

DESAFIOS IMPOSTOS POR MOTOCICLISTAS EM ÁREAS URBANAS: O CASO BRASILEIRO

Raquel da Fonseca Holz – LASTRAN – UFRGS - raqfh@producao.ufrgs.br

Luis Antonio Lindau - LASTRAN – UFRGS - lindau@producao.ufrgs.br

Christine Tessele Nodari - LASTRAN – UFRGS - piti@producao.ufrgs.br

RESUMO

Motocicletas, sejam utilizadas como meio de transporte ou forma de geração de renda, respondem por uma parcela crescente das viagens urbanas nas cidades do mundo desenvolvido e em desenvolvimento. No Brasil, as vendas de motos somaram 1,9 milhões de unidades em 2008, um crescimento de mais de 100% se comparado a 2005, e as previsões indicam que, num futuro próximo, haverá tantas motocicletas vendidas quanto automóveis particulares. Mesmo que o congestionamento urbano venha se espalhando no tempo e no espaço e os automóveis continuem dominando o espaço viário urbano, os motociclistas brasileiros conseguiram criar verdadeiras faixas virtuais durante os horários de pico. A prática de circular entre filas de veículos de maior porte é hoje utilizada em quase todas as grandes cidades do Brasil, mesmo que o número de acidentes e mortes de motociclistas continue aumentando a cada ano: de 0,5 para 3,2 mortes por 100 mil habitantes ao longo dos últimos 9 anos. Embora segurança, e agora também emissões, representem o foco das pesquisas com motocicletas, verificam-se muitas medidas interessantes e inovadoras sendo implantadas na Ásia que seriam passíveis de transferência para a realidade urbana brasileira, tais como faixas segregadas e exclusivas. Dada a recente regulamentação dos *motoboys*, mototaxis e motofretes no Brasil, este artigo apresenta os desafios impostos por motociclistas em áreas urbanas focando o caso brasileiro.

Palavras chave: motocicletas, operação, acidentes, emissões, faixas segregadas

INTRODUÇÃO

A frota de motocicletas vem aumentando consideravelmente no mundo, estimulada por atrativos como facilidades de estacionamento e circulação no trânsito cada vez mais congestionado das grandes metrópoles. Seja como meio de transporte ou forma de gerar renda, elas já representam uma parte considerável das viagens urbanas. No Brasil, as vendas anuais de motocicletas já se aproximam das alcançadas pelos automóveis. Infelizmente crescem também outras estatísticas: as taxas de acidente e de mortalidade dos motociclistas.

Um dos fatores que influenciam a propagação do uso das motocicletas são as características geométricas do veículo, o que resulta numa maior liberdade de manobra frente aos veículos de maior dimensão. O baixo custo de aquisição e o consumo médio reduzido de combustível também tornam a motocicleta uma solução bastante atrativa e acessível a pessoas de baixa renda quando comparada a outros veículos (Hsu *et al.*, 2003; ANTP, 2007; Musso *et al.*, 2009).

Mesmo com a ampliação do uso, as motocicletas tendem a ser ignoradas pelas autoridades de planejamento de transportes e operação do tráfego que seguem centradas em veículos de quatro rodas. Por outro lado, em países onde a frota de motocicletas representa uma parcela considerável do tráfego motorizado, foram adotadas medidas inovadoras e úteis que poderiam ser transferidas para a realidade urbana brasileira, tais como faixas segregadas e exclusivas, além de pontes dedicadas. Já as pesquisas relativas ao tema têm focado a segurança (acidentes) e os impactos 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 tem por objetivo apresentar os desafios impostos por motocicletas em áreas urbanas focando o caso brasileiro. O artigo está dividido em cinco seções, que apresentam aspectos como a frota de motocicletas, seu uso no meio urbano, custos dos deslocamentos e práticas operacionais e de infraestrutura, bem como questões referentes a acidentes e emissões.

FROTA

Motocicletas já respondem por uma quantidade significativa do tráfego motorizado em muitas cidades da Ásia e do sul da Europa, e apresentam um número crescente em cidades das Américas (Hsu *et al.*, 2003; Palouzzi, 2005; Savolainen e Mannering, 2007; Musso *et al.*, 2007, 2009; MIC, 2009; WBCSD, 2009). Na maioria dos países asiáticos as motocicletas são mais comuns que os automóveis no tráfego diário (Hsu *et al.*, 2003; Chang e Yeh, 2007, 2008; Musso *et al.*, 2009). Em Taiwan, no ano de 2001, o número de motocicletas ultrapassava o de automóveis em mais que o dobro e no Vietnã esta proporção é 15 vezes maior, como apresentado na tabela 1. Ainda, esta proporção tende a aumentar devido à entrada de modelos chineses mais baratos no mercado (Ross e Melhuish, 2005).

Tabela I – Propriedade de automóveis e motocicletas no Vietnã, Malásia e Taiwan

País	Ano	Automóveis (unidades)	Motocicletas (unidades)
Vietnã	2001	532.681	8.395.835
Malásia	2000	4.145.982	5.356.604
Taiwan	2001	4.710.675	11.704.003

Fonte: Hsu *et al.* (2003)

Em metade dos oito países reportados na figura 1, as motocicletas representam mais de 70% da frota. A atratividade para o seu uso resulta de hábitos culturais, do clima adequado a sua utilização e de uma elevada densidade populacional (Ross e Melhuish, 2005; Chang e Yeh, 2007; Musso *et al.*, 2009).

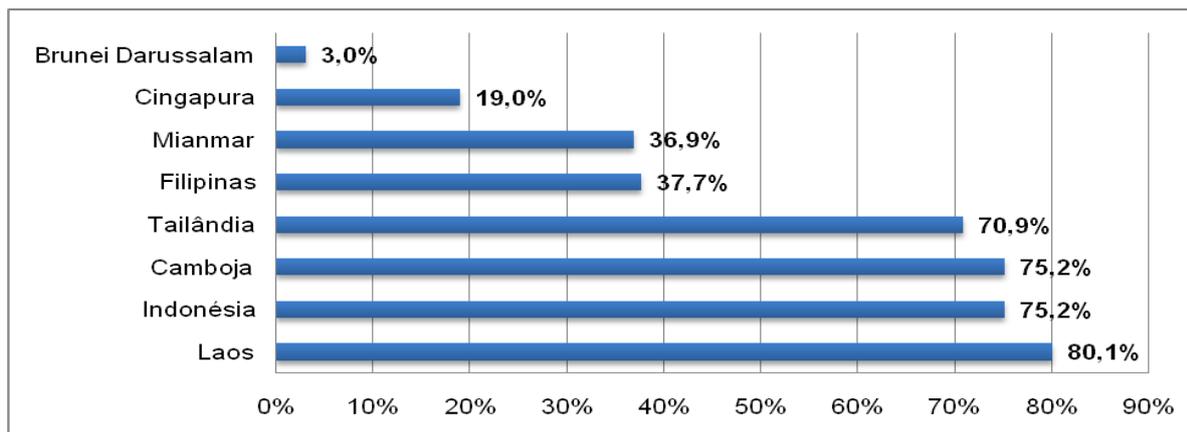


Figura 1 – Porcentagem de motocicletas em países asiáticos no ano de 2003
Fonte: Ross e Melhuish (2005)

O número de lares norte-americanos com motocicletas aumentou 26% de 2003 a 2008, durante um período que a população americana cresceu cerca de 5%. As vendas nos Estados Unidos passaram de 247 mil em 1997 para 648 mil em 2003 (Palouzzi, 2005; MIC, 2009). Nas cidades do sul da Europa também aumenta a utilização da motocicleta. Somente em Roma, a taxa de motorização registrada em 2005 foi de 950 veículos (incluindo as motocicletas) por 1000 habitantes (incluindo a população infantil e sênior), uma das mais elevadas da Europa (Musso *et al.*, 2007, 2009).

No Brasil, em 2008, foram fabricados 3,2 milhões de unidades de automóveis, ônibus e caminhões (ANFAVEA, 2009). A indústria de motocicletas produziu cerca de 2,1 milhões de unidades no mesmo ano (Abraciclo, 2009), totalizando uma produção de 5,3 milhões de veículos em 2008. A figura 2 apresenta o percentual da participação brasileira por classificação veicular.

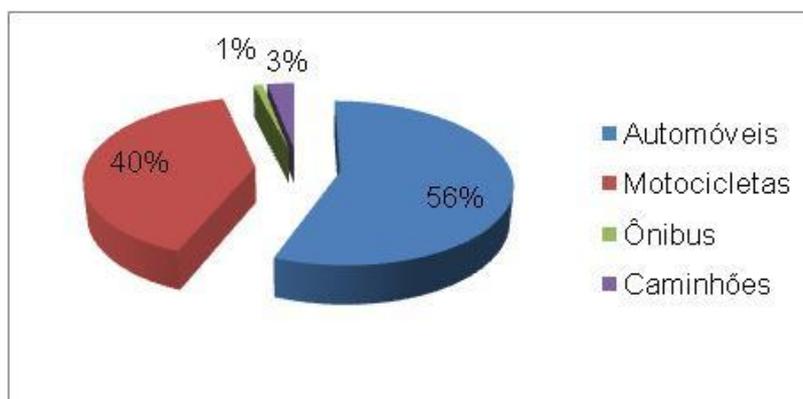


Figura 2 – Produção brasileira em 2008 por tipo de veículo
Fonte: Dados adaptados da Abraciclo e ANFAVEA (2009)

Tanto a produção quanto a venda de motocicletas aumentou consideravelmente nos últimos 18 anos no Brasil. Em 10 anos as vendas cresceram perto de cinco vezes, nos oito anos seguintes ela triplicou. Somente em 2008 foram vendidas aproximadamente 1,9 milhões de unidades, 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 2.

Tabela 2 – Retrospecto da produção e vendas de motocicletas no Brasil

Ano	Produção	Vendas	Número relativo	
	(unidades)	(unidades)	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)

USO URBANO E CUSTOS

Cresce a proliferação dos motos serviços, representados pelos mototáxis no transporte de passageiros e pelos *motoboys* na prestação de serviços de coletas e entregas (Liberatti *et al.*, 2001, 2003; Oshima e Fukuda, 2007). O governo tailandês impôs regras para os mototáxis tornando a Tailândia o primeiro país no mundo a regulamentar este serviço em 2005 (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 3, é realizada com o mesmo número da placa da motocicleta e é confeccionada com material fosforescente.



Figura 3 – Identificação utilizada por motociclistas em Bogotá

No caso brasileiro, estima-se que 2,8 milhões de brasileiros utilizem a motocicleta para gerar renda familiar (FENAMOTO, 2009). Três quartos daqueles que compram motocicletas declaram usá-las somente como meio de transporte, porém muitas se destinam a geração de oportunidades de trabalho. Os *motoboys* 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 em um cenário bastante propício para o uso das motocicletas.

A figura 4 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, 2008, 2009). Os custos incluem os componentes: 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).

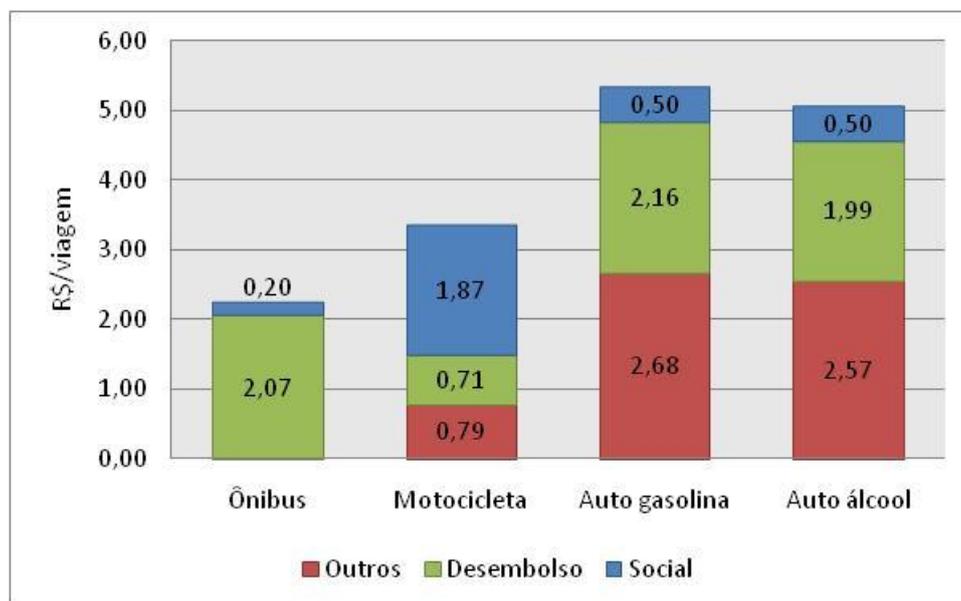


Figura 4 – Custos de uma viagem hipotética de 7 km nas cidades brasileiras (R\$/viagem)
Fonte: ANTP (2009)

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.

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 comparação ao automóvel ou motocicleta (15 min) (ANTP, 2009). 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 de Taiwan, onde são proibidas (Hsu *et al.*, 2003; Musso *et al.*, 2009). No Brasil, as motocicletas não têm restrição de circulação em auto-estradas e vias rápidas. Somente os ciclomotores são proibidos de circular nas vias de trânsito rápido (CTB, 2009).

OPERAÇÃO DE MOTOCICLETAS

A circulação predominante das motocicletas, em áreas urbanas, ocorre 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 5 ilustra condições de tráfego misto em diferentes contextos.

Algumas onde circulam grandes volumes de motocicletas estão adotando medidas como a separação das motocicletas dos outros veículos motorizados através de faixas exclusivas e segregadas (Sohadi e Law, 2005; Bonte *et al.*, 2007) além da implantação de infraestruturas específicas.



Figura 5 – Motocicletas no tráfego misto em São Paulo e no Vietnã
Fonte: Estadão (2007) e Hsu *et al.* (2003)

Faixas segregadas e exclusivas

A faixa segregada para motocicletas 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. Em cruzamentos e intersecções, a faixa deixa de ser unicamente usada por motocicletas, ocorrendo conflitos com outros usuários da via. Já as faixas exclusivas para motocicletas são completamente separadas de outras faixas viárias, e dão direito ao uso exclusivo por motociclistas. Nos casos onde foi aplicada, a faixa exclusiva apresenta largura entre 2 a 3,5m (Sohadi e Law, 2005).

Em 2006 foi introduzida em São Paulo, em caráter experimental, uma faixa segregada para a circulação de motocicletas. Ela está localizada ao longo de 3 km da Av. Sumaré, com 2 m de largura por sentido. Os automóveis podem circular por três faixas paralelas que tiveram suas larguras reduzidas de 3,5 m para 2,8 m. A velocidade máxima permitida foi diminuída de 70 km/h para 60 km/h, para motocicletas e automóveis. O motorista que avança sobre a faixa exclusiva leva multa e cinco pontos na carteira de habilitação. A figura 6 ilustra a faixa segregada para motocicletas da Av. Sumaré. Trata-se de uma faixa segregada, pois em cruzamentos e intersecções deixa de ser unicamente usadas por motocicletas.

Desafios impostos por motociclistas em áreas urbanas: o caso brasileiro
HOLZ, Raquel; LINDAU, Luis Antonio; NODARI, Christine



Figura 6 – Faixa segregada para motocicletas em São Paulo
Fonte: Uol (2006) e Estadão (2006)

Em Taipei, faixas segregadas são utilizadas em áreas urbanas, ao longo de avenidas. Na Malásia a segregação acontece em algumas rodovias (Hsu *et al.*, 2003). A figura 7 ilustra as faixas segregadas utilizadas na Malásia e em duas cidades de Taiwan.



Figura 7: Faixa segregada para motocicletas na Malásia (acima), em Tainan (abaixo) e Taipei (direita)
Fonte: Hsu *et al.* (2003) e Briggs (2008)

Não foi ainda identificada a existência de critérios ou normas específicas para a implantação de faixas exclusivas ou segregadas para motocicletas. A prática atual resulta de uma combinação de critérios utilizados em ciclovias e rodovias (Umar *et al.*, 1995; Sohadi e Law, 2005; Bonte *et al.*, 2007). Deve ser destacada a importância de especificar uma largura de

faixa que não ocasione incômodo aos motociclistas. Se a faixa for demasiadamente larga poderá incentivar a invasão de outros veículos, se for muito estreita poderá ocasionar desconforto aos motociclistas e impor riscos para manobras de ultrapassagem (Sohadi e Law, 2005). Algumas outras características técnicas de faixas exclusivas para motocicletas encontram-se definidas em Umar *et al.* (1995) e Sohadi *et al.* (2005).

Pontes e travessias

Em alguns países do sudoeste asiático as motocicletas são tão comuns que houve a preocupação de desenvolver algumas infraestruturas específicas para o seu uso (Hsu *et al.*, 2003; Briggs, 2008; Musso *et al.*, 2007, 2009). A figura 8 exibe uma ponte para o uso de motocicletas. A figura 9 apresenta uma ponte com faixa segregada para motocicletas e um viaduto rodoviário que é utilizado, tanto por motociclistas, quanto por pedestres e ciclistas. As infraestruturas apresentadas nas figuras 8 e 9 estão localizadas na Malásia.



Figura 8: Ponte dedicada ao uso de motocicletas na Malásia
Fonte: Briggs (2008)



Figura 9: Ponte e viaduto com opção para motocicletas
Fonte: Briggs (2008)

Corredores virtuais criados por motociclistas

Nas vias urbanas de tráfego misto das grandes cidades brasileiras, os motociclistas tendem a trafegar pelos corredores que se formam entre um veículo e outro. 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 proibia o condutor de motocicletas de trafegar nos corredores entre as faixas viárias, mas este artigo foi vetado.

O 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. Os 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). A figura 10 exhibe imagens desta prática na cidade de São Paulo.



Figura 10: Corredores virtuais criados pelos motociclistas
Fonte: Uol (2009) e PIT STOP (2008)

ACIDENTES

O número de mortos ocasionados por acidentes de trânsito no mundo aproxima-se de 1,2 milhões de pessoas, fora os feridos, que podem chegar a 50 milhões (WHO, 2006, 2007a). As mortes observadas no trânsito são mais perceptíveis em países de menor renda, ao contrário dos países mais ricos, que apresentam menos acidentes. Em países desenvolvidos, como Holanda, Suécia e Reino Unido, os mais afetados em acidentes são os condutores de automóveis (WHO, 2006, 2007a; Espitia-Hardeman *et al.*, 2008).

Incidência dos acidentes com motociclistas

Os maiores índices mundiais de posse de motocicletas são registrados em países asiáticos (Suriyawongpaisal e Kanchanasut, 2003; Sohadi *et al.*, 2005; Musso *et al.*, 2009). Em Singapura, no ano de 2002, as motocicletas representavam 19% da frota de veículos motorizados (Quddus *et al.*, 2002), um dado não muito expressivo se comparado a outros países asiáticos. Porém, de 1992 a 2000 motocicletas representaram cerca de 40% do total de acidentes fatais no país. Já automóveis, que representam 60% da frota de Singapura, estão envolvidos em 36% do total de acidentes fatais. Estes dados apontam a maior propensão a acidentes fatais do usuário da motocicleta quando comparado a outros veículos (Quddus *et al.*, 2002).

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). Em Hanói, as motocicletas representaram 73% de todos os acidentes. No Vietnã, entre os anos de 2000 e 2001 ocorreu um salto surpreendente de 37% no número de mortes em acidentes de trânsito, sendo que, destes, 68% eram motociclistas (Musso *et al.*, 2009).

Na Tailândia, onde os registros de motocicletas passaram de 8,2 milhões em 1994 para 16,6 milhões em 2002 (Nakahara *et al.*, 2005) de 75% a 80% das mortes decorrentes de ferimentos no trânsito ocorrem com os usuários de motocicletas (Suriyawongpaisal e Kanchanasut, 2003; Nakahara *et al.*, 2005).

Na China, entre 1987 e 2001, a proporção de motociclistas mortos no trânsito passou de 7,5% para 19% (WHO, 2006). Na Índia, motociclistas respondem por 27% das mortes nas estradas (Ponnaluri *et al.*, 2009). 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 para motocicletas entre o Aeroporto Internacional de Subang e duas cidades reduziram os acidentes com motocicletas em 39% (Umar *et al.*, 1995).

Na Colômbia, em 2005, os motociclistas representaram 27% das mortes no trânsito (Espitia-Hardeman *et al.*, 2008). Na Itália, a motocicleta é a principal causa de morte dos jovens (Servadei *et al.*, 2003; Bianco *et al.*, 2005; Torre *et al.*, 2007). No Brasil, cresce a participação dos motociclistas nos acidentes de trânsito. Nas rodovias federais brasileiras, em 2004, foram registrados 12095 acidentes envolvendo motocicletas, 838 dos quais com fatalidade resultando na morte de 932 pessoas (IPEA/DENATRAN, 2006).

A tabela 3 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% em 9 anos, ao passar de 0,5 para 3,2 por cem mil habitantes. Já a quantidade anual de internações de motociclistas cresceu de 16692 para 30532 entre 2000 e 2005, um aumento de 83%.

Tabela 3: 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)

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 dimensões reduzidas, a motocicleta é menos percebida que outros veículos. A dimensão também contribui para erros no julgamento da velocidade de motociclistas por parte de outros condutores e pedestres (Peek-Asa e Kraus, 1996).

Pesquisas revelam que o uso do capacete reduz o risco de lesões e mortes de motociclistas. 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). 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 incidência 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 por volta de 30% nos 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 165000 capacetes já foram distribuídos às crianças em todo o país (Hendrie *et al.*, 2004; WHO, 2007b).

EMISSÕES

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 e Yeh, 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).

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 motocicletas com 2 tempos emitem menos CO₂ equivalente por passageiro.km que os automóveis, conforme indicado na tabela 4 (IPCC, 2007; IEA, 2008).

Tabela 4: Emissões de CO₂ equivalente provenientes de distintos veículos

Tipo de veículo	Ocupação média (pessoas)	CO ₂ 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)

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); e motocicletas elétricas. Motocicletas elétricas apresentam vantagens adicionais sobre as convencionais: a redução nas emissões de gases (Cherry *et al.*, 2009), e a redução na emissão de ruídos (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, ganhos de potência, redução das emissões de poluentes e menor custo com o combustível.

CONCLUSÃO

As facilidades associadas ao uso da motocicleta fazem crer que o crescimento da sua participação na frota tende a continuar. O financiamento fácil, o baixo consumo e o fato de serem ágeis para circular em lugares congestionados, entre outros, instigam este crescimento. No Brasil, as vendas anuais de motocicletas já se aproximam das alcançadas

pelos automóveis. Dessa forma, torna-se urgente dedicar uma atenção específica para a melhoria da condição de inserção das motocicletas no ambiente viário.

Mas, se por um lado a motocicleta apresenta vantagens no cenário urbano, por outro traz as desvantagens associadas ao seu custo social (emissão de poluentes e acidentes de trânsito). Neste aspecto, seu uso crescente representa preocupações para a sociedade. As emissões geradas estão sendo tratadas através de regulamentações que visam limitar a emissão de gases pelas motocicletas. A indústria vem respondendo através da implantação de avanços tecnológicos, como catalisadores, injeção eletrônica e veículos bicompostíveis.

Outra questão importante diz respeito à segurança. A alternativa de segregar as motocicletas do fluxo de tráfego urbano pode contribuir para a melhoria das condições de segurança na medida em que reduz conflitos com os demais usuários da via. Tendo em vista que o motociclista pode ser classificado como usuário vulnerável do sistema, devido ao seu alto grau de risco de ferimento e morte comparativamente aos usuários do automóvel e ônibus, sua segregação mostra-se, a princípio, desejável do ponto de vista de segurança. No entanto, para oferecer um espaço específico para motocicleta, através de faixas segregadas ou exclusivas é necessário subtrair este espaço de outro grupo de usuários do sistema.

Dessa forma, o desafio que se impõe é ponderar as possíveis vantagens de adotar a segregação com as restrições impostas pela sua implantação aos outros usuários do sistema e aos próprios motociclistas. Entre as possíveis vantagens destacam-se a moderação da velocidade das motocicletas, uma vez que sua circulação estaria restrita a um espaço físico limitado, e a diminuição do *stress* e risco de acidentes, em virtude da redução do conflito com os demais usuários. Quanto a possíveis desvantagens derivadas da implantação de vias segregadas para motociclistas constam a disputa pelo espaço viário com o modo coletivo, que se mostra merecedor de prioridade devido a sua eficiência energética e no uso do espaço viário urbano, e, a possibilidade de perda de agilidade das próprias motocicletas= em função de possível saturação das vias segregadas destinadas a elas.

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. (2008) 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. *Anais do - European Workshop on Multi-Agent Systems*, EUMAS, Hammamet (Tunisia), p. 580-596.
- Cervo, A. L. e Bervian, P. A. (2002) *Metodologia científica*. 5ª edição. São Paulo: ABDR.
- 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.
- DENATRAN (2009) Departamento Nacional de Trânsito.
- 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.
- ESTADÃO (2006) *Na Sumaré, sem custos*. Dados disponível no site www.estadao.com.br. Acesso em 03/11/2009.
- ESTADÃO (2007) *Faltarão rua até para motos*. Dados disponível no site www.estadao.com.br. Acesso em 03/11/2009.
- 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., Sathullah, 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.
- Koizumi, M. S. (1992) Padrão das lesões nas vítimas de acidente de motocicletas. *Revista de Saúde Pública*, v. 26, n. 5, p. 306-315.
- Konstantina, G. (2009) Modeling motorcycle helmet use in Iowa: Evidence from six roadside observational surveys. *Accident Analysis and Prevention*, v. 41, p. 3-6.
- 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.
- 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.
- 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.
- Marconi, M. A. e Lakatos, E. M. (2000) *Metodologia Científica*. Editora Atlas, São Paulo. 3ª edição.
- 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*.
- Nakahara, S., Chadbunchachai, W.; Ichikawa, M. (2005) Temporal distribution of motorcyclist injuries and risk of fatalities in relation to age, helmet use, and riding while intoxicated in Khon Kaen, Thailand. *Accident Analysis and Prevention*, n. 37, p. 833-842.
- 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.

- PIT STOP (2008) *China é o segundo maior produtor do mundo; Brasil é 6º*. Dados disponível no site <http://pitstopbrasil.wordpress.com>. Acesso em 03/11/2009.
- 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.
- Qudds, M. A.; Noland, R. B.; Chin, H. C. (2002) An analysis of motorcycle injury and vehicle damage severity using ordered probit models. *Journal of Safety Research*, n. 33, p. 445-462.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- UOL (2006) *Atropelamento marca o primeiro dia da daxa de motos*. Dados disponível no site www2.uol.com.br/interpressmotor/noticias/item14915.shl. Acesso em 03/11/2009.
- UOL (2009) *São Paulo tem o terceiro maior índice de lentidão do anos*. Dados disponível no site <http://blogs.jovempan.uol.com.br/transito/2009/09/26>. Acesso em 03/11/2009.
- Vasconcellos, E. A. (2005). *A Cidade, o Transporte e o Trânsito*. ProLivros. São Paulo.
- Vasic, A. M. e Weilenmann, M. (2006) Comparison of Real-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*.

Desafios impostos por motociclistas em áreas urbanas: o caso brasileiro
HOLZ, Raquel; LINDAU, Luis Antonio; NODARI, Christine

- 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.