

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
CURSO DE DESIGN – HABILITAÇÃO EM DESIGN DE PRODUTO

HENRIQUE MASSARDO LOHMANN

**DESENVOLVIMENTO CONCEITUAL AVANÇADO
DE UM VEÍCULO TODO-TERRENO**

Porto Alegre
2012

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
CURSO DE DESIGN – HABILITAÇÃO EM DESIGN DE PRODUTO

HENRIQUE MASSARDO LOHMANN

**DESENVOLVIMENTO CONCEITUAL AVANÇADO
DE UM VEÍCULO TODO-TERRENO**

Trabalho de Conclusão de Curso
submetido ao curso de Design de
Produto, da Faculdade de Arquitetura da
UFRGS, como quesito parcial para a
obtenção do grau de Designer.

Professor Orientador:
Fábio Gonçalves Teixeira

Porto Alegre
2012

BANCA EXAMINADORA

HENRIQUE MASSARDO LOHMANN

**DESENVOLVIMENTO CONCEITUAL AVANÇADO
DE UM VEÍCULO TODO-TERRENO**

Trabalho de Conclusão de Curso I
submetido ao curso de Design de
Produto, da Faculdade de Arquitetura e
Urbanismo da UFRGS, como quesito
parcial para a obtenção do grau de
Designer.

Prof. Orientador:
Fábio Gonçalves Teixeira

Aprovado em Porto Alegre, 11 de julho de 2012.

Prof. Fábio Gonçalves Teixeira — Orientador
UFRGS

Prof. Fábio Pinto da Silva
UFRGS

Prof. Júlio Carlos de Souza van der Linden
UFRGS

Prof. Roberto Scarpelini
ULBRA

RESUMO

Este Trabalho de Conclusão de Curso abrange o desenvolvimento de um veículo utilitário fora-de-estrada, com base em metodologia de concepção de *package* ou arquitetura automotiva. No primeiro módulo (TCC I), a pesquisa de contextualização levou à definição de dois públicos-alvo principais —proprietários familiares de terra e praticantes de atividades de lazer fora-de-estrada. Foram então levantadas as necessidades funcionais referentes a cada público-alvo, que, por meio da ferramenta QFD, foram convertidas em especificações de projeto, a partir das quais se formulou um conceito para o produto. Foi identificada a oportunidade de realizar o projeto no contexto do desenvolvimento conceitual de uma hipotética segunda geração de uma linha existente de utilitários, o Agrale Marruá, produzido no Estado do Rio Grande do Sul. No segundo módulo (TCC II), os objetivos funcionais do projeto foram expandidos e detalhados, a que se seguiram a geração e seleção da alternativas e o detalhamento técnico da solução escolhida.

PALAVRAS-CHAVE

Veículo utilitário, design automotivo, sustentabilidade, indústria local.

ABSTRACT

This Course Graduation Project comprises the development of an off-road utility vehicle, based on package ideation methodology. In the first module (TCC I), contextualization of potential users led to the definition of two target audiences: small family landowners and the community of enthusiasts who practice off-roading for leisure. Functional needs for each of these groups were then surveyed and, through use of quality function deployment, converted into project specifications, from which a concept was formulated. The concept is described as the hypothetical second generation of an existing, locally manufactured utility vehicle, the Agrale Marruá. In the second module (TCC II), the functional objectives for the project were expanded and described in greater detail; after this, a two-part ideation and selection process took place in order to develop the final design.

KEYWORDS

Utility vehicle, automotive design, sustainability, local industry.

SUMÁRIO

1. Planejamento de projeto.....	16
1.1. Introdução e justificativa	16
1.2. Objetivos.....	17
1.3. Base teórica.....	18
1.4. Metodologia.....	19
1.4.1. Planejamento de projeto.....	19
1.4.2. Projeto informacional.....	21
1.4.3. Projeto conceitual.....	25
1.5. Cronograma.....	26
2. Contextualização	30
2.1. Terminologia e segmentos de veículos utilitários.....	30
2.1.1. Definição legal e análise	31
2.1.2. Glossário básico.....	32
2.2. Público-alvo.....	34
2.3. O mercado de veículos utilitários no Brasil.....	35
2.4. Análise diacrônica	37
2.4.1. O utilitário todo-terreno.....	38
2.4.2. O utilitário esportivo.....	42
2.4.3. Diversificação	46
2.4.4. O mercado brasileiro	47
2.5. A estrutura fundiária brasileira.....	49
2.5.1. Fatores socioeconômicos	49
2.5.2. Pequena agricultura e agricultura familiar.....	51
2.5.3. O “novo rural” brasileiro.....	53
2.5.4. Crédito e programas de apoio	55
2.6. O uso de veículos no meio fora-de-estrada.....	57
2.6.1. Práticas fora-de-estrada.....	57
2.6.2. Guias de conduta	59
2.7. Componentes de veículos automotores e influências sobre o package.....	67
2.8. Contato com indústria automotiva	70
3. Análise de produtos similares.....	72
3.1. Introdução.....	72
3.2. Land Rover Defender	73
3.2.1. Avaliação especializada.....	73

3.2.2. Observação in situ	74
3.3. Agrale Marruá	76
3.3.1. Avaliação especializada.....	76
3.4. Troller T4	78
3.4.1. Avaliação especializada.....	79
3.5. Jeep Wrangler	80
3.5.1. Avaliação especializada.....	81
3.5.2. Notas de teste de direção.....	83
3.6. Land Rover Range Rover.....	86
3.6.1. Avaliação especializada.....	87
3.7. Nissan Frontier	89
3.7.1. Avaliação especializada.....	90
3.8. Mercedes-Benz Unimog.....	92
3.8.1. Avaliação especializada.....	94
3.9. Avaliação comparativa.....	96
4. Necessidades e requisitos.....	102
4.1. Elicitação das necessidades dos usuários.....	102
4.1.1. Revisão do público-alvo	102
4.1.2. Necessidades dos produtores rurais: questões pendentes	104
4.1.3. Necessidades dos praticantes de fora-de-estrada: questões pendentes.....	105
4.1.4. Questões convergentes.....	105
4.1.5. Identificação de necessidades dos usuários	105
4.1.6. Elaboração e descrição dos questionários.....	106
4.1.7. Análise dos resultados dos questionários.....	107
4.2. Especificações do projeto do produto.....	117
4.2.1. Formulação das necessidades dos usuários.....	117
4.2.2. Conversão das necessidades do usuário em requisitos do usuário.....	119
4.2.3. Planejamento da qualidade desejada.....	119
4.2.4. Conversão dos requisitos do usuário em requisitos de projeto.....	122
4.2.5. Priorização dos requisitos de projeto.....	123
4.2.6. Relacionamento entre requisitos de projeto.....	126
4.2.7. Análise dos resultados do QFD.....	127
5. Conceito do produto	129
5.1. Usuários	129
5.2. Fabricante	130
5.3. Mercado e ambiente.....	131

6. Considerações finais do módulo I	132
7. Revisão do projeto conceitual.....	133
7.1. Objetivos funcionais: revisão.....	133
7.2. Considerações sobre o mercado.....	139
7.2.1. Posicionamento	139
7.2.2. Segmentação.....	142
7.3. Painéis semânticos.....	143
7.3.1. Estilo de vida	143
7.3.2. Expressão do produto.....	145
7.3.3. Tema visual	146
8. Geração de alternativas.....	148
8.1. Package.....	148
8.1.1. “Jipe” convencional.....	148
8.1.2. “Jipe” com motor transversal.....	149
8.1.3. Sistema híbrido em paralelo	150
8.1.4. Sistema híbrido em série.....	152
8.1.5. Carroceria multiuso	154
8.2. Carroceria.....	156
8.2.1. O Ur-Marruá	156
8.2.2. Divergências e convergências.....	158
8.2.3. O touro desgarrado.....	161
8.2.4. Síntese.....	163
8.3. Seleção de alternativas.....	168
8.3.1. Package	168
8.3.2. Carroceria	169
9. Resultado final	172
9.1. Detalhamento técnico do package	172
9.1.1. Dimensões gerais e proporções	172
9.1.2. Ocupantes.....	173
9.1.3. Interior e carga.....	176
9.1.4. Conjunto propulsor	178
9.1.5. Rodas, pneus, suspensão e chassi.....	179
9.2. Validação.....	179
9.2.1. Validação da carroceria.....	179
9.3. Modelagem digital.....	181

10. Considerações finais.....	186
Referências bibliográficas.....	188

FIGURAS

Figura 1. Willys Jeep em teste pelo Exército dos Estados Unidos, em 1942.....	38
Figura 2. Interior de um Willys Jeep militar. O interior, extremamente espartano, pouco tem em comum com o da maioria dos utilitários atuais.	39
Figura 3. Jeep 101. Pneus e pintura diferem dos originais de fábrica.	40
Figura 4. Land Rover Series I.	41
Figura 5. Jeep Wagoneer.....	42
Figura 6. Um Range Rover de primeira geração.	43
Figura 7. Com 5,75m de comprimento, massa de 3.200 kg e um consumo de 20 L/100 km, o Ford Excursion, fotografado ao lado de um sedã Toyota Camry, foi um dos principais alvos de críticas de grupos ambientalistas e do público (PRALLE, 2006).....	45
Figura 8. BMW X6.....	46
Figura 9. Exemplo de erosão do solo provocada pelo uso de veículo automotor fora da trilha designada para o seu tráfego (sulcos no solo à direita).....	60
Figura 10. Travessia de curso d'água em andamento. Note o uso do snorkel (o tubo que corre pela lateral do pára-brisa).....	64
Figura 11. Dano causado por pneus de motocicletas em uma colina.....	66
Figura 12. Esquerda: Acionamento manual da roda-livre por chaveta no cubo da roda. Direita: Acionamento automático da roda-livre e da caixa de transferência por botão no console central.....	69
Figura 13: O Land Rover Defender.	73
Figura 14: Interior do Land Rover Defender.	74
Figura 15. Linha Agrale Marruá. Fonte: Agrale.....	76
Figura 16. Versão militar do Agrale Marruá.....	77
Figura 17. Troller T4.....	79
Figura 18. Vista explodida do Jeep Wrangler. Destaque para o teto rígido removível em três módulos (Fonte: JEEP, 2011).....	80
Figura 19. Jeep Wrangler.....	81
Figura 20. Land Rover Range Rover (LAND ROVER, 2011).....	86
Figura 21. Interior do Land Rover Range Rover (CEREIJO, 2011).....	88
Figura 22. Detalhe do console central, com botão de controle da transmissão no painel horizontal (LAND ROVER, 2011).....	89
Figura 23. Nissan Frontier.	90
Figura 24. Painel da Nissan Frontier.....	91
Figura 25. Fileira dianteira de assentos.....	91

Figura 26. Fileira traseira de assentos.....	92
Figura 27. A família de produtos Unimog. Da direita para a esquerda: U20, U4000/5000, U300/400/500 (DAIMLER, 2011).....	93
Figura 28. Corte transversal do conjunto de roda e eixo do tipo pórtico. Legenda: 1. Caixa de redução; 2. Eixo central da roda; 3. Centro do eixo motriz. Adaptado de Daimler (2011).....	94
Figura 29. Interior da cabine de um Unimog U300/400/500 (Daimler, 2011).	95
Figura 30. Gráfico função x valor percebido. Legenda: AM: Agrale Marruá; DF: Land Rover Defender; EC: Ford EcoSport; FJ: Toyota FJ Cruiser; FR: Nissan Frontier; PA: Mitsubishi Pajero Full; RA: Range Rover; T4: Troller T4; UM: Mercedes-Benz Unimog; WR: Jeep Wrangler (fonte: autor, segundo modelo de MACEY & WARDLE, 2008).....	140
Figura 31. Painel semântico do estilo de vida — produtores. Fonte: imagens compiladas pelo autor.....	143
Figura 32. Painel semântico do estilo de vida — aventureiros. Fonte: imagens compiladas pelo autor.....	144
Figura 33. Painel semântico da expressão do produto. Fonte: imagens compiladas pelo autor. ..	145
Figura 34. Painel semântico do tema visual — utilitários. Fonte: imagens compiladas pelo autor.	146
Figura 35. Painel semântico do tema visual — identidade dos produtos da marca Agrale. Fonte: imagens compiladas pelo autor.....	147
Figura 36. Representação esquemática da alternativa 1 da arquitetura do produto. (Fonte: autor.)	149
Figura 37. Representação esquemática da alternativa 2 da arquitetura do produto. (Fonte: autor.)	150
Figura 38. Representação esquemática da alternativa 3 da arquitetura do produto. (Fonte: autor.)	151
Figura 39. Representação esquemática da alternativa 4 da arquitetura do produto. (Fonte: autor.)	153
Figura 40. Representação esquemática da alternativa 5 da arquitetura do produto. (Fonte: autor.)	154
Figura 41. Representação esquemática dos modos de uso da alternativa 5 da arquitetura do produto. (Fonte: autor.).....	155
Figura 42. Estudo da linguagem formal do Agrale Marruá. Fonte: autor, sobre imagem obtida em http://i11.servimg.com/u/f11/11/07/13/65/am_50l10.jpg . Acessado em 3 de junho de 2012.....	157
Figura 43. Estudos para a carroceria, com destaque para a grade dianteira. Fonte: autor.	157
Figura 44. Proposta de carroceria para a alternativa do package multiuso (fonte: autor).....	158

Figura 45. Proposta para a mesma alternativa do package, mas com inversão dos elementos do teto (fonte: autor).....	158
Figura 46. Outras alternativas nesta linha de estudo (fonte: autor).....	159
Figura 47. Estudos para uma carroceria fechada, acima, e com painel de vidro removível, abaixo (fonte: autor).....	160
Figura 48. Alternativa de carroceria para o package modular (fonte: autor).....	161
Figura 49. Estudos sobre imagens de touros (fonte: autor).....	162
Figura 50. Esboços da volumetria e linhas de expressão baseadas em touros (fonte: autor).....	162
Figura 51. Aplicação da linguagem visual estudada a alternativas do estilo do produto (fonte: autor).....	163
Figura 52. Alternativas relacionadas aos estudos sobre touros (fonte: autor).....	164
Figura 53. Outras relações são exploradas nesta alternativa (fonte: autor).....	164
Figura 54. Um dos primeiros esboços a unir aspectos das demais famílias de alternativas (fonte: autor).....	165
Figura 55. Alternativa que combina as linhas de movimento originárias dos estudos com touros e as curvas e superfícies limpas dos estudos baseados na identidade do Ur-Marruá (fonte: autor).165	
Figura 56. Teste com carroceria modular no modo "picape" (fonte: autor).....	166
Figura 57. Alternativa de carroceria fechada (fonte: autor).....	166
Figura 58. Alternativa adaptada da Figura 57, com painel traseiro e teto removíveis (fonte: autor).	167
Figura 59. Teste com proporções alteradas da alternativa vista na Figura 58 (fonte: autor).....	167
Figura 60. Alternativas submetidas à aplicação da matriz de seleção (fonte: autor).....	170
Figura 61. Dimensões gerais na vista lateral (fonte: autor).....	Error! Bookmark not defined.
Figura 62. Posição dos ocupantes dos assentos dianteiros e traseiros (fonte: autor, seguindo esquema de Macey e Wardle, 2008).	174
Figura 63. Limites de visibilidade e espaço para a cabeça (fonte: autor, seguindo esquema de Macey e Wardle, 2008).....	174
Figura 64. Vista do modelo. Fonte: autor.....	180
Figura 65. Vista do modelo. Fonte: autor.....	181
Figura 66. Vista lateral do modelo, sem aplicação de materiais. Fonte: autor.	XXX
Figura 67. Vista frontal a três-quartos do modelo, sem aplicação de materiais. Fonte: autor.	XXX
Figura 68. Vista traseira do modelo, sem aplicação de materiais. Fonte: autor.....	XXXI
Figura 69. Vista lateral do modelo, sem aplicação de materiais. Fonte: autor.	XXXI
Figura 70. Vista frontal a três-quartos do modelo, sem aplicação de materiais. Fonte: autor.	XXXII

Figura 71. Painel que compõe a segunda parte do questionário (fonte: autor).....	X
Figura 72: As versões de carroceria do Land Rover Defender. Adaptado de Land Rover (2010).....	XI
Figura 73. Unimog de primeira geração. Note as pequenas dimensões do exemplar (fonte: autor).	XXVI
Figura 74. Mola helicoidal dupla, como instalada na suspensão traseira (fonte: autor).	XXVII
Figura 75. Detalhe do eixo pórtico (fonte: autor).....	XXVII
Figura 76. Suporte retrátil para implemento agrícola. A potência para o implemento é fornecida por tomada de força, outro item distintivo do Unimog (fonte: autor).....	XXVIII
Figura 77. Tomada de força para implementos (eixo cilíndrico com caneladuras). Fonte: autor.	XXVIII
Figura 78. Porção frontal do Unimog, com tomada de força dianteira visível (fonte: autor).....	XXIX
Figura 79. Detalhe da cabine do Unimog (fonte: autor).	XXIX

TABELAS

Tabela 1. Cronograma do módulo I do Trabalho de Conclusão de Curso (fonte: autor).....	26
Tabela 2. Cronograma do módulo I do Trabalho de Conclusão. Fonte: autor.....	28
Tabela 3. Cronograma do módulo II do Trabalho de Conclusão. Fonte: autor.....	29
Tabela 4. Os principais produtos agropecuários brasileiros, ordenados por valor monetário da produção (FAOSTAT, 2010).....	50
Tabela 5. Discriminação das versões escolhidas para análise (fonte: autor).....	97
Tabela 6. Análise comparativa dos similares e benchmarking (fonte: autor, com especificações compiladas a partir das fontes indicadas na análise de cada produto similar).....	98
Tabela 7. Classificação dos modelos incluídos no painel de imagens (fonte: autor).....	107
Tabela 8. Priorização das necessidades dos usuários praticantes de fora-de-estrada (fonte: autor).	109
Tabela 9. Resultados do painel de imagens: média das avaliações pelos usuários praticantes de atividades fora-de-estrada (fonte: autor).....	110
Tabela 10. Resultados do painel de imagens: preferência dos usuários praticantes de atividades fora-de-estrada (fonte: autor).....	111
Tabela 11. Priorização das necessidades dos usuários produtores rurais (fonte: autor).....	113
Tabela 12. Resultados do painel de imagens: média das avaliações pelos usuários produtores rurais (fonte: autor).....	114
Tabela 13. Resultados do painel de imagens: preferência dos usuários produtores rurais (fonte: autor).....	115
Tabela 14. Combinação dos graus de importância das necessidades dos usuários (fonte: autor)...	116
Tabela 15. Enunciação das necessidades dos usuários (fonte: autor).....	117
Tabela 16. Conversão das necessidades do usuário em requisitos do usuário (fonte: autor).....	119
Tabela 17. Matriz de planejamento da qualidade desejada: graus de importância e classificação dos produtos similares (fonte: autor).....	120
Tabela 18. Matriz de planejamento da qualidade desejada: graus de importância e classificação dos produtos similares (fonte: autor).....	121
Tabela 19. Planejamento da qualidade desejada e requisitos do usuário, classificados por prioridade (fonte: autor).....	121
Tabela 20. Conversão dos requisitos do usuário em requisitos de projeto (fonte: autor).....	122
Tabela 21. Relação dos requisitos de projeto; numeração aplicada à Tabela 21 e à Tabela 22 (fonte: autor).....	124

Tabela 22. Priorização dos requisitos de projeto; parte central da matriz QFD (fonte: autor). A numeração dos requisitos segue a Tabela 20.	125
Tabela 23. Relacionamento entre requisitos de projeto (fonte: autor).	126
Tabela 24. Ordenamento dos requisitos de projeto por prioridade (fonte: autor).	127
Tabela 25. Objetivos funcionais: usuários. Fonte: autor, seguindo esquema de Macey e Wardle (2008).	130
Tabela 26. Objetivos funcionais: fabricante. Fonte: autor, seguindo esquema de Macey e Wardle (2008).	130
Tabela 27. Objetivos funcionais: mercado e ambiente. Fonte: autor, seguindo esquema de Macey e Wardle (2008).	131
Tabela 28. Atributos focados no consumidor (fonte: autor, seguindo esquema de MACEY & WARDLE, 2008).	135
Tabela 29. Atributos focados nas considerações do fabricante (fonte: autor, seguindo esquema de MACEY & WARDLE, 2008).	137
Tabela 30. Atributos originados no mercado e no ambiente de uso do produto (fonte: autor, seguindo esquema de MACEY & WARDLE, 2008).	138
Tabela 31. Matriz de seleção de oportunidades — package (fonte: autor, segundo esquema de BAXTER, 2000).	169
Tabela 32. Matriz de seleção de oportunidades — carroceria (fonte: autor, segundo esquema de BAXTER, 2000).	170

1. PLANEJAMENTO DE PROJETO

1.1. Introdução e justificativa

Veículos utilitários oferecem a capacidade de transportar pessoas e carga em áreas freqüentemente inacessíveis a outros veículos automotores, enquanto preservam níveis de conforto físico e psicológico que lhe permitem o uso na cidade. Tais características tornaram este tipo de veículo popular entre gamas de usuários muito distintas, de trabalhadores rurais a habitantes da cidade que dificilmente exploram a capacidade fora-de-estrada destes produtos.

Contudo, mudanças prementes em diversos paradigmas sobre a mobilidade pessoal e o uso de produtos e insumos colocam em questão a configuração e utilização de veículos deste tipo em um futuro próximo. A sustentabilidade socioambiental do uso de veículos utilitários como picapes e utilitários esportivos (*sport utility vehicles*, ou SUVs) no ambiente urbano, senão mesmo o de veículos automotores particulares em geral, é contestada por diversas fontes (DAVIS e TRUETT, 2000; MCAULEY, 2003; JACKSON, 2003). Entre os fatores que a tornam questionável, se destacam o alto consumo de energia, as emissões de poluentes e a contribuição do uso deste tipo de automóvel para a congestão do tráfego urbano¹. O consumo de combustível é um tópico particularmente crítico: Ogden et al. (2004) apontam a necessidade de diversificação da matriz de fornecimento de energia de sistemas de mobilidade, hoje quase que inteiramente dependente do consumo de combustíveis derivados do petróleo, para que diversas questões geopolíticas e ambientais resultantes do uso do petróleo sejam enfrentadas.

Enquanto soluções propostas para o ambiente urbano podem ser configuradas de forma a reduzir o uso de veículos particulares, a distribuição populacional em áreas rurais e a utilidade deste tipo de veículo como instrumento de trabalho apontam para a necessidade continuada de um produto de posse e uso pessoal e familiar. Ao mesmo tempo, a enunciação do problema de projeto e dos seus

¹ Cabe apontar que as críticas dos autores citados são focadas no uso de utilitários esportivos, que têm, via de regra, dimensões externas maiores do que as de automóveis projetados para uso urbano (ver seção 2.4.2 para maiores esclarecimentos).

objetivos não deve excluir o uso do produto em meio urbano, posto que tal decisão constituiria um limitante à mobilidade do grupo de usuários que se pretende atingir.

Segundo McAuley (2003), soluções sustentáveis de mobilidade para um futuro próximo também dependem fortemente da reavaliação dos parâmetros de engenharia do produto, incluindo a utilização de sistemas de propulsão mais eficientes e a reavaliação das diretrizes de seleção de materiais.

Percebe-se neste contexto a oportunidade de desenvolvimento de um veículo utilitário que procure atender às funcionalidades que tornam os produtos similares atuais úteis ou desejáveis aos grupos de usuários definidos. Simultaneamente, identificou-se a possibilidade de otimizar seu desempenho nas áreas consideradas deficientes e adequar uma categoria de produtos historicamente marcada por uma evolução lenta e incremental a avanços recentes em segurança, dirigibilidade, ergonomia e sustentabilidade socioambiental.

1.2. Objetivos

Objetivo geral:

Desenvolver um veículo para transporte pessoal e de carga, com foco na sua utilização por moradores de zonas rurais e/ou indivíduos que praticam atividades fora-de-estrada.

Objetivos específicos:

- Compreender os fatores intrínsecos e extrínsecos ao produto que influenciam sua adequada configuração, além das necessidades dos potenciais usuários do produto.
- Contextualizar a produção e a utilização de produtos similares.
- Analisar as características estruturais, funcionais e morfológicas dos produtos similares atualmente oferecidos no mercado.
- Relacionar as especificações destes produtos aos problemas funcionais e ambientais enumerados.

- Enumerar as necessidades dos usuários e relacioná-las a especificações de projeto.
- Elencar os elementos de diferenciação que serão explorados.
- Definir a configuração interna e externa do produto (package) de forma otimizada para as necessidades do grupo de usuários definido.
- Adequar o projeto aos requisitos legais de segurança e emissões.

1.3. Base teórica

A contextualização do processo de desenvolvimento de produto pode ser desdobrada em cinco tópicos principais, que se manifestam ora distintas, ora integradas na pesquisa contida nas seções que compõem o projeto informacional.

Os tópicos são:

Design: pesquisa, seleção e adaptação de metodologias de projeto; ferramentas de aplicação geral neste processo e técnicas e processos específicos ao desenvolvimento de sistemas de mobilidade e, mais especificamente, de veículos automotores;

Engenharia automotiva: enumeração e articulação de processos, técnicas e componentes que auxiliarão na configuração do processo de projeto e do produto; abrange a pesquisa do estado-da-arte de técnicas de produção, seleção de materiais e tecnologias de propulsão;

Mobilidade e sustentabilidade: compreensão da relação entre o produto, seus usuários (e os de outras soluções de mobilidade), os demais setores da sociedade e o meio ambiente. Analisa a relevância da mobilidade pessoal para o público-alvo e seu impacto ambiental e procura buscar soluções para a consonância entre o atendimento às necessidades funcionais dos usuários e a redução ou, se possível, eliminação do impacto provocado ao longo do ciclo de vida do produto. Mescla-se com a contextualização em engenharia automotiva na medida em que tais soluções podem ser alcançadas pelo emprego de componentes, processos e materiais adequados a este fim;

Economia rural: estabelece o ambiente socioeconômico em que o produto e o usuário de inserem. Analisa a estrutura social, meios de produção, tendências de desenvolvimento social e econômico, tendências de consumo e a influência destes fatores no uso de veículos automotores;

Atividades fora-de-estrada: levantamento e análise do contexto sociocultural em que se insere a prática, a título de lazer, de atividades com veículos automotores fora de vias pavimentadas.

1.4. Metodologia

A estrutura do desenvolvimento de trabalho toma por base a metodologia definida por Nelson Back et al. (2008), particularmente no que tange ao levantamento e compilação das necessidades dos usuários por meio da ferramenta QFD. Certas ferramentas específicas ao projeto automotivo são tomadas da metodologia de Macey e Wardle (2008). Outras alterações serão feitas devido à inexistência de uma equipe de projeto para apoiar o processo de desenvolvimento de produto. De forma geral, a estrutura do trabalho seguirá os seguintes passos:

1.4.1. Planejamento de projeto

Compreende o levantamento e organização de informações preliminares e a definição do escopo de projeto e parâmetros de controle sobre o processo de desenvolvimento.

1.4.1.1. Escopo do projeto

Compreende a definição do escopo do projeto e do produto, amparada por pesquisa bibliográfica preliminar sobre o cenário delimitado pelo problema de projeto identificado. A partir do escopo são definidas as atividades e tarefas do projeto, o cronograma básico que articula as atividades e uma estimativa de custos do processo de desenvolvimento de produto.

Para ser delimitado adequadamente, o problema de projeto é analisado como resultante de dois problemas interconectados. O primeiro se manifesta como o resultado de questões funcionais existentes nas atividades dos usuários interessados; a conceitualização do produto a ser desenvolvido procura, portanto, responder a estas questões, fazendo do produto uma alternativa para responder a necessidades funcionais do público-alvo. O segundo leva em conta que a produção e distribuição de veículos automotores se insere no contexto de um modelo de produção industrial em massa e que, portanto, o produto também deve ser concebido de forma a ser viável do ponto de vista produtivo, no contexto da produção industrial em massa. A relevância desta segunda abordagem é reforçada na medida em que o desenvolvimento do trabalho é associado ao contato e diálogo com uma indústria de veículos utilitários, a Agrale (ver seção 2.7).

Segundo Back et al. (2008), a exclusão de certas atividades do escopo de um projeto tem importância tão vital na sua adequada delimitação quanto a inclusão de outras. Isto é prontamente confirmado no caso do projeto de um veículo automotor. O projeto detalhado inteiramente viável para a produção é evidentemente impossível no escopo de um Trabalho de Conclusão de Curso, posto que um veículo automotor tem alto grau de complexidade, com uma contagem de componentes que chega à casa dos milhares (HAPPIAN-SMITH e CHOWANIETZ, 2002). Para Macey e Wardle (2008), o processo de desenvolvimento de produto, tal como é realizado no âmbito da indústria automotiva, pode ser desdobrado em duas fases. A primeira é denominada *design conceitual avançado*² e tem duração, dentro do escopo do projeto de um veículo, de seis meses a um ano. Tem como objetivo “desenvolver forma, proporção e arquitetura que ultrapassem as fronteiras atuais” (MACEY & WARDLE, 2008) e exclui o projeto detalhado de grande parte dos componentes. Isto é permitido pela capacidade de desenvolver “boa parte do design externo de um veículo [...] em torno de alguns dos componentes principais” (id.), a saber, “[o] layout dos ocupantes, carga, conjunto propulsor, rodas e combustível [além da] estrutura,

² *Advanced concept design*, no original (tradução do autor).

portas e outras características especiais” (id.). Em contraste, o projeto detalhado e inteiramente viável para a produção em série, chamado pelos mesmos autores de *design para a produção*³, tem duração prevista entre três e quatro anos, o que reforça a inviabilidade da inclusão do desenvolvimento detalhado de grande parte dos componentes no escopo deste trabalho.

Assim, determina-se que o detalhamento de componentes como o conjunto propulsor fica excluído deste processo. No lugar do seu projeto detalhado, serão selecionados componentes existentes no mercado e semelhantes (ou, ao menos, capazes de oferecer o desempenho similar) ao dos produtos similares levantados e tomados com referência (ver seção 3). Outros componentes mecânicos de menor influência na composição do package serão omitidos do projeto; embora isto implique em uma solução final que não seja inteiramente viável do ponto de vista da produção,

“a arquitetura fica [no contexto proporcionado pelo processo de design conceitual avançado] próxima o suficiente à solução final, de forma que o caráter do conceito não se perca após a engenharia de produção” (MACEY & WARDLE, 2008).

1.4.2. Projeto informacional

Abrange a pesquisa, revisão da base metodológica e dos parâmetros iniciais do projeto e o levantamento das necessidades do usuário e sua conversão em especificações de projeto.

1.4.2.1. Contextualização

O processo de desenvolvimento é amparado por extensa pesquisa de bibliografia relacionada ao problema de projeto e à atividade projetual; além disto, são elaborados e aplicados roteiros de pesquisa com indivíduos e instituições classificadas como intervenientes no projeto, ou ainda com indivíduos e instituições capazes de expandir ou ilustrar os conceitos relacionados ao problema de projeto ou à atividade projetual.

A elaboração da proposta esbarrou desde seu princípio em uma dificuldade linguística, a saber, a falta de uma definição padronizada do que é caracterizado

³ *Production design*, no original (tradução do autor).

pelo termo *veículo utilitário*, embora este tenha uso corrente na literatura e mesmo na legislação brasileira. Julgou-se necessário que a contextualização do projeto fosse embasada em uma definição consistente da expressão, que foi construída a partir da literatura pesquisada e da legislação e constitui uma abordagem funcional e estrutural ao termo — funcional porque parte da função essencial servida por tal tipo de veículo e estrutural porque considera os elementos construtivos que, no estado da arte da tecnologia, são considerados indissociáveis de cumprimento desta função.

Esta definição se mostrou fundamental para iniciar a contextualização abarcada pelo projeto informacional; a partir dela, foi definido o público-alvo do projeto, que é formado por dois grupos principais: produtores rurais e praticantes de atividades fora-de-estrada. A contextualização de cada grupo foi realizada de forma separada, focando-se na coleta e análise de dados demográficos e econômicos dos quais se pudesse inferir hábitos de uso e consumo de produtos similares ao proposto. Em reforço à contextualização da prática de atividades fora-de-estrada, fez-se também um levantamento das formas correntes de tais atividades e de diretrizes de conduta, segurança e preservação ambiental existentes na literatura.

Paralelamente, fez-se um breve estudo de mercado, amparado pelos dados de vendas de veículos automotores no Brasil no ano de 2010, que indicou a participação de veículos utilitários nas vendas do setor, informação essencial para a argumentação da viabilidade econômica do projeto. Em adição — e, de certa forma, em contraste com este estudo —, foram levantados questionamentos existentes na literatura sobre a propriedade do uso de veículos utilitários, particularmente em meio urbano, para o qual não são primariamente concebidos, e sobre fatores psicológicos e sociológicos associados à empatia por produtos da categoria por estes usuários que, em primeira análise, seriam atípicos.

Foi realizada também uma breve análise diacrônica com a função de traçar a gênese e a evolução desta categoria de veículos e sua variável relação com os público-alvo. Por fim, devido à influência da seleção, posicionamento e interrelacionamento dos componentes sobre a composição do package,

verificada em Macey e Wardle (2008), optou-se por revisar o estado da arte dos principais componentes mecânicos, particularmente sistemas de propulsão, transmissão e suspensão, comumente encontrados em veículos da categoria; esta seleção também sustentou a análise de similares posteriormente efetuada.

1.4.2.2. Identificação e elicitación das necessidades do usuário

Abrange a elaboração e aplicação de entrevistas e questionários aos intervenientes, a análise dos resultados destes para a enumeração e descrição de necessidades dos usuários e, por meio da ferramenta QFD, sua conversão em requisitos de projeto.

A elaboração dos questionários foi guiada em parte pela observação de certas lacunas na literatura disponível sobre os temas selecionados para a contextualização, particularmente no que tange aos hábitos de uso de veículos utilitários pelo grupo de usuários produtores rurais e, em ambos os grupos, à frequência do uso deste tipo de veículo.

Foram produzidas duas versões do questionário, cada uma com ajustes para a resposta por membros do seu respectivo público-alvo — as variações se encontram basicamente na remoção de questões julgados relevantes para um único público, haja vista certas divergências entre os dois públicos-alvo no que tange aos possíveis usos do veículo a ser desenvolvido, divergências estas que derivam das diferenças entre os contextos social, econômico e cultural dos dois grupos e que foram abordadas na contextualização. A aplicação dos questionários se deu por meio digital, com o auxílio da plataforma Google Docs, e de forma presencial, por meio do preenchimento de formulário impresso.

Em auxílio à aplicação destes questionários, foram realizadas entrevistas com profissionais especializados em veículos utilitários, que ofereceram importantes informações a respeito dos produtos disponíveis no mercado e dos clientes que habitualmente procuram este tipo de veículo. Tais observações corroboraram largamente os resultados da pesquisa de contextualização dos públicos-alvo.

1.4.2.3. *Análise de produtos similares*

Para contextualizar a forma como as necessidades levantadas na fase anterior são atendidas no presente, foi realizada uma seleção e análise dos produtos similares isto é, aqueles que são direcionados para o mesmo conjunto de usuários definido no escopo e visam a atender a conjuntos similares de necessidades dos usuários. A seleção dos produtos analisados seguiu dois critérios: a penetração dos produtos em questão no mercado (aqueles de conhecimento mais corrente pelo público em geral) e a relevância das soluções técnicas encontradas (produtos com arranjos alternativos foram selecionados para expandir o horizonte da análise dos mesmos e da sua relação com as necessidades dos usuários). A análise foi realizada de forma tripartite, iniciando-se com a listagem e comparação de um conjunto de parâmetros técnicos referentes a cada produto e selecionados conforme seu impacto no *package* do produto, conforme estabelecido por Macey e Wardle (2008), além das especificações básicas utilizadas para aferir o desempenho fora-de-estrada em publicações especializadas em veículos automotores; a seguir, foi pesquisada a literatura existente sobre cada produto, com ênfase nas análises de publicações especializadas; por fim, os produtos foram analisados *in situ*, em todas as ocasiões possíveis — a análise de alguns dos produtos foi impossibilitada pela sua inexistência no mercado local, caso do Mercedes-Benz Unimog (ver seção 3.8 e Apêndice 11 e Apêndice 12). A pesquisa em publicações e a análise presencial foram orientadas pelos três padrões de análise seguidos por Platcheck (2005):

Análise estrutural: reconhecimento e enumeração dos componentes do produto, incluindo, quando for possível a identificação, de processos de produção e materiais.

Análise funcional: análise das características ergonômicas e de uso do produto.

Análise morfológica: análise dos aspectos formais do produto, entre os quais cores, acabamentos superficiais e linguagens formais, e da comunicação com o usuário resultante destas características.

Em decorrência do nível de complexidade dos produtos, a análise estrutural foi realizada de forma relativamente concisa, centrando-se no apontamento em cada produto de questões estruturais e relativas à seleção de materiais que se destacassem entre os demais produtos; ao mesmo tempo, a ênfase da análise de similares foi concedida às partes funcional e morfológica. O exame presencial dos veículos se mostrou fundamental para a realização da análise de um ponto de vista funcional, enquanto a análise morfológica foi complementada pelo levantamento (através de questionários) da resposta emocional dos potenciais usuários a produtos similares.

1.4.2.4. Definição de especificações de projeto

Finda a análise de similares, a pesquisa de contextualização em literatura e a elicitación das necessidades dos usuários, aplicou-se a matriz central da ferramenta QFD. Esta matriz é conhecida como “casa da qualidade” (Baxter, 2000) e é tida por este autor e por Back et al. (2008) como a parte fundamental da ferramenta no planejamento da qualidade. A aplicação integral do QFD se revelou inviável dentro do escopo do projeto, por causa de sua extensão. Na “casa da qualidade”, as necessidades dos usuários são transformadas em atributos aplicáveis ao produto; isto é, as necessidades são convertidas em requisitos dos usuários e estes, por sua vez, em requisitos de projeto, que são, por fim, convertidos e organizados, em ordem de prioridade, em especificações de projeto.

1.4.3. Projeto conceitual

Compreende o desenvolvimento, a partir das especificações de projeto obtidas, da idéia ou conceito do produto apresentado no escopo. O detalhamento técnico-executivo do produto ilustrado pelo conceito faz parte do escopo do módulo 2 do Trabalho de Conclusão de Curso.

1.4.3.1. Geração do conceito/package

São utilizadas ferramentas de geração de alternativas amparadas na bibliografia para propor soluções adequadas às especificações de projeto. Esta fase é adaptada aos processos utilizados no campo do projeto de veículos automotores,

enunciados em Macey e Wardle (2008), entre os quais se encontra a ferramenta de geração de alternativas de arranjo dos componentes do veículo ou *package*. O encerramento do módulo I deste Trabalho de Conclusão se dá com a definição das especificações que delimitam o package, conforme definidos pelos mesmos autores:

- a. Número e posicionamento dos passageiros;
- b. Dimensões externas gerais (comprimento, altura, largura, distância entre eixos) aproximadas;
- c. Vão livre do solo;
- d. Indicação dos componentes mecânicos principais (de forma aberta):
 - i. Motor (inclusive o seu posicionamento);
 - ii. Sistemas de transmissão;
 - iii. Sistemas de suspensão.

1.5. Cronograma

Nas fases iniciais de planejamento de projeto, foi elaborado um cronograma a ser seguido para o controle do andamento das fases do projeto. Este cronograma não incorpora as atividades que serão desenvolvidas no módulo II do Trabalho de Conclusão.

Tabela 1. Cronograma do módulo I do Trabalho de Conclusão de Curso (fonte: autor).

Atividade	Início	Término	Duração
Módulo I			
1. Planejamento de projeto	08.08.2011	26.08.2011	15 dias
1.1. Definição do escopo	08.08.2011	10.08.2011	3 dias
1.2. Problematização	11.08.2011	19.08.2011	7 dias
1.3. Revisão metodológica	22.08.2011	26.08.2011	5 dias
2. Projeto informacional	29.08.2011	11.11.2011	55 dias
2.1. Apresentação do problema	29.08.2011	02.09.2011	5 dias
2.2. Identificação dos usuários	05.09.2011	09.09.2011	5 dias
2.3. Elicitação das necessidades dos usuários	12.09.2011	30.09.2011	15 dias

Atividade	Início	Término	Duração
2.4. Análise de produtos e sistemas similares	03.10.2011	21.10.2011	15 dias
2.5. QFD / Especificações de projeto	24.10.2011	11.11.2011	15 dias
3. Painel intermediário TCC I	06.10.2011	—	—
4. Projeto conceitual	14.11.2011	30.11.2011	13 dias
4.1. Objetivos funcionais	14.11.2011	30.11.2011	13 dias
5. Defesa do TCC I	06.12.2011	—	—
6. Correções do TCC I	06.12.2011	21.12.2011	10 dias
Módulo II			
7. Revisão do conceito	05.03.2012	23.03.2012	15 dias
7.1. Objetivos funcionais expandidos	05.03.2012	09.03.2012	5 dias
7.2. Posicionamento e segmentação	12.03.2012	16.03.2012	5 dias
7.3. Painéis semânticos	19.03.2012	23.03.2012	5 dias
8. Geração de alternativas	26.03.2012	11.05.2012	30 dias
8.1. Package	26.03.2012	20.04.2012	20 dias
8.2. Carroceria	26.03.2012	11.05.2012	30 dias
9. Seleção de alternativas	16.04.2012	11.05.2012	10 dias
9.1. Package	16.04.2012	20.04.2012	5 dias
9.2. Carroceria	07.05.2012	11.05.2012	5 dias
10. Detalhamento técnico do package	14.05.2012	25.05.2012	10 dias
11. Pré-modelagem	28.05.2012	01.06.2012	5 dias
12. Modelagem digital	04.06.2012	06.07.2012	25 dias
12.1. Desenhos técnicos finais	27.06.2012	29.06.2012	3 dias
12.2. Renderização	02.07.2012	06.07.2012	5 dias
13. Prototipagem	09.07.2012	11.07.2012	3 dias
14. Defesa do TCC II	11.07.2012	—	—
15. Correções do TCC II	12.07.2012	26.07.2012	10 dias

2. CONTEXTUALIZAÇÃO

2.1. Terminologia e segmentos de veículos utilitários

O emprego do termo *veículo utilitário* para denominar o produto desenvolvido neste Trabalho de Conclusão de Curso, como foi pretendido inicialmente, esbarra na ambiguidade presente na categorização dos veículos automotores. A segmentação de veículos automotores, tal como é empregada em publicações especializadas no Brasil e no Exterior, não é, geralmente, balizada por normas governamentais ou de entidades de padronização. A definição das categorias empregadas segue critérios:

Formais: determinados pela configuração da carroceria do veículo (o número de volumes ou “caixas” definidos pela carroceria⁴ e a inclinação da traseira do veículo⁵ são exemplos de critérios);

Estruturais: o número de portas e lugares para passageiros⁶;

Mecânicos: este último critério é de particular importância no caso analisado, posto que veículos utilitários, tais como a categoria é apresentada, possuem como característica distintiva o uso de tração nas quatro rodas.

O uso destas classificações também depende de estratégias de mercado das montadoras de veículos; por vezes, uma nova denominação faz parte da

⁴ Este critério diferencia, por exemplo, o tipo de carroceria conhecido como sedã (dotado de três volumes claramente diferenciáveis, reservados para o cofre do motor, o habitáculo e o compartimento de carga) de um *hatchback* (dotado de dois volumes, sendo o habitáculo e o compartimento de carga fundidos em um volume) e de uma *minivan* (que possui todos os elementos da carroceria combinados em um volume único, razão pela qual este tipo de veículo é chamado, por vezes, de monovolume).

⁵ Este critério é, por exemplo, o que diferencia a carroceria denominada sedã de outro tipo, denominado *fastback*, classificação raramente empregada em publicações especializadas brasileiras, mas usado ocasionalmente em publicações estrangeiras.

⁶ Por exemplo, um sedã de duas portas pode ser chamado, ocasionalmente, de cupê; a distinção entre as duas categorias é, contudo, pouco clara.

estratégia de comunicação do lançamento de um novo produto, e é usada como **forma de explorar** os atributos tidos como diferenciais no veículo em questão.⁷

O termo veículo utilitário é pouco empregado pelas montadoras de automóveis na descrição de seus produtos; nas últimas décadas, o termo utilitário esportivo (derivado do inglês sport utility vehicle, comumente abreviado como SUV) teve uso mais corrente. Contudo, como se observará, este termo não é sinônimo da expressão veículo utilitário e não descreve inteiramente as possíveis implicações (e os diferentes modelos de produtos) do problema de projeto tal como foi enunciado.

2.1.1. Definição legal e análise

Encontra-se no artigo 96º do Código de Trânsito Brasileiro a instituição, para fins legais, da categoria de *veículo utilitário*; o anexo I da lei fornece uma sucinta definição da categoria: “veículo misto⁸ caracterizado pela versatilidade do seu uso, inclusive fora de estrada” (BRASIL, 1997). Evidentemente, a definição adotada parte de um critério funcional, mas não faz referência à semântica da palavra *utilitário*: é precisamente por sua capacidade de operação em terrenos com os quais outros tipos de veículos são incompatíveis, que este tipo de veículo é usado — e concebido — como uma ferramenta de auxílio a certos tipos de trabalho. A definição adotada pelo Código de Trânsito é, entretanto, mais conveniente como ponto de partida formal do que esta última, dentro da qual seria possível enquadrar veículos utilizados como ferramenta de trabalho em meio urbano, como veículos de entrega ou picapes de pequeno porte.

A expansão da definição legal do termo por meio da sua análise semântica fornece um esquema mais adequado para a compreensão e contextualização do produto resultante deste processo de desenvolvimento, ao enfatizar que o uso do

⁷ Ver, por exemplo, o uso da sigla SAV (sports activity vehicle) pela BMW para denominar seu produto X6, ou ainda a recente tendência de lançamento de modelos descritos como *cupês de quatro portas*, que também poderiam ser descritos como sedãs com perfil mais próximo do de modelos esportivos tradicionais, que geralmente têm carroceria cupê.

⁸ *Veículo misto* é, conforme a mesma fonte, um “veículo automotor destinado ao transporte simultâneo de carga e passageiro”.

produto ocorre, de forma preferencial, fora do ambiente urbano e fora de vias pavimentadas.

Assim sendo, sua categorização se sobrepõe parcialmente à de veículos utilitários esportivos, mas a última não engloba adequadamente veículos desenvolvidos para uso primário *fora* do ambiente urbano, que se enquadram, então, na categoria de veículos todo-terreno ou 4x4, outros termos usados com certa frequência pelos fabricantes e pela imprensa especializada e que estabelecem critérios distintos para a inclusão de uma linha qualquer em si — enquanto o termo *todo-terreno* enfatiza a mesma versatilidade de uso visada pela definição legal da categoria de veículos utilitários, o termo *4x4* é essencialmente uma metonímia baseada em uma característica técnica comum à maior parte dos veículos contemplados pela categoria, qualquer que sejam os critérios adotados para a sua definição: a presença de tração nas quatro rodas.

2.1.2. Glossário básico

Com isto, define-se uma terminologia concisa para uso ao longo do trabalho, a fim de simplificar a compreensão das categorias de veículos que serão citadas e o trânsito do leitor entre as características de cada uma, que, em certas áreas, se confundem.

Utilitário: toma-se a definição dada pelo Código de Trânsito (BRASIL, 1997), embora, em uma análise mais ampla, a palavra poderia denotar quaisquer veículos de concepção voltada para o uso como ferramenta de trabalho. O uso da definição mais estrita visa a respeitar o foco do trabalho, pois uma definição ampla levaria a delimitação de uma categoria que engloba veículos de funcionalidades e características construtivas muito distintas.

Todo-terreno: veículo automotor para passageiros e carga, de concepção voltada para o uso em terrenos acidentados e também em ruas e estradas. O termo será usado com frequência neste trabalho como descritivo da categoria de produtos focada, sendo, assim, essencialmente sinônimo com o termo utilitário no sentido estrito. Esta prática tem como finalidade

diferenciar mais claramente o *utilitário* ou *todo-terreno* do *utilitário esportivo* ou *SUV*.

4x4: veículo dotado de tração nas quatro rodas. Embora haja modelos de automóveis de passeio com tração nas quatro rodas, o uso do termo como denominação de uma categoria de veículos se restringe àqueles focados no uso tanto em vias pavimentadas quanto em terrenos acidentados. Assim, o significado do termo se sobrepõe aos dois anteriores. Sua utilização é preterida por se basear em uma característica construtiva do veículo⁹ e não em um conjunto de funções desejadas.

Picape (do inglês *pick-up truck*): veículo dotado de uma cabine para passageiros e uma caçamba aberta para o transporte de carga. A cabine das picapes é classificada de acordo com a capacidade para passageiros: é denominada *simples* quando possui uma fileira de assentos, *estendida* quando possui uma fileira de assentos e um espaço atrás desta (no interior da cabine) para o armazenamento de objetos) e *dupla* quando possui duas fileiras de assentos. Tipicamente, picapes de cabine simples ou estendida têm duas portas, enquanto as de cabine dupla têm quatro.

Utilitário esportivo ou *SUV* (do inglês *sport utility vehicle*): segue a definição do dicionário Merriam-Webster: “um veículo automotor resistente, semelhante a uma station wagon mas construído sobre o chassi de uma camioneta”¹⁰. Diferencia-se das três categorias anteriores por priorizar o uso em meio urbano (ver seção 2.4.2), desviando-se parcialmente da proposta do trabalho.

Crossover (também denominado *CUV*, do inglês *crossover utility vehicle*): categoria de recente desenvolvimento que compreende veículos com

⁹ Contempla-se, assim, a possibilidade, ainda que remota, de que o veículo a ser desenvolvido não necessite de tração nas quatro rodas para desempenhar as funções desejadas. Esta possibilidade foi finalmente abandonada após a pesquisa condensada na seção 2.7.

¹⁰ Obtido em www.merriam-webster.com/dictionary/sport-utility+vehicle. Página acessada em 7 de novembro de 2011; tradução do autor. Original: “a rugged automotive vehicle similar to a station wagon but built on a light-truck chassis”.

dimensões e propostas semelhantes às dos utilitários esportivos, mas são construídos com estrutura do tipo monobloco, típica de carros de passeio.

Veículo multiuso: veículo pesado, com capacidade de trafegar em terrenos com ou sem pavimentação. Tem dimensões externas, peso e capacidade de carga superiores às das demais categorias, aproximando-se das de um caminhão compacto. Esta definição é tipificada pelo Mercedes-Benz Unimog (ver seção 3.8).

Outros termos surgiram durante a pesquisa e têm significados semelhantes aos da terminologia adotada. foram:

Caminhonete: termo retirado do Código de Trânsito Brasileiro, definido como “veículo destinado ao transporte de carga com peso bruto total de até três mil e quinhentos quilogramas” (BRASIL, 1997). Abrange, grosso modo, todas as picapes, excetos os modelos compactos, derivados de automóveis de passeio.

Camioneta: também oriundo do Código de Trânsito Brasileiro, é definido como “veículo misto destinado ao transporte de passageiros e carga no mesmo compartimento” (id.). Abrange, de forma geral, os utilitários esportivos.

2.2. Público-alvo

A identificação de potenciais grupos de usuários do produto segue a enunciação do problema de projeto e da definição do segmento de mercado representado por veículos utilitários e, mais especificamente, todo-terreno, da forma como estas categorias foram definidas na seção anterior, de forma a guiar a enunciação do público-alvo do produto e a exploração a pesquisa e análise de dados referentes a ele. Este público-alvo compreende, em primeira análise, dois grupos principais e dotados de consideráveis distinções entre si no que diz respeito à sua composição e à sua relação com os veículos contemplados.

O primeiro é composto por trabalhadores rurais, principalmente proprietários de terra, que utilizam veículos utilitários como meio de transporte de passageiros e carga em suas propriedades, ou ainda como meio de locomoção desta para outras regiões – inclusive para zonas urbanas –, ou mesmo como meio de tração para outras ferramentas tais como implementos agrícolas. O uso em *ambas* as situações é relevante para a definição do escopo do projeto, pois é característica definidora de um veículo utilitário em contraste, p.ex., com um trator, que serve função exclusivamente utilitária, e com um carro de passeio, que é incapaz de realizá-la.

Já o segundo grupo é formado por praticantes de atividades fora-de-estrada. Este grupo inclui indivíduos que não são produtores rurais, mas que necessitam uma forma de acesso motorizado a locais remotos, inacessíveis por meio da malha viária padrão, e aqueles que utilizam o veículo para fins recreativos, em atividades de lazer fora-de-estrada.

A composição dos grupos selecionados será explorada em maior profundidade e confrontada com esta enunciação inicial ao longo do projeto informacional, em particular nas fases de contextualização e elicitação das necessidades dos usuários mediante questionários.

2.3. O mercado de veículos utilitários no Brasil

No ano de 2010, 186.652 veículos classificáveis como utilitários e camionetas foram produzidos em indústrias instaladas no Brasil, enquanto o volume de vendas destes tipos de veículo foi, no atacado e se somando unidades de origem nacional e estrangeira, de 292.172 unidades, divididas entre 38 modelos (sem contar versões de motorização, carroceria e acabamento). A maioria (28 modelos) correspondia a camionetas de uso misto, sete a camionetas de carga e três a veículos classificados como utilitários (ANFAVEA, 2011; *conferir anexo 2*). Nenhum modelo é fabricado exclusivamente para exportação, salvo versões a diesel de camionetas de uso misto abaixo dos limites de peso da categoria C, para as quais é proibida a venda em território nacional com motorização a diesel. Isto

reforça a observação extraída do volume de vendas de veículos deste tipo, tanto nacionais quanto importados, de que há um mercado significativo para veículos utilitários no Brasil.

A terminologia utilizada pela Anfavea (Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores) tem algumas particularidades que se tornam evidentes mediante uma análise da listagem dos modelos produzidos e vendidos no mercado brasileiro. O termo *utilitário* é aplicado pela Anfavea de forma ampla, análoga à definida na seção 2.1 e abrange a maioria dos veículos todo-terreno e alguns utilitários esportivos. As picapes médias e grandes são denominadas pelo termo *camioneta de carga* e não como *caminhonetes*, enquanto SUVs e crossovers são classificados como *camionetas de uso misto*, como usado na listagem elaborada pela Anfavea, abrange SUVs, *crossovers* e ainda alguns veículos todo-terreno.

Ademais, nem todo veículo oferecido ao mercado sob a denominação de utilitário, ou comunicado com atributos de utilitário, tem as capacidades funcionais previstas na definição adotada, isto é, de carregar passageiros e carga em terrenos acidentados; alguns exemplos são versões adaptadas de automóveis compactos, como a Fiat Palio Adventure, e modelos *crossover*, também derivados de carros compactos urbanos, como o Ford EcoSport¹¹). Existe uma graduação de modelos entre veículos urbanos com alguns atributos funcionais e estéticos de um utilitário e utilitários no sentido mais estrito da palavra.

É possível esboçar uma caracterização do mercado de veículos todo-terreno mediante o cruzamento do número de unidades dos diversos segmentos de mercado englobados no conjunto amplo dos veículos utilitários. Esta abordagem procura compensar uma limitação imposta pelos dados disponíveis sobre este mercado: eles são ordenados exclusivamente por modelo, não por versões de cada um — diversos modelos possuem versões com e sem tração nas quatro rodas. No entanto, pode-se apontar que modelos que dispõem de versões que atendem aos requisitos básicos delineados na seção 2.1 para a consideração de

¹¹ O Ford EcoSport tem uma versão equipada com tração nas quatro rodas, mas, devido a seu posicionamento no mercado, a procura por esta versão é muito reduzida.

dados veículo como todo-terreno — a orientação do modelo para o uso como veículo de trabalho ou de carga e a presença de tração nas quatro rodas (ver justificativa na seção 2.7) — perfazem um total de 161.981 unidades comercializadas no ano de 2010, divididas em dezenove modelos; sete modelos, responsáveis por 126.595 unidades, compõem o segmento de *caminhonetes* ou picapes médias e grandes; quinze modelos formam o segmento de *utilitários esportivos*, com 44.332 unidades; e outros quinze modelos, com um total de 121.105 unidades comercializadas, compõem o segmento de *crossovers* (é relevante indicar que três modelos respondem por dois terços deste volume de vendas: o Ford EcoSport, o Hyundai Tucson e o Chevrolet Captiva, em ordem decrescente de vendas). Um último modelo, o Agrale Marruá, tem versões que se encaixam nos segmentos de picapes médias e veículos todo-terreno.

Dentre as unidades dos modelos analisados, 109.413 são equipadas com motorização a diesel e 182.927, com motorização a gasolina ou *flex-fuel*. O número de unidades com motorizações a gasolina se deve à sua presença na quase totalidade dos modelos *crossover* e em parte das linhas de picapes; modelos todo-terreno têm, em sua maioria, motorização a diesel (cf. Anexo 2 e seção 2.7).

2.4. Análise diacrônica

Os primeiros veículos com tração nas quatro rodas foram desenvolvidos no início do século XX; um dos exemplares mais antigos conhecidos é o Lohner-Porsche Mixte Voiturette, construído pelo engenheiro austríaco Ferdinand Porsche em 1901¹²; possuía quatro motores elétricos, um em cada roda, e é também o veículo de propulsão híbrida (a combustão e eletricidade) de que se tem notícia. O mais

¹² Calmon, Fernando. **Criado em 1901, Lohner-Porsche Mixte foi o primeiro carro híbrido da história.** UOL Carros (*edição online*), 20 mai 2011. Acessado em <http://carros.uol.com.br> em 4 de janeiro de 2012.

antigo veículo com propulsão a combustão interna e tração nas quatro rodas conhecido é o Spyker 60 HP, de 1903¹³.

2.4.1. O utilitário todo-terreno

O veículo utilitário todo-terreno tem sua origem na Segunda Guerra Mundial (ABETA, 2009). Em 1940, o Exército dos Estados Unidos iniciou uma concorrência entre as fabricantes locais para o desenvolvimento de um veículo leve para transporte de soldados e reconhecimento em terrenos acidentados. O projeto selecionado foi desenvolvido pela Willys-Overland e produzido em massa por esta e pela Ford até o final da guerra, passando por diversas alterações projetuais no período (HAZEL, 2009); até 1945, mais de seiscentas mil unidades foram produzidas.



Figura 1. Willys Jeep em teste pelo Exército dos Estados Unidos, em 1942¹⁴.

O veículo já tinha características que definem, até o presente, a identificação de um veículo como todo-terreno: tração nas quatro rodas, com caixa de transferência; o interior, como esperado em um veículo militar, era extremamente simples. O modelo original tinha dimensões reduzidas mesmo se comparado a seu equivalente atual, o Jeep Wrangler, e seu peso era de pouco menos de uma

¹³ Spyker Cars N.V. **Spyker History**. 1 mar 2011. Acessado em <http://www.spykercars.com> em 2 de janeiro de 2012.

¹⁴ Fonte: <upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/52/Willys-MA-3.jpg>. Acessado em 27 de novembro de 2011.

tonelada, consideravelmente menor do que a maioria dos utilitários atuais; sua capacidade de carga, contudo, se restringia a trezentos quilogramas. O veículo ganhou o apelido Jeep, que viria a se tornar o nome oficial do modelo e, depois, da marca criada para sua produção e comercialização.



Figura 2. Interior de um Willys Jeep militar. O interior, extremamente espartano, pouco tem em comum com o da maioria dos utilitários atuais¹⁵.

Após o fim da guerra, percebendo uma oportunidade de aproveitamento do ferramental instalado durante a guerra e o interesse do público civil, a Willys passou a comercializar o veículo para o público civil com o nome de CJ (Civilian Jeep). No Brasil, uma das primeiras evoluções do veículo, o CJ-5, foi produzida de 1957 (até 1960, mediante a montagem de *kits* de peças importadas dos Estados Unidos; depois desta data, a produção foi nacionalizada) até 1983. Versões específicas para o mercado nacional foram lançadas, destacando-se o 101, uma versão estendida, semelhante ao CJ-6 norte-americano, mas produzido com o chassi da Rural Willys e maior capacidade para passageiros e carga. Nos Estados Unidos, o CJ foi produzido até 1987, quando a Jeep foi adquirida, com sua

¹⁵ Fonte: upload.wikimedia.org/wikipedia/en/b/bc/WW2jeep.jpg. Acessado em 27 de novembro de 2011.

companhia proprietária, pelo grupo Chrysler; no mesmo ano, foi lançado seu modelo sucessor, o Wrangler (ver seção 3.5 para análise do produto).



Figura 3. Jeep 101¹⁶. Pneus e pintura diferem dos originais de fábrica.

Em 1946, a Willys lançou o primeiro produto derivado do CJ, a Station Wagon, conhecida no Brasil como Rural Willys e produzida nacionalmente de 1960 a 1977. O package do veículo, com sua carroceria *station wagon* e enfoque como meio de transporte familiar bem como de trabalho, prenuncia em parte a expansão dos utilitários esportivos, quatro décadas depois. Houve, porém, um modelo anterior com características semelhantes, embora seu impacto tenha sido, a princípio, mais reduzido (OLSEN & LYONS, 2000): o Chevrolet Suburban, de 1936¹⁷, que se pode argumentar ter sido, com sua carroceria fechada instalada sobre um chassi de caminhonete, o primeiro utilitário esportivo.

Dezenas de milhares de Jeeps foram exportados para o Reino Unido durante a Segunda Guerra Mundial, tendo sido largamente usados pelas forças armadas do país. Ao final da década de 1940, parte destes veículos fora adquirida por civis e usada em uma variedade de aplicações, como em propriedades agrárias. Em 1948,

¹⁶ Fonte: www.rs4x4.com.br. Acessado em 27 de novembro de 2011.

¹⁷ A marca foi usada ininterruptamente desde o lançamento do veículo, sendo aplicada hoje a um utilitário esportivo de grandes dimensões, comercializado no mercado norte-americano.

buscando atender a este mercado, a montadora inglesa Rover lançou um veículo similar, o Land Rover, hoje denominado Series I¹⁸.

Como o suprimento de aço era escasso no país à época, a carroceria era produzida em alumínio, característica preservada nos modelos posteriores e que contribui para a redução do peso do carro. O modelo passou por sucessivas alterações nas décadas seguintes, mas com o chassi e as características básicas da carroceria essencialmente inalteradas. Em 1990, o modelo foi renomeado Defender, como continua a ser comercializado no presente; foi produzido no Brasil de 1998 a 2005.



Figura 4. Land Rover Series I¹⁹.

Em 1951, a fabricante japonesa Toyota introduziu um veículo similar, o Land Cruiser, em parte por demanda, novamente, do Exército dos Estados Unidos, envolvido na Guerra da Coreia. A terceira geração deste veículo foi produzida no Brasil de 1959 a 2001 e é, por esta causa, um dos veículos todo-terreno mais ubíquos no país, juntamente com o CJ-5.

¹⁸ Fonte: www.winwaed.com/landy/history/timeline.shtml. Acessado em 27 de novembro de 2011.

¹⁹ Fonte: www.landrovercentre.com/image/series_i.jpg. Acessado em 27 de novembro de 2011.

2.4.2. O utilitário esportivo

Até a década de 1960, os veículos utilitários existentes no mercado pouco diferem entre si em suas propostas: são veículos concebidos a partir das necessidades de instituições militares e retrabalhados para o uso como ferramenta de trabalho no campo ou para acesso a locais remotos por usuários civis. A introdução de dois produtos modificou mudanças neste paradigma. O primeiro foi o Jeep Wagoneer, de 1963. Com acabamento interno e níveis de equipamento e motorização comparáveis aos de carros de passeio, é considerado o primeiro utilitário esportivo moderno de luxo (TRUESDELL, 2004).



Figura 5. Jeep Wagoneer²⁰.

O segundo produto que alterou os padrões do segmento foi o Land Rover Range Rover, de 1970. Desenvolvido pela empresa em resposta à queda das vendas do Series II, também combinou as capacidades fora-de-estrada de seus antecessores com espaço interno e conforto mais próximos dos de um automóvel de passeio, embora ainda “rudimentar para os padrões atuais” (EDMUNDS, 2011), com um interior que podia ser lavado com uma mangueira, de forma semelhante a seu

²⁰ Fonte: www.autoblog.com. Acessado em 27 de novembro de 2011.

antecessor, o Land Rover Series (isto ainda se aplica aos Land Rover Defender recentes; ver seção 3.2). O modelo original permaneceu em produção até 1996; as duas gerações lançadas posteriormente foram desenvolvidas e posicionadas com maior ênfase no conforto e no acabamento interno do que na capacidade fora-de-estrada, embora sejam ainda consideradas como altamente capazes nesta condição (ver seção 3.6.1).



Figura 6. Um Range Rover de primeira geração²¹.

Nos Estados Unidos, o mercado de utilitários esportivos, produzidos sobre o chassi de picapes *full-size* e caminhões leves, teve forte crescimento na década de 1990, suplantando o segmento de minivans, muito ampliado na década anterior, como o de maior crescimento no mercado daquele país (PRALLE, 2006). Contudo, uma parte substancial do consumo destes veículos ocorreu por parte de usuários habitantes do meio urbano, distantes do público atendido pelos utilitários originais. Esta tendência foi observada em nível crescente em outros países — inclusive na Europa, que favoreceu, historicamente, carros mais compactos do que os comercializados nos Estados Unidos (SIMMS & O'NEILL, 2005).

²¹ Fonte: *retrOrides.wordpress.com*. Acessado em 28 de novembro de 2011.

As montadoras locais enxergaram na comercialização destes veículos uma oportunidade de negócios ímpar, e a procura por veículos da categoria cresceu de tal modo que as margens de lucro praticadas por unidade ficaram muito acima das encontradas em outros segmentos do mercado automotivo; com efeito, uma planta da Ford no estado do Michigan, dedicada exclusivamente à manufatura de SUVs, se tornou “a fábrica mais lucrativa de qualquer indústria no mundo” (GLADWELL, 2004), com lucro de quase US\$ 4 bilhões no ano de 1998 (id.).

Ao final da década, contudo, surgiram questionamentos sobre a adequação do uso desta categoria de veículo como meio de transporte urbano e familiar. Em comparação com veículos familiares urbanos como minivans e sedãs, SUVs têm dimensões externas e massa consideravelmente maiores. Em decorrência disto, motores maiores são requeridos para que o desempenho de um utilitário esportivo seja equiparável ao de um veículo menor. Com isto, o consumo de combustível de um utilitário acaba por ser maior do que o de outras alternativas de automóveis, o que vem sendo criticado por duas consequências: o consumo de petróleo necessário para sustentar tal consumo e seu impacto político, tópico que recebeu particular atenção nos Estados Unidos desde 2001 (vide CAMPBELL, 2005; BATHIE, 2008), e a elevação da emissão de poluentes, como descrito por Bathie (2008). Foi argumentado que o consumo destes veículos deixou de respeitar as características utilitárias dos veículos e passou a ser dominado por habitantes de cidades e subúrbios, que foram atraídos pela imagem de pujança e aventura oferecida por estes produtos e estimulados pelo baixo preço do combustível à época (DAVIS & TRUETT, 2000).



Figura 7. Com 5,75m de comprimento, massa de 3.200 kg e um consumo de 20 L/100 km, o Ford Excursion, fotografado ao lado de um sedã Toyota Camry, foi um dos principais alvos de críticas de grupos ambientalistas e do público (PRALLE, 2006).

Outro aspecto que recebeu críticas foi a segurança proporcionada por utilitários esportivos. Devido à maior altura e massa, este tipo de veículo é mais propenso a capotagens do que modelos das demais categorias; a maior massa também é um empecilho à capacidade do motorista de frear e desviar o veículo em situações de perigo (GLADWELL, 2004) e induz maiores danos a veículos menores em colisões. Analisando estatísticas de acidentes de trânsito envolvendo SUVs nos Estados Unidos, foi determinado que:

À medida que o tamanho do SUV aumenta, o perigo aos ocupantes do “outro” veículo [um veículo menor envolvido em uma colisão com um SUV] aumenta. Em colisões com SUVs médios, ocupantes do não-SUV sofrem o dobro das fatalidades [em relação às observadas entre os ocupantes do SUV]; em colisões com SUVs grandes, ocupantes do não-SUV sofrem o triplo das fatalidades (DAVIS & TRUETT, 2000).

As reservas à segurança oferecida por utilitários esportivos se expandiram com o *recall* do Ford Explorer, ocorrido em 1999, após a divulgação de um número incomumente alto de capotagens ocorridas com unidades do modelo e relacionado a falhas dos pneus que equipavam o modelo; as causas das capotagens se tornaram motivo de disputa entre a Ford e a Firestone, fabricante dos pneus; enquanto a montadora defendia que os acidentes foram causados por defeitos de fabricação nos pneus, a Firestone apontou que a mesma linha de pneus era utilizada em outros veículos no quais não houve incidência de falhas semelhante e que, portanto, as falhas dos pneus se deviam a erros no projeto do

chassi e da suspensão do Explorer. A polêmica instaurada em torno do *recall* chamou a atenção do público norte-americano ao debate sobre a segurança do uso de utilitários esportivos em ruas e estradas e danificou a reputação de ambos os fabricantes e seus produtos, bem como de utilitários esportivos em geral.

2.4.3. Diversificação

Durante o final da década de 1990 e a década de 2000, observou-se a formação de duas novas tendências derivadas dos utilitários esportivos. Montadoras de carros esportivos e de luxo procuraram ingressar neste mercado, oferecendo alternativas com desempenho e luxo semelhantes aos de seus demais modelos.

Desta tendência surgiram modelos como os BMW X5 (1999, segunda geração em 2006), Porsche Cayenne (2002, *redesign* parcial em 2008 e segunda geração em 2010), Audi Q7 (2005) e BMW X6 (2008); enquadra-se também neste setor do mercado a geração mais recente do Range Rover, de 2002. O Cayenne, desenvolvido em conjunto com a Volkswagen, atraiu críticas em particular quando do seu lançamento, por se tratar de um utilitário esportivo de uma montadora historicamente dedicada a modelos esportivos. O X6 representa uma das propostas mais peculiares no segmento, por se tratar de um veículo com vão livre e posição de dirigir elevada, como os demais SUVs, mas com a silhueta de um cupê esportivo, proporcionada pela queda do teto logo após as portas dianteiras.



Figura 8. BMW X6.

A outra tendência foi a formação de um segmento de veículos denominados *crossovers*, com configuração de carroceria semelhante à dos utilitários esportivos, mas com construção em monobloco, baseada em carros de passeio; em geral, são direcionados explicitamente ao público urbano. Entre estes, pode-se destacar o Toyota RAV4 (1994; gerações subsequentes em 2000 e 2005), o Honda CR-V (1995, gerações subsequentes em 2002 e 2007), o Mercedes-Benz Classe M (1997; gerações subsequentes em 2005 e 2011), e o Land Rover Freelander (1997; segunda geração em 2007). Cabe observar que a distinção entre SUV e crossover vem se dissolvendo ao longo da última década. Diversos modelos de grandes dimensões categorizados como utilitários esportivos (como o Jeep Grand Cherokee, o Porsche Cayenne, o BMW X5 e o Range Rover) são de fato produzidos com carrocerias monobloco.

2.4.4. O mercado brasileiro

No Brasil, até a abertura das importações de veículos automotores em 1992, os principais utilitários disponíveis eram o Jeep CJ-5 e o Toyota Bandeirante, além de utilitários esportivos como a Chevrolet Veraneio, derivada de uma picape média, a C-10. Após a abertura do mercado, diversos modelos importados passaram a estar disponíveis, mas em escala reduzida, pelo preço pouco acessível decorrente da importação. O utilitário esportivo mais difundido no mercado brasileiro neste período foi o Chevrolet Blazer, produzido nacionalmente desde 1995.

O espaço desta categoria no mercado veio a ser ocupado por versões modificadas de automóveis de passeio e *crossovers* derivados de automóveis compactos, a partir do final dos anos 1990. Podem ser apontados como marcos na formação deste segmento os lançamentos da Fiat Palio Adventure, uma versão da *station wagon* Palio Weekend com suspensão elevada e aparência mais rústica, e do Ford EcoSport, um *crossover* baseado na plataforma do hatchback Fiesta, em 2003. Pode-se observar paralelos entre os apontamentos de Gladwell sobre os consumidores norte-americanos e os padrões de comportamento identificados por Gonçalves (2010) com respeito à tendência de consumo, no mercado brasileiro, de veículos derivados de carros de passeio e posicionados como fora-

de-estrada²² — tendência esta que se desenvolveu na primeira década deste século. Ao entrevistar proprietários destes veículos, aponta o alto grau de satisfação destes consumidores com seus veículos e, ademais, propõe a sua classificação conforme três perfis:

- o *apaixonado*, que se identifica com a aparência do carro e forma “uma relação de afeto, uma preferência colocada como emocional, não passível de explicação lógica ou racional”, que influencia inclusive sua decisão de compra (GONÇALVES, 2010);
- o *oeconomicus*, que identifica na aparente robustez do veículo um ganho em durabilidade, particularmente ao levar em conta as más condições de grande parte da malha viária brasileira — e, ao mesmo tempo, manifesta sua preferência por esta categoria de veículo por questões financeiras como o valor de revenda;
- e o *poderoso*, que manifesta por meio do produto uma série de relações de poder e distinção (BOURDIEU, 2007, *apud* GONÇALVES, 2010), entre as quais se incluem um “comportamento ostentatório” (GONÇALVES, 2010), por causa da posição dos assentos, mais elevada do que em carros de passeio tradicionais (esta posição de também é apontada pelos consumidores como indutora de uma sensação de segurança no trânsito).

É interessante notar que, nos três perfis, a formação desta relação entre usuário e produto sofre influência primária da estética do produto, que se sobrepõe, talvez, a preferências e adequações funcionais: em diversos destes veículos, as diferenças entre a sua configuração mecânica e a do veículo de passeio tradicional de que deriva são de tal forma sutis que não se verifica o ganho em robustez e durabilidade sugeridos pela aparência do carro. Esta relação acaba por se consolidar mesmo em detrimento da segurança relacionada ao

²² Tais como o Ford EcoSport, o Volkswagen CrossFox e o Fiat Palio Weekend Adventure. Tanto o Ford quanto o Renault Duster, modelo concorrente lançado no ano de 2011, recebem a denominação de SUV nos comerciais de suas respectivas montadoras, embora sejam, tecnicamente, *crossovers*.

comportamento dinâmico em alta velocidade, em consonância com a documentação de Gladwell (2004).

2.5. A estrutura fundiária brasileira

A estrutura socioeconômica do meio rural brasileiro sofreu modificações substanciais nas últimas décadas. Na década de 1960, o Brasil ainda era um país agrícola: 55,3% da população do país vivia no campo (IBGE, 1997). Em 1980, contudo, 67,6% do total da população já vivia em cidades. Entre 1991 e 1996, houve um acréscimo de 12,1 milhões de habitantes urbanos, o que se reflete na elevada taxa de urbanização (78,4%).

2.5.1. Fatores socioeconômicos

Mesmo com tal redução na proporção entre a população rural e a população total do Brasil, o país é o quarto maior produtor agropecuário do mundo²³; no ano de 2009, a produção do setor agropecuário somou 5,2% do total do produto interno bruto brasileiro (IBGE, 2010). O montante, à primeira vista pequeno, esconde duas informações essenciais à compreensão do valor da agropecuária na economia do país: primeiro, o valor absoluto associado a esta produção é de R\$163,9 bilhões, um montante extremamente significativo levando-se em conta o baixo valor agregado associado à produção agrícola como avaliada; segundo, a produção agropecuária compõe grande parte das exportações do país — o Brasil é, por exemplo, o maior produtor de laranjas, cana-de-açúcar e café do planeta, bem como o segundo maior produtor de soja, o terceiro maior de carne de frango e o detentor do maior rebanho bovino do mundo — embora seja o segundo maior produtor de carne, atrás dos Estados Unidos (FAOSTAT, 2010).

A tabela 1 lista os principais produtos agropecuários brasileiros. Nota-se que os produtos de maior valor monetário têm, em sua maioria, produção concentrada em grandes e médias propriedades e voltada em grande parte à exportação. Sendo estas *commodities* em variedade relativamente pequena (principalmente

²³ www.fao.org/economic/ess/chartroom-and-factoids/factoids/en/.

carne bovina e de frango, soja, cana-de-açúcar e laranjas), evidencia-se o papel preponderante das pequenas propriedades familiares em suprir o mercado interno com maior variedade de alimentos:

[...] [A] agricultura familiar é responsável por garantir boa parte da segurança alimentar do País, como importante fornecedora de alimentos para o mercado interno [...]. [Responde por] 87,0% da produção nacional de mandioca, 70,0% da produção de feijão [...], 46,0% do milho, 38,0% do café [...], 34,0% do arroz, 58,0% do leite [...], [possuía] 59,0% do plantel de suínos, 50,0% do plantel de aves, 30,0% dos bovinos, e produziam 21,0% do trigo. (IBGE, 2006).

O caso da soja é um exemplo particular de importância e crescimento; mais de 20% das importações de soja da China, para cuja população o alimento constitui uma das bases alimentares, são originários do Brasil.

Tabela 4. Os principais produtos agropecuários brasileiros, ordenados por valor monetário da produção (FAOSTAT, 2010).

Produto	Produção (US\$ 1.000)	Produção (toneladas)
Carne bovina	18.727.175	9.054.468
Cana-de-açúcar	13.299.034	645.300.182
Soja	12.360.728	59.242.480
Carne de frango	11.948.791	10.243.987
Leite bovino	7.261.109	27.579.383
Laranjas	3.257.882	18.538.084
Carne suína	3.053.255	3.015.114
Arroz branco	2.522.762	12.061.465
Café	2.286.655	2.796.927
Algodão	1.953.551	1.315.984
Amendoins	1.925.338	58.933.347
Fumo	1.551.665	851.058
Feijões	1.438.764	3.461.194
Ovos de galinha	1.302.133	1.844.670
Bananas	997.306	6.998.150

Ainda que sofra de instabilidades por influência de condições, principalmente ambientais, que fogem ao seu controle, o setor vem crescendo de forma sólida e

expressiva nos últimos quinze anos. O valor gerado pelo setor agropecuário em 2009 é mais de três vezes e meia maior do que o gerado em 1997. Este crescimento é ligeiramente mais rápido do que o do PIB em sua totalidade; em 1997, a participação da agropecuária na economia era de 4,7%.

A estrutura deste setor é, no entanto, extremamente diversa e fragmentada, e ainda há diversas carências a serem supridas para que melhores desempenhos sejam obtidos no segmento. Há grandes diferenças estruturais entre as grandes propriedades, voltadas primariamente ao agronegócio e mais freqüentemente exploradas por meio de monocultura, e as pequenas propriedades, mais comumente administradas por famílias isoladas ou, em certos casos, organizadas em cooperativas.

2.5.2. Pequena agricultura e agricultura familiar

A estrutura agrária do país foi dominada historicamente pela presença de grandes propriedades; ainda hoje a maior parte das terras cultiváveis do país pertence a produtores não-familiares, isto é, médios e grandes produtores, conforme a descrição de agricultura familiar nos termos da lei federal nº 11.326 (BRASIL, 2006). Embora houvesse no país, em 2006, cerca de 4,4 milhões de estabelecimentos de agricultura denominados familiares (84,4% do total de estabelecimentos agropecuários brasileiros), a área ocupada por estes agricultores e suas famílias é de 80,25 milhões de hectares, isto é, 24,3% da área correspondente a tais estabelecimentos no país — com área média de 18,37 hectares, face a uma média de 309,18 hectares para os estabelecimentos não-familiares (IBGE, 2006).

No entanto, houve nas últimas décadas certa fragmentação deste domínio da monocultura (ver seção 2.5.3), de tal forma que o suprimento de diversos produtos essenciais ao mercado interno seja mantido principalmente por agricultores familiares, como visto anteriormente. As condições socioeconômicas na última década (facilitação do crédito a pequenos produtores, o crescimento continuado do setor) vêm favorecendo o desenvolvimento da pequena agricultura.

É importante salientar que a expressão “agricultura familiar”, embora tenha sido largamente empregada na literatura e na comunicação contemporâneas, o foi com significado freqüentemente carente de precisão; a definição desta como sendo a posse de terra administrada por famílias tem pouco interesse aos estudos sobre o tema, dado que, com freqüência, mesmo os mais extensos latifúndios são administrados por famílias, a administração dos mesmos sendo transferida pelas gerações da mesma família e intensamente ligada à posse da terra. Por este motivo, a diferenciação formal entre estas categorias de propriedade leva em conta também critérios de extensão de terra e emprego de mão-de-obra assalariada e, indiretamente, questões estruturais relacionadas a estas modalidades informais de posse da terra, tais como a vinculação ao agronegócio exportador ou à produção para o mercado interno. A definição mais freqüentemente empregada, por sua importância nas ações mais recentes do governo em relação à agricultura familiar, é aquela contida no texto do artigo 3º da lei federal nº 11.326 (BRASIL, 2006), segundo a qual se enquadra como agricultor familiar todo aquele produtor que:

- I - não detenha, a qualquer título, área maior do que 4 (quatro) módulos fiscais²⁴;
- II - utilize predominantemente mão-de-obra da própria família nas atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento;
- III - tenha renda familiar predominantemente originada de atividades econômicas vinculadas ao próprio estabelecimento ou empreendimento;
- IV - dirija seu estabelecimento ou empreendimento com sua família²⁵.

Esta qualificação, tal como codificada em lei, tem como função primária distinguir as categorias de produtores para fins de taxação e oferecimento de crédito para os produtores que possuem menores extensões de terra. No entanto, oferece também a oportunidade de, através das distinções legais conferidas a esta categoria de produtores e dos dados levantados por diversas instituições usando estas categorias como guias, observar de forma detalhada a dinâmica

²⁴ O módulo fiscal é uma unidade de medição determinada pela lei nº 6.746, de 10 de dezembro de 1979 (BRASIL, 1979), que varia em função da localização da propriedade e do uso da terra, entre outros indicadores, fazendo-o com a finalidade de acomodar diferenças regionais no uso, produtividade e valor da propriedade da terra; a área de um módulo pode variar de menos de 10 hectares a mais de 80. A unidade é frequentemente empregada na legislação sobre questões relacionadas à agricultura e à posse de terra.

²⁵ O parágrafo segundo deste artigo lista outras atividades beneficiárias da lei, que fogem ao escopo deste trabalho, tais como silvicultores, aqüicultores, extrativistas e pescadores.

socioeconômica dos pequenos produtores e como sua situação implica em uma gama de requisitos e necessidades que lhes são peculiares.

Que a administração dos pequenos empreendimentos englobe os vários membros das famílias possuidoras de pequenas propriedades de terra é consequência da necessidade, por parte destes produtores, de envolver o mínimo possível de intermediários na produção, dados os altos custos envolvidos na contratação de serviços face aos pequenos volumes de produção. O acesso dos consumidores aos produtos destes pequenos agricultores é regulado por uma série de fatores. O produto que chega aos grandes supermercados passa por diversos canais, não sendo, via de regra, comprado diretamente do produtor; em vez disto, passa do produtor a um distribuidor regional ou cooperativa, que o repassa ao supermercado; por vezes, há ainda um intermediário adicional, como a Ceasa, responsável pela distribuição em grandes centros urbanos. A presença de intermediários é tida como necessária devido à escala da distribuição, embora seja onerosa tanto ao produtor quanto ao consumidor final. Também determina um período de transporte e armazenamento mais longo entre a colheita e a compra no varejo, o que, por sua vez, implica em aumento dos custos associados a estas operações, bem como em maior índice de perda de produtos.

Uma parcela significativa dos pequenos agricultores busca vender sua produção diretamente aos consumidores, abrindo mão dos ditos intermediários. O canal de distribuição mais comumente empregado sob esta ótica é a feira de produtores, sejam estes independentes ou associados entre si em cooperativas. De forma geral, a realização destas feiras é condicionada ao registro dos produtores perante órgão da prefeitura municipal, variando o órgão em questão e as condições impostas de município para município.

2.5.3. O “novo rural” brasileiro

Segundo Graziano da Silva et al. (2002), as mudanças socioeconômicas ocorridas no meio rural indicam a formação de um novo modelo econômico rural, marcada pela redução do predomínio da agricultura mercantil como motor do desenvolvimento econômico e de geração de empregos em meio rural. Estas

nova estrutura é marcada, genericamente falando, pela dinâmica entre três setores principais:

- a) um agropecuária moderna, baseada em commodities e intimamente ligada às agroindústrias;
- b) um conjunto de atividades não-agrícolas, ligadas à moradia, ao lazer e a várias atividades industriais e de prestação de serviços;
- c) um conjunto de “novas” atividades agropecuárias, localizadas em nichos especiais de mercados (GRAZIANO DA SILVA et al., 2002)

O autor citado entende que muitas destas atividades não são de fato novas (isto é, de concepção recente), mas que não ocupavam espaço econômico significativo na antiga hierarquia econômica e, ao se difundirem, se enquadram na renovação indicada: são atividades como “piscicultura, horticultura, floricultura, fruticultura de mesa, criação de pequenos animais, etc.” (id.). O mesmo autor explicita que “já não se pode caracterizar o meio rural brasileiro somente como agrário” (GRAZIANO DA SILVA, 1997) em termos sociais, culturais e econômicos. Em adição, Rúa (2005) aponta a relação entre estas transformações no cenário socioeconômico rural e a formação de novos significados para o que constitui o “rural”, apoiados na separação entre o rural e o agrícola, e de novas relações culturais e econômicas entre a cidade e o campo.

Laurenti e Del Grossi (2008) indicam uma série de tendências demográficas que evidenciam a formação de um novo cenário econômico no meio rural brasileiro — tendências que os autores citados demonstram ser aplicáveis, com pequenas variações, a todas as regiões do país. No final da década de 1990, iniciou-se um processo de reversão do decréscimo da população rural, que, causado pelo êxodo rural em massa, havia pautado a dinâmica populacional durante boa parte do século XX. Com este processo de reversão, observa-se, em particular a partir de 2001-2, um vagaroso aumento da população.

A parcela da população rural ocupada com a agricultura mercantil vem se reduzindo gradualmente e sem grandes diferenças entre grandes e pequenos estabelecimentos rurais. Por outro lado, foi verificado um rápido crescimento absoluto e relativo da população ocupada com atividades não-agrícolas e com a prática da agricultura voltada não para o comércio, mas para consumo próprio.

Verifica-se, também, que o aumento da população rural ocupada em atividades econômicas não-agrícolas se deve, em sua maior parte, ao crescimento da população habitante de estabelecimentos rurais propriamente ditos, e não à formação de novos agrupamentos urbanos ou ao crescimento de agrupamentos de pequeno porte já existentes (LAURENTI & DEL GROSSI, 2008).

2.5.4. Crédito e programas de apoio

A definição legal do módulo fiscal também é a base da avaliação do censo agropecuário do IBGE (IBGE, 2006), formulado com a finalidade de suportar ações governamentais em relação aos pequenos agricultores e que oferece uma miríade de informações úteis à contextualização deste trabalho. Dentre tais ações governamentais, destacam-se o Pronaf e o Mais Alimentos, dois programas do governo federal por meio dos quais são fornecidas linhas de crédito para que pequenos agricultores possam adquirir novos equipamentos de acordo com parâmetros de dimensionamento e custo pré-estabelecidos.

A lei nº 4.829, de 1965, institucionaliza a concessão de crédito com recursos públicos e privados a agricultores, com o intento de estimular o crescimento econômico das atividades agropecuárias, em particular de pequenos e médio produtores (BRASIL, 1965). O Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), instituído em 1995 (BACEN, 1995), regulamentado pelo Banco Central do Brasil e operado por BNDES, Banco do Brasil, tem como intento “financia[r] projetos individuais ou coletivos, que gerem renda aos agricultores familiares e assentados da reforma agrária” (MDA, 2011), sendo condição para a liberação do crédito uma renda bruta anual de não mais do que R\$ 110 mil por propriedade familiar (id.). Os projetos passíveis de contemplação não são exclusivamente aqueles voltados à atividade agropecuária tradicional; o programa, responsável por investimento da ordem de R\$ 16 bilhões no período 2010/2011²⁶, abrange:

Atividades agropecuárias e não agropecuárias exploradas mediante emprego direto da força de trabalho do produtor rural e de sua família, entendendo-se por atividades não

²⁶ Ministério do Desenvolvimento Agrário. Acessado em www.mda.gov.br/portal/arquivos/view/diversos/plano_safra_net.pdf em 14 de novembro de 2011.

agropecuárias os serviços relacionados com turismo rural, produção artesanal, agronegócio familiar e outras prestações de serviço no meio rural que sejam compatíveis com a natureza da exploração rural e com o melhor emprego da mão-de-obra familiar (BNDES, s.d.).

Entre outros projetos, o programa prevê a concessão de crédito para a aquisição de equipamentos agropecuários diversos, inclusive veículos de trabalho tais como:

[...] veículos de carga, automotores, elétricos ou de tração animal adequados às condições rurais, inclusive caminhões, caminhões frigoríficos, isotérmicos ou graneleiros, caminhonetes de carga, reboques ou semirreboques e motocicletas adaptadas à atividade rural (id.).

Contudo, as diretrizes do programa não permitem a concessão de crédito para a aquisição de veículos de passeio ou de uso misto, como “caminhonetes de passageiros, caminhonetes mistas e jipes” (id.).²⁷ Embora a participação do setor bancário privado venha crescendo significativamente nos últimos anos (SOUZA & BACHA, 2009), com destaque para investimentos realizados pelos bancos Bradesco e Santander, responsáveis por cerca da metade do montante investido como crédito rural pelo setor privado²⁸, o crédito para produtores rurais é fortemente regulamentado pelo Banco Central, por meio do Sistema Nacional de Crédito Rural. Isto não constitui, em primeira instância, um impeditivo à configuração final do processo de desenvolvimento do produto; no entanto, a presença do programa é, em função da sua dimensão, um fator econômico a ser considerado no que se refere ao posicionamento do produto no mercado.

²⁷ Ademais, o financiamento de tratores é limitado à potência máxima de 80 cv; limite comparável não é aplicado a veículos utilitários *stricto sensu* (BNDES, s.d.).

²⁸ Batista, F. **Bradesco pretende ampliar em 20% seus desembolsos de crédito rural em 2010/11**. Valor Econômico [edição online], 28 abr 2010. Acessado em www.valor.com.br/arquivo/820999/bradesco-pretende-ampliar-em-20-seus-desembolsos-de-credito-rural-em-201011 em 14 de novembro de 2011.

2.6. O uso de veículos no meio fora-de-estrada

O uso de automóveis em vias sem pavimentação tem suas origens na virada do século XIX para o XX, quase concomitantemente com a massificação de sua produção e consumo. Muitas das primeiras competições realizadas entre automóveis ocorriam em vias de terra²⁹; a falta da pavimentação influenciou também o projeto dos primeiros automóveis produzidos em massa³⁰ de forma que, atualmente, dificilmente seria considerada necessária, posto que os veículos mais populares são hoje utilizados de forma predominante em meio urbano e em estradas asfaltadas. É escassa a literatura científica sobre as práticas de condução no fora-de-estrada; as diretrizes levantadas nesta seção são em sua maioria o resultado de conhecimento acumulado empiricamente por usuários e produtores de veículos utilitários, bem como, no caso de orientações para a prática sustentável, de outros intervenientes, como organizações dedicadas à preservação ambiental.

2.6.1. Práticas fora-de-estrada

A listagem se restringe a modalidades comumente praticadas com veículos de produção em massa em sua configuração original ou próxima dela; outras modalidades, algumas das quais são praticadas com veículos fora-de-série ou modelos de série com modificações extensas. Ademais, a prática destas modalidades é raramente governada por um organismo oficial e, portanto, não é possível listas regras correntes, nem separar efetivamente algumas práticas das outras. Por este motivo, a listagem não é exaustiva, mas visa a indicar as principais formas de uso de veículos fora-de-estrada em ambientes naturais.

2.6.1.1. Práticas recreativas

O uso primário de veículos fora-de-estrada para fins recreativos ocorre sob a forma da prática de *trilhas* em vias de terra ou lama. Tipicamente, esta prática

²⁹ Como os primeiros ralis, dentre os quais se destaca o Rally Monte Carlo, ainda disputado como parte do Campeonato Mundial de Rali.

³⁰ Note-se o caso do Ford Modelo T. Cf. **Ford Model T Test Drive: Behind the Wheel of America's Most Important Car on Its 100th Birthday**. Popular Mechanics. Acessado em www.popularmechanics.com em 25 de novembro de 2011.

tem como atrativos o acesso a paisagens naturais remotas e integra, assim, além do conjunto de práticas realizadas por usuários particulares destes veículos, as atividades associadas ao turismo ecológico (cf. ABETA, 2011). Constitui a atividade básica e mais freqüentemente praticada entre os usuários recreativos (ver seção 4.1.7). Outra possibilidade de uso se encontra em terrenos rochosos, em que o foco deixa de ser a travessia que evita a imobilização do veículo pelo terreno e passa a ser a capacidade de obter tração em um substrato potencialmente escorregadio. Constitui a prática chamada de *rock crawling*.

É comum a presença de um guincho como equipamento adicional em veículos usados em atividades como trilhas e *rock crawling*; o guincho é usado para deslocar o veículo caso este fique preso, por exemplo, em um atoleiro ou em uma escarpa rochosa. Um número crescente de adeptos do fora-de-estrada vem enfatizando o próprio guinchamento (*winching*) como uma atividade recreativa.

Outra prática, comumente associada no Brasil ao turismo regional, é o uso em dunas. No País, particularmente no Nordeste, é praticada com veículos denominados *bugues*, derivados de automóveis de passeio, particularmente do chassi do VW Tipo 1; contudo, alternativas utilitárias já foram desenvolvidas com este uso em vista, como é o caso do Troller T4 (ver seção 3.4).

2.6.1.2. Práticas competitivas

Algumas atividades fora-de-estrada evoluíram para formas competitivas, constituindo modalidades de esporte a motor. Diversas modalidades são praticadas com veículos fora-de-série, ou ainda veículos de série altamente modificados, e fogem, portanto, ao escopo do projeto. Dentre as práticas que adotam veículos de série ou com modificações pouco profundas, destacam-se provas de *rali* (do inglês *rally*), organizadas, dentre outras formas menos conhecidas, em provas *cross-country* ou de longa distância³¹, de velocidade³² ou de regularidade. Alguns fabricantes participam deste tipo de competição como

³¹ Como é o caso dos ralis Dakar e dos Sertões; o Dakar, particularmente, admite veículos de série e outros especializados, classificados em categorias distintas.

³² Dos quais a forma mais divulgada é a que constitui o Campeonato Mundial de Rali (WRC), realizado com o uso de veículos derivados de automóveis de passeio altamente modificados.

fornecedores ou patrocinadores, divulgando seus produtos e obtendo *feedback* do seu uso em condições extremas (ver seção 3.4, por exemplo).

2.6.2. Guias de conduta

O comportamento de um veículo em terreno sem pavimentação tem peculiaridades que influenciam seu modo de condução e, portanto, inspiram cuidados do motorista que não são considerados na direção em vias pavimentadas. Ao mesmo tempo, o uso de um veículo motorizado fora da estrada tem o potencial de provocar grave impacto. Conseqüentemente, há diversas diretrizes de uso de veículos no fora-de-estrada, que têm crucial utilidade para o desenvolvimento de um veículo direcionado para tal uso. Elas têm, na sua maioria, origem empírica, sendo praticamente inexistente a literatura científica referente ao assunto. Estas diretrizes de conduta têm o intento de informar a preservação dos viajantes e do veículo e orientar o condutor a conduzir o veículo de forma sustentável, evitando práticas que causem impacto desproporcional sobre o ambiente, seja sob a forma de emissões de poluentes, de emissão excessiva de ruídos ou de erosão do solo.

A Land Rover, conceituada fabricante britânica de veículos utilitários e SUVs, lista orientações específicas para cada terreno (LAND ROVER, 2011b). Outras informações foram extraídas das instruções compiladas pela iniciativa Tread Lightly, criada nos Estados Unidos pelo Serviço Florestal do governo federal do país e transformada em instituição separada em 1990. A instituição manifesta como finalidade instruir praticantes de atividades de recreação ao ar livre e indústrias associadas sobre práticas sustentáveis e tem como parceiros montadoras como Ford, Jeep, Toyota e Nissan³³.

2.6.2.1. Orientações gerais

Pode-se manter as janelas fechadas e utilizar a climatização do veículo para evitar o ingresso de poeira. Resíduos e detritos produzidos durante percursos em locais isolados devem ser armazenados para descarte em um local apropriado (LAND

³³ Fonte: www.treadlightly.org (site institucional). Acessado em 25 de novembro de 2011.

ROVER, 2011b; TREAD LIGHTLY, 2011). A seleção dos pneus depende do tipo de terreno; existem dois tipos principais de pneus para veículos dedicados ao fora-estrada, o MT (*mud terrain*), dotados de cravos mais altos e espaçados, capazes de otimizar a tração em terrenos como lama, areia e neve fofa, e o AT (*all terrain*), com menor tração nos terrenos citados mas com melhor aderência em rochas e no asfalto seco e, particularmente, no úmido, além de gerar menor ruído no uso rodoviário³⁴. É também contra-indicada a passagem de grande número de veículos pela mesma trilha, devido ao potencial de formação de facões no solo, no caso de trilha de barro ou lama; de danos à vegetação rasteira e compactação excessiva do solo, no caso da areia ou relva. Caso a passagem seja inevitável, deve-se evitar que os pneus de um veículo rodem por sobre os sulcos abertos pelos veículos que já passaram pelo local; assim, evita-se a formação de sulcos cada vez mais profundos, que aumentam a propensão a atolamentos (GAIOTTO, 2000).



Figura 9. Exemplo de erosão do solo provocada pelo uso de veículo automotor fora da trilha designada para o seu tráfego (sulcos no solo à direita)³⁵.

³⁴ Offroaders.com (guia online). **Off Road Tire Guide for Mud and All Terrain Tires.** Acessado em www.offroaders.com/tech/AT-MT-Tires em 25 de novembro de 2011.

³⁵ Fotografado no parque Anza-Borrego Desert, na Califórnia, Estados Unidos. Obtido em upload.wikimedia.org/wikipedia/en/5/53/Orv-damage.jpg em 7 de novembro de 2011.

Uma prática comum entre aficionados de atividades fora-de-estrada é a presença de um assistente, popularmente denominado *zequinha*, que auxilia, de fora do veículo, a sua passagem, informando o condutor sobre obstáculos no caminho. No caso de deslocamentos em locais isolados, existem precauções adicionais a serem tomadas: por questão de segurança, pode se mostrar útil deixar coordenadas do trajeto e a data de retorno prevista com um responsável; são recomendáveis também a realização uma revisão completa dos componentes do veículo (inclusive dos pneus), o porte de um kit de primeiros socorros e de mantimentos emergenciais como comida e água, devidamente acondicionados.

2.6.2.2. *Matas*

Em matas fechadas, são destacados cuidados para evitar danos provocados aos passageiros e ao veículo por galhos e espinhos e a necessidade de constante verificação do solo, pois a vegetação densa é capaz de esconder depressões ou valas nas quais o veículo pode ficar preso. Ressalta-se também a contra-indicação do uso de quaisquer caminhos que não tenham sido abertos e trilhados anteriormente, mesmo com o uso de mapas e sistemas GPS; além de abertura de caminhos pela mata ser contra-indicada do ponto de vista da conservação da vegetação e do solo, a prática implica na possibilidade de se encontrar terreno inadequado ao trânsito do veículo, elevando os riscos de atolamento.

2.6.2.3. *Areia*

A condução na areia requer destreza e suavidade por parte do motorista. Devido à falta de suporte do terreno, recomenda-se o trânsito em velocidade baixa, mas “com aceleração alta e constante” (GAIOTTO, 2000); acelerações bruscas, por outro lado, fazem os pneus perderem aderência. Já frenagens bruscas provocam o travamento dos freios com maior facilidade do que no asfalto e, com isto, o acúmulo de areia na frente dos pneus, que pode causar a imobilização do veículo; portanto, reduções de velocidade devem ser feitas por meio de acionamentos suaves dos freios e com o auxílio de reduções de marcha para que se use do freio-motor. A desaceleração é auxiliada pela própria resistência do terreno ao

movimento das rodas. Mudanças bruscas de direção também são desaconselhadas, pois a transferência de peso faz os pneus do lado exterior da curva afundarem na areia.

Já em dunas, orienta-se que a condução seja feita preferencialmente sobre áreas cobertas por vegetação rasteira, pois esta ajuda a manter o solo firme; declives devem ser enfrentados com o auxílio da caixa de redução se o veículo possuir o equipamento.

Em caso de atolamento, Gaiotto (2000) recomenda tentar, em primeiro lugar, uma aceleração suave; caso isto seja insuficiente, pode-se tentar alternar leves acelerações com a primeira marcha e a ré, criando um “balanço” (id.) que ajuda o carro a embalar por sobre a areia fofa. Uma técnica alternativa é colocar os tapetes de borracha atrás dos pneus e dar a ré até que os estes fiquem sobre os tapetes, fornecendo um substrato com melhor tração para que se possa acelerar e liberar o veículo (LAND ROVER, 2011a). Outra técnica útil é a redução da pressão dos pneus para um valor em torno de 20 libras por polegada quadrada (cf. TREAD LIGHTLY, 2011): por meio dela, uma vez aplicada, os pneus se deformam sob a massa do veículo, aumentando a área de contato com o solo e diminuindo, portanto, a pressão sobre ele.

2.6.2.4. Barro e lama

O deslocamento em barro ou lama segue orientações gerais idênticas às da condução na areia no que diz respeito ao uso moderado do acelerador e do freio (LAND ROVER, 2011a). Em deslocamentos em trilhas recobertas por barro ou lama, é especialmente aconselhável o reconhecimento prévio do terreno, para verificar a existência de objetos como galhos ou pedras que estejam escondidos pelo solo e que possam perfurar os pneus ou causar danos aos componentes mecânicos da parte inferior do carro. A existência de valas profundas implica na possibilidade de atolamento; é recomendável medir a profundidade destas valas antes de se efetuar a travessia, se ela for necessária.

Se porventura o veículo atolar, não se deve tentar acelerar para sair da imobilidade: as rodas tendem a girar em falso nesta condição, afundando ainda

mais no barro. Em vez disto, deve-se procurar materiais como pedras, arbustos e pedaços de madeira e colocá-los sob as rodas, tomando-se o cuidado de remover o barro preso entre os sulcos dos pneus para que estes ganhem aderência ao solo. Se o atoleiro à frente do veículo for extenso, pode-se estender este caminho de pedras e madeira até um ponto em que as condições melhorem. A recomendação de redução da pressão dos pneus, existente para trajetos na areia, também é válida neste caso.

2.6.2.5. Cursos d'água

Land Rover (2011b) recomenda que a travessia de cursos d'água seja realizada somente com o uso de um snorkel (um duto de ar com entrada elevada, conectado diretamente ao coletor de admissão do motor), que evita o ingresso de água nas câmaras de combustão do motor. Segundo a mesma fonte, é contraindicado adentrar cursos de mais de 500 mm de profundidade e com obstáculos altos, como pedras e troncos, que possam obstruir a passagem do veículo. Além do risco de ingresso de água no motor pelo coletor de admissão, que é evitado pelo uso do snorkel, existe também a chance de entrada por meio do escapamento, no caso de desligamento do motor (se o motor permanece ativo, a pressão do fluxo de exaustão do motor mantém a água fora da tubulação). Segundo a Tread Lightly (2011), o cruzamento de cursos d'água deve ser realizado somente em pontos designados para este fim, correspondentes ao ponto em que uma trilha já existente cruza o curso.

Os componentes elétricos também inspiram cuidados e devem ser vedados adequadamente – para tanto, a fonte indica o uso de graxa à base de silicone, que repele a umidade. A travessia deve ser realizada lentamente; um ingresso apressado traz consigo o risco de formação de ondas à frente do veículo, que tendem a desestabilizá-lo e induzir perda de tração e, com isso, atolamentos. Indica-se que a travessia seja evitada em cursos d'água de corrente fraca, pois esta é indicativo de presença de limo ou barro no leito, que provocam o escorregamento dos pneus; em cursos de correnteza mais forte, o leito tende a ser rochoso. Na saída do curso d'água, recomenda-se acionar os freios para que as pastilhas sequem.



Figura 10. Travessia de curso d'água em andamento. Note o uso do *snorkel* (o tubo que corre pela lateral do pára-brisa)³⁶.

2.6.2.6. *Aclives e declives*

Em aclives e declives íngremes, indica-se o uso da caixa de redução quando disponível no veículo, a fim de se ter à disposição maior poder de arranque e freio-motor, respectivamente. Tread Lightly (2011) recomenda que percursos em gradientes íngremes sejam feitos em linha reta — curvas abruptas em tais condições trazem consigo o risco de capotamento. Para evitar a perda de tração em um dos eixos, é recomendado também o uso do bloqueio do diferencial. Em ambos os casos, o percurso deve ser feito lentamente, em decorrência da facilidade de perda de tração e da possibilidade de capotamento se forem feitos desvios bruscos nestas condições. Caso o veículo escorregue sobre o solo, deve-se utilizar o freio-motor em vez do freio de serviço; o uso deste causa, nesta situação, o travamento das rodas e a subsequente perda de controle da trajetória.

2.6.2.7. *Uso do guincho*

Caso o veículo seja imobilizado pelas condições do terreno, como em caso de atolamento na lama ou afundamento em areia, pode-se utilizar o guincho para puxar o veículo até uma posição em que a tração seja recuperada. O cabo de aço do guincho deve ser preso a um objeto firmemente ancorado, como um tronco de

³⁶ Fonte: forums.kilometermagazine.com. Acessado em 24 de novembro de 2011.

árvore. Neste caso, é necessária a precaução de não prender o cabo diretamente ao tronco, pois a força de tração pode feri-lo (LAND ROVER, 2011; TREAD LIGHTLY, 2011). Recomenda-se envolver o tronco com uma cinta elástica, com anilhas de aço nas extremidades, que são por sua vez presas ao gancho na extremidade do guincho.

2.6.2.8. *Impacto ambiental*

O Sierra Club, centenária organização estadunidense dedicada a ações para a preservação do ambiente natural daquele país, classifica o impacto do uso de meios de transporte mecânicos em caminhos não-pavimentados:

- 1) Dano físico ao solo, frequentemente visível de imediato, que resulta em:
 - a) Erosão, causadora de perda de solo e danos a margens de cursos d'água, aos próprios cursos e ao habitat de peixes;
 - b) Compactação do solo e sérios efeitos adversos sobre a flora e sua regeneração³⁷;
 - c) Degradação das trilhas, inclusive a formação de facões³⁸ e o deslizamento de acostamentos.
- 2) Perturbação da reprodução de espécies selvagens e de seus habitats de nidificação, o que resulta na perda de espécimes jovens;
- 3) Perturbação da vida selvagem, levando ao enfraquecimento físico e morte de espécimes e à possível extinção de algumas espécies³⁹;
- 4) Dano ao patrimônio arqueológico, científico, histórico e a outros sítios relevantes e a recursos naturais, por vezes com efeitos irreversíveis [...] ⁴⁰;
- 5) Facilitação de caça e pesca ilegais de animais silvestres;
- 6) Perigo à segurança de outros usuários da terra devido à velocidade do veículo, terreno íngreme, curvas fechadas, superfícies escorregadias ou instáveis e visibilidade limitada;
- 7) Competição com outros usuários da terra: usuários de veículos, com sua maior mobilidade, geralmente usam maior quantidade de escassa terra por usuário recreacional (SIERRA CLUB, 2011).

Além destas formas de impacto, a fonte também enumera algumas formas de impacto específicas a veículos motorizados: poluição de ar e água em áreas que, por serem remotas, poderiam estar dela protegidas; a emissão de ruído pelos

³⁷ Cf. BELNAP, Jayne. **Impacts of off-road vehicles on nitrogen cycles in biological soil crusts: resistance in different U.S. deserts.** Journal of Arid Environments (2002) 52: 155-165.

³⁸ Sulcos formados no solo macio por pneus de veículos.

³⁹ Cf. WISDOM, Michael J.; AGER, Alan A.; PREISLER, Haiganoush K.; CIMON, Norman J.; JOHNSON, Bruce K. 2004. **Effects of off-road recreation on mule deer and elk.** In: Transactions of the 69th North American Wildlife and Natural Resources Conference: 531-550.

⁴⁰ Respalda por Tread Lightly (2011).

motores, “que, em proximidade, pode resultar em efeitos fisiológicos em animais e humanos, ou pode induzir ansiedade, alterando padrões de comportamento animal” (SIERRA CLUB, 2011); a potencialização do abandono de lixo em áreas selvagens; a facilitação do vandalismo em propriedades públicas e privadas; riscos aumentados de incêndio devido a “veículos operados ilegal ou imprópriamente” (id.).



Figura 11. Dano causado por pneus de motocicletas em uma colina⁴¹.

As medidas defendidas pela instituição para combater práticas incorretas no fora-de-estrada incluem, no que concerne ao projeto automotivo, o uso obrigatório de silenciadores de escapamento e retentores de fagulhas, assim como equipamentos de redução de emissão de poluentes (p.ex., conversores catalíticos) que sigam o mesmo padrão dos automóveis de passeio — o que, no caso dos veículos comercializados no Brasil, fica implícito pelas determinações do Conama (2009). No que tange ao uso de veículos fora-de-estrada, a instituição foca sua atividade na regulamentação do uso destes veículos em áreas públicas

⁴¹ Fotografado no condado de Kern, Califórnia, Estados Unidos. Obtido de en.wikipedia.org/wiki/File:Motorcycle-Forest-Damage.jpg em 7 de novembro de 2011.

de preservação ambiental; contudo, da sua classificação do impacto ambiental de veículos fora-de-estrada, pode-se depreender também uma orientação geral para seu uso nas circunstâncias em que ele é permitido; assim, entendem-se corroboradas as práticas advogadas por Gaiotto (2000) e Land Rover (2011a) para a minimização do impacto do uso desta classe de veículos sobre o ambiente natural.

Tread Lightly (2011) reforça a recomendação defendida pelo Sierra Club (2011) e implícita nas orientações da Land Rover (2011a) de que percursos no fora-de-estrada sejam restritos a áreas designadas para tal fim. Defende que, quando forem encontrados obstáculos em um percurso, se dirija, sempre que possível, por sobre eles e não ao seu redor; o intuito desta prática é evitar o alargamento da trilha em detrimento da cobertura natural do solo. Ademais, é necessário especial cuidado com a posição do diferencial, que costuma ficar parcialmente exposto abaixo do eixo e por sob a carroceria⁴²; é, portanto, o primeiro componente a ser atingido por objetos como galhos e pedras por sobre os quais o veículo passe. Danos ao diferencial causam prejuízo imediato à performance do utilitário e podem ocasionar o vazamento do lubrificante interno, contaminando assim o solo. Por fim, Gaiotto (2000) e Tread Lightly (2011) defendem a lavagem do veículo antes e após percursos no fora-de-estrada, para eliminar resíduos como areia e lama, que podem danificar a longo prazo componentes estruturais do veículo, e para evitar que o veículo sirva como vetor de propagação de espécies exóticas.

2.7. Componentes de veículos automotores e influências sobre o package

A presença de tração nas quatro rodas ou 4x4 é uma característica definidora de veículos utilitários. A existência de quatro pontos de tração, frente aos dois existentes em um automóvel de tração dianteira ou traseira, reduz a possibilidade

⁴² Isto é tido como inevitável no atual estado-da-arte dos componentes de propulsão e transmissão, dados o alinhamento entre diferencial e eixo e o diâmetro consideravelmente maior do primeiro.

de perda de tração em situações de baixa aderência, como em terreno úmido, lama ou areia. Isto representa um benefício funcional, pois reduz-se assim a probabilidade de imobilização do veículo em terrenos acidentados, e também uma vantagem do ponto de vista da conservação do terreno, pois o giro em falso de uma roda que perde tração induz o arrancamento da camada superficial do solo (GAIOTTO, 2000).

Os primeiros utilitários, como o Jeep CJ e o Land Rover Series I, eram comumente propelidos por motores a gasolina; enquanto as sucessivas gerações de produtos derivados do Jeep continuaram esta tendência, o Land Rover e outros utilitários surgidos nas décadas seguintes passaram a ser equipados com motores a diesel; o motor a diesel, embora ofereça menor potência específica, produz maior torque em baixas rotações, o que proporciona melhor arranque em terrenos íngremes e sob carregamentos elevados. Utilitários esportivos, porém, tendem a ser equipados com propulsão a gasolina, o que também revela a preferência de seu uso em meio urbano, dada a maior potência e menores níveis de ruído e vibrações comumente produzidos por motores deste tipo. Como em veículos de passeio urbanos, o motor é tipicamente posicionado na parte dianteira do veículo.

Diversos modelos de utilitários propriamente ditos possuem, em adição à caixa de câmbio regular, uma segunda caixa, chamada *de transferência*. Normalmente, ela permite a seleção de duas velocidades, uma para o uso em condições normais no trânsito urbano e rodoviário e outra, chamada de reduzida, capaz de proporcionar melhor arranque em terrenos acidentados. Tipicamente, estes modelos possuem transmissão manual, devido à importância de uso do freio-motor (a resistência ao movimento oferecida pelo conjunto mecânico quando o veículo se movimenta mais rápido do que o condizente com a velocidade de rotação do motor e a relação de transmissão selecionada); a transmissão automática, por possuir um conversor de torque que transmite o movimento por meio de um fluido e não por acoplamento mecânico, tem reduzida capacidade de providenciar força nestas condições.

O sistema de tração nas quatro rodas requer pelo menos dois diferenciais, um em cada eixo, para distribuir o torque do motor entre as rodas de cada eixo. Em

alguns modelos, existe um equipamento denominado roda-livre, que desliga a conexão mecânica entre a transmissão e um dos eixos, normalmente o dianteiro. Isto beneficia o uso do veículo em ruas e estradas, reduzindo o desgaste dos componentes mecânicos resultante da distribuição igual e constante do torque entre os eixos dianteiro e traseiro (GAIOTTO, 2002). Em alguns veículos, a seleção da roda-livre é feita manualmente, mediante o acionamento de uma chaveta em cada roda dianteira; em outros, há um botão giratório no console central, que seleciona também o acionamento da marcha reduzida. Para dispensar a roda-livre, outros veículos possuem um terceiro diferencial, denominado *central*, que varia a distribuição do torque entre os eixos.



Figura 12. Esquerda: Acionamento manual da roda-livre por chaveta no cubo da roda. Direita: Acionamento automático da roda-livre e da caixa de transferência por botão no console central⁴³.

Os diferenciais de utilitários tem também características específicas. O diferencial de um veículo de passeio é capaz de variar ilimitadamente o torque enviado para cada roda, por exemplo, em uma curva: isto evita o arrastamento de uma das rodas, pois elas giram em velocidades diferentes. No uso fora-de-estrada, isto gera uma complicação: caso uma roda perca contato com o solo, o que pode ocorrer com certa frequência em terreno acidentado, este diferencial passaria a transferir todo o torque da roda que está em contato com o solo para a roda suspensa, imobilizando o veículo. Para evitar este tipo de condição, existem duas abordagens principais: uma é a configuração de um diferencial com bloqueio, que acopla os dois eixos mediante a seleção por meio de um botão no console central. A outra diz respeito a construções de diferenciais mais sofisticados, denominados de escorregamento limitado (*limited slip differential* ou LSD), capazes de limitar a

⁴³ Fontes (respectivamente): Hartmann, *apud* Gaiotto (2002); Ford do Brasil, *apud* Gaiotto (2002).

variação do torque enviado para cada roda; para este fim, existem acoplamentos mecânicos (como o diferencial denominado Torsen) ou viscosos, e ainda, mais recentemente, sistemas com assistência eletrônica.

2.8. Contato com indústria automotiva

O desenvolvimento deste Trabalho de Conclusão foi pautado pelo contato com a montadora Agrale, produtora de um veículo utilitário, o Marruá. A existência desta linha, reconhecida por parte de fontes especializadas como um produto de alto desempenho no setor (ver análise na seção 3.3) e a possibilidade de cooperação com uma grande indústria local induziram o contato.

Sediada em Caxias do Sul, a Agrale foi fundada em 1962 com o propósito de produzir implementos agrícolas. Seu primeiro produto foi um microtrator de duas rodas, do qual foi derivado, em 1968, um microtrator de quatro rodas. A empresa ampliou seu portfólio e efetuou diversas parcerias com outros fabricantes nas décadas seguintes, iniciando a produção de caminhões em 1982, de motocicletas em 1983, de tratores pesados em 1988 e de chassis para microônibus em 1998. Em 2004, a empresa ingressa no segmento de veículos utilitários com o modelo Marruá. Atualmente, a Agrale conta com três unidades de produção no Brasil e uma na Argentina (AGRALE, 2011).

O diálogo com a empresa procurou estabelecer a possibilidade de visitas à unidade de produção e ao departamento de design da empresa. Devido a restrições de tempo e à natureza do módulo I do TCC, o corpo desta cooperação foi deslocado para coincidir com a realização do módulo II. Contudo, os contatos iniciais com a empresa apontaram duas direções importantes para o desenvolvimento da pesquisa e do projeto. Primeiro, foi indicada a oportunidade de readequação do escopo do trabalho para o desenvolvimento conceitual de uma nova geração do modelo Marruá; o modelo atual é derivado de um projeto da década de 1980, o Engesa EE-4, que foi adquirido pela Agrale após a falência da empresa que o produzia.

Segundo, a pesquisa do mercado indicou que o produto atual tem maior alcance no mercado de veículos militares (cf. BASTOS, 2003a e 2003b); suas vendas para o público civil, contudo, são equivalentes a menos de um centésimo das vendas alcançadas pelo utilitário e pelo *crossover* mais populares, a Chevrolet S10 e o Ford EcoSport, respectivamente (ver Apêndice 01Anexo 02). No entanto, isto se deve, ao menos em parte, à reduzida penetração da empresa no mercado brasileiro se comparada às grandes montadoras. Sob estas condições, percebeu-se a oportunidade de desenvolvimento do projeto para maior penetração do produto junto ao público-alvo inicialmente definido.

3. ANÁLISE DE PRODUTOS SIMILARES

3.1. Introdução

Para aprofundar a compreensão dos veículos utilitários hoje disponíveis e as formas como atendem às necessidades de seus usuários, foram selecionados para análise sete produtos. À exceção de um deles, o Mercedes-Benz Unimog, todos são comercializados no mercado brasileiro. A análise foi centrada nos utilitários propriamente ditos, sendo estes representados por quatro produtos; em adição, foram selecionados uma picape média, a Nissan Frontier, um utilitário esportivo de luxo, o Range Rover, e um veículo multiuso, o Mercedes-Benz Unimog. A seleção de um picape se deve à oportunidade de analisar a carroceria dotada de caçamba e sua influência na capacidade fora-de-estrada e no atendimento às necessidades funcionais dos usuários dos dois públicos-alvo principais. A seleção do Range Rover e do Unimog serviu para contextualizar extremos de acabamento, conforto interno e desempenho próximos aos de um veículo de passeio, de um lado, e de capacidade fora-de-estrada e de carga, no outro, de forma a melhor compreender a relação entre os parâmetros de projeto e o equilíbrio entre estas características funcionais e emocionais. Dos produtos analisados, três (o Agrale Marruá, o Troller T4 e a Nissan Frontier) são produzidos no Brasil; os demais são produzidos na Inglaterra (os dois modelos da Land Rover), na Alemanha (o Unimog) e nos Estados Unidos (o Wrangler).

As observações presenciais foram realizadas pelo autor; deve-se considerar que os apontamentos sobre a adequação ergonômica são afetados pela sua altura, que é de um 1,96m e fica, portanto, fora do percentil 95% para a população brasileira⁴⁴. Algumas observações são baseadas, portanto, em suas inferências sobre as dimensões do interior de cada veículo e a sua acomodação de ocupantes

⁴⁴ Na falta de tabelas antropométricas unificadas para a população do País, infere-se esta informação a partir das tabelas antropométricas da norma alemã DIN 33402 (DIN, 1981, *apud* IIDA, 2005) e da indicação de Guimarães e Biasoli (2002) sobre a proximidade dos valores das tabelas antropométricas referentes à população americana (PANERO & ZELNIK, 1983) com os valores observados em levantamentos realizados com amostras nos estados do Rio Grande do Sul e Rio de Janeiro.

de altura inferior ou igual à do percentil 95% — 184,1 cm para homens (DIN, 1981 apud IIDA, 2005).

3.2. Land Rover Defender

O produto foi lançado em 1983 como evolução do projeto do Land Rover Series I, de 1948; foi vendido inicialmente sob as denominações de Land Rover Ninety e One Ten; os modelos ganharam o nome unificado de Defender em 1990. As especificações técnicas deste produto estão listadas no Apêndice 05.



Figura 13: O Land Rover Defender⁴⁵.

3.2.1. Avaliação especializada

O veículo é descrito pela imprensa especializada (CLAUSET, 1999a; ENGLISH, 2010) como extremamente capaz no fora-de-estrada, embora com baixo conforto interno, em decorrência de falhas projetuais como “a ignição [...] à esquerda na coluna do volante, e o pedal de embreagem [...] junto da parede lateral, sem espaço para acomodar o pé esquerdo” (CLAUSET, 1999a), bem como saídas de ar-condicionado e aquecimento mal-posicionadas (ENGLISH, 2010). Clauzet também critica o alto custo de compra e manutenção do utilitário. Segundo ele, o interior rústico e a configuração de direção e suspensão indicam a prioridade

⁴⁵ Fonte: Land Rover (2010).

dada ao uso do veículo no fora-de-estrada, posto que “o Defender não se dá bem na cidade: é difícil de estacionar, desconfortável e barulhento” e que “fazer uma simples conversão [...] é um tormento”. Outras decisões projetuais, como o uso de alumínio na construção da carroceria, mais leve e resistente à corrosão do que similares em aço, são consideradas adequadas pelo mesmo autor.



Figura 14: Interior do Land Rover Defender⁴⁶.

Similarmente, em um levantamento com proprietários do Land Rover, Ramos (2005) indica que o veículo é usado preferencialmente pelo público praticante de atividades fora-de-estrada, e não na cidade, e que o proprietário precisa tomar cuidados com o Defender para tirar proveito da robustez de sua construção e evitar as despesas com manutenção apontadas por Clauset. English (2010) relata que a melhor economia de combustível obtida com o Defender foi de 9,45 km/l⁴⁷.

3.2.2. Observação *in situ*

Avaliação de um Land Rover Defender 90, realizada em 17 de novembro de 2011. Não foi possível conduzir o veículo, por estar o mesmo passando por manutenção na ocasião da sua observação.

⁴⁶ Fonte: www.topgear.com/uk/land-rover/90-defender/gallery. Acessado em 18 de outubro de 2011.

⁴⁷ 26,7 milhas por galão imperial, no original

O interior do veículo tem construção e acabamento simples. As chapas metálicas da carroceria, pintadas, são aparentes, pois não há forração interna; esta característica transmite uma sensação de rusticidade ao interior, o que condiz com a proposta do veículo, e evita maiores danos ao acabamento em caso de ingresso de água na cabine, como poderia acontecer no caso de uma travessia de curso d'água; ademais, é possível lavar o interior mediante o uso de uma mangueira, o que ocorreu durante a observação. O veículo observado, da versão Hard Top, dispõe de dois assentos frontais convencionais e quatro traseiros, escamoteáveis, posicionados aos pares e transversalmente em relação aos frontais. Esta solução restringe, por questões de conforto e segurança (note-se a falta de proteção gerada por este layout em caso de colisão), o uso dos assentos a transportes breves e em baixas velocidades, mas permite a rápida modificação da parte traseira para o transporte de passageiros para o de carga.

O painel do veículo avaliado — do ano-modelo 2000, produzido no Brasil, semelhante ao avaliado por Clauset (1999a) — difere do encontrado na linha atual, sendo muito similar ao dos Land Rover Series 1 originais, dos quais o Defender é uma evolução. O espaço para a cabeça é bom, mas os assentos dianteiros são posicionados de forma que haja pouco espaço entre o ombro do ocupante e a porta. O fluxo da ventilação providenciada pelo ar-condicionado é prejudicado pela posição das saídas do ar-condicionado, na altura dos joelhos dos ocupantes. Há duas entradas de ar auxiliares, cada qual operada por uma alavanca (situada no painel, na frente de cada um dos ocupantes dos assentos frontais) que abre uma aba na base do pára-brisa.

A posição de dirigir é similar à dos demais similares no que diz respeito à altura e visibilidade da via. É comprometida, contudo, por falhas ergonômicas: há pouco espaço para os pés, os pedais são posicionados de tal forma que o condutor se veja obrigado a girar o quadril para usá-los e a alavanca do freio de estacionamento, situada sob o lado direito do assento do motorista, restringe ainda mais a movimentação das pernas do motorista. Para o passageiro dianteiro, afora a falta de espaço para o ombro direito, a posição é comparativamente confortável, não estando de forma geral em desvantagem em relação aos outros

similares. A visibilidade lateral e traseira é adequada e a ampla área envidraçada faz o interior bem-iluminado.

3.3. Agrale Marruá

Produzido em Caxias do Sul, o Marruá foi lançado em 2003 e desenvolvido a partir de extensas modificações sobre o projeto do modelo Engesa EE-12, “que já se encontrava fora do mercado desde o início dos anos 90 e que foi um veículo muito elogiado por seus usuários, civis e militares” (Bastos, 2003). O mesmo autor indica o lançamento deste modelo como indicativo de uma renascença da indústria brasileira de defesa, tendo várias unidades do veículo sido exportadas para países vizinhos e mesmo para as forças armadas de países como Angola e Jordânia. As especificações técnicas deste produto estão listadas no Apêndice 06.



Figura 15. Linha Agrale Marruá. Fonte: Agrale⁴⁸.

3.3.1. Avaliação especializada

A literatura crítica produzida sobre o Agrale Marruá é escassa em comparação com os demais similares e é focada, em sua maior parte, na avaliação das versões militares originais do veículo. Segundo Bastos (2003), o Agrale Marruá “foi inteiramente desenvolvido [como] um jipe militar que terá uma versão civil”, característica na qual ele difere da maioria dos seus similares atuais, mas de forma análoga a alguns de seus precursores, como o Jeep Willys. A gênese do projeto do Marruá como um veículo primordialmente militar se faz perceber em diversos aspectos. O produto representa, possivelmente, a alternativa com maiores capacidades fora-de-estrada em sua categoria (distinção necessária para destacar

⁴⁸ Obtido de www.agrale.com.br (site institucional). Acesso em 25 de novembro de 2011.

as limitações na comparação técnica com o Mercedes-Benz Unimog, por exemplo, que configura alternativa completamente distinta em dimensionamento e configuração mecânica), mesmo com mecânica comparativamente simples; a ausência de uma caixa de redução não o impede de “vencer obstáculos de grande dificuldade” (CARRO & CIA, s.d.). Segundo Tommasiello, as vantagens do veículo no fora-de-estrada não implicam em concessões severas em relação a seus concorrentes próximos (Troller T4 e Land Rover Defender, principalmente) no que diz respeito ao conforto em percursos acidentados e mesmo no asfalto. A suspensão foi particularmente elogiada, ganhando, em certa instância, o apelido de “Landau⁴⁹ das trilhas” (TOMMASIELLO, 2004), pelo conforto proporcionado “na medida do possível para um veículo como esse” (id.).

O detalhamento técnico descende diretamente do Engesa. Grosso modo, a carroceria e os sistemas mecânicos são praticamente idênticos (salvo, no último caso, o motor, originalmente produzido pela General Motors e movido a gasolina, e que foi substituído primeiramente por uma unidade MWM e, em 2011, por um motor Cummins, ambas a diesel).



Figura 16. Versão militar do Agrale Marruá⁵⁰.

O veículo é indicado como uma substancial evolução em relação ao Engesa original, sendo “maior, mais potente e mais adequado ao perfil militar moderno,

⁴⁹ Referência ao Ford Galaxie/Landau, sedã produzido pela Ford no Brasil de 1967 a 1983.

⁵⁰ Agrale, em picasaweb.google.com/agralesas. Acessado em 10 de novembro de 2011.

sem perder a simplicidade e a objetividade exigida pelos padrões do Exército brasileiro” (CARRO & CIA, s.d.). O interior do veículo é indicado como sendo simples, com poucos instrumentos, mas “a ergonomia pode ser dita boa[,] assim como a visualização dos instrumentos” (id.).

3.4. Troller T4

Sediada no estado do Ceará, a Troller lançou o T4, inicialmente denominado RF Sport, no ano de 1997; a nomenclatura atual data de 2001. O modelo vendido atualmente é resultado de diversas alterações feitas ao projeto desde então: o motor, inicialmente a gasolina e fornecido pela Volkswagen, foi substituído por um MWM turbodiesel de 2,8 litros e, por fim, pelo atual MWM de 3 litros, o que resultou em ganhos de potência e torque. O interior também foi modificado em grande parte, tendo sido desenvolvido em sua origem com componentes da Volkswagen, que foram substituídos por outros fornecidos pela Ford, particularmente depois que esta adquiriu a Troller em 2007. A empresa também refinou a mecânica do veículo com base em extensa experiência em competições fora-de-estrada, entre as quais se destacam os ralis Paris-Dakar e dos Sertões e a Copa Troller, patrocinada pelo próprio fabricante⁵¹.

As especificações técnicas deste produto estão listadas no Apêndice 07.

⁵¹ Fonte: www.troller.com.br. Acessado em 2 de novembro de 2011.



Figura 17. Troller T4⁵².

3.4.1. Avaliação especializada

Campo Grande (2007a) descreve o veículo, concebido como “[...] uma opção aos bugues que rodam pelas dunas da região [Nordeste]” (Campo Grande, 2007a), como sendo de condução prazerosa e reações rápidas às correções do motorista, fruto do ajuste de motor, transmissão e direção, e dotado de bons ângulos de ataque e saída; contudo, indica que o conforto ao rodas prejudicado pela suspensão,

[...] um pouco dura, fazendo o jipe pular ao passar por irregularidades [...] Mas o mais grave para quem está em uma trilha é o curso curto da suspensão, que deixou o T4 pendurado em duas rodas e com dificuldades para tracionar, quando [colocado] entre duas elevações da pista. Nos trechos inclinados, o T4 foi muito bem, assim como na descida de rampas, em que a relação reduzida segurou o jipe com firmeza. (CAMPO GRANDE, 2007a)

Esta posição reforça a avaliação de Clauset (1999b) sobre o modelo em seus primeiros anos de produção, que indicou que “[o Troller] joga para os lados e, por vezes, parece que vai escapar do controle [...] Para o dia-a-dia, é cansativo demais”. Por outro lado, podem ser observados no carro certos cuidados ergonômicos e construtivos, como o isolamento térmico, comparado favoravelmente ao do Jeep Wrangler (um veículo mais caro), o acesso ao interior, particularmente aos assentos traseiros (embora estes ofereçam espaço mais

⁵² Fonte: carroonline.terra.com.br/index.asp?codc=1822. Acessado em 20 de outubro de 2011.

exíguo do que os do produto de Jeep) e o acabamento interno de forma geral. (id.). Já Goto (2006) indica a presença de certas falhas projetuais:

A direção tem um pouco de folga, os engates da alavanca de câmbio são duros, assim como os pedais do freio e da embreagem, e, ao manobrar bruscamente, o cotovelo esquerdo esbarra na porta. Sem falar da dificuldade de estacionar um carro com 3,94 metros de comprimento, 1,74 m de largura e 1,88 m de altura, e pouquíssima visão traseira [...] (GOTO, 2006).

3.5. Jeep Wrangler

Derivado do projeto do Jeep original, projetado para o Exército dos Estados Unidos na Segunda Guerra Mundial e que, por si, passou por sucessivas revisões desde 1941, o Wrangler foi lançado em 1987, tendo sido importado para o Brasil de 1997 a 2001. Sua venda no país foi retomada em 2007 (CAMPO GRANDE, 2007a), ano em que o modelo passou por um extenso redesign, passando a ser montado sobre uma nova plataforma. As especificações técnicas deste produto estão listadas no Apêndice 08.



Figura 18. Vista explodida do Jeep Wrangler. Destaque para o teto rígido removível em três módulos (Fonte: JEEP, 2011).

3.5.1. Avaliação especializada

A geração mais recente do Wrangler é caracterizada por um comportamento mais adequado para o uso na cidade e em estradas pavimentadas do que os modelos que o antecederam, “[deixando] de ser um jipe, na mais pura acepção da palavra, para se tornar um confortável crossover” (CAMPO GRANDE, 2007a), com espaço interno, comportamento dinâmico, equipamentos de segurança e conforto — como airbags, controle de estabilidade e sistema antitravamento dos freios (ABS), além de “[a]r-condicionado, travamento das portas, um bom sistema de som com tweeters à frente e alto-falantes na barra do teto, belo e completo painel que inclui computador de bordo, cruise control e transmissão automática de quatro velocidades” (DE SOUZA, 2008) — e acabamento interno mais próximos aos de um automóvel de passeio e “inimagináveis para os militares aliados que dirigiam o robusto, mas tosco jipe pioneiro” (id.).



Figura 19. Jeep Wrangler⁵³.

Este reposicionamento do produto é reforçado na comparação realizada com o Troller T4, com um nível de conforto considerado “muito superior” (id.), sendo a sua suspensão mais capaz de absorver as imperfeições do solo — contudo, não se pode afirmar de imediato que esta nova configuração induziu grande perda da

⁵³ Fonte: www.jeep.com/en/2012/wrangler/gallery. Acessado em 13 de novembro de 2011.

capacidade fora-de-estrada do modelo: na avaliação de Campo Grande (2007a), a suspensão mais macia deixou o Wrangler em vantagem inclusive em certas situações no fora-de-estrada; embora os ângulos de ataque e saída sejam menores do que os do Troller, o curso e a maciez superiores da suspensão facilitaram ao veículo a manutenção da tração em terrenos acidentados. De Souza (2008) também avalia positivamente a capacidade do Wrangler de enfrentar terrenos acidentados, embora considere, em contraste com Campo Grande (2007a), que o ajuste da suspensão torne o veículo desconfortável no asfalto e que a potência do motor seja insuficiente para seu uso na estrada, “o que em parte pode ser creditado a seu design antiaerodinâmico” (DE SOUZA, 2008). Pesam contra o veículo a opção pelo câmbio automático, que não permite o uso do freio-motor em descidas íngremes — “deixando o Jeep ganhar velocidade, mesmo com a reduzida acionada” (CAMPO GRANDE, 2007a) —, e os ângulos de entrada e saída relativamente reduzidos: 36° e 29,8° para o modelo avaliado pelo mesmo autor.

O Wrangler conta, entretanto, com uma solução peculiar para obter melhor performance fora-de-estrada: por meio de um comando no console central, é capaz de desconectar as barras estabilizadoras em ambos os eixos; isto aumenta o curso da suspensão, o que é desejável em percursos muito acidentados. Como a desconexão das barras produz um efeito negativo sobre a estabilidade do veículo, particularmente em curvas de alta velocidade, ela é realizada de forma eletrônica e só é possível em velocidades abaixo de 18 km/h; caso o veículo ultrapasse essa velocidade, as barras são reconectadas automaticamente (JEEP, 2011). Segundo De Souza (2008), além da aparência externa, o veículo apresenta algumas soluções no seu *package* que deixam transparecer a vertente utilitária do produto que o originou, o Willys Jeep:

É possível desmontá-lo — no muque e eventualmente usando ferramentas — e deixá-lo sem capota (ou com capota de lona), sem portas e com o pára-brisa baixado sobre o capô do motor. São operações complicadas; somente para ensinar a usar a capota flexível o manual de instruções gasta 15 páginas e 56 ilustrações. O livreto também recomenda não baixar o pára-brisa para uso em velocidades mais altas que 16 km/h (ou seja, quase nunca). São charmes úteis para quem pretende manter o Wrangler num sítio, com tempo para “personalizar” cada passeio (DE SOUZA, 2008).

Segundo Campo Grande (2007a), contudo, o teto permite o ingresso de calor externo e carece, portanto, de melhor isolamento térmico; o acesso aos assentos traseiros é complicado — De Souza (2008) critica o acesso ao interior também para os passageiros da frente, apontando como causa a falta de uma “alça rígida para ajudar no embarque” —, embora o espaço para os passageiros seja tido como bom.

3.5.2. Notas de teste de direção

O veículo foi avaliado por meio de teste de direção em 10 de novembro de 2011.

A entrada para os assentos dianteiros é mediana, pois é preciso subir na soleira da porta e se abaixar para passar pela porta (cabe apontar que isto se deve em parte à altura do testador, de 1,96m). A saída, contudo, é relativamente fácil. O espaço para entrada e saída nos bancos traseiros é pequeno; a saída é particularmente difícil, sendo o espaço exíguo mesmo para pessoas de menor estatura. A porta fecha com pouco ruído, mas é preciso batê-la com certa força.

O espaço interno permite acomodar com certo conforto quatro pessoas de mais de 1,80m de altura. Não falta espaço nos bancos dianteiros, mesmo para um ocupante de 1,96m de altura. Porém, foi preciso avançá-los alguns centímetros para obter espaço suficiente para as pernas de eventuais ocupantes dos bancos traseiros. Os bancos dianteiros têm firmeza adequada e ótimo suporte para a coluna lombar, mas o apoio para a coluna torácica é insuficiente. O assento tem bom suporte, embora seja ligeiramente curto, o que tende a provocar cansaço nas pernas em viagens mais longas.

O espaço para a cabeça é bom e praticamente igual em todos os assentos; quando o assento dianteiro está regulado para a máxima distância do painel, recuar a cabeça até o encosto dianteiro ocasiona o impacto da cabeça contra a barra transversal de ancoragem do teto removível. Pela combinação entre posição do banco e distância entre encosto de cabeça e a barra mencionada, é provável que esta condição represente um inconveniente apenas para ocupantes de mais de 1,90m de altura. Os bancos traseiros são posicionados de maneira peculiar, sobre o eixo traseiro; com efeito, eles são emoldurados pelas paredes

das caixas de roda traseiras, que formam uma superfície ligeiramente elevada em relação ao assento. Isto implica que a largura dos assentos é pequena em proporção à largura interna total; devido a esta característica, o assento acomoda dois adultos confortavelmente (o espaço para os ombros é particularmente generoso), mas é insuficiente para três pessoas.

O acabamento, de modo geral, é bom. O interior é acabado em preto, cinza e, em algumas partes, em branco; o tecido que reveste os bancos tem padronagem sóbria. O painel de instrumentos, inteiramente revisado para a linha 2011, é moderno e bem-acabado, embora a maior parte das superfícies seja composta de plástico rígido. Os comandos do ar-condicionado são um pouco baixos; poderiam estar mais próximos do condutor. Os botões, no entanto, são grandes e fáceis de localizar, ler e operar. O acionamento dos comandos é macio e providencia bom *feedback* tátil. Os comandos do volante não são muito intuitivos, particularmente os do som, que ficam na parte traseira do volante. As saídas do ar-condicionado são relativamente pequenas, mas o sistema refrigera o carro com facilidade. As saídas de ar circulares são fáceis de fechar e abrir e não oferecem resistência ao giro que se faz para direcionar o fluxo de ar (em contraste com as saídas de ar com esta configuração presentes em diversos modelos, particularmente automóveis populares, testados pelo autor; com freqüência, elas geram forte atrito interno — que dificulta o seu uso — e até rangidos). O volante, com acabamento em couro, é relativamente pequeno, mas tem boa pega e raios bem-posicionados, que não atrapalham o seu manuseio. O acabamento das caixas de roda é composto por um feltro de textura um tanto áspera, que destoa da qualidade geral dos materiais da cabine.

A posição de dirigir é boa e traz a sensação de “comando da via” que é atribuída a jipes e SUVs. A visibilidade dianteira é boa, exceto pelo fato de que não se vê muito bem o término dos pára-lamas, o que rouba o motorista de uma referência visual do espaço que o carro ocupa na faixa. O mesmo não acontece com a extremidade do capô, prontamente visível devido ao fato de este ser reto e praticamente horizontal. Contudo, a visibilidade lateral é prejudicada pelo corte reto dos vidros dianteiros, com o qual a linha de visão de uma pessoa de mais de

1,85m de altura coincide. Os retrovisores externos são grandes e proporcionam boa visão traseira; sua regulagem é elétrica, o que se revela bastante prático em função da largura do interior, que deixa o retrovisor direito um tanto quanto distante do motorista; já o retrovisor central é praticamente inutilizado, porque o posicionamento dos encostos de cabeça do assento traseiro obstrui a visão.

De modo geral, é fácil se acostumar com o veículo e conduzi-lo; não há complicações em usar o veículo no tráfego urbano, mesmo entre os carros geralmente mais baixos, até porque a largura e o comprimento do carro pouco diferem das de um hatchback médio. A direção é muito macia e desmultiplicada, o que gera estranhamento para quem está acostumado a dirigir um carro de passeio. Juntamente com a presença da transmissão automática, reforça a sensação de conforto ao dirigir, em detrimento de parte da agilidade de um veículo menor. A suspensão, contudo, é um tanto rígida e transmite vibrações e impactos para a cabine. O posicionamento dos pedais traz um inconveniente; há uma distância considerável, no sentido da profundidade, entre os pedais do acelerador e do freio: é preciso recuar consideravelmente o pé para tirar o pé do acelerador e passar ao freio, o que pode retardar uma frenagem de emergência.

O motor tem potência e torque adequados para deslocar o veículo. O isolamento acústico é muito bom; é preciso acelerar com alguma força para ouvir nitidamente o ruído do motor. O câmbio automático é configurado de forma que há um pequeno atraso entre a ação do motorista e o *kick-down*⁵⁴; é preciso pisar fundo no acelerador para reduzir a marcha. O conjunto de motor e transmissão foi alterado para a linha 2012, indisponível para teste no momento da avaliação; a potência máxima passou de 199 para 285 cavalos e a transmissão de quatro velocidades foi substituída por um modelo de cinco.⁵⁵

⁵⁴ Procedimento presente em transmissões automáticas; a transmissão efetua uma redução de marcha quando o motorista pisa fundo no acelerador, para que o veículo acelere mais rapidamente em uma ultrapassagem, por exemplo.

⁵⁵ GANZ, Andrew. **Jeep shoehorns 285-horsepower V6 into Wrangler for 2012**. Left Lane [site de notícias automotivas], 21 ago 2011. Acessado em www.leftlanenews.com/jeep-wrangler.html em 11 de novembro de 2011.

O espaço para a bagagem é muito pequeno; para carregar mais do que duas malas pequenas, é preciso rebater os bancos traseiros. O uso do carro como veículo de trabalho, portanto, tem alguns condicionantes. O acabamento interno, próximo ao de um veículo mais sofisticado, torna o veículo uma opção pouco adequada a produtores rurais que desejem transportar sua produção para um fornecedor ou uma feira, por exemplo. Tal tipo de transporte também seria condicionado ao uso simultâneo exclusivo dos assentos dianteiros.

3.6. Land Rover Range Rover

Lançado em 1970, o produto se encontra em sua terceira geração (a segunda tendo sido lançada em 1995 e a atual, em 2003). Seu posicionamento foi modificado de geração a geração, passando de uma alternativa mais confortável, mas igualmente capaz no fora-de-estrada, ao Defender para um veículo de luxo, com motorização e acabamento interno equiparáveis ao de modelos de passeio de alto valor aquisitivo. Contudo, a Land Rover reafirma as capacidades do modelo no fora-de-estrada, anunciando-o como “o supremo utilitário 4x4 de luxo”.

As especificações técnicas deste produto estão listadas no Apêndice 09.



Figura 20. Land Rover Range Rover (LAND ROVER, 2011).

3.6.1. Avaliação especializada

Horrell (2009) e Grieco (2003) atestam o alto desempenho no fora-de-estrada que é anunciado pelo fabricante, mesmo em se tratando de um veículo com características dinâmicas de um carro de passeio de luxo. A avaliação de Horrell, em particular, indica que a capacidade de atravessar terrenos acidentados não sofre perda importante em comparação com os outros produtos similares. Segundo Toume (2010),

[...] Era difícil imaginar que um veículo tão luxuoso fosse capaz de superar obstáculos como um pequeno riacho com pedras soltas no fundo [...] ou “pirambeiras” com cerca de 45° de aclividade. Como estava equipado com pneus apropriados, o jipão não só deu conta de todas as dificuldades, como as tirou de letra.

Para Glucker (2010) e Leite (2010), o trunfo do modelo nos percursos fora-de-estrada está na presença do sistema eletrônico Terrain Response, que ajusta a resposta dos freios e do acelerador conforme cinco configurações de terreno (1. cidade ou estrada; 2. grama, cascalho ou neve; 3. lama; 4. areia; 5. subida em rochas), selecionadas mediante o acionamento de um botão giratório no painel.

Enquanto o exterior do veículo guarda maiores semelhanças com o modelo original, de 1970, o interior é comparável, em espaço, conforto, acabamento e equipamentos disponíveis, ao de um sedã grande de luxo (com efeito, a versão topo-de-linha do modelo, com o motor sobrealimentado por compressor, tem preço comparável ao de um carro deste segmento), com revestimento de bancos, portas e teto em couro e detalhes em metal, madeira e laca, além de itens de conforto disponíveis incluem: aquecimento do volante; aquecimento e refrigeração dos assentos; assentos traseiros reclináveis; cinco câmeras instaladas no veículo, que podem ser utilizadas para assistir não apenas o estacionamento, mas também a passagem por terrenos acidentados, além de uma sexta câmera, portátil, que pode ser carregada por um assistente ou “zequinha” (LEITE, 2010; ver seção 2.6.2.1); sistema de entretenimento com recepção para TV, DVD e videogames; e sistema de som com até dezenove alto-falantes.

Segundo Glucker (2010), a cabine é “extremamente acolhedora [...]”; a profusão de cores e texturas funciona surpreendentemente bem”. A visibilidade para o motorista é beneficiada pela posição de dirigir elevada e pela ampla área

envidraçada; o teto praticamente horizontal proporciona bom espaço para a cabeça em ambas as fileiras de assentos (GLUCKER, 2010) e o espaço interno, em geral, é bom para cinco ocupantes (CEREIJO, 2011).



Figura 21. Interior do Land Rover Range Rover (CEREIJO, 2011).

O interior conta com duas telas LCD. Uma delas compõe a totalidade do painel de instrumentos, que conta com indicadores específicos de acordo com a função selecionada no sistema Terrain Response. A visibilidade das informações é elogiada por Glucker (2010). A segunda tela se localiza no console central; é sensível ao toque e é capaz de exibir simultaneamente as informações do sistema de navegação por satélite e a imagem proveniente do sistema de entretenimento. Graças à construção de tela, o motorista vê somente o primeiro *display* e o passageiro, somente o segundo. Segundo Glucker (2010), embora cada display possua grande número de funções, sua utilização é intuitiva e requer pouco tempo de habituação. A transmissão automática é comandada por um botão giratório, em vez da tradicional alavanca.



Figura 22. Detalhe do console central, com botão de controle da transmissão no painel horizontal (LAND ROVER, 2011).

O veículo é definido, em especial nesta geração mais recente, por uma proposta deveras diferente dos demais similares analisados, orientada por uma ênfase no conforto interno e por um posicionamento como um veículo de luxo, embora, como as avaliações indicam, isto não se tenha dado às custas de uma perda substancial no desempenho fora-de-estrada. O veículo dispõe também de uma gama de acessórios opcionais (LAND ROVER, 2011) não observada nos demais similares, que vão desde itens de conforto como estribos retráteis para facilitar o acesso a equipamentos utilitários como barras especializadas para o reboque de cargas pesadas e sistemas para melhorar a tração na neve.

3.7. Nissan Frontier

A geração atual do modelo foi lançada no Brasil em 2007; inicialmente importada da Tailândia (CAMPO GRANDE, 2007b), passou a ser produzida no Brasil em 2009, essencialmente com as mesmas especificações (CAMPOS, 2009).

As especificações técnicas deste produto estão listadas no Apêndice 10.



Figura 23. Nissan Frontier⁵⁶.

3.7.1. Avaliação especializada

As análises da Frontier indicam que os comandos e o ambiente da cabine da picape proporcionam elevado nível de conforto aos ocupantes. Segundo Campos (2009), o modelo é o mais confortável na categoria das picapes médias, sem perda da sua destreza no meio fora-de-estrada nem da capacidade de carga. O posicionamento do produto contém uma dualidade, dado que “[para a Nissan], a maioria de seus clientes roda somente no asfalto, embora adorem um visual guerrilheiro” (CAMPO GRANDE, 2007b): a Frontier tem, então, a função de atender às necessidades utilitárias de parte do seu público-alvo, ao mesmo tempo que busca atrair outros consumidores com sua linguagem visual robusta.

⁵⁶ Fonte: www.nissan.com.br. Acessado em 19 de novembro de 2011.



Figura 24. Painel da Nissan Frontier⁵⁷.

Os equipamentos de conforto rivalizam em variedade com os de um carro de passeio, incluindo “bancos de couro, vidros elétricos nas quatro portas, CD player com capacidade para seis discos e ar-condicionado” (id.); o ajuste de direção leve contribui para a sensação de conforto do condutor. O acabamento e o espaço interno são considerados adequados, com assentos dianteiros ergonomicamente adequados e com estofamento de boa qualidade; os assentos traseiros, porém, são tidos por Campo Grande (2007b) como curtos, com inclinação insuficiente dos encostos.



Figura 25. Fileira dianteira de assentos⁵⁸.

⁵⁷ Fonte: Campo Grande (2007b).



Figura 26. Fileira traseira de assentos⁵⁹.

3.8. Mercedes-Benz Unimog

A origem deste produto remonta à Alemanha dos anos após a Segunda Guerra Mundial. Ele foi desenvolvido como uma opção de veículo de trabalho para os produtores agrícolas do país, ainda em recuperação dos efeitos da guerra. A primeira geração do produto foi lançada em 1948; a fabricante foi adquirida pelo conglomerado Daimler-Benz dois anos depois, o que levou a produto a ser vendido com a marca Mercedes-Benz a partir de 1953. A primeira geração foi produzida até 1980; a linha foi gradualmente renovada nas duas décadas seguintes.

A comparação com os demais similares demonstra que o Unimog apresenta um conceito e um *package* peculiares entre veículos utilitários; ele tem funcionalidades de um veículo todo-terreno (pode percorrer terrenos acidentados, mas é também passível de ser utilizado em vias pavimentadas, com uma velocidade máxima, nos modelos mais recentes, limitada eletronicamente a 90 km/h) e também de um trator (é dotado, inclusive, de tomadas de força para implementos agrícolas). A linha de produtos foi diversificada gradualmente; no

⁵⁸ Fonte: Campo Grande (2007b).

⁵⁹ Id.

presente, o Unimog é comercializado, por exemplo, como veículo de tração para linhas férreas, de resgate avançado e de combate a incêndios florestais, de transporte militar e de suporte técnico para companhias de eletricidade.



Figura 27. A família de produtos Unimog. Da direita para a esquerda: U20, U4000/5000, U300/400/500 (DAIMLER, 2011).

Os modelos atuais são, por força das novas funcionalidades adquiridas pelo produto, consideravelmente maiores do que o original (a análise de um exemplar da primeira iteração do projeto compõe o Apêndice 12). São oferecidas três linhas: U20, a mais compacta das três e comercializada primariamente para serviços municipais; UGN, composta pelos modelos U300, U400 e U500 e direcionada para o uso com implementos por serviços de infraestrutura; e UHN, composta pelos modelos U4000 e U5000, posicionada como alternativa para corpos de bombeiros, serviços de auxílio e resgate em catástrofes naturais e como veículos de expedição (PHILIPS, 2008). Além das tomadas de força disponíveis desde a concepção do veículo, os modelos atuais dispõem também, embora como opcional, de um sistema hidráulico central capaz de operar implementos hidráulicos. Atualmente, o Unimog não é comercializado no Brasil.

As especificações técnicas deste produto estão listadas no Apêndice 11.

3.8.1. Avaliação especializada

O fabricante afirma que o emprego dos eixos do tipo pórtico é um dos diferenciais construtivos do Unimog e uma das razões para sua elevada compatibilidade com o uso fora-de-estrada (DAIMLER, 2011). Este tipo de eixo é caracterizado pelo deslocamento do eixo motriz em relação ao centro da roda, possibilitado pelo uso de uma caixa de redução próxima a cada roda. Isto beneficia a capacidade fora-de-estrada do veículo de duas maneiras: primeiro, a caixa de redução aumenta a força de arranque; segundo, o deslocamento do eixo motriz é aproveitado para deslocar este para cima em relação ao centro da roda, o que aumenta o vão livre sob o veículo.

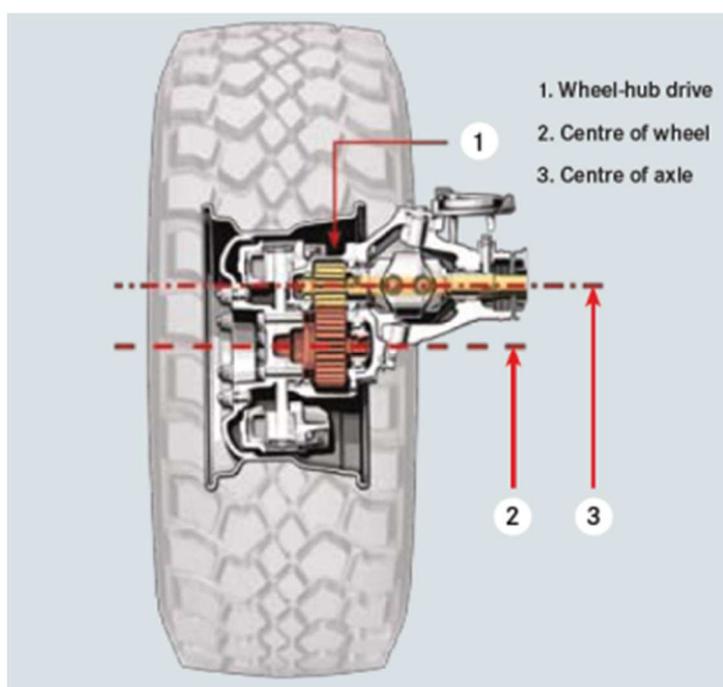


Figura 28. Corte transversal do conjunto de roda e eixo do tipo pórtico. Legenda: 1. Caixa de redução; 2. Eixo central da roda; 3. Centro do eixo motriz. Adaptado de Daimler (2011).

O veículo também dispõe de ajuste automatizado da pressão dos pneus, que é acionado por um seletor na cabine: o intento da presença desta regulagem é permitir a fácil adaptação ao terreno da pressão dos pneus — por exemplo, a redução da pressão dos quatro pneus é considerada desejável ao se transitar por terreno macio: reduzida a pressão, os pneus podem deformar em maior grau, deixando uma área maior em contato com o solo, o que reduz a pressão sobre este e, com isto, o afundamento do veículo no solo (DAIMLER, 2011).

A avaliação da imprensa especializada atesta o efeito que estas particularidades têm no desempenho do veículo. “Inegavelmente capaz no fora-de-estrada” (FORD, 2008), o veículo providencia uma experiência de direção diferenciada dos demais produtos analisados, devido a seu conjunto mecânico (WILLIAMS, 2005) e também a seu *package*: “sem um capô para bloquear a vista, a visibilidade é excelente, o que permite uma fácil linha de visão diante de cada pneu” (id.). No que se refere à ergonomia física, o nível de ruído e vibração no interior da cabine também é apontado como um ponto positivo (BARTON, 2006). Também é destacada a configuração do interior e a ergonomia cognitiva dos instrumentos:

A posição de comando da configuração *cab-forward*⁶⁰ permite ao condutor controlar com precisão onde colocar os pneus ou qualquer um dos múltiplos implementos do veículo [...] Os botões e informações são facilmente identificáveis, com a alavanca da transmissão e o seletor de marchas recaindo confortavelmente ao alcance da mão direita e os botões dos equipamentos, da iluminação e dos acessórios preenchendo um painel separado (WILLIAMS, 2005).

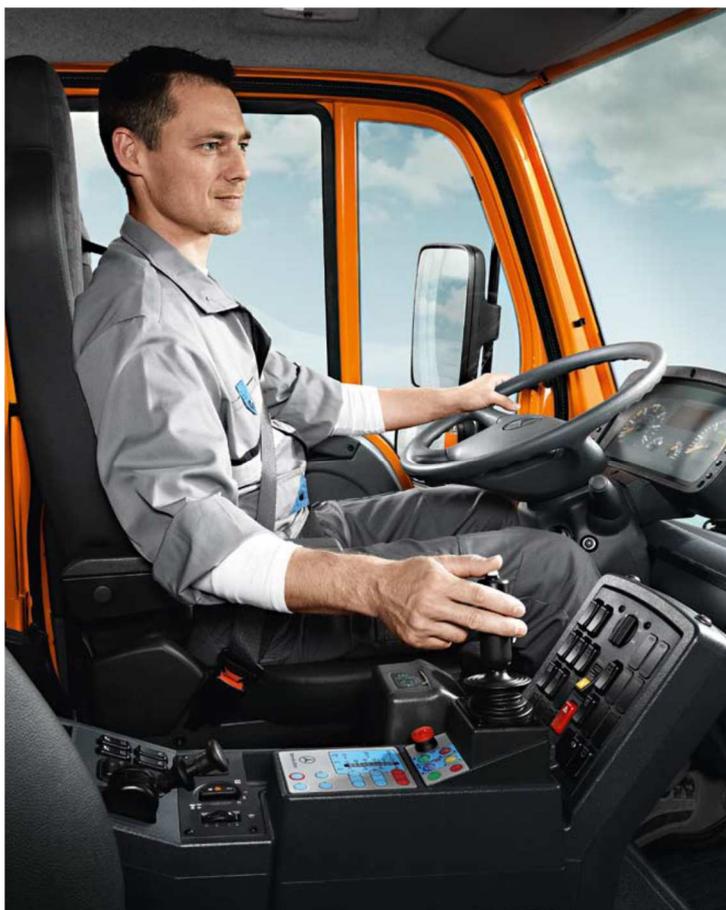


Figura 29. Interior da cabine de um Unimog U300/400/500 (Daimler, 2011).

⁶⁰ Configuração de carroceria que coloca o motorista em posição avançada, perto da extremidade frontal do veículo.

O produto ocupa um segmento de mercado fundamentalmente diferente dos demais similares analisados. É capaz de enfrentar condições mais hostis do que estes, além de possuir uma capacidade de carga muito superior à de qualquer outro produto analisado e de suportar o uso de implementos agrícolas. Contudo, deve-se notar que a linha está situada, também, em um segmento de mercado superior; seu preço é muito maior do que o dos demais produtos, por se tratar de um veículo de maiores dimensões e conjunto mecânico e equipamentos periféricos mais complexos⁶¹. Evidentemente, o veículo se situaria, caso fosse importado para o Brasil, fora do alcance financeiro de grande parte dos produtores agropecuários, haja vista aos limites dos valores permitidos pelas linhas de crédito concedidas pelo governo federal. Pode-se argumentar que o produto seria ainda menos acessível a praticantes de atividades fora-de-estrada que não sejam produtores agropecuários (o que, conforme as indicações dos questionários aplicados, abrange a maior parte deste grupo), posto que não têm acesso a tal modalidade de crédito. Porém, a situação do produto entre os similares analisados é justificada por sua qualidade como alternativa mais próxima, dentre eles, da capacidade utilitária oferecida por um trator sem que se prescindia por completo da possibilidade de uso em vias pavimentadas.

3.9. Avaliação comparativa

A conclusão da análise de similares se dá por meio da avaliação comparativa dos parâmetros técnicos levantados em referência a cada produto, contida na Tabela 6. No caso de produtos que dispõem de versões com especificações diferentes, foram utilizadas as especificações de uma única versão escolhida para análise, a fim de manter a consistência entre os dados. Sempre que possível, foram

⁶¹ Para fins de comparação, o Jeep Wrangler era comercializado no Brasil, em novembro de 2011, a partir de R\$ 99.900 e, nos Estados Unidos, na mesma versão, por US\$ 27.970 (fontes: www.jeep.com/en/2012/wrangler e www.jeep.com.br/modelos/WranglerSahara, páginas visitadas em 14 de novembro de 2011). Ao se usar a mesma proporção entre os preços do Wrangler (admitindo-se hipoteticamente, para este fim, câmbio, taxaço, custos logísticos e margens de lucro idênticos), para extrapolar o preço do Unimog U500 no mercado norte-americano, tem-se uma estimativa de preço básico de R\$ 386.000 — valor mais de três vezes superior aos demais similares analisados, sejam eles de fabricação nacional ou estrangeira, com exceção do Range Rover, que também ocupa uma posição distinta no mercado.

selecionadas versões com atributos similares, caso dos modelos Land Rover Defender, Agrale Marruá, Jeep Wrangler e Troller T4. Isto foi realizado com a intenção de aproximar as especificações avaliadas das características típicas dos veículos todo-terreno e, ao mesmo tempo, facilitar uma comparação consistente entre estes quatro modelos, que se encontram não que oferecia as especificações consideradas melhores de acordo com a relação entre cada uma e as necessidades dos usuários; esta versão é então tomada como referência em qualidade).

Algumas especificações (destacadas em azul) foram tomadas como referência com uma reserva, por implicarem em um desempenho fora da categoria desejada (caso dos números de potência e aceleração do Range Rover e da capacidade de carga do Unimog).

As versões escolhidas para a análise são descritas na Tabela 5.

Tabela 5. Discriminação das versões escolhidas para análise (fonte: autor).

Modelo	Versão selecionada
Land Rover Defender	90 Station Wagon (jipe de três portas)
Agrale Marruá	AM50 (jipe de três portas)
Jeep Wrangler	Sport (três portas)
Troller T4	(versão única)
Land Rover Range Rover	TDV8
Nissan Frontier	XE 4x4
Unimog	U500 405.201 175 kW

Finalmente, decidiu-se definir, com base nesta comparação, uma série de referências de dimensões e outras especificações, que auxiliarão na construção do conceito na seção 5. Estas especificações são dispostas na última coluna da Tabela 6.

Tabela 6. Análise comparativa dos similares e benchmarking (fonte: autor, com especificações compiladas a partir das fontes indicadas na análise de cada produto similar).

Parâmetro	Defender	Marruá	Troller	Wrangler	Range Rover	Frontier	Unimog	Referência
Carroceria								
Construção	Chassi	Chassi	Chassi	Chassi	Monobloco	Chassi	Chassi	Chassi
Material da carroceria	Alumínio	Aço	Fibra de vidro	Aço	Aço/alumínio	Aço	Aço	Aço
Material do chassi	Aço	Aço	Aço	Aço	—	Aço	Aço	Aço
Portas	3	2	3	3	5	4	2	2-3
Passageiros	4	5	5	4	5	5	3	4-5
Dimensões								
Comprimento (mm)	3.894	3.940	3.945	3.881	4.972	5.230	5.390	3.900-4.300
Altura (mm)	1.993	1.975	1.872	1.840	1.877	1.780	2.956	1.800-2.000
Largura (mm)	1.790	2.185 ⁶²	1.953	1.873	2.034	1.850	2.400	1.800-2.000
Entre-eixos (mm)	2.360	2.300	2.410	2.423	2.880	3.200	3.350	2.350-2.600
Peso (kg)	1.869	1.960	2.050	1.801	2.810	1.980	4.500	1.650-1.800
Carga útil (kg)	531	500	420	453	585	1.005	7.200	500-600
Fora-de-estrada								
Ângulo de ataque	49°	64°	50°	45°	34°	32°	28°	50-65°

⁶² De espelho a espelho, o que acresce cerca de 200mm à largura da carroceria. O valor da largura sem os espelhos, usado como referência nos demais similares, não se encontrava disponível à época da pesquisa.

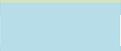
Parâmetro	Defender	Marruá	Troller	Wrangler	Range Rover	Frontier	Unimog	Referência
Ângulo de saída	47°	52°	37°	41°	26,6°	24°	53°	45–55°
Rampa máxima	45°	31°	45°	—	30°	39°	—	45–50°
Inclinação lateral	35°	30°	45°	—	—	—	—	35–45°
Passagem a vau (mm)	500	600	800	482	700	—	800	700–850
Vão livre (mm)	250	260	215	262	283	200	441	250–275
Motorização								
Posição	Dianteiro	Dianteiro	Dianteiro	Dianteiro	Dianteiro	Dianteiro	Dianteiro	Dianteiro
Cilindros	4 em linha	4 em linha	4 em linha	6 em V	8 em V	4 em linha	6 em linha	4 em linha
Deslocamento (litros)	2,4	2,8	3,0	3,8	4,4	2,5	6,4	2,5–3,0
Potência (cv)	122	140	163	199	313	172	238	140–180
Torque (Nm)	360	360	380	315	700	403	850	375–425
Combustível	Diesel	Diesel	Diesel	Gasolina	Gasolina	Diesel	Diesel	Diesel
Transmissão								
Caixa de câmbio	Manual 6 + ré	Manual 5 + ré	Manual 5 + ré	Automático 4 + ré ⁶³	Automático 8 + ré	Manual 5 + ré	Manual 8 + 6 a ré	Manual 6 + ré

⁶³ Menciona-se aqui a versão equipada com transmissão automática porque esta é a única disponível nas unidades comercializadas no Brasil, inclusive o modelo utilizado no teste de direção.

Parâmetro	Defender	Marruá	Troller	Wrangler	Range Rover	Frontier	Unimog	Referência
Caixa de transferência	Normal + Reduzida	—	Normal + Reduzida	Normal + Reduzida	Normal + Reduzida	Normal + Reduzida	Normal + “Trabalho” + Reduzida	Normal + Reduzida
Tração	4x4 permanente	4x4 selecionável	4x4 selecionável	4x4 selecionável	4x4 permanente	4x4 selecionável	4x4 permanente	4x4 selecionável
Diferencial(is)	Bloqueio central	Bloqueio traseiro	LSD traseiro	LSD central	Torsen central	LSD central	Bloqueio central	Bloqueio dianteiro e traseiro
Suspensão								
Dianteira (tipo)	Eixo rígido, molas helicoidais	Panhard, molas helicoidais	Eixo rígido, molas helicoidais	Eixo rígido, molas helicoidais	McPherson, a ar	Braços triangulares duplos, molas helicoidais	Braço arrastado, eixo pórtico	—
Traseira (tipo)	Eixo rígido, molas helicoidais	Eixo rígido, feixe de molas	Eixo rígido, molas helicoidais	Eixo rígido, molas helicoidais	Braços duplos em “A”, a ar	Eixo rígido, feixe de molas	Braço arrastado, eixo pórtico	—
Direção								
Tipo	Pinhão e cremalheira	Pinhão e cremalheira	Esferas recirculantes	Esferas recirculantes	Pinhão e cremalheira	Pinhão e cremalheira	—	Pinhão e cremalheira
Assistência hidráulica	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Freios								
Dianteiros	Disco	Disco	Disco ventilado	Disco	Disco ventilado	Disco ventilado	Disco	Disco

Parâmetro	Defender	Marruá	Troller	Wrangler	Range Rover	Frontier	Unimog	Referência
Traseiros	Disco	Tambor	Disco	Disco	Disco ventilado	Tambor	Disco	Disco
Desempenho on-road								
Velocidade máxima (km/h)	132	120	155	180	210	—	90	120
0-100 km/h (s)	14,7	14,0	18,9	12,0	7,8	12,7	—	10,0
Consumo e emissões								
Urbano (L/100 km)	13,3	—	11,6	15,6	11,5	9,8	18,9 (médio)	8,0-10,0
Rodoviário (L/100 km)	8,6	—	8,5	12,3	8,2	7,1	18,9 (médio)	7,0-8,0
Emissões de CO ₂ (g/km)	274	—	—	266	253	—	—	150-200
Preço (R\$)	135.000	113.543	93.227	99.990	420.780	93.990	386.000 (est.)	75.000-100.000
Origem	Inglaterra	Brasil	Brasil	Estados Unidos	Inglaterra	Brasil	Alemanha	Brasil

Legenda

	Valor tomado como referência
	Valor tomado como referência secundária

4. NECESSIDADES E REQUISITOS

4.1. Elicitação das necessidades dos usuários

Back et al. (2008) recomendam que o controle da qualidade durante o processo de desenvolvimento de produto seja realizado através do levantamento das necessidades dos usuários e sua posterior conversão em especificações do produto, desempenhada com o suporte da ferramenta de desdobramento da função qualidade (*quality function deployment*, ou QFD). A contextualização e a análise dos produtos similares suscitaram o levantamento das questões mais relevantes a serem abordadas por meio da pesquisa com os usuários.

Com frequência, a sugestão das questões a serem sondadas ocorreu por sua ausência no material pesquisado: informações detalhadas sobre os hábitos de uso de proprietários de veículos utilitários, muitas das quais essenciais para a configuração do conceito do veículo, têm reduzida presença na literatura pesquisada. Para o esclarecimento destas questões, julgou-se conveniente a elaboração e a aplicação de questionários específicos para ambos os grupamentos principais do público-alvo. Antes desta elaboração, contudo, foi verificada a relevância de uma revisão do espectro de potenciais usuários do produto.

4.1.1. Revisão do público-alvo

No decorrer do levantamento e análise dos produtos similares, observou-se a comunicação dos mesmos, por parte de seus fabricantes, para públicos distintos daqueles indicados na proposta inicial deste processo de desenvolvimento de produto. Esta comunicação diversa foi observada com particular intensidade nos casos do Land Rover Defender, do Agrale Marruá e do Mercedes-Benz Unimog (ver seções 3.2, 3.3 e 3.8, respectivamente). Entre eles, se destacam: setores e companhias de infraestrutura públicos (especialmente o Unimog) e privados (Unimog e Defender); corpos de bombeiros e outros grupos de resposta a acidentes e catástrofes naturais (Unimog) e forças armadas (Marruá).

Também foi observada a importância do uso de veículos utilitários no crescente segmento de turismo ecológico e de aventura (ABETA, 2011), para o qual este tipo de veículo proporciona a oportunidade de acesso a paisagens naturais remotas. A presença de utilitários nestas atividades é condicionada, naturalmente, ao respeito às orientações de conduta e conservação ambiental delineadas na seção 2.6.2.

Observou-se na comparação entre os produtos similares que estes públicos são atendidos por eles de forma essencialmente idêntica. As diferenças projetuais entre os produtos não são substanciais o suficiente para sugerir uma correlação entre elas e a priorização deste ou daquele público, o que, por sua vez, indica que os produtos atendem a elas de forma largamente similar entre si e correlata aos seus atributos funcionais e estruturais. As configurações de carroceria, sendo em sua maioria muito semelhante entre os produtos analisados, demonstram esta convergência de necessidades e funcionalidades oferecida em torno da capacidade de trânsito em terrenos acidentados, bem como do transporte de cargas e passageiros, mesmo que estes variem de caso a caso. Quando um produto é estruturado de maneira fundamentalmente distinta dos demais, como se verifica no Mercedes-Benz Unimog, isto se deve à peculiaridade de sua proposta conceitual, formulada para atender, neste caso, às necessidades de usuários de grupos semelhantes, mas em uma escala consideravelmente diferente; já no caso do Land Rover Range Rover, observa-se a priorização de um grupo ainda distinto, o de usuários urbanos cuja escolha de veículo é orientada por atributos de conforto, luxo e *status* (cf. seções 2.4.4 e 3.6.1). Por outro lado, quando os produtos buscam atender a funcionalidades muito particulares, como é possível no Land Rover Defender, no Agrale Marruá e no Mercedes-Benz Unimog, existe a oferta de um veículo dotado apenas de cabine e chassi, que suporta, então, estruturas construídas *ad hoc* para a função desejada (ver seções 3.2, 3.3 e 3.8, respectivamente, para visualizar algumas das opções de modificação disponíveis). O oferecimento de versão análoga é uma possibilidade sondada nos questionários, enquanto o projeto de versões para estas funcionalidades mais restritas, que adentra o espaço da produção personalizada e fora-de-série, foge ao escopo do projeto e, portanto, não ingressou na formulação dos questionários.

Ao mesmo tempo, tomando-se por base os levantamentos de mercado de veículos utilitários e de contextualização dos dois públicos-alvo iniciais, fica determinado que a elaboração e aplicação de questionários para a sondagem das necessidades dos dois grupos de usuários originalmente indicados é satisfatória para a elicitación das necessidades dos usuários do produto. O questionário para produtores é justificado pela própria dimensão do mercado em potencial, que supera os demais reunidos; já o questionário para praticantes de atividades fora-de-estrada se justifica pelo potencial de indicar com maior precisão as funcionalidades esperadas no que se refere à dinâmica do produto no fora-de-estrada. Em suma, abdicou-se de levantamentos individualizados para cada possível público em função das limitações impostas pelo escopo do projeto e em nome de um levantamento mais sistemático e aprofundado com os dois públicos mais representativos.

4.1.2. Necessidades dos produtores rurais: questões pendentes

No caso dos produtores rurais, ficou evidente a incerteza sobre o uso predominante de tal classe de veículo — se a utilidade do veículo está no auxílio direto na produção econômica, seja ela agropecuária ou não⁶⁴, em formas periféricas de suporte à produção⁶⁵ ou se está de modo geral desconectada da produção e voltada para deslocamentos na estrada ou na cidade para outros fins. Também se considerou relevante sondar o número de pessoas que são habitualmente transportadas no veículo nos tipos de deslocamento mais comuns. Estes questionamentos visaram a conduzir a formatação básica do *package* do veículo, posto que a hierarquia entre tais necessidades implica em estruturas diversas. A priorização do transporte de insumos e produtos cultivados por estes usuários apontaria para a preferência por um compartimento de carga isolado, tal como configurado na caçamba de uma picape ou caminhão. Se a prioridade máxima fosse concedida à presença de uma tomada de força, a solução final

⁶⁴ P.ex., no reboque ou alimentação de implementos; no carregamento da produção e de insumos dos seus locais de coleta e utilização, respectivamente, para outras partes; no transporte de pessoal de uma região para outra no interior da propriedade.

⁶⁵ P.ex., em deslocamentos da propriedade para o seu exterior, como no carregamento da produção para outra propriedade, para um fornecedor (tal como a Ceasa) ou para venda direta ao consumidor (caso de feiras de produtores em zonas urbanas).

poderia se afastar da maioria dos similares avaliados e se aproximar de um produto como o Mercedes-Benz Unimog, devido à complexidade e robustez mecânica requeridos para tal aplicação. Por outro lado, se houvesse uma inclinação dos produtores por um produto mais voltado para as ocupações periféricas como deslocamentos rodoviários e urbanos, a configuração passaria a dar primazia ao conforto na superfície pavimentada, em detrimento da otimização do comportamento no fora-de-estrada.

4.1.3. Necessidades dos praticantes de fora-de-estrada: questões pendentes

Foi percebida a necessidade imediata de situar adequadamente os usuários praticantes de fora-de-estrada de um ponto de vista demográfico; sendo faltantes informações pertinentes a este fim, buscou-se testar a sobreposição entre este público e o primeiro, de produtores rurais, ao perscrutar sua localização em meio urbano ou rural. Também ficou evidente a necessidade de questionar a frequência das práticas fora-de-estrada, que indicaria a parcela do tempo de uso do veículo neste meio e, também, em rodovias e em meio urbano, estando o uso do produto em meio urbano contextualizado por sua análise crítica na seção 2.4.

4.1.4. Questões convergentes

Também se considerou relevante mapear preferências subjetivas dos usuários, influenciadas pela linguagem formal e, portanto, pela relação emocional entre os usuários de ambos os públicos e os produtos existentes. A hierarquia entre uso na estrada e fora dela também foi identificada e abordada de forma semelhante nos dois grupos.

4.1.5. Identificação de necessidades dos usuários

A partir da contextualização dos públicos-alvo, foram listadas necessidades gerais relacionadas às suas respectivas atividades. A partir dos parâmetros analisados na análise de similares, foram listadas especificações gerais do produto a serem correlacionadas com as necessidades.

A redução do impacto ambiental é, à luz dos objetivos iniciais do projeto, tratada como um parâmetro de presença obrigatória no desenvolvimento do projeto. A inclusão de pergunta sobre o tema no questionário serve para vislumbrar a sua posição na hierarquia concebida pelo público-alvo e, portanto, se há a percepção por parte dos usuários de uma incompatibilidade entre a construção de um produto menos danoso ao ambiente natural e as necessidades mais estritamente (ou imediatamente) ligadas a especificações técnicas e funcionais.

4.1.6. Elaboração e descrição dos questionários

Devido às diferenças entre as necessidades a serem levantadas com respeito a ambos os públicos, optou-se pela elaboração de dois questionários distintos. Questões discursivas, de múltipla escolha e de escalonamento foram aplicadas conforme o tema de cada questão. Questões exclusivas ao questionário para produtores abrangem o dimensionamento da propriedade rural, a descrição das atividades econômicas nela praticadas e a participação em tais atividades de um veículo utilitário, estivesse ele presente de forma concreta ou hipotética; por sua vez, o questionário para praticantes de fora-de-estrada procurou identificar os tipos de atividade mais praticados, os equipamentos de suporte nelas utilizados. Questões comuns a ambos os questionários incluem a hierarquização das necessidades identificadas em 4.1.5 (que informa a concepção da matriz QFD) e a sondagem da preferência formal-emocional dos produtores e praticantes de fora-de-estrada. Também foi incluída uma questão discursiva que solicita ao respondente a descrição de um veículo ideal; a formulação da pergunta visa a identificar necessidades e desejos que não se enquadrem nas necessidades formuladas, que não possam ter sido previsto por meio da contextualização destes públicos, fugindo às questões socioeconômicas e culturais identificadas mas, mesmo assim, relevantes ao conceito do produto. A sondagem das preferências estéticas e emocionais no território dos veículos utilitários foi realizada de maneira idêntica para ambos os públicos, através de um painel de imagens de produtos pertencentes a esta categoria (cf. Apêndice 04), que foram avaliadas pelos respondentes por meio de uma escala de 1 a 10; solicitou-se também, para complementar esta avaliação, a indicação de um único modelo de

preferência do respondente e de modelo ou modelos que tenham despertado no respondente o interesse por uma hipotética aquisição.

Tabela 7. Classificação dos modelos incluídos no painel de imagens (fonte: autor).

Modelo	Categoria
Ram 1500	picape
Nissan Frontier	picape
Chevrolet S10	picape
Agrale Marruá	picape ⁶⁶
Troller T4	jipe
Land Rover Range Rover	SUV
Fiat Strada Adventure	picape compacta
Mitsubishi Pajero Full	jipe / SUV
Land Rover Defender	jipe
Ford EcoSport	crossover
Jeep Wrangler	jipe
Mercedes-Benz Geländewagen	SUV
Suzuki Jimny	jipe compacto
BMW X6	SUV
Unimog U5000	utilitário pesado
Mercedes-Benz Unimog Concept	utilitário pesado
Steyr-Puch Pinzgauer	utilitário pesado
Steyr-Puch Haflinger	utilitário leve

Os questionários são apresentados integralmente nos Apêndices Apêndice 02, Apêndice 03 e Apêndice 04.

4.1.7. Análise dos resultados dos questionários

Apresenta-se a seguir a análise dos resultados obtidos na aplicação dos questionários. Devido ao número substancialmente maior de respostas obtidas de praticantes do fora-de-estrada, evitou-se a avaliação dos dados condensados; a avaliação comparativa dos dados foi realizada somente onde não é distorcida por esta diferença.

⁶⁶ Na versão selecionada para exibição no painel.

4.1.7.1. *Praticantes de atividades fora-de-estrada*

Com este grupo, obteve-se uma amostra de 57 respostas; a totalidade foi aplicada por meio da plataforma Google Docs. 55 respondentes (96% do total) foram do sexo masculino; 91% vivem em zona urbana e 93% possuem um veículo utilitário. A idade média dos respondentes foi de 38,5 anos.

93% dos respondentes praticam algum tipo de atividade fora-de-estrada ao menos uma vez por semestre; 72% as praticam ao menos uma vez por mês. A maior porção dos respondentes (47%) afirmou participar destas atividades entre uma vez por mês e uma vez por semana; um quarto deles disse praticá-las entre uma e duas vezes por semana.

Entre os usuários que possuem um veículo, 89% disseram praticar algum tipo de atividade fora-de-estrada ao menos uma vez por semestre e 63%, ao menos uma vez por mês. O maior grupo (39%) foi composto por usuários que afirmaram participar destas atividades entre uma vez por mês e uma vez por semana; 23% disseram praticá-las entre uma e duas vezes por semana e 2%, três vezes por semana ou mais.

O uso do veículo para reboque é raro em comparação com as outras atividades. 60% não usam seu utilitário para reboque mais do que uma vez por semestre; 19% o usam para tal fim entre uma vez por semestre e uma vez por mês; 14%, entre uma vez por mês e uma vez por semana e os 7% restantes, uma vez por semana ou mais.

Embora a pesquisa valide uma concepção dos veículos que privilegie seu uso fora-da-estrada, ela também indica que não se pode excluir seu uso no asfalto: 88% dos entrevistados disseram usar o veículo em percursos rodoviários ao menos uma vez por mês, sendo que 59% deles o usam desta maneira ao menos uma vez por semana e 29% o fazem três vezes por semana ou mais. Da mesma forma, 73% usam seus veículos na cidade três vezes por semana ou mais (lembre-se que a quase totalidade dos usuários deste grupo vive em zonas urbanas); outros 13% usam o veículo em percurso urbano ao menos uma vez por semana. O uso fora-de-estrada exclusivo é muito reduzido, posto que apenas 5% dos

usuários não utilizam seus veículos na cidade mais do que uma vez por semestre e 7% o fazem menos de uma vez or semestre em percursos rodoviários. A média dos valores inseridos pelos respondentes na priorização das necessidades corrobora a visão de que os usos na estrada e fora dela devem ser harmonizados, como se pode observar na Tabela 8. As necessidades apontadas como prioritárias por estes usuários foram, com valores muito próximos entre si e nesta ordem: o desempenho em vias pavimentadas, o desempenho fora-de-estrada, a capacidade de alteração do veículo (que inclui customização e flexibilidade de uso em situações diversas) e o conforto durante o uso.

Tabela 8. Priorização das necessidades dos usuários praticantes de fora-de-estrada (fonte: autor).

Necessidade	Média das notas
Desempenho na estrada (de terra ou pavimentada) e na cidade.	4,351
Desempenho fora-de-estrada.	4,298
Poder alterar o veículo conforme seus gostos e necessidades.	4,211
Conforto ao andar no veículo.	4,175
Causar o menor dano possível ao meio ambiente.	3,789
Capacidade para dois ou três passageiros.	3,719
Estética.	3,719
Capacidade de carga.	3,281
Capacidade de reboque.	3,105
Capacidade para quatro a seis passageiros.	2,912

A maioria dos usuários costuma usar o veículo com dois ocupantes, incluindo o motorista: 63% escolheram esta opção, contra 14% que dizem usar o veículo, na maior parte do tempo, sozinhos, 18% que o fazem com três ocupantes e somente 5%, com quatro ocupantes ou mais. Em paralelo a isto, nota-se que os usuários tendem a enxergar a capacidade para um número de passageiros maior, de quatro a seis, como tendo menor prioridade do que outros aspectos do uso do veículo.

A avaliação do painel de imagens indicou uma tendência geral à preferência por veículos todo-terreno sobre utilitários esportivos e picapes, como se vê na Tabela 9. Resultados dignos de nota incluem: os altos escores atingidos pelo Range Rover e o Mercedes-Benz Geländewagen, atualmente posicionados mais como

veículos de luxo do que como veículos todo-terreno; a baixa avaliação do Ford EcoSport, um *crossover*, e a Fiat Strada Adventure, versão fora-de-estrada de uma picape derivada de um automóvel de passeio; a rejeição ao Unimog (tanto o modelo atualmente em produção quanto o conceito), embora se trate de uma alternativa extremamente capaz no fora-de-estrada.

Tabela 9. Resultados do painel de imagens: média das avaliações pelos usuários praticantes de atividades fora-de-estrada (fonte: autor).

Pos.	Modelo	Média das notas
1	Jeep Wrangler	7,825
2	Land Rover Defender	7,8
3	Troller T4	7,725
4	Mitsubishi Pajero Full	6,975
5	Land Rover Range Rover	6,9
6	Mercedes-Benz Geländewagen	6,825
7	Nissan Frontier	6,026
8	BMW X6	5,35
9	Agrale Marruá	5,175
10	Ram 1500	4,975
11	Suzuki Jimny	4,725
12	Unimog U5000	3,375
13	Chevrolet S10	3,3
14	Mercedes-Benz Unimog Concept	3,25
15	Steyr-Puch Pinzgauer	3,103
16	Ford EcoSport	2,872
17	Fiat Strada Adventure	2,675
18	Steyr-Puch Haflinger	1,795

Entre os veículos apontados como favoritos por estes usuários (ver Tabela 10), destacam-se o Troller T4, com 17% das indicações; o Range Rover e o Mercedes-Benz Geländewagen, com 15% cada; e o Mitsubishi Pajero Full, com 12% da preferência. Curiosamente, o Jeep Wrangler e o Land Rover Defender, que obtiveram as notas médias mais altas, conseguiram apenas 2% e 7% da preferência, respectivamente; depreende-se que obtiveram escores consistentemente altos, mas não suficientes para alcançarem a preferência dos usuários.

Tabela 10. Resultados do painel de imagens: preferência dos usuários praticantes de atividades fora-de-estrada (fonte: autor).

Pos.	Modelo	Indicações	
1	Troller T4	7	17%
2	Mercedes-Benz Geländewagen	6	15%
	Land Rover Range Rover	6	15%
4	Mitsubishi Pajero Full	5	12%
5	BMW X6	4	10%
6	Land Rover Defender	3	7%
7	Unimog U5000	2	5%
	Agrale Marruá	2	5%
	Nissan Frontier	2	5%
10	Ram 1500	1	2%
	Steyr-Puch Pinzgauer	1	2%
	Jeep Wrangler	1	2%
13	Suzuki Jimny	0	0%
	Fiat Strada Adventure	0	0%
	Chevrolet S10	0	0%
	Ford EcoSport	0	0%
	Steyr-Puch Haflinger	0	0%
	Mercedes-Benz Unimog Concept	0	0%

4.1.7.2. Produtores rurais

Foi obtido um total de dezesseis respostas, todas aplicadas pessoalmente, com versão impressa do questionário, a produtores familiares na Ceasa e em feira no município de Porto Alegre.

Com este grupo, obteve-se uma amostra de 57 respostas; a totalidade foi aplicada por meio da plataforma Google Docs. Quatorze respondentes (88% do total) foram do sexo masculino e duas (13%), do sexo feminino. A idade média dos respondentes foi de 43,9 anos.

A área média das terras que constituem as propriedades dos entrevistados é de 29,8 ha. A produção dos respondentes abrange uma ampla gama de produtos: inclui cereais (arroz), frutas diversas (pêssegos, nectarinas, melões, maçãs, ameixas, bananas, abacaxis, uvas, figos, mirtilos, caquis, kiwis, limões, bergamotas e laranjas), hortaliças, raízes (mandioca) tubérculos (batata-inglesa e batata-doce) e outros.

Todos os produtores afirmaram possuir algum tipo de veículo automotor. 81,2% deles afirmaram possuir um trator; 56,2%, um caminhão (em geral, caminhões pequenos, como o Mercedes-Benz 608); 37,5%, um carro de passeio; 25%, uma picape (três médias, sendo duas Chevrolet S-10 e uma Dodge Dakota, e uma compacta: uma Chevrolet Corsa); por fim, 18,7% disseram possuir uma motocicleta. Ao mesmo tempo, todos afirmaram usar um ou mais dos seus veículos para auxiliar seu trabalho diário; incluem-se aqui todas as picapes — os únicos veículos mencionados que se enquadram na concepção de veículo utilitário.

Observou-se uma forte divisão na frequência de uso dos veículos para transporte de pessoal dentro da propriedade: enquanto 50% usam seus veículos para este fim ao menos três vezes por semana, 38% não o fazem mais de uma vez por semestre. A frequência do uso do veículo para reboque também sofre divisão similar, sendo que 38% usam seus veículos para esta função uma vez por semestre ou menos, 13% o fazem entre uma vez por mês e uma vez por semana, 6% o fazem entre uma e duas vezes por semana e 44%, três vezes por semana ou mais. Por outro lado, o uso de veículos para o transporte de insumos e outros equipamentos para auxiliar a produção é ubíquo, sendo praticado ao menos uma vez por mês por 93% dos usuários e ao menos uma vez por semana por 62% deles. O mesmo se aplica à utilização dos veículos para transportar a produção da lavoura: 94% dos respondentes disseram usar um ou mais de seus veículos para este fim ao menos uma vez por semana.

O uso da tomada de força para implementos (na ausência de um veículo todo-terreno como o Mercedes-Benz Unimog no Brasil, o equipamento é restrito a tratores) também é comum, embora com frequência mais distribuída na escala — 25% não se valem deste recurso mais do que uma vez por semestre; 19% o usam entre uma vez por semestre e uma vez por mês; 38%, entre uma vez por mês e uma vez por semana; 19%, entre uma e duas vezes por semana.

A grande maioria dos produtores também afirma usar seus veículos para deslocamentos rodoviários e urbanos. No primeiro caso, 94% recorrem a seus veículos para este fim ao menos uma vez por mês e 82% o fazem ao menos uma

vez por semana; no segundo caso, estes índices são de 94% e 76%, respectivamente.

A distribuição do número de ocupantes é mais uniforme do que no grupo dos praticantes de atividades fora-de-estrada: 13% disseram usar o veículo sozinhos; 31%, com um segundo ocupante; outros 31%, com um total de três pessoas a bordo; 25%, com quatro ou mais. Exatamente 50% dos respondentes disseram já ter usado algum tipo de veículo utilitário, seja como motorista ou como passageiro. Entre os veículos enumerados pelos entrevistados, se incluem modelos de picapes, principalmente as Chevrolet S-10 e D-20, e jipes, entre eles o Jeep Willys. Perguntados se pensariam em adquirir um veículo utilitário, 75% dos entrevistados disseram que sim. Como motivação para o interesse na aquisição, foram citadas razões como o desejo de substituir um veículo existente, a presença de tração nas quatro rodas, a possibilidade de usar o veículo para auxiliar a produção, o desejo de ter um veículo apropriado para transportar pequenos volumes de produtos (aplicável, por exemplo, quando o outro meio de transporte disponível é um caminhão) e a possibilidade de usar o veículo tanto na lida da lavoura quanto para fazer com conforto percursos em estradas e cidades.

Na escala de priorização de necessidades construída a partir das respostas dos produtores, destacaram-se a minimização do impacto ambiental do produto, a presença de elevada capacidade de carga, o desempenho na estrada e fora dela e o conforto proporcionado pelo produto.

Tabela 11. Priorização das necessidades dos usuários produtores rurais (fonte: autor).

Necessidade	Média das notas
Causar o menor dano possível ao meio ambiente.	4,937
Capacidade de carga.	4,687
Desempenho na estrada (de terra ou pavimentada) e na cidade.	4,562
Desempenho fora-de-estrada.	4,500
Conforto ao andar no veículo.	4,250
Capacidade para dois ou três passageiros.	4,125
Poder alterar o veículo conforme seus gostos e necessidades.	3,875
Possuir tomada de força para implementos.	3,800
Capacidade de reboque.	3,750

Necessidade	Média das notas
Estética.	3,750
Capacidade para quatro a seis passageiros.	3,375

As respostas à questão sobre como seria o veículo ideal para os produtores recaem, de forma geral, em três categorias. Sete produtores indicaram que seu veículo ideal se trataria de um utilitário, fosse ele uma picape (exemplos indicados pelos entrevistados incluem a Chevrolet S-10, a Ford Ranger e a Toyota Hilux) ou um utilitário de carroceria fechada (foi mencionado, neste caso, o Agrale Marruá). Quatro indicaram que se trataria de um caminhão leve, tal como o Mercedes-Benz 608 que vários produtores afirmaram possuir. Cinco preferiram não apontar uma referência e elaboraram uma descrição; estas descrições variaram de frases muito gerais (“deve ser útil para o trabalho”, disse um entrevistado) a outras que encapsulam a possível descrição de um veículo utilitário – um produtor afirmou que seu veículo ideal seria um “[...] com quatro lugares, que possa andar na estrada, no campo e no chão batido e que seja econômico”, enquanto outro informou que “[d]everia reunir as características de conforto, fora-de-estrada, capacidade para carga e passageiros”.

A Tabela 12 indica a preferência dos produtores por veículos com maior capacidade de carga; as primeiras quatro colocações são ocupadas por picapes. Ainda assim, observa-se que o Troller T4, um jipe, e o Range Rover, um utilitário esportivo de luxo, ficaram em posições comparativamente elevadas na preferência dos produtores, o que reforça a sugestão, oriunda do ordenamento das necessidades, de um desejo por parte de pelo menos uma porção deste público por um veículo que ofereça, aliado à alta capacidade de carga e à boa performance fora-de-estrada, um nível de conforto interno elevado.

Tabela 12. Resultados do painel de imagens: média das avaliações pelos usuários produtores rurais (fonte: autor).

Pos.	Modelo	Média das notas
1	Ram 1500	8,500
2	Nissan Frontier	8,450
3	Chevrolet S10	8,250

Pos.	Modelo	Média das notas
4	Agrale Marruá	7,333
5	Troller T4	7,083
6	Land Rover Range Rover	6,917
7	Fiat Strada Adventure	6,833
8	Mitsubishi Pajero Full	6,667
9	Land Rover Defender	6,583
10	Ford EcoSport	6,500
11	Jeep Wrangler	6,417
12	Mercedes-Benz Geländewagen	6,250
13	Suzuki Jimny	6,000
14	BMW X6	5,917
15	Unimog U5000	5,750
16	Mercedes-Benz Unimog Concept	5,083
17	Steyr-Puch Pinzgauer	4,917
18	Steyr-Puch Haflinger	4,667

O padrão de preferência por picapes é menos distinto na indicação de um modelo favorito por cada produtor. O produto mais indicado, a Ram 1500, lidera os demais por uma distância considerável; nas posições seguintes, se encontram modelos de diversas categorias, como o BMW X6, a Fiat Strada Adventure e o Mercedes-Benz Unimog.

Tabela 13. Resultados do painel de imagens: preferência dos usuários produtores rurais (fonte: autor).

Pos.	Modelo	Indicações	
1	Ram 1500	6	40%
2	BMW X6	2	13%
3	Fiat Strada Adventure	1	7%
	Unimog U5000	1	7%
	Chevrolet S10	1	7%
	Agrale Marruá	1	7%
	Steyr-Puch Haflinger	1	7%
	Nissan Frontier	1	7%
	Land Rover Range Rover	1	7%
10	Mitsubishi Pajero Full	0	0%
	Suzuki Jimny	0	0%
	Steyr-Puch Pinzgauer	0	0%
	Ford EcoSport	0	0%

Pos.	Modelo	Indicações	
	Troller T4	0	0%
	Land Rover Defender	0	0%
	Mercedes-Benz Geländewagen	0	0%
	Mercedes-Benz Unimog Concept	0	0%
	Jeep Wrangler	0	0%

4.1.7.3. Comparação entre as necessidades dos públicos-alvo

A pesquisa indicou variações entre os graus de importância conferidos às necessidades entre os dois públicos-alvo. Na maioria das necessidades listadas, a variação foi pequena (cf. Tabela 14). O planejamento da qualidade requer a especificação de um grau de qualidade unificado; por esta razão, calculou-se um grau de importância unificado, por média aritmética dos graus conferidos pelos públicos-alvo.

Tabela 14. Combinação dos graus de importância das necessidades dos usuários (fonte: autor).

Necessidade	gi _{fe}	gi _{pr}	gi	gi _{pr} - gi _{fe}
Capacidade de carga	3,281	4,687	3,984	1,406
Capacidade de reboque	3,105	3,750	3,427	0,645
Capacidade para dois ou três passageiros	3,719	4,125	3,922	0,406
Capacidade para quatro a seis passageiros	2,912	3,375	3,143	0,463
Causar o menor dano possível ao meio ambiente	3,789	4,937	4,363	1,148
Conforto ao andar no veículo	4,175	4,250	4,212	0,075
Desempenho fora-de-estrada	4,298	4,500	4,399	0,202
Desempenho na estrada (de terra ou pavimentada) e na cidade.	4,351	4,562	4,456	0,211
Estética	3,719	3,750	3,734	0,031
Poder alterar o veículo conforme seus gostos e necessidades	4,211	3,875	4,043	-0,336

Legenda:

gi_{fe}: grau de importância conferido pelos usuários praticantes de atividades fora-de-estrada.

gi_{pr}: grau de importância conferido pelos usuários produtores rurais.

gi: grau de importância combinado por média aritmética.

4.2. Especificações do projeto do produto

Back et al. (2008) grifam o impacto da definição das especificações do projeto a partir da sondagem das necessidades dos usuários (que denomina “a voz do consumidor”) no decorrer do processo de desenvolvimento de produto:

[...] além de propiciar o entendimento e a descrição do problema na forma funcional, quantitativa e qualitativa, formalizando a tarefa de projeto, [a definição das especificações] fornece a base sobre a qual serão montados os critérios de avaliação e de todas as tomadas de decisão realizadas nas etapas posteriores do processo de projeto (BACK et al., 2008).

Para obter especificações relevantes às necessidades do consumidor e passíveis de serem controladas com eficiência, Back et al. advogam, juntamente com Baxter (2000) e outros, o uso do desdobramento da função qualidade (QFD).

4.2.1. Formulação das necessidades dos usuários

A partir das respostas aos questionários, foram enunciadas as principais necessidades dos usuários do produto, cada qual com uma breve justificativa para sua inclusão. O corpo das necessidades se encontra pré-formulado no questionário para avaliação de cada necessidades pelos usuários; três necessidades (“ser seguro”, “ser fácil de manter” e “ser fácil de utilizar”) foram incluídas após a aplicação dos questionários, pela sua presença entre as respostas dos usuários (e, no caso da primeira, pela percepção da necessidade de sua presença no desdobramento das especificações). Por terem sido originadas durante a aplicação dos questionários, estas necessidades não puderam ter seu grau de importância avaliado pelos respondentes.

Tabela 15. Enunciação das necessidades dos usuários (fonte: autor).

Necessidade	Justificativa
Poder utilizar o veículo em terrenos acidentados.	A capacidade de trânsito em terrenos que não poderiam ser transpostos por um veículo de passeio é a característica definidora do produto e, portanto, justifica por si mesma a sua presença na lista.

Necessidade	Justificativa
Poder utilizar o veículo em terrenos pavimentados.	A literatura demonstra indica que o uso do veículo em percursos fora-de-estrada não pode ser exclusivo. Também não se pode descartar a hipótese de o usuário possuir somente o veículo projetado e, portanto, necessitar dele para ambos os usos. Em certas condições, como se verifica na literatura consultada, o conforto e a estabilidade em terrenos pavimentados e a capacidade de transpor terrenos acidentados se manifestam como opostos na configuração dos sistemas mecânicos do veículo.
Poder transportar passageiros.	O veículo deve dispor da capacidade de transportar, além do condutor, um número de passageiros. A literatura pesquisada não é suficiente para determinar este número; a determinação será realizada por meio do processamento dos dados obtidos na pesquisa com usuários por meio da ferramenta QFD.
Poder transportar cargas.	Ambos os grupos podem dispor da capacidade de transportar objetos como caixas de produtos agrícolas (no caso dos produtores), equipamentos de assistência (no caso dos praticantes de atividades fora-de-estrada) ou um volume de bagagem consistente com o número de passageiros determinado para o veículo (em ambos os casos, posto que se admite o uso do veículo em deslocamentos rodoviários).
Poder transportar reboques.	O uso de um reboque é corrente entre usuários de utilitários e veículos de passeio e providencia um meio de ampliar a capacidade de carga do veículo para usos temporários, sem criar uma distorção no seu <i>package</i> .
Oferecer conforto aos ocupantes.	O uso do veículo em terrenos acidentados e em vias pavimentadas, mas esburacadas, gera oscilações e vibrações que se tornam cansativas para os usuários. A configuração do <i>package</i> e a ambientação da cabine devem contribuir para que o uso do produto seja agradável mesmo em viagens longas.
Ter mínimo impacto sobre o meio ambiente.	A poluição atmosférica produzida pelas emissões de veículos automotores impacta o meio ambiente; além disto, o uso impróprio de um utilitário no meio fora-de-estrada tem o poder de induzir, como se verifica na literatura consultada, danos ao solo e à flora e fauna.
Ser econômico.	Quanto menor o consumo de combustível e demais insumos, maior é a autonomia do veículo e menores são o seu impacto sobre o ambiente e seus custos de operação. Tendo em vista as severas condições de uso do produto, é também recomendável que ele seja mecanicamente robusto, de forma a evitar falhas de seus componentes.
Ser fácil de manter.	A literatura indica diversos cuidados que devem ser tomados na manutenção de um veículo utilitário, dado que seu uso ocorre, com frequência, em regiões de difícil acesso. Além das precauções com a mecânica, a limpeza do veículo também é um tópico importante, já que ele pode ser exposto à lama e parcialmente imerso na água.

Necessidade	Justificativa
Ser fácil de utilizar.	São várias as precauções e normas de conduta e operação encontradas na literatura; a configuração de comandos deve suportar o uso do produto em conformidade com estas regras e de forma intuitiva.
Ser seguro.	Como qualquer veículo automotor, um utilitário está sujeito a colisões, capotagens e outras formas de acidentes. É imperativo respeitar as normas de segurança estipuladas na legislação brasileira.

4.2.2. Conversão das necessidades do usuário em requisitos do usuário

Seguindo as especificações de Back et al. (2008), as necessidades dos usuários foram então desdobradas em requisitos de usuário.

Tabela 16. Conversão das necessidades do usuário em requisitos do usuário (fonte: autor).

Necessidade do usuário	Requisito do usuário
Poder utilizar o veículo em terrenos acidentados.	Capacidade de uso fora-de-estrada.
Poder utilizar o veículo em terrenos pavimentados.	Capacidade de uso na estrada.
Poder transportar passageiros.	Capacidade para passageiros.
Poder transportar cargas.	Capacidade de carga.
Poder transportar reboques.	Capacidade de reboque.
Oferecer conforto aos ocupantes.	Adequação ergonômica aos usuários.
Ter mínimo impacto sobre o meio ambiente.	Otimização do impacto ambiental.
Ser econômico.	Economia de custos e consumo.
Ser fácil de manter.	Mantenabilidade (cf. BACK et al., 2008).
Ser fácil de utilizar.	Facilidade de operação.
Ser seguro.	Conformidade com normas de segurança.

4.2.3. Planejamento da qualidade desejada

As Tabelas Tabela 17 e Tabela 18 detalham a valoração dos requisitos do produto a ser desenvolvido, sua comparação com os atributos dos produtos concorrentes, incluídos na análise de similares, e o estabelecimento de uma hierarquia de pesos entre eles. Esta fase segue as orientações de Akao (1990), citado por Back et al. (2008). Segundo Back et al., “este tipo de questionamento pode se tornar ineficiente se os usuários selecionados tiverem pouco conhecimento do mercado

e dos produtos de estudo”, condição que se aplica apenas parcialmente ao segmento em questão; enquanto nem todos os produtores demonstraram familiaridade com os produtos avaliados, os usuários praticantes de trilhas e outras atividades fora-de-estrada exibiram conhecimento consistentemente profundo sobre este categoria de produtos. A atribuição de graus de importância foi amparada pela valoração das necessidades dos usuários feita pelos respondentes dos questionários de ambos os públicos-alvo.

Tabela 17. Matriz de planejamento da qualidade desejada: graus de importância e classificação dos produtos similares (fonte: autor).

	Requisito do usuário	g_{ij}	VC_{def}	VC_{mar}	VC_{tro}	VC_{wra}	VC_{ran}	VC_{fro}	VC_{uni}	VC_j
Básicos	Adequação ergonômica aos usuários	4,5	1,5	2,0	2,5	3,5	4,5	3,5	3,5	3,0
	Conformidade com normas de segurança	4,5	2,5	3,0	3,0	4,0	4,5	3,0	3,5	3,4
	Facilidade de operação	4,0	2,0	2,5	2,5	3,5	4,0	3,5	2,5	2,9
Ciclo de vida	Otimização do impacto ambiental	4,5	2,5	2,5	2,5	2,0	1,5	2,5	1,0	2,1
	Economia de custos e consumo	3,5	2,0	2,5	2,5	1,5	1,5	2,5	1,0	1,9
	Mantenabilidade	4,5	2,0	3,5	4,0	2,5	1,5	3,5	3,5	2,9
Específicos	Capacidade de uso off-road	4,5	3,5	3,5	3,5	3,0	2,5	2,5	5,0	3,4
	Capacidade de uso on-road	4,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	4,0	1,0	3,1
	Capacidade para passageiros	4,0	3,0	3,5	3,5	3,5	5,0	4,0	2,5	3,6
	Capacidade de carga	4,0	2,5	2,5	2,0	2,0	3,0	4,0	5,0	3,0
	Capacidade de reboque	3,5	2,5	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0	5,0	2,8

Legenda:

g_{ij} : grau de importância combinado por média aritmética.

VC_{def} : valor de qualidade atribuído ao Land Rover Defender.

VC_{mar} : valor de qualidade atribuído ao Agrale Marruá.

VC_{tro} : valor de qualidade atribuído ao Troller T4.

VC_{wra} : valor de qualidade atribuído ao Jeep Wrangler.

VC_{ran} : valor de qualidade atribuído ao Range Rover.

VC_{fro} : valor de qualidade atribuído à Nissan Frontier.

VC_{uni} : valor de qualidade atribuído ao Mercedes-Benz Unimog.

vc_j : valor de qualidade médio dos similares analisados.

Tabela 18. Matriz de planejamento da qualidade desejada: graus de importância e classificação dos produtos similares (fonte: autor).

Requisito do usuário		g_i	vc_i	v_m	tm_i	fv_i	pa_i	pru_i
Básicos	Adequação ergonômica aos usuários	4,5	3,0	4,5	1,50	1,5	10,13	13,35%
	Conformidade com normas de segurança	4,5	3,4	4,5	1,34	1,0	6,03	7,95%
	Facilidade de operação	4,0	2,9	4,0	1,37	1,5	8,20	10,81%
Ciclo de vida	Otimização do impacto ambiental	4,5	2,1	3,5	1,69	1,2	9,12	12,03%
	Economia de custos e consumo	3,5	1,9	3,0	1,56	1,5	8,17	10,77%
	Mantenabilidade	4,5	2,9	2,5	0,85	1,2	4,61	6,08%
Específicos	Capacidade de uso off-road	4,5	3,4	4,0	1,19	1,5	8,04	10,61%
	Capacidade de uso on-road	4,5	3,1	3,5	1,14	1,5	7,69	10,14%
	Capacidade para passageiros	4,0	3,6	4,0	1,12	1,0	4,48	5,91%
	Capacidade de carga	4,0	3,0	3,5	1,17	1,2	5,60	7,38%
	Capacidade de reboque	3,5	2,8	3,0	1,08	1,0	3,77	4,97%

Legenda:

g_i : grau de importância combinado por média aritmética.

vc_i : valor de qualidade médio dos similares analisados.

v_m : plano de qualidade (valor pretendido para o veículo a ser desenvolvido).

tm_i : taxa de melhoramento para o requisito (v_m/vc_i).

fv_i : fator de venda (contribuição do requisito para a estratégia de vendas da empresa).

pa_i : peso absoluto (peso atribuído ao requisito por: $pa_i = g_i \times tm_i \times fv_i$).

pru_i : peso da qualidade demandada (peso relativo do requisito face ao somatório dos pesos absolutos).

Tabela 19. Planejamento da qualidade desejada e requisitos do usuário, classificados por prioridade (fonte: autor).

Requisito do usuário	Peso absoluto	Peso da qualidade demandada
Adequação ergonômica aos usuários	10,13	13,35%
Otimização do impacto ambiental	9,12	12,03%
Facilidade de operação	8,20	10,81%
Economia de custos e consumo	8,17	10,77%
Capacidade de uso off-road	8,04	10,61%
Capacidade de uso on-road	7,69	10,14%
Conformidade com normas de segurança	6,03	7,95%

Requisito do usuário	Peso absoluto	Peso da qualidade demandada
Capacidade de carga	5,60	7,38%
Mantenabilidade	4,61	6,08%
Capacidade para passageiros	4,48	5,91%
Capacidade de reboque	3,77	4,97%

4.2.4. Conversão dos requisitos do usuário em requisitos de projeto

Finalmente, os requisitos do usuário foram transformados em requisitos de projeto, que podem ser utilizados como parâmetro de controle do produto que será desenvolvido posteriormente. A relação entre os requisitos do usuário e os requisitos de projeto é avaliada por meio da construção da matriz QFD.

Tabela 20. Conversão dos requisitos do usuário em requisitos de projeto (fonte: autor).

Requisito do usuário	Requisito de projeto
Capacidade de uso fora-de-estrada.	Dispor de sistema de tração nas quatro rodas.
Capacidade de uso fora-de-estrada.	Ter ângulos de ataque e saída e vão livre elevados.
Capacidade de uso fora-de-estrada.	Permitir o uso do veículo em passagem a vau sem ingresso de água no motor.
Capacidade de uso fora-de-estrada.	Possuir suspensão com grande curso.
Capacidade de uso fora-de-estrada.	Possuir motorização com torque elevado ⁶⁷ .
Capacidade de uso fora-de-estrada.	Ter vão livre elevado.
Capacidade de uso na estrada.	Possuir suspensão que absorva irregularidades do pavimento com eficiência.
Capacidade de uso na estrada.	Possuir suspensão que garanta estabilidade em curvas.
Capacidade de uso na estrada.	Possuir motorização com potência adequada para o uso rodoviário.
Capacidade de uso na estrada.	Possuir motorização com torque elevado.
Capacidade para passageiros.	Ter lugares para acomodar motorista e passageiros.
Capacidade para passageiros.	Permitir acesso e saída facilitados para todos os ocupantes.
Capacidade de carga.	Ter espaço reservado para o transporte de carga.
Capacidade de reboque.	Ter engate ou mecanismo análogo para o uso de um reboque ou <i>trailer</i> .
Capacidade de reboque.	Possuir motorização com torque elevado.

⁶⁷ Para o arranque em terreno íngreme, por exemplo.

Requisito do usuário	Requisito de projeto
Adequação ergonômica.	Ter dimensões gerais, de assentos, espaçamentos e comandos adequadas para usuários adultos dos percentis 5 a 95.
Adequação ergonômica.	Produzir níveis de ruído dentro dos limites legais.
Adequação ergonômica.	Ter comandos e instrumentos de operação intuitiva.
Adequação ergonômica.	Permitir acesso e saída facilitados para todos os ocupantes.
Otimização do impacto ambiental.	Dispor de sistemas que otimizem o consumo de combustível e as emissões de poluentes.
Otimização do impacto ambiental.	Dispor de sistema de tração nas quatro rodas ⁶⁸ .
Otimização do impacto ambiental.	Ter massa total reduzida.
Economia de custos e consumo.	Ter configuração mecânica otimizada para a economia de insumos.
Economia de custos e consumo.	Ter configuração mecânica robusta.
Economia de custos e consumo.	Ter massa total reduzida.
Mantenabilidade.	Ter configuração mecânica robusta.
Mantenabilidade.	Ter comandos e instrumentos de operação intuitiva.
Mantenabilidade.	Possuir acabamento interior resistente e de fácil limpeza.
Facilidade de operação.	Ter comandos e instrumentos de operação intuitiva.
Conformidade com normas de segurança.	Possuir os equipamentos de segurança exigidos pela legislação em vigor.
Conformidade com normas de segurança.	Possuir suspensão que garanta estabilidade em curvas.

4.2.5. Priorização dos requisitos de projeto

Assim que os requisitos do usuário foram transformados em requisitos de projeto, estes foram inseridos na parte central da matriz QFD, que hierarquiza os requisitos de projeto entre si em função de suas relações com os requisitos dos usuários. O resultado da construção da matriz é a valoração da importância e da prioridade dos requisitos de projeto, calculadas a partir do somatório dos pesos das interações dos requisitos e do peso da sua qualidade demandada (cf. Tabela 19). Como alguns dos requisitos de projeto foram desdobrados de dois requisitos dos usuários ou mais, o cálculo da importância e da prioridade levará em conta o requisito do usuário a ele associado que tiver o peso mais elevado. A construção da matriz apresenta uma modificação em relação à especificação

⁶⁸ O ganho em tração evita derrapagens, evitando, assim, danos ao solo.

proposta por Back et al. (2008); esta mudança, informada pela construção defendida por Baxter (2000), qualifica cada requisito de projeto conforme seu impacto positivo forte (denotado pelo valor +3), positivo fraco (+1), neutro (0), negativo fraco (-1) e negativo forte (-3) sobre os requisitos dos usuários e permite analisar individualmente a relação entre cada requisito de projeto e cada requisito de usuário, enquanto a construção de Back et al. privilegia a análise deste impacto em grupos.

Tabela 21. Relação dos requisitos de projeto; codificação aplicada à Tabela 22 e à Tabela 23 (fonte: autor).

Cód.	Requisito de projeto
a	Dispor de sistema de tração nas quatro rodas.
b	Dispor de sistemas que otimizem o consumo de combustível e as emissões de poluentes.
c	Permitir acesso e saída facilitados para todos os ocupantes.
d	Possuir acabamento interior resistente e de fácil limpeza.
e	Possuir motorização com potência adequada para o uso rodoviário.
f	Possuir motorização com torque elevado.
g	Possuir os equipamentos de segurança exigidos pela legislação em vigor.
h	Possuir suspensão com grande curso.
i	Possuir suspensão que absorva irregularidades do pavimento com eficiência.
j	Possuir suspensão que garanta estabilidade em curvas.
k	Permitir o uso do veículo em passagem a vau sem ingresso de água no motor.
l	Produzir níveis de ruído dentro dos limites legais.
m	Ter ângulos de ataque e saída elevados.
n	Ter vão livre elevado.
o	Ter lugares para acomodar motorista e passageiros.
p	Ter comandos e instrumentos de operação intuitiva.
q	Ter configuração mecânica otimizada para a economia de insumos.
r	Ter configuração mecânica robusta.
s	Ter dimensões gerais, de assentos, espaçamentos e comandos adequadas para usuários adultos dos percentis 5 a 95.
t	Ter engate ou mecanismo análogo para o uso de um reboque ou trailer.
u	Ter espaço reservado para o transporte de carga.
v	Ter massa total reduzida.

Tabela 22. Priorização dos requisitos de projeto; parte central da matriz QFD (fonte: autor). A numeração dos requisitos segue a **Tabela 21**.

Requisitos do usuário	Peso da qualidade demandada	Requisitos do projeto																					
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v
Adequação ergonômica aos usuários	13,35%	0	0	3	1	0	0	0	1	3	1	0	3	0	-1	1	3	0	-1	3	0	-1	0
Capacidade de carga	7,38%	1	0	0	1	1	3	0	1	1	1	0	0	0	0	-1	0	0	1	0	0	3	0
Capacidade de reboque	4,97%	3	1	0	0	1	3	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	3	0	3	0	1
Capacidade de uso off-road	10,61%	3	1	1	1	0	3	1	3	1	0	3	0	3	3	3	1	0	3	1	1	1	-1
Capacidade de uso on-road	10,14%	1	0	3	1	3	3	3	0	1	3	0	3	0	0	3	1	1	0	3	1	1	1
Capacidade para passageiros	5,91%	0	0	3	1	1	1	3	0	1	1	0	1	0	0	3	1	0	0	3	0	0	0
Conformidade com normas de segurança	7,95%	1	0	1	0	1	1	3	1	1	3	0	0	0	-1	0	1	0	1	1	-1	-1	1
Economia de custos de operação e consumo	10,77%	-1	3	0	3	-1	-3	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	3	1	0	0	0	1
Facilidade de operação	10,81%	3	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	3	3	0	3	1	1	3	1	0	0
Mantenabilidade	6,08%	1	0	0	3	0	0	0	3	1	1	1	0	1	3	0	1	1	3	0	0	0	0
Otimização do impacto ambiental	12,03%	1	3	0	1	-1	-1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	3	0	0	0	0	3
Importância do requisito de projeto		13	8	12	12	6	11	11	11	10	12	6	9	10	7	9	12	10	12	14	5	3	6
Prioridade do requisito de projeto		1,56	0,96	1,60	0,73	0,61	1,17	0,87	1,17	1,01	1,22	0,64	1,20	1,06	0,74	0,53	1,60	1,08	1,29	1,87	0,25	0,22	0,72

4.2.6. Relacionamento entre requisitos de projeto

A construção da matriz QFD é finalizada pela caracterização das interrelações entre os requisitos de projeto, rerepresentados na Tabela 21.

Tabela 23. Relacionamento entre requisitos de projeto (fonte: autor).

		Requisitos de projeto (a numeração segue a Tabela 21)																					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1			-		-	++		+		+	+		+	+				-	++		+	-	-
2					+	-						+							-				++
3				+				-						--						++			
4												+				+	+				+	+	-
5						++		-		-		+						-	++		+	+	
6											+		+					-			+	+	
7																+				+			
8									+	-	+		+	++				++	-			-	
9										+		++		+				+			+		
10														--									+
11															++		+	++					+
12																	+	+					
13															++								
14																+			+		+	+	
15																				++		-	
16																		+		++			
17																				-			++
18																							-
19																							-
20																							
21																							
22																							

Legenda:

Célula em branco: ausência de influência relevante entre os dois requisitos considerados.

+: influência positiva fraca entre os dois requisitos considerados.

++: influência positiva forte entre os dois requisitos considerados.

-: influência negativa fraca entre os dois requisitos considerados.

--: influência negativa forte entre os dois requisitos considerados.

4.2.7. Análise dos resultados do QFD

Para uma melhor visualização da hierarquia entre os requisitos que foi obtida através da aplicação do QFD, os resultados da priorização dos requisitos de projeto foram arranjados em ordem decrescente de prioridade, como se observa na Tabela 24.

Fica evidente desta forma que emergiu da aplicação da matriz QFD a priorização da adequação ergonômica do produto (vide os três primeiros requisitos na tabela, todos referentes a este aspecto) e da capacidade fora-de-estrada do veículo (como se vê na seqüência, por meio da colocação dos requisitos *Disponer de sistema de tração nas quatro rodas* e *Ter configuração mecânica robusta*. A observação desta hierarquia entre os requisitos influencia diretamente a formulação do conceito, como se vê na seção 5.

Tabela 24. Ordenamento dos requisitos de projeto por prioridade (fonte: autor).

Posição	Requisito de projeto	Importância	Prioridade
1º	Ter dimensões gerais, de assentos, espaçamentos e comandos adequadas para usuários adultos dos percentis 5 a 95.	14	1,87
2º	Permitir acesso e saída facilitados para todos os ocupantes.	12	1,60
3º	Ter comandos e instrumentos de operação intuitiva.	12	1,60
4º	Disponer de sistema de tração nas quatro rodas.	13	1,56
5º	Ter configuração mecânica robusta.	12	1,29
6º	Possuir suspensão que garanta estabilidade em curvas.	12	1,22
7º	Produzir níveis de ruído dentro dos limites legais.	9	1,20
8º	Possuir motorização com torque elevado.	11	1,17
9º	Possuir suspensão com grande curso.	11	1,17
10º	Ter configuração mecânica otimizada para a economia de insumos.	10	1,08
11º	Ter ângulos de ataque e saída elevados.	10	1,06
12º	Possuir suspensão que absorva irregularidades do pavimento com eficiência.	10	1,01
13º	Disponer de sistemas que otimizem o consumo de combustível e as emissões de poluentes.	8	0,96

Posição	Requisito de projeto	Importância	Prioridade
14º	Possuir os equipamentos de segurança exigidos pela legislação em vigor.	11	0,87
15º	Ter vão livre elevado.	7	0,74
16º	Possuir acabamento interior resistente e de fácil limpeza.	12	0,73
17º	Ter massa total reduzida.	6	0,72
18º	Permitir o uso do veículo em passagem a vau sem ingresso de água no motor.	6	0,64
19º	Possuir motorização com potência adequada para o uso rodoviário.	6	0,61
20º	Ter lugares para acomodar motorista e passageiros.	9	0,53
21º	Ter engate ou mecanismo análogo para o uso de um reboque ou trailer.	5	0,25
22º	Ter espaço reservado para o transporte de carga.	3	0,22

5. CONCEITO DO PRODUTO

Macey e Wardle (2008) propõem dez etapas para a proposição e desenvolvimento do package de um veículo automotor. Para a conclusão do primeiro módulo do Trabalho de Conclusão, foi selecionada para execução a primeira etapa, que compreende a enumeração dos objetivos funcionais do produto. Ao final desta etapa, tem-se uma descrição concisa dos requisitos que determinarão a arquitetura do produto. As demais etapas perfazem a articulação destes requisitos em alternativas de arquitetura, integrando, assim, a fase inicial da geração de alternativas que inicia o segundo módulo do Trabalho.

A formulação conceitual proposta pelos autores mencionados tem algumas peculiaridades se comparada à proposta, p.ex., por Back et al. (2008) e Baxter (2000). Ela contém uma listagem sucinta de especificações do produto, que são resgatadas da seleção de valores de referência realizada ao cabo da análise de similares (ver seção 3.9) e complementadas por uma descrição verbal, que, por sua vez, vem da comunicação com o fabricante Agrale (ver 2.8) e do planejamento da qualidade executado mediante a aplicação do QFD.

Como explicitado na seção 2.8, a descrição dos objetivos toma como referência principal o modelo Agrale Marruá; os objetivos funcionais foram enunciados com base neste produto e transformados de acordo com a análise comparativa dos similares e o levantamento das necessidades dos usuários, por sua vez processado pela matriz QFD. A técnica proposta por Macey e Wardle divide a enunciação destes objetivos em três grupamentos, referentes aos usuários, ao fabricante e aos demais intervenientes, estes últimos aglutinados em um módulo denominado *mercado e ambiente*.

5.1. Usuários

A Tabela 25 apresenta os objetivos funcionais do produto relacionados aos seus usuários. Inclui a capacidade para passageiros e estimativas para o desempenho urbano, rodoviário e fora-de-estrada; a listagem é concisa, buscando apresentar

os parâmetros essenciais para a formulação de alternativas da arquitetura do produto.

Tabela 25. Objetivos funcionais: usuários. Fonte: autor, seguindo esquema de Macey e Wardle (2008).

Aspecto	Objetivo funcional
Propósito do veículo	Utilitário todo-terreno.
Caracterização dos ocupantes	4-5 passageiros. Fileira dianteira: de duas mulheres adultas do percentil 5 a dois homens adultos do percentil 95. Fileira traseira: de três mulheres adultas do percentil 5 a dois homens adultos do percentil 95. Bancos rebatíveis/removíveis para expansão da área de carga com fundo plano.
Desempenho	Aceleração 0-100 km/h: 10s. Velocidade máxima: 130 km/h (limitada eletronicamente, se necessário).
Capacidade off-road	Ângulo de entrada: 50-65°. Ângulo de saída: 45-55°. Vão livre: 250-275 mm.
Preço ao consumidor final	R\$ 100.000-120.000.
Imagem	Utilitária, robusta, segura.

5.2. Fabricante

A seguir, foram enumerados os parâmetros referentes à infraestrutura do fabricante (Agrale), ao posicionamento do produto no portfólio da empresa e às expectativas de vendas do produto.

Tabela 26. Objetivos funcionais: fabricante. Fonte: autor, seguindo esquema de Macey e Wardle (2008).

Aspecto	Objetivo funcional
Posição do modelo no portfólio da marca	Atua em diversos segmentos industriais, com experiência em outros setores de veículos (tratores e caminhões); o modelo é a única linha da divisão de veículos automotores. Trata-se da segunda geração do modelo.
Investimentos e custos de manufatura	Limitados pela escala de produção. Evolução incremental, quando aplicável.
Volume de vendas	1.000-5.000 unidades/ano.

Aspecto	Objetivo funcional
Estratégia de marketing	Tradicional, por meio de rede de concessionárias e presença em feiras de veículos e implementos agrícolas. Há a oportunidade de sondar alternativas, como marketing de guerrilha com os jipeiros e propaganda específica para os produtores habilitados a realizar financiamento via Pronaf.
Tecnologia	Construção tradicional, com chassi e carroceria em aço. A manutenção deve ser simples e de baixo custo. É possível contemplar tecnologias alternativas para reduzir consumo e emissões (oportunidade condicionada aos estudos do <i>package</i> no módulo II e às condições de implementação pela empresa); é obrigatório observar as normas atualizadas de segurança.

5.3. Mercado e ambiente

Por fim, foram listados os parâmetros essenciais tocantes aos intervenientes externos à empresa e ao público-alvo. Incluem-se entre eles o ambiente de utilização do produto, o mercado em que o produto será situado e determinações legais que impactam a configuração do produto.

Tabela 27. Objetivos funcionais: mercado e ambiente. Fonte: autor, seguindo esquema de Macey e Wardle (2008).

Aspecto	Objetivo funcional
Infraestrutura	Levar em conta atual capacidade produtiva da Agrale.
Terreno e clima	Variados. Deve oferecer conforto on-road equiparável aos similares e atender às especificações de desempenho off-road.
Legislação	Deve atender às normas brasileiras de segurança em vigor (BRASIL, 1997), inclusive a lei 11.910, que obriga a implementação do airbag nos veículos automotores comercializados no Brasil.
Emissões	Deve atender às normas atualizadas do Proconve.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS DO MÓDULO I

O primeiro módulo do Trabalho de Conclusão de Curso é encerrado pela determinação dos parâmetros de projeto essenciais ao prosseguimento do processo de desenvolvimento de produto nos moldes previstos por Macey e Wardle (2008). Certas especificações quantitativas foram deixadas ao final deste módulo como intervalos e não como valores fixos, o que teve como meta deixar margens de tolerância para a experimentação de alternativas de arquitetura do produto nas fases iniciais do módulo II do trabalho.

O segundo módulo se inicia com a estipulação de novo cronograma com o detalhamento das fases que serão nele seguidas. O roteiro básico para a execução da etapa é composto por uma fase de geração de alternativas a partir do conceito definido ao final do primeiro módulo. Esta geração de alternativas tem duas facetas: a composição de alternativas do *package*⁶⁹ e a geração de alternativas de estilo para carroceria e interior. Seguem-se a esta fase a seleção da alternativa mais adequada aos objetivos funcionais e o seu desenvolvimento, modelagem e validação dentro dos limites de detalhamento estipulados no escopo do projeto.

Para que a adequação do projeto à produção não seja prejudicada, o estreitamento do contato com o fabricante consultado se mostrou fundamental. Nova fase de pesquisa focada em técnicas e processos construtivos para veículos automotores também se faz necessária, em função dos processos de modelagem e validação propostos por Macey e Wardle (2008).

⁶⁹ Esta composição será guiada pela definição do conceito do produto (cf. seção 5) e das especificações suplementares geradas na seção 3.9.

7. REVISÃO DO PROJETO CONCEITUAL

7.1. Objetivos funcionais: revisão

Macey e Wardle (2008) propõem o estudo dos objetivos funcionais em maior detalhe através da listagem da descrição de especificações de uma série de quesitos apresentados pelos autores. Com este procedimento, torna-se possível examinar o grande número de parâmetros que influenciam o projeto de um produto deste nível de complexidade e as relações entre as especificações e as formas de “estabelecer alguns dos principais elementos [da arquitetura] em torno dos objetivos funcionais” (MACEY & WARDLE, 2008) e, com isto, expressar adequadamente os objetivos ao longo da geração de alternativas. Assim como no caso dos objetivos traçados na descrição do conceito do produto, esta exploração ocorre em três regiões: os objetivos são divididos entre aqueles focados diretamente no cliente, as considerações do fabricante e as forças de mercado e do ambiente em geral (id.).

Ainda em conformidade com os autores e sua ponderação de que “alguns objetivos funcionais podem ser polarizadores [...], o que torna ainda mais importante priorizá-los com clareza.” (id.), certos quesitos foram destacados em detrimento de outros em função de seu peso na capacidade de atender às necessidades dos usuários (para tanto, recorreu-se aos resultados do QFD apresentados em 4.2.7) e também de sua contundência como argumentos de venda do produto. Por exemplo, embora a segurança física seja tida intuitivamente como mais importante do que a segurança psicológica, a última foi destacada por sua relevância para a percepção de qualidade do produto por parte do potencial comprador e usuário. Os resultados desta avaliação seguem nas tabelas

Tabela 28, Tabela 29 e Tabela 30.

Tabela 28. Atributos focados no consumidor. Os atributos julgados como prioritários estão destacados em versalete (fonte: autor, seguindo esquema de MACEY & WARDLE, 2008).

Aspecto	Objetivo funcional
Custo	Similar ao Marruá (R\$ 100-120 mil). Pode ser menor nas versões de entrada.
IMAGEM	O produto deve ser caracterizado como robusto, durável, funcional e versátil. É capaz de ir a lugares de difícil acesso, mas não é intimidador.
Tamanho	Similar a um jipe compacto. Alto e largo, mas curto.
ESPAÇO INTERNO	Capacidade para quatro a cinco passageiros. Referência para os assentos dianteiros: dois adultos do percentil 95 da população norte-americana ⁷⁰ ; Referência para os assentos traseiros: dois adultos do percentil 95 da população norte-americana, ou ainda três crianças ou adultos de percentil inferior ao 95.
VOLUME PARA CARGA	<i>Para o produtor:</i> equivalente à caçamba de uma picape média de cabine dupla. <i>Para o aventureiro:</i> equivalente ao porta-malas de um hatchback compacto (c. 250-350 litros).
ECONOMIA	Relativamente baixa (por volta de 10 km/l com diesel). Uso do motor diesel melhora os valores em relação aos que seriam obtidos com um motor a gasolina.
Peso	Até 2.000 kg.
Dirigibilidade	É um veículo estável em curvas, mas sem quaisquer pretensões de desempenho esportivo.
Velocidade	Capaz de desenvolver velocidade de cruzeiro adequada para estradas asfaltadas (80-100 km/h). Máxima de 120-130 km/h.
CAPACIDADE OFF-ROAD	Extremamente capaz. É a característica definidora do veículo. Tração nas quatro rodas, bloqueio do diferencial, suspensão com grande curso, chassi em aço. Ver 5.1.
Flexibilidade	Pode ser usado na estrada e fora dela, por aventureiros, produtores, militares, turistas, etc.
DURABILIDADE	A carroceria do Marruá é produzida em aço galvanizado de 1,2 mm. Se for contemplado o uso de estamparia, é possível especificar espessuras de chapa menores (MACEY & WARDLE, 2008). Os componentes da suspensão do Marruá serão aproveitados, dada a ampla validação de sua qualidade indicada pelo <i>feedback</i> de seus usuários.
CONFORTO	Aplica-se a mesma argumentação do quesito Durabilidade, acima.
ACABAMENTO	Simples, mas confortável. Materiais e ergonomia podem ser explorados para superar o nível de conforto oferecido pelo Marruá. Os componentes devem ser fáceis de manter (e, particularmente, de limpar) e resistentes.

⁷⁰ Valores usados como referência por Macey e Wardle (2008).

Aspecto	Objetivo funcional
SEGURANÇA PSICOLÓGICA	Aparência robusta. Package elevado, com rodas e pneus grandes. Evocar uso militar.
Cores	Sóbrias. Cores sólidas ou metálicas. Evocar uso militar.
Ruído e vibração	Confortável, mas não ao nível de um veículo de luxo.
Emissões	Relativamente baixa (cerca de 10 km/l em ciclo misto). Uso do motor diesel melhora os valores.
Reboque	Similar ao Marruá. Secundário à capacidade de carga.
Customização	A construção sobre chassi oferece grande potencial para modificações ao gosto do usuário. O projeto dá prioridade à manutenção de uma característica da atual linha de produtos, a saber, o oferecimento de versões específicas (picapes com caçamba ou com chassi exposto). Há também a possibilidade de oferecimento de acessórios para trilhas pesadas, como snorkel, guincho, machado, facão, etc.
Carga útil	Para atender às necessidades de transporte de carga dos produtores rurais, buscou-se um valor intermediário entre aqueles tipicamente encontrados nos veículos todo-terreno e a capacidade de carga de uma picape média, chegando-se a uma capacidade entre 650 e 750 kg ⁷¹ .
Disponibilidade de acessórios	Acessórios para trilhas pesadas: machado, facão, snorkel, guincho, pneus AT e MT, etc.
IDENTIDADE DE MARCA	Indissociável do Marruá. Associada (mas não limitada) aos tratores e caminhões da empresa. Evoca a resistência e a durabilidade do produto, sua origem como veículo militar e sua produção brasileira e regional.
Posição de dirigir	Elevada, com boa visibilidade frontal e lateral para facilitar a visualização de obstáculos no fora-de-estrada e o uso no tráfego urbano.
Acessibilidade	Boa para os assentos dianteiros; pode ser limitada para os traseiros se a carroceria tiver somente duas portas. Estribos e/ou alças para facilitar a entrada. Ampla abertura para as portas.
Manobrabilidade	Ajustada para o fora-de-estrada. Diâmetro de giro de até 14m.
Autonomia	600-800 km.
Potência	150 cv (ver 9.1.4).
Segurança física	Atender ou superar exigências legais. Em adição, 4 a 5 estrelas no teste LatinNCAP.

⁷¹ Para efeito de comparação, a linha Marruá atual oferece versões com capacidades de carga entre 500 e 1.700 kg (para o jipe AM50 e a picape de cabine dupla AM200CD, respectivamente). Fonte: <http://www.agrale.com.br/pt/utilitarios>. Acessado em 25 de junho de 2012.

Tabela 29. Atributos focados nas considerações do fabricante. Os atributos julgados como prioritários estão destacados em versalete (fonte: autor, seguindo esquema de MACEY & WARDLE, 2008).

Aspecto	Objetivo funcional
CARACTERÍSTICAS DA MANUFATURA E USO DA CAPACIDADE PRODUTIVA	Produção local. Aproveitar ao máximo os processos atualmente usados pela Agrale (particularmente, a dobradeira usada na produção dos painéis da carroceria).
Custos de produção	Alguns processos não estão disponíveis no presente (em particular, a conformação de chapas de aço por estamparia e a injeção de polímeros), mas com materiais e componentes de alta durabilidade. A baixa escala de produção gera uma tendência à elevação dos custos.
CONFORMIDADE COM O RESTANTE DA LINHA DE PRODUTOS	Trata-se da única linha automotiva da Agrale, que também produz caminhões, tratores, etc.
Plataforma	Utiliza um chassi derivado do Marruá atual. Aproveita a escada (com possíveis modificações), motor, sistemas de suspensão e transmissão. Bitola e entreeixos podem variar em relação ao original.
DERIVADOS	Deve-se prever a possibilidade de oferecimento das variantes hoje existentes: picapes de cabine simples, estendida e dupla; carroceria sem caçamba e as versões específicas para o uso pelas Forças Armadas.
Concessionários	Há 33 unidades em território nacional (das quais quinze se encontram na Região Sul e cinco no estado de São Paulo) e uma na Argentina ⁷² .
Estratégia de marketing	Tradicional, por meio de rede de concessionárias e presença em feiras de veículos e implementos agrícolas. Há a oportunidade de sondar alternativas, como marketing de guerrilha com os jipeiros e propaganda específica para os produtores habilitados a realizar financiamento via Pronaf.
Pessoal	Em primeira instância, inalterado em relação à produção do Marruá.
Pintura	Idem.
Garantia	A garantia atualmente oferecida pela Agrale para o Marruá é de um ano. Enquanto montadoras de automóveis de passeio vêm oferecendo garantias progressivamente maiores, de dois ou três anos ou mais, as severas condições de uso do produto indicam ser pouco prudente, ao menos inicialmente, estender a garantia além do patamar atual.

⁷² Fonte: <http://www.agrale.com.br/pt/concessionarias>. Acessado em 28 de junho de 2012.

Tabela 30. Atributos originados no mercado e no ambiente de uso do produto. Os atributos julgados como prioritários estão destacados em versalete (fonte: autor, seguindo esquema de MACEY & WARDLE, 2008).

Aspecto	Objetivo funcional
Infraestrutura	Uso em áreas remotas e/ou desabitadas. O veículo deve ter elevada autonomia, ser resistente e fácil de reparar.
Densidade populacional	<i>Produtores:</i> reduzida. O veículo se destina ao transporte de uma propriedade rural para a outra e para zonas urbanas. <i>Aventureiros:</i> densidade reduzida ou nula no off-road, mas elevada no retorno à cidade.
Estacionamento	Deve caber em vaga de garagem. Portanto, o comprimento deve ser menor do que 5.000 mm e a largura de espelho a espelho, menor do que 2.100 mm. Deve também poder entrar em vaga de estacionamento coberto; para tanto, a altura total, sem acessórios, deve ser inferior a 2.050 mm.
Economia	Cerca de 10 km/l em ciclo misto. O uso do motor diesel melhora os valores em relação àqueles alcançáveis com um motor a gasolina de rendimento equivalente.
Taxação	Sofre as taxações aplicáveis a veículos utilitários leves.
Seguro	Idem.
Ecologia	Atender às normas de emissões em vigor no Brasil. Em outro aspecto, a tração nas quatro rodas minimiza os danos ao solo.
Cultura	Prever uso de utensílios e acessórios por usuários aventureiros e ferramentas por produtores.
Legislação	Atender às normas de segurança e emissões vigentes a demais disposições legais pertinentes.
SEGURANÇA PSICOLÓGICA	Aparência sólida. Package elevado, com rodas e pneus grandes. Evocar uso militar.
Clima	Pode ser usado, no mínimo, em todo o território brasileiro. Assim, sua operação deve ser adequada à ampla gama de climas existentes no País: semiárido, tropical, subtropical, etc. Mesmo o uso sob neve é possível nestas condições.
Grupos de consumidores	Avaliação por revistas especializadas (<i>Quatro Rodas, Carro, Autoesporte, Motor Show, Car & Driver Brasil, etc.</i>). Associações de consumidores, como a Proteste, existem, mas têm menor expressão no país. A LatinNCAP realiza testes de colisão, avalia os veículos e divulga os resultados ao público sulamericano.
Volume de vendas	Atualmente, são produzidos menos de 1.000 unidades do Marruá por ano. Com este projeto, tenciona-se alcançar um volume de 1.000 a 5.000 unidades por ano.
DISCRIMINAÇÃO	Projetado e produzido no Brasil (para os consumidores do estado do Rio Grande do Sul, o fato de o veículo ser projetado neste estado é um possível argumento de venda). Utilitário “de verdade”, simples de usar e extremamente resistente, o que é corroborado pelo <i>feedback</i> de seus usuários.

7.2. Considerações sobre o mercado

7.2.1. Posicionamento

Macey e Wardle (2008) afirmam a necessidade de ilustrar o posicionamento de um novo produto frente a seus concorrentes e estudar lacunas no mercado, que indicam oportunidades de introdução de produtos novos com características únicas. Os mesmos autores recomendam que este estudo seja conduzido valendo-se da construção de um gráfico de posicionamento, que representa a função do produto — expressa por seu posicionamento como um veículo voltado para o uso na estrada (on-road) ou no fora-de-estrada (off-road) — e o valor percebido — expresso pelas variáveis *economia* (que indica que o veículo é escolhido por ser tratar de uma opção econômica em termos de custo de aquisição e manutenção, consumo de combustível e demais insumos, taxaço, etc.) e *prestígio* (que indica que o veículo é posicionado de tal forma que sua compra é motivada por fatores como imagem e *status*). Com auxílio da literatura pesquisada na análise de similares e nos atributos visuais de cada modelo, cada produto recebeu duas notas de -5 a +5, uma para cada eixo do gráfico (de *off-road* a *on-road* e de *economia* a *prestígio*). A posição de cada produto no gráfico é, portanto, uma coordenada das duas notas.

O gráfico (Figura 30) representa o posicionamento dos similares analisados de 3.2 a 3.8, com a adição de três outros produtos: o Toyota FJ Cruiser, o Ford EcoSport e o Mitsubishi Pajero Full, dos quais os dois últimos já haviam sido avaliados pelos usuários durante o levantamento de suas necessidades.

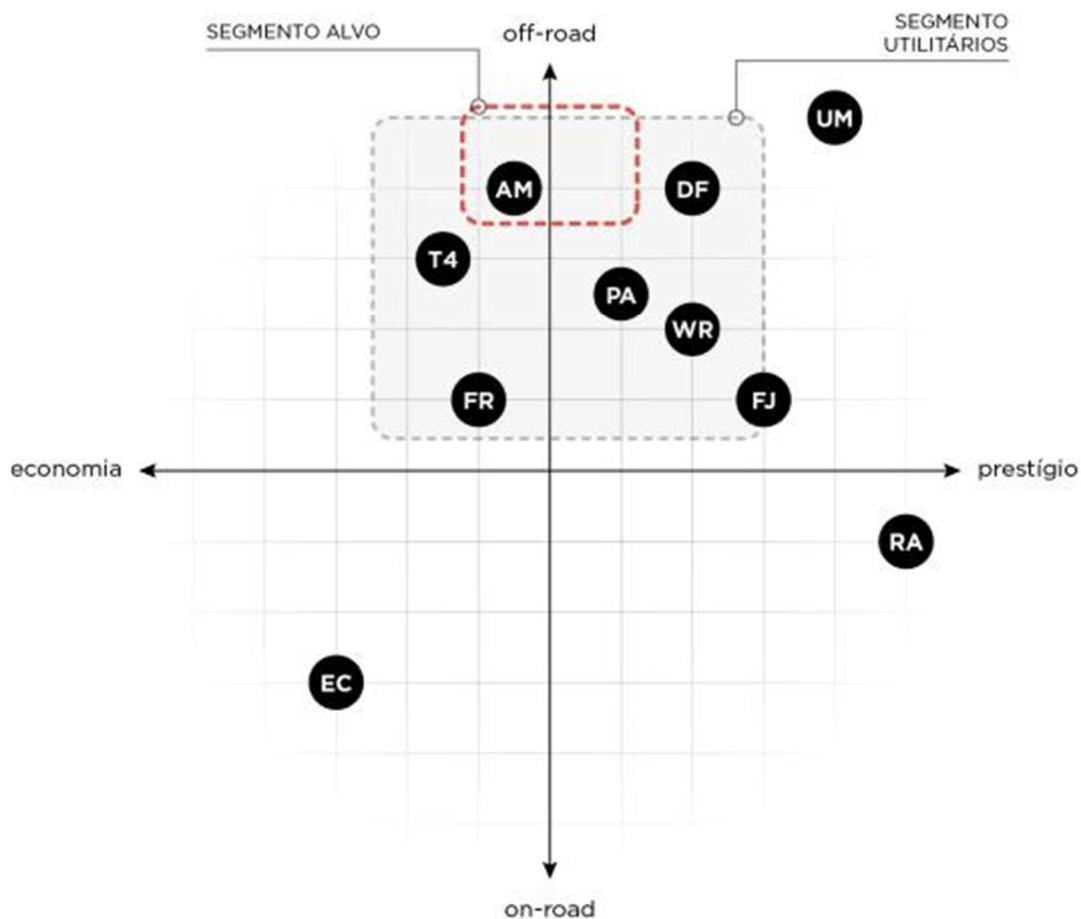


Figura 30. Gráfico função x valor percebido (fonte: autor, segundo modelo de MACEY & WARDLE, 2008).

Legenda: **AM:** Agrale Marruá; **DF:** Land Rover Defender; **EC:** Ford EcoSport; **FJ:** Toyota FJ Cruiser; **FR:** Nissan Frontier; **PA:** Mitsubishi Pajero Full; **RA:** Range Rover; **T4:** Troller T4; **UM:** Mercedes-Benz Unimog; **WR:** Jeep Wrangler.

7.2.1.1. Considerações do fabricante

A colaboração com o fabricante Agrale foi estendida durante o segundo módulo deste trabalho. Foram realizadas duas visitas à empresa, intermediadas pelo departamento de design, em janeiro e abril de 2012. Nas duas ocasiões, entrevistou-se de maneira não-estruturada um dos projetistas que integram o departamento de design da empresa. Em adição, foi mantido contato via e-mail para a aquisição de certas informações, em particular no que diz respeito ao detalhamento técnico do package do Marruá.

Para o entrevistado, o posicionamento do produto no mercado privilegia as vendas para as Forças Armadas, que utilizam o modelo em caráter exclusivo.

Outros compradores frequentes incluem companhias mineradoras, empreiteiras e prestadoras de serviços de infra-estrutura em geral.

A gerência da empresa tem consciência das vantagens que o projeto do Marruá proporciona no uso militar e, simultaneamente, de como estas vantagens podem se converter em fraquezas na tentativa de alcançar um público civil mais amplo. Incluem-se entre estes fatores o ajuste mecânico do produto, voltado para um uso fora-de-estrada mais severo do que o de seus concorrentes (segundo o entrevistado, clientes relataram que picapes médias por eles empregadas em condições severas dificilmente resistem mais de seis meses sem algum tipo de falha mecânica, enquanto o Marruá resiste por dois anos ou mais). O entrevistado reconhece que o índice de vendas para o público civil poderia ser ampliado (atualmente, são cerca de trezentas unidades por ano, segundo a Anfavea – ver Anexo 02). Segundo ele, uma penetração maior no mercado civil, que procuraria um veículo que, embora altamente capaz no fora-de-estrada, teria conforto e dinâmica mais próximas de um utilitário esportivo ou picape média. Para o entrevistado, os principais concorrentes do Marruá são os diversos modelos de picapes médias existentes no mercado e, no segmento dos todo-terreno, o Troller T4.

Segundo o entrevistado, o preço do veículo (quase vinte mil reais maior do que o de um Troller T4) não se deve à escala de produção e sim à configuração do veículo, dedicada a uma resistência mecânica superior. Inclui-se aqui a construção da carroceria em chapa de aço galvanizada (a do Troller é produzida em polímero reforçado com fibra de vidro, enquanto a maioria dos demais veículos no segmento têm carroceria em aço não-galvanizado e de menor espessura. A conformação da carroceria é feita em uma dobradeira e não por estamparia, como é comum na indústria automotiva.

A gestão da montadora reconhece a oportunidade de desenvolvimento de um produto para atender aos públicos-alvo selecionados no escopo deste trabalho (em adição aos públicos já atendidos de forma preferencial pelo produto atual). Esta oportunidade seria, na visão da gerência, explorada por meio do desenvolvimento de nova geração do produto Marruá. No entanto, a empresa se

foca no presente em aperfeiçoar o produto atual. Esta decisão é evidenciada pelo considerável investimento necessário no desenvolvimento dos novos componentes utilizados pela renovação do projeto do interior, mencionada anteriormente. Assim, o desenvolvimento desta segunda geração é hoje um plano a médio prazo; confirmados os planos correntes, iniciar-se-á em cerca de três anos. Contudo, partes deste desenvolvimento já foram iniciadas. O setor de design desenvolveu alternativas para a carroceria de uma segunda geração do modelo, sendo que uma destas já foi selecionada para desenvolvimento.

Ainda assim, o entrevistado encorajou que se prossiga a realização do projeto nos moldes do desenvolvimento da segunda geração do Agrale Marruá. Recomendou que o desenvolvimento da carroceria seja adequado, mas não restrito, aos processos de produção de que dispõem as unidades fabris da Agrale. Ressaltou, no âmbito da configuração formal do conceito, que se atentasse a dois fatores: as características funcionais e estéticas do produto existente (“a alma do Marruá”) e o claro reconhecimento do produto dentro da identidade da marca Agrale (ver 0).

7.2.2. Segmentação

Segundo Macey e Wardle (2008), “[e]m algum momento no início do processo de design, o conceito precisará ser classificado em uma categoria particular de veículo, como um carro, uma camioneta ou um veículo comercial”. Isto é necessário devido a uma série de fatores: a necessidade de enquadrar o produto nas categorias de veículos usadas por diversos países para estruturar legislações de segurança, emissões, taxaço, etc.; estas categorias também são utilizadas por outras organizações, como grupos de consumidores e a imprensa especializada, para facilitar testes e comparações entre os produtos que disputam segmentos similares. Tendo-se estes fatores em conta, se faz oportuno retomar e revalidar a definição do veículo projetado como um *veículo todo-terreno*.

7.3. Painéis semânticos

Baxter (2000) indica a produção de painéis semânticos para a exploração dos aspectos socioculturais relacionados ao produto e a seu público-alvo; estes painéis servem como referência para a geração de alternativas.

7.3.1. Estilo de vida

A finalidade destes painéis é retratar “os valores pessoais e sociais, além de representar o tipo de vida desses consumidores” (BAXTER, 2000), além de outros produtos associados às atividades desempenhadas pelos usuários com o produto em questão. Para o mesmo autor, é necessário explorar os valores simbólicos do produto a ser projetado conforme sua relação com cada potencial público-alvo. Por esta razão, foram elaborados dois painéis: um para expor os atributos relacionados ao uso do produto por produtores rurais e outro para os atributos relacionados ao público do tipo aventureiro.



Figura 31. Painel semântico do estilo de vida — produtores.
Fonte: imagens compiladas pelo autor.



Figura 32. Painel semântico do estilo de vida — aventureiros.
Fonte: imagens compiladas pelo autor.

7.3.2. Expressão do produto

Este painel procura uma expressão dos valores culturais e emocionais do produto, que tenta se relacionar ao estilo de vida dos consumidores (BAXTER, 2000). Aqui, a expressão foi retratada por meio de um painel, devido à percepção de sobreposição dos valores que podem se relacionar aos dois públicos-alvo estudados — valores como resistência, segurança, capacidade no meio fora-de-estrada, etc.

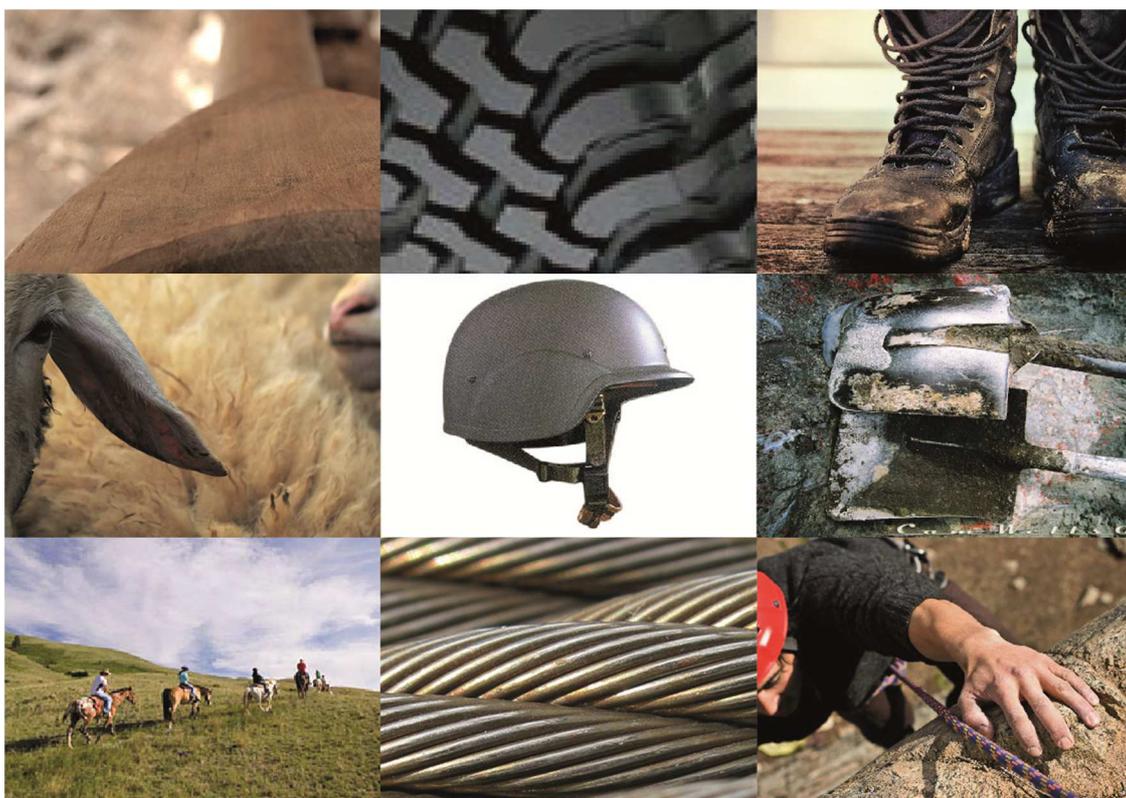


Figura 33. Painel semântico da expressão do produto.
Fonte: imagens compiladas pelo autor.

7.3.3. Tema visual

Assim como no caso dos painéis do estilo de vida, decidiu-se produzir dois painéis semânticos do tema visual. O primeiro (Figura 34) traz referências de produtos similares, dos quais alguns estão disponíveis no mercado e outros foram concebidos e apresentados ao público de maneira puramente conceitual. Com isto, torna-se possível examinar a atual expressão formal dos requisitos de projeto de veículos fora-de-estrada, bem como tendências para sua aplicação em um futuro próximo.



Figura 34. Painel semântico do tema visual — utilitários.
Fonte: imagens compiladas pelo autor.

A elaboração do segundo painel (Figura 35) foi motivada pela sugestão pelo departamento de design da Agrale de investigar e analisar a identidade forma existente entre as linhas de produtos da empresa em seus diversos setores de atuação. Esta possibilidade de estudo se apresentou em consonância com a análise da relação entre o produto projetado e a linha na apresentação dos objetivos funcionais expandidos em 7.1.



Figura 35. Painel semântico do tema visual — identidade dos produtos da marca Agrale. Fonte: imagens compiladas pelo autor.

8. GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS

A geração de alternativas ocorreu em duas fases não-concomitantes. A primeira se refere à definição da arquitetura do produto, enquanto a segunda diz respeito à criação de opções para a configuração da carroceria do veículo.

8.1. Package

Levando-se em conta o aproveitamento dos componentes e processos produtivos disponíveis para a empresa, tomou-se a decisão de aproveitar, sempre que possível, os principais componentes mecânicos: motor, caixa de câmbio e de transferência e sistemas de suspensão. Todas as alternativas são também construídas sobre um chassi do tipo escada, tal como o que é utilizado no Agrale Marruá e em seus concorrentes mais próximos, como o Troller T4 e o Jeep Wrangler. Portanto, nas alternativas que seguem, a menos que uma mudança nestes componentes seja informada, fica claro que os componentes mencionados foram preservados.

8.1.1. “Jipe” convencional

Esta alternativa parte das características construtivas encontradas no Agrale Marruá e, com efeito, na maioria dos produtos similares estudados. Trata-se de uma carroceria de teto fechado do tipo *station wagon* montada sobre um chassi do tipo escada com o motor Cummins ISF do Marruá montado em posição dianteira e longitudinal. Este posicionamento do motor determina que a caixa de câmbio e a caixa de transferência sejam instaladas em linha posteriormente ao motor. Isto implica que, como o eixo cardã que liga a caixa de transferência ao diferencial dianteiro precisa passar por baixo do motor, este tem que ser instalado em uma posição elevada, o que, faz com que as caixas de câmbio e de transferência avancem sobre a cabine e o assoalho, comprometendo o espaço interno. Fenton (1998) sugere que, sempre que possível, o motor e a tração sejam “agrupados” sobre o mesmo eixo. Como a tração nas quatro rodas inviabiliza esta solução, torna-se conveniente procurar soluções alternativas para reduzir a intrusão dos componentes mecânicos sobre o habitáculo. O mesmo autor registra

uma solução já empregada no projeto do Agrale Marruá: a instalação de motor e transmissão em um ângulo na vista lateral, o que permite que a transmissão se situe sob o assoalho.

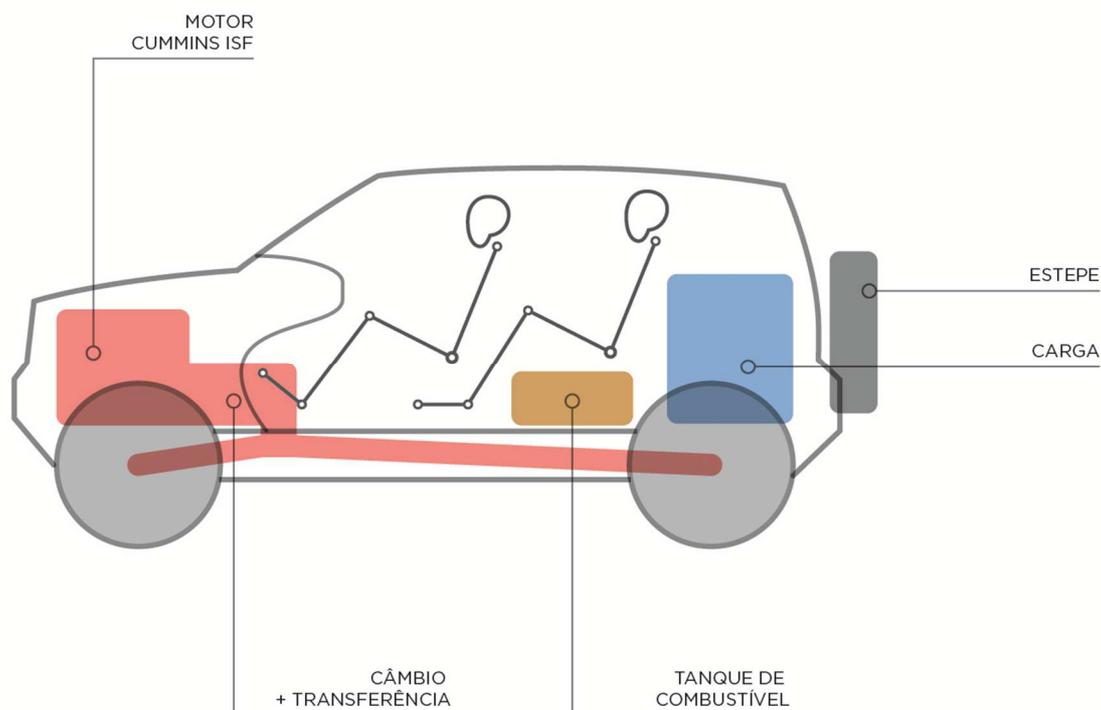


Figura 36. Representação esquemática da alternativa 1 da arquitetura do produto. (Fonte: autor.)

Segundo Macey e Wardle (2008), embora a instalação do motor em posição longitudinal comprometa parcialmente o espaço dos ocupantes, ela simplifica o arranjo dos sistemas de direção, suspensão e transmissão.

8.1.2. “Jipe” com motor transversal

Com a intenção de ampliar o volume dedicado ao habitáculo, foi sugerida uma segunda alternativa, em que o motor Cummins é instalado transversalmente em vez de longitudinalmente. O motor fica posicionado à frente do eixo dianteiro, com a caixa de câmbio alinhada ao motor na transversal e caixa de transferência integrada ao diferencial e ao eixo dianteiro. Devido ao deslocamento do motor para a frente do eixo, a divisória entre a cabine e o cofre do motor poderia ser avançada para a frente, o que liberaria espaço para os assentos e o compartimento de carga.

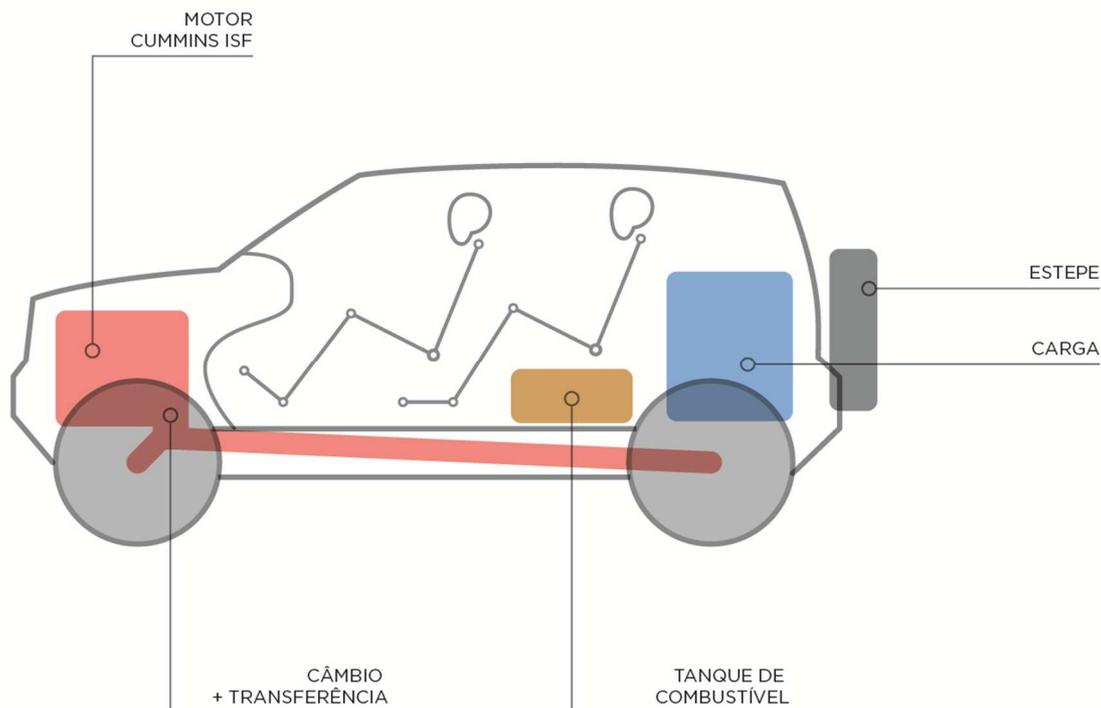


Figura 37. Representação esquemática da alternativa 2 da arquitetura do produto. (Fonte: autor.)

Esta configuração é comum em veículos de passeio com tração nas quatro rodas, particularmente naqueles que são derivados de outros veículos ou versões de tração dianteira. Segundo Macey e Wardle, esta configuração apresenta uma desvantagem importante em relação ao package com motor longitudinal. A distância entre os perfis do chassi impõe um limite máximo às dimensões do motor que será instalado, sob pena de reduzir os ângulos de esterçamento das rodas dianteiras. Para contornar este problema, seria necessário alargar o veículo, possivelmente acima dos limites aceitáveis que foram enunciados em 7.1 e, de forma preliminar, em 3.9. Pode-se argumentar que o deslocamento do motor para a frente, em comparação com a alternativa de motor longitudinal, e o resultante deslocamento no mesmo sentido do centro de gravidade do carro compromete em parte a tração no eixo traseiro, reduzindo a eficácia do sistema de tração nas quatro rodas.

8.1.3. Sistema híbrido em paralelo

Duas das alternativas exploram a possibilidade de reduzir o consumo de combustível e as emissões de poluentes decorrentes do uso do veículo. Ambas

abrangem a configuração de sistemas híbridos, dotados de um motor a combustão interna e propulsão por motores elétricos.

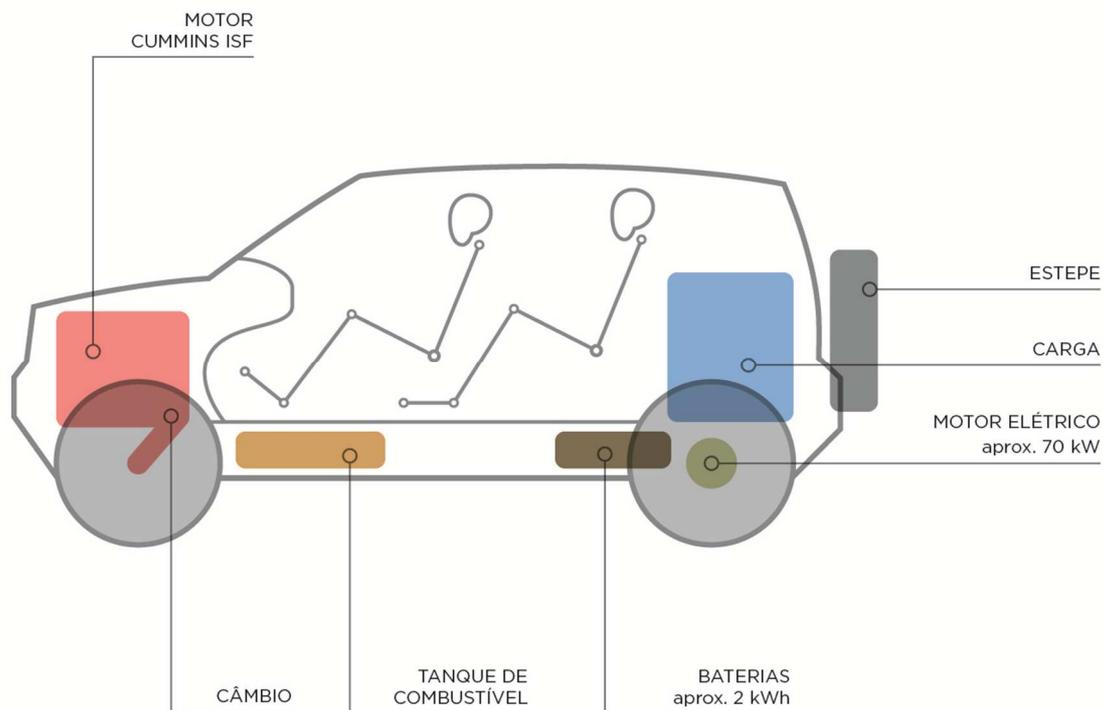


Figura 38. Representação esquemática da alternativa 3 da arquitetura do produto. (Fonte: autor.)

Esta alternativa é do tipo híbrido em paralelo, que se vale de um motor elétrico para complementar a força propulsora providenciada por um motor a combustão tradicional. Nesta proposta, o motor elétrico traciona exclusivamente o eixo traseiro, enquanto o motor a diesel traciona o eixo dianteiro e aciona um gerador elétrico responsável por recarregar as baterias que alimentam o motor traseiro. Este arranjo é similar ao utilizado por diversos veículos híbridos disponíveis no mercado internacional, como o Toyota Prius. No entanto, o arranjo proposto aqui situa a propulsão elétrica e aquela providenciada pelo motor a combustão interna em eixos distintos (no Prius, por exemplo, ambos os motores tracionam o eixo dianteiro). Isto permite eliminar a ligação mecânica entre o motor a combustão e o eixo traseiro.

Como o eixo dianteiro é tracionado integralmente pelo motor a combustão e este também movimentava o gerador elétrico, seus requisitos de potência pouco diferem daqueles estabelecidos para as duas primeiras alternativas. Por isto, a proposta

prevê que a utilização do mesmo motor turbodiesel, o Cummins ISF. Como o motor a combustão não é desativado durante o uso do veículo, as baterias podem ter capacidade de armazenamento relativamente reduzida, por volta de 2kWh, o que contribui para controlar o ganho em peso e custo causado pelo uso de baterias.

Em aplicações já existentes, o sistema produz ganhos em consumo que podem chegar a mais de 60%⁷³, valor endossado por Fenton e Hodkinson (*in*: CROLLA, 2009). Porém, Barnard (*in* HAPPIAN-SMITH, 2002) faz ressalvas aos benefícios de sistemas elétricos e híbridos no que diz respeito à redução do impacto ambiental, que, segundo o autor, depende da matriz energética utilizada para carregar as baterias. Se a rede elétrica utilizada pelo usuário é alimentada por usinas termelétricas, por exemplo, a eficiência do sistema é comparável à resultante do uso de um motor a combustão interna e combustíveis de origem fóssil, e a poluição resultante simplesmente tem sua fonte deslocada do veículo automotor para a usina de geração de eletricidade.

8.1.4. Sistema híbrido em série

A segunda alternativa adota um sistema híbrido denominado em série, adotado mais recentemente por fabricantes de automóveis de passeio — exemplos recentes incluem o Chevrolet Volt, de 2009, e o Fisker Karma, de 2011. Nesta proposta, ambos os eixos são tracionados exclusivamente por dois motores elétricos, um instalado em cada eixo. O veículo dispõe de um motor a combustão que não possui acoplamento mecânico com qualquer um dos eixos; ele serve exclusivamente como gerador elétrico, recarregando as baterias. Segundo Barnard (*in*: HAPPIAN-SMITH, 2002),

A autonomia limitada que pode ser providenciada pelo armazenamento [de energia] por baterias levou ao desenvolvimento de veículos híbridos em que as baterias ou outros dispositivos de armazenamento de energia como um volante ou “ultracapacitores”

⁷³ Comparando-se o Toyota Prius ao Corolla, de dimensões e motorização semelhantes, o ganho é de 66% — 21,2 km/l contra 12,8 km/l no ciclo misto, segundo aferição da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (fonte: www.fueleconomy.gov, acesso em 21 de junho de 2012). Contudo, cabe apontar que há outras diferenças entre os dois produtos que são capazes de influenciar o consumo, tais como a massa do veículo, o arrasto aerodinâmico (menor no Prius) e o tipo de transmissão (CVT no Prius, manual ou automática no Corolla).

compactos podem ser recarregados por um pequeno gerador a gasolina ou a diesel ou mesmo uma turbina a gás. Todos estes motores tendem a ser mais eficientes quando trabalham a plena capacidade, e o sistema de armazenamento de energia pode permitir que energia seja recuperada nas frenagens, resultando em veículos com o potencial de serem muito mais eficientes do que os tipos convencionais de hoje.

Como o motor a combustão não necessita tracionar as rodas, seus requisitos de rendimento ganham novas características. Em vez de produzir torque elevado, o que implica no uso de um motor de grande deslocamento e baixa potência específica, pode-se utilizar um motor de menor cilindrada, com potência final equivalente. A redução dos esforços sobre o motor a combustão também contribui para elevar sua durabilidade esperada.

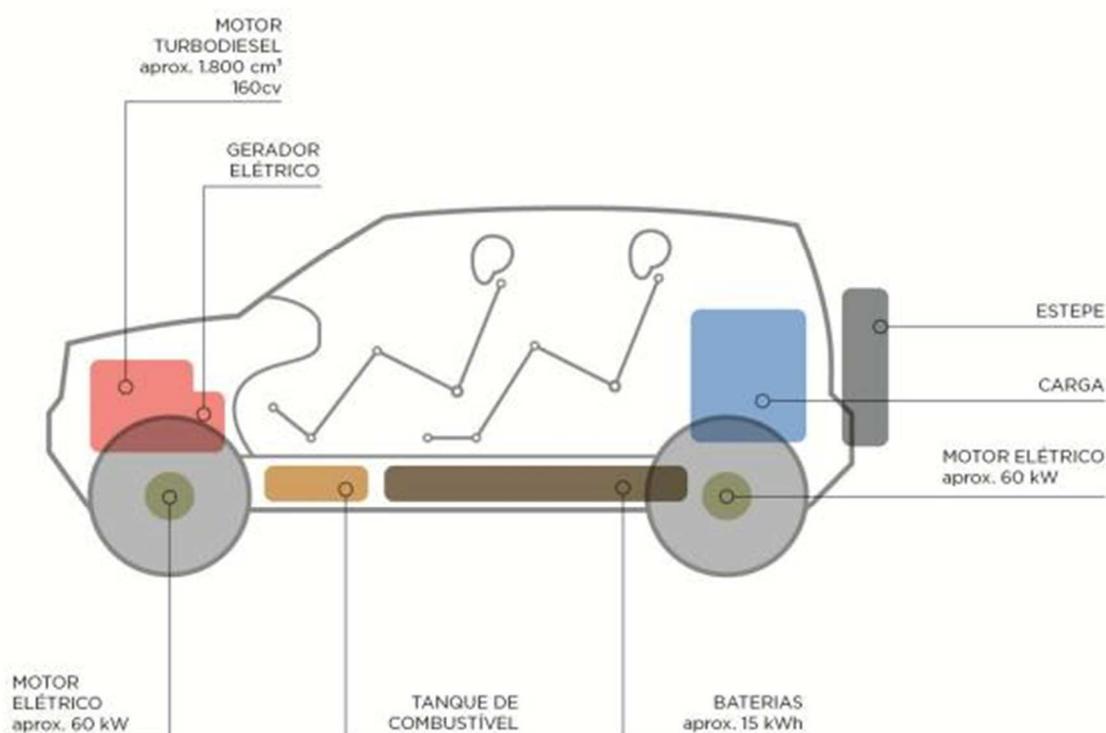


Figura 39. Representação esquemática da alternativa 4 da arquitetura do produto. (Fonte: autor.)

A instalação de um motor elétrico em cada eixo torna desnecessário o uso de um cardã, o que evita a intrusão deste na cabine, como ocorre nas alternativas que se valem exclusivamente da propulsão a diesel. A proposta prevê o uso de um conjunto de baterias de capacidade consideravelmente maior do que o utilizado na alternativa híbrida em paralelo, com capacidade de carregamento por um conector ligado à rede doméstica de eletricidade. Isto possibilita o uso do veículo por certa distância com o gerador desligado, em um modo exclusivamente

elétrico. Contudo, também neste caso se aplicam as restrições levantadas por Barnard no que tange aos híbridos em série e à origem da eletricidade empregada; além disto, o uso de um maior conjunto de baterias agrega massa ao veículo — e aumenta seu custo final.

8.1.5. Carroceria multiuso

Assim como a alternativa apresentada em 8.1.1, esta proposta retoma o sistema de propulsão original do Agrale Marruá. Ela se diferencia pelo arranjo de passageiros e carga, visando ao oferecimento de um veículo de uso flexível. A principal característica diferencial nesta alternativa é a presença de uma capota ou teto removível (integral ou parcialmente), que, em conjunto com assentos traseiros rebatíveis, oferece três modalidades de uso do veículo.

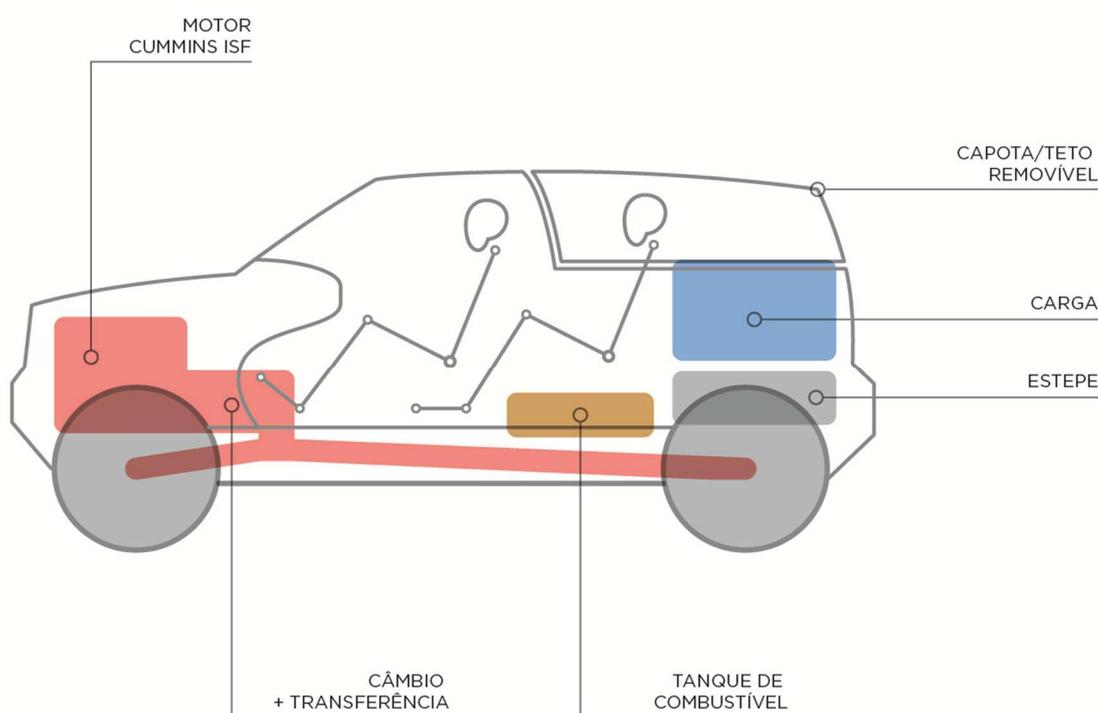


Figura 40. Representação esquemática da alternativa 5 da arquitetura do produto. (Fonte: autor.)

A primeira, com a cobertura instalada e os assentos traseiros armados, é como *station wagon* fechada; a segunda, com os assentos ainda no lugar mas com o teto removido, é como um veículo de passeio de teto aberto, aqui denominado

*targa*⁷⁴; finalmente, é possível rebater os bancos para estender a área de carga e, em conjunto com a abertura no teto, utilizar o veículo como uma *picape* compacta.

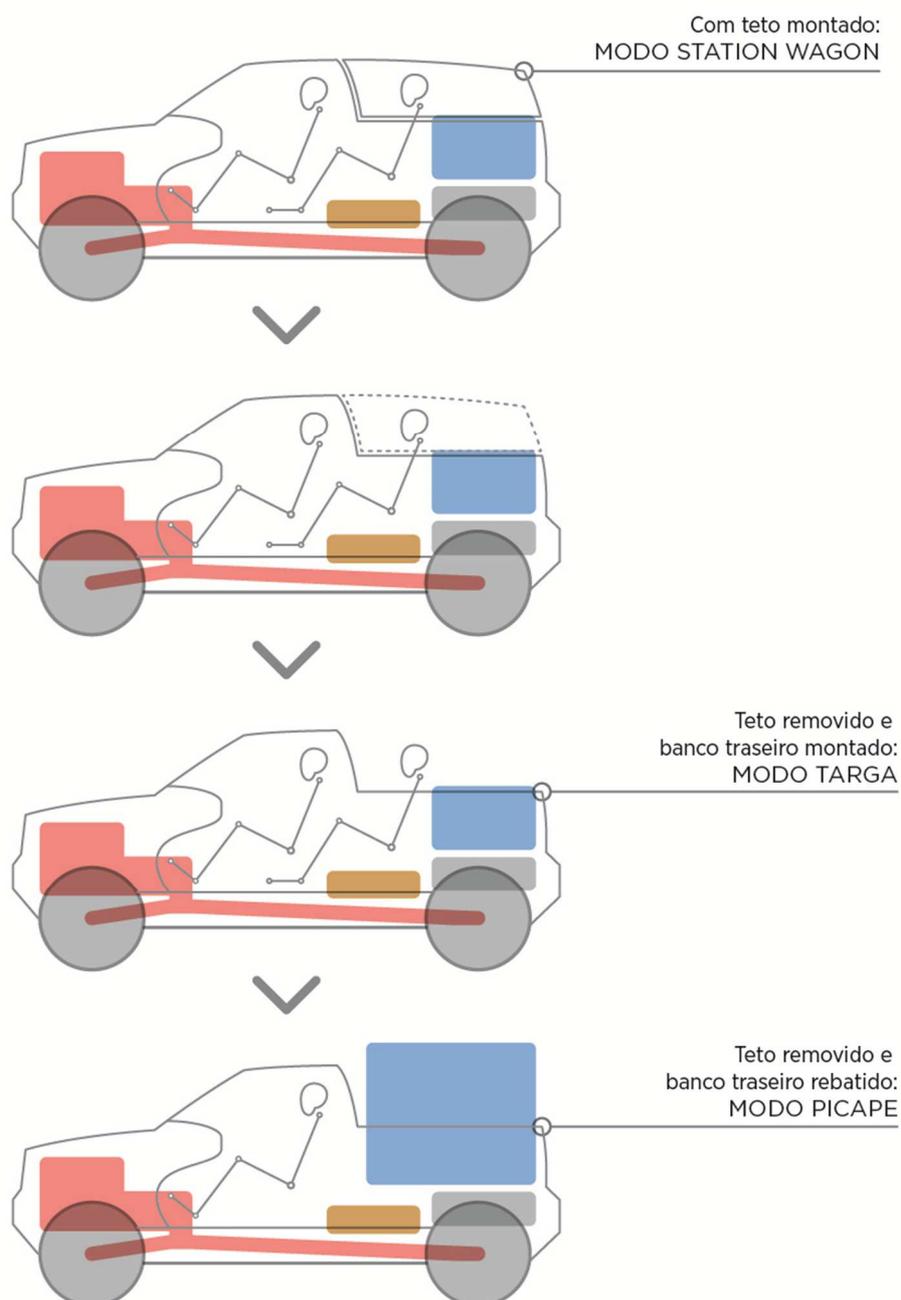


Figura 41. Representação esquemática dos modos de uso da alternativa 5 da arquitetura do produto. (Fonte: autor.)

⁷⁴ Este termo é utilizado por alguns fabricantes (em particular, a Porsche) para nomear veículos com uma porção do teto removível mas com uma estrutura fixa para proteção contra capotagens.

Esta flexibilidade de uso permite, por exemplo, que um produtor rural utilize o veículo para transportar uma família de quatro a cinco pessoas e, alternadamente, transportar cargas maiores do que aquelas que um jipe de carroceria no estilo tradicional comportaria, ou ainda que o veículo seja usado com o teto aberto em trilhas e passeios turísticos, o que poderia interessar ao público-alvo aventureiro quanto a outros mercados identificados, como operadores de turismo.

8.2. Carroceria

A geração de alternativas do estilo da carroceria pode ser organizada em quatro zonas principais. É, porém, importante notar que elas não foram de forma alguma estanques, tanto entre si quanto em relação à geração de alternativas do package. Grosso modo, as duas fases — e as quatro linhas de exploração da geração da carroceria — foram desenvolvidas simultaneamente, o que potencializou certo trânsito de idéias entre as propostas desenvolvidas. Esta organização também guiou a seleção das alternativas; devido à quantidade de variantes dentro de cada uma destas áreas, aplicar a matriz de seleção a cada alternativa se revelaria um procedimento proibitivamente extenso.

8.2.1. O Ur-Marruá

Nas fases iniciais, foram exploradas possibilidades de evocação e atualização da linguagem visual expressa no projeto do Agrale Marruá original. A carroceria do veículo se distingue entre os automóveis que estão presentemente disponíveis no mercado, inclusive entre outros veículos utilitários, pela dominância de superfícies planas e linhas retas.



Figura 42. Estudo da linguagem formal do Agrale Marruá. Fonte: autor, sobre imagem obtida em http://i11.servimg.com/u/f11/11/07/13/65/am_50110.jpg. Acessado em 3 de junho de 2012.

Os painéis laterais são os mais planos e limpos na carroceria; a frente é marcada pelo formato do conjunto de grade e moldura dos faróis, com uma borda inferior horizontal na região central e ascendente em direção às laterais. Os faróis circulares contrastam com as demais formas da carroceria. A grade é demarcada por sete rasgos retangulares e verticais, similares àqueles encontrados nos modelos da marca Jeep.

Os primeiros estudos de alternativas foram inspirados diretamente nestes estudos; uma das versões desenvolvidas para o conjunto de grade e faróis, visível abaixo, tiveram importante influência no restante da geração.



Figura 43. Estudos para a carroceria, com destaque para a grade dianteira. Fonte: autor.

8.2.2. Divergências e convergências

Outros estudos foram realizados com relações menos estritas com a identidade do Marruá. Seus objetivos variam de procurar expressar as alternativas do package à medida em que foram delineadas (caso da Figura 44) a tentativas de estabelecer novos elementos formais que pudessem originar uma identidade visual atualizada para a linha de produtos, ou ainda que fossem agregados a elementos originados na linha Marruá em produção.



Figura 44. Proposta de carroceria para a alternativa do package multiuso (fonte: autor).



Figura 45. Proposta para a mesma alternativa do package, mas com inversão dos elementos do teto (fonte: autor).

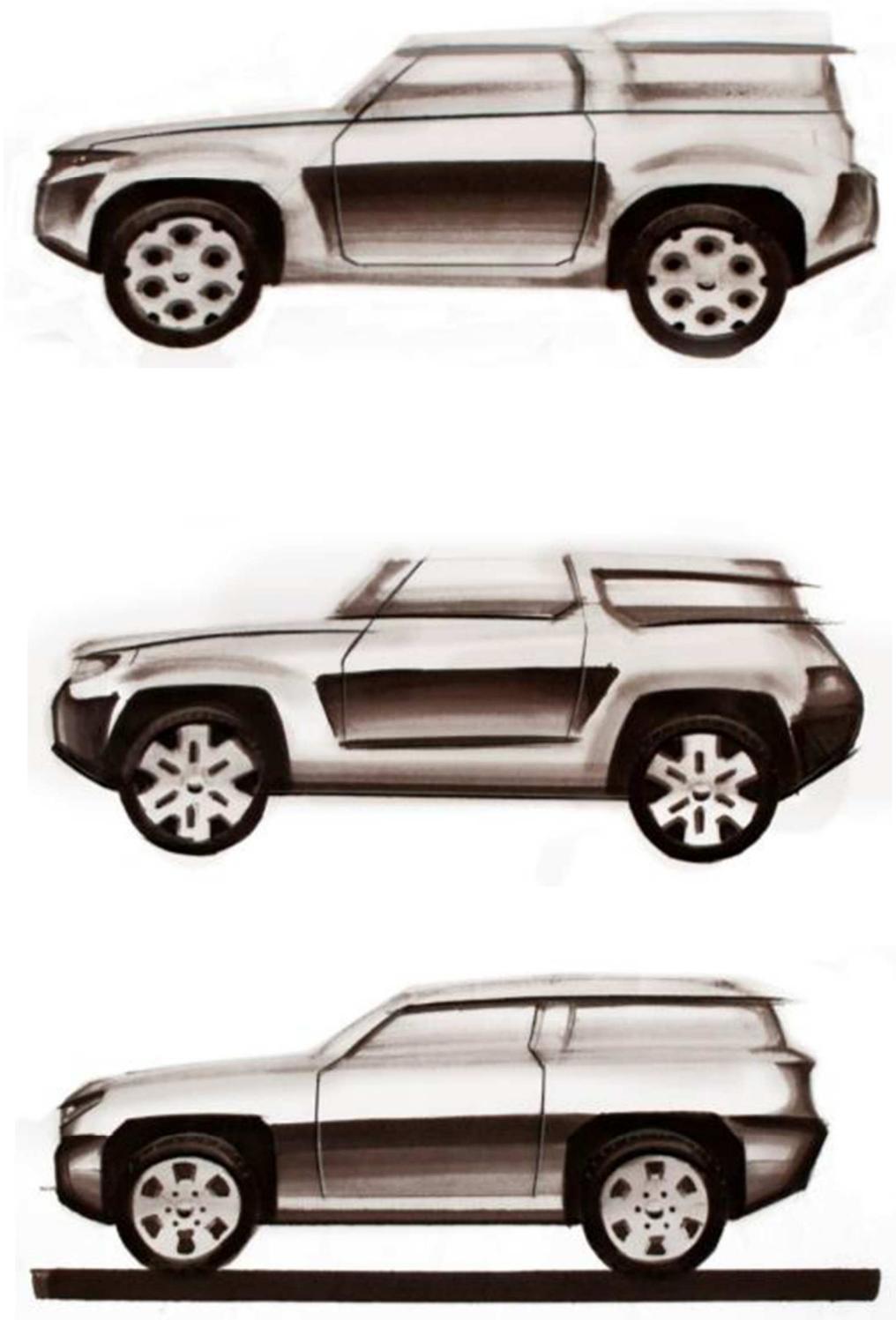


Figura 46. Outras alternativas nesta linha de estudo (fonte: autor).

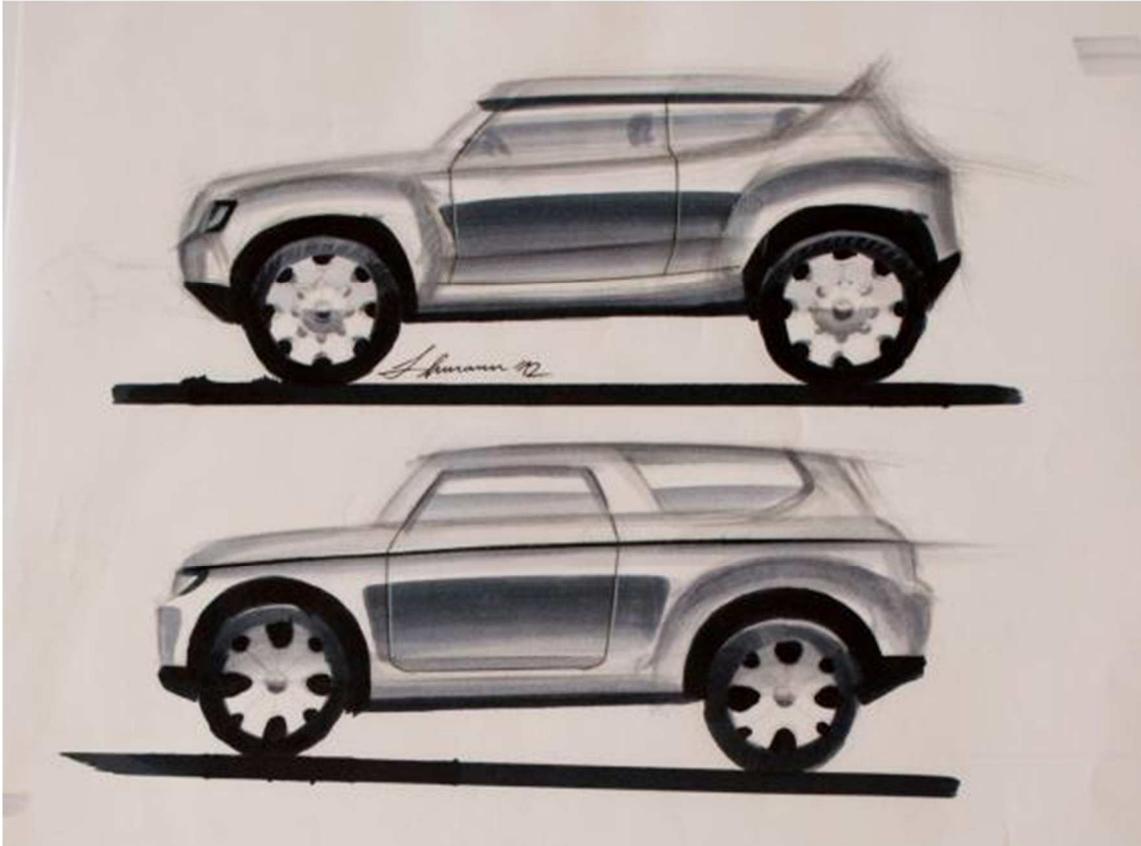


Figura 47. Estudos para uma carroceria fechada, acima, e com painel de vidro removível, abaixo (fonte: autor).

O resultado último desta linha de exploração foi a alternativa expressa na Figura 48. Estes sketches em particular são relacionados diretamente à proposta de package modular, apresentando uma carroceria distinta pela ausência de uma coluna C e pela presença de um vidro traseiro capaz de ser abaixado, o que confere a parte traseira da estrutura da capota um efeito de *cantilever*.

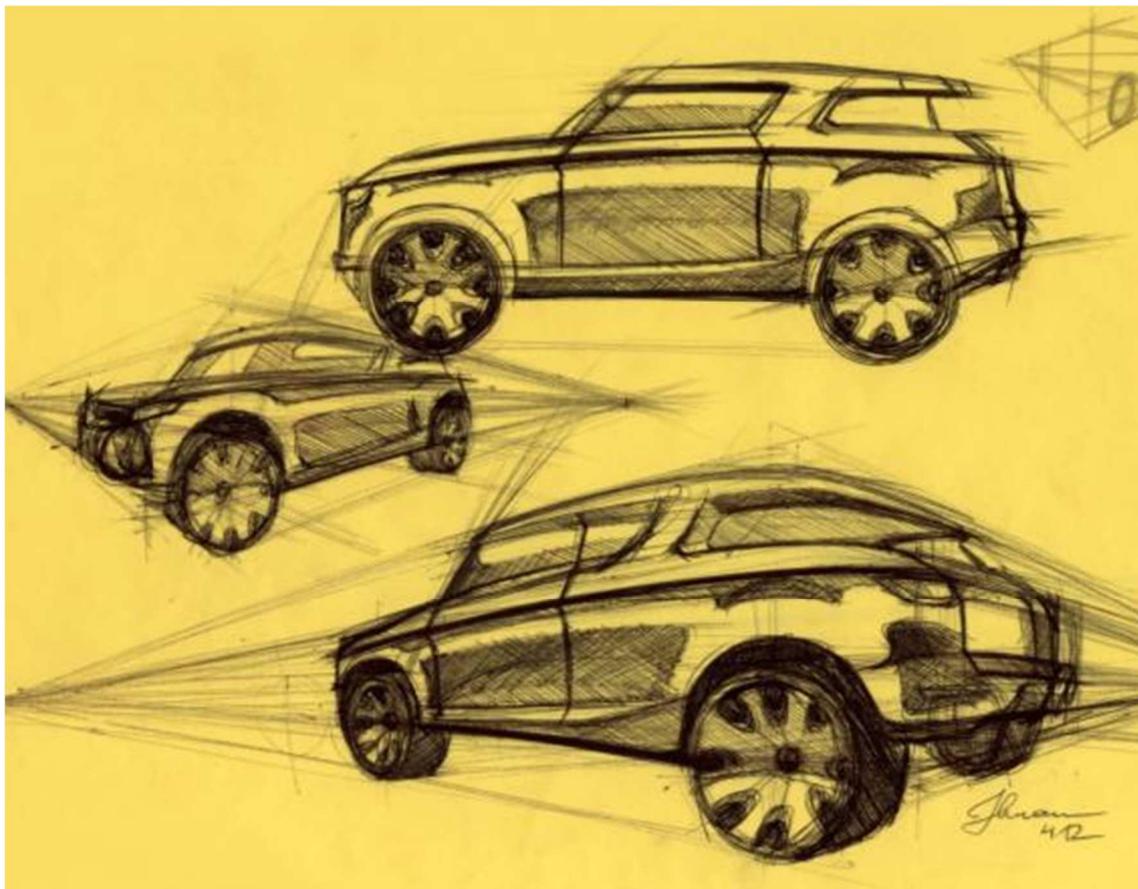


Figura 48. Alternativa de carroceria para o package modular (fonte: autor).

8.2.3. O touro desgarrado

O Dicionário Aulete da Língua Portuguesa⁷⁵ define *marruá* da seguinte maneira: “[d]iz-se do novilho ou touro não domesticado ou selvagem”. O nome do produto evoca, portanto, atributos pertinentes às expectativas geradas pelo produto. A identificação do produto com o animal e os valores simbólicos a ele atrelados sugeriu a condução de uma série de testes baseados em abstrações das formas encontradas em touros. O estudo de imagens de tais animais levou à identificação de volumes e linhas de movimento que foram posteriormente empregados na determinação das proporções e das superfícies de alternativas para o veículo.

⁷⁵ Acessado em <http://aulete.uol.com.br> em 11 de maio de 2012.

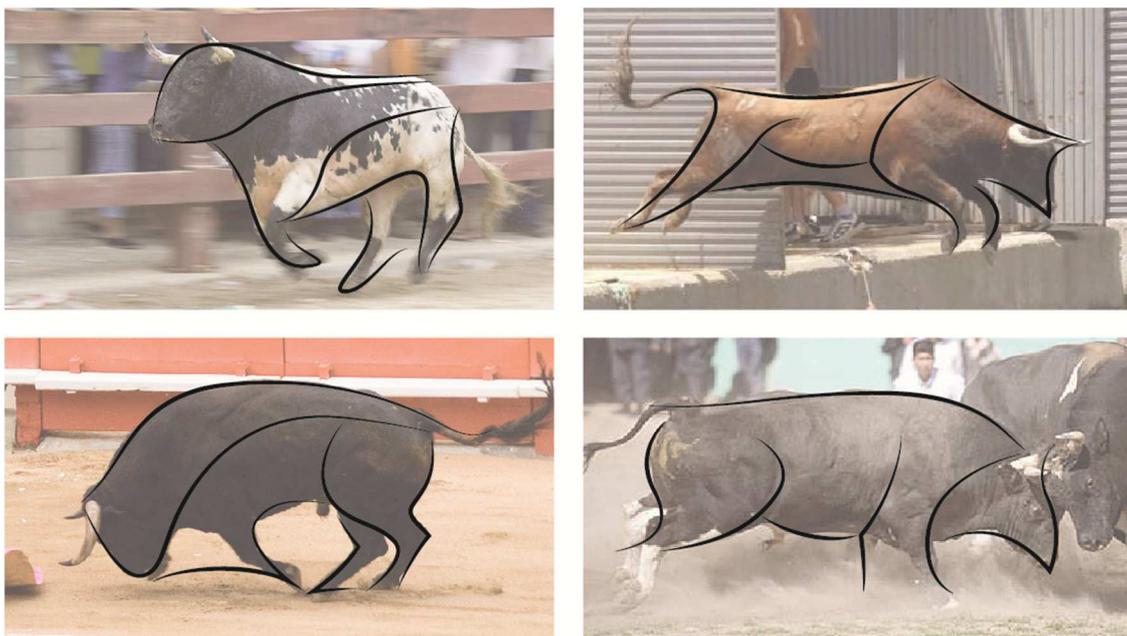


Figura 49. Estudos sobre imagens de touros (fonte: autor).



Figura 50. Esboços da volumetria e linhas de expressão baseadas em touros (fonte: autor).



Figura 51. Aplicação da linguagem visual estudada a alternativas do estilo do produto (fonte: autor).

8.2.4. Síntese

Algumas alternativas foram desenvolvidas com base em elementos formais originados nas demais categorias de alternativas. A Figura 52 exibe algum grau de parentesco, visualmente falando, com os estudos feitos sobre as formas e movimentos de touros. A alternativa exposta na Figura 53 também aproveita elementos estudados naquele momento da geração de alternativas, como o corte de porta e capô e a forma do pára-lama traseiro, que cria uma “musculatura” por sobre a roda traseira. Evidentemente, o tratamento das superfícies ajuda a diferenciar as duas alternativas e, com isto, o contexto em que os elementos são tratados.

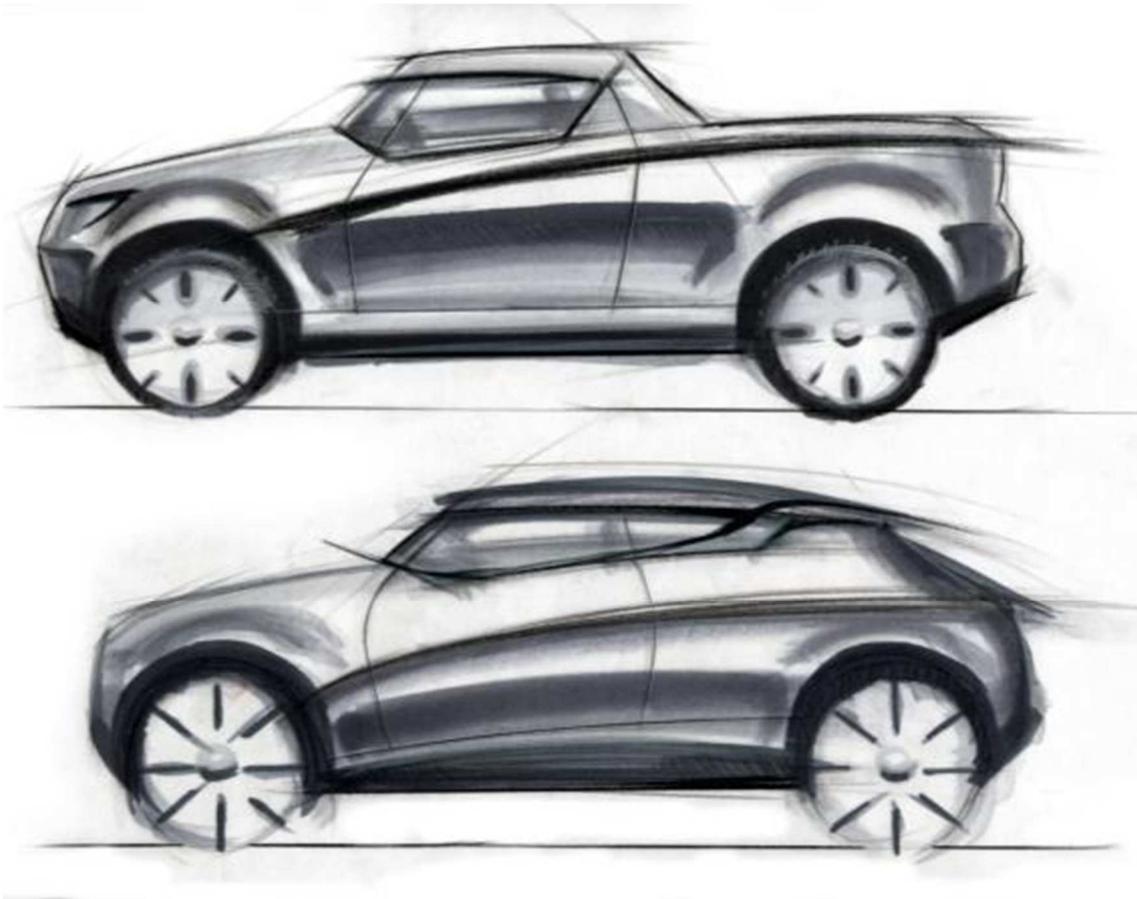


Figura 52. Alternativas relacionadas aos estudos sobre touros (fonte: autor).

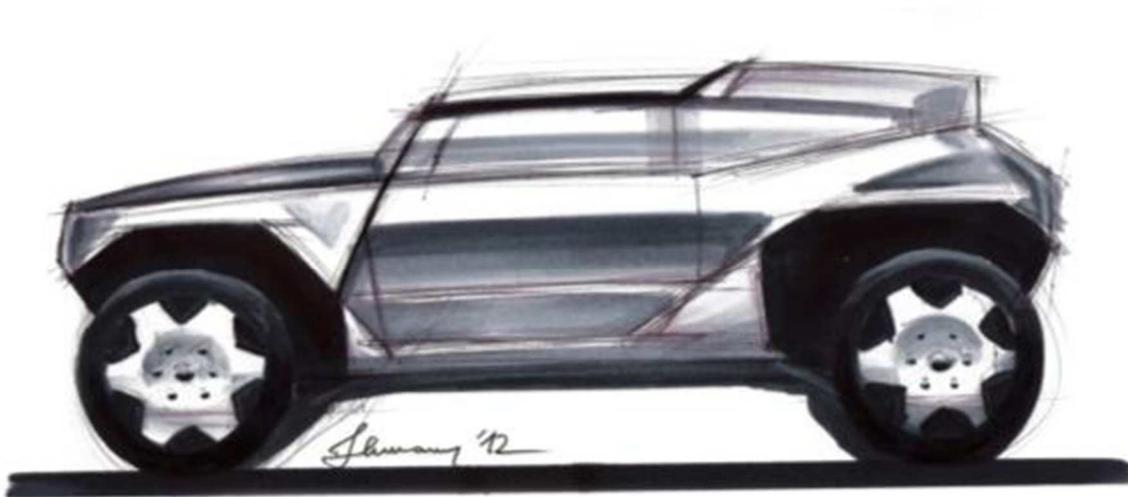


Figura 53. Outras relações são exploradas nesta alternativa (fonte: autor).

Outras possibilidades desvinculadas destes estudos (ou com vínculos menos aparentes com eles) foram sondadas. As alternativas vistas da Figura 54 à Figura 59 representam uma progressão dos elementos vistos nos primeiros estudos que baseados na identidade formal do Ur-Marruá. Através da permutação dos

elementos desta identidade com outros inspirados nas alternativas anteriores, da modificação das proporções e da realização de testes com as diferentes arquiteturas, pôde-se obter alguns resultados que não haviam sido alcançados previamente.



Figura 54. Um dos primeiros esboços a unir aspectos das demais famílias de alternativas (fonte: autor).

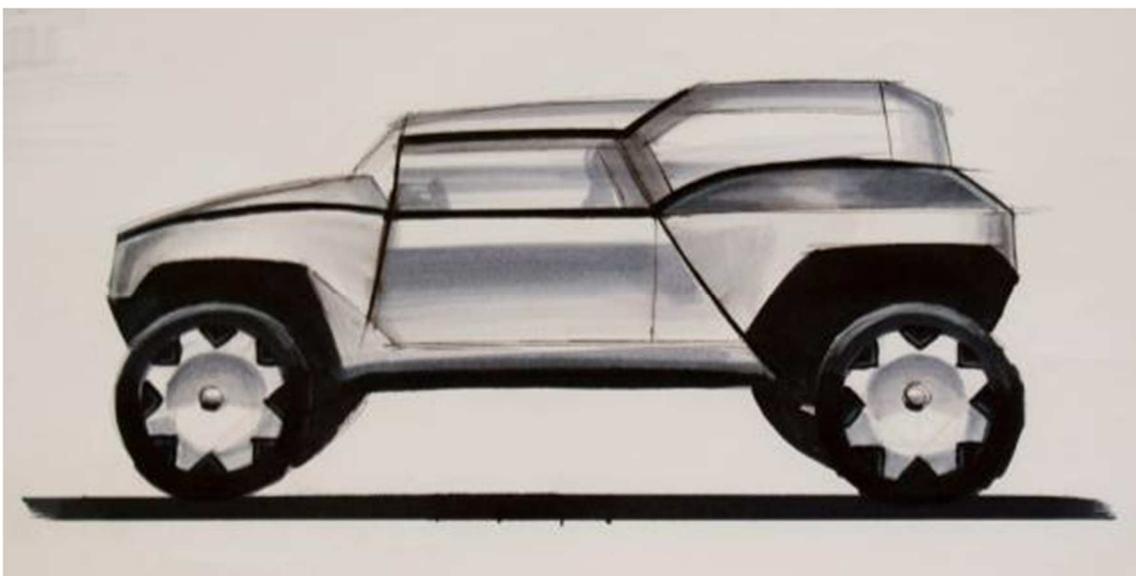


Figura 55. Alternativa que combina as linhas de movimento originárias dos estudos com touros e as curvas e superfícies limpas dos estudos baseados na identidade do Ur-Marruá (fonte: autor).

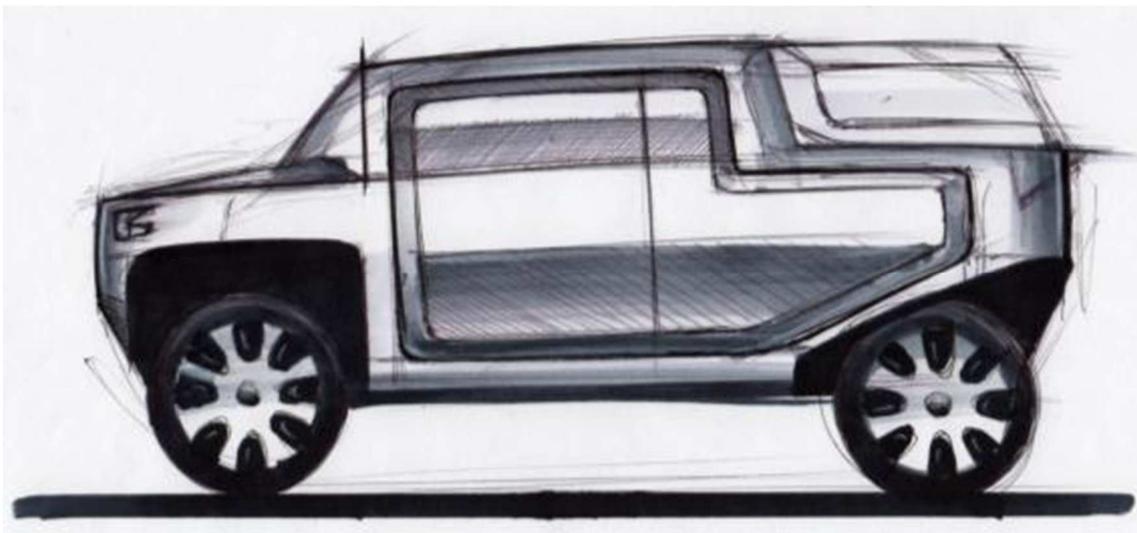


Figura 56. Teste com carroceria modular no modo "picape" (fonte: autor).

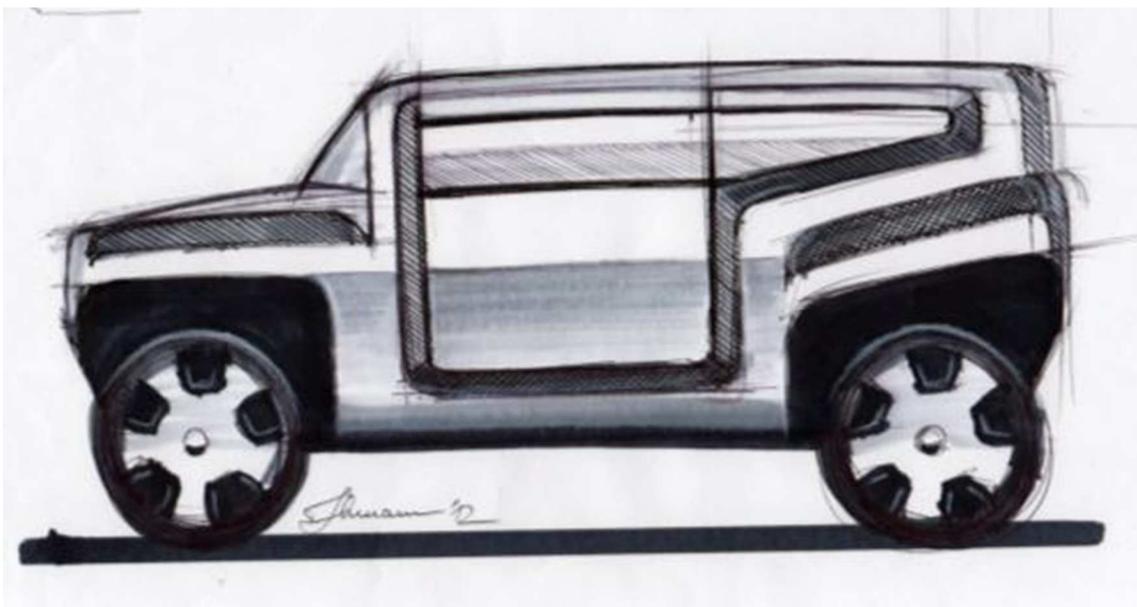


Figura 57. Alternativa de carroceria fechada (fonte: autor).

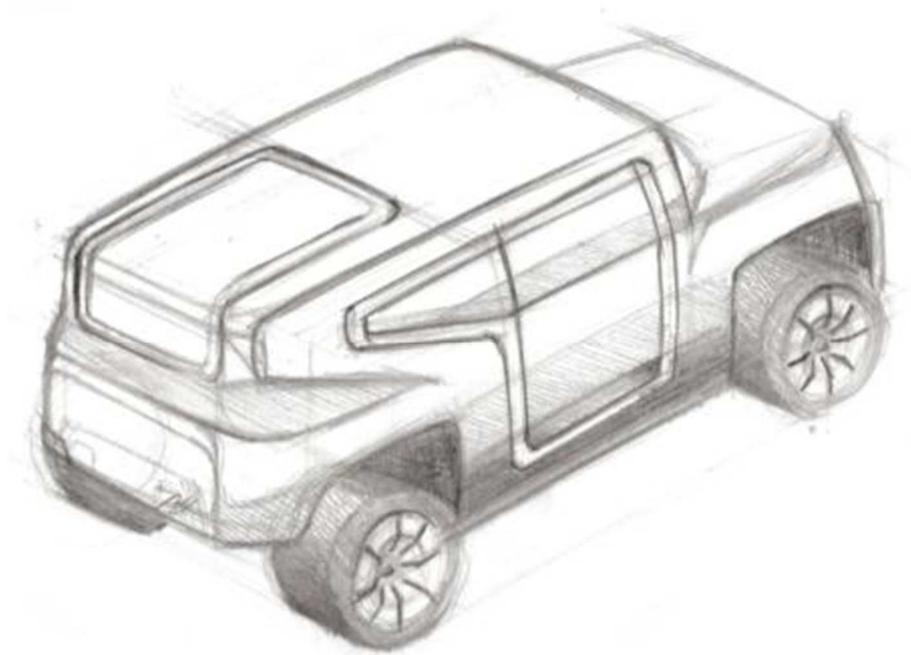


Figura 58. Alternativa adaptada da Figura 57, com painel traseiro e teto removíveis (fonte: autor).



Figura 59. Teste com proporções alteradas da alternativa vista na Figura 58 (fonte: autor).

8.3. Seleção de alternativas

8.3.1. Package

As alternativas do package ou arquitetura do produto foram avaliadas comparativamente através da organização de uma matriz de seleção de oportunidades — ferramenta empregada por Baxter (2000) para determinar a adequação de cada proposta aos objetivos do fabricante do produto. Esta matriz utiliza uma das alternativas como referência para a avaliação das demais e, para tanto, lança mão de uma série de critérios de seleção, aos quais são atribuídos pesos; cada alternativa recebe uma nota com os valores +1, 0 ou -1, conforme a avaliação de que desempenham sua função de forma melhor, idêntica ou pior do que a referência. Neste caso, a alternativa exposta em 8.1.1 foi tomada como referência para a avaliação das demais. Isto se deveu à sua maior proximidade em relação à proposta do Marruá atual; assim, é possível avaliar a adequação das alternativas não apenas entre si, mas em relação ao produto que tencionam substituir.

Os pesos foram adaptados da matriz de priorização dos requisitos do usuário Para simplificar a leitura dos valores — Baxter (2000) utiliza pesos inteiros com valores de 1 a 10 —, eles foram divididos pelo maior peso (13,35) e arredondados para o valor inteiro mais próximo. Utilizou-se como critérios de seleção os requisitos do usuário listados em 4.2.4; seu emprego em detrimento dos requisitos de projeto teve dois motivos: primeiro, os requisitos do usuário proporcionam uma comunicação mais direta entre os atributos de cada alternativa e as necessidades pesquisadas; segundo, para fins de análise, os requisitos do projeto são, em grande parte, redundantes, posto que os requisitos mais específicos (p.ex., Dispor de sistema de tração nas quatro rodas; Possuir os equipamentos de segurança exigidos pela legislação em vigor; ver demais requisitos em 4.2.7) são tratados como condições sine qua non para o desenvolvimento das alternativas e para que sua avaliação seja levada além do estágio da geração.

Tabela 31. Matriz de seleção de oportunidades — package (fonte: autor, segundo esquema de BAXTER, 2000).

Critério de seleção	Peso	Alternativas				
		8.1.1	8.1.2	8.1.3	8.1.4	8.1.5
Adequação ergonômica aos usuários	10	0	+10	0	0	+10
Otimização do impacto ambiental	9	0	0	+9	+9	0
Facilidade de operação	8	0	-8	-8	-8	0
Economia de custos e consumo	8	0	0	+8	+8	0
Capacidade de uso off-road	8	0	-8	+8	+8	0
Capacidade de uso on-road	8	0	0	0	0	+8
Conformidade com normas de segurança	6	0	0	0	0	0
Capacidade de carga	6	0	0	-6	0	+6
Mantenabilidade	5	0	-5	0	0	0
Capacidade para passageiros	4	0	+4	0	0	0
Capacidade de reboque	4	0	0	+4	+4	+4
Total	76	0	-7	15	21	28

A aplicação da matriz evidenciou a proeminência da oportunidade de desenvolvimento da alternativa apresentada em 8.1.5. Esta seleção foi endossada mediante a apresentação das cinco alternativas ao departamento de design da Agrale. A partir desta decisão, procedeu-se à filtragem das alternativas trabalhadas para a carroceria e, por fim, para a seleção daquela que foi desenvolvida.

8.3.2. Carroceria

A avaliação das alternativas de estilo da carroceria também se valeu da aplicação da matriz de seleção de oportunidades (ver Tabela 32), sendo os critérios de avaliação utilizados para o package substituídos pelos aspectos destacados dentre os objetivos funcionais. Com esta alteração, evitou-se a avaliação da carroceria segundo critérios técnicos que não lhe são pertinentes; tornou-se possível fazê-lo conforme a eficiência de cada alternativa em comunicar os atributos listados nos objetivos funcionais. Quatro das alternativas apresentadas em 8.2 foram escolhidas para esta seleção (ver Figura 60).

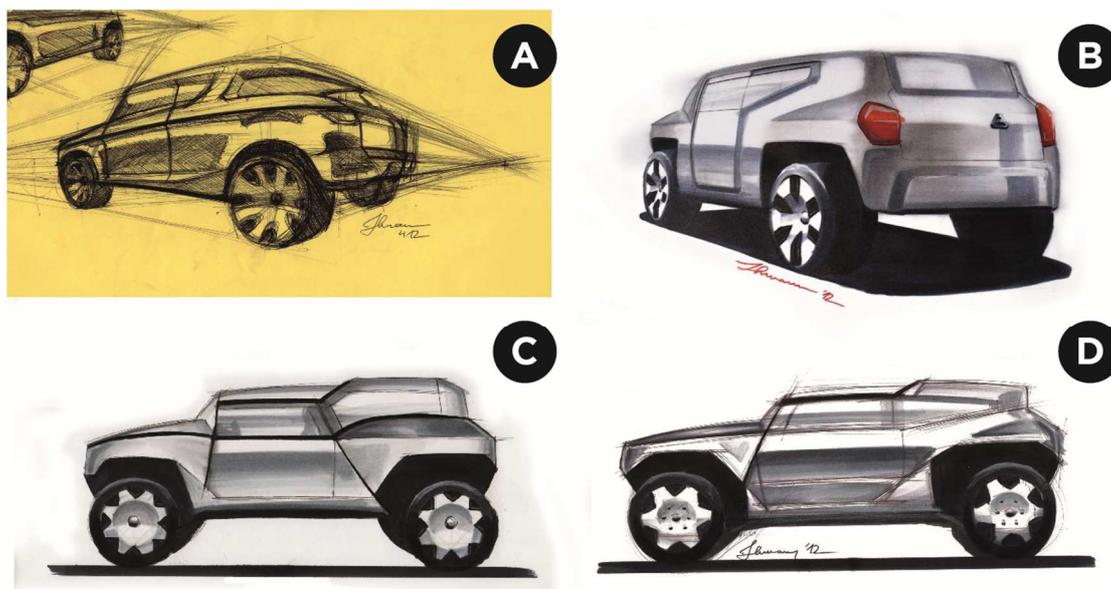


Figura 60. Alternativas submetidas à aplicação da matriz de seleção (fonte: autor).

Tabela 32. Matriz de seleção de oportunidades — carroceria (fonte: autor, segundo esquema de BAXTER, 2000).

Critério de seleção	Peso	Alternativas			
		A	B	C	D
Imagem	8	0	8	0	8
Espaço interno	9	0	-9	9	-9
Volume para carga	6	0	6	0	-6
Economia	9	0	9	9	-9
Capacidade off-road	10	0	0	10	10
Durabilidade	5	0	5	-5	0
Conforto	10	0	-10	-10	0
Acabamento	10	0	0	0	10
Segurança psicológica	8	0	8	0	8
Identidade de marca	7	0	7	-7	-7
Características da manufatura e uso da capacidade produtiva	5	0	0	5	-5
Conformidade com o restante da linha de produtos	8	0	8	0	-8
Derivados	8	0	0	8	-8
Discriminação	6	0	6	-6	6
Total	109	0	38	13	-10

A aplicação da matriz indica que a alternativa mais adequada para desenvolvimento é a identificada pela letra B. Com esta tomada de decisão, passa-se para o detalhamento técnico do package e da carroceria.

9. RESULTADO FINAL

9.1. Detalhamento técnico do package

Antes da modelagem digital, foi desenvolvido o detalhamento técnico do package segundo as normas da SAE compiladas e adaptadas por Macey e Wardle (2008). Esta sistematização abrange a adequação do projeto a requisitos básicos de ergonomia física e cognitiva dos ocupantes, como as dimensões definidoras do espaço disponível para os ocupantes, postura de uso e visibilidade, que se relaciona diretamente com a definição da posição dos principais componentes mecânicos. A Figura 61 apresenta o corte longitudinal (A-A) e a localização dos cortes transversais (B-B, C-C, D-D e E-E) que complementam o detalhamento da arquitetura.

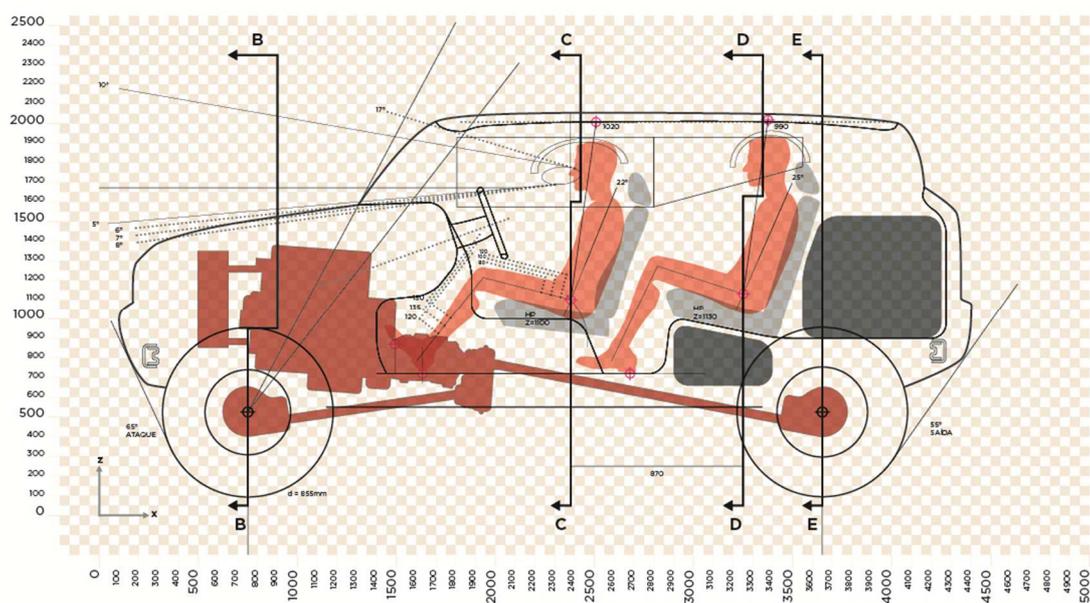


Figura 61. Corte longitudinal (A-A) do package. Fonte: autor.

9.1.1. Dimensões gerais e proporções

Como o package selecionado antevê uma área estendida para transporte de cargas, o comprimento e a distância entre-eixos superaram o intervalo de referência listado na Tabela 6, alcançando 2.900 mm. O comprimento total do

veículo é de 4.298 mm — 358 mm a mais do que o jipe Marruá AM50. A altura é de 1.960 mm e a largura, de 1.900 mm.

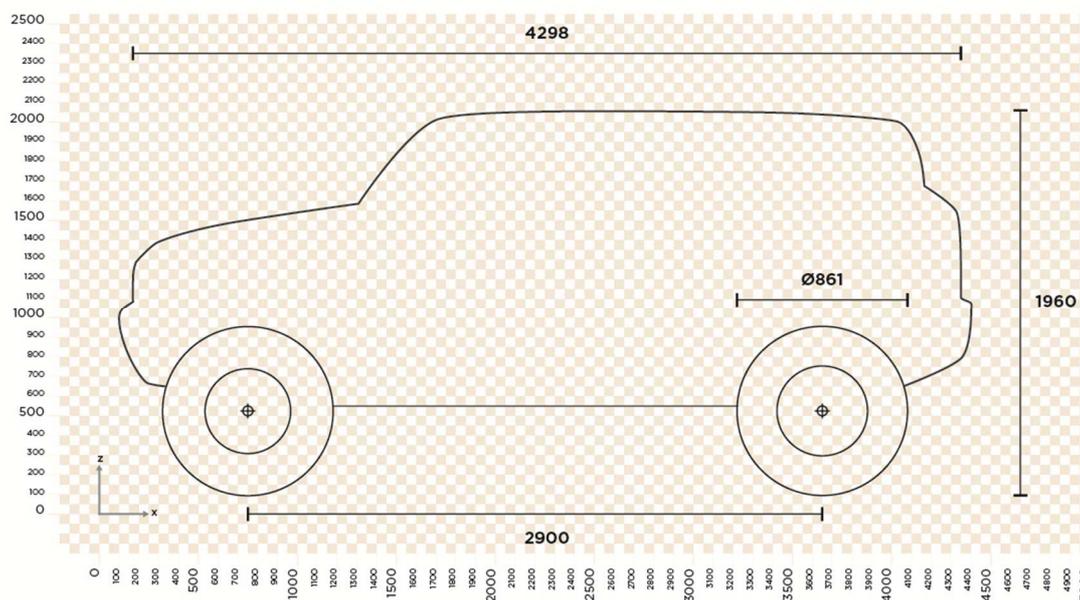


Figura 62. Dimensões gerais na vista lateral (fonte: autor).

9.1.2. Ocupantes

A colocação dos ocupantes na arquitetura é orientada pelas normas técnicas da SAE International, recomendados por Macey e Wardle (2008). A aplicação das normas técnicas serve para garantir que os requisitos mínimos de visibilidade, conforto e segurança sejam atendidos pela arquitetura desenvolvida. O package prevê que a fileira dianteira de assentos seja capaz de comportar adequadamente dois ocupantes (no intervalo do percentil 5 da população adulta feminina norte-americana até o percentil 95 da população adulta masculina norte-americana). Já a fileira traseira pode comportar dois adultos no mesmo intervalo, e uma criança ou três indivíduos de estatura menor. As Figuras Figura **63** a Figura **66** indicam o detalhamento destes elementos.

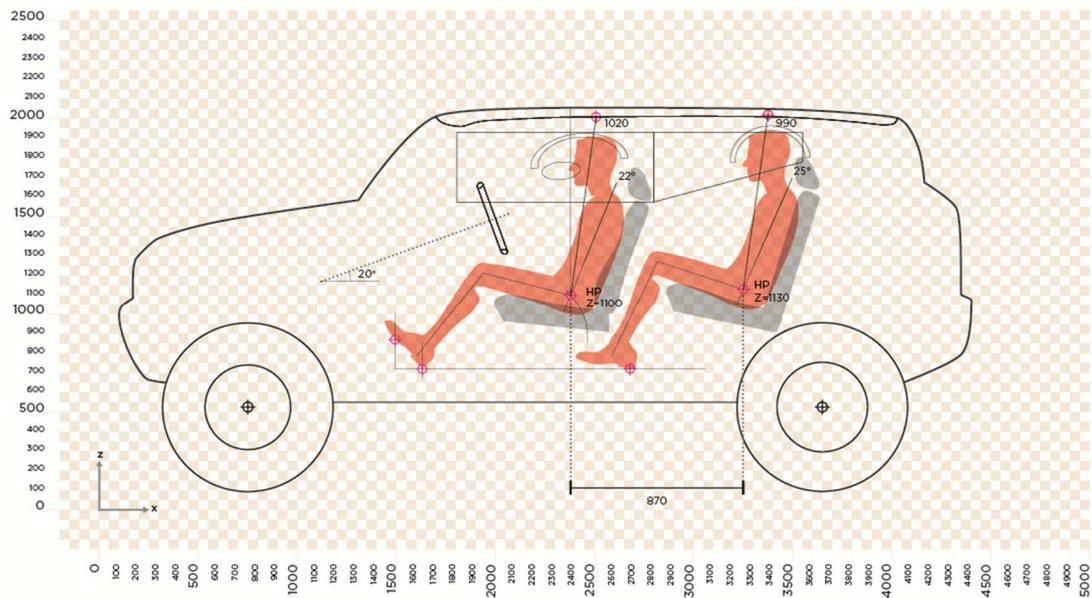


Figura 63. Posição dos ocupantes dos assentos dianteiros e traseiros (fonte: autor, seguindo esquema de Macey e Wardle, 2008).

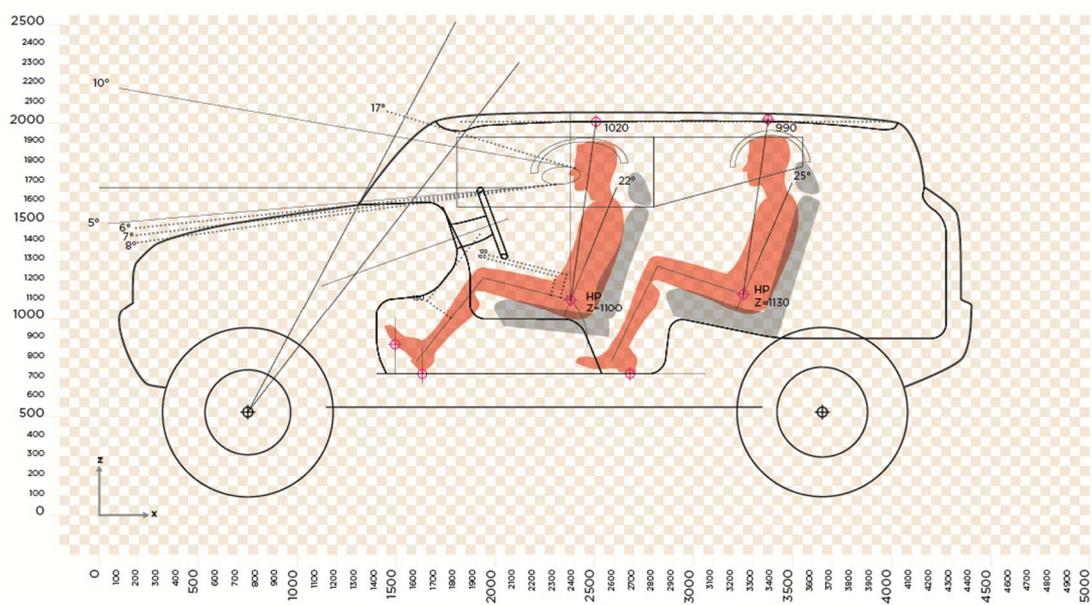


Figura 64. Limites de visibilidade e espaço para a cabeça (fonte: autor, seguindo esquema de Macey e Wardle, 2008).

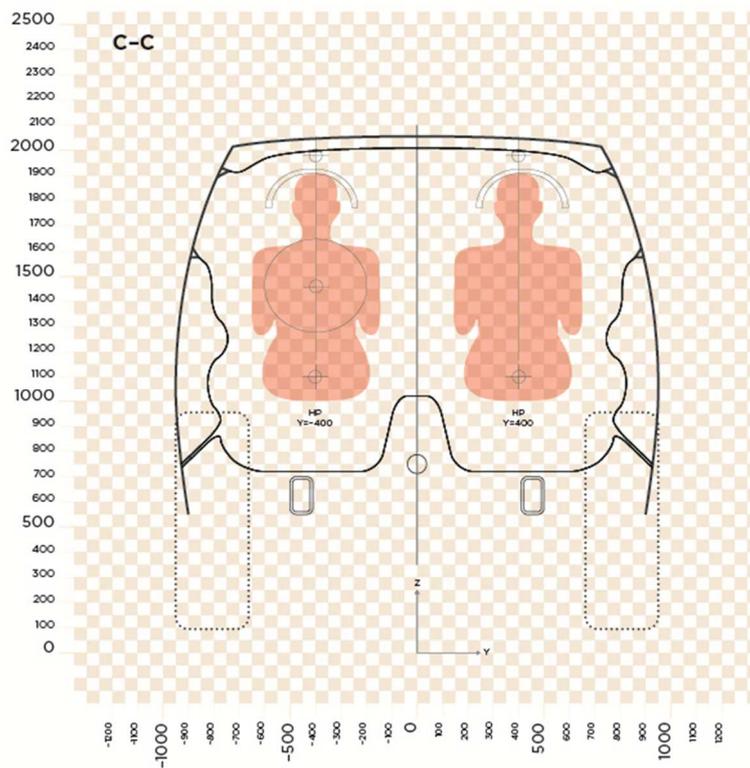


Figura 65. Corte C-C, indicando a localização lateral dos passageiros dianteiros. Fonte: autor.

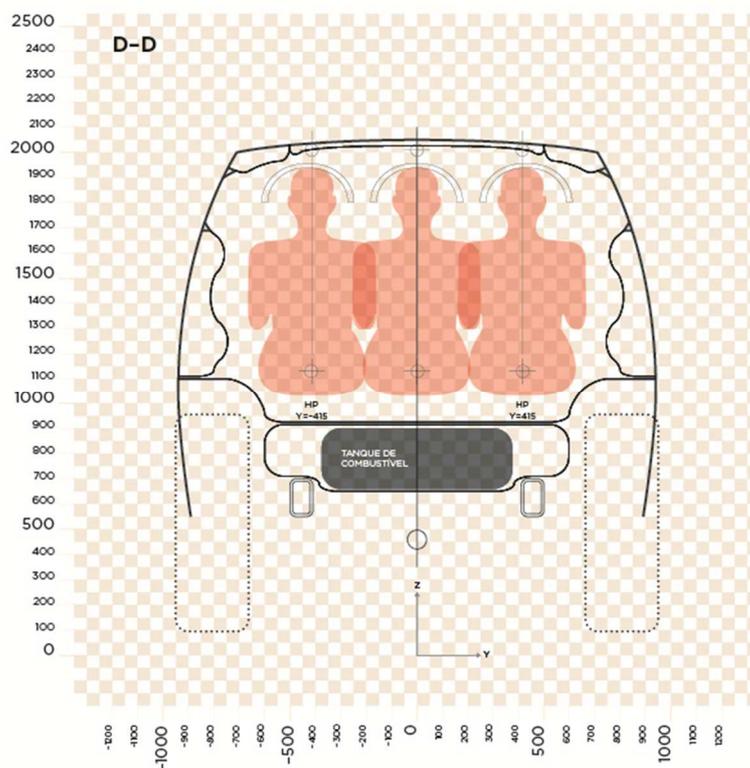


Figura 66. Corte D-D, indicando a localização lateral dos passageiros dianteiros. Fonte: autor.

9.1.3. Interior e carga

As alterações mais substanciais ao longo do ciclo de vida do Marruá original se deram no interior. O painel de instrumentos foi inteiramente reprojeto em 2011; segundo um dos membros da equipe de projeto envolvida, entrevistado em uma das visitas à empresa, a decisão de fazer uma alteração projetual desta extensão se deve à intenção de otimizar a ergonomia do interior. Atualmente, ele considera que o interior adequado neste quesito (o que é corroborado pela observação do produto em versões anterior e posterior à mudança e de unidades do modelo com protótipos do interior). Neste quesito, segundo o entrevistado, algumas melhorias ainda estariam em pauta. O novo projeto do painel ainda requer aperfeiçoamentos para adequação aos processos de conformação de polímeros hoje disponíveis na empresa; os primeiros protótipos do painel central sofreram deformações em decorrência do processo de *vacuum forming*, que geraram dificuldades na montagem e vãos aparentes para os usuários. Ademais, segundo o entrevistado, o acabamento do interior poderia ser melhorado no que diz respeito à seleção dos materiais e à percepção de qualidade pelo usuário (principalmente por meio do retorno tátil dos materiais empregados).

Embora a modelagem e o detalhamento técnico do interior não façam parte do escopo do projeto, estas observações foram levadas em conta como uma indicação adicional da direção a ser tomada no decorrer do projeto como um todo; elas endossam os resultados da elaboração das especificações do projeto, em especial no que tange à percepção de que o veículo deve, enquanto preserva suas capacidades no fora-de-estrada, sugerir e oferecer o uso do produto de forma mais confortável e convidativa.

A indicação do espaço dedicado à carga e a delimitação do painel de instrumentos, derivada, por sua vez, do arranjo dos passageiros conforme Macey e Wardle (2008), são apresentadas nas Figuras Figura 67 e Figura 68.

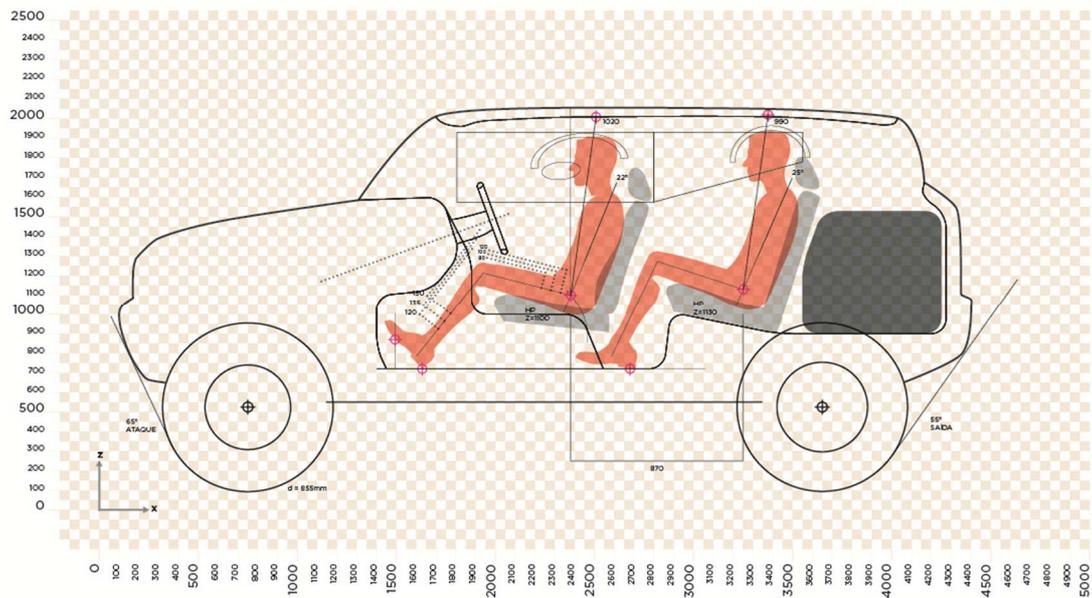


Figura 67. Compartimento de carga (zona em cinza-escuro, sem considerar rebatimento dos assentos traseiros). Fonte: autor.

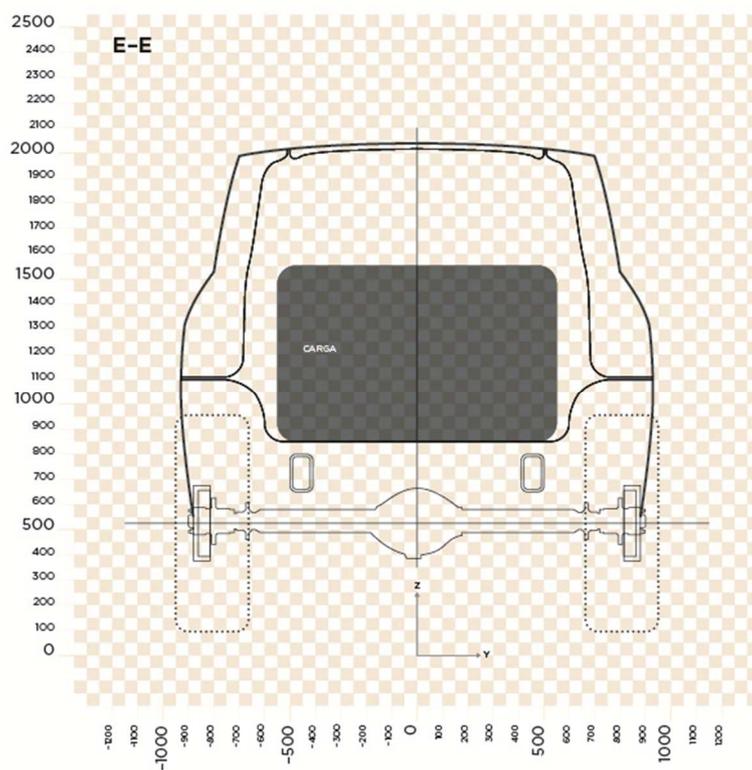


Figura 68. Corte C-C, indicando a localização do compartimento de carga. Fonte: autor.

9.1.4. Conjunto propulsor

O conceito aproveita os três principais sistemas do conjunto propulsor do Marruá. O motor é uma unidade Cummins ISF a diesel, com quatro cilindros em linha, com 2,8 litros de deslocamento e sobrealimentação por turbocompressor. A potência máxima é de 150 cv e o torque máximo, de 360 Nm. Como está registrado na Tabela 6, o motor tem características construtivas e rendimento equivalentes aos dos demais veículos de seu segmento. A caixa de transmissão é do modelo Eaton FS 2305C, manual, com cinco velocidades à frente e uma à ré, enquanto a caixa de transferência é produzida pela própria Agrale e tem uma única velocidade — a velocidade reduzida é obtida utilizando-se a primeira marcha da caixa de câmbio, que é extremamente curta. O tanque de combustível se localiza sob os assentos traseiros.

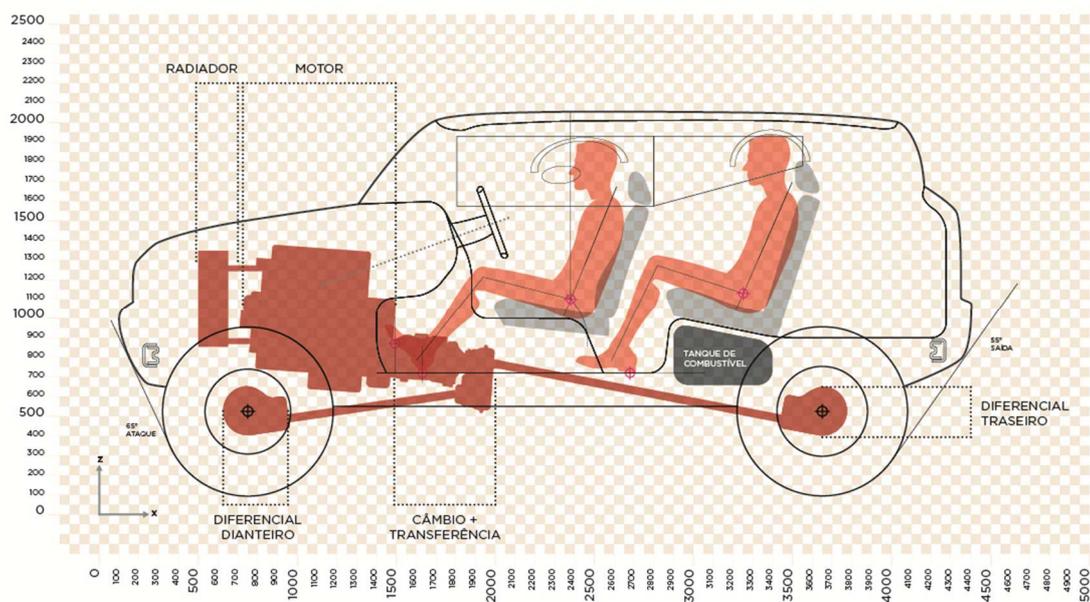


Figura 69. Indicação da volumetria dos principais componentes mecânicos. Fonte: autor.

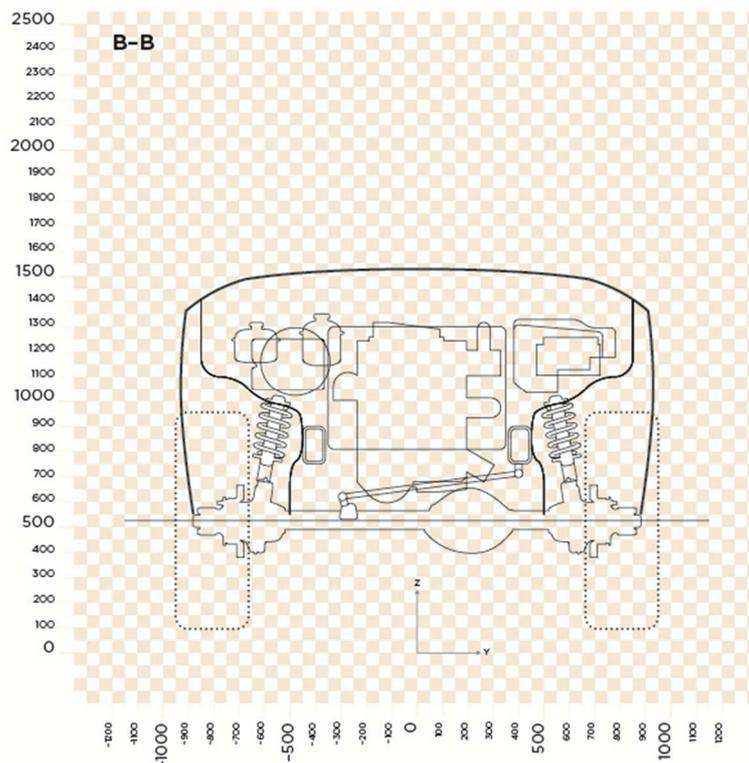


Figura 70. Corte A-A, indicando a localização dos principais componentes mecânicos no cofre do motor. Fonte: autor.

9.1.5. Rodas, pneus, suspensão e chassi

O *package* foi desenvolvido usando pneus do tipo misto (também denominados AT ou all-terrain), com banda de rodagem de 285mm de largura, montados em rodas de 20 polegadas de diâmetro. O conjunto de roda e pneu totaliza um diâmetro de 861mm, cerca de 55mm maior do que o utilizado atualmente no Marruá. O chassi e o conjunto de suspensão não são alterados em relação ao Marruá, salvo pela modificação no entre-eixos. Pode-se visualizar a relação entre pneus, rodas e carroceria na Figura 62.

9.2. Validação

9.2.1. Validação da carroceria

Segundo Fenton (1998),

Em uma carroceria, painéis curvados são naturalmente preferíveis a painéis planos para evitar reflexos distorcidos e para se obter maior estabilidade dos painéis contra a

vibração. Há também uma “discordância estética” ao se unir um painel plano a um curvado. Mesmo em superfícies de curvatura única, é esteticamente preferível evitar curvas com raio constante, pois a linha de interseção entre superfícies de raios diferentes também é problemática. Curvas parabólicas ou elípticas são preferidas. Melhor ainda, superfícies de dupla curvatura garantem a fluidez da forma como um todo. (FENTON, 1998; tradução do autor.)

Seguindo esta recomendação, a modelagem da carroceria se distancia do padrão de geração de superfícies do Marruá original e se baseia em superfícies geradas por curvas do tipo spline. A transição entre os sketches produzidos na geração de alternativas e a confecção do modelo digital foi auxiliada pela confecção de um modelo físico em massa de modelar, na escala 1:20. Dado que a volumetria do veículo é simétrica bilateralmente e com o intuito de reduzir o tempo de confecção (o modelo foi produzido manualmente pelo autor, de tal forma que procurar obter um volume perfeitamente simétrico prolongaria desnecessariamente a produção), o modelo foi produzido em um corte longitudinal; o uso de um espelho permite a visualização do modelo da carroceria inteira.



Figura 71. Vista do modelo. Fonte: autor.



Figura 72. Vista do modelo. Fonte: autor.

O resultado da produção do modelo foi altamente informativo para a execução da modelagem digital. Enquanto a volumetria geral do veículo e a maior parte de suas superfícies foram validadas, constatou-se a necessidade de simplificar a modelagem da superfície que une a terminação superior da lateral ao vinco que delimita o vidro traseiro e a seção removível do teto. A aresta existente neste modelo e nos *sketches* foi removida, de tal maneira que a transição entre os painéis superiores da lateral e da traseira passou a ser efetuada por uma superfície única. O efeito de uma aresta foi substituído por uma curva de pequeno raio, preservando assim a tensão comunicada na geração de alternativas.

9.3. Modelagem digital

Segundo Fenton (2000),

O desenho técnico era a expressão clássica do projeto de engenharia, ligando o trabalho do projetista ao engenheiro de produção. Avanços na tecnologia de informação substituíram o desenho pela perspectiva CAD [...] A interação entre projetista e fabricante é assim muito mais próxima nesta nova era de engenharia simultânea.

Com a definição dos dados do package e a validação das superfícies constituintes da alternativa selecionada, iniciou-se a modelagem do produto em software CAD. Graças aos testes no modelo em massa, foi possível filtrar erros que poderiam aparecer durante a modelagem digital e comprometer o resultado final. Antes da

renderização final, o modelo foi renderizado em um material branco chapado com o intuito de verificar a qualidade das superfícies modeladas (ver Apêndice 13). Por fim, foram produzidos os renderings ambientados e, a partir do modelo digital, os desenhos técnicos com as dimensões gerais da carroceria (ver Apêndice 14).



Figura 73. Rendering com materiais aplicados. Fonte: autor.



Figura 74. Rendering com materiais aplicados. Fonte: autor.



Figura 75. Rendering com materiais aplicados. Fonte: autor.



Figura 76. Rendering com materiais aplicados. Fonte: autor.



Figura 77. Rendering com materiais aplicados. Fonte: autor.



Figura 78. Rendering ambientado. Fonte: autor.

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Fenton (1998) alerta para os problemas que podem decorrer do isolamento do designer em seu meio:

Neste ponto da era da ciência, conhecido como a revolução da informação, descobrimos que o conhecimento científico e os princípios da engenharia se combinam para serem de considerável assistência na modelagem computadorizada de problemas de engenharia. É aceito que designers industriais deveriam entender e praticar as habilidades de manufatura mas, estranhamente, há com frequência uma relutância em aceitar que a ciência da engenharia deveria ser uma parte do seu treinamento. Contudo que [os designers] sejam parte de uma equipe de engenharia simultânea em que cada indivíduo especializado contribui com suas habilidades para o propósito comum, isto pode não importar. Se eles trabalham sozinhos em um estúdio, sem contato com outros especialistas, pode haver um problema. (FENTON, 1998.)

A realização deste projeto amalgamou conceitos e conhecimentos adquiridos ao longo do currículo do curso de Design de Produto. Requereu também, com frequência, a aquisição de conhecimentos distantes das disciplinas ministradas no curso. Isto, porém, não depõe contra a estruturação do ensino do design. Neste aspecto, se confirma o papel central dado pela didática à aquisição independente de dados pelo projetista por meio da pesquisa adequadamente estruturada e da capacidade de trânsito entre disciplinas do conhecimento.

A advertência de Fenton pode ser utilizada como crivo para a avaliação deste projeto. Em vários momentos ao longo do desenvolvimento deste Trabalho de Conclusão, a complexidade técnica e o entrelaçar de teorias e informações práticas requereu a concentração em certas áreas do projeto e a restrição do seu escopo. No zelo de evitar que esta necessidade contaminasse o resultado final — ainda que o projeto não se apresente ao seu término em um nível de detalhamento comparável ao de um veículo completo e pronto para a produção — recorreu-se à metodologia adotada desde o início do projeto para que a fidelidade aos objetivos do projeto fosse preservada. Assim, são mantidas também diretrizes adequadas para uma eventual continuação do projeto.

Considera-se que o projeto cumpriu seus objetivos. O projeto atende aos requisitos delineados ao longo dos dois módulos do trabalho e guarda forte identificação formal com a linha Agrale, em particular com o Marruá, ao mesmo tempo em que a moderniza funcional e esteticamente. Identifica-se também com

as origens militares do Marruá, ao transmitir atributos como robustez e durabilidade. A arquitetura do produto, por sua vez, traz a promessa de um veículo capaz de enfrentar condições adversas com o mesmo desembaraço do Agrale Marruá de hoje, mas também confere à proposta uma versatilidade de uso inédita. Nisto, avalia-se que o produto respeita e valoriza as características dos seus potenciais usuários, em ao menos algumas de suas identidades e formas de se relacionar com o veículo. Na elaboração desta arquitetura, o valor da colaboração do fabricante se revelou inestimável.

Contudo, é evidente que estes atributos só poderiam ser confirmados no contexto do completo detalhamento técnico do produto. Tendo-se em conta a vastidão do desenvolvimento de um veículo automotor (ou, com efeito, da cadeia de desenvolvimentos de produtos atrelados ao lançamento de um automóvel ou mesmo do aperfeiçoamento de um modelo já em produção), é indispensável manter em vista que o escopo que compõe este trabalho não é senão uma pequena parte dos esforços que levam um produto de tal complexidade ao mercado e a seus usuários. Mesmo que se faça um recorte muito restrito na potencial atuação do designer, ainda há áreas que mereceriam atenção. A mais evidente é o desenvolvimento em maior detalhe do interior, o qual abre novas possibilidades de diálogo com indústria, mercado e usuários atuais e potenciais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABETA, 2009. Associação Brasileira das Empresas de Ecoturismo e Turismo de Aventura; Ministério do Turismo. **Manual de boas práticas de fora-de-estrada**. Belo Horizonte, 2009.

AGRALE, 2009a. Agrale S.A.. **Agrale Marruá** [*livreto informativo*]. Caxias do Sul, 2009.

AGRALE, 2009b. Agrale S.A.. **Agrale Marruá**: veículos para aplicações militares [*livreto informativo*]. Caxias do Sul, 2009.

BACEN, 1995. Banco Central do Brasil. **Resolução nº 2191** [*que institui o Pronaf*]. Brasília, 24 ago 1995.

BACK et al., 2008. Back, Nelson; Ogliari, André; Dias, Acires; Silva, Jonny C.. **Projeto integrado de produtos**. Barueri, SP: Manole, 2008.

BARNARD, in HAPPIAN-SMITH, 2002. Barnard, R. H. Automotive engineering development. In: HAPPIAN-SMITH, Julian. **An Introduction to Modern Vehicle Design**. Oxford: Butterwoth-Heinemann, 2002.

BARTON, 2006. Barton, Tim. **First Look: Hydra Terra Unimog U500**. Truck Trend, jul 2006.

BASTOS, 2003a. Bastos, Expedito C. S. **Agrale Marruá: um legítimo 4x4 militar “made in Brazil”**. Universidade Federal de Juiz de Fora, 2003.

BASTOS, 2003b. Bastos, Expedito C. S. **O sonho se torna realidade: Agrale Marruá AM2 no Exército Brasileiro**. Universidade Federal de Juiz de Fora, s.d.

BAXTER, 2000. Baxter, Mike. **Projeto de produto: guia prático para o design de novos produtos**. 2.ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.

BNDES, s.d. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. **Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar — Pronaf Investimento** [*sumário descritivo*]. Acessado em www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Apoio_Financeiro/Programas_e_Fundos/pronaf.html em 14 de novembro de 2011.

BRASIL, 1965. República Federativa do Brasil. **Lei Federal nº 11.326**. Diário Oficial da União: Brasília, 24 jul 2006.

BRASIL, 1965. República Federativa do Brasil. **Lei Federal nº 4.829**. Diário Oficial da União: Brasília, 5 nov 1965.

BRASIL, 1997. República Federativa do Brasil. **Lei Federal nº 9.503** [*Código de Trânsito Brasileiro*]. Diário Oficial da União: Brasília, 23 set 1997.

BRASIL, 2009. República Federativa do Brasil. **Lei Federal nº 11.910**. Diário Oficial da União: Brasília, 18 mar 2009.

CAMPBELL, 2005. CAMPBELL, David. **The Biopolitics of Security: Oil, Empire, and the Sports Utility Vehicle**. American Quarterly; Sep 2005; 57, 3; Research Library.

CAMPO GRANDE, 2007a. Campo Grande, Paulo. **No barro, eles lavam a alma** [teste comparativo entre Troller T4 e Jeep Wrangler]. Quatro Rodas, ano 47, nº 570, out 2007.

CAMPO GRANDE, 2007b. Campo Grande, Paulo. **Muito além-fronteira** [teste de direção da Nissan Frontier]. Quatro Rodas, ano 47, nº 572, dez 2007.

CAMPOS, 2011. Campos, Gerson. **Frontier traz conforto e mantém DNA off-road**. Carro Online, 1 mar 2009. Acessado em carroonline.terra.com.br/noticia,2718,frontier-traz-conforto-e-mantem-dna-off-road em 14 de novembro de 2011.

CARRO & CIA, s.d. **Marruá, melhor em todos os sentidos** [teste de direção]. Carro & Cia [portal online], s.d.

CEREIJO, 2011. Cereijo, Carlos. **Teste: Range Rover Vogue TDV8 4.4**. Carro Online, 20 set 2011. Acessado em carroonline.terra.com.br/noticia,7684,teste-range-rover-vogue-tdv8-44 em 28 de novembro de 2011.

CLAUSET, 1999a. Clauzet, Cacá. **Este jipão pega pesado** [teste de direção do Land Rover Defender 110]. Quatro Rodas, ano 39, nº 467, jun 1999.

CLAUSET, 1999b. Clauzet, Cacá. **Made in Ceará** [teste de direção do Troller]. Quatro Rodas, ano 39, nº 468, jul 1999.

CONAMA, 2009. **Resolução nº 415**. Diário Oficial da União: Brasília, 25 set 2009.

DAIMLER, 2011. Daimler AG. **Owner's manuals** [manuais de instruções online para os Unimog U20, U300/400/500 e U4000/5000]. 2011. Acessado em www.mercedes-benz.com.hk em 13 de novembro de 2011.

DAVIS & TRUETT, 2000. Davis, Stacy C.; Truett, Lorena F. **An analysis of the impact of sport utility vehicles in the United States**. Oak Ridge National Laboratory / United States Department of Energy: Oak Ridge, Tennessee, ago 2000.

DE SOUZA, 2011. De Souza, Cláudio. **Jeep Wrangler é amigo da terra e inimigo do asfalto**. Uol Carros [edição online], 17 jul 2008. Acessado em carros.uol.com.br/ultnot/2008/07/17/ult634u3088.jhtm em 7 de novembro de 2011.

EDMUNDS, 2011. Edmunds.com. **Land Rover Range Rover Review**. Acessado em <http://www.edmunds.com/land-rover/range-rover/> em 29 de novembro de 2011.

ENGLISH, 2010. English, Andrew. **Land Rover Defender 110 review**. The Daily Telegraph [*edição online*]: Londres, 19 jan 2010. Acessado em 17 de outubro de 2011 em www.telegraph.co.uk/motoring/car-manufacturers/land-rover/7018967/Land-Rover-Defender-110-review.html.

FAOSTAT, 2010. **FAOSTAT** [*serviço de publicação de estatísticas sobre alimentação e agropecuária mantido pela Fundação para Alimentação e Agricultura da Organização das Nações Unidas*]. Acessado em faostat.fao.org em 13 de novembro de 2011.

FENTON, 1998. Fenton, John. **Handbook of Automotive Body & Systems Design**. Professional Engineering Publishing: Londres, 1998.

FENTON & HODKINSON, *in* CROLLA, 2009. Fenton, John; Hodkinson, Ron. Hybrid vehicle design. In: CROLLA, David A. **Automotive Engineering: Powertrain, Chassis System and Vehicle Body**. Oxford: Butterwoth-Heinemann, 2009.

FORD, 2008. Ford, Tom. **Teste de direção do Unimog U500**. Fifth Gear [*programa de televisão; temporada 13, episódio 4*]. Channel Five: Londres, 2008. Acessado em www.youtube.com/watch?v=S9tPxNyhLp8 em 13 de novembro de 2011.

GAIOTTO, 2000. Gaiotto, João Roberto de Camargo. **Técnica 4x4: guia de condução fora de estrada**. Técnica 4x4, 2000.

GAIOTTO, 2002. Gaiotto, João Roberto de Camargo. Conhecendo um 4x4: a roda-livre. 31 ago 2002; acessado em 360graus.terra.com.br/offroad em 28 de novembro de 2011.

GLADWELL, 2004. Gladwell, Malcolm. **Big and Bad: How the S.U.V. Ran Over Automotive Safety**. The New Yorker. Nova York: 12 jan 2004.

GLUCKER, 2010. Glucker, Jeff. **Review: 2011 Land Rover Range Rover Supercharged**. Autoblog; 27 out 2010. Acessado em www.autoblog.com/2010/10/27/2011-land-rover-range-rover-supercharged-review/ em 29 de novembro de 2011.

GOTO, 2006. Goto, Marcelo. **Troller T4 3.0 turbodiesel eletrônico** [*teste de direção*]. Carsale [*edição online*], 22 mai 2006. Acessado em carsale.uol.com.br/novosite/revista/avaliacao/materia.asp?idnoticia=3678 em 14 de novembro de 2011.

GRAZIANO DA SILVA & DEL GROSSI, 2000. Graziano da Silva, José; Del Grossi, Mauro E. **O novo rural brasileiro**. In: IAPAR. (Org.). *Ocupações Rurais Não-Agrícolas: anais: oficina de atualização temática*. Londrina: IAPAR, 2000, v. I, p. 165-173.

GRAZIANO DA SILVA et al., 2002: Graziano da Silva, José; Del Grossi, Mauro. Campanhola, Clayton. **O que há de realmente novo no novo rural brasileiro**. *Cadernos de Ciência e Tecnologia*, Brasília, v.19, n.1, p.37-67, jan/abr 2002.

GRAZIANO DA SILVA, 1997. Graziano da Silva, José. **O novo rural brasileiro**. In: Nova Economia. Belo Horizonte, 7(1):43-81, mai 1997.

GREENWALD, 2001. Greenwald, John. **Inside the Ford/Firestone Fight**. Time Business, 29 mai 2001. Acessado em www.time.com/time/business/article/0,8599,128198,00.html em 28 de novembro de 2011.

GRIECCO, 2003. Grieco, Adriano. **Banho de luxo** [teste comparativo entre os modelos Land Rover Range Rover, BMW X5 e Volvo XC90]. Quatro Rodas, ano 43, ed. 516, jul 2003.

GUIMARÃES & BIASOLI, 2002. Guimarães, L. B. M.; Biasoli, P. K. **Levantamento antropométrico: o Brasil ainda precisa ter o seu?** In: II Ergodesign, 2002, Rio de Janeiro. Anais do II Ergodegn, 2002.

HAPPIAN-SMITH & CHOWANIETZ, in HAPPIAN-SMITH, 2002. Happian-Smith, J.; Chowanietz, E. Future Trends in Automotive Design. In: HAPPIAN-SMITH, Julian. **An Introduction to Modern Vehicle Design**. Oxford: Butterwoth-Heinemann, 2002.

HAZEL, 2009. Hazel, Christian. **The History of Military Jeeps: Military Brats**. JP Magazine, jan 2009.

HORRELL, 2009. Horrell, Paul. **Land Rover Range Rover Supercharged** [teste de direção]. Top Gear [edição online], jul 2009. Acessado em www.topgear.com/uk/land-rover/range-rover/road-test/supercharged em 7 de novembro de 2011.

IBGE, 1997. **Contagem da População**, 1996. Rio de Janeiro: IBGE, 1997.

IBGE, 2010. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Contas nacionais trimestrais: indicadores de volume e valores correntes**, abr-jun 2010. Brasília, 2010.

IIDA, 2005. Iida, Itiro. **Ergonomia: projeto e produção**. 2.ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

JACKSON, 2003. Jackson, Richard J. **The impact of the built environment on health: an emerging field**. American Journal of Public Health, 93:9; 1382-1384, set 2003.

JEEP, 2011. Jeep/Chrysler Group LLC. **Wrangler 2012** [livreto informacional]. Detroit, Estados Unidos, 2011.

LAND ROVER, 2010. Land Rover. **Defender** [livreto informacional]. Gaydon, Reino Unido, 2010.

LAND ROVER, 2011a. **Dicas off-road: guia para aventuras**. Acessado em www.landrover.com/br/pt/lr/experience-land-rover/tips-off-road em 25 de novembro de 2011.

LAND ROVER, 2011b. Land Rover. **The Range Rover** [*livreto informacional*]. Gaydon, Reino Unido, 2011.

LAURENTI & DEL GROSSI, 2008. Laurenti, Antônio C.; Del Grossi, Mauro E. **A recente demografia da área rural propriamente dita e o “novo rural” brasileiro**. Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, jul 2008.

LEITE, 2010. Leite, Rodrigo. **Um lorde na lama** [*teste de direção do Land Rover Range Rover*]. Quatro Rodas, ano 50, ed. 606, jul 2010.

MACEY & WARDLE, 2008. Macey, Stuart; Wardle, Geoff. **H-Point: the fundamentals of car design and packaging**. Design Studio Press, 2008.

McAULEY, 2003. McAuley, John. **Global sustainability and key needs in future automotive design**. Environmental Science & Technology, vol. 37, nº 23, 2003.

MOURA, 2005. Moura, Marcelo. **Soldado de fibra** [*teste de direção do Troller T4-M*]. Quatro Rodas, ano 45, nº 535, jan 2005.

NISSAN, 2011. Nissan Brasil. **Nissan Frontier: modelo 2012** [*catálogo*]. São José dos Pinhais, 2011.

OGDEN et al., 2004. Ogden, Joan; Williams, Robert; Larson, Eric. **Societal lifecycle costs of cars with alternative fuels/engines**. Energy Policy 32 (2004) 7–27.

OLSEN & LYONS, 2000. Olsen, Byron; Lyons, Dan. **Station wagons**. MotorBooks International, 2000.

PANERO & ZELNIK, 1983. Panero, Julius; Zelnik, Martin. **Las dimensiones humanas en los espacios interiores: estándares antropométricos**. Barcelona: Gustavo Gili, 1983.

PHILIPS, 2008. Philips, T. **Daimler-Benz launches the Unimog at the German Agricultural Show in Frankfurt**. eMercedesBenz [*publicação online da marca*], 2 jul 2008. Acessado em emercedesbenz.com/Jul08/02_001232_eMercedesBenz_Feature_Daimler_Benz_Launches_The_Unimog_At_The_German_Agricultural_Show_In_Frankfurt.html em 13 de novembro de 2011.

PLATCHECK, 2005. Platcheck, Elizabeth R. **Design industrial: metodologia de EcoDesign para o desenvolvimento de produtos sustentáveis**. 2005.

PRALLE, 2006. Pralle, Sarah. **“I’m Changing the Climate, Ask Me How!”: The Politics of the Anti-SUV Campaign**. Political Science Quarterly, 121:3, 2006

RAMOS, 2005. Ramos, Alexandre. **Land Rover Defender** [*seção Usado do mês*]. Quatro Rodas, junho de 2005.

RUA, 2005. Rua, João. **A resignificação do rural e as relações cidade-campo: uma contribuição geográfica**. Revista da ANPEGE (Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia), n.2 (2005).

SIERRA CLUB, 2011. **Sierra Club Conservation Policies: Off-Road Use of Motorized Vehicles**. Acessado em www.sierraclub.org em 13 de novembro de 2011.

SIMMS & O'NEILL, 2005. Simms, Ciaran; O'Neill, Desmond. **Sports utility vehicles and older pedestrians: a damaging collision**. BMJ [British Medical Journal], out 2005; 331(7520): 787–788.

SOUZA & BACHA, 2009. Souza, Waldemar R.; Bacha, Carlos J.C. **A utilização dos novos instrumentos de crédito rural em estratégias de portfólios para diminuição do custo financeiro**. Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural; jul 2009.

TOMMASIELLO, 2004. Tommasiello, André. **Jipe Agrale Marruá [teste de direção]**. 12 de novembro de 2004. Acessado em www.webmotors.com.br/wmpublicadorTestes_Conteudo.vxlpub?hnid=34253 em 18 de outubro de 2011.

TOUME, 2010. Toume, Wilson. **Range Rover: 40 anos com versão V8 diesel**. Carro Online, 23 jul 2010. Acessado em carroonline.terra.com.br/noticia,5591,range-rover-40-anos-com-versao-v8-diesel em 28 de novembro de 2011.

TROLLER, 2011. Troller. **Troller T4: especificações técnicas**. Acessado em www.troller.com.br/downloads/Ficha_Tecnica.pdf em 2 de outubro de 2011.

TRUESDELL, 2004. Truesdell, Richard. Move over, Range Rover. CA; ago 2004.

WILLIAMS, 2005. Williams, Mark. **Ultimate Road Test: Unimog's U500Is**. Truck Trend, out 2005.

MATERIAL COMPLEMENTAR

ANEXO 01

Classificação de veículos de passageiros conforme a EPA⁷⁶

CARROS		
Classe	Volume para passageiros e carga (m ³)	
Dois-lugares	Independente (qualquer carro projetado para dois adultos)	
Sedãs		
Minicompactos	Menos de 2,41	
Subcompactos	2,41–2,83	
Compactos	2,83–3,11	
Médios	3,11–3,40	
Grandes	3,40 ou mais	
Station wagons		
Pequena	Menos de 3,68	
Média	3,68–4,53	
Grande	4,53 ou mais	
CAMIONETAS		
Classe	Peso bruto total ⁷⁷ (kg)	
Picapes	Até o ano-modelo 2007	A partir do ano-modelo 2008
Pequenas	Menos de 2.038	Menos de 2.718
Comuns (<i>standard</i>)	2.038–3.850	2.718–3.850
Vans	Até 2010	A partir de 2011
De passageiros	Menos de 3.850	Menos de 4.530
De carga	Menos de 3.850	
Minivans	Menos de 3.850	
Utilitários esportivos (SUVs)	Até 2010	A partir de 2011
	Menos de 3.850	Menos de 4.530
Veículos de propósito especial	Menos de 3.850	

⁷⁶ Fonte: EPA (agência de proteção ambiental dos Estados Unidos), em www.fueleconomy.gov/feg/info.shtml#sizeclasses. Acessado em 21 de setembro de 2011; tradução e conversões de unidades para o sistema métrico realizadas pelo autor.

⁷⁷ Valor igual ao peso do veículo com os fluidos necessários para seu funcionamento e sua plena capacidade de carga.

ANEXO 02

Produção de Utilitários, Picapes e SUVs em 2010

Marca	Modelo	Produção	Vendas	Observações
Audi	Q5	—	316	<i>gasolina</i>
	Q7	—	98	<i>gasolina</i>
Agrale	Marruá	318	308	<i>diesel</i>
	Marruá AM 100	21	17	
	Marruá AM 100 CD	15	13	
	Marruá AM 150	2	1	
	Marruá AM 150 CD	2	1	
	Marruá AM 20	200	197	
	Marruá AM 200	40	40	
	Marruá AM 200 CD	38	39	
Ford	EcoSport	66.120	40.796	
	diesel	866	—	
	flex	40.701	40.796	
	gasolina	24.553	—	
	F-250	4.628	2.194	<i>diesel</i>
	Ranger	—	15.376	
	cabine dupla a diesel	—	9.505	
	cabine dupla a gasolina	—	2.954	
	cabine simples a diesel	—	1.124	
	cabine simples a gasolina	—	1.793	
Chevrolet	Blazer	1.963	2.341	
	diesel	38	32	
	flex	1.925	2.309	
	Captiva	—	13.121	<i>gasolina</i>
	Tracker	—	18	<i>diesel</i>
	S10	53.905	41.753	
	cabine simples a diesel	3.532	2.617	
	cabine simples flex	3.763	3.518	
	cabine dupla a diesel	22.961	13.790	
	cabine dupla flex	22.440	21.827	
cabine dupla a gasolina	1209	1		
Honda	CR-V	—	18.898	<i>gasolina</i>
	2WD	—	10.524	
	4WD	—	8.374	

Marca	Modelo	Produção	Vendas	Observações
Hyundai	Tucson	14.496	28.410	⁷⁸
	ix35	—	7.175	gasolina
	Santa Fe	—	8.879	gasolina
	Veracruz	—	4.379	gasolina
Mercedes-Benz	Classe GL	—	22	gasolina
	Classe ML	—	438	
	gasolina	—	46	
	diesel	—	392	
	Classe G	—	13	gasolina
	Classe GLK	—	163	gasolina
Mitsubishi	Pajero Sport	3.774	3.695	
	diesel	2.538	2.294	
	flex	1.236	1.401	
	Pajero TR4	11.702	11.658	gasolina
	ASX	—	1.132	gasolina
	Outlander	—	3.299	gasolina
	Pajero Dakar	—	3.033	diesel
	Pajero Full	—	2.096	
	diesel	—	1.563	
gasolina	—	533		
Nissan	Frontier	7664	8493	diesel
	Xterra	—	2	diesel
	Murano	—	2	gasolina
	Pathfinder	—	120	diesel
	X-Trail	—	40	gasolina
Toyota	Hilux	—	33.351	
	diesel	—	32.219	
	gasolina	—	1.132	
	Hilux SW4	—	7.890	
	diesel	—	7.356	
	gasolina	—	534	
	Land Cruiser Prado	—	1	gasolina
	RAV4	—	2.117	
diesel	—	404		
gasolina	—	1.713		
Volkswagen	Tiguan	—	5.118	gasolina
	Amarok	—	4.163	diesel
	Touareg	—	167	gasolina

⁷⁸ 12.013 nacionais e 16.397 importados (primeiro ano de fabricação nacional do modelo).

APÊNDICE 01

Entrevistas livres

Entrevista 01

Perfil do entrevistado: proprietário de concessionária, cerca de 35 anos.

O entrevistado possui uma concessionária da marca TAC, incipiente no mercado, há pouco mais de um ano e afirmou praticar atividades fora-de-estrada há cerca de dez. Ele é dono de diversos veículos utilitários, entre os quais o Unimog documentado na análise de similares, e já possuiu diversos outros. Além de guiar a observação do Unimog, ele relatou suas experiências e impressões sobre diversos dos similares analisados.

Sobre o Unimog, apontou a concepção única do projeto de chassi e transmissão e a importância do uso de eixos do tipo pórtico; a suspensão é apenas ancorada no chassi e fixa à caixa de câmbio, do que resulta um curso de suspensão maior do que o de qualquer produto. O radiador do veículo é pequeno se comparado ao de virtualmente qualquer automóvel atual; a abertura para preenchimento do reservatório de arrefecimento do motor fica no painel de instrumentos, dentro da cabine. Esta peculiaridade sugere uma preocupação, no decorrer do projeto inicial, com possíveis superaquecimentos do motor.

Sobre o Land Rover Defender, o entrevistado afirma que os compradores do veículo são altamente passionais; a aquisição é movida menos pela capacidade do produto como utilitário do que pela iconografia da marca. Ela aponta a concepção do produto como antiquada; a carroceria de alumínio, segundo ele, é pouco protetora, em particular no caso de impactos e capotamentos. O Agrale Marruá, por sua vez, é descrito pelo entrevistado como sendo um utilitário muito capaz, mas com conforto e acabamento rudimentares. A mecânica, segundo ele, é confiável, “sem invenções”, em reforço ao seu caráter utilitário.

Entrevista 02

Perfil do entrevistado: funcionário de concessionária, cerca de 30 anos.

O entrevistado, contatado durante o teste de um dos veículos, ofereceu *insights* sobre os veículos disponíveis no mercado e sobre o público que frequenta e consome este tipo de veículo, derivados de sua experiência com seus clientes, que figuram entre estes usuários. Segundo ele, os consumidores de veículos utilitários raramente os possuem como único veículo; para eles, trata-se de segundo ou terceiro veículo, usado para lazer em fins-de-semana ou ocasiões especiais. Considerando-se o preço dos utilitários disponíveis no mercado, a posse de um utilitário como segundo ou terceiro carro, fica evidente o poder aquisitivo de que, segundo o entrevistado, este grupo de usuários dispõe. Este público é, também, bastante restrito: são grupos fechados de indivíduos, em que praticamente todos conhecem uns aos outros, freqüentemente formando grupos para a prática de trilhas e outras atividades fora-de-estrada.

APÊNDICE 02

Questionário para produtores rurais: primeira parte

1. Idade:
2. Sexo:
 - Masculino
 - Feminino
3. Qual a dimensão da sua propriedade?
4. Que culturas você pratica?
5. Você possui algum tipo de veículo automotor (inclusive tratores)? Se sim, qual ou quais?
6. Você usa (como motorista ou passageiro) algum tipo de veículo automotor (inclusive tratores) em seu trabalho? Se sim, qual ou quais?
7. Para que finalidades e com que freqüência você usa seu veículo? Marque as opções abaixo de 1 a 5 de acordo com a freqüência.

(Responda apenas se tiver respondido "sim" à questão 6.)

	1	2	3	4	5
Usos	não mais de uma vez por semestre	uma vez por semestre ou mais	uma vez por mês ou mais	uma vez por semana ou mais	três vezes por semana ou mais
Para transporte de pessoas dentro da propriedade					
Para transporte de equipamentos e insumos dentro da propriedade (exceto reboque)					
Para rebocar/tracionar outro equipamento					
Para transporte da sua produção, dentro e fora da sua propriedade					
Para deslocamentos rodoviários					
Para deslocamentos urbanos					

8. Quantas pessoas costumam utilizar o veículo?

(Responda apenas se tiver respondido “sim” à questão 6.)

- Apenas o motorista;
 Duas;
 Três;
 Quatro ou mais;

9. Você já usou algum tipo de veículo utilitário (como jipes, picapes, Land Rover)? Se sim, qual ou quais?

10. Você pensaria em adquirir um veículo utilitário? Por quê?

11. Para você, o que seria mais importante na escolha de um veículo para trabalho? Marque as opções abaixo de 1 a 5 de acordo com a importância que você atribui aos critérios.

	1	2	3	4	5
Usos	não tem nenhuma importância para mim	tem pouca importância para mim	tem importância média para mim	tem muita importância para mim	é indispensável para mim
Capacidade de carga (no porta-malas ou caçamba)					
Capacidade de reboque					
Possuir tomada de força para implementos					
Capacidade para dois ou três passageiros					
Capacidade para quatro a seis passageiros					
Conforto ao andar no veículo					
Desempenho fora-de-estrada					
Desempenho na estrada (de terra ou pavimentada) e na cidade					
Estética					
Poder alterar o veículo conforme seus gostos e necessidades					
Causar o menor dano possível ao meio ambiente					

12. Como seria o seu veículo ideal?

Você pode nomear um veículo existente ou falar sobre o que você gostaria que o veículo dos seus sonhos deve ter ou é capaz de fazer.

APÊNDICE 03**Questionário para praticantes de fora-de-estrada: primeira parte**

1. Idade:
2. Sexo:
 - Masculino
 - Feminino
3. Você vive em zona urbana ou rural?
4. Você possui um veículo utilitário? Se sim, qual?
5. Com que frequência faz atividades fora-de-estrada?
 - Não mais de uma vez por semestre;
 - Uma vez por semestre ou mais;
 - Uma vez por mês ou mais;
 - Uma vez por semana ou mais;
 - Três vezes por semana ou mais.
6. Que tipo de atividades off-road você pratica?
7. Que utensílios/equipamentos você carrega no veículo para desempenhar estas atividades?
8. Para que finalidades e com que frequência você usa seu veículo? Marque as opções abaixo de 1 a 5 de acordo com a frequência.

(Responda apenas se tiver respondido "sim" à questão 6.)

	1	2	3	4	5
Usos	não mais de uma vez por semestre	uma vez por semestre ou mais	uma vez por mês ou mais	uma vez por semana ou mais	três vezes por semana ou mais
Para transporte de pessoas dentro da propriedade					
Para reboque					
Para deslocamentos rodoviários					
Para deslocamentos urbanos					

9. Quantas pessoas costumam utilizar o veículo?

(Responda apenas se tiver respondido “sim” à questão 6.)

- Apenas o motorista;
- Duas;
- Três;
- Quatro ou mais;

10. Você já usou algum tipo de veículo utilitário (como jipes, picapes, Land Rover)? Se sim, qual ou quais?

11. Você pensaria em adquirir um veículo utilitário? Por quê?

12. Para você, o que seria mais importante na escolha de um veículo para trabalho? Marque as opções abaixo de 1 a 5 de acordo com a importância que você atribui aos critérios.

	1	2	3	4	5
Usos	não tem nenhuma importância para mim	tem pouca importância para mim	tem importância média para mim	tem muita importância para mim	é indispensável para mim
Capacidade de carga (no porta-malas ou caçamba)					
Capacidade de reboque					
Capacidade para dois ou três passageiros					
Capacidade para quatro a seis passageiros					
Conforto ao andar no veículo					
Desempenho fora-de-estrada					
Desempenho na estrada (de terra ou pavimentada) e na cidade					
Estética					
Poder alterar o veículo conforme seus gostos e necessidades					
Causar o menor dano possível ao meio ambiente					

13. Como seria o seu veículo ideal?

Você pode nomear um veículo existente ou falar sobre o que você gostaria que o veículo dos seus sonhos deve ter ou é capaz de fazer.

APÊNDICE 04

Questionário para usuários: segunda parte

A segunda parte do questionário é construída a partir de um painel de imagens de veículos utilitários, composta pelo autor. Esta parte foi aplicada sem diferenças a ambos os grupos de usuários.

Questionário

1. Observe os veículos nas imagens abaixo. Quais deles você acha mais atraentes? Quais lhe parecem mais capazes de satisfazer as necessidades do seu dia-a-dia? Classifique-os numa escala de 1 (menor preferência) a 10 (maior preferência).



Figura 79. Painel que compõe a segunda parte do questionário (fonte: autor).

2. Qual destes modelos lhe agrada mais? Por quê?
3. Você gostaria de adquirir algum destes modelos? Por quê?

APÊNDICE 05

Especificações técnicas do Land Rover Defender

Compiladas pelo autor a partir de Land Rover (2010).

Carroceria

Em liga de alumínio sobre chassi em perfis de aço.



DEFENDER 90 STATION WAGON



DEFENDER 110 STATION WAGON



DEFENDER 90 HARD TOP



DEFENDER 110 HARD TOP



DEFENDER 90 PICK UP



DEFENDER 110 PICK UP



DEFENDER 110 UTILITY STATION WAGON



DEFENDER 110 HIGH CAPACITY PICK UP



DEFENDER 110 DOUBLE CAB PICK UP



DEFENDER 130 DOUBLE CAB HIGH CAPACITY PICK UP

Figura 80: As versões de carroceria do Land Rover Defender. Adaptado de Land Rover (2010).

90: Hard Top, Pick Up, Station Wagon.

110: Hard Top, Pick Up, Station Wagon, Utility Wagon, Double Cab Pick Up, High Capacity Pick Up, Chassis Cab.

130: Double Cab High Capacity Pick Up, Chassis Cab, Double Chassis Cab.

Número de passageiros: de dois a sete, dependendo da versão.

Outras variações podem ser adquiridas mediante encomenda. O modelo é produzido na Inglaterra; as versões importadas oficialmente para o Brasil são as Station Wagon 90 e 110⁷⁹. Além das versões de carroceria, são oferecidos três níveis de acabamento interno: Base, S e SE.

Dimensões

Comprimento: 3.649mm (90 Pick Up) – 5.170mm (130 Double Cab HCPU).

Altura: 1.993–2.076mm (de acordo com os pneus selecionados; a empresa oferece diversas opções, cada qual adequada a uma gama de utilizações pretendidas para o modelo).

Largura: 1.790mm.

Distância entre-eixos: 2.362mm (90), 2.794mm (110), 3.226mm (130)⁸⁰.

Peso (tara): de 1,732 (90 Pick Up) a 2,120 kg (130 Pick Up).

Capacidade de carga: de 531 (90 Station Wagon) a 1.667 kg (110 Chassis Cab).

Desempenho fora-de-estrada

Ângulo de ataque: 49°

Ângulo de saída: 47° (90) / 35° (110 e 130)

Rampa máxima: 45°

Inclinação lateral máxima: 35°

Passagem a vau sem snorkel: 500mm

Motor

Dianteiro, 2,4 litros, 4 cilindros em linha, turbodiesel.

Potência máxima: 122 cv.

⁷⁹ Fonte: www.landrover.com/br/pt/lr/defender/explore/station-wagon-90/. Acessado em 14 de outubro de 2011.

⁸⁰ A nomenclatura das versões é derivada do arredondamento das distâncias entre-eixos de cada uma, em polegadas.

Torque máximo: 360 Nm.

Transmissão

Câmbio manual de seis marchas à frente mais ré, com caixa de transferência dupla (normal e reduzida). Tração nas quatro rodas permanente, com diferencial central blocante e controle de tração.

Suspensão

Eixo rígido dianteiro e traseiro, com molas helicoidais.

Direção

Pinhão e cremalheira, com assistência hidráulica.

Freios

Discos sólidos nas quatro rodas.

Desempenho (Defender 90)

Velocidade máxima: 132 km/h.

Aceleração de 0-100 km/h: 14,7s.

Consumo de combustível e emissões

Urbano: 13,3L/100km.

Rodoviário: 8,6L/100km.

Emissões de CO₂: 274g/km.

Preço de tabela no Brasil

De R\$ 120.882,00⁸¹ (130 cabine dupla) a R\$ 153.875,00⁸² (90 RAW, série especial).

⁸¹ Fonte: Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas. Acessado em 13 de outubro de 2011 em fipe.org.br/web/indices/veiculos/default.aspx?p=51. Preços válidos para o mês de outubro de 2011.

⁸² Id.

APÊNDICE 06

Especificações técnicas do Agrale Marruá

Compiladas a partir de Agrale (2009a e 2009b).

Carroceria

Em aço galvanizado. Chassi em perfis de aço do tipo escada.

AM50: Capota de lona ou rígida de aço (opcional); cinco lugares.

AM100: Picape ou chassi cabine simples, dois ou três lugares; picape ou chassi cabine dupla, cinco ou seis lugares.

AM150: Picape ou chassi cabine simples, dois ou três lugares; picape ou chassi cabine dupla, cinco ou seis lugares; entre-eixos estendido.

AM200: Picape ou chassi cabine simples, dois ou três lugares; picape ou chassi cabine dupla, cinco ou seis lugares; entre-eixos estendido e capacidade de carga ampliada.

Outras versões de carroceria são comercializadas exclusivamente para as Forças Armadas.

Dimensões

Comprimento: 3.940 mm (*AM50*) – 5.290 mm (*AM200* cabine dupla chassi).

Altura: 1.975 mm (*AM50*) – 2.133 mm (*AM50L*).

Largura: 2.185 mm (espelho a espelho).

Distância entre-eixos: 2.300 mm (*AM50*) – 3.350 mm (*AM150* e *AM200*).

Peso (tara): 1.960 kg (*AM50*) – 2.800 kg (*AM200* cabine dupla).

Capacidade de carga: 500 kg (*AM50*) – 2.000 kg (*AM200* cabine simples chassi).

Desempenho fora-de-estrada (AM50)

Ângulo de ataque: 64°.

Ângulo de saída: 52°.

Rampa máxima: 60% (aproximadamente 30,9°).

Inclinação máxima lateral: 30°.

Passagem a vau sem snorkel: 600 mm.

Vão livre: 260 mm (*AM50*); 230 mm (demais versões).

Motor

Dianteiro, MWM Sprint, 2,8 litros, 4 cilindros em linha, turbodiesel.

Potência máxima: 140 cv.

Torque máximo: 360 Nm.

Transmissão

Eaton FS 2305C. Manual de 5 marchas à frente mais ré, sem caixa de redução.

Tração nas quatro rodas, com roda-livre manual e bloqueio do diferencial traseiro.

Suspensão

Dianteira: Barras longitudinais e transversais com barra Panhard, com amortecedores telescópicos de dupla ação.

Traseira: Feixe de molas semi-elípticas, com amortecedores telescópicos de dupla ação.

Direção

TRW TAS 20314, com assistência hidráulica.

Freios

A disco sólido no eixo dianteiro e a tambor no eixo traseiro.

Desempenho

Velocidade máxima: 120 km/h.

Aceleração de 0 a 100km/h: aproximadamente 14 s.

Consumo de combustível e emissões

Não divulgados.

Preço de tabela no Brasil

R\$ 113.543 (AM50) – 132.823 (AM50 teto rígido).

APÊNDICE 07

Especificações técnicas do Troller T4

Compiladas a partir de Troller (2011).

Carroceria

Em compósito de fibra de vidro, com cinco lugares e teto rígido removível. Chassi em longarinas de aço com perfil retangular.

Dimensões

Comprimento: 3.945 mm.

Altura: 1.872 mm.

Largura: 1.953 mm.

Distância entre-eixos: 2.410 mm.

Peso (tara): 2.050 kg.

Capacidade de carga: 420 kg.

Desempenho fora-de-estrada

Ângulo de ataque: 50°.

Ângulo de saída: 37°.

Rampa máxima: 30° (normal) / 45° (com a reduzida acionada).

Inclinação lateral máxima: 45°.

Passagem a vau sem snorkel: 800 mm.

Vão livre: 215 mm.

Motor

MWM NGD. 3,0 litros, 4 cilindros em linha, turbodiesel.

Potência máxima: 163 cv.

Torque máximo: 380 Nm.

Transmissão

Manual de cinco marchas mais ré, com caixa de transferência dupla (normal e reduzida) e seleção manual no painel (4x2; 4x4 normal; 4x4 reduzida). Diferencial de deslizamento limitado (LSD, *limited slip differential*) no eixo traseiro.

Suspensão

Dianteira e traseira: Tipo eixo rígido, com barra estabilizadora e barra Panhard, molas helicoidais, amortecedores hidráulicos de dupla ação.

Direção

Esferas recirculantes, com assistência hidráulica.

Freios

A disco ventilado no eixo dianteiro e a disco sólido no eixo traseiro.

Desempenho

Velocidade máxima: 155 km/h (Troller, apud Moura, 2005)

Aceleração de 0 a 100 km/h: 14,0 s.

Consumo de combustível (CAMPO GRANDE, 2007a)

Urbano: 11,6 L/100km.

Rodoviário: 8,5 L/100km.

Emissões de CO₂: não publicadas.

Preço de tabela no Brasil

R\$ 93.227,00

APÊNDICE 08

Especificações técnicas do Jeep Wrangler

Para o modelo 2011⁸³, que foi submetido ao teste de direção.

Carroceria

Station wagon de três ou cinco portas (esta última denominada Wrangler Unlimited), em aço sobre chassi, quatro ou cinco lugares (três e cinco portas, respectivamente). Capota removível em lona (somente na versão de três portas) ou rígida.

Dimensões

Comprimento: 3.881 mm (três portas); 4.404 mm (cinco portas)⁸⁴.

Altura: 1.840 mm (três portas); 1.865 mm (cinco portas).

Largura: 1.873 mm (três portas); 1.877 mm (cinco portas).

Distância entre-eixos: 2.423 mm (três portas); 2.946 mm (cinco portas).

Peso (tara): 1.801 kg (três portas, com câmbio automático); 1.857 kg (cinco portas com câmbio automático).

Capacidade de carga: 398–453 kg (três portas); 483–517 kg (cinco portas)⁸⁵.

Desempenho fora-de-estrada

Ângulo de ataque: 44,7° (três portas);

Ângulo de saída: 40,7° (três portas);

Rampa máxima: não divulgada.

Inclinação lateral máxima: não divulgada.

Passagem a vau sem snorkel: 482 mm⁸⁶.

Vão livre: 220–262 mm (varia de versão para versão).

Motor

6 cilindros em V, 3,8 litros, a gasolina.

⁸³ Compiladas a partir de www.jeep.com. Acesso em 12 de novembro de 2011.

⁸⁴ 4.223 e 4.751 mm, respectivamente, se for contabilizado o estepe, que é montado na tampa do porta-malas (JEEP, 2011).

⁸⁵ Tanto no modelo três portas quanto no cinco portas, o valor varia de acordo com a versão.

⁸⁶ www.jeep.com.br/modelos/WranglerSahara. Acessado em 12 de novembro de 2011.

Potência máxima: 199 cv a 5.000 rpm.

Torque máximo: 315 Nm a 4.000 rpm.

Transmissão

Câmbio manual de seis velocidades ou automático de quatro velocidades. Tração nas quatro rodas com caixa de redução (com modos 4x2, 4x4 e 4x4 reduzida, selecionados por meio de alavanca no painel de instrumentos), controles de tração e de estabilidade. Diferencial central de deslizamento limitado (LSD), com bloqueio dos diferenciais dianteiro e traseiro opcional.

Suspensão

Eixos rígidos na dianteira e na traseira, com molas helicoidais.

Direção

Do tipo esferas recirculantes, com assistência hidráulica.

Freios

A disco sólido nas quatro rodas.

Desempenho (fonte: CAMPO GRANDE, 2007a)

Velocidade máxima: 180 km/h.

Aceleração de 0-100 km/h: 12,0 s.

Consumo de combustível e emissões

Urbano: 6,4 km/l.

Rodoviário: 8,1 km/l⁸⁷.

Emissões de CO₂: 266 g/km⁸⁸.

Preço de tabela no Brasil

R\$ 99.900–129.900.

⁸⁷ Conforme os padrões da EPA (agência de proteção ambiental do governo federal dos Estados Unidos). Valores convertidos dos originais, expressos em milhas por galão.

⁸⁸ Fonte: [www.car-emissions.com/cars/model/chrysler+jeep/jeep+wrangler+\(jk72\)](http://www.car-emissions.com/cars/model/chrysler+jeep/jeep+wrangler+(jk72)). Acessado em 13 de novembro de 2011.

APÊNDICE 09

Especificações técnicas do Land Rover Range Rover

Compiladas a partir de Land Rover (2011b).

Carroceria

Monobloco, em aço e alumínio, com cinco lugares.

Dimensões

Comprimento: 4.972 mm.

Altura: 1.877 mm.

Largura: 2.034 mm.

Distância entre-eixos: 2.880 mm.

Peso (tara): 2.810 kg.

Capacidade de carga: 375–585 kg.

Desempenho fora-de-estrada

Vão livre: 232–283 mm (a suspensão a ar do veículo permite o ajuste do vão livre e, por conseguinte, dos demais parâmetros; há um modo “off-road” preajustado. As medidas mínimas e máximas se referem aos valores com a seleção da configuração padrão da suspensão e do modo off-road, respectivamente).

Ângulo de ataque: 29–34°.

Ângulo de saída: 24,2–26,6°.

Rampa máxima: 24,4–30°.

Inclinação lateral máxima: não divulgada.

Passagem a vau sem snorkel: 700 mm.

Motor

Há três opções de motorização:

- a. 4,4 litros, 8 cilindros em V, turbodiesel (denominada *TDV8* pelo fabricante);
Potência máxima: 313 cv a 4.000 rpm;
Torque máximo: 700 Nm a 1.500–3.000 rpm.
- b. 5,0 litros, 8 cilindros em V, a gasolina (denominada *V8* pelo fabricante);

Potência máxima: 375 cv a 6.500 rpm;

Torque máximo: 510 Nm a 3.500 rpm.

- c. 5,0 litros, 8 cilindros em V com compressor mecânico (denominada V8 *Supercharged* pelo fabricante, doravante denominada V8 SC);

Potência máxima: 510 cv a 6.000–6.500 rpm;

Torque máximo: 625 Nm a 2.500–5.500 rpm.

Transmissão

Automática de seis (V8 e V8 SC) ou oito marchas (TDV8). Tração nas quatro rodas, com caixa de redução. Diferencial central do tipo *Torsen* (sensível ao torque).

Suspensão

Dianteira: Tipo McPherson, com amortecimento pneumático.

Traseira: Braços duplos em A, com amortecimento pneumático.

Direção

Pinhão e cremalheira, com assistência hidráulica.

Freios

A disco ventilado nas quatro rodas.

Desempenho

Velocidade máxima: 210 km/h (TDV8 e V8); 225 km/h (V8 SC).

Aceleração de 0 a 100 km/h: 7,8 s (TDV8); 7,6 s (V8); 6,2 s (V8 SC).

Consumo de combustível e emissões

Urbano: 11,5 L/100 km (TDV8); 20,8 L/100 km (V8); 22,6 L/100 km (V8 SC).

Rodoviário: 8,2 L/100 km (TDV8); 10,0 L/100 km (V8); 10,4 L/100 km (V8 SC).

Emissões de CO₂: 253 g/km (TDV8); 326 g/km (V8); 348 g/km (V8 SC).

Preço de tabela no Brasil

R\$ 420.780,00⁸⁹.

⁸⁹ Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas. Acessado em www.fipe.org.br em 22 de novembro de 2011.

APÊNDICE 10

Especificações técnicas da Nissan Frontier

Fonte: Nissan (2011).

Carroceria

Picape de cabine dupla, quatro portas e cinco lugares. Carroceria sobre chassi em aço.

Dimensões

Comprimento: 5.230 mm.

Altura: 1.780 mm.

Largura: 1.850 mm.

Distância entre-eixos: 3.200 mm.

Peso (tara): 1.980–2.025 mm (versões 4x4).

Capacidade de carga: 1.005–1.030 kg (versões 4x4).

Desempenho fora-de-estrada

Ângulo de ataque: 32°.

Ângulo de saída: 24°.

Rampa máxima: 39°.

Inclinação lateral máxima: não divulgada.

Passagem a vau sem snorkel: não divulgada.

Vão livre: 200 mm (CAMPO GRANDE, 2007b).

Motor

Quatro cilindros em linha, turbodiesel, 2,5 litros.

Potência máxima: 144 ou 172 cv a 4.000 rpm, de acordo com a versão.

Torque máximo: 356 ou 403 Nm a 2.000 rpm, de acordo com a versão.

Transmissão

Câmbio manual de seis velocidades ou automático de cinco velocidades. Tração nas quatro rodas com caixa de redução de duas velocidades (normal e reduzida; botão seletor no painel de instrumentos) e diferencial de escorregamento limitado.

Suspensão

Dianteira: Braços triangulares duplos, com molas helicoidais e barra estabilizadora.

Traseira: Eixo rígido com feixes de mola.

Direção

Pinhão e cremalheira, com assistência hidráulica.

Freios

Dianteiros: A disco ventilado.

Traseiros: A tambor.

Desempenho

Velocidade máxima: não divulgada.

Aceleração de 0-100 km/h: 12,7 s (CAMPOS, 2009).

Consumo de combustível e emissões

Urbano: 9,8 L/100 km (CAMPO GRANDE, 2007b).

Rodoviário: 7,1 L/100 km (id.).

Emissões de CO₂: não divulgadas.

Preço de tabela no Brasil

Versões com tração 4x2: R\$ 85.990–93.990.

Versões com tração 4x4: R\$ 93.990–127.490.

APÊNDICE 11

Especificações técnicas do Mercedes-Benz Unimog

Compiladas a partir de Daimler (2011).

Carroceria

Cabine para três ocupantes em aço, montada sobre chassi em perfis de aço. Caçamba desmontável nas versões U20, U300, U400 e U500; as versões U4000 e U5000 são comercializadas somente com chassi e cabine, com cabine prolongada, para sete ocupantes, disponível como opcional.

Dimensões

Comprimento: 4.880 mm (U20) – 6.460 mm (U5000).

Altura: 2.610 mm (U4000) – 2.933 mm (U500).

Largura: 2.150 mm (U20) – 2.490 mm (U4000 e U5000).

Distância entre-eixos: 2.700 mm (U20) – 3.850 mm (U5000).

Peso (tara): 4.500 kg (U500 [WILLIAMS, 2005]).

Capacidade de carga: 7.200 kg (U500 [WILLIAMS, 2005]).

Desempenho fora-de-estrada

Ângulo de ataque: 20° (U20); 44° (U4000 e U5000).

Ângulo de saída: 40° (U20); 51° (U4000 e U5000).

Rampa máxima: 45° (U4000 e U5000).

Inclinação lateral máxima: 38° (U4000 e U5000).

Passagem a vau sem snorkel: 800–1.200 mm (em todos os modelos; o segundo valor é alcançável mediante a instalação de equipamentos opcionais).

Vão livre: 299 mm (U20) – 490 mm (U5000).

Motorização

4 cilindros em linha, turbodiesel, 4,2 litros (U20, U300, U400, U4000); 4 cilindros em linha, turbodiesel, 4,8 litros (U4000, U5000); 6 cilindros em linha, turbodiesel, 6,4 litros (U400, U500).

Potência máxima: 150–177 cv a 2.200 rpm (4,2 litros); 218 cv a 2.200 rpm (4,8 litros); potência varia de acordo com a versão); 238–286 cv (6,4 litros).

Torque máximo: 610–675 Nm a 1.200–1.600 rpm (4,2 litros); 810 Nm a 1.200–1.600 rpm (4,8 litros); 850–1.120 Nm a 1.200–1.600 rpm (6,4 litros).

Transmissão

Câmbio semiautomático com oito velocidades à frente e seis à ré; caixa de redução com três velocidades. Tração permanente nas quatro rodas com diferencial central blocante.

Suspensão

Do tipo braço arrastado, com molas helicoidais; eixos do tipo pórtico.

Direção

Com assistência hidráulica.

Freios

A disco nas quatro rodas.

Desempenho

Velocidade máxima: 90 km/h.

Consumo de combustível

Médio: 5,3 km/l⁹⁰.

Preço de tabela

US\$ 108.000 (U500, nos Estados Unidos [WILLIAMS, 2005]).

⁹⁰ Fonte: www.unimogs.co.uk/faq.asp. Acessado em 13 de novembro de 2011.

APÊNDICE 12

Análise e documentação de Unimog de primeira geração

A análise da atual geração do Mercedes-Benz Unimog é complementada pela documentação fotográfica, realizada pelo autor em 9 de novembro de 2011, de um exemplar de primeira geração, que se encontra no município de Porto Alegre. O veículo se encontrava parcialmente desmontado para restauração; a carroceria teve elementos removidos, mas o chassi estava basicamente intocado, o que deixou uma oportunidade para sua observação detalhada.

O ano de fabricação do exemplar não foi determinado; a primeira geração do Unimog foi produzida de 1948 a 1961, nas séries de produção *70200*, *2010*, *U401* e *U411*⁹¹. Os modelos destas séries eram muito menores que os atuais, tendo sido desenvolvidos originalmente para uso agrário; a série original *70200* tinha 3.520mm de comprimento, quase um metro e meio a menos do que o menor Unimog atual⁹².



Figura 81. Unimog de primeira geração.
Note as pequenas dimensões do exemplar (fonte: autor).

⁹¹ Oberbayerische Unimog-Freunde. www.unimogfreunde.de. Acesso em 25 de novembro de 2011.

⁹² Id.

Algumas soluções técnicas, como o uso do eixo pórtico e de um chassi de perfis retos, se perpetuaram pelas diferentes gerações do modelo. Outras soluções bastante peculiares podem ser observadas neste pequeno veículo.

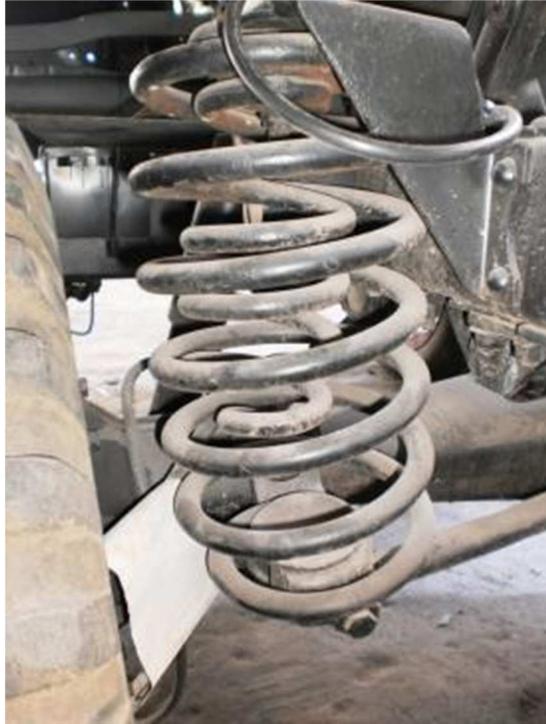


Figura 82. Mola helicoidal dupla, como instalada na suspensão traseira (fonte: autor).



Figura 83. Detalhe do eixo pórtico (fonte: autor).



Figura 84. Suporte retrátil para implemento agrícola. A potência para o implemento é fornecida por tomada de força, outro item distintivo do Unimog (fonte: autor).



Figura 85. Tomada de força para implementos (eixo cilíndrico com caneladuras). Fonte: autor.



Figura 86. Porção frontal do Unimog, com tomada de força dianteira visível (fonte: autor).

A cabine tem dimensões reduzidas e oferece pouco conforto, particularmente para pessoas altas. O motor é isolado da cabine por uma chapa de aço, removida na Figura 87. Os instrumentos são simples e em pequeno número.



Figura 87. Detalhe da cabine do Unimog (fonte: autor).

APÊNDICE 13**Renderings de teste**

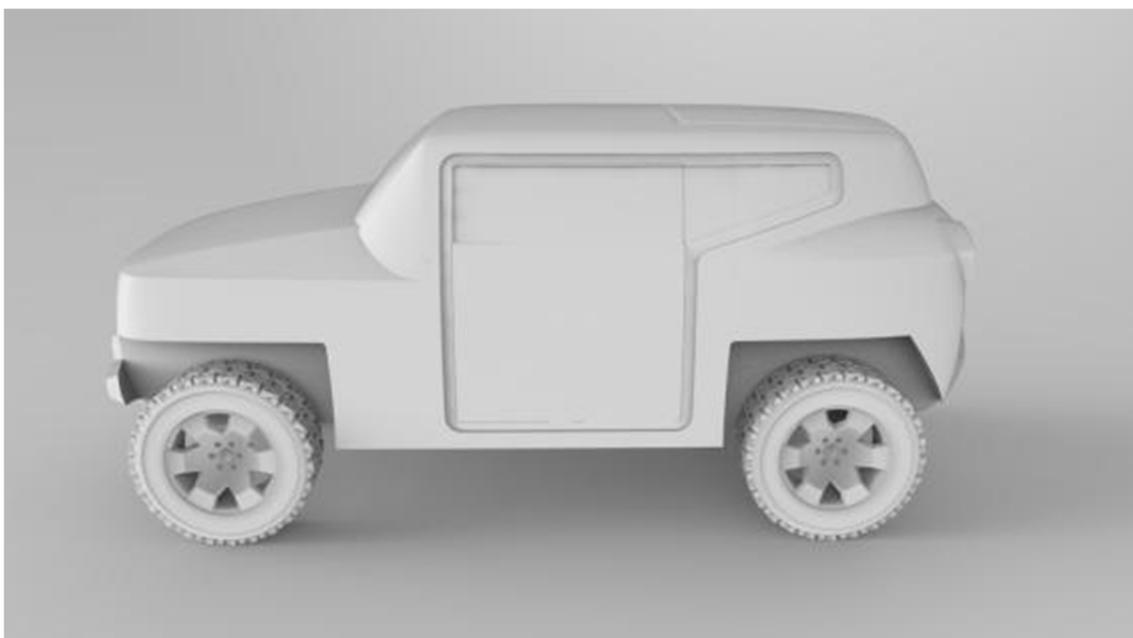


Figura 88. Vista lateral do modelo, sem aplicação de materiais. Fonte: autor.

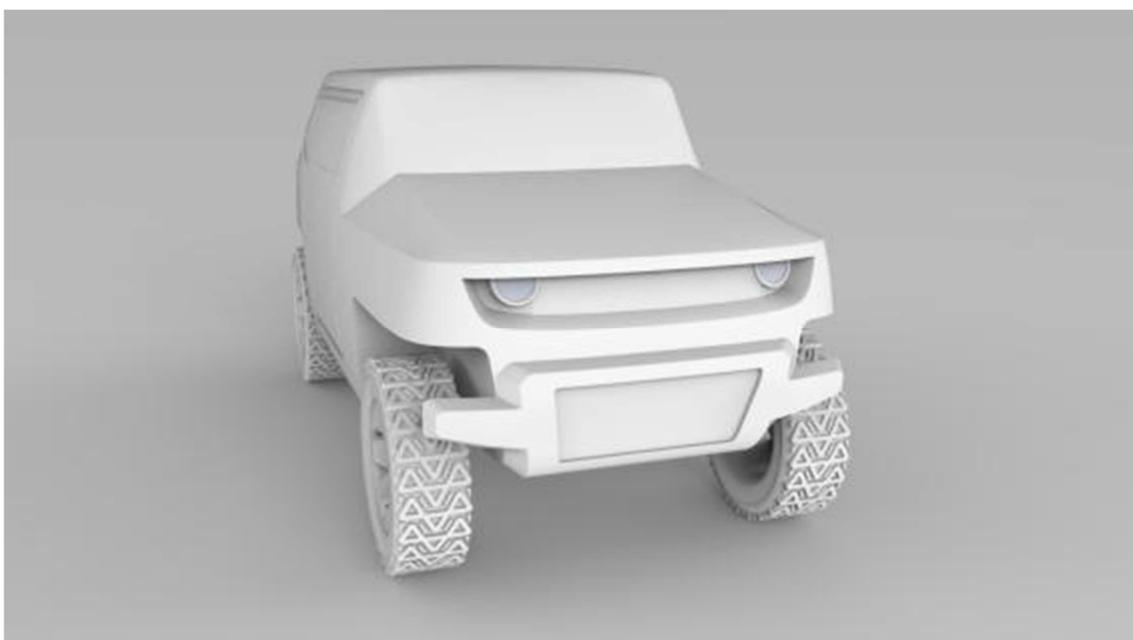


Figura 89. Vista frontal a três-quartos do modelo, sem aplicação de materiais. Fonte: autor.

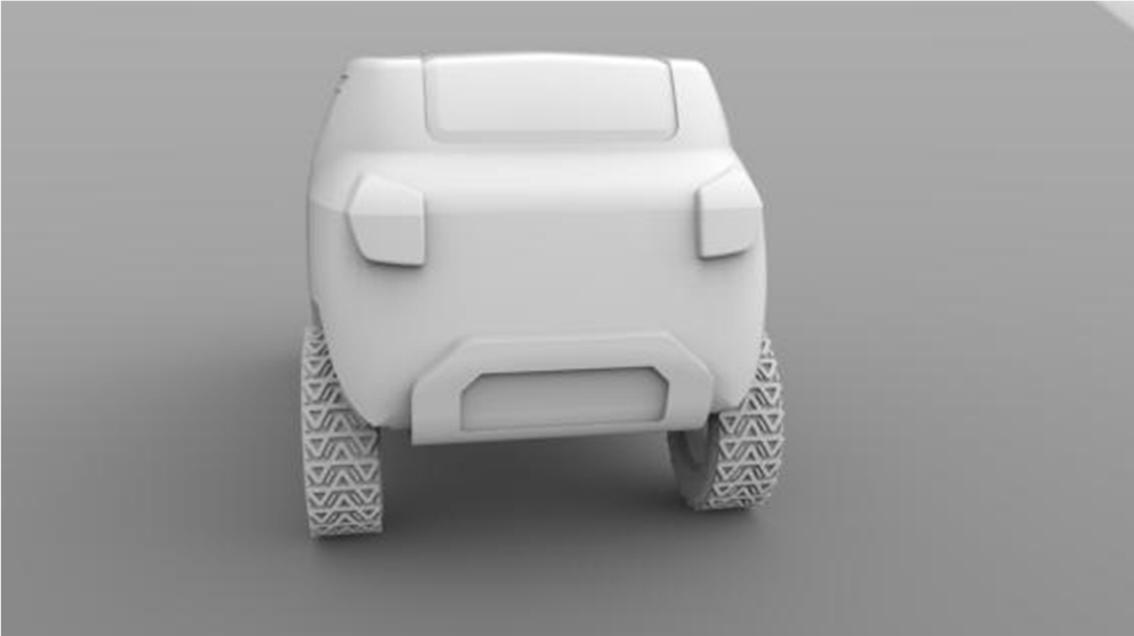


Figura 90. Vista traseira do modelo, sem aplicação de materiais. Fonte: autor.

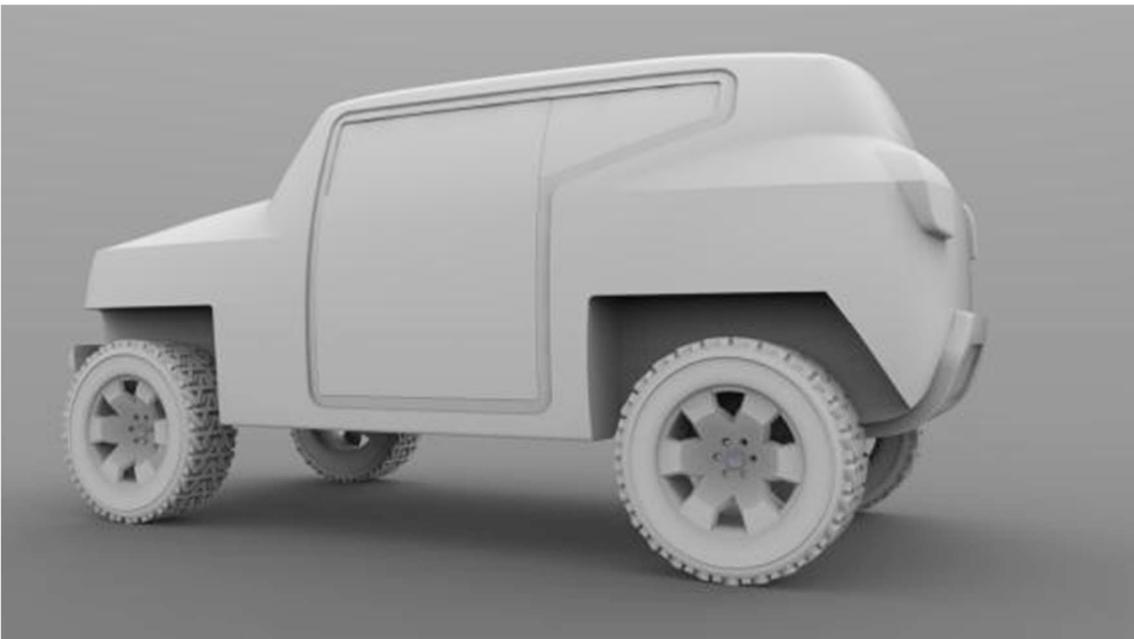


Figura 91. Vista lateral do modelo, sem aplicação de materiais. Fonte: autor.

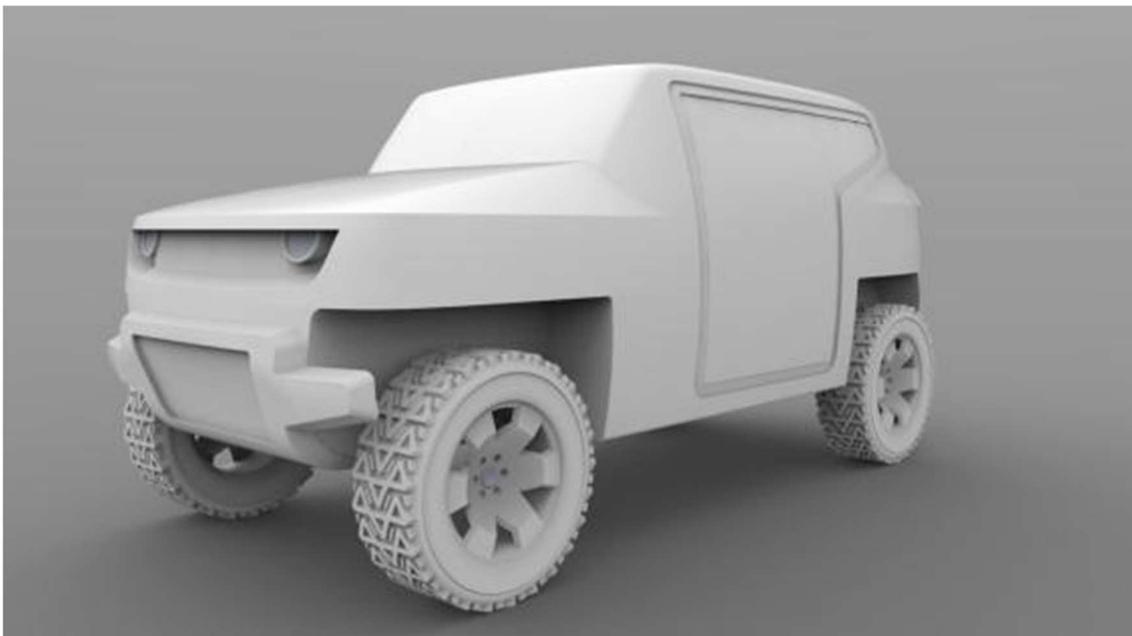


Figura 92. Vista frontal a três-quartos do modelo, sem aplicação de materiais. Fonte: autor.

APÊNDICE 14

Vistas ortográficas

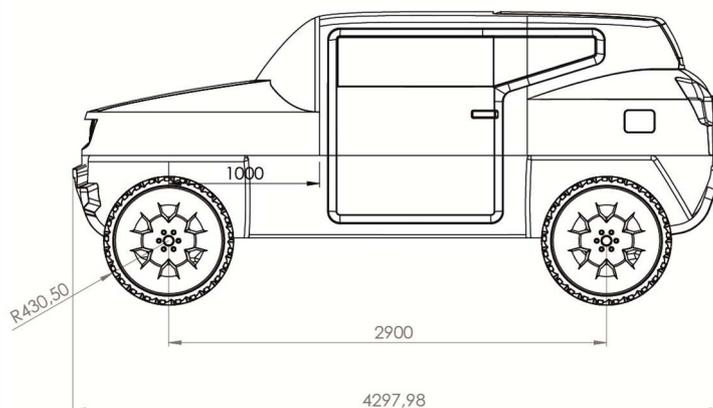


Figura 93. Vista lateral direita. Escala 1/50; dimensões em milímetros. Fonte: autor.

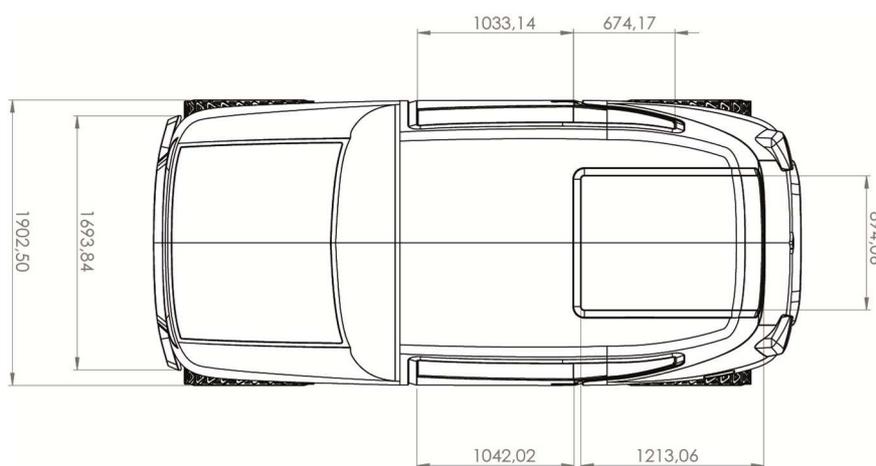


Figura 94. Vista superior. Escala 1/50; dimensões em milímetros. Fonte: autor.

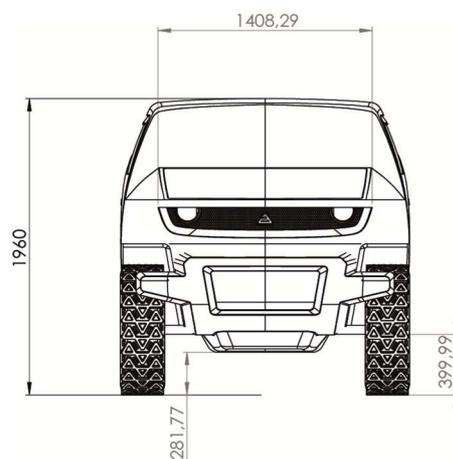


Figura 95. Vista frontal. Escala 1/50; dimensões em milímetros. Fonte: autor.

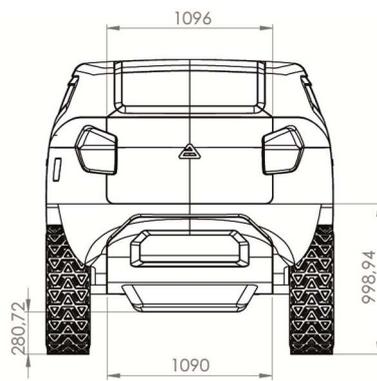


Figura 96. Vista posterior. Escala 1/50; dimensões em milímetros. Fonte: autor.