

# PANORAMA INTERNACIONAL DO USO E OPERAÇÃO DE MOTOCICLETAS

**Raquel da Fonseca Holz**

**Luis Antonio Lindau**

Laboratório de Sistemas de Transportes, LASTRAN

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, PPGE

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS

## RESUMO

As motocicletas, utilizadas como meio de transporte ou geração de renda, já respondem por uma parcela significativa dos deslocamentos urbanos. Mas, enquanto a venda de motocicletas cresce no mundo, a cada ano aumentam os acidentes e mortes envolvendo motociclistas. Frente à recente regulamentação das profissões de *motoboy*, mototaxista e motofrete no Brasil, este artigo apresenta um panorama internacional do uso e circulação de veículos motorizados sobre duas rodas. Em países asiáticos, as motocicletas são tão ou mais comuns que os automóveis no tráfego diário e, no Brasil, as vendas de motocicletas atingiram a marca de 1,9 milhões de unidades em 2008, um crescimento de mais de 100% se comparado a 2005. Mas, se por um lado a indústria se esforça por colocar no mercado motocicletas menos poluentes, não houve ainda no Brasil, por parte das autoridades de trânsito, uma definição quanto à operação de motocicletas em áreas urbanas congestionadas.

## ABSTRACT

Motorcycles, either used as a transportation mode or for generating income, already respond for a significant share of urban trips. But while sales of motorcycles grow in the world, accidents and deaths of motorcyclists keep increasing every year. Given the recent regulation of motoboys, mototaxis and motofreight in Brazil, this paper presents an international panorama of the use and operation of motorized two-wheelers. In Asian countries, motorcycles are as common as or even more common than cars in the daily traffic. In Brazil, the sales of motorcycles totaled 1.9 million units in 2008, a growth of more than 100% if compared to 2005. If in one hand the industry is doing its part in producing less pollutant motorcycles, Brazilian authorities are still lacking a definition regarding the operation of motorcycles in congested urban areas.

## 1. INTRODUÇÃO

A frota de motocicletas vem crescendo de forma considerável no mundo, impulsionada por atrativos como incentivo para a aquisição, custo relativamente baixo de combustível, facilidades de estacionamento e na circulação no trânsito cada vez mais congestionado das zonas urbanas das grandes metrópoles. No Brasil, as vendas anuais de motocicletas já se aproximam das alcançadas pelos automóveis. Aliado ao aumento das vendas, outras estatísticas também crescem: as taxas de acidente e de mortalidade dos motociclistas.

Apesar da sua intensa utilização, as motocicletas tendem a ser ignoradas pelo planejamento de transportes e operação do tráfego, que continuam voltados basicamente para os veículos de quatro rodas. Felizmente observa-se agora um aumento nas investigações referentes ao tema. Em se tratando de motocicletas, a maioria dos estudos dedica-se a recomendar melhorias referentes à segurança (acidentes) e ao meio ambiente (emissões).

Frente ao crescimento do uso de motocicletas e à recente regulamentação das profissões de *motoboy*, mototaxista e motofrete no Brasil, este artigo desenvolve um panorama internacional do uso e circulação de veículos motorizados sobre duas rodas.

## 2. O USO URBANO DAS MOTOCICLETAS

Em muitas cidades da Ásia e do Sul da Europa, e em um número crescente de municípios das Américas, as motocicletas representam uma importante parcela do tráfego motorizado (Hsu *et al.*, 2003; Palouzzi, 2005; Savolainen e Mannering, 2007; Musso *et al.*, 2007, 2009; MIC, 2009; WBCSD, 2009). No caso brasileiro, é crescente a participação relativa das motocicletas

no contexto do tráfego urbano motorizado.

## 2.1 Participações das motocicletas na frota veicular

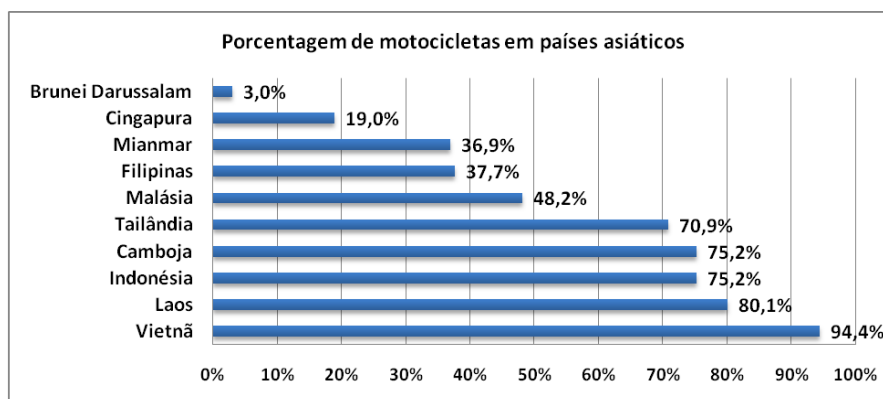
A indústria de motocicletas instalada no território nacional produziu aproximadamente 2,1 milhões de unidades em 2008 (Abraciclo, 2009). Já a indústria automotiva brasileira fabricou cerca de 3,2 milhões de automóveis, ônibus e caminhões no mesmo período (ANFAVEA, 2009). Da produção total de 5,3 milhões de veículos, os automóveis representaram 56%, seguido por motocicletas 40%, caminhões 3% e ônibus 1% (Abraciclo, 2009). As vendas de motocicletas no Brasil atingiram a marca de 1,9 milhões de unidades em 2008, um crescimento de mais de 100% se comparado a 2005 (Abraciclo, 2009). Os volumes de produção e vendas no mercado brasileiro são apresentados na tabela 1.

**Tabela 1:** Retrospecto da produção e vendas de motocicletas no Brasil.

Ano	Produção (unidades)	Vendas (unidades)	Número relativo	
			Produção	Vendas
2008	2.126.325	1.879.695	14,5	15,3
2005	1.214.568	1.024.987	8,3	8,3
2000	634.984	574.149	4,3	4,7
1995	217.327	200.592	1,5	1,6
1990	146.735	123.169	1	1

Fonte: Abraciclo (2009)

Não é só no Brasil que se verifica o crescimento da participação das motocicletas na frota veicular. No caso dos EUA, as vendas passaram de 247.000 em 1997 para 648.000 em 2003. De 2003 a 2008, o número de lares americanos que possuem motocicletas aumentou 26%, sendo que, durante o mesmo período, a população americana aumentou cerca de 5% (Palouzzi, 2005; MIC, 2009). Nas cidades européias também cresce a utilização da motocicleta. Em Roma, a taxa de motorização registrada em 2005 (Musso *et al.*, 2007, 2009) é uma das mais elevadas da Europa: 950 veículos (incluindo as motocicletas) por 1000 habitantes (incluindo a população infantil e sênior).



**Figura 1:** Porcentagem de motocicletas em países asiáticos no ano de 2003

Fonte: Ross e Melhuish (2005)

Em países asiáticos, as motocicletas são tão ou mais comuns que os automóveis no tráfego diário (Hsu *et al.*, 2003; Chang e Yeh, 2006, 2007; Musso *et al.*, 2009). E esta proporção tende ainda a aumentar devido à entrada de modelos chineses mais baratos no mercado (Ross e Melhuish, 2005). Motocicletas representam mais de 45% da frota em 6 dos 10 países reportados na figura 1. A atratividade das motocicletas nesses países, assim como em tantos

outros, resulta do clima adequado a sua utilização, da elevada densidade populacional e de hábitos culturais (Ross e Melhuish, 2005; Chang e Yeh, 2007; Musso *et al.*, 2009).

## 2.2 Características do uso

Vários fatores contribuem para a difusão das motocicletas no mundo. Seu baixo custo de aquisição frente ao automóvel a torna acessível a pessoas de baixa renda (Hsu *et al.*, 2003; Musso *et al.*, 2009). No Brasil, uma motocicleta nova de 125 cc, o modelo mais popular, pode ser adquirida por aproximadamente US\$3 mil e financiada em até 5 anos.

Outro fator competitivo importante reside nas características geométricas (Hsu *et al.*, 2003; Musso *et al.*, 2009). Se levarmos em consideração as dimensões de um automóvel popular, (3,8 x 1,77 x 1,35)m e uma motocicleta, também popular (2,00 x 0,75 x 1,05)m, a área e o volume ocupado pela motocicleta são aproximadamente 78% e 83% menores que a do automóvel, resultando uma maior liberdade de manobra, maior permeabilidade no sistema viário e mais flexibilidade para estacionar em lugares reduzidos. A economia de combustível, quando comparada a outros tipos de veículos, também torna a motocicleta uma solução bastante atrativa (Hsu *et al.*, 2003; Musso *et al.*, 2009). O consumo médio de uma motocicleta é de 0,04 litros de combustível por quilômetro percorrido, o que representa uma economia de mais de 3 vezes quando comparada com o automóvel (ANTP, 2007).



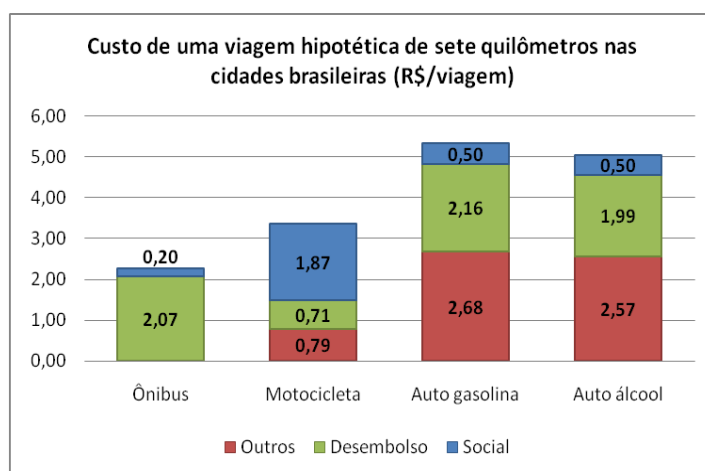
**Figura 2:** Identificação utilizada por motociclistas em Bogotá.

Cresce o interesse de parcela considerável da população mundial pela utilização das motocicletas, seja como meio de transporte ou na geração de renda. Um exemplo é a proliferação dos moto-serviços, representados pelos moto-táxis no transporte de passageiros e pelos *motoboy*s na prestação de serviços de coletas e entregas (Liberatti *et al.*, 2001, 2003; Oshima e Fukuda, 2007). Em 2005, o governo tailandês impôs regras para os moto-táxis, tornando a Tailândia o primeiro país no mundo a regulamentar este serviço (Oshima e Fukuda, 2007). Em Bogotá, para aumentar a segurança pública, os motociclistas, passageiros e mercadorias são obrigados a portar identificação em coletes, capacetes e caixas utilizadas para o transporte de mercadorias. Esta identificação, ilustrada na figura 2, é realizada com o mesmo número da placa da motocicleta e é confeccionada com material fosforescente.

No caso brasileiro, três quartos daqueles que compram motocicletas declaram usá-las como meio de transporte. Porém sabe-se que muitas se destinam a geração de oportunidades de trabalho. Estima-se que 2,8 milhões de brasileiros utilizem a motocicleta para gerar renda familiar (FENAMOTO, 2009). *Motoboy*s expandiram especialmente na cidade de São Paulo, onde 11 milhões de habitantes (IBGE, 2009) e 6 milhões de veículos (DENATRAN, 2009) disputam um espaço viário quase sempre congestionado, principalmente nos horários de pico,

resultando um cenário bastante propício para o uso das motocicletas.

A figura 3 apresenta uma comparação dos custos de deslocamento dos principais modos urbanos para uma viagem hipotética de sete quilômetros, representativa do que ocorre nas principais cidades brasileiras com população acima de 500 mil habitantes (ANTP, 2009). Os custos incluem: social (acidentes de trânsito e emissão de poluentes), desembolso (tarifas, no caso de ônibus; combustível, no caso de motocicletas; e combustível e estacionamento, no caso de automóveis) e outros (impostos, taxas, manutenção e depreciação). Sob a ótica do custo de desembolso para o usuário, a motocicleta é o modo mais barato, seguido pelo ônibus e pelo automóvel. Quanto aos custos sociais, os valores mais elevados estão associados à motocicleta. Enquanto os custos de desembolso são os mais percebidos e, portanto, os mais marcantes na tomada de decisão quanto à escolha modal, são os custos sociais os que mais preocupam a sociedade como um todo (ANTP, 2008, 2009).



**Figura 3:** Custos da utilização de modos de transportes  
Fonte: ANTP (2009)

O crescente afastamento entre a qualidade ofertada pelo transporte público e o transporte individual privado incentiva o uso de automóveis e motocicletas (WBCSD, 2009). Em uma grande cidade brasileira, uma viagem de 7 km pode levar mais que o dobro do tempo no transporte público (35 min) em vez do automóvel ou motocicleta (15 min) (ANTP, 2005).

A distância média de viagem utilizando motocicleta em Taiwan é de cerca de 10 km (Musso *et al.*, 2009). No Brasil, a distância média de viagem é de 7,9 km (ANTP, 2007). Motocicletas são permitidas nas auto-estradas e vias rápidas na Malásia e Vietnã, ao contrário da situação de Taiwan, onde são proibidas (Hsu *et al.*, 2003; Musso *et al.*, 2009). No Brasil, as motocicletas não recebem restrição ao uso em auto-estradas e vias rápidas. Somente os ciclomotores são proibidos de circularem nas vias de trânsito rápido (CTB, 2009).

### 3. A OPERAÇÃO DAS MOTOCICLETAS

Em áreas urbanas, a circulação das motocicletas tende a ocorrer em condições de tráfego misto gerando conflitos com outros veículos, principalmente em pontos onde ocorrem interrupções do fluxo, como por exemplo, nas interseções. A figura 4 ilustra condições de tráfego misto em diferentes contextos. Alguns países estão adotando a separação das motocicletas dos outros veículos motorizados através das faixas exclusivas e faixas segregadas (Sohadi e Law, 2005; Bonte *et al.*, 2007) e infra-estruturas específicas.

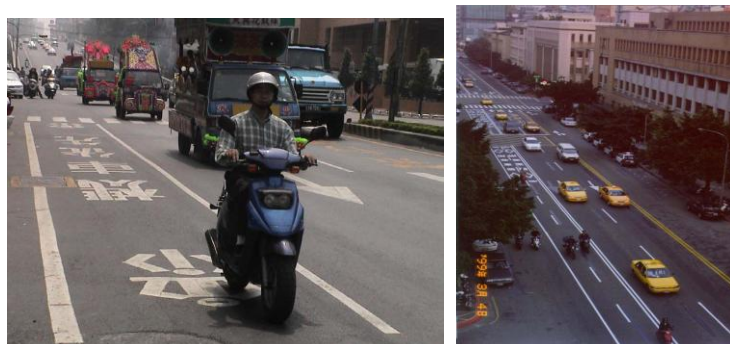
### 3.1. Faixas exclusivas e segregadas

As faixas exclusivas para motocicletas são completamente separadas das outras faixas viárias, e dão direito ao uso exclusivo por motociclistas. Até agora, nos casos onde foi aplicada apresenta largura entre 2 a 3,5 m (Sohadi e Law, 2005). Já a faixa segregada para motocicleta é implantada no espaço viário já existente e, normalmente, fica localizada ao longo do meio fio. Alguma forma de barreira física ou marcação no pavimento define a faixa reservada para os motociclistas. No entanto, em cruzamentos e intersecções, este tipo de faixa deixa de ser unicamente usadas por motocicletas, ocorrendo conflitos com outros usuários da via.



**Figura 4:** Motocicletas no tráfego misto no Vietnã e em São Paulo  
Fonte: Hsu *et al.* (2003)

Em Taipei, faixas segregadas são utilizadas em áreas urbanas, ao longo de avenidas. Na Malásia, a segregação também acontece em algumas rodovias (Hsu *et al.*, 2003). São Paulo possui uma faixa segregada para motocicletas, ao longo de 3 km da Av. Sumaré, com 2 m de largura por sentido. Foi criada em 2006 em caráter experimental e mantida desde então. A figura 5 ilustra as faixas segregadas utilizadas em duas cidades de Taiwan.



**Figura 5:** Faixa segregada para motocicletas em Tainan e Taipei  
Fonte: Hsu *et al.* (2003)

Não foram ainda identificados critérios ou normas específicas para faixas exclusivas ou segregadas para motocicletas. A partir de descrições reportadas (Umar *et al.*, 1995; Sohadi e Law, 2005; Bonte *et al.*, 2007) infere-se que a prática atual resulta de uma combinação de critérios utilizados em ciclovias e rodovias. Destaca-se a importância em especificar uma largura de faixa que não ocasione incômodo aos motociclistas. Se ela for demasiadamente larga poderá incentivar a invasão de outros veículos, se for muito estreita poderá ocasionar desconforto ao motociclista e impor riscos para manobras de ultrapassagem (Sohadi e Law, 2005). Algumas outras características técnicas de faixas exclusivas para motocicletas encontram-se em Umar *et al.* (1995) e Sohadi *et al.* (2005).



### 3.2. Pontes e travessias

Em alguns países do sudoeste asiático, as motocicletas são tão comuns que foram desenvolvidas infra-estruturas específicas tais como pontes sobre rios e estradas (Hsu *et al.*, 2003; Briggs, 2008; Musso *et al.*, 2007, 2009) como ilustrado na figura 6. A figura 7 apresenta uma ponte com faixa segregada para motocicletas e um viaduto utilizado, tanto por motociclistas, quanto por pedestres e ciclistas, situado na Malásia.



**Figura 6:** Ponte dedicada ao uso de motocicleta na Malásia  
Fonte: Briggs (2009)



**Figura 7:** Ponte e viaduto com opção para motocicleta  
Fonte: Briggs (2009)

### 3.3. Corredores virtuais criados pelos motociclistas

Nas vias urbanas brasileiras de tráfego misto, os motociclistas tendem a trafegar pelos corredores que se formam entre um veículo e outro, como os apresentados na figura 8. Para muitos motociclistas, circular nesses corredores é a única solução para escapar do trânsito congestionado das cidades. De acordo com o CTB - Código de Trânsito Brasileiro, a motocicleta tem o mesmo direito que os demais veículos motorizados sobre o espaço viário. O artigo 56 proíbe o condutor de motocicletas de trafegar nos corredores entre as faixas viárias, mas foi vetado.

Esse corredor virtual que se forma entre os automóveis faz fluir as motocicletas, mas gera oportunidades de colisões de motos com os outros veículos visto que nem todos os motoristas estão suficientemente atentos para mantê-lo no tempo e no espaço. Sobretudo, acidentes acontecem porque as motocicletas não são percebidas por outros veículos, principalmente quando estes mudam de faixa e o motociclista encontra-se no “ponto cego” dos automóveis, ônibus e caminhões (Bonte *et al.*, 2007).

#### 4. ACIDENTES

Por ano morrem aproximadamente 1,2 milhões de pessoas em acidentes de trânsito no mundo, sem contar os feridos que podem chegar a 50 milhões (WHO, 2006, 2007a). Em países de menor renda a maioria das mortes é observada entre os pedestres, ciclistas, motociclistas e passageiros do transporte público e privado. Os países com menos acidentes são também os mais ricos, como Holanda, Suécia e Reino Unido, onde os mais afetados são os condutores dos veículos de quatro rodas (WHO, 2006; 2007a; Espitia-Hardeman *et al.*, 2008).



**Figura 8:** Corredores virtuais de motocicletas

##### 4.1. Incidência das motocicletas nos acidentes

Em países asiáticos são registrados os maiores índices de motocicletas do mundo (Suriyawongpaisal e Kanchanasut, 2003; Sohadi *et al.*, 2005; Musso *et al.*, 2009). No caso do Vietnã, entre os anos de 2000 e 2001 ocorreu um salto surpreendente de 37% no número de mortes em acidentes de trânsito, sendo 68% com motociclistas. Em Hanói, as motocicletas representaram 73% de todos os acidentes (Musso *et al.*, 2009). Em Taiwan, o aumento no uso das motocicletas está diretamente relacionado ao aumento de mortos e feridos com motos. Somente na capital, em 2005, eram 720 mil os automóveis e 1,2 milhões as motocicletas (Hsu *et al.*, 2003). Na Tailândia, de 75 a 80% das mortes decorrentes de ferimentos no trânsito ocorre com os usuários de motocicletas (Suriyawongpaisal e Kanchanasut, 2003).

Na Índia, motociclistas respondem por 27% das mortes nas estradas (Ponnaluri *et al.*, 2009). Na China, onde a propriedade de motocicletas entre 1987 e 2001 cresceu rapidamente, a proporção de motociclistas mortos no trânsito passou de 7,5% para 19% (WHO, 2006). Na Malásia as motos respondem por mais de 60% das lesões sofridas e quase a mesma proporção dos acidentes mortais (Sohadi *et al.*, 2005) mas faixas exclusivas e reservadas para motocicletas entre o Aeroporto Internacional de Subang e duas cidades reduziram 39% nos acidentes com motocicletas (Umar *et al.*, 1995).

Na Itália, a motocicleta é a principal causa de morte dos jovens (Servadei *et al.*, 2003; Bianco *et al.*, 2005; Torre *et al.*, 2007). Na Colômbia, em 2005 os motociclistas representam 27% das mortes no trânsito (Espitia-Hardeman *et al.*, 2008). No Brasil, cresce a participação dos motociclistas nos acidentes de trânsito. Em 2004, foram registrados 12.095 acidentes envolvendo motocicletas, dos quais 838 com fatalidade. Desses acidentes, 10,8% ocorreram nas rodovias federais (IPEA/DENATRAN, 2006).

A tabela 2 apresenta o número de mortes e internações no Brasil decorrente dos acidentes de transporte terrestre, com enfoque nos motociclistas. É importante salientar que a taxa de mortalidade de motociclistas apresentou um aumento de 540%, ao passar de 0,5 para 3,2 por cem mil habitantes, de 1996 para 2005. Já a quantidade anual de internações cresceu de 16.692 para 30.532 entre 2000 e 2005, um aumento de 83%.

**Tabela 2:** Mortes e internações por lesões em acidentes de transporte terrestre no Brasil (taxa por cem mil habitantes)

Ano	Mortes				Internações			
	Total	Motociclistas	%	Taxa	Total	Motociclistas	%	Taxa
1996	35.281	725	2,1	0,5	-	-	-	-
2000	28.995	2465	8,5	1,5	107.969	16.692	15,5	9,8
2001	30.524	3100	10,2	1,8	102.220	17.581	17,2	10,2
2003	33.139	4271	12,9	2,4	108.751	24.441	22,5	13,8
2005	35.763	5935	16,6	3,2	118.122	30.532	25,8	16,6

Fonte: Adaptado de dados da Abramet (2007)

#### 4.2. Fatores de risco das motocicletas

Características inerentes às motocicletas expõem seus usuários a riscos (Perco, 2009) que resultam em ferimentos com maior severidade (Koizumi, 1992; Peek-Asa e Kraus, 1996; Oliveira e Souza, 2003). Por apresentar uma superfície frontal e traseira reduzida, a motocicleta é menos percebida que outros veículos. Isso também contribui para erros no julgamento da velocidade de motociclistas por parte de outros condutores e pedestres e, logo, a iluminação é um fator importante para a prevenção de acidentes (Peek-Asa e Kraus, 1996).

Em Cali, 80% dos motociclistas mortos em 1994 sofreram traumatismo craniano, sendo a falta de uso de capacete o fator de risco comum a estes acidentes (Espitia-Hardeman *et al.*, 2008). Pesquisas revelam que o uso do capacete reduz o risco de lesões e mortes de motociclistas. Em Nápoles e Roma, apenas 12% dos motociclistas internados nas emergências dos hospitais estavam utilizando o capacete no momento do acidente (Torre *et al.*, 2002). Fitzharris *et al.* (2009) reportam que apenas 19,6% de um grupo de motociclistas acidentados e hospitalizados na Índia tinha usado o capacete corretamente. Liu *et al* (2004), ao revisarem 61 estudos, concluíram que capacetes reduzem em aproximadamente 70% o risco de ferimento na cabeça e em 42% o número de mortes.

Invariavelmente os estudos concluem que o uso obrigatório de capacete resulta em reduções significativas na frequência de ferimentos na cabeça, na gravidade dos acidentes e das colisões, e no número de mortes de motociclistas (Preusser *et al.*, 2000; Savolainen e Mannering, 2007; Fitzharris *et al.*, 2009; Konstantina, 2009). Mas muitos países não são rigorosos em aplicar leis que abrangem o uso do capacete (WHO, 2007a, 2007b). Após ser revogada a lei que tornava obrigatório o uso do capacete nos estados americanos de Arkansas e Texas, houve um aumento de aproximadamente 30% no número de mortos e feridos (Preusser *et al.*, 2000); em Kentucky o total anual de motoristas mortos cresceu de 23 para 38; em Louisiana, os mortos por ano passaram de 26 para 55 após completados dois anos da revogação da lei (Ulmer e Preusser, 2003). Da mesma forma, aumentaram os números de feridos e mortos na Flórida (Muller, 2004) e na Pensilvânia (Mertz e Weiss, 2008).

No Vietnã, onde crianças em idade escolar são passageiros frequentes de motos, uma organização não-governamental, a *Asia Injury Prevention Foundation*, conduz um programa



de distribuição de capacetes infantis. Mais de 165.000 capacetes já foram distribuídos às crianças em todo o país (Hendrie *et al.*, 2004; WHO, 2007b).

## 5. EMISSÕES

Os veículos automotores são uma das principais fontes de emissões de efeito local e global (IPCC, 2007; ANTP, 2007, 2009; CETESB, 2009). Além do CO<sub>2</sub> que tem efeitos sobre o clima do planeta, o transporte motorizado gera outros poluentes locais que afetam a saúde humana de diferentes formas (Vasconcellos, 2005; Loureiro, 2005; CETESB, 2009), tais como o monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos (HC), óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), óxidos de enxofre (SO<sub>x</sub>) e material particulado (MP).

Embora motocicletas emitam 16 vezes mais hidrocarbonetos e 2,7 vezes mais monóxido de carbono que os automóveis circulando em áreas urbanas (Vasic e Weilenmann, 2006), mesmo as motocicletas com 2 tempos emitem menos CO<sub>2</sub> equivalente por passageiro.km que os automóveis conforme indicado na tabela 3 (IPCC, 2007; IEA, 2008).

**Tabela 3:** As emissões de CO<sub>2</sub> equiv. provenientes de distintos veículos

Tipo de veículo	Ocupação média (pessoas)	CO <sub>2</sub> equivalente por passageiro.km (g)
Automóvel (gasolina)	2.5	130-170
Automóvel (diesel)	2.5	85-120
Automóvel (gás natural)	2.5	100-135
Automóvel (elétrico)	2.0	30-100
Motocicleta (2 tempos)	1.5	60-90
Motocicleta (4 tempos)	1.5	40-60
Mini ônibus (gasolina)	12.0	50-70
Mini ônibus (diesel)	12.0	40-60
Ônibus (diesel)	40.0	20-30
Ônibus (gás natural)	40.0	25-35
Ônibus (célula de hidrogênio)	40.0	15-25

Fonte: IPCC (2007) e IEA (2008)

Os impactos ambientais das motocicletas são mais perceptíveis em ambientes urbanos, particularmente em cidades onde ainda predominam as tracionadas por motores de 2 tempos. Pesquisas relacionadas ao tema incluem o consumo de combustível (Durbin *et al.*, 2004), as emissões de poluentes (Chang *et al.*, 2007, 2008; Tsai *et al.*, 2000; Lin *et al.*, 2006, 2008) e o efeito da idade da frota nas emissões (Bin, 2003; Chang e Yeh, 2007).

As novidades tecnológicas ficam por conta da concepção de motores menos poluentes para motocicletas (Jia *et al.*, 2006); do desenvolvimento de combustíveis alternativos como o diesel, biodiesel, gás natural, GLP, propano (Shimizu *et al.*, 2005) e *water-fuel* na diminuição de emissões (Wu *et al.*, 2009); motocicletas elétricas que apresentam duas vantagens adicionais: a redução nas emissões de gases (Cherry *et al.*, 2009), e a redução na emissão de ruídos mesmo quando comparadas com as motocicletas de 4 tempos (Chiu e Tzeng, 1999; Cherry *et al.*, 2007; Briggs, 2008). No Brasil foram lançadas motocicletas bicompostíveis e os fabricantes estão anunciando, como vantagens do uso do etanol, os ganhos de potência, a redução das emissões de poluentes e o menor custo com o combustível.

## 6. CONCLUSÃO

O congestionamento viário é um dos principais problemas enfrentados pelos grandes centros

urbanos do mundo. Nos países em desenvolvimento, o espaço público viário da superfície foi quase todo tomado por automóveis que são muito menos eficientes na movimentação de pessoas que outras modalidades sejam elas públicas ou privadas. As cidades brasileiras contam com menos de 500 km de faixas segregadas para os ônibus e os sistemas metroviários tem custos muito elevados para constituírem alternativas factíveis para a nossa população.

Como reação à falta de interesse do Estado brasileiro em investir em qualquer sistema eficiente de transporte coletivo na superfície, e frente aos congestionamentos urbanos que vem gradativamente se alastrando no tempo e no espaço, uma parcela crescente da nossa população elege a motocicleta como seu meio de transporte. Mas, no afã da reconquista da mobilidade urbana, os motociclistas geram um alto custo social em termos de emissões ambientais e acidentes. Enquanto são perceptíveis os esforços da indústria em ofertar motocicletas cada vez menos poluentes, tímidos são os avanços do Estado no sentido de propiciar um deslocamento mais seguro para os motociclistas.

Ao apresentar exemplos de boas práticas internacionais para melhorar a operação e aumentar a segurança de motociclistas, todos passíveis de transferência para a realidade nacional, espera-se contribuir para alterar as condições atuais de circulação das motocicletas em áreas urbanas que está cada vez mais centrada em corredores virtuais. Nos corredores virtuais das nossas avenidas congestionadas os motociclistas seguem um padrão operacional que não atende qualquer critério mínimo de segurança de trânsito. Poderia a segregação de motocicletas do restante do fluxo do tráfego moderar a velocidade, diminuir o *stress* e os riscos a que estão expostos os motociclistas e, assim, reduzir as estatísticas de acidentes viários urbanos?

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRACICLO (2009). *Dados do setor de motocicletas no ano de 2008*. Associação Brasileira dos Fabricantes de Motocicletas, Ciclomotores, Motonetas, Bicicletas e Similares, São Paulo, SP.
- ABRAMET (2007) *Acidentes de trânsito no Brasil: um atlas de sua distribuição*. Associação Brasileira de Medicina de Tráfego.
- ANFAVEA (2009) *Anuário da Indústria Automobilística Brasileira - 2008*. Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores, São Paulo, SP.
- ANTP (2007) *Relatório comparativo 2003 – 2007*. Associação Nacional de Transportes Públicos.
- ANTP (2008) *Os custos da mobilidade das principais cidades brasileiras com população acima de 500 mil habitantes*. Associação Nacional de Transportes Públicos.
- ANTP (2009) *Sistema de Informações da Modalidade Urbana. Dados de abril 2009*. Associação Nacional de Transportes Públicos.
- Bianco, A.; Trani, F.; Santoro, G. e Angelillo, I. F. (2005) Adolescents' attitudes and behaviour towards motorcycle helmet use in Italy. *European Journal of Pediatrics*, v. 164, n. 4, p. 207–211.
- Bin, O. (2003) A logit analysis of vehicle emissions using inspection and maintenance testing data. *Transportation Research Part D*, v. 8, p. 215-227.
- Briggs, H. G. (2009) Malaysian motorcycle transportation infrastructure. Department of Mechanical Engineering, Universiti Sains Malaysia, Malásia.
- Bonte, L.; Espié, S. e Mathieu, P. (2007) Virtual lanes interest for motorcycles simulation. *European Workshop on Multi-Agent Systems*, EUMAS, Hammamet (Tunisia), p. 580-596.
- CETESB (2009) *Qualidade do ar no Estado de São Paulo*. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
- Chang, H. L. e Yeh, T. H (2007) Exploratory analysis of motorcycle holding time heterogeneity using a split-population duration model. *Transportation Research Part A*, v. 41, p. 587-596.
- Chang, H. L. e Wu, S. C. (2008) Exploring the vehicle dependence behind mode choice: Evidence of motorcycle dependence in Taipei. *Transportation Research Part A*, v. 42, p. 307-320.
- Cherry, C.; Weinert, J. X. e Ma, C. (2007) The environmental impacts of electric bikes in Chinese cities. *UC Berkeley Center for Future Urban Transport*, VWP-2007-02.

- Cherry, C.; Weinert, J. X. e Xinmiao, Y. (2009) Comparative environmental impacts of electric bikes in China. *Transportation Research Part D*, v. 14, p. 281-290.
- Chiu, Y. C. e Tzeng, G. H. (1999) The market acceptance of electric motorcycles in Taiwan experience though a stated preference analysis. *Transportation Research Part D*, v. 4, p. 127-146.
- CTB - Código de Trânsito Brasileiro. Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997.
- Durbin, T. D.; Smith, M. R.; Wilson, R. D. e Rhee, S. H. (2004) In-use activity measurements for off-roads motorcycles and all-terrain vehicles. *Transportation Research Part D*, v. 9, p. 209-219.
- Espitia-Hardeman, V.; Vélez, L., Muñoz, E. e Gutiérrez-Martínez, M. I. (2008) Impact of interventions directed toward motorcyclist death prevention in Cali: 1993-2001. *Salud Pública de México*, v. 50, p. 569-577.
- FENAMOTO (2009) – Federação dos Mototaxistas e Motoboys do Brasil.
- Fitzharris, M.; Dandona, R.; Kumar, G. A. e Dandona, L. (2009) Crash characteristics and patterns of injury among hospitalized motorised two-wheeled vehicle users in urban India. *Bio Med Central Public Health*, p. 9-11.
- Hendrie, D.; Miller, T. R.; Orlando, M.; Spicer, R. S.; Taft, C.; Consunji, R. e Zaloshnja, E. (2004) Child and family safety device affordability by country income level: an 18 country comparison. *Injury Prevention*, v. 10, p. 338-343.
- Hsu, T. P., Sadhullah, A. F. M. e Nyugen, X. D. (2003) A Comparison Study on Motorcycle Traffic Development of Taiwan, Malaysian and Vietnam. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, v. 5, p. 179-193.
- IBGE (2009) *Estimativas das populações residentes*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- IEA (2008) *Energy Technology Perspectives 2008: Scenarios and Strategies to 2050*. International Energy Agency.
- IPCC (2007) *Climate Change 2007: Mitigation. Transport and its infrastructure*. Intergovernmental Panel on Climate Change, NY, USA.
- IPEA/DENATRAN (2006) *Impactos sociais e econômicos dos acidentes de trânsito nas rodovias brasileiras*. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Departamento Nacional de Trânsito.
- Jia, L. W.; Zhou, W. L.; Shen, M. Q.; Wang, J. e Lin, M. Q. (2006) The investigation of emission characteristics and carbon deposition over motorcycle monolith catalytic converter using different fuels. *Atmospheric Environment*, v. 40, p. 2002-2010.
- Konstantina, G. (2009) Modeling motorcycle helmet use in Iowa: Evidence from six roadside observational surveys. *Accident Analysis and Prevention*, v. 41, p. 3-6.
- Koizumi, M. S. (1992) Padrão das lesões nas vítimas de acidente de motocicletas. *Revista de Saúde Pública*, v. 26, n. 5, p. 306-315.
- Lin, C. W.; Lu, S. J. e Lin, K. S. (2006) Test emission characteristics of motorcycles in Central Taiwan. *Science of the Total Environment*, v. 368, p. 435-443.
- Lin, C. W.; Chen, Y. R. ; Lu, S. J.; Cho, S. W.; Lin, K. S.; Chiu, Y. C. e Tang, X. Y. (2008) Relationships between characteristics of motorcycles and hydrocarbon emissions in Taiwan: A note. *Transportation Research Part D*, v.13, p. 351-354.
- Liu, B.; Ivers, R.; Norton, R.; Boufous, S.; Blows, S. e Lo, S. (2004) Helmets for preventing injury in motorcycle riders. *Cochrane Database Syst Rev*. CD004333.
- Liberatti, C. L. B.; Andrade, S. M. e Soares, D. A. (2001) The new Brazilian traffic code and some characteristics of victims in southern Brazil. *Injury Prevention*, v.7, p. 190-193.
- Liberatti, C. L. B.; Andrade, S. M.; Soares, D. A. e Matsuo, T. (2003) Uso de capacete por vítimas de acidentes de motocicleta em Londrina, sul do Brasil. *Rev Panam Salud Publica*, v. 13, n. 1, p. 33-38.
- Loureiro, L. N. (2005) Panorâmica sobre Emissões Atmosféricas - Estudo de Caso: Avaliação do Inventário Emissões Atmosféricas da Região Metropolitana do Rio de Janeiro para Fontes Móveis, *Dissertação de Mestrado*, COPPE /UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- Mertz, K.J. e Weiss, H.B. (2008) Changes in motorcycle-related head injury deaths, hospitalizations, and hospital charges following repeal of Pennsylvania's mandatory motorcycle helmet law. *American Journal of Public Health*, v. 98, n. 8, p. 1464-1467.
- MIC (2009) *Motorcycling in America Goes Mainstream*. Motorcycle Industry Council, Irvine, California.
- Muller, A. (2004) Florida's motorcycle helmet law repeal and fatality rates. *American Journal of Public Health*, v. 94, n. 4, p. 556-558.
- Musso, A. e Corazza, M. V. (2007) Improving Urban Mobility Management: Case Study of Rome. *Journal of the Transportation Research Board*, v. 1956, p. 52-59.
- Musso, A.; Vuchic, V. R.; Bruun, E. e Corazza, M. V. (2009) A research agenda for public policy towards motorized two-wheelers in urban transport. Final report. *Transportation Research Board*.

- Oliveira, N. L. B. e Sousa, R. M. C. (2003) Diagnóstico de lesões e qualidade de vida de motociclistas, vítimas de acidentes de trânsito. *Revista Latino-americana de Enfermagem*, v. 11, n. 6, p. 749-756.
- Oshima, R. e Fukuda, A. (2007) Study on regulation of motorcycle taxi service in Bangkok. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, v. 7, p. 1828-1843.
- Paulozzi, L. J. (2005) The role of sales of new motorcycles in a recent increase in motorcycle mortality rates. *Journal of Safety Research*, v. 36, p. 361-364.
- Peek-Asa, C. e Kraus, J. F. (1996) Injuries sustained by motorcycle riders in the Approaching Turn Crash configuration. *Accident Analysis and Prevention*, v. 28, n. 5, p. 561-569.
- Perco, P. (2009) Comparison Between Powered Two-Wheeler and Passenger Car Free-Flow Speeds in Urban Areas. *Journal of the Transportation Research Board*, n. 2074, p. 77-84.
- Ponnaluri, P. E.; Raj, V. e Yenugu, S. D. (2009) Road Crash History and Major Risk Groups in India: Urgent Need to Develop New Initiatives and Implement Safety Policies. *Transportation Research Board*, n. 09.
- Preusser, D.F.; Hedlund, J.H. e Ulmer, R.G. (2000) Evaluation of motorcycle helmet law repeal in Arkansas and Texas. *US Department of Transportation*, report DOT HS 809 131, Washington.
- Ross, A. e Melhuish, C. (2005) Road safety in Asian: Introducing a regional approach. *Transport and Communications Bulletin for Asia and the Pacific*, n. 74, p. 1-15.
- Savolainen, P. e Mannering, F. (2007). Effectiveness of Motorcycle Training and Motorcyclists' Risk-Taking Behavior. *Journal of the Transportation Research Board*, n. 2031, p. 52-58.
- Sevadei, F.; Begliomini, C.; Gardini, E.; Giustini, M.; Taggi, F. e kraus, J. (2003) Effect of Italy's motorcycle helmet law on traumatic brain injuries. *Injury Prevention*, v. 9, p. 257-260.
- Shimizu, T.; Vu, A. T. e Nguyen, H. M., (2005) A study on motorcycle-based motorization and traffic flow in Hanoi city: Toward urban air quality management. *Air Pollution XIII, WIT Transactions on Ecology and the environment*, v. 82, p. 577-593.
- Sohadi, R. U. e Law, T. H. (2005) Determination of comfortable safe width in an exclusive motorcycle lane. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, v. 6, p. 3372-3385.
- Suriyawongpaisal, P. e Kanchanasut, S. (2003) Road traffic injuries in Thailand: Trends, selected underlying determinants and status of intervention. *International Journal of Injury Control and Safety Promotion*, v. 10, p. 95-104.
- Torre, G. L.; Bertazzoni, G.; Zotta, D.; Beeck, E. V. e Ricciardi, G. (2002) Epidemiology of accidents among users of two-wheeled motor vehicles. *European Journal of Public Health*, v. 12, p. 99-103.
- Torre, G. L.; Beeck, E. V.; Bertazzoni, G. e Ricciardi, W. (2007) Head injury resulting from scooter accidents in Rome: differences before and after implementing a universal helmet law. *European Journal of Public Health*, v. 17, n. 6, p. 607-661.
- Tsai, J. H., Hsu, Y. C., Weng, H. C., Lin, W. Y. e Jeng, F. T. (2000) Air pollutant emission factors from new and in-use motorcycles. *Atmospheric Environment*, v. 34, p. 4747-4754.
- Umar, R. S.; Mackay, M. G. e Hills, B. L. (1995). Preliminary analysis of exclusive motorcycle lanes along the federal highway F02, Shah Alam, Malaysia. *IA TSS Research*, n. 2, v. 19, p. 93-98.
- Ulmer, R. G. e Preusser, D. F. (2003) Evaluation of the repeal of motorcycle helmet laws in Kentucky and Louisiana., *US Department of Transportation*, report DOT HS 809 530, Washington.
- Vasconcellos, E. A. (2005). *A Cidade, o Transporte e o Trânsito*. ProLivros. São Paulo.
- Vasic, A. M. e Weilenmann, M. (2006) Comparison of Relat-World Emissions from Two-Wheelers and Passenger Cars. *Environmental Science e Technology*, v. 40, n. 1, p. 149-154.
- WBCSD (2009). Mobility in the São Paulo Metropolitan Region. Final Report. *World Business Council for Sustainable Development*.
- Wigan, M. R. (2001) Motorcycles as Transport. *Proceedings of Australian Institute of Traffic Planning and Management National Conference*. Melbourne, Australia, 2001.
- WHO (2006) *Helmets: a road safety manual for decision-makers and practitioners*. World Health Organization, Geneva.
- WHO (2007a) *First United Nations Global Road Safety Week*. World Health Organization, Washington.
- WHO (2007b) *Youth and road safety*. World Health Organization, Washington.
- Wu, Y. Y., Chen, B. C., Hwang, J. J. e Chen, C. Y. (2009). Performance and emissions of motorcycle engines using water-fuel emulsions. *International Journal of Vehicle Design*, v. 49, p. 91.