebem os gases de combustão como insuflamento. Com isso foi feita a abordagem

## MOTORES A COMBUSTÃO INTERNA

Motores de combustão interna ou motores a explosão são máquinas que transformam energia química em trabalho mecânico. A combustão é um processo químico exotérmico de oxidação de um combustível que faz parte destes motores. Para que o combustível reaja com o oxigênio do ar necessita de algum agente que provoque o início da reação que por sua vez denomina-se ignição que provoca este início da combustão. Sendo estes fundamentos encontrados na obra como: Motores de combustão interna 1 (FRANCO BRUNETTI, 2012), assim como o princípio de funcionamento dos pistões em seu PMS e PMI, ou seja, ponto morto superior e ponto morto inferior.

Onde também é indispensável à verificação e análise do posicionamento do pistão no interior do cilindro quando há a admissão e expansão do ar atmosférico junto à câmara de combustão, bem como a mistura dos gases no interior desta mesma câmara que é quando há a combinação para o efeito de explosão e queima dos gases; o ciclo

da necessidade de existência deste dispositivo sabendo que é comum perceber nas ruas, vários condutores de motocicletas em condição inadequada de dirigibilidade, e que até os dias atuais, as montadoras de motocicletas ainda não desenvolveram nenhum dispositivo que viesse atender esta peculiaridade.

Quanto ao princípio de funcionamento deste dispositivo, este está basicamente ligado à conexão na saída do escapamento à câmara do pneu da moto, através de mangueiras de borracha juntamente com válvula de enchimento.

Para a confecção deste (DI), foi inicialmente realizada pesquisa bibliográfica referente aos temas: Termodinâmica, materiais de construção mecânica e materiais plásticos, em seguida realizados ensaios, até àquele momento, não destrutíveis onde foi possível perceber o funcionamento do processo.

termodinâmico para o funcionamento deste processo nos quatro tempos deste ciclo onde se denomina ciclo Otto; sistema termodinâmico para estudo da quantidade de matéria tendendo para distinção de sistemas e processos termodinâmicos na obra de Motores de combustão interna 2 (FRANCO BRUNETTI, 2012).

## A POSIÇÃO DO PISTÃO NO INTERIOR DO CILINDRO

No sistema dos motores alternativos o motor é composto por itens essenciais para seu funcionamento exemplificados em seguida:

Figura 2: Funcionamento do pistão no interior do cilindro.



Fonte: FRANCO BRUNETTI, 2012.

O sistema proposto funciona similarmente ao sistema do compressor de ar com o bombeamento de ar para o interior do cilindro de armazenamento. No caso do da moto este ar quente se direciona ao interior da câmara do pneu por meio das mangueiras e dispositivos supracitados.

## ANÁLISE DA PROBLEMÁTICA

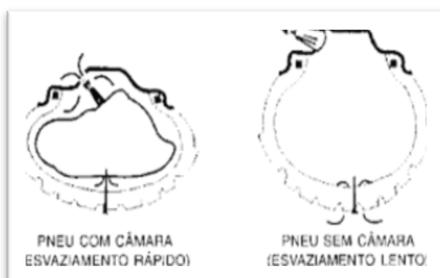
A perfuração dos pneus e câmara se dá por conta de objetos pontiagudos, no entanto o esvaziamento se torna rápido ou lento de acordo com o uso ou não da câmara com o pneu. No caso dos ensaios efetuados foi usado um pneu para uso sem câmara - Tubeless – este é usado em motos que possuem motores acima de 300cc.

Qualquer pneu, independentemente da perfeição de sua fabricação, pode vir a ter falhas resultantes de perfurações, impactos, pressão incorreta, sobrecarga ou qualquer outra condição inapropriada provinda de mau uso ou descuido. Falhas nos pneus podem gerar prejuízos patrimoniais, danos físicos e até a morte, pois além de serem responsáveis pela rodagem da moto é também responsável por amortecerem os impactos relacionados à imperfeição das vias. Portanto manter a pressão adequada neste componente indispensável para locomoção da moto é primordial para melhor dirigibilidade e durabilidade dos mesmos.

sua dirigibilidade e fazendo com que o piloto, de forma displicente, conduza o veículo.

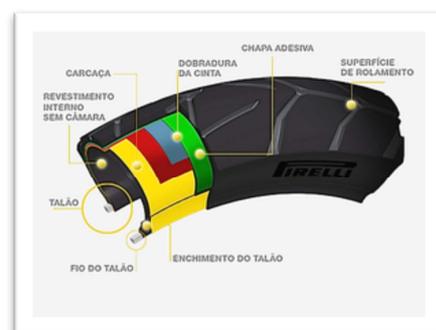
Além desta distinção no nome estão também peculiaridades de cada um, por exemplo, as rodas devem ser específicas para pneus sem câmara, que são incompatíveis com as raiadas convencionais. De fato, apenas algumas “maxitrail” (motos de uso misto) contam com rodas raiadas projetadas para pneus “tubeless”. Nelas, o aro não é transpassado pelos raios como nas rodas raiadas das motos pequenas, o que permite a fuga do ar. A regra para saber se é ou não possível usar pneus sem câmara na sua moto é simples: se ela tem roda de liga, sim, vá em frente. Nas rodas raiadas, nunca use, salvo as exceções citadas e a não ser que você coloque câmara de ar no "tubeless" antes de instalá-lo. Um pneu sem câmara pode comportar uma, mas um que exige o item jamais funciona sem ele. Tecnicamente, a diferença entre os tipos é pequena. Nos pneus sem câmara, há uma camada interna chamada de “liner”, que funciona como uma espécie de capa que assegura maior retenção do ar. Além disso, no desenho do talão de um pneu sem câmara – nome dado às bordas do pneu, que se encostam ao aro de roda –, a área de contato com o aro é mais ampla, assim como também há uma tolerância dimensional limitada. Fazer um pneu sem câmara entrar na roda é sempre mais difícil porque essa folga é pequena, justamente para eliminar a chance de o ar escapar. (figura 3 e 3.1)

Figura 2: Esvaziamento do pneu



Fonte: Divulgação Pirelli

Figura 3: Estrutura de um pneu sem câmara



Fonte: Divulgação Pirelli

Na análise do problema ficou claro que o comportamento da moto com um dos pneus perfurados fica afetado devido ao descontrole do veículo tornando impraticável

Figura 3.1: Estrutura de um pneu sem câmara

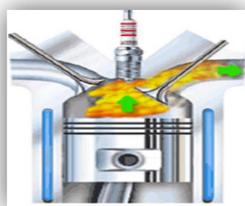


Fonte: Divulgação Pirelli

Em relação à comparação dos poluentes, conforme estudos realizados constataram que, para motos nacionais entre 151 a 500 cilindradas, a média ponderada - ajustando-se pelo total de veículos vendidos - de poluentes emitidos pela frota vendida em 2008 foi de 0,98 gramas de CO por quilômetro rodado, quase o dobro dos automóveis a gasolina desse ano, de 0,51 gramas de CO por quilômetro rodado. O que se sabe na verdade é que a moto está cotada como um dos veículos mais vendidos por conta de suas inúmeras vantagens em relação aos veículos de quatro rodas. De acordo com testes já realizados tornou válida a ideia favorecendo o aprofundamento do assunto e projeto sabendo que a análise termodinâmica de equipamentos que apresentam um escoamento de massa para fora ou para dentro do equipamento é procedimento usual da engenharia. Considerando que o sistema termodinâmico é definido como uma quantidade de matéria, massa e identidade fixas, sobre a qual nossa atenção é dirigida.

Na mistura dos gases juntamente com a ignição acontece à combinação para haver a queima do combustível e movimentação do pistão no interior do cilindro. Nesses motores a mistura combustível-ar é admitida, previamente dosada ou formada interior dos cilindros quando há a injeção direta de combustível (GDI – Gasoline Direct Injection), e inflamada por uma faísca que ocorre entre os eletrodos de uma vela.

Figura 4: Exaustão do gás após a queima.



Fonte: FRANCO BRUNETTI, 2012.

Como é de conhecimento nos estudos de mecânica, a moto independente de tamanho ou cilindrada, funciona através do movimento dos pistões sendo isto possível devido à queima de combustível (ar-combustível) causado por uma faísca. Logo há a explosão e posterior funcionamento do motor. E essa queima de combustível está relacionada também ao índice de emissão de gases à atmosfera que no caso das motos é controlado pelo PROMOT – Programa de Controle da Poluição do Ar por Motociclos e Veículos Similares, tendo em vista que a moto emite mais gases para a atmosfera do que um veículo de quatro rodas por conta da maior rapidez em sua locomoção e quantidade destes veículos nas ruas.

Quanto ao armazenamento do gás no interior da câmara, este é feito de forma proposital, somente para inflar a mesma.

Baseado na primeira Lei de Termodinâmica, a chamada lei da conservação de energia, que no caso do proposto, indica a permanência do gás no interior da câmara sem perder suas características de gás, ou seja, volume, temperatura e pressão constantes, conforme ensaio efetuado. No entanto essas afirmações ainda estão sendo analisadas de acordo com os experimentos. Cada experimento realizado torna possível o aprofundamento de estudos mais precisos e aproximados do correto.

A propriedade de Entalpia é uma grandeza física definida no âmbito da termodinâmica clássica de forma que esta meça a máxima energia de um sistema termodinâmico, teoricamente passível de ser deste removida na forma de calor. É particularmente útil na compreensão e descrição de processos isobáricos a pressão constante as variações de entalpia encontram-se diretamente associadas às energias recebidas pelo sistema na forma de calor, estas facilmente mensuráveis em calorímetros. A entalpia, além de englobar em si a energia interna, esta também integra uma parte da energia passível de ser retirada a forma de calor, de acordo com o sistema.

No caso do projeto proposto, o gás ao ser expelido do escapamento, possui uma temperatura elevada, porém ao ser armazenado no interior da câmara de

borracha, de acordo com os ensaios realizados, esta não apresentou aquecimento na própria câmara possibilitando assim o manuseio deste equipamento com as mãos.

## DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

No primeiro momento foram priorizadas as condições normais do veículo sem ajustes em suas características de fábrica relacionado ao motor deste, mas que de acordo com o decorrer dos testes e condições de vazão do gás será analisada a melhor forma de procedimento, e é necessário que se deixe claro que a rodagem do pneu feito o insuflamento não será de forma constante, porém até a chegada da moto a uma oficina

Neste sentido um exemplo comum de aplicação das leis da Termodinâmica é o motor de quatro tempos sendo que neste tipo de sistema, a energia é fornecida em forma de calor, pela queima do combustível.

para manutenção deste problema. Em seguida foi realizada pesquisa bibliográfica relacionada aos tipos de materiais e tipos de câmaras de pneu, no intuito de se descobrir se a mesma suportaria a pressão e temperatura dos gases de escape. Posteriormente, foi realizada a confecção do dispositivo baseado no projeto em questão juntamente com o insuflamento da câmara para testar o processo, conforme materiais descritos na Tabela 1.

Tabela 1: Material utilizado nos experimentos.

MATERIAL UTILIZADO			
ITEM	DESCRIÇÃO DO MATERIAL	QTD.	UND.
1	Mangueira de borracha de alta temperatura, reforçada, diâmetro interno 16 mm.	0,3	m
2	Mangueira de borracha para Ar, diâmetro interno 6,35 mm; 300 psi.	0,3	m
3	Espigão fixo macho, rosca npt 19 x 6,35 mm.	1	UND.
4	Abraçadeira tipo "pressão", metal, diâmetro 19 mm.	2	UND.
5	Abraçadeira tipo "pressão", metal, diâmetro 6,35 mm.	2	UND.
6	Luva de redução média pressão npt 6,35 x 19 mm	1	UND.
7	Inflador presilha sem retenção de ar, diâmetro 6,35 mm.	1	UND.
8	Câmara de borracha MJ18	1	UND.
9	Pneu Tube Less aro 19"	1	UND.
10	Aro 19", em metal	1	UND.
11	Calibrador de pneu automotivo capacidade de até 50 psi/lb	1	UND.

Tabela 1: Material utilizado nos experimentos.

Fonte: O próprio autor.

## A MONTAGEM DO DIPOSITIVO

A montagem dos componentes do DI foi efetuada conforme dimensão do diâmetro externo do tubo de saída do escape da moto com o diâmetro interno da mangueira do DI. As medidas da mangueira do DI foram dimensionadas a partir do diâmetro externo da saída de escape das motos. Favorecendo assim o encaixe adequado no tudo de escape evitando assim vazamento de gases.

Foram encontrados diâmetros distintos dependendo dos modelos das motocicletas e fabricantes, porém como se trata de uma

mangueria e essa mangueira é feita de borracha, conseqüentemente há certa elasticidade que dá melhor aderência ao tubo de saída do escape da moto.

As medidas da mangueira do DI foram dimensionadas a partir do diâmetro externo da saída de escape das motos.

Favorecendo assim o encaixe adequado no tudo de escape evitando assim vazamento de gases.

Figura 5: Medição tubo de escape.



Fonte: O próprio autor.

Figura 5.1: Medição tubo de escape.



Fonte: O próprio autor.

Com a montagem do DI o dispositivo fica com a configuração a seguir.

Figura 6: Dispositivo para insuflamento.



Fonte: O próprio autor.

Figura 7: Dispositivo para insuflamento.



Fonte: O próprio autor.

## PREPARAÇÃO PARA ENSAIO DE INSUFLAMENTO DE CÂMARA DE PNEU

Foi selecionada a moto que possuía um tubo de escape correspondente ao diâmetro interno da mangueira para que não houvesse vazamento do gás, conforme informado anteriormente. Em seguida preparada a câmara de ar ainda fora do pneu para que fosse insuflada e analisada a temperatura do material, neste caso a borracha. Conforme as figuras abaixo.

Figura 8: Preparação da moto.



Fonte: O próprio autor.

Figura 9: Preparação da moto.



Fonte: O próprio autor.

Por meio das conexões preparadas e com o motor da moto em funcionamento houve então a iniciação dos ensaios que ocorreu em ambiente adequado em virtude do gás expelido do escapamento ser tóxico e nocivo ao ser humano estando em ambiente fechado.

É importante reiterar que o processo de insuflamento do gás deve ser feito de forma segura e atenciosa, pois se sabe que o tubo de escapamento possui a temperatura elevada e por isso para que haja a conexão correta da mangueira é necessário que se faça a introdução de parte deste componente no tubo e, como o motor da está em funcionamento é necessário que aumente a rotação do motor

para o mesmo dê pressão suficiente na saída do gás, ou seja, para que o motor da moto não pare de funcionar.

## INÍCIO DOS ENSAIOS

No roteiro escolhido como o mais correto para os ensaios notou-se que após o processo supracitado não houve o desligamento do motor da moto, justamente porque não houve a obstrução total do tubo de escape isso por conta da válvula de enchimento que não é totalmente vedada.

Com isso foi feita a conexão junto ao “bico” de entrada de ar da câmara do pneu e posterior enchimento.

Figura 10: Câmara de borracha após insuflamento.



Fonte: O próprio autor.

Figura 11: Câmara de borracha após insuflamento.



Fonte: O próprio autor.

Para insuflamento da câmara do pneu considerou-se o gás em sua exaustão da câmara de combustão, onde na prática do ensaio esta não apresentou aumento de temperatura quanto ao armazenamento, havendo apenas a deformação elástica da câmara de borracha, uma característica deste material.

## CARACTERÍSTICAS DA CÂMARA DE BORRACHA

Trata-se uma substância elástica extraída do látex da seringueira obtida sinteticamente por processos químicos industriais resistentes a uma determinada pressão e temperatura. A câmara de borracha, na moto ou no veículo de quatro rodas, é um recipiente responsável por armazenar o ar de forma comprimida no interior dos pneus. Sua resistência quanto à pressão e temperatura está diretamente relacionada ao fim a que se destina. No caso dos pneus de motos, que é o veículo em questão, a calibragem deste componente de pneu, se dá conforme especificações do fabricante, ou seja, o proprietário do veículo é responsável por seguir todas as observações contidas no manual do proprietário/usuário.

Sabe-se que em uma motocicleta onde a compressão do cilindro a uma rotação de 900 RPM - rotação por minuto - atinge uma compressão padrão de aproximadamente 1.324 kPa (13,5 kgf/cm<sup>2</sup>) ou ainda 192 psi, conforme tabela disposta.

Tabela 2: Especificações de pressão dos pneus.

PRESSÃO DE AR NOS PNEUS/CÂMARA			
1 Pessoa		2 Pessoas	
Dianteiro	Traseiro	Dianteiro	Traseiro
175 kPa (25 psi)	200 kPa (29 psi)	175 kPa (25 psi)	225 kPa (33 psi)
Carga máxima: 170 Kg			

Fonte: Manual YAMAHA.

Cada moto possui um tipo de pneu e cilindrada específica e equivalente ao modelo. Neste caso a equação para obter a cilindrada da moto é dada conforme equação:

$$V_{cilindrada} = N * \left( \left( \pi * \frac{D^2}{4} \right) * C \right)$$

Equação (1)

Onde: N: número de cilindros;  
 D: diâmetro [cm<sup>2</sup>];  
 C: curso, distância entre os pontos PMS e PMI [cm].

A maximização do rendimento mecânico do motor, sendo a relação entre a sua potência efetiva e a potência indicada para uma determinada condição de funcionamento, passa também pelo comportamento de seu escape, ou seja, a diferença entre a potência indicada e a potência efetiva inclui as perdas por atrito, a potência utilizada para movimentar os componentes do motor, bem como, o comando de válvulas e a potência de bombagem que é a potência exercida para remover do interior do cilindro no final do ciclo os produtos de combustão e efetuar admissão de uma nova carga de mistura de ar/combustível, que pode ser expressa como em termos da diferença entre a pressão média de admissão e a pressão média de escape. Logo, uma pressão média de escape contribuirá para um melhor rendimento mecânico do motor. Após a expansão o pistão passa pelas janelas de admissão quando, novamente faz a lavagem dos gases de escapamento e proporciona a admissão. Logo nota-se que os processos descritos utilizam apenas dois cursos e, conseqüentemente, uma volta da manivela. A mesma solução pode utilizar janelas de escapamento no cilindro, em lugar do suo de válvulas, simplificando o motor mecanicamente.

Para verificação de compressão na câmara de combustão são dados os valores no próprio manual do proprietário da moto, no entanto, caso haja a necessidade de avaliar a real compressão em tal câmara é possível realizar o processo através de um instrumento chamado – manômetro – onde o mesmo é instalado no orifício da vela de ignição do motor (figura 4), conforme estabelecido pelo fabricante, sabendo que a compressão no cilindro é praticamente padrão para as motos com a mesma potência, mesmo sendo de outro fabricante, sendo essa leitura é fornecida no máximo entre 4 a 7 segundos, de acordo com a Tabela 3.

Tabela 3: Especificação do fabricante quanto à compressão do cilindro

Item		Padrão	Limite de Uso
Compressão do cilindro a 900 rpm		1.324 kPa (19.5 kg/cm <sup>2</sup> , 192 psi)	–
Folga da válvula	ADM	0,08	–
	ESC	0,12	–
Válvula, guia da válvula	D.E. da haste da válvula	ADM	4,975 – 4,990
		ESC	4,955 – 4,970
	D.I. da guia da válvula	ADM/ESC	5,000 – 5,012
		ADM	0,010 – 0,037
	Folga entre haste da válvula e guia	ESC	0,030 – 0,057
		ADM/ESC	16,8 – 17,0
Altura da sede da válvula	ADM/ESC	0,9 – 1,1	
Mola da válvula	Comprimento livre	38,4	37,5
Balancim	D.I. do balancim	ADM/ESC	10,000 – 10,015
	D.E. do eixo do balancim	ADM/ESC	9,972 – 9,987
	Folga entre balancim e eixo	ADM/ESC	0,013 – 0,043
Avivore de comando	Altura do ressalto	ADM	32,994 – 33,234
		ESC	32,880 – 33,120
Empenamento do cabeçote		–	0,05

Fonte: Manual do proprietário YAMAHA.

Figura 12: Teste de compressão no cilindro.



Fonte: Manual do proprietário, HONDA.

## RESULTADOS

De acordo com os dados fornecidos pelo fabricante da motocicleta usada em ensaio houve êxito no que diz respeito ao insuflamento da câmara do pneu, quando se obteve a calibragem de aproximadamente 20 psi, haja vista que a calibragem apropriada para rodagem é de até 33 psi, dependendo do pneu a ser inflado (Tabela 2). Porém ainda é reconhecidamente vulnerável a possíveis alterações. Faz-se necessária a aquisição de instrumentos de medição específicos para ensaios mais aprofundados no sentido de desenvolver de forma mais eficaz este trabalho.

Notou-se que no ato do insuflamento da câmara, sendo tal processo efetuado ainda externamente ao pneu, o mesmo não apresentou aquecimento em sua superfície favorecendo a aplicação de maior quantidade de gás. No entanto quando houve a inserção da câmara no pneu, pronto para rodagem, e com o insuflamento efetuado, percebeu-se

que há a possibilidade de rodagem da motocicleta.

Com a utilização do dispositivo desenvolvido e sua aplicação de forma correta, tendo em vista o resguardo da integridade física do operador, ou seja, o piloto da motocicleta, e quando este detectar a necessidade de uso do gás e DI, este deverá atentar para alguns parâmetros de segurança para o início do processo de insuflamento verificando a alta temperatura no tubo de escape da moto; acoplamento do dispositivo para insuflamento (DI) junto ao tubo de saída do gás sabendo que não deverá haver a inalação deste gás devido sua composição; o processo de insuflamento deverá ser feito ao ar livre para melhor dissipação do gás que por ventura venha a escapar pelas bordas do DI.

Notou-se também que para efeito de melhor desempenho do processo e acondicionamento da câmara no pneu ainda é precoce a informação de possível desbalanceamento das rodas, mesmo por que não houveram ensaios devidos para este fim. Contudo foi notório que de acordo com a compressão do cilindro no motor da moto haverá maior ou menor pressão na saída do gás no escape. Estes valores de compressão dos gases no cilindro são dados pelo próprio fabricante, isentando neste início, o uso de cálculos de pressão destes gases.

Os materiais utilizados nos ensaios foram adquiridos no mercado lojista local da

cidade de Manaus – AM, e estão disponíveis em variadas dimensões nos estabelecimentos atuantes na área de mecânica dos fluidos/fenômeno de transportes.

A tabela 4 a seguir simplifica de forma básica os resultados encontrados.

Tabela 4: Comparativo de calibragem do pneu da moto

Pressão de ar nos pneus/câmara				Pressão encontrada com o uso do DI
1 Pessoa		2 Pessoas		
Dianteiro	Traseiro	Dianteiro	Traseiro	
175 kPa (25 psi)	200 kPa (29 psi)	175 kPa (25 psi)	225 kPa (33 psi)	<b>20 (psi)</b>

Carga máxima: 170 Kg

Fonte: Manual YAMAHA

Observa-se que através do esforço máximo declarado pelo fabricante do veículo, isto é, a carga máxima da moto estando a moto carregada com duas pessoas ou não, suporta e neste caso se analisa o parâmetro encontrado para possível rodagem com a câmara insuflada com os gases.

## CONCLUSÃO

De acordo com o objetivo principal deste estudo de caso que trás a ideia de ampliar a mobilidade dos veículos de duas rodas provisoriamente devido à perfuração em um dos pneus, e neste primeiro momento fazendo uso das descrições do fabricante em seu manual disposto, torna-se viável a insuflação dos gases e seu armazenamento na câmara do pneu, conforme ensaios anteriores, porém observando os parâmetros dispostos nos resultados deste estudo quanto aos procedimentos a serem seguidos.

Conforme proposto e através de objetivos e ensaios, quase todos realizados, exceto o de balanceamento das rodas, análise da temperatura dos gases de escape e teste de rodagem dos pneus com gás insuflado, até aqui se tornou válido os experimentos sabendo que ainda surgirão várias outras ideias para este fim, mas que sempre deverão seguir os passos citados neste estudo de caso ou não. É importante reiterar que é um estudo complexo e que há a necessidade de aprofundamento em alguns tópicos em questão tendo em vista a ausência de conhecimento da temperatura dos gases depois de saída do escape, teste de rodagem com a moto e balanceamento das rodas após insuflamento da câmara, conforme relatado anteriormente.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BAUBETA Ismael, Pneus radiados - artigo, 2011.

BRUNETTI Franco, Motores de Combustão Interna – vol. 1 – editora Edgard Bluguer, 2012.

BRUNETTI Franco, Motores de Combustão Interna – vol. 2 – editora Edgard Bluguer, 2012.

Catálogo Pirelli, 2015

ÉLYO C. Grison - Artigo científico Matéria prima da câmara do pneu, 2010.

FABIANO A. N. Fernandes – Artigo científico, 2006.

HALLIDAY, David, RESNIK Robert, KRANE, Denneth S. Física 2, volume 1, 5 Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004. 384 p.

HONDA, Manual do proprietário, 2004.

PROMOT - Programa de Controle da Poluição do Ar por Motociclos e Veículos Similares.

RAFHAEL Brum Werlang – Artigo científico Matéria prima da câmara do pneu, 2013.

TEIXEIRA JÚNIOR Antônio de Souza, Leis da Termodinâmica, FUNBEC.

TRINDADE Jorge Manuel Fernandes, Tese de mestrado: Regime de escoamento dos gases no escapamento, 1998.

VAN WYLEN, Sonntag, Fundamentos da Termodinâmica 7ª edição – editora Blucher, 2009.

VAN WYLEN, Sonntag, Fundamentos da Termodinâmica 8ª edição – editora Blucher, 2013.

YAMAHA, Manual do proprietário, 2010.

ZAMPIER Edu, Revista rodas e pneus, 2011.

## Charlles Jansem de Souza Mendes

Graduado no curso Superior Tecnológico de Manutenção Industrial (ULBRA-2013), formando do curso de Engenharia Mecânica (ULBRA-2015), Técnico em manutenção na Federação das Indústrias do Estado do Amazonas – setor de Engenharia.



## Frederico Nicolau Cesarino

Doutorando em Sociedade e Cultura pela Universidade Federal do Amazonas (PPGSCA-UFAM). Mestre em Sociologia pela Universidade Federal do Amazonas. Especialista em Educação. Graduado em Engenharia Mecânica e Licenciado em Matemática pela Universidade Estadual do Amazonas. Professor da Universidade Luterana do Brasil, campus Manaus. Engenheiro de Manutenção Mecânica da Eletrobras Amazonas Energia. Desenvolve pesquisas nas seguintes áreas: História do setor elétrico no Amazonas, relações trabalhistas do setor elétrico, impactos sociais e ambientais de usinas térmicas, interações entre o ambiente urbano e o ambiente rural.

