

DESENVOLVIMENTO DE UM TRICICLO VOLTADO AOS PORTADORES DE NECESSIDADES ESPECIAIS

Simone Dalla Nora¹; Ivo Rodrigues Montanha Junior, Dr. Eng.²

RESUMO

Foi desenvolvido um veículo de três rodas que permite o transporte de pessoas com necessidades especiais, usuários de cadeiras de rodas, de maneira autônoma. Teve como base uma motocicleta, cuja parte traseira foi substituída por um eixo com duas rodas e uma plataforma que se transforma numa rampa de acesso, onde o usuário pode embarcar no veículo sem sair da cadeira de rodas. Inicialmente, foi planejado o produto (triciclo para portadores de necessidades especiais), em termos do perfil do cliente e do mercado a que se destina, bem como foram planejadas as atividades a serem realizadas (cronograma, orçamento, recursos, riscos, etc.). Disto, foi sugerido o início do processo de projeto, pela fase de projeto informacional (pesquisa das necessidades dos clientes, transformando-as em especificações priorizadas de projeto), projeto conceitual (definir as funções do produto e as suas respectivas soluções, na forma de concepções), projeto preliminar (dimensionar e modelar em computador a concepção escolhida), e projeto detalhado (desenhos técnicos, manuais de operação e manutenção e documentos do projeto). Do projeto, foi construído o protótipo, para a realização de testes e aperfeiçoamentos, e ainda servirá como plataforma de desenvolvimento de tecnologias dos cursos do IFC Campus Luzerna. Contudo, apesar de não ter sido concluído, a versão atual do triciclo tem significativa importância social, por gerar autonomia de deslocamento aos portadores de necessidades especiais cadeirantes que conduzem veículos automotores. Gera bom interesse quanto à comercialização do veículo, o que será explorado após o registro de patente.

Palavras-chave: desenvolvimento de veículos; triciclo; deficientes físicos.

1 INTRODUÇÃO

As empresas lançam diversos produtos para serem competitivas. Porém, nem todos os produtos podem ser utilizados por pessoas com deficiência física ou mobilidade reduzida, identificados como Portadores de Necessidades Especiais (PNE), ao menos sem adaptações. Isso fica evidente nos veículos, que usualmente precisam ser adaptados para que os PNE possam dirigir de maneira autônoma, ou serem transportados.

Neste contexto, se insere o Projeto Universal, o qual visa desenvolver produtos que possam ser utilizados por PNE e também por pessoas sem qualquer deficiência, com pouca ou nenhuma adaptação. Tal desenvolvimento é necessário, pois aproximadamente 14,5% dos brasileiros possuem alguma deficiência física e, em 2007, foram vendidos vinte mil veículos para PNE e seus familiares (BRASIL, 2004; ALVARENGA, 2006; VIEIRA, 2006; DAL POGETTO, 2008; IBGE, 2008). Destes, somente quem tem capacidade motora e permissão dos órgãos de trânsito (resoluções 51 e 80 do Contran, de 1998) pode conduzir veículos (CONTRAN, 1998a; CONTRAN, 1998b; GARCIA, 2003a; GARCIA, 2003b).

Para promover o efetivo desenvolvimento de um veículo seguindo os conceitos de projeto universal, com enfoque nas soluções voltadas aos portadores de necessidades especiais, neste

¹ Aluna do Curso Técnico em Mecânica, turma MEC 2010-1-C, Campus Luzerna. E-mail: sasanora15@hotmail.com

² Professor Orientador. IFC Campus Luzerna. ivo@luzerna.ifc.edu.br

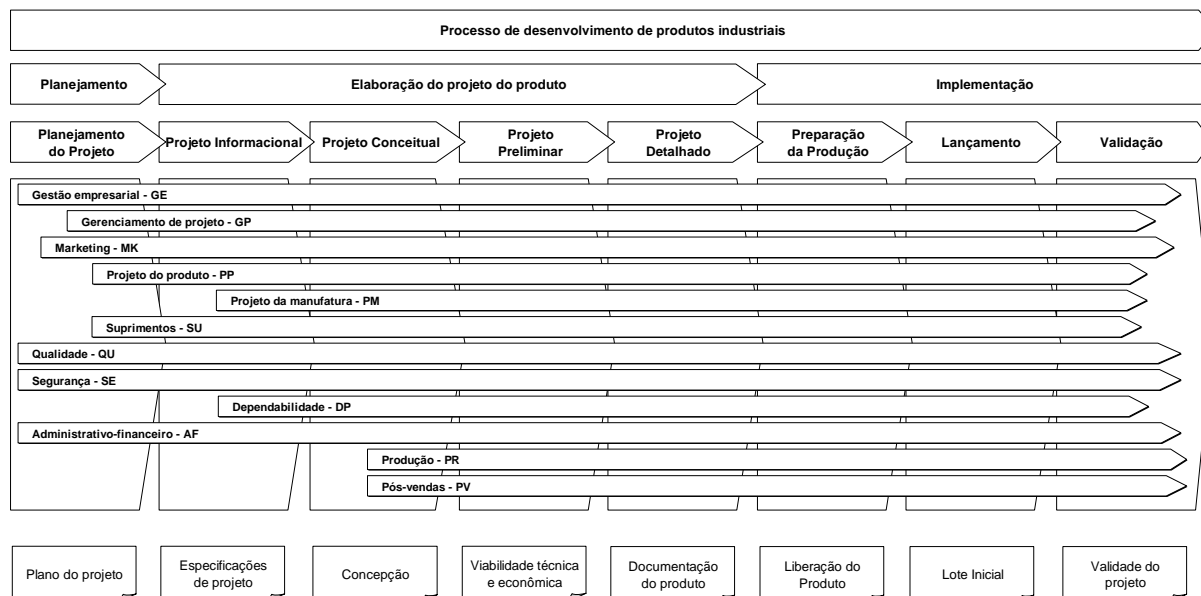
projeto foi estudada a legislação de trânsito referente a tal assunto, junto com publicações específicas, tais como Alvarenga (2006) e Montanha Jr. *et al.* (2008). Também foram identificadas as necessidades dos usuários potenciais do veículo em questão e avaliadas as soluções disponíveis no mercado.

Será aqui mostrado o desenvolvimento do triciclo, executado no IFC Campus Luzerna, que teve como base uma motocicleta, cuja parte traseira foi substituída por um eixo com duas rodas e uma plataforma ajustável (temporariamente se transforma numa rampa de acesso). Assim, o usuário pode embarcar no veículo utilizando sua própria cadeira de rodas (evita o processo de transferência da cadeira de rodas para o assento do veículo, que em muitos casos exige o auxílio de outra pessoa), visando permitir que se desloque com segurança nas vias públicas, aumentando a mobilidade dele.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Nesta seção, são mostradas as etapas de desenvolvimento do triciclo voltado aos portadores de necessidades especiais. Foi utilizado o modelo de desenvolvimento de produtos proposto por Back *et al.* (2008), mostrado na Figura 1, que possui três macro-fases: planejamento (planejamento do produto e do projeto); processo de projeto (dividida em projeto informacional, projeto conceitual, projeto preliminar e projeto detalhado); e implementação (construção e comercialização do produto).

Figura 1. Modelo de desenvolvimento de produtos.



Fonte: Back *et al.* (2008, p.70), baseado em Romano (2003, p.116).

É inicialmente planejado o produto, em termos do perfil do cliente e do mercado, e também são planejadas as atividades a serem realizadas (cronograma, orçamento, recursos, riscos, etc.).

Disto, é sugerido o início da elaboração do projeto do produto, pela fase de projeto informacional (pesquisa das necessidades dos clientes, transformando-as em especificações priorizadas de projeto), projeto conceitual (definir as funções do produto e as suas respectivas soluções, na forma de concepções), projeto preliminar (dimensionar e modelar a concepção escolhida), e projeto detalhado (desenhos técnicos, manuais de operação e manutenção e documentos do projeto). Do projeto, é construído um protótipo e feita a implementação (preparação da produção, lançamento e validação do produto no mercado).

2.1 PLANEJAMENTO DO PRODUTO

Nesta fase, foi definido o conceito principal do produto (finalidade), bem como as características do mercado e dos clientes a que se destina. Realizou-se um estudo inicial das características dos clientes: portadores de necessidades especiais, usuários de cadeiras de rodas, com aptidão mental e física para conduzirem veículos automotores. Tal estudo ocorreu a partir da leitura de bibliografia especializada em projeto universal, pela conversa com uma fisioterapeuta da APAE de Joaçaba/SC e com pessoas que possuem o perfil do público-alvo, bem como pela participação do orientador na feira internacional Reatech 2008 (Montanha Jr. *et al.* 2008).

Notou-se que, em muitos casos, são pessoas independentes que participam de atividades físicas, estudam e trabalham, tendo somente a limitação física de movimentos nos membros inferiores (pernas e pés). Alguns dirigem seus próprios automóveis, adaptados conforme cada caso, e outros são transportados por pessoas próximas (em geral familiares), mas deslocam-se de forma autônoma com a cadeira de rodas. Em ambos os casos, as pessoas desejam aumentar o grau de mobilidade, não necessitando de outras pessoas para se locomoverem.

No Brasil, existem adaptações que permitem a condução de automóveis e triciclos (motocicletas adaptadas), segundo conceitos do projeto universal. De acordo com Alvarenga (2006), *Universal Design* é um termo que significa o projeto de produtos e ambientes que possam ser usados por todas as pessoas, sem a necessidade de adaptação ou projeto especializado.

Assim, a inclusão não é de interesse apenas das pessoas com deficiência física, mas igualmente para toda a população. Story *et al.* (1998) propôs sete princípios do projeto universal: uso equitativo; uso flexível; uso simples e intuitivo; percepção da informação; tolerância ao erro; baixo esforço físico; e tamanho e espaço para a aproximação e uso.

Quanto aos potenciais concorrentes diretos, existem poucas soluções disponíveis no mercado. Muitas delas são feitas por metalúrgicas, de maneira artesanal, já que os fabricantes das motocicletas não realizam tais modificações. Geralmente, estas alterações ocorrem pela transformação da motocicleta num triciclo, onde a terceira roda é colocada no eixo dianteiro para aumentar a estabilidade do veículo.

Neste contexto, foi proposto o desenvolvimento de um triciclo para os portadores de necessidades especiais, caracterizados como público-alvo, onde o usuário entra com sua própria cadeira de rodas (a cadeira é o assento), trafega nas ruas normalmente, o estaciona como um automóvel e sai com a cadeira, para entrar em qualquer local que tenha acessibilidade.

O custo deste triciclo se justifica pela mobilidade do usuário e porque uma adaptação mais elaborada de um automóvel, voltada ao condutor cadeirante, tem um custo elevado. Foram assim identificadas as necessidades dos clientes, bem como os pontos fortes e as deficiências dos produtos oferecidos, visando planejar o produto para atender as características do público-alvo.

2.2 PROCESSO DE PROJETO

No projeto informacional, foi realizada uma pesquisa das necessidades das pessoas com mobilidade reduzida que utilizam cadeiras de rodas. Também foi realizada uma pesquisa das soluções veiculares para o público-alvo, aproveitando o estudo inicial da fase de planejamento do produto (item 2.1). Ainda foram lidas bibliografias especializadas em projeto universal.

As informações obtidas foram transformadas em especificações priorizadas de projeto, a partir do método *QFD* (Casa da Qualidade). O Quadro 1 mostra uma visão parcial das principais especificações do triciclo em desenvolvimento.

Quadro 1. Vista parcial das principais especificações de projeto do triciclo.

	Especificações do produto	Unidade	Valor meta	Sensor (como saber se vai atingir a meta)	Observações
5	(+) % de utilização de peças padronizadas (comerciais)	%	40	Contar a quantidade de peças do produto	
14	(-) inclinação da rampa de acesso do veículo (máximo 18 graus - NR18 - 18.12.6.3)	Graus	15	Transferidor ou goniômetro	
33	(-) custo de manutenção anual	R\$	120	Plano de manutenção preventiva	
3	(+) % de uso de matéria-prima do IFC	%	40	Quantidade de material disponível no IFC	
32	(+) % de esforço na partida do motor (partida elétrica)	%	5	Apertar um botão	
39	(+) quantidade de espelhos retrovisores	Unidade	2	Inspeção visual	Regulamentação do DENATRAN
2	(+) % de uso de ferramentas do IFC	%	70	Mapear quais as ferramentas do IFC serão utilizadas no veículo	
4	(+) % de peças feitas com gabaritos 2D	%	60	Verificar no projeto CAD	
38	(+) quantidade de faróis e luzes de direção (pisca)	Unidade	2	Inspeção visual	Regulamentação do DENATRAN
21	(+) % de automatização de abertura e fechamento de portas	%	100%	Inspeção visual	
19	(+) largura das portas do veículo	M	0,8	Trena	

Fonte: Próprio Autor (2012).

As especificações vistas no Quadro 1 foram classificadas conforme a importância delas no método *QFD* (Casa da Qualidade), tendo o consenso do grupo de pesquisa. Visa refletir as necessidades dos diversos clientes do projeto.

Na fase de projeto conceitual, foi definida a lista das funções do produto em sessões de *brainstorming*, a partir das especificações priorizadas de projeto. Então foram propostos princípios de soluções para cada função, de onde foram geradas as concepções (combinações de soluções para atender cada função), conforme mostrado no Quadro 2.

Quadro 2. Vista parcial do quadro com as quatro concepções geradas para o triciclo.

Função	Concepção 1	Concepção 2	Concepção 3	Concepção 4
Movimentar o veículo	Motor a combustão (ciclo Otto - gasolina/etanol)	Motor elétrico	Motor a combustão (ciclo Otto - gasolina/etanol)	Motor elétrico
Inclinar a rampa	Com a mão	Sistema pantográfico de ônibus antigos (eletrônico)	Fuso mecânico	Sistema pantográfico de ônibus antigos (eletrônico)
Iniciar/partir o motor	Puxar corda (motor estacionário)	Botão com motor elétrico de partida	Botão com motor elétrico de partida	Botão com motor elétrico de partida
Mostrar imagens de retrovisor	Espelho	Espelho	Espelho	Câmera
Iluminar o percurso	Lâmpadas	Lâmpadas	Lâmpadas	Lâmpadas
Indicar a direção de mudança do veículo	Lâmpadas (pisca)	LED	Lâmpadas (pisca)	LED
Automatizar a abertura de portas	Engate porta malas e cabos de aço	Fuso de portão eletrônico	Fuso de portão eletrônico	Fuso de portão eletrônico
Acionar o freio de estacionamento	Alavanca do freio de mão (cabos)	Botão (acionamento elétrico)	Alavanca do freio de mão (cabos)	Alavanca do freio de mão (cabos)
Integrar as funções do painel	Painel de instrumentos veicular convencional	Painel de instrumentos veicular convencional	Painel de instrumentos veicular convencional	Sistema multimídia (GPS, DVD, rádio, etc.)

Fonte: Próprio Autor (2012).

Dentre as quatro concepções mostradas no Quadro 2, a quarta concepção foi a selecionada pela equipe, para ser então detalhada e construída, com base nas especificações de projeto (Quadro 1). Porém, o motor elétrico será implementado numa versão futura, pois agora está disponível somente o motor a combustão original da moto. Com isto, é encerrada a fase de projeto conceitual, para iniciar a fase de projeto preliminar.

No projeto preliminar, a quarta concepção foi inicialmente estudada quanto ao arranjo físico (leiaute) das soluções propostas. O arranjo físico e algumas dimensões principais foram definidos a partir de medições numa cadeira de rodas com membros da equipe de projeto, de onde foram elaborados esboços à mão livre e modelagens *CAD* em três dimensões.

Disto, foi construído um modelo de tamanho real em arame (simula a estrutura tubular do triciclo) com chapas de papelão (simula as chapas metálicas), de onde foram especificadas as dimensões definitivas do protótipo, para então serem elaborados os desenhos técnicos na fase de projeto detalhado. A Figura 2 mostra o chassi da motocicleta – recebida por doação da Receita Federal – integrado à parte dianteira do modelo da estrutura do triciclo, em arame azul.

Figura 2. Chassi da motocicleta integrado ao modelo da estrutura do triciclo, em arame.



Fonte: Próprio autor (2012).

Na Figura 2 também é notado que a motocicleta foi praticamente toda desmontada para os estudos, sendo que os subsistemas de propulsão, elétrica, mecânica e acabamentos foram devidamente guardados para posterior montagem no triciclo, conforme a necessidade. A partir do modelo em arame montado no chassi da motocicleta, foram elaborados os desenhos técnicos da estrutura tubular do triciclo em três dimensões no *software SolidWorks*. Disso, foram feitas as listas de tubos e seus comprimentos, para serem adquiridos na medida correta e, desta forma, favorecer a montagem da estrutura tubular.

Os tubos cortados, junto com o chassi da motocicleta (tal como na Figura 2), foram levados para a empresa Metalúrgica Girafer, para que pudesse ser construído o protótipo utilizando processo MIG/MAG de soldagem, indisponível no IFC Campus Luzerna, porém necessário à rigidez da estrutura do triciclo. Já o chassi da moto foi cortado por plasma na mesma empresa, pois no

triciclo será aproveitada a parte dianteira do chassi original. Aos poucos o protótipo foi sendo construído, como mostra a sequência de imagens da Figura 3.

Figura 3. Sequência de imagens de produção da estrutura tubular do protótipo.



a) Corte do chassi da motocicleta no plasma



b) Primeiras montagens da estrutura no esquadro



c) Travamento da estrutura para manter alinhamento



d) Estrutura tubular do triciclo montada



e) Soldagem do chassi da motocicleta na estrutura



f) Montagem das balanças traseiras na estrutura

Tendo sido montada a estrutura tubular em aço 1020, acoplado a parte dianteira do chassi da motocicleta na estrutura, e montado as balanças traseiras com a suspensão, tratou-se de reforçar a estrutura para aumentar a rigidez dela, pois tem um espaço vazio no assoalho (vide Figura 3F), necessário para a movimentação da rampa de acesso do cadeirante. Disto, foi montado o assoalho (alumínio corrugado com 2,7 mm de espessura) na estrutura da rampa de acesso (com moldura inferior feita em tubo retangular), conforme visto na Figura 4.

Figura 4. Assoalho do triciclo.



a) Assoalho bipartido do triciclo: rampa aberta



b) Detalhe da estrutura inferior do assoalho/rampa

A Figura 4A mostra o assoalho montado no triciclo, com a parte da rampa abaixada para a operação de acesso do usuário cadeirante. Já a parte B da Figura 4 mostra a estrutura inferior do assoalho, sendo uma moldura feita com tubo de aço retangular de 20mm x 40mm que prende a chapa de alumínio corrugado com rebites. Na sequência, foi inserido o motor da motocicleta na estrutura, cujo pinhão foi alinhado com a coroa da roda traseira direita para que a corrente de transmissão não atravesse e estoure. A Figura 5 mostra o triciclo atual.

Figura 5. Imagens do triciclo montado: versão atual semi-acabada.



a) Vista anterior do triciclo – versão atual semi acabada.



b) Vista posterior do triciclo – versão atual semi acabada.

Nesta versão atual do triciclo, mostrada na Figura 5, é necessário ligar a parte elétrica (chicotes e conectores), o freio traseiro e a transmissão para que o triciclo possa rodar normalmente. Também faltam as carenagens (chapas laterais e teto), vidros, forração interna, os sistemas de iluminação, bem como os sistemas automatizados de levantamento da rampa e fechamento da porta traseira, os quais serão gradualmente inseridos no triciclo a partir dos projetos de pesquisa que estão iniciando no IFC Campus Luzerna.

O triciclo não ficou completo em função da demora no recebimento da motocicleta, e da falta de recursos financeiros para adquirir todos os componentes necessários ao atendimento dos objetivos específicos. Mesmo assim, pede-se a gentileza de não divulgar as imagens contidas neste relatório, pois está em processo de registro de propriedade industrial (patente) junto ao NIT da Reitoria IFC. O protótipo não foi devidamente testado, pois não está concluído. Isto prejudicou a elaboração dos manuais de uso e manutenção do veículo, haja vista a falta de informações. Assim, o projeto detalhado se resumiu à elaboração de desenhos técnicos para a construção do protótipo.

2.3 IMPLEMENTAÇÃO

Considerando que o protótipo não ficou concluído em função da indisponibilidade de alguns componentes, e pouco tempo hábil (atraso significativo de cronograma pela demora no recebimento da motocicleta), não foi planejada a construção do veículo em escala comercial. Apenas foi realizado um estudo sobre o protótipo gerado (Figura 5), visando aperfeiçoar as soluções e medidas para uma próxima versão dele.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme notado, nesta pesquisa foi desenvolvido o triciclo para portadores de necessidades especiais que usam cadeiras de rodas e tenham aptidão na condução de veículos. Prosseguindo na pesquisa, foram submetidos ao IFC dois projetos de pesquisa para incrementar as soluções previstas para o triciclo, Um deles trata da automatização das operações de abertura de porta traseira, movimentação de rampa, entre outros comandos do veículo.

O segundo projeto trata da inserção de um sistema híbrido de propulsão para o veículo, onde um motor elétrico atuará em paralelo com o motor atual à combustão (original da motocicleta) apenas nas arrancadas, visando compensar a maior inércia para movimentar o triciclo, em relação à massa original da motocicleta, bem como movimentar o veículo para trás (marcha reversa, que a caixa de transmissão original da motocicleta não possui).

Ambos os projetos, dentre outros programados, mostram a tendência do triciclo em atuar como plataforma tecnológica. Isto permitirá a aplicação prática das tecnologias desenvolvidas pelos cursos do IFC Campus Luzerna, o que evidencia sua importância social e tecnológica.

4 CONCLUSÃO

Os principais objetivos desta pesquisa (estrutura básica do triciclo com a parte mecânica pronta) foram atendidos. Pode-se dizer que a metodologia de trabalho foi adequada. Entretanto, cabe destacar as dificuldades encontradas no projeto para alertar novos pesquisadores:

- Atraso no recebimento da motocicleta doada pela Receita Federal, o que atrasou o cronograma do projeto como um todo (não era possível projetar o restante do veículo sem ter as dimensões da motocicleta). A motocicleta chegou somente em abril de 2012, quando a previsão era setembro de 2011 (pedido feito em julho de 2011), o que reduziu drasticamente nosso tempo de construção do protótipo;
- Falta de recursos financeiros para executar o projeto na forma de verbas de projeto. Foi necessário adquirir a maioria dos componentes mediante custeio próprio do professor;
- Falta de equipamentos de soldagem MIG/MAG, essenciais às atividades de construção do triciclo e à formação profissional dos alunos, pois a maioria das empresas utiliza somente este tipo de soldagem. Por este motivo, o protótipo foi construído e montado numa empresa privada que possui tal equipamento, onde poderia ter sido feito no IFC Luzerna para favorecer o aprendizado dos alunos.

Apesar de não ter sido concluído fisicamente, com todos os subsistemas previstos, a versão atual do triciclo tem significativa importância social, por gerar autonomia de deslocamento aos portadores de necessidades especiais cadeirantes que conduzem veículos automotores. Esta independência traz grandes benefícios aos referidos usuários, gerando bom interesse quanto à comercialização do veículo, o que será devidamente explorado após o registro de propriedade industrial (patente).

Além disso, o triciclo servirá como plataforma tecnológica que permitirá a aplicação prática das tecnologias desenvolvidas no IFC Campus Luzerna, mediante projetos de pesquisa e extensão, bem como projetos de final de curso. Portanto, espera-se gerar muito conhecimento a partir deste veículo, o que refletirá no número de publicações científicas acerca dos temas nele inseridos, a fim de divulgar o IFC perante a sociedade, bem como formalizar contatos para a realização de parcerias com outras instituições de ensino e com a iniciativa privada, para projetos afins.

REFERÊNCIAS

- Alvarenga, F.B. **Uma abordagem metodológica para o projeto de produtos inclusivos**. Tese de Doutorado em Engenharia Mecânica. Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). 2006.
- Back, N.; Ogliari, A.; Dias, A.; Silva, J. C. **Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem**. Vol.1. Barueri, SP: Manole, 2008.
- Brasil, G. **Vantagem que poderia ser maior**. Best Cars Web Site. Ago. (2004). Disponível em: <www2.uol.com.br/bestcars/colunas2/q182.htm>. Acesso: Abr. 2008.

Contran – Conselho Nacional de Trânsito. **Resolução nº. 51, de 21 de maio de 1998.** (1998a). Disponível: <www.pr.gov.br/mtm/legislacao/resolucoes/resolucao051.htm>. Acesso: Jun. 2008.

_____. **Resolução nº. 80, de 19 de novembro de 1998.** (1998b). Disponível em: <www.pr.gov.br/mtm/legislacao/resolucoes/resolucao080.htm>. Acesso: Jun. 2008.

Dal Poggetto, P. **Feira de carros adaptados tem banco até o teto e com 'rodinha'.** G1 Globo Notícias. Abr. (2008). Disponível em: <<http://g1.globo.com/Noticias/Carros/>>. Acesso: Jun. 2008.

Garcia, L.C.P. **Preconceito: até quando?** Best Cars Web Site. Jul. (2003). Acesso: Jun. 2008. Disponível em: <www2.uol.com.br/bestcars/colunas/q153.htm>.

_____. **O direito de ir e vir.** Best Cars Web Site. Mar. (2003). Disponível em: <www2.uol.com.br/bestcars/colunas/q145.htm>. Acesso: Jun. 2008.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2000.** Disponível em: <www.ibge.org.br>. Acesso: Abr. (2008).

Montanha Jr., I. R. et al. Guidelines for vehicle development based on principles of universal design (2008-36-0257). In: **XVII Congresso SAE Brasil 2008. Congresso e Exposição Internacionais da Tecnologia da Mobilidade**, 2008, São Paulo/SP, Brasil. XVII Congresso SAE Brasil 2008. Congresso e Exposição Internacionais da Tecnologia da Mobilidade. São Paulo/SP, Brasil: SAE Brasil, 2008.

Vieira, S. **Cresce a venda de kits de adaptação em veículos para deficiente.** Correio Popular: Agência Anhangüera. (2006). Acesso: Abr. 2008. Disponível em: <www.cpopular.com.br/classificados/2006/03/19/materia_cls_144215.asp>.