

DESENVOLVIMENTO DE VEÍCULO COMPACTO: FASE DE PROJETO INFORMACIONAL

Lucas Kato

UFSC

Florianópolis, SC, Brasil
lucaskkato@gmail.com

Ana Veronica Pazmino

UFSC

Florianópolis, SC, Brasil
ana.veronica@ufsc.br

RESUMO

O trabalho apresenta duas etapas da fase de projeto informacional para o design de um veículo supercompacto que está sendo desenvolvido na Universidade Federal de Santa Catarina numa parceria entre o Laboratório de Inovação e o Grupo de Pesquisa Design Multidisciplinar. O artigo mostra um estudo cronológico de veículos compactos e uma análise paramétrica de veículos similares. A metodologia utilizada é a pesquisa documental e uma pesquisa prática por meio de critérios de análise. Finalmente é apresentada uma comparação de valor para detectar o veículo que se destaca atualmente no mercado nacional e a identificação de oportunidades.

Palavras-chave: Veículo compacto, análise diacrônica, design.

ABSTRACT

The paper present two stages of informational design phase to the design of a super compact vehicle being developed at the Federal University of Santa Catarina in partnership between the Innovation Lab and the Multidisciplinary Research Group Design. The paper shows a chronological study of compact vehicles and a parametric analysis of similar vehicles. The methodology used is the documentary research and practical research through analysis criteria. Finally a value comparison is presented to detect the vehicle is now out in the national market and the identification of opportunities.

Key-words: diachronic analysis, compact vehicle, design.

1. INTRODUÇÃO

O trabalho apresenta uma parte da pesquisa aplicada por meio de levantamento documental e de campo para desenvolver um veículo supercompacto numa parceria do Laboratório de Inovação e o Grupo de Pesquisa Design Multidisciplinar. Aplicando o processo metodológico de Rozenfeld [1], neste artigo são mostradas duas análises realizadas na fase de projeto informacional visando identificar os fatores que ao longo do tempo provocaram mudanças nas dimensões e tipo de combustível dos veículos. Também é mostrada uma pesquisa de análise paramétrica que permite identificar algumas características dos veículos de transporte individual que são aplicados aos veículos que transportam um passageiro ou um pequeno grupo de pessoas, visando o uso particular.

Pelas pesquisas o trabalho mostra que os transportes individuais se tornaram uma solução para a falta de mobilidade nas cidades, auxiliando na locomoção em pequenas distâncias equacionado alguns fatores como preço, ergonomia/segurança, potência e design.

2. PROJETO INFORMACIONAL

O modelo de Rozenfeld [1] é um processo que está dividido em macro fases que por sua vez estão divididas em fases e atividades. As macro fases de aspecto genérico são:

Pré-Desenvolvimento,
Desenvolvimento
Pós-Desenvolvimento.

A macro fase de Desenvolvimento aborda os aspectos tecnológicos correspondentes à definição de um produto, suas características e forma de produção. Sendo assim, as atividades realizadas nela são dependentes da tecnologia

envolvida no produto. O esquema do processo de Rozenfeld é mostrado na Figura 1.

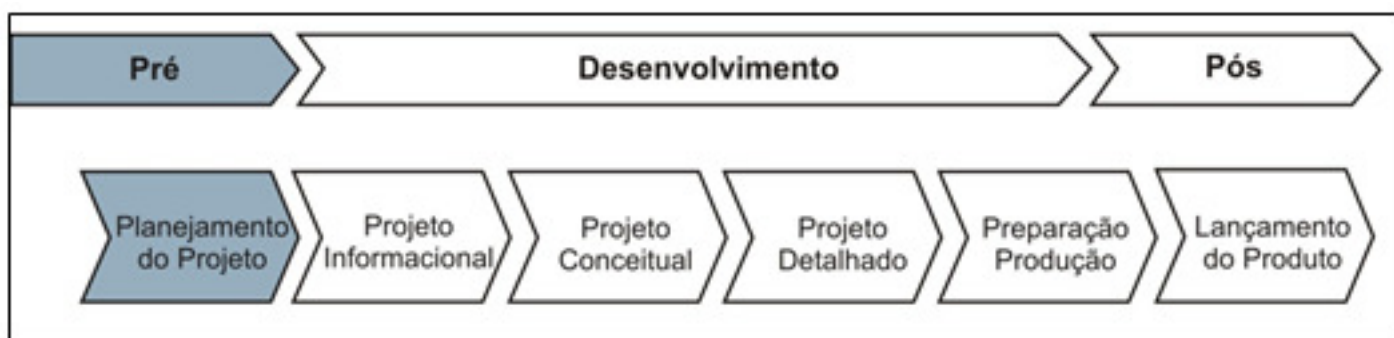


Figura 1 Modelo do processo de Rozenfeld
Fonte: Adaptado de Rozenfeld [1]

A macro fase de desenvolvimento tem como primeira fase o Projeto Informacional, que se caracteriza por ser de análise do problema de projeto. Nesta fase podem ser utilizadas diversas ferramentas para conhecer o mercado e esclarecer o problema de projeto.

As ferramentas aplicadas inicialmente no projeto foram o estudo diacrônico e uma análise paramétrica de veículos compactos. No seguinte item são mostrados os estudos preliminares.

2.1. ANÁLISE DIACRÔNICA DE VEÍCULOS COMPACTOS

Com a Segunda Guerra Mundial – 1939 a 1945, diversos países europeus ficaram financeiramente prejudicados, com escasso fornecimento de matérias-primas e problemas de âmbito social. Mesmo diante de tantas dificuldades, a utilização de veículos motorizados não tinha como ser deixada de lado. Como forma de contornar isso, surgiram os veículos supercompactos, também conhecidos como *Micro cars* (microcarros) ou *Bubble-cars* (carros-bolha), que possuíam baixo consumo de combustível, custo de manutenção e aquisição. Essas características foram possíveis devido ao tamanho e leveza deles, sendo produzidos, geralmente, na configuração de triciclos ou com dois eixos – 4 rodas – e podiam transportar duas pessoas: um motorista e um passageiro.

Nesse cenário de pós-guerra, muitas empresas de aviões foram fechadas, mas algumas conseguiram se reestruturar, aproveitando o impulso da era dos microcarros. Uma delas foi a empresa alemã *Messerschmitt*, que aproveitou as cabines de seus aviões, as quais possuíam a estrutura de monocoque¹, para fabricar tais veículos. Em 1953, iniciou-se a fabricação do *Messerschmitt KR17*. Seu sistema de amortecimento já era mais sofisticado, utilizando suspensão hidráulica nas três rodas. Antes dele, os carros ou não tinham amortecimento ou utilizavam sistemas simples do tipo mola helicoidal ou feixe de molas², sendo este último, mais visto nas suspensões traseiras dos veículos pesados.

O design aerodinâmico dessas “cabines motorizadas” serviu de grande inspiração para outros modelos, como o *Inter 175 A Berline*, de 1955. A figura seguinte apresenta o modelo alemão *Messerschmitt KR17*.

¹ “Fuselagem ou nacela de avião ou foguete, ger. sem longarina ou outra estrutura de sustentação, dotada de um revestimento ou cobertura externa que suporta toda a carga estrutural”. Fonte – disponível em < <http://dicionario.cijun.sp.gov.br/houaiss/cgi-bin/houaissnetb.dll/frame> >. Acesso em 10 de mar. 2014.

² Chapas metálicas sobrepostas que possuem certa curvatura e são apoiadas acima do eixo das rodas dos veículos.



Figura 2 - Messerschmitt KR17
Fonte - [2]

Paralelamente, no Brasil, iniciou-se a fabricação do primeiro carro motorizado nessa mesma década, mais especificamente em 1956, pela Indústria Romi S/A. O modelo era o *Romi-Isetta*, o qual se parecia muito com o *Messerschmitt KR17*. Com o diferencial de que possuía apenas uma porta que se situava na parte dianteira e o eixo do volante era articulado para a entrada do motorista.

Umas das dificuldades encontradas no projeto e construção desses carros foram os aspectos ergonômicos, pois devido à limitação espacial da parte interior, os projetistas foram forçados a elaborar estruturas que não prejudicassem os usuários na forma de como eles tinham que entrar, se acomodar e conduzir o veículo. Por isso, em muitos casos, adotaram-se as portas na forma de escotilhas na parte dianteira, volantes articuláveis e etc.

A Europa, com a melhora da situação econômica, grande parte desses carros foi deixado de serem fabricados, mas a popularidade foi tão alta que diversos países mantiveram o conceito, adicionando mais conforto em seu interior e aumentando a potência dos motores, elevando o número de cilindros do motor, como o *Fiat 500*, lançado em 1957 e o *Mini Austin* de 1959, apresentado na Figura 3.



Figura 3 - Mini Austin, 1959
Fonte - [3]

A inserção desse conceito levou um pouco mais de tempo nos países asiáticos. No Japão, a legislação que definia os padrões para os *Kei Cars* – minicarros – [4] foi criada em 1949, com a limitação de 150 cilindradas, sendo elevada com o passar dos anos.

As primeiras empresas a investirem nesses modelos foram a *Suzuki*, *Subaru* e *Honda* com os modelos *Suzulight*, *Subaru 360* e *N360*, respectivamente. Na figura 4 é apresentado o primeiro modelo de minicarro da *Suzuki*.



Figura 4 - Suzulight, 1955
Fonte - [5]

Nas décadas de 60 e 70, esses veículos se tornaram muito populares no mundo todo e passaram a ter significativas transformações tanto no design exterior quanto interior, tamanho e potência dos motores. Ao final da década de 80, as pessoas passaram a desejar carros supercompactos de quatro lugares, a fim de ter um meio de transporte econômico e prático para toda a família para o uso nas grandes cidades.

Umas das características marcantes em muitos modelos que vieram a ser fabricados nos anos 80 foi a estrutura traseira do tipo *Hatch*³, como no modelo *Renault 16*, de 1965.

Além disso, com o avanço tecnológico, caracterizado pelo aperfeiçoamento dos componentes eletrônicos, computadores e meios de produção, puderam-se reduzir significativamente os custos de fabricação desses veículos. Mesmo assim, em alguns países, a utilização deles não foi muito aceita devido à grande aceitação cultural de veículos grandes.

Nos Estados Unidos, por exemplo, a população se identificou mais com os modelos

³ Estrutura parecida como uma escotilha conectando o teto traseiro ao para-choque com delineamento curvo ou reto.

SUV – Sport Utility Vehicle – e com os modelos com motores bem mais potentes que os pequenos carros. Ao contrário do Japão, em que a população aderiu com mais facilidade aos carros-bolha, não por escolha pessoal, mas, certamente, devido à necessidade de se locomoverem nas grandes metrópoles, pois, além da grande densidade populacional, o poder aquisitivo deles era e ainda é elevado, resultando em muitos veículos nas ruas.

Mesmo com tantos avanços tecnológicos, em contrapartida, muitos problemas foram se agravando, em especial com o meio ambiente.

Devido à alta industrialização e a queima de combustíveis fósseis dos motores a combustão interna, a presença dos gases nocivos para a saúde e o ambiente se intensificou significativamente, o que levou os governantes de algumas nações a tomarem certas medidas. O resultado disso foi a CQNUMC – Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima em 1988 no Canadá [6]. A partir disso, as empresas montadoras passaram a investir mais em veículos com baixa emissão de gases tóxicos e agravantes do efeito estufa, o que os levou a readotarem os motores elétricos e iniciarem as pesquisas relativas ao uso de combustíveis provenientes de fontes renováveis.

Cabe salientar que os motores elétricos já eram utilizados no início do século XX, mas devido ao baixo rendimento deste tipo de motor, associado ao aumento da produção do petróleo e do aperfeiçoamento dos processos produtivos em larga escala dos veículos a combustão, aqueles entraram em desuso, retornando, como foi mencionando, no início da década de 90.

A motivação para o uso dos veículos supercompactos teve um crescimento marcante, buscando solucionar questões de mobilidade urbana, como o aumento de carros nas ruas, e ambientais, relacionadas com a redução da emissão de gases tóxicos, poluição sonora, utilização de energia proveniente de fontes renováveis e etc. Muitas montadoras japonesas, tais como: Toyota, Honda e Nissan, vêm desenvolvendo esses veículos com a utilização de tecnologias sofisticadas para que se cumpram esses requisitos.

Apesar de esse conceito ser relativamente antigo, ainda falta certa segurança por parte das montadoras em produzi-los em larga escala, pois,

em diversos países, boa parte população não os conhece, não percebe os benefícios, sente dificuldade para experimentar algo fora do padrão ou há falta de incentivo e criação de serviços de abastecimento veicular. Por isso, as indústrias e os projetistas autônomos vêm apresentando carros-conceito para ver se a ideia é bem aceita pelos potenciais investidores e usuários.

Em 1997, foi apresentado no Salão de Frankfurt o *Smart Fortwo*, criado pela empresa *Swatch* da Suíça, muito famosa por seus relógios, em parceria com a empresa *Mercedes-Benz*, a qual possibilitou a construção desse veículo.

Atualmente, o *Smart* é um dos microcarros mais utilizados no mundo, presente em 41 países, inclusive o Brasil. A Figura 5 apresenta esse modelo.



Figura 5 – Smart Fortwo
Fonte – [7]

Em 2001, surge um veículo inovador compacto que quebraria a forma padrão de se locomover com máquinas – o *Segway*. A composição de apenas duas rodas sobre um eixo, um apoio para os pés e um guidão com um painel foi o suficiente para chamar a atenção do mundo, tanto pela aparente simplicidade estrutural como pela elegância e estilo futurista ao se mover. O que permite o equilíbrio do *Segway* é a aplicação de um conceito de controle de sistemas não lineares⁴, utilizando o princípio do pêndulo invertido, em que se necessita de sensores para saber a posição em que o eixo se encontra e

⁴ Em sistemas não lineares, não há possibilidade de utilizar técnicas analíticas para resolver as equações envolvidas no problema, além de não ser possível obter um único modelo matemático global que represente o sistema de forma fiel para diversos sinais de entrada. Fonte: disponível em: <http://fisica.fe.up.pt/maxima/book/sistdinam-1_2.pdf> Acesso em 11 mar. de 2014.

atuadores para deixar a estrutura do veículo estabilizada de forma que o usuário não caia. O *Segway* é apresentado na Figura 6.



Figura 6 – Segway, 2001
Fonte – [8]

Como esse veículo se trata de uma exceção se comparado aos outros veículos compactos, o impulso dos microcarros não se perdeu. Muitas outras empresas menores passaram a investir neste conceito, como a *Gordon Murray Design*, que construiu os modelos *T25* e *T27*, a *Tazzari Group*, localizada na Itália, que produz o modelo *Zero* lançado em 2009, e a *Elio Motors*, a qual elaborou o seu primeiro modelo chamado *Elio*, em 2008.

Recentemente a *Toyota* apresentou o seu último modelo compacto chamado *I-Road*, em 2013, no Salão de Genebra, baseado nos triciclos. Ele possui o diferencial de que suas duas rodas dianteiras se movem de forma que se possam realizar curvas muito fechadas como as motos podem fazê-las, mas não se enquadrando como uma devido à sua estrutura hermética, garantindo mais segurança e conforto para o motorista. O *I-Road* é apresentado na Figura 7.



Figura 7 – I-Road
Fonte – [9]

Pela pesquisa apresentada percebe-se que os transportes individuais se tornaram uma solução para a falta de mobilidade nas cidades, auxiliando na locomoção em pequenas distâncias. Alguns atendem ao conceito de *downsizing* onde ocorre a redução tanto do tamanho dos motores como do veículo em si, possibilitando o transporte e permanência em espaços reduzidos.

2.2. ANÁLISE SINCRÔNICA DE VEÍCULOS COMPACTOS

Esta análise se fundamenta em três modelos de veículos compactos comercializados, não necessariamente em uma mesma região - país, em que se levaram em conta alguns aspectos importantes relacionados com o motorista, possíveis passageiros e desempenho veicular.

A organização das informações dessa etapa, principalmente na escolha dos atributos das tabelas, foi inspirada no artigo de BERTONCELLO [10], com as devidas adequações para os modelos estudados. No quadro 1, é apresentada a base conceitual que é dividida em: atributos gerais, pesos e parâmetros de referência.

Os atributos gerais (variáveis de cada linha) são as informações dos veículos que foram disponibilizadas e obtidas através de *websites* oficiais ou páginas de vendas de veículos devidamente referenciados. Os pesos são os valores que indicam o grau de importância de cada variável. Já os parâmetros de referência (variáveis de cada coluna) são valores que especificam o grau de aceitação considerando todos os atributos, por exemplo, o parâmetro de nº 3 é aquele que possui as características mais desejáveis de cada atributo geral, e o 1, as menos desejáveis.

Os atributos gerais escolhidos foram:

- **Dimensão:** classificada em pequena para valores em **metros** de comprimento e largura menores que 2.00, 1.00, respectivamente; média, valores entre 2.01, 1.00 e 2.75, 1.52; grande, valores maiores que 2.76, 1.53. A altura foi desconsiderada, pois este parâmetro tem uma variação de apenas ± 10 **cm** em relação ao valor médio que é de 1.50 **m**. Nos casos em que um veículo possui dimensões que se enquadram em diferentes definições, como o *Drymer* [11] que possui comprimento mediano e largura pequena, prevalece a maior definição como atributo. Neste

caso o *Drymer* teria como definição “mediana” para a dimensão, ou seja, número 2 de acordo com o Quadro 1.

- **Cabine:** podendo ser hermética, que é a mais desejável, parcialmente fechada e aberta, sendo esta menos desejável.

- **Potência do motor:** alta para valores maiores que 5100 **rpm**; média, valores entre 3201 e 3700 **rpm**; baixa, valores menores que 3201 **rpm**. Nos veículos de uma pessoa, os motores são elétricos e não variam, enquanto que nos de duas ou mais pessoas são a combustão interna, exceto no modelo *Twizy*.

- **Duração da carga da bateria:** determinada pela distância máxima percorrida pelo veículo entre duas recargas, podendo ser longa para valores maiores que 60 **km**, média para valores entre 40 e 59 **km**, e curta, para valores abaixo de 39 **km**. Foram considerados apenas os veículos de uma pessoa.

- **Velocidade máxima:** alta, para valores maiores que 79 **km/h**; média, valores entre 40 e 60 **km/h**; baixa, valores menores que 40 **km/h**.

- **Tipo de estrutura:** alumínio, aço, plástico ou fibra. Para veículos leves, não faz sentido utilizar estruturas extremamente robustas, como o aço, mas isso seria interessante para veículos de peso maior, que atingem altas velocidades. Por isso, no Quadro 1, utilizou-se a notação (1 pessoa/2pessoas), subentendendo-se que os de duas pessoas necessitam de maior robustez estrutural.

- **Ergonomia:** Os níveis deste parâmetro para cada veículo foi feito com base na visualização de imagens dos modelos através dos *websites* encontrados. Os principais pontos verificados foram a presença de poltrona ajustável, forma de entrar no veículo e espaço interno, podendo se classificar em: total, suficiente ou precária. Também estão implícitas nesse atributo as questões de segurança, como a presença de *airbag*, luzes de sinalização e cinto de segurança.

- **Funcionalidade:** alta, média e baixa. O maior grau desse atributo se refere à possibilidade da estrutura veicular se adaptar ao uso de “cadeirantes” [12] e ser possível utilizá-la em ambientes fechados ou abertos, incluindo calçadas, ciclovias e ruas. A mediana é que

possui pelo menos uma dessas possibilidades e a pequena, nenhuma possibilidade. A questão dos cadeirantes foi incluída devido às dificuldades enfrentadas por eles ao se locomoverem em ambientes diversos e a distâncias moderadas, por exemplo, acima de 2 **km**, além da existência de microcarros desenvolvidos especificamente para os mesmos sem a possibilidade de que outros usuários – sem problemas físicos – pudessem usar o veículo.

- **Estética:** trata-se de um parâmetro muito variável dependendo de quem o analisa, mas em primeira instância, neste trabalho considera-se boa estética para os veículos seguem os princípios de Gestalt [13] e precária para os que não a seguem.

- **Preço:** baixo para valores abaixo de USD 7000.00, médio, entre 7000.00 e 15000.00, e alto, acima de 15000.00.

- **Classificação:** É feita com base na soma dos atributos de cada veículo considerando seus respectivos pesos. Os de maior valor são considerados como os melhores. Caso haja empate, a escolha é feita com base naquele que possui os atributos “ergonomia” e “estética” com maior pontuação.

Em seguida é apresentado o quadro com a base conceitual a ser utilizada.

Já no Quadro 2 é feita a comparação entre os veículos para um usuário. Pesquisa feita no Brasil mostra uma relação de carros por habitante em algumas cidades brasileiras justificando a necessidade de veículos compactos de um e dois lugares [14]. Os modelos analisados foram o *Segway*, *Drymer*, *Milieu* [15] e *Frontier All Terrain* [16]. De fato, é de grande importância ter uma referência básica para que a comparação seja coerente. Como o segmento de veículos compactos vem crescendo cada vez mais com modelos muito diferentes sem um padrão em comum, fica um tanto difícil de classificá-los. Por exemplo, na tabela seguinte se apresenta um modelo de um veículo extremamente compacto - *Segway*, sendo de dimensões tão pequenas que não se pode enquadrá-lo como uma bicicleta elétrica, nem como um veículo subcompacto [17], e também um carro que não se enquadra nessa definição - *Milieu*.

Entre os quatro modelos, o *Milieu* foi o que obteve a melhor classificação, em especial nos aspectos ergonômicos, estruturais e no tipo de

cabine. No primeiro, ele apresenta uma estrutura interna satisfatória, sendo que a cabine é hermética, tendo proteção contra condições climáticas adversas e de situações físicas que podem causar algum dano ao usuário. No segundo, a sua estrutura permite que o carro seja adaptável a cadeirantes sem modificações extremas. Um ponto negativo, é que ele possui

apenas uma porta localizada no lado direito do motorista.

Como no Japão o sentido do tráfego é contrário ao do Brasil, o motorista sairia sempre no lado da rua, o que não é tão seguro, mas não há problemas obstrução da saída (poste de luz, por exemplo) caso a mesma se localizasse no lado direito.

Quadro 1 – Base conceitual dos atributos

		Peso	Parâmetros de referência		
			3	2	1
Atributos Gerais	Dimensão	2	Pequena	Média	Grande
	Cabine	2	Hermética	Parcialmente fechada	Aberta
	Potência (rpm)	1	Alta	Média	Baixa
	Duração da carga da bateria	2	Longa	Média	Curta
	Velocidade máxima (veículos para 1 pessoa/2 pessoas)	1	Baixa/Alta	Média	Alta/Baixa
	Estrutura (veículos para 1 pessoa/2 pessoas)	2	Fibra ou plástico/Fibra ou aço	Alumínio/plástico	Aço/Alumínio
	Ergonomia	3	Boa	Mediana	Precária
	Funcionalidade	2	Alta	Média	Baixa
	Estética	3	Boa	-	Precária
	Preço	2	Baixo	Médio	Alto

Quadro 2 – Comparação dos veículos para uma pessoa com base no Quadro 1

		Peso	Veículos			
						
			Segway	Drymer	Milieu	Frontier All Terrain
Atributos Gerais	Dimensão	2	3	2	2	3
	Cabine	2	1	2	3	1
	Duração da carga da bateria	2	1	3	2	2
	Velocidade máxima	1	3	3	2	3
	Estrutura	2	2	2	3	2
	Ergonomia	3	1	2	3	3
	Funcionalidade	2	2	1	2	3
	Estética	3	3	1	2	1
	Preço (USD)	2	3	2	2	2
	Somatória	-	39	36	45	41
	Classificação	-	3º	4º	1º	2º

Fonte: Elaborado pelo autor

A cadeira de rodas elétrica *off-road* – *Frontier All Terrain* – possui boa ergonomia, com banco confortável para pessoas de diversas estaturas, além de possuir cinto de segurança e uma estrutura que permite que a cadeira fique estável em locais inclinados e em ambientes fechados, no entanto, não há proteção contra intempéries como no modelo anterior.

O modelo *Segway* é um veículo bastante versátil, podendo se locomover em diversos ambientes, inclusive em locais fechados e de difícil acesso para os microcarros. No entanto, apesar de sua velocidade máxima ser baixa, não há muita segurança para o usuário, não havendo uma estrutura física de proteção nem possibilidade de se ter cinto de segurança e inadequada para o uso de cadeirantes.

O *Drymer* ganha vantagem sobre os demais no atributo de duração da bateria, certamente pela simplicidade estrutural, o que implica no peso do veículo, mas perde no aspecto de segurança, pois, apesar de possuir um banco ajustável e uma estrutura que cobre o motorista, não há cinto de segurança. O seu tamanho também não é adequado para o uso em ambientes fechados, pois é basicamente uma bicicleta motorizada e um pouco inadequada para percorrer corredores estreitos, ficando em última colocação.

No Quadro 3 é feita a comparação dos veículos para duas pessoas. Não foi comparado o atributo “dimensão”, pois a variação desse parâmetro é pequena se comparada com os veículos de uma pessoa. Eles possuem um volume interno – cabine interna mais o bagageiro – de aproximadamente 3900L, não sendo considerados como carros compactos de acordo com a legislação Norte-Americana, exceto o *Twizy*, podendo ser considerado como um supercompacto.

Os modelos escolhidos foram: *Mgo* da *Microcar* [18], *Iq* da *Toyota* [19], *City Techno* [20] da *Aixam*, *Sonic L* da *Greca* [21] e o *Twizy* da *Renault*.

Quadro 3 – Comparação dos veículos para duas pessoas com base no Quadro 1

		Peso	Veículos				
			Mgo	Iq	City Techno	Sonic L	Twizy
Atributos Gerais	Cabine	2	3	3	3	3	2
	Potência	1	2	3	1	1	2
	Estrutura	2	2	N/D ⁵	2	N/D	3
	Ergonomia	3	3	3	3	3	2
	Funcionalidade	2	1	1	1	1	2
	Estética	3	3	3	2	3	3
	Preço	2	2	1	1	1	2
	Somatória	-	36	31	30	29	36
	Classificação	-	1º	3º	4º	5º	2º

Nos aspectos ergonômicos e segurança, todos os modelos possuem características semelhantes. O atributo que obteve a menor nota em todos os veículos foi a funcionalidade, pois todos possuem dimensões relativamente grandes que não permitem a locomoção dos mesmos em ambientes fechados e as estruturas físicas dificultam a flexibilidade para ajustá-los para o uso de cadeirantes, exceto para o *Twizy*, o qual tem uma dimensão um pouco menor que os demais e como há apenas um banco de passageiro acoplado à estrutura metálica traseira, localizado atrás do motorista, pode-se retirá-lo e fazer algumas modificações para a entrada do cadeirante com mais facilidade que os demais modelos.

No entanto, pelo fato desse veículo ter apenas duas portas e dois bancos em linha, a entrada do passageiro se torna um pouco desconfortável, conforme [22] e [23] que puderam analisa-lo.

Para a classificação dos veículos, houve um empate entre os modelos *Twizy* e *Mgo*. Como este modelo possui o atributo de ergonomia com maior pontuação, ele ficou como primeiro colocado.

No APENDICE A, apresenta-se um gráfico do tipo radar para a comparação dos modelos do quadro 3.

A utilização desse tipo de gráfico permite uma observação diferenciada sobre algumas

⁵ N/D: não disponível.

características que são difíceis de serem vistas no quadro apresentado. Uma delas é qual veículo possui maior equilíbrio entre os valores de cada atributo e os demais veículos.

Apesar do método escolhido para se classificar os modelos tenha deixado o *Twizy* em segundo lugar, ele é o que possui maior equilíbrio entre os atributos do gráfico e outra vantagem existente nele é a utilização de um motor elétrico podendo ser carregado nas residências, ao contrário dos outros modelos, que são a combustão interna.

3. CONCLUSÕES

A pesquisa de veículos compactos ao longo do tempo mostrou que esse tipo de desenvolvimento vem acontecendo desde a década de 50, motivado por uma conjuntura de aspectos tanto de ordem econômica e tecnológica quanto ambiental e social. A análise paramétrica mostra que entre os veículos para uma pessoa o veículo elétrico *Milieu* foi o que obteve a melhor classificação, em especial nos aspectos ergonômicos, funcionais e de segurança. Entre os veículos para duas pessoas o modelo que obteve a maior classificação foi o *Mgo*, com destaque nos aspectos de estética e ergonomia, que possuem maior peso.

A análise permitiu perceber que o *Twizy* é o que possui maior equilíbrio entre os atributos e com a vantagem de possuir um motor elétrico podendo ser carregado nas residências, ao contrário dos outros modelos, que são a combustão interna. Dentro da fase de projeto informacional as duas análises preliminares permitiram identificar a oportunidade para o desenvolvimento de um veículo supercompacto de baixo custo e bom design que atenda a problemática de mobilidade e a tendência de 1,8 pessoas por veículo no Brasil. Os desafios apontam para uma competitividade acirrada de modelos vindos do Japão, EUA e Europa. Além de muitos veículos conceito que estão sendo divulgados em feiras de veículos. A desvantagem se encontra no mercado nacional de transportes que não incentivam o desenvolvimento de veículos elétricos.

A partir dos resultados obtidos serão realizadas mais análises dentro da fase informacional para poder reunir informações adequadas para o desenvolvimento do veículo

supercompacto da parceria entre o Laboratório de Inovação e o Grupo de Pesquisa Design Multidisciplinar da UFSC.

REFERÊNCIAS

[1] Rozenfeld, H. et al, 2006. Gestão de desenvolvimento de produtos: Uma referência para a melhoria do processo. São Paulo: Saraiva.

[2] Messerschmitt KR17, Disponível em: <microcarmuseum.com/tour/messerschmitt-kr175.html>. Acesso em 5 de Março de 2014.

[3] Mini Austin, Disponível em: <<http://1959miniregister.com>>. Acesso em 6 de Março de 2014.

[4] Nunn, P. Minicars: Cheap and Cheerful. Japan: Japan Automobile Manufacturers Association, Inc. 2005. Disponível em: <<http://www.jamaenglish.jp/europe/news/2005/jan-feb/peternunn.html>>. Acesso em 6 de Março de 2014.

[5] Suzulight, Disponível em: <http://www.jsae.or.jp/autotech/data_e/117e.html>. Acesso em 6 de Março de 2014.

[6] UNFCCC, Disponível em: <<https://unfccc.int/2860.php>>. Acesso em 7 de Março de 2014.

[7] Smart Fortwo, Disponível em: <<http://www.america-smart-car-guide.com/history-of-the-smart-car.html>>. Acesso em 10 de Março de 2014.

[8] Segway, Disponível em: <<http://inventors.about.com/od/sstartinventions/a/segway.htm>>. Acesso em 10 mar. 2014

[9] I-Road, Disponível em: <http://www.toyota-global.com/showroom/toyota_design/concept_cars/gallery_i-road.html>. Acesso em 10 mar. 2014

[10] BERTONCELLO, Ione. Análise diacrônica e sincrônica da cadeira de rodas mecano manual. 2002. 11f. Artigo – Universidade Federal de Santa Maria, curso de doutorado em Engenharia de Produção. Disponível em: <



<http://www.scielo.br/pdf/prod/v12n1/v12n1a06>>
. Acesso em 11 mar. de 2014

[11] Drymer, modelo de origem holandesa. Referência: <<http://www.drymer.com/>> Acesso em 19 mar. de 2014.

[12] MERCADO, R., 2008. Acessibilidade e mobilidade de cadeirantes no transporte público urbano de Maringá. Tese (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Curso de Pós-Graduação de Engenharia Urbana. p.98.

[13] VIANA, Lury. Gestalt - Lei da Gestalt. 2009. Artigo. Disponível em: <<http://psicologado.com/abordagens/humanismo/gestalt-leis-da-gestalt>>. Acesso em 25 mar. de 2014.

[14] G1, <<http://g1.globo.com/Noticias/Carros/0,,MUL1361733-9658,00-DAS+MAIORES+CIDADES+TEM+UM+VEICULO+PARA+CADA+DOIS+HABITANTES.Html>>. Acesso em 4 out. de 2013.

[15] Milieu, modelo de origem japonesa, fabricado pela empresa Takeoka Jidosha Kogei Ltd. Referência: <<http://www.thegreencarwebsite.co.uk/blog/inde>

[21] Sonic L. Disponível em <<http://www.vspfrance.fr/les-modeles/sonique-l/>>. Acesso em 20 mar. de 2014.

[22] ENGLISH, Andrew. Relato sobre o Twizy: Disponível em <<http://www.expertreviews.co.uk/cartech/1284439/renault-twizy-preview/2>>. Acesso em 20 mar. de 2014.

[23] CRISTÓFALO, Carlos. Relato sobre o Twizy: Disponível em <<http://caranddriverbrasil.uol.com.br/carros/volt-a-rapida/como-anda-o-eletrico-twizy-vejadetelhes/6345>> Acesso em 20 mar. de 2014.

x.php/2010/03/05/japanese-firm-hand-builds-tiny-electric-vehicle/>. Acesso em 19 mar. de 2014.

[16] Frontier All Terrain, modelo *off-road* de uma cadeira de rodas. Referência: <http://www.mobility-usa.com/v6_specs.htm> . Acesso em 20 mar. de 2014.

[17] Veículos com volume interno menor que 2.3 m³ de acordo com a legislação Norte-Americana. Referência: <<http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/CFR-1996-title40-vol16/pdf/CFR-1996-title40-vol16-sec600-315.pdf>>. Acesso em 23 mar. de 2014.

[18] Mgo. Disponível em <<http://www.microcar.co.uk/mgo.php>>. Acesso em 20 mar. de 2014.

[19] Iq. Disponível em <http://www.toyota.pt/Images/iq_catalogo_2012_tcm270-1198995.pdf>. Acesso em 20 mar. de 2014.

[20] City Techno. Disponível em <<http://www.aixam.pt/pt/city/techno>>. Acesso em 20 mar. de 2014.

APENDICE A

Gráfico comparativo dos modelos do quadro 3

