

## **Mobilidade sustentável: o serviço de entregas de mercadorias em ambiente urbano**

Julio Cezar Augusto da Silva

A grave crise ambiental que a humanidade enfrenta tem como uma de suas consequências mais impactantes as mudanças climáticas. Dentre os setores da economia mais relacionados a este impacto ambiental se destaca o de transporte, responsável por cerca de um quarto das emissões dos chamados gases do efeito estufa (ITDP, 2010). Como emprega principalmente derivados de petróleo, este setor também apresenta impactos em pelo menos mais duas categorias: poluição atmosférica e consumo de matérias-primas não renováveis.

No centro desta questão está o uso intenso do automóvel particular, opção ineficiente para o meio ambiente e para a fluência do trânsito nas grandes cidades. Em uma sociedade cada vez mais urbanizada, as dificuldades no setor de transporte não provocam apenas impactos ambientais, mas também sociais e econômicos. As horas perdidas nas retenções de trânsito provocam imensos transtornos ao cidadão e perdas à economia. No caso do Brasil, esta situação foi agravada pelo vertiginoso aumento da frota de veículos particulares ocorrido entre 2010 e 2014.

Já foram desenvolvidas e vêm sendo implementadas diversas soluções para minimizar as dificuldades no trânsito. Por exemplo, propostas que incentivam o uso de transporte coletivo, projetos de veículos de baixo impacto ambiental e modelos de urbanização que incentivem a moradia próxima do trabalho e o uso de transporte coletivo.

Uma solução ainda pouco explorada, mas com potencial para colaborar com a redução dos problemas de trânsito, são as propostas relacionadas ao serviço de entregas, ou *delivery*.

Pesquisas como as apresentadas em ITDP (op. cit.) e Mendonça (2011) concluem que o serviço de entregas, como alternativa ao deslocamento individual do consumidor, contribui para melhoria da mobilidade em ambiente urbano e que deveria ser incentivada pelo poder público, como parte das políticas de transporte

urbano. E, dentro deste universo, se destaca o serviço empregando veículos de baixo impacto ambiental, como os movidos a propulsão humana, propulsão elétrica e híbrida humana-elétrica. Em sua pesquisa, Mendonça (2011) quantificou este benefício a partir de um levantamento no bairro de Copacabana, zona sul do Rio de Janeiro. Segundo o autor, o uso intenso de serviços de entregas empregando veículos movidos a pedal, que se observa neste bairro, evita a emissão de 286,5 toneladas de CO<sub>2</sub>, 4,3 toneladas de CO, 630 quilos de HC e 358 quilos de NOx por ano.

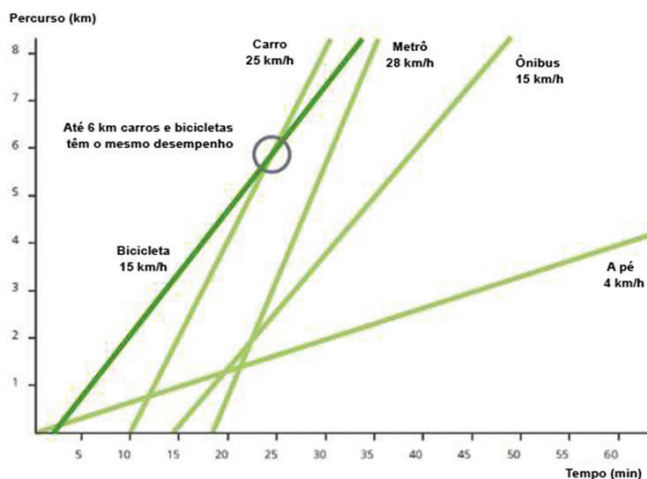
O estímulo ao uso de serviços de entrega apresenta ainda outro aspecto positivo, a minimização das dificuldades de trânsito observadas nas grandes cidades. Cada automóvel necessita de aproximadamente 50 m<sup>2</sup> de área urbanizada quando em deslocamento e outros 20 m<sup>2</sup> reservados em cada ponto de estacionamento. Por este motivo, cerca de um terço da área das cidades é destinado aos automóveis. Como se trata de áreas urbanizadas, existem diversos custos envolvidos: estes espaços são pavimentados, policiados, varridos, escoados e iluminados. E, como estes serviços são públicos, os custos são pagos por todos os cidadãos, tendo automóvel ou não. Ainda segundo dados de Mendonça, o uso dos serviços de entregas apenas no bairro de Copacabana retira das ruas veículos que ocupariam uma área de 9.600 m<sup>2</sup>. O veículo particular, além de poluidor e ineficiente do ponto de vista ambiental, também é ineficiente do ponto de vista de urbanismo.

O serviço de entregas pode, portanto, trazer uma contribuição para a melhoria do trânsito e do meio ambiente, na medida em que reduz o uso do veículo particular.

Este serviço pode ser realizado por diferentes categorias de veículos, como bicicletas, triciclos a pedal, bicicleta elétrica, motocicleta e pequenas vans. Nas metrópoles brasileiras, para entregas do varejo de bairro, se destaca, entre estes, o triciclo a pedal, por ser entendido pelo comerciante como uma solução que apresenta uma boa relação entre custo operacional, desempenho no trânsito e capacidade de carga.

Algumas pesquisas confirmam a percepção destas empresas, indicando que veículos movidos a propulsão humana apresentam um desempenho satisfatório para entregas urbanas em curtas distâncias. Por exemplo, um estudo financiado pela União Europeia, apresentado em Guerri (2010), indica que para deslocamentos abaixo de seis quilômetros, quando se considera tanto o tempo gasto no meio de transporte quanto o tempo necessário para chegar a este transporte, a bicicleta é, na média, mais rápida que automóvel, ônibus e trem. Esta situação ocorre porque as bicicletas normalmente têm mais flexibilidade para circulação e estacionamento, enquanto que veículos automotores ficam retidos no trânsito e sofrem restrições para estacionamento. Já o transporte coletivo apresenta outros

dispêndios de tempo, como a necessidade de deslocamento até a estação e a espera pela condução (Figura 1).



**Figura 1** Comparação da velocidade média de diferentes meios de transporte em ambiente urbano.

Fonte: baseada em Guerci (2010).

Esta conclusão confirma a viabilidade do uso de transporte movido a propulsão humana em deslocamentos de curtas distâncias. Embora esta pesquisa estivesse direcionada ao transporte individual, é de se supor que se aplique também para serviços de entregas urbanos, em que as distâncias são curtas e o trânsito congestionado. O crescimento acelerado do serviço de *bikecourier*, conforme será discutido mais a frente, também aponta nesta direção.

Por outro lado, o serviço de entregas empregando veículos movidos a propulsão humana, sejam bicicletas ou triciclos, embora apresente ganhos ambientais e melhoria para o trânsito, provoca também problemas sociais, como riscos para saúde, de acidentes, exposição a esforços excessivos, entre outros, provocados por inadequações nos veículos empregados e modelo operacional aplicado pelas empresas.

Existem, no Brasil, pelo menos dois modelos de serviço de entregas de pequenas cargas em ambiente urbano. Ambos apresentam benefícios para o consumidor, ganhos ambientais e melhoria na mobilidade da cidade, mas necessidades, problemas e oportunidades muito peculiares.

O primeiro grupo, encontrado há décadas nas cidades brasileiras, é o serviço de entregas empregado pelo varejo de bairro, como supermercados, hortifrútis, distribuidoras de bebidas, gelo e material de construção. Normalmente é um serviço executado por funcionários da própria empresa. O serviço se justifica pela praticidade e conforto proporcionado ao cliente, ao poupá-lo do esforço do transporte da mercadoria e das dificuldades de trânsito e de busca de vaga para

automóvel. Apenas para efeito de distinção, será empregado, neste texto, o termo *entregadores* para se referir os profissionais que atuam neste grupo, o mesmo que eles empregam para se designar.

O outro grupo representa um modelo de negócio que surgiu mais recentemente. São empresas especializadas na distribuição de documentos e pequenos volumes (roupas, sapatos, vinhos, peças de computador, produtos eletrônicos) empregando, principalmente, bicicletas. Este negócio surge justamente como resposta às oportunidades criadas com as dificuldades do trânsito nas cidades grandes, e com a crescente preocupação ambiental por parte dos consumidores.

Este negócio vem experimentando um crescimento vertiginoso nos últimos anos. Em 2014 foram encontradas 29 empresas no Brasil. Em 2015 o número já havia subido para 49, sendo que a mais antiga foi criada há apenas quatro anos. Algumas empresas abriram filiais ou trabalham com sistema de franquia, inclusive em outros estados. Neste trabalho, e para efeito de distinção com o outro grupo, será empregado o termo *bikecourier*, adotado pelas empresas e pelos trabalhadores, para designar os profissionais que atuam nesta atividade.

O modelo operacional, organização do trabalho e a forma de atuação dos profissionais são muito distintos. Mas a análise em paralelo destes dois modelos é conveniente, porque ambos têm em comum a carência de um veículo para transporte de pequenas cargas mais adequado.

Os entregadores atuam em um trecho pequeno da cidade, nas imediações do estabelecimento. Trabalham em ciclos curtos de entregas, isto é, partem da base para o local de entrega e retornam em seguida. Já os *bikecouriers* realizam entregas em distâncias consideráveis. Recebem demandas de recolha e entrega de materiais sem retornar à base, para otimizar o tempo e o esforço de deslocamento. A central distribui as encomendas pelos seus profissionais selecionando os mais próximos, empregando para isso telefones tipo *smartphone*, rastreadores e softwares para fazer a distribuição.

Os grupos diferem também com relação ao veículo empregado. No grupo de *bikecourier*, os veículos mais empregados são bicicletas e bicicletas elétricas. Utilizam modelos sofisticados, muitas vezes importadas e geralmente de propriedade do profissional, não da empresa. Já os entregadores empregam triciclos a pedal, que apresentam pouca variação entre si. Todos têm área de carga na dianteira, com baú fechado ou caçamba aberta. A propulsão é exclusivamente a pedal, sem assistência elétrica, e não possuem marcha, o que dificulta a subida de aclives e reduz a velocidade máxima. Não possuem coberta, o que deixa o condutor exposto a intempéries.

Os esforços e as solicitações são diferentes, mas ambos os grupos têm em comum a realização de esforços consideráveis, acima do que seria razoável.

O *bikecourier* típico trabalha seis horas diárias, com até três horas circulando sem pausas. Como as velocidades são altas, o deslocamento médio varia de 60 km a 80 km por dia. As cargas transportadas, ao contrário das distâncias, são pequenas, documentos e pacotes com até 15 kg.

Os entregadores estão submetidos a esforços de natureza diferente. Trabalham oito horas por dia, mas com apenas 15 km percorridos, em média. Porém, a cada viagem transportam em torno de 100 kg, podendo chegar a até 250 kg em casos extremos. Enquanto os *bikecouriers* passam quase a totalidade de seu tempo circulando, os entregadores realizam viagens curtas entre o comércio e o local de entrega e retornam. E, ao contrário dos *bikecourier*, uma parcela considerável de seu tempo ocorre fora do veículo, fazendo o carregamento e o descarregamento. Por este motivo, neste grupo, embora opere com cargas muito mais pesadas, há algum equilíbrio entre as solicitações sobre os grupos musculares superiores e inferiores.

Ambos os profissionais estão expostos a riscos para saúde provocados pelos esforços envolvidos e as posturas adotadas durante a atividade. Entre os *bikecouriers*, o aspecto mais desfavorável é a posição assumida para pedalar. A posição de ciclista, que o profissional assume por horas seguidas, o mantém com as costas curvadas, postura que provoca sobrecarga nas vértebras lombares e compressão na face anterior dos discos intervertebrais. A coluna cervical precisa assumir curvatura inversa, para que o ciclista possa olhar para frente. Nesta postura ocorre uma superextensão da coluna cervical.

A prática intensa de ciclismo provoca sobrecarga no sistema músculo esquelético, como coluna lombar, cervical, joelhos, pulsos e ombros, segundo estudos com ciclistas amadores e profissionais, relatados em Pasini (2009), Candotti et al. (2012), Wilson (2004), Landis (2004) e Konrady (2009). Diante destes riscos, atletas profissionais costumam fazer trabalhos de compensação, com acompanhamento de profissionais de fisioterapia, medicina e educação física, envolvendo alongamentos e musculação em grupos musculares específicos. Seria de se supor que, entre os *bikecouriers*, que pedalam em média 70 km por dia, os problemas de saúde em longo prazo sejam ainda maiores que entre os atletas, porque não contam com este acompanhamento profissional.

Uma investigação foi realizada entrevistando profissionais em três cidades, Rio de Janeiro, São Paulo e Curitiba, em que foi possível confirmar a suposição. Entre os entrevistados, aproximadamente 80% sentem regularmente dor na coluna lombar, 80% na cervical e 50% nos joelhos. Já fadiga excessiva, é percebida por 90% dos entrevistados nas pernas, 85% nos músculos da área lombar, 45% nos músculos da área cervical e 20% nos braços e ombros. Embora majoritariamente jovens, uma parcela considerável já realizou tratamento médico para problemas relacionados à atividade: 35%, sendo que 15% solicitaram afastamento

temporário do trabalho. Isso parece confirmar as pesquisas de Pasini, Candotti, Wilson, Landis e Konrady.

No grupo de entregadores a postura assumida para pedalar nos triciclos permite que a coluna se mantenha em posição mais vertical, não alterando tanto suas curvas fisiológicas. Além disso, conforme já colocado, há um equilíbrio entre o tempo pedalando e o tempo transportando carga, caracterizando uma melhor distribuição dos esforços. Mas, por outro lado, os pesos transportados são consideráveis, provocando riscos de outra categoria. Segundo diversas pesquisas, como Batiz (2011), Sanchez (2009), Mazzoni (1987) e Silva (2012), entre 65 e 80% dos trabalhadores que elevam cargas pesadas apresentam problemas no sistema musculoesquelético. No caso dos entregadores, há um agravante provocado pelas características do veículo. O baú de carga é rodeado por grade e o acesso sempre ocorre por cima, o que obriga o trabalhador a erguer pesos com a coluna curvada.

Confirmando as expectativas, os problemas de coluna também apareceram no âmbito da investigação. Cerca de 70% dos entregadores entrevistados apresentam regularmente dores nas costas e 60% de dores nos joelhos.

Além de problemas de saúde, os profissionais que trabalham no serviço de entregas também estão expostos a outros riscos. O mais lembrado são os acidentes de trânsito, que ocorrem em ambos os grupos, mas são mais frequentes entre os *bikecouriers*. Mais de 60% dos entrevistados deste grupo relataram já ter sofrido quedas, atropelamentos ou choques, porém o número pode estar subnotificado porque muitos não entendem como acidentes quedas com gravidade menor. O risco deste grupo é elevado porque empregam bicicletas que alcançam velocidades de até 50km/h, semelhante à de um veículo automotor, estando, no entanto, em um veículo muito mais vulnerável. Já os entregadores empregam um veículo mais lento, visível e estável, o que explica a menor incidência destes riscos entre eles.

Outro risco lembrado por ambos os grupos são furtos e roubos de mercadoria.

Na investigação realizada também foi possível observar que há a necessidade de um novo modelo de veículos de entregas para pequenas cargas em ambos os modelos de negócio.

Empresários entrevistados do segmento de *bikecourier* relatam que estão perdendo oportunidades de negócio por não encontrarem um veículo que permita transporte de cargas maiores. Identificam uma demanda perdida grande, porém, entendem que as opções de veículo no Brasil não oferecem a agilidade necessária. Além disso, não gostariam de ter seu negócio confundido com o de entregadores, perdendo um diferencial de qualidade.

No serviço de entregas do varejo de bairro, também existem demandas para um veículo a pedal com melhorias. Gerentes de redes de supermercado e de hor-

tifrúti que atuam no segmento de maior poder aquisitivo perceberam que o atendimento e apresentação do negócio são importantes para a lucratividade no seu segmento, e que o diferencial ambiental proporcionado pela entrega em domicílio é pouco explorado.

## Desenvolvimento de um novo veículo de entregas

O resultado da investigação foi o projeto de um veículo, com características que atendam às necessidades identificadas nas pesquisas em campo e bibliográfica e às necessidades identificadas nos dois modelos de negócio.

Para ambos os modelos, a fluidez no trânsito é uma das qualidades mais importantes. As bicicletas, empregadas pelos *bikecouriers*, conseguem se desvencilhar das retenções no trânsito, mas os triciclos dos entregadores costumam ficar retidos quase tanto quanto automóveis, perdendo, assim, parte do seu ganho comparativo. Por este motivo, uma das premissas do projeto foi uma configuração vertical para o compartimento de carga, solução que reduz a largura do veículo para a de uma motocicleta. Esta largura menor também permite que o veículo transite em algumas ciclovias.

Outra premissa assumida a partir das pesquisas foi a propulsão híbrida pedal/elétrico, com tração elétrica na roda traseira e pedal na dianteira. A capacidade de carga foi limitada a 120 kg. Esta é uma solução de compromisso, que atende a maioria dos usos do veículo sem comprometer excessivamente custos e autonomia da bateria.

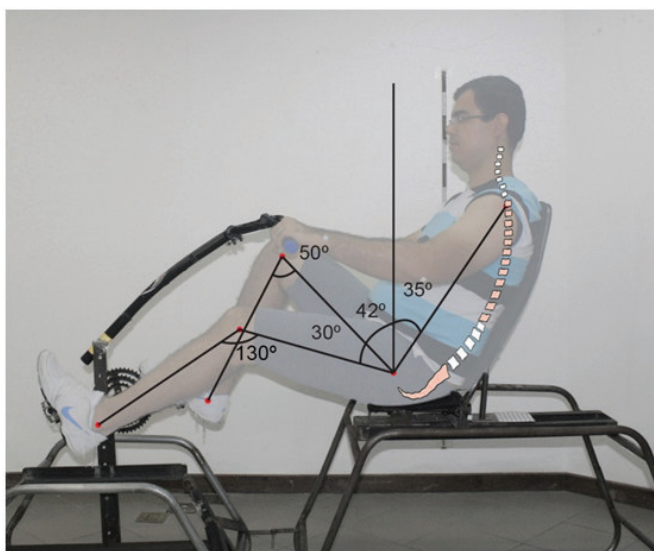
Por fim, foi assumida como premissa a adoção de uma carenagem cobrindo o veículo, protegendo o condutor das intempéries e a carga de furto.

Para melhorar a ergonomia e desempenho biomecânico, a configuração adotada para o posicionamento do condutor do veículo foi a de bicicleta reclinada ou *recumbent*. Neste arranjo o ciclista pedala sentado em um banco com encosto, e o pedal fica próximo da altura do assento. Na bicicleta ou triciclo tradicionais, o pedal fica posicionado sob o assento, e o esforço é realizado para baixo, sendo a contraposição ao movimento apenas a força da gravidade que atua sobre o corpo do condutor. Há diversos ganhos ergonômicos e biomecânicos no arranjo reclinado. Segundo Garnet (2014), Fehlau (2006) e Nolan (2014), esta configuração permite melhor desempenho, porque o esforço das pernas é realizado tendo o encosto do banco como contraposição. Outro ganho proporcionado por esta configuração é manter a coluna mais ereta, preservando suas curvas fisiológicas e reduzindo o risco de lesões na coluna lombar e cervical, conforme Nolan (op. cit.), Landis (2004), Wilson (2004) e Konrady (2009).

A configuração vertical proposta para a carga do veículo trouxe outro ganho ergonômico. A carga fica posicionada em prateleiras com acesso frontal, o que permite a manipulação sem necessidade de curvar a coluna.

Para o dimensionamento foram aplicados dados antropométricos brasileiros e, quando necessário, complementados com dados internacionais (INT, 1994; INT, 1988; DIFRIENT, 1981).

Para a validação do dimensionamento proposto, foi construída uma estrutura metálica regulável em escala 1:1 com os principais elementos de acionamento do veículo, como guidão, pedais e banco. Esta foi avaliada com auxílio de voluntários dentro dos percentis 50% a 95% masculino, o universo encontrado no levantamento junto às empresas de entregas e *bikecouriers* (Figura 2).



**Figura 2** Avaliação do posicionamento dos elementos de controle do veículo. A coluna lombar e cervical permanece em posição mais próxima da ereta, preservando suas curvas fisiológicas.

Com relação à motorização e à alimentação, uma atenção maior foi dada ao relacionamento entre autonomia, custo e peso. Uma das principais limitações dos veículos elétricos é a baixa autonomia. O custo, volume, peso e tempo de recarga das baterias são elevados e serão tanto maiores quanto mais baterias o veículo possuir. Diante disso, é comum veículos elétricos empregarem o mínimo de baterias possível. Mas, por outro lado, o emprego de poucas baterias compromete a autonomia. É preciso encontrar, portanto, uma solução de compromisso entre número de baterias e autonomia.

Para o veículo proposto, uma das formas de trabalhar esta relação foi a inclusão de coletores solares fotovoltaicos, tipo manta flexível, sobre a carenagem.



Esta geração não tem a pretensão de manter as baterias carregadas, mas sim aumentar sua autonomia, ou reduzir a quantidade de baterias necessárias para um dia de circulação, conseguindo, com isso, redução de custos e pesos. Esta solução é particularmente interessante para o Brasil, que conta com uma insolação de mais de 200 dias por ano na maioria de suas cidades e onde os custos das baterias, importadas, ainda é muito elevado.

A forma do veículo foi elaborada com auxílio de softwares de ilustração e modelagem 3D, seguido da construção de dois mock-ups em escala 1:1 e um protótipo funcional (Figura 3).



**Figura 3** Protótipo funcional.

Esta investigação apresenta algumas contribuições para o conhecimento nas áreas de mobilidade urbana, serviços de entregas e design para sustentabilidade.

O estímulo ao setor de serviço de entregas tem o potencial de contribuir para melhoria das condições de trânsito nas grandes cidades, bem como na qualidade do ar e redução do consumo de combustíveis fósseis.

Esta investigação contou com apoio financeiro da FAPERJ.

## Referências

- BATIZ, E.; NUNES, J. I. S.; LICEA, O. E. A Prevalência dos sintomas musculoesqueléticos em movimentadores de mercadorias com carga. **Revista Produção**, mar. 2013, v. 23, n. 1, p. 168-177, 2011.
- DIFFRIENT, N. **Humanscale Manual**. Massachusetts: MIT Press, 1983.
- FEHLAU, G. **The Recumbent Bicycle**. New York: Out Your Backdoor, 2006
- GARNET, J. Ergonomic of direct-drive recumbent bicycles. **Human Power e-journal**. Disponível em: <<http://www.hupi.org/HPeJ/0017/GarnetDirectDriveRecumbents.pdf>>. Acesso em: 14 mar. 2014.
- GUERCI, A. **Progettazione di un triciclo a pedali per la consegna domiciliare della posta**. Politecnico di Milano III, Facoltà di Architettura i Design, Corso di Laurea in Disegno Industriale, 2010.
- INT. **Pesquisa antropométrica e biomecânica da população economicamente ativa**. Rio de Janeiro: INT, 1988.
- \_\_\_\_\_. **Ergokit**, base de dados antropométrica de populações brasileiras. Rio de Janeiro: INT, 1994.
- ITDP – INSTITUTE FOR TRANSPORTATION AND DEVELOPMENT POLICY. **Our Cities Ourselves: 10 Principles for Transport in Urban Life**. New York: ITDP, 2010.
- KONRADY, G. **Is the Recumbent Bicycle an Option?** Disponível em: <<http://www.gkonrady.com/content/writing-samples>>. Acesso em: 18 jun. 2014.
- LANDIS, B.; PETRITSCH, T.; HUANG, H. **Characteristics of emerging road users and their safety**. US Department of Transportation. Publication No. FHWA-HRT-04-103. 2004.
- MAZZONI, C. F.; COUTO, H. A. Aspectos físicos e radiológicos da coluna lombossacra de trabalhadores envolvidos em atividades pesadas. In: Congresso da Associação Nacional de Medicina do Trabalho, 5, 1987, Florianópolis. **Anais do V Congresso da Associação Nacional de Medicina do Trabalho**. Florianópolis: ANAMT, 1987. p. 759-775.

- MENDONÇA, C.; LOBO, J.; HAGEN, J. Os benefícios dos veículos de carga à propulsão humana: cidades podem alcançar menores emissões e maior segurança. In: Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito, 18, 2011, Rio de Janeiro. **Anais do 18º Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito**. Rio de Janeiro: ANTP, 2011.
- NOLAN, P. **Medical Benefits of Recumbent Bicycles**. Disponível em: <<http://www.bikeroute.com/Recumbents/BentMedBenefits.php>>. Acesso em: 14 jul. 2014.
- PASINI, M. **Modelo biomecânico tridimensional para análise das forças internas atuantes na coluna cervical superior e inferior durante o ciclismo**. Dissertação de Mestrado. Escola de Educação Física, Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano, UFRGS, 2009.
- SANCHEZ, M. **Aspectos ergonômicos e sintomas músculo-esqueléticos em descarregadores de caminhão: um estudo de caso**. Dissertação de mestrado. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação (FAAC), UNESP Bauru, 2009.
- SILVA, M. C.; FREITAS, T. A. F.; MÁSCULO, F. S. Métodos de análise ergonômica aplicados às atividades de carregamento manual de caminhões em uma empresa de cerâmicos. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 20, 2010, São Carlos. **Anais do XX Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. São Carlos: UFSC, 2010.
- WILSON, D. G. **Bicycling Science**. Massachusetts: MIT Press, 2004.

