



DESENVOLVIMENTO DE CARENAGEM PARA
VEÍCULO ELÉTRICO DE PEQUENO PORTE

César Oliveira de Almeida

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA

CENTRO DE ARTES E LETRAS

CURSO DE DESENHO INDUSTRIAL

DESENVOLVIMENTO DE CARENAGEM

PARA VEÍCULO ELÉTRICO DE PEQUENO PORTE

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

César Oliveira de Almeida

Santa Maria – RS

2023

**DESENVOLVIMENTO DE CARENAGEM
PARA VEÍCULO ELÉTRICO DE PEQUENO PORTE**

por

César Oliveira de Almeida

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Desenho Industrial, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), referente à Disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II.

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo Martins Glufke

Santa Maria, RS, Brasil

2023

Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Artes e Letras
Curso de Desenho Industrial

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova o Trabalho de Conclusão de Curso

DESENVOLVIMENTO DE CARENAGEM
PARA VEÍCULO ELÉTRICO DE PEQUENO PORTE

elaborado por

César Oliveira de Almeida

como requisito parcial para obtenção do grau de
Bacharel em Desenho Industrial

COMISSÃO EXAMINADORA:

Ronaldo Martins Glufke, Dr.

(Orientador)

Sergio Antonio Brondani, Dr. (UFSM)

Mariana Kuhl Cidade, Dr^a. (UFSM)

Santa Maria, 31 de janeiro de 2023.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a Universidade Federal de Santa Maria e ao Curso de Desenho Industrial, que foram essenciais no meu processo de formação profissional, e por tudo que aprendi ao longo dos anos do curso.

Um agradecimento especial ao meu orientador e professor Ronaldo Martins Glufke, por ter me proporcionado todo o suporte necessário, pela amizade e por ter acreditado no meu potencial.

Agradeço ao Ricardo e ao Wagner por toda a ajuda no decorrer do projeto, principalmente na reta final, sempre tendo disposição para ajudar da melhor maneira possível.

Agradeço a todos os amigos que estiveram comigo durante esse processo, dando apoio e ânimo para continuar, principalmente em um período tão difícil como foi a pandemia.

E por último, mas não menos importante, agradeço aos meus pais, não há palavras que possam descrever o que eu sinto, se hoje eu cheguei até aqui foi graças a vocês, eu amo vocês.

Por fim, novamente agradeço a todos os citados e até aqueles que não citei, mas que também fizeram parte desse processo.

Um grande abraço!

RESUMO

Trabalho de Conclusão de Curso
Curso de Desenho Industrial
Universidade Federal de Santa Maria

DESENVOLVIMENTO DE CARENAGEM PARA VEÍCULO ELÉTRICO DE PEQUENO PORTE

AUTOR: CÉZAR OLIVEIRA DE ALMEIDA

ORIENTADOR: PROF. DR. RONALDO MARTINS GLUFKE

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 31 de janeiro de 2023.

O presente trabalho, a partir da análise dos problemas atuais de mobilidade urbana e de eficiência energética, busca o desenvolvimento de sistemas específicos para um veículo elétrico de pequeno porte. Para isso, realizou-se um referencial teórico sobre a história e desenvolvimento tanto dos veículos em geral quanto dos veículos elétricos. Foram realizadas pesquisas em relação à mobilidade urbana, análises diacrônica e sincrônica e uma análise estrutural dos sistemas de um automóvel, com foco nos sistemas de chassi, carenagem ou carroceria e layout interno (ergonomia). Na sequência foi realizada uma pesquisa de mercado, com foco na busca de um público-alvo e a definição dos pré-requisitos de projeto. Após, entra-se na fase de projeção, onde a partir de uma primeira definição de layout interno inicia-se a geração de alternativas, e, a partir dos desenhos gerados, é iniciada a criação de modelos tridimensionais, através de softwares de modelagem 3D e também através de um mocape. Em seguida, como forma de validar o modelo gerado, foi criada uma estrutura em escala real do veículo como modelo de análise, afim de responder questionamentos nos tópicos de ergonomia veicular, ergonomia de abrangência visual e dimensionamento de estruturas. Por fim, a partir do resultado das análises foram finalizados o modelo virtual gerado no software 3D e o mocape em escala 1:6.

Palavras-chaves: Design de produto, Carenagem, Automóvel.

ABSTRACT

Graduation Project
Course of Industrial Design
Federal University of Santa Maria

FAIRING DEVELOPMENT FOR SMALL ELECTRIC VEHICLE

AUTHOR: CÉZAR OLIVEIRA DE ALMEIDA

SUPERVISOR: RONALDO MARTINS GLUFKE

Date and Place of Defense: Santa Maria, January 31, 2023.

The present project, based on the analysis of the current problems of urban mobility and energy efficiency, seeks the development of specific systems for a small electric vehicle. For this, a theoretical reference was made on the history and development of both vehicles in general and electric vehicles. Research was carried out in relation to urban mobility, diachronic and synchronic analysis and a structural analysis of the systems of a car, focusing on the chassis, fairing or bodywork systems and internal layout (ergonomics). Next, market research was carried out, focusing on the search for a target audience and the definition of project prerequisites. Afterwards, the design phase begins, where, from a first definition of the internal layout, the generation of alternatives begins, and, from the generated drawings, the creation of three-dimensional models begins, through 3D modeling software. and also, through a mockup. Then, as a way to validate the generated model, a full-scale structure of the vehicle was created as an analysis model, in order to answer questions on the topics of vehicle ergonomics, ergonomics of visual scope and dimensioning of structures. Finally, based on the results of the analyses, the virtual model generated in the 3D software and the mockup in 1:6 scale was finalized.

Keywords: Product design, Fairing, Automobile.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Trânsito em São Paulo, Brasil.....	1
Figura 2 – Metodologia de Löbach.....	6
Figura 3 – Pote de Bronocice, Polônia, com desenhos de veículos, datado de 3635-3370 a.C.	7
Figura 4 – Carruagem e cavalos enterrados com seu dono, de 500 a.C., encontrada em um canteiro de obras em Pocklington, Reino Unido.....	9
Figura 5 – Cidade de Ur, na antiga Suméria, em 2400-2300 a.C.	10
Figura 6 – Primeiro automóvel a vapor, de 1769.....	11
Figura 7 – Benz Patent-Motorwagen, o primeiro carro a combustão, criado em 1886.....	12
Figura 8 – Ford T, de 1911.....	13
Figura 9 – Perua DKW, de 1957.....	15
Figura 10 - Veículo elétrico de Thomas Parker, de 1880.....	16
Figura 11 – Gurgel Itaipu, de 1974.....	18
Figura 12 – meios de transporte.....	19
Figura 13 – Exemplos de mobilidade urbana.....	22
Figura 14 – Análise Diacrônica dos veículos elétricos, de 1832 a 1889.....	29
Figura 15 – Análise Diacrônica dos veículos elétricos, de 1908 a 1959.....	30
Figura 16 – Análise Diacrônica dos veículos elétricos, de 1967 a 1974.....	31
Figura 17 – Análise Diacrônica dos veículos elétricos, de 1974 a 1996.....	32
Figura 18 – Análise Diacrônica dos veículos elétricos, de 1997 a 2010.....	33
Figura 19 – Análise Sincrônica dos veículos elétricos, de 2012 a 2018.....	35
Figura 20 – Análise Sincrônica dos veículos elétricos, de 2019 a 2020.....	36
Figura 21 – Análise Sincrônica dos veículos elétricos, 2020.....	37
Figura 22 – Exemplo de chassi monobloco.....	40
Figura 23 – Exemplo de carroceria sobre chassi.....	42
Figura 24 – Exemplo de chassi tubular.....	44
Figura 25 – Exemplo de chassi monocoque.....	46
Figura 26 – Exemplo de carenagem tipo Hatch.....	47

Figura 27 – Exemplo de carenagem tipo Sedan.....	48
Figura 28 – Exemplo de carenagem tipo Cupê.....	48
Figura 29 – Exemplo de carenagem tipo Conversível.....	49
Figura 30 – Exemplo de carenagem tipo Cabriolet.....	49
Figura 31 – Exemplo de carenagem tipo Targa.....	50
Figura 32 – Exemplo de carenagem tipo Roadster.....	50
Figura 33 – Exemplo de carenagem tipo Perua.....	51
Figura 34 – Exemplo de carenagem tipo Minivan.....	51
Figura 35 – Exemplo de carenagem tipo Van.....	52
Figura 36 – Exemplo de carenagem tipo Furgão.....	52
Figura 37 – Exemplo de carenagem tipo SUV.....	53
Figura 38 – Exemplo de carenagem tipo Jipe.....	53
Figura 39 – Exemplo de carenagem tipo Crossover.....	54
Figura 40 – Exemplo de carenagem tipo Picape.....	54
Figura 41 – Exemplo de carenagem tipo Limousine.....	55
Figura 42 – Exemplo de carenagem tipo Compacto.....	55
Figura 43 – Exemplo de linhas de definição.....	56
Figura 44 – Representação das medidas ideais de acomodação para o percentil de 5 a 95% da população em um veículo.....	58
Figura 45 – Representação das medidas de alcance do motorista dentro do veículo....	58
Figura 46 – Representação das medidas das pernas em relação aos pedais do veículo.....	59
Figura 47 – Representação das posições do banco em diferentes tipos de veículos.....	59
Figura 48 – Representação da posição ideal do assento nos veículos.....	60
Figura 49 – Painel Conceitual com as Palavras-chave.	65
Figura 50 – Análise das linhas de definição.....	66
Figura 51 – Definição do layout interno do veículo.....	67
Figura 52 – Comparação das dimensões em relação ao Renault Twizy.....	68
Figura 53 – Definição do layout interno do veículo na vista frontal.....	68
Figura 54 – Comparação das dimensões em relação ao Renault Twizy na vista frontal.....	69

Figura 55 – Campo de visão mínimo do motorista no percentil 5 a 95% da população.....	70
Figura 56 – Alternativas 01 a 04.....	71
Figura 57 – Alternativas 05 a 08.....	71
Figura 58 – Alternativas 09 a 12.....	72
Figura 59 – Alternativas 13 a 16.....	72
Figura 60 – Alternativas 17 a 20.....	73
Figura 61 – Alternativas 21 a 24.....	73
Figura 62 – Alternativas 25 a 28.....	74
Figura 63 – Alternativas 29 a 32.....	74
Figura 64 – Seleção de alternativas (01).....	75
Figura 65 – Seleção de alternativas (02).....	76
Figura 66 – Seleção de alternativas (03).....	76
Figura 67 – Seleção de alternativas (04).....	77
Figura 68 – Primeira geração de alternativas 2D.....	77
Figura 69 – Vistas da primeira versão do veículo geradas em 3D.....	78
Figura 70 – Segunda geração de alternativas 2D.....	79
Figura 71 – Construção da estrutura de cavernas.....	81
Figura 72 – Preenchimento das cavernas com isopor.....	81
Figura 73 – Modelagem da forma do isopor e aplicação da primeira camada de massa corrida.....	82
Figura 74 – Construção de gabaritos da forma.....	83
Figura 75 – Aplicação de gabaritos no para-choque frontal.....	83
Figura 76 – Construção de gabaritos do para-choque traseiro e da cavidade das rodas.....	84
Figura 77 – Alisamento parcial da superfície do modelo.....	85
Figura 78 – Construção do painel da vista lateral do veículo.....	87
Figura 79 – Traçado da silhueta lateral do veículo no painel.....	88

Figura 80 – Construção da estrutura do assoalho e estrutura de suporte dos bancos.....	89
Figura 81 – Gabarito da vista superior do veículo.....	90
Figura 82 – Construção do desenho da vista superior do veículo na chapa de madeira.....	90
Figura 83 – Gabarito dos arcos da estrutura do veículo.....	91
Figura 84 – Posição dos arcos no veículo.....	91
Figura 85 – Construção dos arcos, em madeira.....	92
Figura 86 – Fixação dos arcos e das varetas na estrutura.....	93
Figura 87 – chassi monobloco com ranhuras que determinam o ponto de deformação em colisões.....	94
Figura 88 – Exemplo de barra de impacto em chassi monobloco.....	95
Figura 89 – Posicionamento do pedal.....	95
Figura 90 – Bonecos ergonômicos de percentil 95% (esquerda) e 5% (direita).....	96
Figura 91 – Construção do painel e posicionamento do volante.....	97
Figura 92 – Construção das linhas do campo de visão do condutor.....	98
Figura 93 – Análise de posicionamento do banco a partir do boneco percentil 95%.....	99
Figura 94 – Posicionamento dos pés e das mãos do boneco percentil 95%.....	100
Figura 95 – Análise de posicionamento do banco a partir do boneco percentil 5%.....	101
Figura 96 – Posicionamento dos pés e das mãos do boneco percentil 5%.....	101
Figura 97 – Funcionamento do banco traseiro do veículo.....	102
Figura 98 – Disposição dos passageiros na vista lateral do veículo.....	103
Figura 99 – Disposição dos passageiros na vista superior do veículo.....	103
Figura 100 – Disposição dos passageiros na vista frontal do veículo.....	104
Figura 101 – Análise do campo de visão a partir dos bonecos ergonômicos.....	105
Figura 102 – Análise do campo de visão vertical do condutor.....	106
Figura 103 – Construção das elipses dos olhos do condutor.....	106
Figura 104 – Análise do campo de visão horizontal do condutor.....	107

Figura 105 – Análise de posicionamento e conforto do usuário percentil 95%.....	108
Figura 106 – Análise do campo de visão do usuário percentil 95%.....	109
Figura 107 – Análise de posicionamento e conforto do usuário percentil 5%.....	110
Figura 108 – Análise do campo de visão do usuário percentil 5%.....	110
Figura 109 – Volume lateral do porta-malas.....	112
Figura 110 – Volume superior do porta-malas.....	112
Figura 111 – Layout do painel.....	113
Figura 112 – Área disponível para o posicionamento das janelas.....	114
Figura 113 – Desenho das janelas na vista frontal.....	115
Figura 114 – Desenho das janelas na vista lateral.....	115
Figura 115 – Desenho das janelas na vista traseira.....	116
Figura 116 – Desenho da porta na vista lateral.....	117
Figura 117 – Desenho dos faróis nas vistas frontal e traseira.....	119
Figura 118 – Desenho dos faróis na vista lateral.....	120
Figura 119 – Desenho dos espelhos na vista frontal e superior.....	122
Figura 120 – Roda Volcano Daimler (esquerda) e redesenho da roda para o veículo (direita).....	122
Figura 121 – Vistas renderizadas do Modelo 3D.....	124
Figura 122 – Construção dos gabaritos e ajustes da caixa de rodas.....	125
Figura 123 – Construção dos gabaritos para ajustes da forma do modelo.....	126
Figura 124 – Finalização da superfície do modelo.....	127
Figura 125 – Construção dos gabaritos e desenho das estruturas do veículo.....	127
Figura 126 – Marcação das ranhuras das estruturas do veículo.....	128
Figura 127 – Aplicação do prime no modelo e da primeira mão de tinta nos espelhos e rodas.....	129
Figura 128 – Pintura do modelo e fixação das rodas.....	129
Figura 129 – Colagem dos adesivos dos faróis.....	130
Figura 130 – Aplicação do papel contact, pintura do para-brisa e colagem dos espelhos.....	130
Figura 131 – Vistas do modelo finalizado.....	131

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Cálculo da dimensão do espelho retrovisor.....	121
---	-----

LISTA DE REDUÇÕES

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CONTRAN	Conselho Nacional de Trânsito
NBR	Norma Brasileira
PLA	<i>polylactic acid</i> (Poli-ácido láctico)

LISTA DE APÊNDICES

Prancha 01 – Vista Lateral.....	139
Prancha 02 – Vistas Frontal e Posterior.....	140
Prancha 03 – Vista Superior.....	141
Prancha 04 – Corte Lateral A-A.....	142

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Justificativa.....	4
1.2	Objetivos	4
1.3	Abrangência e delimitação	5
1.4	Metodologia de projeto.....	5
2	SOBRE VEÍCULOS	7
2.1	História dos veículos	7
2.2	O veículo como expressão de poder.....	8
2.3	O motor e o surgimento do automóvel.....	10
2.3.1	Os veículos no Brasil.....	13
2.4	História dos veículos elétricos	15
2.5	Os veículos elétricos no brasil.....	17
2.6	Classificação dos transportes urbanos	19
2.6.1	Classificação quanto ao modo de uso.....	19
2.6.2	Classificação quanto ao meio de suporte	20
2.7	O homem e a mobilidade urbana	21
2.8	A evolução dos veículos elétricos	24
2.8.1	Análise diacrônica dos veículos elétricos	28
2.8.2	Análise sincrônica dos veículos elétricos	34
3	PRÉ-CONCEPÇÃO	38
3.1	Análise estrutural dos veículos	38
3.2	Chassi	39
3.2.1	Monobloco	40
3.2.2	Carroceria sobre chassis.....	41
3.2.3	Chassi Tubular	43
3.2.4	Monocoque	45
3.3	Carenagem ou Carroceria	47
3.4	Layout Interno (Ergonomia).....	57
3.5	Pesquisa de mercado e público-alvo	61

3.6	Necessidades do usuário	62
3.7	Pré-requisitos de projeto	64
3.8	Definição de conceito	64
4	CONCEPÇÃO E REALIZAÇÃO	66
4.1	Análise das linhas de definição	66
4.2	Definição de Volume Interno do veículo	67
4.3	Definição da Forma	70
4.4	Detalhamento da forma	77
4.5	Geração do primeiro modelo em 3D	78
4.6	Geração de alternativas da segunda versão	79
4.7	Início da construção do modelo em escala	80
5	VALIDAÇÃO E ANÁLISES	86
5.1	Modelo de análise	86
5.2	Construção da estrutura	87
5.3	Análise de ergonomia veicular	98
5.4	Análise de ergonomia da abrangência visual do veículo	104
5.5	Análise de uso	108
5.5.1	Usuário percentil 95%	108
5.5.2	Usuário percentil 5%	109
5.6	Dimensionamento de estruturas	111
5.7	Volume e abertura do porta-malas	111
5.8	Layout do painel	113
5.9	Dimensionamento de janelas e para-brisa	114
5.10	Dimensionamento das portas	116
5.11	Definição dos faróis	117
5.11.1	Regulamentação dos sistemas de iluminação e sinalização em veículos ..	118
5.12	Definição dos espelhos	120
5.12.1	Especificações de fabricação de um dispositivo para visão indireta	120
5.13	Definição das rodas	122
5.14	Render 3D	123
5.15	Finalização do Modelo em escala	125
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	132

1 INTRODUÇÃO

A invenção do automóvel foi um fato que revolucionou a maneira com que vivemos. Ele transcende a sua finalidade de locomoção, tomando significado de liberdade, poder, conquista. Devido a isso, hoje nos grandes centros vemos um uso abusivo do automóvel, e o que deveria ser um símbolo de mobilidade acaba prejudicando ainda mais o deslocamento, gerando apenas frustrações, vide figura 1.

Figura 1 – Trânsito em São Paulo, Brasil.



Fonte: VIEIRA (2017) Em: <https://m.folha.uol.com.br/cotidiano/2017/06/1893084-saida-para-feriado-prolongado-deixa-o-transito-acima-da-media-em-sao-paulo.shtml>.

Já são em torno de 7 pessoas para cada carro neste mundo. Automóveis, comerciais leves e veículos pesados já somam 1,215 bilhão em todo o mundo. Esse número exclui tratores, máquinas de obras, motocicletas, e outros veículos de uso industrial. Em 2010, a frota mundial era de 985 milhões. De lá para cá, houve um aumento real de em torno de 10%. Quem seria o responsável maior pelo crescimento da frota mundial? A China, sempre ela. O país asiático tem muita fome por carros e cada mês bate recordes de vendas, mesmo que não seja propriamente em automóveis de passeio. (OLIVEIRA, 2018).

Segundo Larica (2003), o aumento progressivo da frota mundial de veículos tem como consequência o aumento da poluição, aumento de acidentes, problemas cada vez maiores no trânsito, degradação da qualidade de vida nas cidades, consumo excessivo de energia e cessão cada vez maior de áreas urbanas para circulação e estacionamento de carros. Devido aos motores à combustão, os carros hoje são um dos maiores fatores causadores de poluição nas cidades.

Resumindo, o que o motor do carro faz é combinar ar da atmosfera (com alta concentração de oxigênio) com combustível. Essa mistura gera uma reação química exotérmica (com liberação de calor) que provoca a expansão dos gases na câmara de combustão, pressionando o pistão, que desce gerando um movimento rotativo no motor - transformando assim calor em trabalho - e os gases resultantes da combustão são eliminados através da abertura da válvula de descarga - está aí a **poluição dos carros** (ECYCLE, 2018).

Nesse cenário, os veículos elétricos surgem como uma alternativa para a redução da poluição nos grandes centros, tanto do ar, quanto a poluição sonora.

É incontestável. O carro elétrico tem potencial para reduzir sensivelmente a poluição urbana, inclusive a poluição sonora, já que o funcionamento do motor é muito silencioso. Mesmo que no ciclo de geração de energia haja emissão de poluentes e gases de efeito estufa (queima de carvão, por exemplo), muitas das emissões mais prejudiciais para a saúde ficarão restritas aos arredores das usinas, bem longe dos centros urbanos. (LUCENA, 2018).

Além disso, segundo Lucena (2018), a eficiência dos veículos elétricos em relação aos veículos a combustão é muito maior, e devido ao custo da eletricidade nas cidades ser muito menor que o dos combustíveis, estima-se que o custo para alimentar um carro elétrico é um terço do que se gasta para alimentar um carro a gasolina.

No Brasil, a indústria automotiva está caminhando a passos largos para sua “eletrificação”. Hoje existe uma grande pressão por eficiência energética e para que as montadoras combatam os malefícios que os carros causam ao meio ambiente. Devido a isso, é natural que elas passem a investir em soluções com esse propósito.

Em um país cuja frota é de quase 59 milhões de veículos, foram vendidos 10,6 mil carros elétricos entre 2012 e 2018, de acordo com a Associação Brasileira de Veículos Elétricos (ABVE). Ricardo Guggisberg, presidente da entidade, explica que a indústria brasileira ainda é muito focada no motor a combustão. “O veículo elétrico é caro por causa das baterias. Isso dificulta o desenvolvimento. Mas ganhamos incentivos, como isenção de imposto de importação e de produção. Com a evolução e a queda dos preços, o cenário vai mudar”, aposta. (KAFRUNI, 2019).

Tendo em vista isso, ações estão sendo tomadas para proporcionar uma base de desenvolvimento para essas soluções. Um exemplo disso é o programa Rota 2030 – Mobilidade e Logística, do Governo Federal, que visa o desenvolvimento do setor automotivo no país.

Decretado ao apagar das luzes em 2018, o Rota 2030 é o maior marco da história da indústria automotiva do Brasil e pode nos dar alguma luz para o desenvolvimento, inclusive do setor de veículos elétricos.

O novo programa foi dividido em três ciclos de investimentos ao longo de 15 anos, com renovação da regulamentação a cada um deles. Fabricantes de veículos e seus fornecedores ganharam incentivos para pesquisa, desenvolvimento e nacionalização de autopeças, mas agora têm metas apertadas de **eficiência energética** e adoção de equipamentos e sistemas de segurança veicular a cumprir. (RIBEIRO, 2019).

Nesse contexto, o seguinte trabalho propõe o desenvolvimento de sistemas específicos de um veículo elétrico de pequeno porte para transporte urbano individual. Projeto este que pode ser referenciado de forma resumida como “VEUFSM”, forma reduzida de “Veículo Elétrico UFSM”. Trata-se do projeto de um veículo com tecnologia de tração puramente elétrica, desenvolvido para atender as necessidades de usuários brasileiros.

Este projeto deverá de modo alinhado ao projeto base, projetar e desenvolver um modelo estético e funcional para o Veículo Elétrico UFSM, utilizando-se de conceitos e métodos do design aplicado. Cabe a este projeto abordar aspectos geométricos, ergonômicos e semióticos do automóvel, construindo uma forma conectada e estruturada aos demais sistemas do veículo.

1.1 Justificativa

Este projeto nasceu da demanda de um projeto de um carro elétrico que está sendo desenvolvido no curso de engenharia mecânica da UFSM, havendo a necessidade de incorporar saberes, conceitos e concepções de design em vários aspectos.

Dentro das concepções de design, vale ressaltar a importância da carenagem, que além de ser uma estrutura que envolve os elementos funcionais do carro, atua como um elemento que define identidade, agrega valor e estética ao carro.

A meta do designer de automóveis é transformar o seu projeto numa escultura em movimento, mas não deve deixar de considerar os critérios de ergonomia e segurança, de produtividade e reciclabilidade, de conforto e individualidade. O objetivo deve ser desenvolver uma linguagem estética, um estilo próprio que faça com que a expressão da potência, a impressão de segurança e a sensação de agilidade aflorem do desenho e sejam uma experiência tangível tanto para o usuário como para o observador do produto. (LARICA, 2003, p.97)

Levando-nos então a definir os objetivos que nortearão este projeto.

1.2 Objetivos

O objetivo geral do projeto é o desenvolvimento da **carenagem externa** e o **layout interno**, para um **veículo elétrico de pequeno porte para transporte urbano individual**.

Especificamente estes objetivos serão tratados no decorrer do projeto, buscando:

- Elucidar as relações entre o homem, a mobilidade urbana e o design de automóveis;
- Entender como funciona o automóvel como uma peça de mobilidade urbana;
- Gerar uma proposta formal de veículo urbano que atenda aos requisitos de projeto, com foco na carenagem externa e layout interno.

1.3 Abrangência e delimitação

O projeto de automóveis é classificado como um projeto de engenharia altamente especializada. Com a globalização e a fusão de grandes empresas, o desenvolvimento de um novo modelo passou a ser atribuição de uma equipe multidisciplinar totalmente envolvida com os negócios globais da sua organização. A forma essencial do automóvel e o seu espaço interior, podem e devem ser concebidos por um estúdio de design independente, mas o desenvolvimento do seu projeto deverá ser feito em conjunto com o departamento de engenharia do fabricante e montador, que dispõe dos elementos necessários para a sua materialização (LARICA, 2003, p104)

O projeto de um automóvel é um trabalho complexo, que envolve diversas áreas de conhecimento e atuação. Sendo assim, o trabalho do designer e dos engenheiros se complementam, onde unem-se o estético e o funcional, afim de atender todas as demandas exigidas.

Tendo em vista esses fatores, este trabalho não abordará o desenvolvimento completo de um veículo elétrico, mas estará delimitando-se ao desenvolvimento da carenagem externa e layout interno.

1.4 Metodologia de projeto

O processo de desenvolvimento desse trabalho foi inspirado no método projetual publicado por Löbach (2001, p. 141).

Este método pode ser dividido em quatro fases distintas:

Figura 2 – Metodologia de Löbach.



Fonte: Autor (2020).

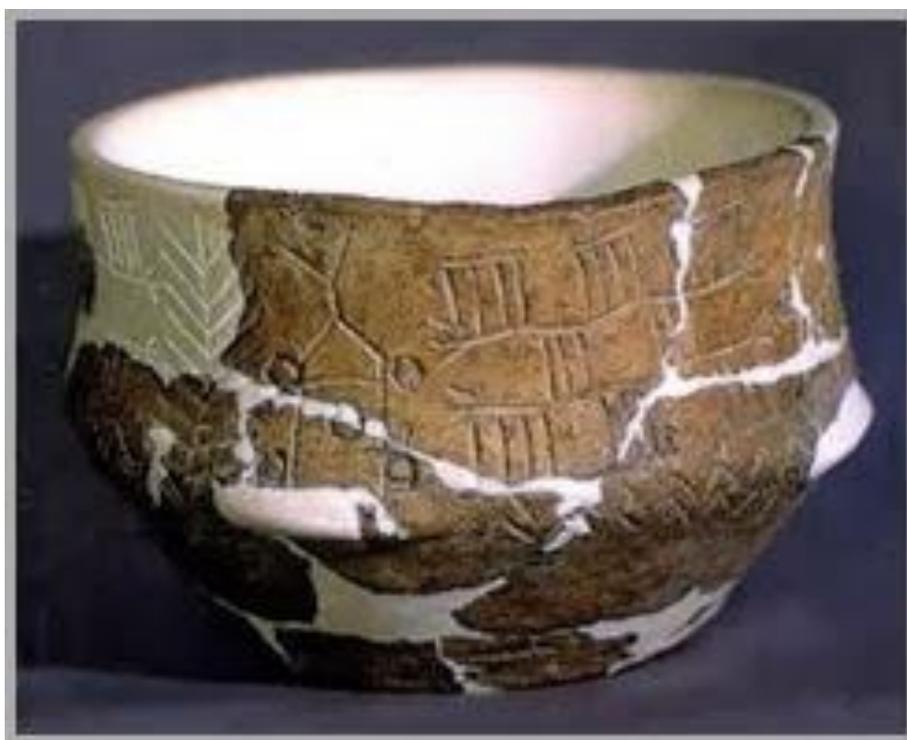
Embora essa divisão pareça útil para fins didáticos, estas fases nunca são exatamente separáveis para casos reais, pois elas se entrelaçam umas com as outras, com avanços e retrocessos.

2 SOBRE VEÍCULOS

2.1 História dos veículos

Para compreender a importância que os veículos têm na sociedade, é necessário revisar o passado e entender como se originaram os primeiros veículos, e a importância que eles tinham nas civilizações antigas.

Figura 3 – Pote de Bronocice, Polônia, com desenhos de veículos, datado de 3635-3370 a.C.



Fonte: RESCATOR (2014). Em: <http://orescator.blogspot.com/2014/03/as-dez-maiores-invencoes-da-antiguidade.html>.

Segundo Curado (2018), antigamente, os homens eram nômades e utilizavam apenas suas pernas como meio de transporte, e vagavam de um lugar para o outro em busca de alimento. Com o surgimento da agricultura e a domesticação de animais, os homens se tornaram sedentários, e o sedentarismo foi o fator essencial para que os meios de transporte evoluíssem. Com isso, surgiu a domesticação dos animais de tração, tais como cavalos, bois e camelos, e nesse período também surgiram os primeiros barcos. Mas um fato foi o marco na evolução dos transportes.

Por volta de 6 mil anos atrás a roda foi inventada e com isso a humanidade deu um salto na evolução dos meios de transporte. Com a roda foi possível transportar mais mercadorias e pessoas com rapidez. Com a roda vieram os primeiros veículos e isso facilitou a vida dos povos. (CURADO, 2018).

2.2 O veículo como expressão de poder

As descobertas arqueológicas mostram que o poder do carro – inclusive na transformação da cidade – não surge com o motor: é inerente ao veículo, conforme indicam os acervos dos mais antigos assentamentos humanos. (GONDIM; MEDEIROS, 2013, p.07).

Mesmo antes da invenção da roda, os trenós puxados por bois já eram um objeto de prestígio na Mesopotâmia.

A arqueologia ainda não sabe onde os veículos com rodas apareceram primeiro. A miniatura na província de Mardin (Turquia), descoberta no final de 2011, tem a possibilidade de ter a representação de roda mais antiga do mundo, com data presumível de 5.500 a.C. David Anthony (2007), entretanto, defende que dificilmente os veículos com rodas terão surgido antes do IV milênio a.C. devido ao desenvolvimento técnico de que necessitavam. (GONDIM; MEDEIROS, 2013, p.07).

A arqueologia comprova que era um costume na Europa, Mesopotâmia e China, indivíduos serem enterrados com seus veículos, pois um veículo enterrado junto ao morto era interpretado como um símbolo de status e prestígio, tanto para o indivíduo como para o veículo em questão. Esse status e prestígio devia-se ao fato de que eles representavam velocidade e força, transformando a percepção de espaço e tempo.

De fato, a utilização dos veículos como instrumento de conquista e expressão de poder é milenar, principalmente a partir da introdução do cavalo no cenário da história ocidental, no II milênio a.C. A relação entre veículos e cavalos assume posição destacada por potencializar a velocidade, a força de ataque durante os conflitos e a expansão dos territórios. (GONDIM; MEDEIROS, 2013, p.06).

Figura 4 – Carruagem e cavalos enterrados com seu dono, de 500 a.C., encontrada em um canteiro de obras em Pocklington, Reino Unido.



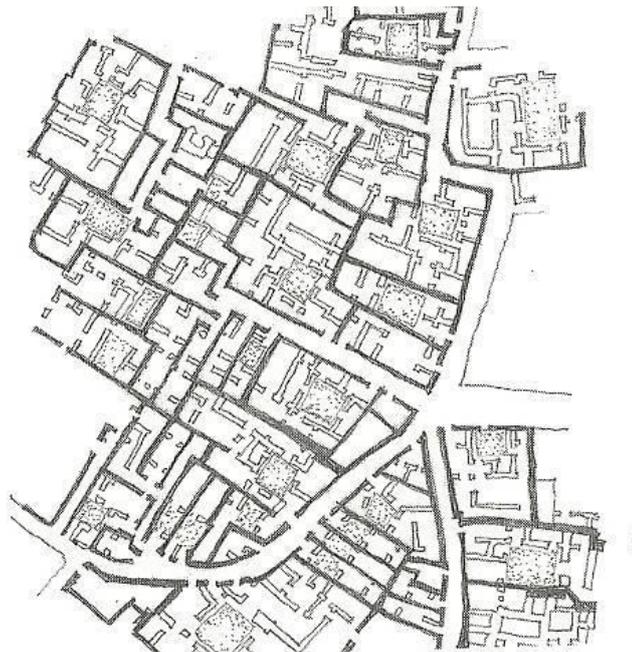
Fonte: SEMPRE QUESTIONE. Em: <https://www.semprequestione.com/2018/10/carruagem-de-2500-anos-de-idade-e.html>.

Os veículos também tem um papel transformador em relação a forma como as cidades eram construídas. Quando os meios de locomoção dependiam exclusivamente dos movimentos dos pés, não existia a necessidade de ruas, o que é exemplificado por muitas cidades do período da revolução neolítica.

Seria a domesticação de bois e burros e seu uso como veículos de carga o que geraria a primeira necessidade de um espaço livre para circulação? O cavalo não teria consolidado o traçado da via reta no tecido urbano? Isto não seria um eco da cena cotidiana cujas vias expressas articulam fragmentos urbanos segundo as necessidades dos veículos motores? Teriam os grandes impérios acontecido sem os veículos e o poder dos cavalos? (GONDIM; MEDEIROS, 2013, p.06).

Com o surgimento dos veículos, as cidades passam a exigir mais liberdade de movimento, se moldando de forma que a travessia nelas possa se dar em percursos mais diretos, curtos e rápidos, como é mostrado na figura 5. E isso se intensifica com o surgimento do motor.

Figura 5 – Cidade de Ur, na antiga Suméria, em 2400-2300 a.C.



Fonte: GONDIM; MEDEIROS (2013, p.04).

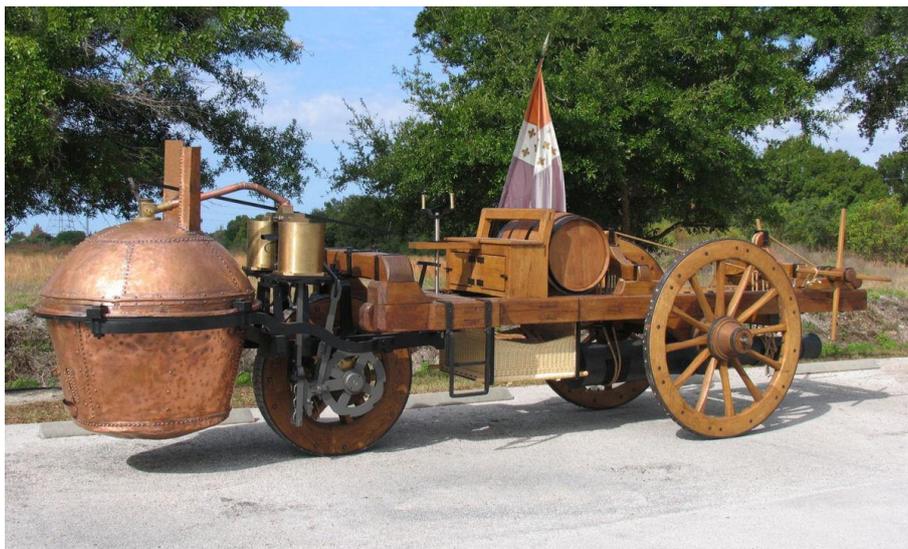
2.3 O motor e o surgimento do automóvel

Entende-se por automóvel, todo veículo que se move por meio de motor de propulsão, seja ele a vapor, elétrico ou por combustão interna (PAINEL,2016, p.05).

O surgimento do motor a vapor, um dos principais fatores que impulsionaram a revolução industrial, além de transformar drasticamente a indústria, trouxe novas formas de se locomover. A primeira locomotiva a vapor foi criada em 1804, por Richard Trevithick, e também foi muito importante para a revolução industrial (PAINEL, 2016, p.07). Para efeito de comparação, as carruagens moviam-se a 12 quilômetros por hora, e os cavalos quando se cansavam precisavam ser trocados durante o percurso, já as locomotivas da época alcançavam 45 quilômetros por hora e podiam seguir por centenas de quilômetros.

Mas foi em 1769 que foi criado o primeiro veículo rodoviário autopropulsado por um motor a vapor. Ele foi inventado pelo engenheiro e mecânico francês Nicolas Joseph Cugnot, e foi utilizado pelo exército francês para transportar artilharia. No ano seguinte, Cugnot construiu um triciclo movido a vapor, que tinha capacidade de transportar quatro passageiros. (O QUE É HISTÓRIA?, 2018)

Figura 6 – Primeiro automóvel a vapor, de 1769.



Fonte: MDIG (2018). Em: <https://www.mdig.com.br/index.php?itemid=45611>.

Durante o início da história dos veículos autopropulsados, a maioria dos veículos rodoviários e ferroviários era produzida com motores à vapor, mas no período entre 1832 e 1839, o escocês Robert Anderson inventou a primeira carruagem elétrica. Ela contava com baterias recarregáveis que acionavam um pequeno motor elétrico.

No início, os veículos elétricos eram mais pesados, lentos, caros, e precisavam ser recarregados com frequência. Sendo assim, a energia elétrica era utilizada com mais eficiência em bondes, onde era possível obter um suprimento de energia ilimitado. (O QUE É HISTÓRIA?, 2018)

Em 1886, surgiu o primeiro veículo movido por um motor de propulsão, o Benz Patent-Motorwagen, e ele foi criado por Karl Benz.

Ele era bem parecido com uma carruagem, mas sem cavalos. Chamado de Benz Patent-Motorwagen, o veículo alemão foi o primeiro carro equipado com o tipo de motor que usamos até hoje. Aliás, essa era a única semelhança com os modelos atuais: a caranga era sustentada por três rodas, acomodava apenas duas pessoas sentadas e tinha só uma marcha, além de uma direção toda diferente. (CABRAL,2013)

Figura 7 – Benz Patent-Motorwagen, o primeiro carro a combustão, criado em 1886.



Fonte: TECWORD (2018). Em: <https://www.tecword.com.br/automovel/qual-foi-o-primeiro-carro-do-mundo/>.

No início do século XX, por volta de 1900, os veículos elétricos atingiram seu auge, superando os antigos veículos a vapor e também os veículos a combustão, mas foi um auge curto. Devido a vários fatores, as vendas de veículos elétricos despencaram e um novo modelo de veículo a combustão dominou o mercado.

Até o ano de 1910, os automóveis eram considerados artigos de luxo, e restritos às famílias mais ricas.

A partir de 1910, Henry Ford criou o Fordismo, sistema de produção em massa, e implantou linhas de montagem em suas empresas para fabricar mais automóveis em menos tempo e, assim, diminuir o valor de produção. Foi nesse período que o carro começou a se tornar mais acessível para a classe média. (PAINEL, 2016,p.09)

O primeiro automóvel produzido pelo fordismo foi o modelo Ford T. Eles não tinham janelas de vidro, eram construídos de madeira mais fina e custavam inicialmente 850 dólares. Esse veículo se popularizou tanto que em 1921, 55% dos automóveis do mundo eram Ford T, chegando a custar 350 dólares (PAINEL, 2016).

Figura 8 – Ford T, de 1911.



Fonte: REVISTA CARRO (2019). Em: <https://revistacarro.com.br/ford-t-de-1911-o-carro-que-mudou-a-historia/>.

A partir daí começou uma grande popularização dos automóveis, sendo na sua grande maioria automóveis de combustão, surgindo muitas fabricantes de automóveis ao longo do século XX, e essa grande popularização transformou o jeito com que vivemos.

2.3.1 Os veículos no Brasil

A história dos veículos no Brasil começa em 1852, quando o Barão de Mauá recebeu a concessão para criar uma linha férrea no Rio de Janeiro. A primeira linha férrea do país ligava a Baía de Guanabara a Serra da Estrela. Foi na estrada de ferro Mauá que rodou a primeira locomotiva a vapor do Brasil (MEIOS DE TRANSPORTE, 20-?).

Já o primeiro automóvel desembarcou no Brasil em novembro de 1891, quando o navio de luxo Portugal Atracou no porto de Santos. Nele veio um modelo Peugeot, equipado com motor Daimler, movido a gasolina, de dois cilindros em V e 3,5 cavalos de potência máxima. Este veículo pertenceu a Santos Dumont, que retornava da França com sua família (BREVE HISTÓRIA DO AUTOMÓVEL NO BRASIL, 20-?).

Até 1918, o Brasil apenas importava carros montados, mas em 1919 a Ford estabeleceu uma linha de montagem de seus carros em São Paulo, e em 1925 a General Motors fez o mesmo.

Durante a Segunda Guerra Mundial, algumas empresas nacionais foram responsáveis pela produção de algumas peças de carro que supriam precariamente a necessidade do setor. No final do conflito europeu, Getúlio Vargas implantou uma política para incentivar o consumo de peças nacionais. Criou em 1952 a Subcomissão de Jipes, Tratores, Caminhões e Automóveis, proibiu a importação de peças parecidas com as produzidas pelas indústrias nacionais e logo depois também impediu a entrada de veículos produzidos por outros países (MEIOS DE TRANSPORTE, 20-?).

Mas foi com a posse de Juscelino Kubitschek, em 1956, que a indústria automobilística brasileira teve uma alavancada.

Quando Juscelino Kubitschek tomou posse, a história do automóvel no Brasil voltou a ser mencionada. Um grupo de trabalho foi criado com a missão de apresentar, em 30 dias, um plano para execução do parque automobilístico no país. Em 16/06/1956 este plano foi criado, e esta data é considerada o 1º marco da história do automóvel no Brasil. Foi aí que o GEIA realmente viabilizou os esforços, os planos e as iniciativas referentes ao parque automobilístico nacional (PEMAVEL, 2018).

Apesar de os primeiros carros da história da produção brasileira terem sido feitos em 1956, a produção efetiva no Brasil começou em 1957. Em novembro de 1957, o primeiro carro brasileiro chegava as ruas, a perua DKW (figura 9).

No dia 15 de novembro de 1957, desfilava pelas ruas o primeiro carro fabricado no Brasil, a perua DKW. Não era um carro bonito, as linhas traseiras eram quadradas e totalmente diferente da parte frontal arredondada, herdada dos DKW fabricados na Alemanha. Não haviam muitas alternativas quanto à cor da pintura nem do estofamento. Mas a perua andava bem e surpreendia pelo desempenho e economia. O motor era de dois tempos e três cilindros, com tração dianteira. O câmbio tinha quatro marchas para a frente e a estabilidade era satisfatória. O consumo de gasolina era absurdamente baixo para a época (PEMAVEL, 2018).

Figura 9 – Perua DKW, de 1957.



Fonte: PORTAL MEMÓRIA BRASILEIRA. Em: <https://www.jws.com.br/2020/04/1964-a-fabrica-do-dkw/>.

A partir daí, a indústria brasileira de automóveis se tornou uma realidade. Em 1959, a perua DKW teve suas linhas renovadas. Em seguida, houveram três lançamentos no mercado, o Renault Gordini, o Karmann-Ghia e o Interlagos, mas as novidades não pararam por aí. Os automóveis no Brasil já estavam consolidados, mas os consumidores começaram a se tornar exigentes.

Segundo Pemavel (2018), em 1973 começa uma revolução automobilística, onde há um destaque para o primeiro carro realmente atualizado: o Chevette, da General Motors. Em seguida, a Volkswagen lançou a Brasília, com os mesmos componentes tradicionais, mas a carroceria atualizada. Esses modelos abriram as portas para muitos outros, como o Maverick, Passat, Alfa Romeo e muitos outros que fizeram parte da história do automóvel no Brasil.

2.4 História dos veículos elétricos

Os veículos elétricos nos tempos atuais são vistos como um grande avanço tecnológico, mas ao contrário do que muitas pessoas acreditam, essa não é uma inovação tecnológica recente. Embora certamente tenham ocorrido avanços tecnológicos significativos nos veículos elétricos atuais, o conceito base dos veículos se manteve.

Figura 10 - Veículo elétrico de Thomas Parker, de 1880.



Fonte: OLDRACES (2016). Em: <https://oldraces.blogspot.com/2016/11/carro-eletrico-em-1918-ja-existia.html>.

A origem dos veículos elétricos data de meados do século XIX, e sua história está intimamente ligada à das baterias.

Em 1859, o belga Gaston Planté realizou a demonstração da primeira bateria de chumbo e ácido. Esse equipamento veio a ser utilizado por diversos veículos elétricos desenvolvidos a partir do início da década de 1880 na França, EUA e Reino Unido. (BARAN, LEGEY, 2011, p.212).

Segundo Baran e Legey (2011), na virada do século XIX, os veículos elétricos se tornavam um forte concorrente aos veículos à vapor e gasolina, mas em 1912, quando atingiram o seu ápice de 30 mil unidades registradas na cidade de Nova York, o número de veículos à gasolina já era 30 vezes maior.

A partir daí houve um forte declínio na trajetória dos veículos elétricos. Entre os principais fatores que justificam esse declínio estão o sistema de produção em série de veículos, desenvolvido por Henry Ford, que baixou o custo dos veículos a gasolina para a metade do preço dos elétricos; a invenção da partida elétrica, que eliminou a manivela utilizada para acionar o motor dos veículos a gasolina; as descobertas de petróleo no Texas, que reduziram drasticamente o preço da gasolina e o aumento das

rodovias nos anos 1920, que demandavam veículos capazes de percorrer longas distâncias.

A partir dos anos 1930, os veículos elétricos passaram a ser fabricados em escala cada vez menor, sendo utilizados basicamente para coleta de lixo, serviços de entrega e para distribuição de leite (BARAN, LEGEY, 2011). Foi só a partir da década de 1960, com a grande evidenciação dos problemas ambientais que as grandes montadoras voltaram a sua atenção novamente para os veículos elétricos.

Devido à crise do petróleo, a necessidade de um limite para a exploração de recursos naturais não renováveis, a necessidade de reduzir a poluição nas grandes cidades através de uma fonte de energia alternativa e o desenvolvimento de novas tecnologias de transporte, os transportes elétricos são vistos como uma das alternativas mais importantes para a solução desse problema.

2.5 Os veículos elétricos no Brasil

A indústria automobilística no Brasil começou a ganhar força na década de 1950, com a instalação de unidades da Ford e da General Motors que se limitavam a montar automóveis a partir de *kits* importados.

Até a década de 1990, as atividades de engenharia desenvolvidas pelas montadoras brasileiras se restringiam a adequar os modelos importados às condições de clima, condições das estradas e qualidade dos combustíveis brasileiros (BARAN, 2012, p.87 *apud* Casotti e Goldenstein, 2008).

O foco da indústria automobilística brasileira sempre esteve voltado para os veículos movidos a combustão, dois grandes exemplos disso são o automóvel movido a etanol e tecnologia flex fuel, ambos desenvolvidos pela engenharia nacional.

Por causa desse foco, até pouco tempo atrás não existia nenhuma política governamental no Brasil de estímulo à produção e venda de veículos híbridos e elétricos. A indústria brasileira se limita a pequenos fabricantes de bicis, ônibus, veículos industriais e militares, em pouquíssima escala (BARAN, 2012).

O primeiro veículo elétrico a ser desenvolvido em solo nacional foi o Itaipu Gurgel, na década de 1970.

A primeira tentativa de produção em larga escala de VEs no Brasil ocorreu no final dos anos 1970 e início dos anos 1980, quando a Gurgel S.A., em parceria com Furnas Centrais Elétricas S.A. desenvolveu dois modelos de carros elétricos: o Itaipu Elétrico e o Itaipu 400. No entanto, estes modelos não ganharam espaço no mercado devido a medidas de nacionalização e substituição do petróleo, como o Pró-Álcool, bem como aos elevados custos dos veículos e sua baixa autonomia (BARAN, 2012, p. 88 *apud* BORBA, 2012)

Figura 11 – Gurgel Itaipu, de 1974.



Fonte: OLHAR DIGITAL (2019). Em: <https://olhardigital.com.br/carros-e-tecnologia/noticia/brasil-criou-carro-eletrico-34-anos-antes-de-elon-musk-lancar-primeiro-tesla/93481>.

Em 2004 a empresa Itaipu Binacional, em parceria com a Kraftwerk Oberhasli, assinaram um acordo para o projeto e construção de automóveis elétricos.

Atualmente, a iniciativa conta também com o apoio da Fiat, além de outras instituições no Brasil, Paraguai e Suíça. A Itaipu dispõe, hoje, de dois protótipos de carros elétricos do modelo Palio Weekend (BARAN, 2012, p. 88 *apud* ITAIPU BINACIONAL, 2012).

Além disso, o programa Rota 2030 – Mobilidade e Logística, do Governo Federal, de 2018, que visa o desenvolvimento do setor automotivo no país, promete incentivos aos fabricantes brasileiros para pesquisa, desenvolvimento e nacionalização de autopeças, e também estipula metas apertadas de **eficiência energética**, o que promete aquecer a indústria dos veículos elétricos no Brasil.

2.6 Classificação dos transportes urbanos

Segundo Larica (2003), podemos classificar os meios de transporte de duas maneiras: quanto ao **modo de uso** e quanto ao **meio de suporte**.

Figura 12 – meios de transporte.



Fonte: Autor (2020).

2.6.1 Classificação quanto ao modo de uso

Podemos classificar os transportes quanto ao modo de uso em quatro categorias:

- **Transporte individual:** é aquele que, qualquer seja o seu meio de suporte, serve ao programa individual do proprietário e/ou do condutor do veículo. O conceito e transporte individual é aplicado ao veículo dimensionado para apenas um passageiro, e estendido aos veículos que podem levar um pequeno grupo de pessoas (cinco ou seis, como nos automóveis ou caminhonetes), desde que a proposta seja a de atender à programação do grupo ou da família.
- **Transporte coletivo:** é aquele que, qualquer seja o seu meio de suporte, serve para atender ao interesse comum (coletivo) de um grupo de usuários. O objetivo pode ser o de atingir um lugar escolhido ou percorrer uma rota programada. O transporte coletivo interurbano é feito por ônibus, aerobarcos,

barcas, hovercrafts e aviões. Os trens interurbanos (entre cidades distantes) também são transportadores coletivos.

- **Transporte de massa:** é aquele que, qualquer seja o seu meio de suporte, serve para atender aos interesses de uma grande massa de usuários, sempre obedecendo rotas e horários programados e divulgados publicamente. O conceito de transporte de massa está diretamente ligado à necessidade real de deslocamento pendular dos usuários potenciais nos grandes centros urbanos e suburbanos. O transporte de massa tem alta frequência de viagens diárias, grande número de paradas ao longo da rota, formação das composições de acordo com a variação da demanda, apoio efetivo de estações de embarque e transbordo, sistemas eletrônicos de bilhetagem e sistemas de gerenciamento de tráfego e de manutenção. São exemplos de transporte de massa os trens urbanos, o metrô e as grandes barcas.
- **Transporte de carga:** é aquele que, qualquer seja o seu meio de suporte, serve para atender aos interesses do comércio de mercadorias, movimentando cargas nacionais e internacionais. Alguns exemplos de transportadores de cargas em grandes volumes são os navios cargueiros, petroleiros (*tankers*), porta-contêineres, graneleiros, barcaças fluviais e lacustres, aviões cargueiros, grandes carretas rodoviárias e caminhões em geral.

2.6.2 Classificação quanto ao meio de suporte

Podemos classificar os meios de transporte quanto ao meio de suporte em quatro categorias:

- **Rodoviário:** subentende-se o uso de veículos sobre pneus, que se deslocam pelas vias terrestres, sejam elas pavimentadas ou não. Alguns exemplos dessa classe são os caminhões, ônibus, troles, *pick-ups*, automóveis e motocicletas. O deslocamento em estradas não pavimentadas também pode ser considerado rodoviário, sendo chamado de *off-road* (fora da estrada), mas depende de veículos especiais, com tração múltipla e suspensão reforçada.
- **Ferrovário:** está obrigatoriamente condicionado ao deslocamento sobre trilhos. Os trens, que são os transportadores, geralmente formam uma

composição onde os vagões de passageiros ou de cargas são tracionados por uma ou mais locomotivas em tração múltipla. As locomotivas podem ser diesel-elétricas ou somente elétricas.

- **Aeroviário:** é dominado pelo avião, usado em linhas aéreas comerciais normais, no transporte executivo e no taxi aéreo. Mas o helicóptero está sendo cada vez mais usado em transporte executivo e no apoio de operações logísticas. De todos os meios de transporte, o aéreo é o que mais depende de apoio logístico. Sem o aeroporto, o avião não pode operar.
- **Hidroviário:** pode ser marítimo (de cabotagem ou oceânico), fluvial ou lacustre. A água, salgada ou doce, é o ambiente para navios, barcas, barcaças aerobarcos, hovercrafts, lanchas e barcos em geral. São transportadores que precisam ser apoiados por instalações portuárias (atracadouros) mas, em condições extremas, podem empreender embarques e desembarques assistidos por embarcações menores ou em docas improvisadas

No ambiente das grandes cidades não temos somente um sistema de transporte, geralmente temos vários. Em diversas situações eles podem se interligar, outras vezes eles se complementam e em outras eles sequer se encontram. Dessa forma, é necessário considerar dois aspectos básicos na hora de elaborar os diferentes sistemas de transporte: o movimento efetivo de pessoas, cargas e mercadorias no sistema, e a forma de transferência de um sistema para o outro.

2.7 O homem e a mobilidade urbana

Mobilidade urbana é definida como a condição que permite o deslocamento das pessoas dentro do espaço urbano, com finalidade de desenvolver relações sociais e econômicas. O termo é geralmente empregado para referir-se ao trânsito de veículos e também de pedestres, seja através do transporte individual (carros, motos e bicicletas), seja através do uso de transportes coletivos (ônibus e metrô) (PERILLO, 2020).

Figura 13 – Exemplos de mobilidade urbana.



Fonte: Nossa Ciência (2018). Em: <https://nossaciencia.com.br/noticias/mobilidade-urbana-eis-a-questao/>.

Segundo Larica (2003, p.19), com a popularização do automóvel como meio de transporte individual, os usuários de veículos migraram em grande parte das ferrovias para as rodovias, o que causou uma superlotação do sistema viário urbano e interurbano.

Em cidades que dependem muito de carros para o transporte, tal como Los Angeles que não quer contar com um sistema de transporte público, esta proporção pode chegar a 2/3 das áreas do centro urbano, só para ruas e estacionamentos (LARICA, 2003, p.19).

Larica afirma também que nas metrópoles, a maior demanda por transporte é gerada pelo deslocamento pendular das pessoas que trabalham na cidade, ou seja, de casa para o trabalho e do trabalho para casa (2003, p.21).

Perillo (2020), afirma que no Brasil, a principal causa dos problemas de mobilidade urbana é relacionada ao aumento do uso dos transportes individuais em relação aos coletivos. Isso se deve aos seguintes fatores:

- À má qualidade dos transportes públicos no Brasil;
- Ao aumento da renda média dos brasileiros nos últimos anos;
- À redução dos impostos por parte do Governo Federal sobre produtos industrializados (o que inclui os carros);

- À concessão de mais crédito ao consumidor;
- À herança histórica da política rodoviária no país.

Desse modo, os principais problemas causados pelo aumento do uso de transportes individuais são:

- Sobrecarregamento do espaço;
- Limitação do fluxo;
- Aumento do índice de acidentes, tendo como consequência mutilações graves ou mortes;
- Pequena oferta de alternativa de mobilidade para atender o excesso de passageiros que dependem de transportes públicos;
- Poluição do ambiente.

Além disso, segundo pesquisa do IBGE de 2018, pela primeira vez os brasileiros tiveram mais gastos com transportes do que com alimentação (COSTA; CAPETTI, 2019).

Os **brasileiros** passaram a comprometer uma parcela maior do orçamento com **transporte** do que com **alimentação**. Segundo dados da Pesquisa de Orçamento Familiares (**POF**), divulgada nesta sexta-feira pelo **IBGE**, 14,6% dos gastos mensais das famílias brasileiras em 2018 eram com transporte coletivo, compra de combustíveis ou de veículos. Os gastos com alimentação correspondiam a 14,2% de toda a despesa. Esta é a primeira vez na série histórica da pesquisa, iniciada na década de 1970, que essa inversão ocorre. (COSTA; CAPETTI, 2019)

Levando em consideração todos esses fatores, Perillo (2020) propõe alguns desafios para que se possa melhorar a mobilidade urbana:

- Melhorar os transportes públicos;
- Substituir o uso da energia fóssil pela limpa;
- Construir ciclovias e ciclofaixas;
- Diminuir os impostos para quem deseja adquirir um carro elétrico;
- Adaptar os meios de transporte através de bilhetes únicos e complementários.

Com o intuito de atender essas demandas, foi criada a Lei de Mobilidade urbana, de 2012, que obriga os municípios com mais de 20.000 habitantes a elaborar um plano de mobilidade urbana que tenha os seguintes objetivos:

- Melhorar o deslocamento das pessoas pela cidade;
- Integrar os diferentes meios de transportes;
- Estabelecer um preço acessível para as tarifas dos mesmos.

A princípio, o prazo era até Janeiro de 2015, e até esta data somente 5% das prefeituras tinham entregado o plano. Assim, foi estabelecido que as cidades poderiam apresentar seus projetos até Abril de 2018. De qualquer forma, essa lei foi glorificada por especialistas, pois obriga os municípios a trabalhar com planejamento e questões a longo prazo (PERILLO, 2020)

2.8 A evolução dos veículos elétricos

Os primeiros veículos elétricos surgem em meados do século XIX, e são antecessores aos veículos a combustão. Um dos primeiros exemplares, produzido por Robert Anderson entre 1832 e 1839, utilizava um motor elétrico que se alimentava de pilhas que precisavam ser constantemente carregadas. O veículo era muito pesado e era caro para a época (Figura 14).

Mas com a invenção da bateria de chumbo e ácido em 1859, por Gaston Planté, e as tecnologias que a sucederam despertaram um interesse maior pelos veículos elétricos. Então, em 1887, William Morrison construiu o primeiro veículo elétrico de sucesso nos Estados Unidos (Figura 14). Ele podia levar até 6 passageiros, alcançava uma velocidade máxima de 32 Km/h e tinha autonomia de 80 Km, o que era uma grande desvantagem. Além de William Morrison, outros nomes foram atraídos pela tecnologia dos carros elétricos, como Thomas Edison e Henry Ford.

Logo, em 1900 os veículos elétricos ganharam popularidade, somando 38% de todos os veículos nas ruas dos EUA, comparados a 22% movidos a gasolina. Thomas Edison e Henry Ford trabalharam juntos para construir um veículo elétrico comprável. **Em 1912, o estoque global de veículos elétricos alcançou 30.000 unidades** (BLOG COM CIÊNCIA, 2019).

Segundo Fereguetti (2019), em 1900, os veículos elétricos representavam um terço do total dos carros dos Estados Unidos, eram mais silenciosos, mais fáceis de operar, mas mantinham o seu principal problema depois de um século: a baixa capacidade de carga de bateria.

A partir daí os veículos elétricos começaram a perder espaço no mercado, devido ao sistema de produção em massa de Henry Ford, e os veículos a combustão passaram a dominar o mercado, e em 1935 os carros elétricos foram extintos.

Com novas rodovias construídas se estendendo de oceano a oceano e de Norte a Sul, abrindo os interiores para negociantes urbanos, o automóvel se tornou um “agente de férias” para os norte-americanos. Como os carros elétricos tinham uma dirigibilidade de 30 a 40 milhas (50 a 65 km) e infraestrutura de carga limitada, eles acabavam sendo impróprios para longas viagens. Com a expansão dos postos de gasolina em todo lugar, o combustível se tornava barato e facilmente disponível no interior do país, e apenas alguns poucos norte-americanos fora das cidades tinham acesso à eletricidade naquela época. **Em 1935, os carros elétricos foram extintos com o domínio do mercado pelos carros a gasolina** (BLOG COM CIÊNCIA, 2019).

Dos anos 1930 até 1960, os veículos elétricos eram utilizados basicamente para serviços de coleta de lixo e serviços de entrega, em algumas cidades nos Estados Unidos e Reino Unido. No Japão eles também se popularizaram no período pós-guerra, devido ao racionamento de combustíveis. Um exemplo desses veículos é o Nissan Tama, de 1947 (Figura 15).

A partir de 1960, os veículos elétricos entraram em pauta novamente, devido aos problemas ambientais. Nessa época foram desenvolvidos diversos protótipos, na tentativa de trazê-los de volta ao mercado, mas nenhum chegou a entrar em produção, pois não conseguiam competir com os modelos convencionais.

Apesar de os anos 1970 terem sido uma época propícia para os veículos elétricos, já que esses combinavam emissão nula de poluentes com a possibilidade de utilizar fontes de energias renováveis, os protótipos

desenvolvidos na época não chegaram às linhas de produção. Houve diversas iniciativas de trazê-los de volta ao mercado no período, mas nem os automóveis elétricos puros nem os híbridos estavam aptos a competir no mercado com os automóveis convencionais (BARAN; LEGEY, 2011, p.215).

Em sua maioria, os protótipos eram modelos compactos, leves, mas que ainda possuíam uma autonomia muito baixa e eram mais lentos que os modelos convencionais.

Outro fator que dificultou a popularização dos veículos elétricos nesse período foi que os argumentos de que o carro elétrico seria menos poluente do que um carro a combustão foi deixado de lado, pois a poluição que ele deixava de fazer nas ruas passava para as usinas de produção de energia. Isso mudou a partir da década de 80, quando surgiram argumentos mais consistentes.

Justificou-se que a queima de petróleo seria mais eficiente em usinas termoelétricas do que nos motores dos automóveis, que usinas de carvão, gás natural e hidroelétricas poderiam ser utilizadas, e que a poluição poderia ser controlada melhor em usinas. Além disso, foram criadas legislações afins de incentivar a produção de veículos de zero emissão.

No início dos anos 1990, os legisladores da Califórnia, nos EUA, decidiram que as montadoras de automóveis daquele estado deveriam oferecer veículos elétricos aos consumidores [Sovacool e Hirsh (2008)]. A California Air Resources Board – Carb, órgão do governo responsável por monitorar a qualidade do ar no estado da Califórnia, definiu uma cota de vendas de veículos com emissão zero ou, em inglês, *zero-emmissionn-vehicle* (ZEV), de 2% em 1998, 5% em 2001 e 10% em 2003. Os estados de Nova York e Massachusetts adotaram medidas semelhantes em seguida (BARAN; LEGEY, 2011, p.216).

Então, na década de 90, as japonesas Toyota e Honda começaram a apostar nos carros híbridos. Em 1997 a Toyota lançou o Prius (Figura 18), um sedã híbrido, e foi o primeiro grande sucesso dos motores elétricos após décadas. Em seguida, a Honda foi a primeira empresa a lançar um carro híbrido em solo americano, o Insight, em 1999, e

foi um sucesso imediato. Nesse período, a maioria dos veículos elétricos eram híbridos, e já se assemelhavam bastante com os veículos tradicionais disponíveis no mercado.

A partir daí, muitas empresas passaram a investir em tanto em híbridos quanto em veículos totalmente elétricos, como a Nissan, Mitsubishi, Ford, GM, Renault, entre outras. Mas nenhuma se destacou tanto como a Tesla Motors.

Usar eletricidade não era certeza. O objetivo principal era ter uma energia alternativa, indo de gás natural até hidrogênio. Decidida a fonte, o segundo passo era definir bem o público-alvo. Ela não queria só lançar carros que eram ecologicamente sustentáveis, mas não tinham um visual de primeira e bom desempenho. Se era pra entrar nesse ramo, era pra ser a melhor (TECMUNDO, 2017)

A Tesla encontrou vários problemas no início dos anos 2000, devido ao desinteresse do público, dificuldade de produção de baterias de longa duração e a pressão do mercado, que era totalmente focado em combustíveis fósseis (TECMUNDO, 2017). A Tesla também passava por dificuldades financeiras, mas em 2004, com a chegada de Elon Musk, e seu investimento inicial de 7,5 milhões eles puderam tirar suas ideias do papel.

Antes de estrear em 2006, a Tesla passou muito tempo no laboratório. Ela começou pegando emprestado um modelo que usava baterias de íon-lítio chamado Tzero, da AC Propulsion, para servir como cobaia de conceitos. Foi nesse carro que a Tesla desenvolveu o sistema proprietário de eletrônica, motor e conector de recarga. Esse é outro diferencial dessa montadora. Quase tudo o que está presente no Roadster era uma tecnologia desenvolvida do zero ou adaptada pela própria empresa. Isso aconteceu por dois motivos: pra não precisar pagar patentes e licenciamentos para as outras marcas e porque ela nunca estava satisfeita com o desempenho dessas tecnologias emprestadas (TECMUNDO, 2017).

Então, em 2008 surge o Roadster, o primeiro veículo a entrar em produção pela Tesla. Ele é um esportivo totalmente elétrico que faz 350 km em uma carga e vai de 0 a 100 km/h em pouco menos de 4 segundos (TECMUNDO, 2017). A Tesla revolucionou o

mercado com o Roadster, pois ele é o primeiro carro esportivo elétrico do mundo, e mudou a visão que se tinha sobre os veículos elétricos.

Hoje já existem diversos modelos de veículos elétricos no mercado, tanto esportivos quanto voltados para o uso urbano, fabricados por diversas montadoras.

2.8.1 Análise diacrônica dos veículos elétricos

A análise diacrônica tem como objetivo documentar o desenvolvimento do produto no transcurso do tempo. Dependendo do tipo de produto, é necessária uma coleção de material histórico para demonstrar as mutações sofridas (BERTONCELLO; GOMES, 2002, p. 73 *apud* Bonsiepe *et al.*, 1984).

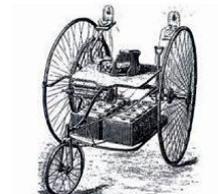
A partir do conceito citado acima, foi feita a seguinte análise, com o objetivo de verificar a evolução dos veículos elétricos ao longo do tempo.

Figura 14 – Análise Diacrônica dos veículos elétricos, de 1832 a 1889.

Carro elétrico de Robert Anderson

Ano - 1832 – 1839

Entre 1832 e 1839, Robert Anderson da Escócia inventou um carro elétrico que usava uma bateria recarregável alimentada por um pequeno motor elétrico. O veículo era pesado, caro e precisava frequentemente de recarga.



Carro elétrico do prof. Sibrandus Stratingh

Ano - 1835

Este primeiro carro elétrico do mundo pesa apenas três quilos. Com uma bateria cheia, ele pode dirigir vinte minutos e um quilo e meio. E isso em 1835.

Foi desenhado por Sibrandus Stratingh, professor de química e tecnologia da Universidade de Groningen. Esse pesquisador e empreendedor de mente prática já havia atraído atenção com suas invenções. Por exemplo, em 1834, ele dirigiu pelas ruas de Groningen com um carro a vapor que havia construído com seu assistente Christopher Becker.



Carro elétrico de William Morrison

Ano - 1887

O carro foi declaradamente terminado em 1887 e fez sua primeira aparição no desfile Seni Om Sed nas ruas de Des Moines no outono de 1888, para milhares de observadores que nunca haviam visto uma carruagem sem cavalos. O carro criou atenção mundial e Morrison recebeu milhares de cartas de todo o mundo. O carro de 4 cavalos de potência, com tração dianteira e tração nas quatro rodas, com pneus de madeira revestidos em aço, tinha uma velocidade máxima de 32 km / h. O veículo poderia transportar 6 passageiros, com 24 células de bateria armazenadas sob seus assentos. As baterias precisavam ser recarregadas a cada 80 quilômetros - uma grande desvantagem. O desenvolvimento de baterias, não de carros, era o principal interesse de Morrison. Morrison carregou as baterias durante a noite e percorreu o centro da cidade durante o dia.



La Jamais Contente

Ano - 1889

Em 1889, o elétrico La Jamais Contente, criado pelo engenheiro belga Camille Jenatzy, deixou todos os carros da época comendo poeira. Visualmente parecido com um torpedo, o carro foi o primeiro a alcançar uma velocidade de 100 km/h.

Com cerca de 68 cavalos de potência, o veículo era equipado com dois motores elétricos, duas baterias de 100 watts e pneus fornecidos por Edouard e Andre Michelin, irmãos que fundaram a marca Michellin. Em abril de 1899, o La Jamais Contente alcançou a marca de 105 km/h, tornando-se o primeiro carro do mundo a ultrapassar 100 km/h.



Figura 15 – Análise Diacrônica dos veículos elétricos, de 1908 a 1959.

1908 Columbia Electric Victoria Phaeton

Ano - 1908

O coronel Albert Pope havia se tornado o maior fabricante de bicicletas do país e pretendia fazer o mesmo com carros. Em 1896, ele completou um carro elétrico experimental e, no ano seguinte, contratou Hiram Percy Maxim para chefiar o departamento de transporte de automóveis da Pope Manufacturing Company em Hartford, Connecticut. Em 1899, eles haviam construído várias centenas de outras peças elétricas sob o nome Columbia, que ele também usava para suas bicicletas.

Enquanto isso, uma Companhia de Veículos Elétricos havia sido fundada por Isaac L. Rice na cidade de Nova York, com a intenção de construir táxis elétricos. Rice conseguiu colocar em serviço várias dúzias de veículos, que tiveram um bom desempenho durante a nevasca da cidade em 1899. O financista William Collins Whitney tomou conhecimento e comprou a empresa. Whitney precisava de uma base de fabricação, então foi ver o coronel Pope. O resultado foi a Columbia Automobile Company de Hartford, organizada em 1899.

Em 1902, havia nove modelos da Columbia elétrica, com nomes como "Mark XXXI Elberon Victoria" e "Mark XXX Seabright Runabout", além de uma única pista de corrida Mark VIII a gasolina. Em contraste, o Mark LXX elétrico, oferecido de 1908 a 1911, foi chamado simplesmente de "Victoria Phaeton". Ele era um Mark LXX. Motor GE de tração direta, eixos dianteiros e traseiros sólidos com molas elípticas completas e freios mecânicos de duas rodas. Distância entre eixos: 71,5".



Nissan Tama

Ano - 1947

As dificuldades do pós-guerra fazem o Japão apostar em veículos que não dependessem do então escasso petróleo. Um deles foi o elétrico Nissan Tama, que hoje é um clássico.

Em 1947, a empresa conseguiu criar um protótipo de utilitário com dois lugares, capacidade de carga de 500 kg, impulsionado por um motor de 4,5 cv de potência e que atingia velocidade máxima de 34 km/h. O modelo foi batizado de Tama, nome inspirado no local onde era produzido.

Dimensões: (comprimento/largura/altura): 3.035/1.230/1.630 mm

Entre-eixos: 2.000 mm

Peso: 1.100 kg

Passageiros: 4

Autonomia: 65 km

Potência: 3,3 kW (4,5 cv)

Baterias: Chumbo-ácido (40V/162Ah)

Velocidade máxima/econômica: 35 km/h / 28 km/h



1959 Charles Townabout Concept Car

Ano - 1959

O carro-conceito Charles Townabout de 1959 colocou seu trem de força elétrico em um corpo de fibra de vidro baseado no Volkswagen Karmann-Ghia. Foi apelidado de "volts wagon." O modelo nunca chegou a entrar em produção.

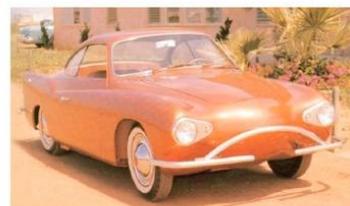


Figura 16 – Análise Diacrônica dos veículos elétricos, de 1967 a 1974.

Ford Comuta

Ano - 1967

Apresentado no Salão de Gênova, na Itália, em 1967, o minicarro chamava a atenção pelas formas não convencionais. Ele foi desenvolvido pela Ford do Reino Unido como proposta de veículo urbano focado na eficiência. A carroceria produzida em fibra de vidro e metal pesava pouco mais de 540 kg. O tamanho reduzido era outro destaque do projeto: dois Comutas equivaliam a um sedã Ford Cortina da época. Mesmo assim, tinha capacidade para levar dois adultos na frente e duas crianças no banco de trás.

O conceito usava dois motores elétricos de 5 cv, alimentados por quatro baterias de chumbo-ácido de 12 V. Sua autonomia era de cerca de 65 km, quando usada a velocidade média de 40 km/h, que podia chegar a 60 km/h em ultrapassagens. O Museu da Ciência de Londres, na Inglaterra, mantém em exposição uma unidade do Comuta, que não chegou a entrar em produção.



1969 512 Electric Experimental

Ano - 1969

O design novo e atraente que pode ser alcançado com um veículo urbano para dois passageiros é dramatizado nesta versão elétrica da série 512. O corpo externo é de fibra de vidro com uma barra de aço e barra de rolagem do chassi. A distância entre eixos é de 52 polegadas, o comprimento total é de 86,3 polegadas e a largura de 56 polegadas. O peso do freio é de 1.250 libras com uma bateria de 84 volts. A usina é um motor Delco-Remy da série dc com controles de estado sólido. Utiliza baterias especiais leves de chumbo-ácido Delco-Remy. A recarga completa de uma tomada doméstica de 115 volts requer 7 horas. O alcance do carro a 40 km / h é de 58 km, a propulsão era por uma bateria de 84 volts e o peso do carro era de 1.250 libras. Este veículo não chegou a entrar em produção.



Gurgel Itaipu

Ano - 1974

Em 1974 o fabricante de veículos Gurgel lançou seu projeto de carro elétrico, o primeiro da América Latina.

O Itaipu tem a forma de um trapézio e a carroceria é de fibra de vidro. O carro tem 2,65 metros de comprimento por 1,40 de largura, so há lugar para duas pessoas, atrás dos banco existe um espaço de cerca de 1 metro. O painel tem o velocímetro ao centro, amperímetro e voltímetro. O motor gera 3,2 kW, equivalente a 4,2 cv, o que fazia o carro chega a velocidade máxima de 50 km/h, e autonomia de 60 a 80 quilômetros com carga total. A grande vantagem do motor elétrico é que não faz barulho e nem fumaça.

Mesmo com o custo por quilômetro rodado da eletricidade sendo menos da metade do da gasolina, a autonomia era o maior problema do Itaipu. Com o peso e a capacidade limitada das baterias, além do inconveniente de a recarga levar dez horas, o experimento de Gurgel não passou da fase de protótipo.



Fonte: Autor (2020).

Figura 17 – Análise Diacrônica dos veículos elétricos, de 1974 a 1996.

1974 Vanguard-Sebring CitiCar

Ano - 1974

Quando as pessoas pensam nos carros elétricos como carrinhos de golfe glorificados, o CitiCar pode ser o que eles têm em mente. Criado em meados da década de 1970, durante o auge da crise do petróleo, o CitiCar podia ultrapassar 50 km / h e tinha uma faixa confiável de 64 km - em clima quente. O preço dos carros era competitivo com o Volkswagen Beetle e, em 1975, a Vanguard-Sebring era de alguma forma a sexta maior montadora dos EUA. Mas o pequeno e minúsculo CitiCar sofreu devido a preocupações de segurança - ele tinha toda a resistência ao desgaste de uma lata de cerveja - e o modelo não durou mais que os anos 70, onde definitivamente pertencia.



1978 Battronic Boyertown Electric Van

Ano - 1978

No início dos anos 60, a Boyertown Auto Body Works formou em conjunto a Battronic Truck Company com a Smith Delivery Vehicles, Ltd., da Inglaterra, e a Divisão Exide da Electric Battery Company. O primeiro caminhão elétrico da Battronic foi entregue à Potomac Edison Company em 1964. Esse caminhão era capaz de atingir velocidades de 40 km / h, um alcance de 100 km e uma carga útil de 2.500 kg. A Battronic trabalhou com a General Electric de 1973 a 1983 para produzir 175 vans para uso na indústria de utilidades e para demonstrar as capacidades de veículos movidos a bateria.



GM EV1

Ano - 1996

O EV1 foi lançado como uma experiência de mercado na segunda metade da década de 90. A General Motors queria testar a tecnologia e só produziu 1.117 unidades do compacto 100% elétrico. À época, a própria GM enfrentou resistência da indústria, de políticos e do setor petrolífero. Em vez de vender os carros, o fabricante ofereceu aos interessados por *leasing* — uma espécie de financiamento em que o veículo é devolvido ao final do período contratado.

No caso do EV1, havia uma cláusula sujeitando os clientes à devolução do modelo a qualquer tempo, se solicitado pela General Motors, sob pena de aplicação de multa.

Sem dar nenhuma explicação, tanto aos clientes quanto ao mercado, a GM enviou um comunicado aos consumidores requerendo a devolução imediata de todos os EV1. O caso virou notícia, mas a empresa resistiu em oferecer explicações convincentes.



Figura 18 – Análise Diacrônica dos veículos elétricos, de 1997 a 2010.

Toyota Prius

Ano - 1997

O projeto do Prius começou em 1994, quando engenheiros aceitaram o desafio de criar um veículo ambientalmente correto, sem comprometer a qualidade. Três anos depois, em 1997, o modelo foi lançado, cercado de desconfiança por ter uma tecnologia inovadora na época.

Com o tempo a confiança desapareceu, e a Toyota decidiu tornar os modelos híbridos um importante segmento de negócio.

Prius é um carro de quatro portas, 4/5 pessoas, 1250kg, usa baterias de Hidreto Metálico de Níquel(Ni-MH) de 44Wh/kg da Panasonic.



Tesla Roadster

Ano - 2008

Não existe uma empresa iniciante de carros bem-sucedida nos EUA desde a Ford. Mas mais do que alguns empresários acreditam que, com a indústria automobilística à beira de uma revolução tecnológica, agora é a hora de novos participantes com idéias radicais. Michael Marks fundou a Tesla com o plano de criar um carro elétrico que não sacrifica o desempenho pela economia de combustível - e, de todas as formas, o Roadster em brasa é bem-sucedido. O Tesla não apenas acelera de 0 a 60 em quatro segundos, mas a bateria tem um alcance de 245 milhas, tornando-o na época seis vezes mais eficiente que o melhor carro esportivo do mercado. Os primeiros Roadsters foram vendidos em 2008 por US\$ 98.950,00.



Nissan Leaf

Ano - 2010

O modelo tem carroçaria de fibra de carbono e possui frente e traseira removíveis. É equipado com uma bateria de íon-lítio com 48 módulos compactos e de alta resposta que gera 107 cavalos de potência e 28,6 kgfm de torque. A velocidade máxima é de 150 kmn/h -a versão urbana alcança 145 km/h.



Fonte: Autor (2020).

2.8.2 Análise sincrônica dos veículos elétricos

A análise sincrônica serve para reconhecer o universo do produto em questão e para evitar reinvenções. A comparação e a crítica dos produtos requerem a formulação de critérios comuns (BERTONCELLO; GOMES, 2002, p. 73 *apud* Bonsiepe *et al.*, 1984). A partir do conceito citado acima, foi feita a seguinte análise, com o objetivo de fazer um levantamento dos produtos disponíveis no mercado atualmente, e verificar suas características.

Figura 19 – Análise Sincrônica dos veículos elétricos, de 2012 a 2018.

Renault Twizy

Ano – 2012

O Twizy mede apenas 2,32 metros de comprimento e 1,19 metro de largura. Tem o tamanho perfeito para a cidade. Pode parar em qualquer vaga. Ele utiliza um motor elétrico traseiro de 5 hp e sua bateria permite uma autonomia de 100 km. Sua velocidade máxima é de 80 km/h. O Twizy não pode andar em rodovias, pois é homologado só para vias públicas em perímetro urbano.

Ficha técnica

Preço: € 8.240 (na Europa)

Motor: elétrico, 13 kW/17 cv, 5,8 mkgf entre 0 e 2.100 rpm

Câmbio: automático, tração traseira

Suspensão: pseudo-McPherson, com molas e amortecedores

Freios: discos sólidos (diant. e tras.)

Direção: mecânica, 6,8 m (diâmetro de giro)

Rodas e pneus: liga leve, 125/80 R13 (diant.) / 145/80 R13 (tras.)

Dimensões: comprimento, 233,8 cm; largura, 123,7 cm; altura, 145,4 cm; entre-eixos, 168,6 cm; peso, 474 kg; autonomia, de 80 a 100 km; porta-malas, não tem.



BMW i3 EV

Ano - 2018

O veículo possui três configurações, todas com 170 cv, instantâneos 25,5 kgfm de torque, transmissão continuamente variável e tração traseira. Duas, digamos, são puramente elétricas, a BEV (R\$ 205.590) e a BEV Connected (R\$ 229.950). Já a Rex Full (R\$ 257.950) traz o extensor de autonomia.

A configuração de entrada e a intermediária podem rodar até 335 quilômetros no modo 100% elétrico. A marca ampliou o armazenamento de energia para 42,2 kWh — antes era de 33,3 kWh. De acordo com a BMW, ambas aceleram de zero a 100 km/h em 7,3 segundos e atingem máxima de 150 km/h. Já a topo de linha, Rex Full, faz o i3 ser considerado um elétrico de autonomia estendida. O número padrão — de 290 quilômetros — ganha a ajuda de um motor a gasolina de 647 cm³ de 34 cv. Os valores diferem por causa dos equipamentos.

As dimensões são de 4,01 metros de comprimento, 1,77 m de largura, 1,60 m de altura e 2,57 m de distância entre-eixos. A capacidade do porta-malas é de 260 litros. O facelift do carrinho elétrico altera, principalmente, a parte dianteira com o novo para-choques.

Quanto ao preço o BMW i3 começa nos 32000 €.



Jaguar i-Pace

Ano - 2018

O i-Pace é o primeiro carro elétrico da Jaguar. Vai dos 0 aos 100 km/h em 4.8 segundos, devido aos seus dois motores, e tem uma autonomia de 470 km e o valor ronda os 80000 €.

Possui um ponto forte que é o carregamento rápido das baterias, com uma potência de 90 kWh, que em apenas 40 minutos podem ser carregadas até 80%.



Fonte: Autor (2020).

Figura 20 – Análise Sincrônica dos veículos elétricos, de 2019 a 2020.

Chevrolet Bolt

Ano - 2019

Com uma bateria de 66 kWh de capacidade e autonomia de até 416 km, o Bolt EV tem um motor elétrico que rende 203 cv e 36,7 kgfm acoplado à uma transmissão automática de velocidade única e tração dianteira. Entre as dimensões, o monovolume mede 4166 mm de comprimento, 1765 mm de largura, 1594 mm de altura, 2600 mm de distância entre eixos, e porta-malas com capacidade para 479 litros de bagagem.

A lista de equipamentos do elétrico contém itens como freios a disco nas quatro rodas com regeneração de energia, com ABS, EBD, BAS e controles de tração e estabilidade, airbags frontais, laterais e de cortina, direção com assistência elétrica e comandos de computador e som, ar condicionado automático digital, faróis em LED com DRL e sensor crepuscular, rodas de liga leve de 17".



MG ZS EV

Ano – 2019

A MG lançou o seu primeiro carro elétrico em 2019, o ZS EV, pelo valor de 28000€.

Esteticamente é rapidamente reconhecível, já que conta com diversos traços que lhe permitem diferenciar-se de um MG ZS com motor a combustão interna. No total há quatro cores disponíveis para o exterior do veículo.

Mas, além do seu aspecto, o que realmente é importante no MG ZS EV está em seu interior, que dispõe de um completo equipamento tecnológico para assistência na condução. Debaixo do capô do MG ZS EV se encontra um motor elétrico de 105 kW (143 cv) e 353 Nm de torque máximo, que é alimentado pela energia armazenada em uma bateria de íons de lítio de 44.5 kWh. Anuncia uma autonomia de 262 quilômetros, segundo o ciclo WLTP. A bateria conta com um sistema de refrigeração líquida e está coberta por uma garantia de sete anos (igual do carro). Na hora de conduzir o ZS EV é possível escolher entre três níveis de frenagem regenerativa. O ponto de carga se integra perfeitamente na grade frontal.



Volkswagen e-up! 2020

Ano - 2020

o Volkswagen e-Up! tem 3,60 metros de comprimento – o Up! europeu é menor que o brasileiro, esticado para 3,68 m.

o acabamento do veículo é de plástico com alguns painéis soft-touch e partes metálicas. Do lado de dentro, há espaço o suficiente para quatro pessoas (cinco se alguém quiser passar aperto). Seu porta-malas tem capacidade de 251 litros, o mesmo valor que ele tinha na versão a combustão – o Up! brasileiro, mais comprido, tem 285 litros.

A Volkswagen conseguiu posicionar as baterias do e-Up! de forma a não atrapalhar o espaço interno e nem do porta-malas. O conjunto de 36,8 kWh é quase o dobro dos 18,7 kWh do modelo anterior, embora apenas 32,3 kWh possam ser usados. Também tem um tempo de recarga equiparável com os demais carros elétricos, precisando de uma hora para recuperar 80% da energia em um posto de recarga rápida de 40 kW. Se usar um wallbox de 7,2 kW, o tempo sobe para 5h30. Ele chega a 100 km/h em 11,9 segundos, enquanto a velocidade máxima é limitada a 130 km/h.

O carro custa em torno de 20000 €.



Fonte: Autor (2020).

Figura 21 – Análise Sincrônica dos veículos elétricos, 2020.

Smart EQ Fortwo and Forfour

Ano - 2020

Em termos técnicos, na traseira dos EQ fortwo e EQ forfour está um motor elétrico colocado com 82 cv (60 kW) e 160 Nm, sendo este alimentado por uma bateria de 17,6 kWh de capacidade. Quanto à autonomia, segundo a Smart o EQ fortwo percorre entre 147 e 159 km, o EQ fortwo cabrio 145 a 157 km e o EQ forfour é capaz de percorrer entre carregamentos entre 140 e 153 km, valores de acordo com o ciclo NEDC2 ou NEDC correlacionado, sendo que de acordo com a Smart, com o carregador de bordo opcional de 22 kW é possível recarregar entre 10% e 80% em 40 minutos. A média de preço começa em 24000 €.



Honda E

Ano - 2020

O hatch tem distribuição de peso de 50:50, melhor do que vários esportivos. O motor elétrico é posicionado no eixo traseiro e oferece duas opções de potência: 137 cv ou 156 cv. O torque máximo é de 32,1 kgfm em ambos os casos. Aceleração de 0 a 100 km/h é realizada em menos de oito segundos. A autonomia do compacto é de até 220 quilômetros e 80% da carga total pode ser obtida em apenas 30 minutos se o veículo estiver plugado em um carregador rápido.

É um carro pequeno, com cerca de 3,87 metros de comprimento. Seu visual foi criado para homenagear o Honda Civic da década de 1970.

O preço é estimado em 30.000 €.



Tesla Model S

Ano - 2020

Com uma autonomia de 600 km é provavelmente o carro elétrico com mais autonomia em 2020. Bem consolidado no mercado, mas apenas acessível a algumas carteiras. Vai dos 0 aos 100 km/h em apenas 2,4 segundos, sendo que o preço começa nos 90000€.



Renault Zoe

Ano - 2020

O Renault Zoe é compacto — mesma base do antigo Clio europeu — e traz um design interessante, bem arredondado, mas com personalidade. Por dentro, os acabamentos são bem simples, sem refino, com bancos de tecido e painel de plástico. Um carro popular.

O Zoe tem bateria de 41 kWh e entrega 92 cv de potência, 22,4 kgfm de torque e velocidade máxima de 135 km/h. Sua autonomia é de 300 km.

Também como em qualquer veículo elétrico, a aceleração é imediata, sem nenhum delay. A velocidade vai crescendo de forma linear, graças ao câmbio automático de uma marcha. A Renault divulga 0 a 100 km/h em 13,2 segundos. Mas o fôlego é limitado. Se estiver no modo Eco, a máxima é 95 km/h. Caso contrário, vai até 135 km/h.

A média de preço começa nos 23000 €.



Fonte: Autor (2020).

3 PRÉ-CONCEPÇÃO

3.1 Análise estrutural dos veículos

Segundo Larica (2003, p. 53) podemos classificar os sistemas de um automóvel da seguinte forma:

- Chassi e carroceria;
- Motor;
- Sistemas de transmissão;
- Sistemas de suspensão, direção e freios;
- Sistemas de lubrificação e arrefecimento;
- Sistemas de alimentação;
- Sistemas elétricos e eletrônicos;
- Sistemas de controle de emissão;
- Sistemas de segurança;
- Sistemas adicionais.

No projeto de veículos, esses sistemas abrangem variáveis tanto pela parte da engenharia automotiva, quanto pela parte do design automotivo. Essas variáveis exigem uma troca de informações constante entre os profissionais de Engenharia e Design, pois o projeto depende de pontos específicos que em alguns momentos correspondem ao designer, em outros ao engenheiro, mas muitas vezes exigirá o trabalho em conjunto entre esses dois profissionais.

No trecho a seguir, Larica (2003, p.53) cita o conceito de arquitetura de um automóvel, onde ele aponta algumas variáveis da engenharia que refletem no processo de design do veículo:

O Conceito de Arquitetura (architectural concept) de um automóvel, nasce a partir da proposta inicial feita em conjunto pelo pessoal de marketing, engenharia e design, e é baseado no resultado da discussão pragmática de premissas que vão sustentar a linha de desenvolvimento de projeto.

É um conceito no qual é dimensionado um package (gaiola virtual) baseado numa cabine proposta para X pessoas e capacidade de carga Y, num conjunto motor + transmissão + componentes principais em situação e posição determinadas, numa plataforma disponível (se for aproveitada de outro modelo), num diâmetro efetivo de rodas, numa categoria de veículo e nos requisitos funcionais apresentados no briefing do produto. Quando se inicia o design que vai vestir a gaiola deste package, é que se conclui a forma que mais se ajusta ao Conceito de Arquitetura proposto. O objetivo é garantir o maior equilíbrio e o menor desperdício de espaço e material, para minimizar as dimensões externas e maximizar o espaço interior. (LARICA, 2003, p. 53).

A seguir, serão abordados com mais especificidade os sistemas que abrangem a proposta do projeto, que são o **chassi**, a **carenagem** e o **layout interno (ergonomia)**.

3.2 Chassi

O chassi é o esqueleto do automóvel. Trata-se do primeiro sistema produzido, e todo o resto é agregado a partir dele.

A estrutura dos veículos é composta, basicamente, de uma carroceria ou de uma cabine sobre um chassi, ou por um monobloco formado por perfilados, peças conformadas e painéis estampados (assoalho de fundo, teto e laterais) que depois são soldados entre si. (LARICA, 2003, p.53).

Existem diversas formas de construção de chassis, sendo quatro delas as mais usuais:

- Monobloco
- Carroceria sobre chassis
- Chassi tubular
- Monocoque

3.2.1 Monobloco

É o tipo de estrutura mais comum nos carros modernos. Sua construção consiste na união de diversos componentes estampados a partir de chapas de aço de diversos tipos por processos de soldagem.

Figura 22 – Exemplo de chassi monobloco.



Fonte: Autoentusiastas (2015). Em: <https://www.autoentusiastas.com.br/2015/03/corpo-forte/>.

Os componentes metálicos vindos dos processos iniciais são unidos por máquinas que unem parcialmente uns com os outros por encaixe e/ou dobramento, para posterior soldagem. Os tipos mais usados TIG, MIG, a laser e, principalmente, a solda-ponto. Outros processos como rebitagem, colagem e até o uso de parafusos podem ser aplicados na fase de armação de um chassi com carroceria monobloco.

Uma característica importante deste tipo de chassi consiste no fato de que os componentes da carroceria soldados ao monobloco, tais como para-lamas, teto e assoalho, são estruturais e têm a função de absorver impactos em caso de acidente. A desvantagem consiste na impossibilidade de substituição sem um novo processo de soldagem, o qual afeta a rigidez do conjunto (EDUCAÇÃO AUTOMOTIVA, 2018).

Prós:

- Escalabilidade – facilidade de produzir em grandes quantidades;
- Versatilidade – maior flexibilidade de fabricar uma grande diversidade de modelos e versões na mesma linha de montagem;
- Simplificação da manufatura e redução de custos de produção, com a possibilidade de compartilhar componentes entre uma grande miscelânea de modelos;
- Facilidade em aplicar modificações para aderir às normas cada vez mais rígidas de segurança veicular;
- Padronização do controle de qualidade, com maior estabilidade dos processos.

Contras:

- Alto custo de desenvolvimento permite que apenas grandes empresas desenvolvam uma plataforma monobloco;
- Exige alto investimento em maquinário e treinamento para produção;
- Alta complexidade de engenharia, com o uso de enorme quantidade e variedade de insumos;
- Retorno sobre o investimento depende de boas vendas;
- Impossibilidade de trocar componentes da carroceria sem processos de soldagem, posto que seus componentes são estruturais. Um reparo de baixa qualidade pode comprometer a rigidez do conjunto.

3.2.2 Carroceria sobre chassis

É utilizado em picapes, utilitários, ônibus e caminhões, devido a sua robustez e versatilidade na instalação, manutenção e substituição de implementos como baús, betoneiras, gaseiras, caçambas, entre outros.

Figura 23 – Exemplo de carroceria sobre chassi.



Fonte: Best Cars Web Site (2009). Em: <http://www1.uol.com.br/bestcars/ct2/chassi-monobloco.htm>.

Foi o primeiro modelo a ser utilizado em larga escala e consiste em uma estrutura de perfis de aço, popularmente conhecida como “caixão”, nos quais todos os demais componentes são montados, incluindo a carroceria (EDUCAÇÃO AUTOMOTIVA, 2018).

Apesar de resultar em um conjunto pesado, uma vantagem da construção do tipo carroceria sobre chassis consiste na fácil substituição dos componentes mecânicos e de carroceria.

Nos anos 1950 e 60, a indústria americana tinha o hábito de realizar pequenas alterações de design ao mudar o ano/modelo dos automóveis. Assim, um *upgrade* muito comum daquele período consistia em trocar itens como lanternas, faróis e para-lamas pelos das linhas mais recentes, posto que eram unidos ao chassi por parafusos ou rebites e sua substituição podia ser feita sem a ajuda de profissionais.

Este tipo de personalização se mostra mais difícil ou inviável em modelos do tipo monobloco, pois os componentes da carroceria são estruturais (EDUCAÇÃO AUTOMOTIVA, 2018).

Prós:

- Pode ser produzido em larga escala;
- Alta capacidade de carga;
- Grande rigidez e durabilidade;
- Facilidade em produzir gamas de modelos variados;
- Versatilidade na utilização de implementos;
- A carroceria não é estrutural e as modificações são feitas com facilidade.

Contras:

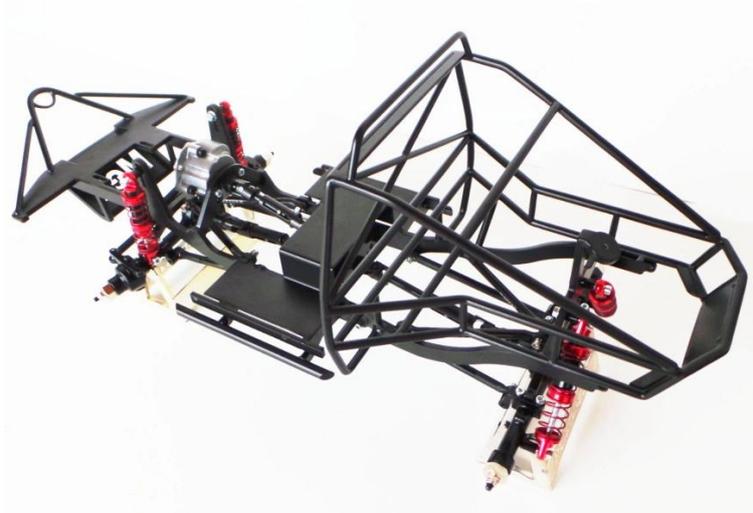
- Alto peso total;
- Desempenho inferior aos outros tipos em impactos;
- Dificuldade de adequação às normas de segurança veicular;
- Comportamento dinâmico inferior;
- Maior presença de ruídos quando o veículo ganha idade.

3.2.3 Chassi Tubular

É utilizado em modelos fora-de-série e de fabricação de pequena escala. O chassi tubular permite a construção de estruturas leves, resistentes e versáteis, permitindo a variação nos tipos de acessórios, equipamentos e carrocerias.

Possui uma fabricação bastante simples, baseada na soldagem manual de tubos e perfis de acordo com um projeto feito em computador.

Figura 24 – Exemplo de chassi tubular.



Fonte: Educação automotiva (2018). Em: <https://educacaoautomotiva.com/2018/03/30/construcoes-chassis/>

Eventualmente, pessoas que construíram carros na garagem de casa aparecem nas publicações automotivas, e quase todos possuem chassi tubular, pois sua fabricação dispensa maquinário de custo elevado. Basta uma máquina de solda e ferramentas básicas para produzir uma estrutura tubular.

Naturalmente, todas as solicitações de cargas são absorvidas pelo chassi tubular e sua carroceria não tem função estrutural, podendo ser fabricada de qualquer material. A fibra de vidro tem grande popularidade do Brasil devido ao seu baixo peso, custo e processo de fabricação relativamente simples (EDUCAÇÃO AUTOMOTIVA, 2018).

Prós:

- Boa rigidez torcional;
- Baixo peso;
- Baixo custo de fabricação;
- Não exige equipamentos caros para ser produzido;

- Processo de fabricação simples;
- Versatilidade na escolha de equipamentos, materiais e carrocerias.

Contras:

- Não pode ser produzido em grande escala;
- Controle de qualidade não pode garantir uniformidade dimensional;
- Limitado a modelos pequenos e leves, a estrutura não apresenta bom comportamento em veículos maiores;
- Baixa durabilidade na maioria dos casos;
- Presença de ruídos em exemplares mais velhos;

3.2.4 Monocoque

É utilizado nos carros de competição do tipo fórmula e em superesportivos. Tem como trunfo o melhor comportamento dinâmico possível, rigidez torcional excepcional, segurança veicular exemplar e pode ser feito sobre medida para uma pessoa.

Construído de materiais nobres como titânio, fibra de carbono e aços de altíssima resistência, o chassi monocoque é leve e resistente, e pode ser montado como estrutura à parte do restante do veículo, o qual pode receber qualquer um dos tipos dos outros itens, como mostra a imagem acima. Se estiver íntegro, pode ser retirado de um veículo e reinstalado em outro, a exemplo dos monopostos de Fórmula 1.

Ao entregar o estado-da-arte em matéria de chassis, o monocoque entrega uma célula de sobrevivência ao seu ocupante. Não faltam exemplos de acidentes gravíssimos, em velocidades elevadíssimas, nos quais o motorista – ou piloto – não sofreu qualquer ferimento ao final (EDUCAÇÃO AUTOMOTIVA, 2018).

Figura 25 – Exemplo de chassi monocoque.



Fonte: Educação automotiva (2018). Em: <https://educacaoautomotiva.com/2018/03/30/construcoes-chassis/>.

Prós:

- Melhor comportamento dinâmico;
- Baixo peso;
- O estado-da-arte em segurança veicular;
- Pode ser feito sob medida;
- Pode ser instalado em outro veículo em carros de competição.

Contras:

- Custo de fabricação altíssimo;
- Não pode ser reparado em caso de acidente;
- Não pode sofrer alterações;
- Exige maquinário caro e mão-de-obra rara e qualificada;
- Não pode ser produzido em grande escala.

3.3 Carenagem ou Carroceria

A carenagem, ou carroceria, é a parte externa do veículo. Ela tem tanto função estética quanto de proteger e abrigar os passageiros do veículo.

Existem inúmeros tipos de carroceria, que podem ser classificados por volume, número de portas e tipos de uso.

Hatch: São os carros menores e que possuem interligação entre o porta-malas e o habitáculo de passageiros, podendo dar acesso direto ao bagageiro pelas portas traseiras.

Figura 26 – Exemplo de carenagem tipo Hatch.



Fonte: Webmotors. Em: <https://www.webmotors.com.br/catalogo/>.

Sedan: Trata-se do veículo de três compartimentos separados: motor, habitáculo e porta-malas, com semelhanças entre a linha e altura do compartimento traseiro com o dianteiro.

Figura 27 – Exemplo de carenagem tipo Sedan.



Fonte: Webmotors. Em: <https://www.webmotors.com.br/catalogo/>.

Cupê: São parecidos com os veículos hatch, mas são mais esportivos e apresentam espaço interno menor, tendo características de teto baixo e coluna traseira inclinada.

Figura 28 – Exemplo de carenagem tipo Cupê.



Fonte: Webmotors. Em: <https://www.webmotors.com.br/catalogo/>.

Conversível: São os conhecidos e famosos modelos de teto reversível. Os veículos possuem para-brisa fixo e sua capota pode ser de lona ou rígida, com a possibilidade de ser dobrada ou escamoteada.

Figura 29 – Exemplo de carenagem tipo Conversível.



Fonte: Webmotors. Em: <https://www.webmotors.com.br/catalogo/>.

Cabriolet: São os conversíveis derivados dos cupês, podendo ter dois ou quatro lugares e variando entre capota rígida ou automática.

Figura 30 – Exemplo de carenagem tipo Cabriolet.



Fonte: Serious Wheels. Em: <http://www.seriouswheels.com/2014/bc/2014-BMW-4-Series-Convertible-White-Background-1-2560x1600.html>.

Targa: Consistem nos veículos conversíveis que possuem teto rígido e de estrutura metálica, sendo necessário removê-lo completamente para utilizá-lo e depois fixar novamente.

Figura 31 – Exemplo de carenagem tipo Targa.



Fonte: Drive-my. Em: <https://drive-my.com/en/retro-carss/item/2190-tech-buyers-guide-porsche-911-carrera-3-0.html>

Roadster: São os veículos feitos para as estradas e tem características predominantemente esportivas, tendo espaço para apenas dois passageiros que têm seus assentos reclinados, ficando à altura do eixo traseiro.

Figura 32 – Exemplo de carenagem tipo Roadster.



Fonte: Freepik. Em: https://br.freepik.com/vetores-gratis/carro-esportivo-branco-isolado-no-branco-vector_3529789.htm#page=1&query=roadster%20carro%20esporte&position=40.

Perua: É conhecido como o carro família e normalmente tem o habitáculo dos passageiros estendido até a área do porta-malas e possui bagageiro bastante avantajado.

Figura 33 – Exemplo de carenagem tipo Perua.



Fonte: Webmotors. Em: <https://www.webmotors.com.br/catalogo/>.

Minivan: Possui apenas um compartimento que junta motor, cabine e porta-malas, tendo assentos mais altos e espaço semelhante ao da perua.

Figura 34 – Exemplo de carenagem tipo Minivan.



Fonte: Webmotors. Em: <https://www.webmotors.com.br/catalogo/>.

Van: Tem espaço interno amplo e teto elevado, buscando transportar o maior número de pessoas.

Figura 35 – Exemplo de carenagem tipo Van.



Fonte: Explorer Van. Em:

https://www.explorervan.com/Gallery/colordetails.cfm?ContentCategory_id=825&colorid=886&t=12510751.

Furgão: é parecido com a van, mas com foco para carga.

Figura 36 – Exemplo de carenagem tipo Furgão.



Fonte: Webmotors. Em: <https://www.webmotors.com.br/catalogo/>.

SUV: Tem amplo espaço interno e suportam diversos tipos de terreno, todos com tração das quatro rodas.

Figura 37 – Exemplo de carenagem tipo SUV.



Fonte: Webmotors. Em: <https://www.webmotors.com.br/catalogo/>.

Jipe: Destina-se para uso em terrenos de difícil acesso, com boa desenvoltura e tração 4x4.

Figura 38 – Exemplo de carenagem tipo Jipe.



Fonte: Grenier Chrysler. Em: <https://www.grenierchrysler.com/en/new/details/jeep/wrangler/2018/jk-sahara/2652/8495>.

Crossover: São aqueles veículos feitos para a cidade, mas que possuem características mais off-road, com detalhes mais aventureiros e esportivos.

Figura 39 – Exemplo de carenagem tipo Crossover.



Fonte: Freepik. Em: https://br.freepik.com/vetores-premium/carro-cinza-offroad-em-fundo-branco-veiculo-de-luxo-crossover-realista-transporte-4x4-vetor_6768068.htm.

Picape: São os veículos voltados para o transporte de cargas, mas com o compartimento aberto, podendo ter cabines simples, para duas pessoas, ou estendidas, para até 5 pessoas.

Figura 40 – Exemplo de carenagem tipo Picape.



Fonte: Webmotors. Em: <https://www.webmotors.com.br/catalogo/>.

Limousine: São aqueles veículos longos e bastante luxuosos, com espaço dividido entre o motorista e os passageiros, com espaço para muitos passageiros.

Figura 41 – Exemplo de carenagem tipo Limousine.



Fonte: Jing.FM. Em: <https://www.jing.fm/iclipt/u2w7a9u2q8t4t4r5/>.

Compacto: é um modelo bem menor que um Hatch e é totalmente voltado para a cidade. Não tem porta-malas e em muitos modelos os bancos traseiros, quando tem, comportam no máximo duas pessoas de estatura mediana.

Figura 42 – Exemplo de carenagem tipo Compacto.



Fonte: Freepik. Em: https://www.freepik.com/free-vector/white-compact-hybrid-car-vector_3602033.htm.

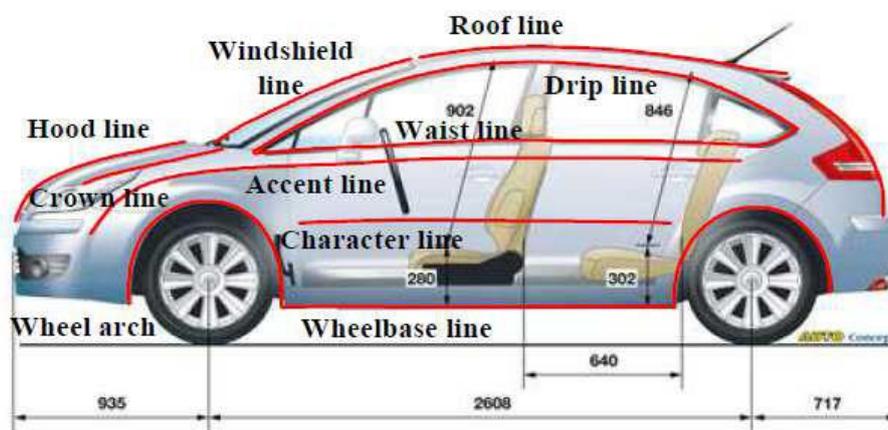
Além do estudo dos tipos de carroceria, também é importante analisar as linhas que definem o desenho da mesma, como explica Larica (2003, p.99). Segundo o autor, essas linhas de definição são muito importantes para o design do automóvel.

As linhas de definição (character lines) são linhas relevantes sobre as superfícies mais extensas e suaves da carroceria. Elas marcam a superfície da chapa em alto relevo (vincos) ou baixo relevo (sulcos ou entalhes) acrescentando uma impressão visual que desperta um interesse maior sobre o estilo da carroceria.

A linha de cintura (belt line ou waist line) é a que marca a borda inferior dos vidros das janelas laterais, e determina o avanço da linha de definição da lateral sobre a superfície do paralamas/capô dianteiro e sobre a superfície do paralamas/capô traseiro (no caso da station wagon ela concorda com a lanterna traseira).

A linha de cintura pode ser desdobrada em outra linha de definição mais abaixo (accent line), marcada com um vinco reto ou curvo que percorre toda a lateral (do farol dianteiro à lanterna traseira) ou se desfaz na ponta dos paralamas para não interferir com o design da frente ou traseira (LARICA, 2003, p. 99).

Figura 43 – Exemplo de linhas de definição.



Fonte: Research Gate (2012). Em:

https://www.researchgate.net/publication/257392377_Using_evolutionary_design_to_interactively_sketch_car_silhouettes_and_stimulate_designer%27s_creativity.

3.4 Layout Interno (Ergonomia)

Em seu livro, Larica (2003, p.65) explica que a ergonomia se propõe a modificar os ambientes e os objetos, adaptando-os de modo a satisfazer da melhor maneira possível as exigências humanas. Isto pressupõe uma atuação dinâmica, nos levando a alterações constantes nos objetos, pois estamos sempre mudando de ponto de vista.

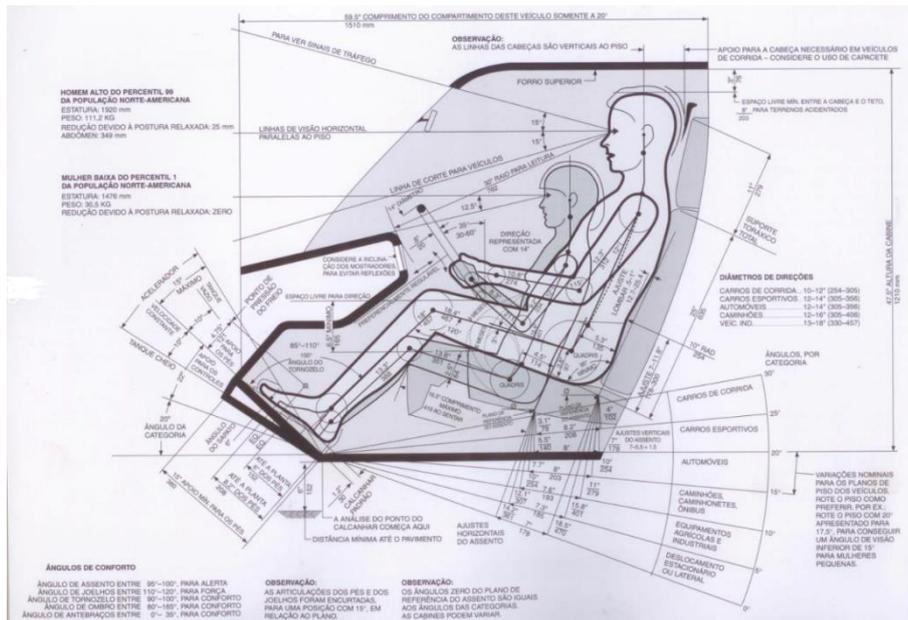
A ergonomia está presente em diversos setores do design de interiores de veículos, como nos assentos, volante e painel, o que interfere em fatores como visibilidade do motorista, conforto através de regulagens nos assentos, espaço para as pernas, entre outros.

Como explica Charleaux (2010, p.76, *apud* COUTO, 1995) O estudo antropométrico é um instrumento importante na ergonomia, verificando as dimensões físicas de uma população, e fornecendo subsídios para dimensionar ferramentas, equipamentos e postos de trabalho, afim de que a atividade realizada não se torne fator de danos à saúde ou cause desconforto ao trabalhador.

Além disso, outro fator importante na postura sentada dentro dos veículos é a estatura dos passageiros, onde normalmente as medidas antropométricas são representadas pela média e o desvio padrão, onde geralmente os assentos devem cobrir a faixa de 5 a 95% de uma população (CHARLEAUX, 2010, p.76, *apud* LIDA, 1991).

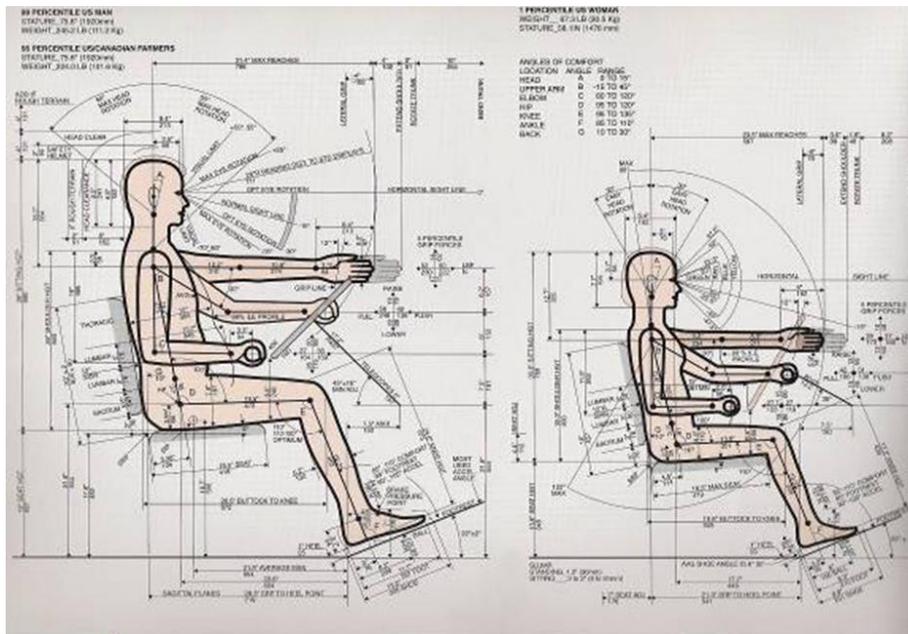
A partir disso foram criadas medidas padrão, que são consideradas ideais para o percentil de 5 a 95% da população.

Figura 44 - Representação das medidas ideais de acomodação para o percentil de 5 a 95 da população em um veículo.



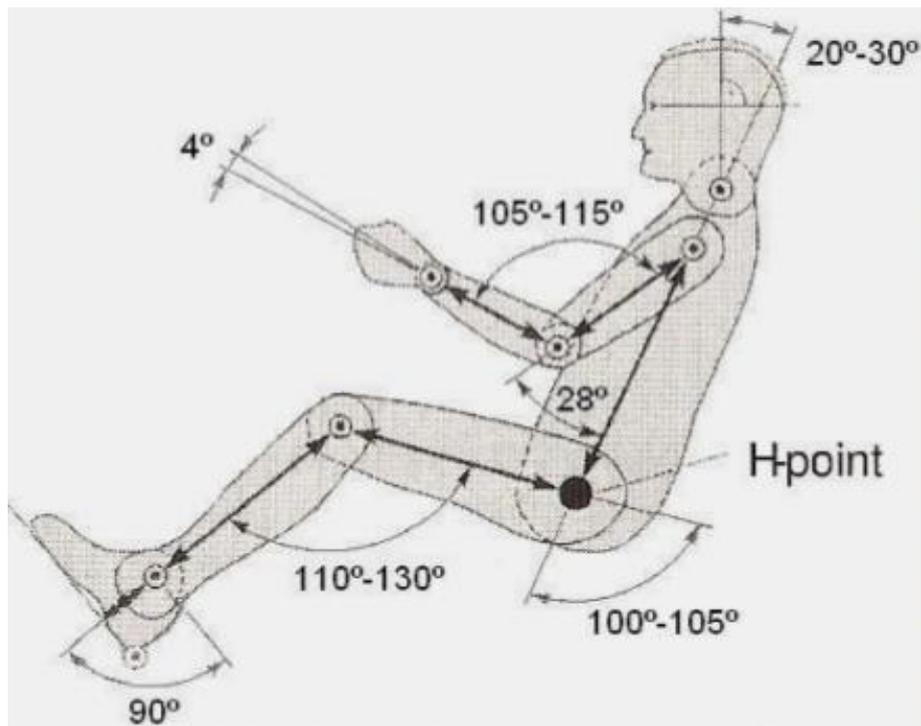
Fonte: Tilley (2005).

Figura 45 – Representação das medidas de alcance do motorista dentro do veículo.



Fonte: Tilley (2005).

Figura 48 – Representação da posição ideal do assento nos veículos.



Fonte: Ergonomia Veicular 2014 Baja. Em: <https://www.slideshare.net/ronaldosantos33046/ergonomia-veicular-2014-baja>.

A partir dessas medidas, Larica (2003, p.69) define os principais fatores de conforto que o projeto de interiores de um veículo deve contemplar:

- Impressão visual;
- Percepção tátil;
- Conforto de contato;
- Ergonomia dos controles;
- Conforto postural;
- Conforto diante de vibrações;
- Estabilidade dinâmica;
- Conforto higrotérmico;
- Conforto acústico;
- Conforto olfativo.

Além disso, Larica (2003, p.68) também lista os itens básicos que um projeto de interior de veículos deve ter:

- Modelagem das interfaces entre o homem e o automóvel;
- Dimensionamento do habitáculo;
- Aspectos visuais no design de interior;
- Projeto dos bancos do veículo;
- Projeto do conjunto do volante;
- Proteção dos ocupantes;
- Visão e percepção;
- Sistemas de visão indireta (retrovisores);
- Símbolos para controles e display;
- Demanda visual e manual dos controles e displays;
- Projeto do painel e *cluster* (a partir do projeto da caixa de ar);
- Projeto do console central;
- Painéis laterais de portas;
- Acessórios.

É válido ressaltar que alguns dos termos e conceitos apresentados na pesquisa de ergonomia se repetirão ao decorrer das análises do projeto.

3.5 Pesquisa de mercado e público-alvo

Pesquisa de mercado é uma ferramenta que permite o planejamento, coleta e análise de dados relacionados a um empreendimento. Seu objetivo é gerar conhecimento sobre um mercado e seu público, identificar oportunidades e reduzir o risco na tomada de decisões estratégicas. (MORAES, 2019).

No início de um projeto de design, é muito importante que sejam realizadas pesquisas e análises prévias, afim de entender a natureza e o comportamento de um mercado específico, e também minimizar possíveis erros.

Segundo Marconi e Lakatos (2003, p.155), um projeto de pesquisa compreende seis passos:

1. Seleção do tópico ou problema para a investigação.
2. Definição e diferenciação do problema
3. Levantamento de hipóteses de trabalho
4. Coleta, sistematização e classificação dos dados
5. Análise e interpretação dos dados
6. Relatório do resultado de pesquisa.

Partindo dessas etapas, definiu-se que o primeiro passo seria delimitar um público-alvo, afim de definir as necessidades do usuário do veículo elétrico.

Sabendo disso, observou-se que uma das principais limitações de projeto se trata da possível área de circulação do veículo. Devido a limitação inicial de recursos para testes, o veículo fica impossibilitado de trafegar em vias urbanas.

Sabendo disso, visando uma maior viabilidade de projeto, a proposta desse trabalho foi desenvolvida para atender um nicho específico de mercado, onde optou-se por trabalhar com o Núcleo de Transportes da UFSM como cliente. Assim, o veículo poderá trafegar pelas vias internas da universidade e servir como um veículo utilitário para os setores que o núcleo de transporte abrange.

A partir da definição do público-alvo, a próxima etapa é definir as necessidades do usuário do veículo.

3.6 Necessidades do usuário

Com o público-alvo definido, a próxima etapa foi definir as necessidades do usuário. Para isso, primeiramente foram apresentadas ao núcleo de transporte as seguintes limitações projetuais:

- Limite de carga inicial suportada pelo veículo é de aproximadamente 200 Kg;
- Autonomia estimada em 100 Km diários;
- Circulação do veículo limitada apenas às vias internas da UFSM;
- Veículo compacto, o que limita o número de passageiros.

Após apresentadas essas limitações, o método utilizado para coleta de dados foi o de **entrevista**. Segundo Marconi e Lakatos (2003, p.195), a entrevista é um encontro entre duas pessoas, a fim de que uma delas obtenha informações a respeito de determinado assunto, mediante uma conversação de natureza profissional. Mais especificamente, utilizou-se o método de entrevista **despadronizada** ou **não-estruturada**:

O entrevistador tem liberdade para desenvolver cada situação em qualquer direção que considere adequada. É uma forma de poder explorar mais amplamente uma questão. Em geral, as perguntas são abertas e podem ser respondidas dentro de uma conversação informal. (MARCONI; LAKATOS, 2003, p.197).

A partir das informações obtidas nessa entrevista, foram definidas as seguintes necessidades do usuário:

- O veículo necessita de uma autonomia diária mínima de 10 Km;
- O veículo necessita de pelo menos 2 lugares para passageiros, devido a necessidade de sempre haver um motorista junto ao passageiro do veículo;
- O veículo necessita de isolamento térmico, para não expor os passageiros às alterações de clima;
- Facilidade de utilização do veículo.

3.7 Pré-requisitos de projeto

Com as necessidades do usuário definidas, foram definidos os seguintes pré-requisitos de projeto:

- Desenvolver um projeto pensando no público-alvo, ou seja, o núcleo de transportes da UFSM;
- O veículo deve ser modular, afim de permitir que sejam projetadas duas alternativas, uma onde o veículo comporte até três passageiros, e outra onde ele comporte dois passageiros mais alguma carga;
- O projeto de interior do veículo deve focar no conforto e em uma tecnologia inteligente, afim de trazer praticidade e facilidade na operação do veículo, além de trazer segurança aos passageiros;
- O projeto de exterior deve ser de formato compacto, com linhas inovadoras e fluidas, trazendo ares de modernidade ao veículo.

3.8 Definição de conceito

Com os pré-requisitos definidos, o próximo passo foi a definição do conceito do projeto. Para isso, inicialmente foram definidas uma série de possíveis palavras-chaves, relacionadas às necessidades do usuário, aos pré-requisitos e as pesquisas e análises realizadas nesse projeto. São elas:

- Conforto
- Versatilidade
- Robustez
- Leveza
- Inovador
- Inteligente
- Compacto
- Segurança
- Praticidade
- Ecológico
- Sustentável
- Tecnológico
- Dinâmico
- Fluides
- Modernidade
- Confiança
- Velocidade
- Modular

A partir dessas palavras-chaves foi realizada uma pesquisa, afim de definir as 5 características consideradas mais importantes para o projeto. O método escolhido para essa pesquisa foi o de **questionário**. O formulário é um dos instrumentos essenciais para a investigação social, cujo sistema de coleta de dados consiste em obter informações diretamente do entrevistado (MARCONI; LAKATOS, 2003, p.212). Neste formulário foi utilizado o método de **escala linear**, onde os participantes poderiam escolher um valor de 0 a 5 para avaliar as palavras-chaves, sendo 0 para muito pouca ou nenhuma importância e 5 para muita ou total importância. A ferramenta escolhida para a aplicação desses questionários foi o **Formulários Google**. As 5 palavras-chaves escolhidas foram:

- Confiança
- Segurança
- Praticidade
- Conforto
- Tecnológico

Figura 49 – Painel Conceitual com as Palavras-chave.



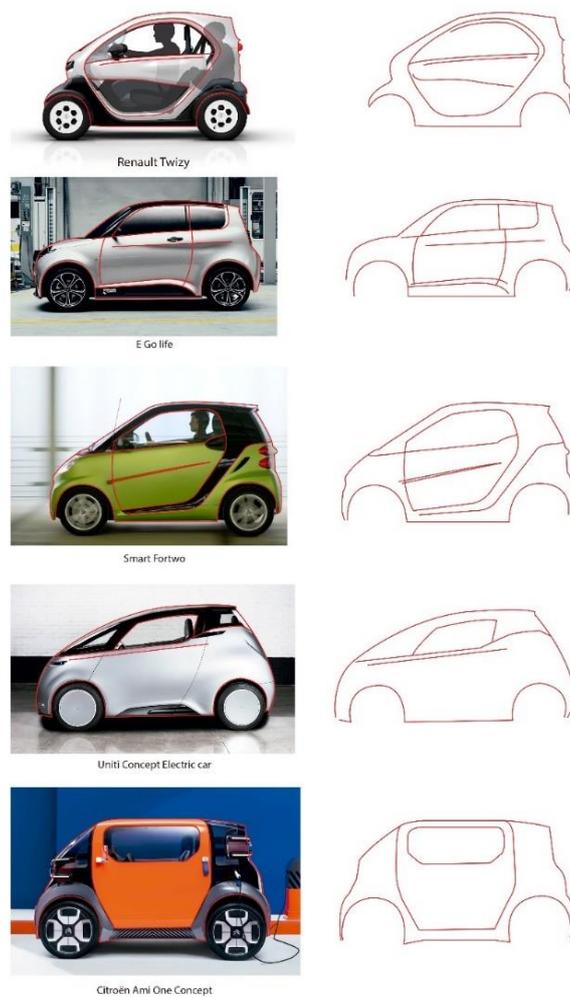
Fonte: Autor (2020)

4 CONCEPÇÃO E REALIZAÇÃO

4.1 Análise das linhas de definição

Nesta primeira etapa, foi feito um levantamento de alguns dos modelos de veículos compactos existentes no mercado, analisando suas linhas de definição, afim de analisar a forma, e com isso buscar um diferencial aos modelos atuais apresentados pela indústria.

Figura 50 – Análise das linhas de definição.



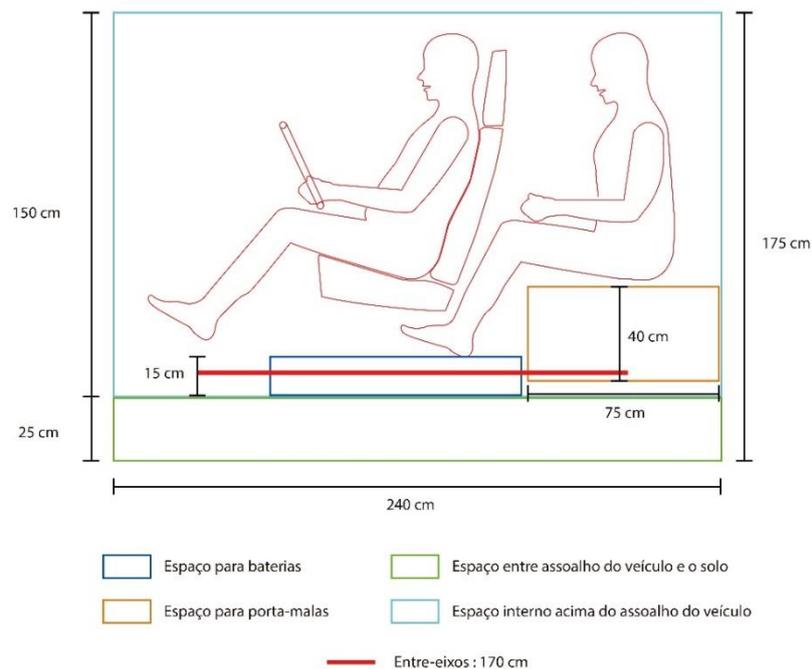
Fonte: Autor (2021)

4.2 Definição de Volume Interno do veículo

Nesta segunda etapa, percebeu-se que antes das definições de forma, através dos esboços para gerar as alternativas, seria necessário primeiramente definir o layout interno, afim de determinar a disposição dos assentos, do porta malas, painel e baterias; para assim definir o volume interno do veículo, fator determinante na forma final.

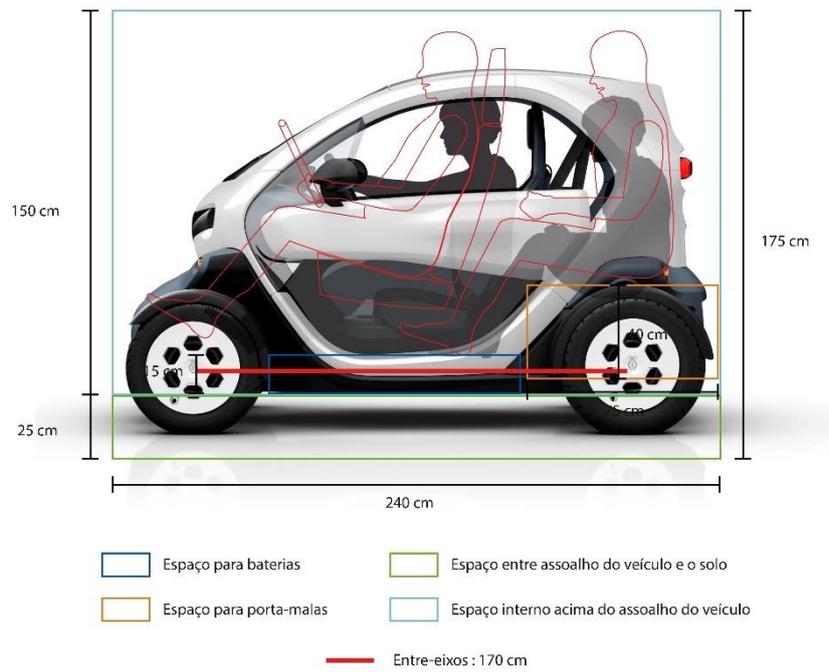
Além disso, foram aplicadas medidas de ergonomia nos assentos, de forma que os passageiros tivessem o maior conforto possível, dentro das limitações projetuais propostas inicialmente. Para isso, foram aplicadas as medidas ergonômicas já apresentados anteriormente (figura 44). Para as medidas de entre- eixos e medidas das rodas foram utilizadas as medidas do Renault Twizy.

Figura 51 – Definição do layout interno do veículo.



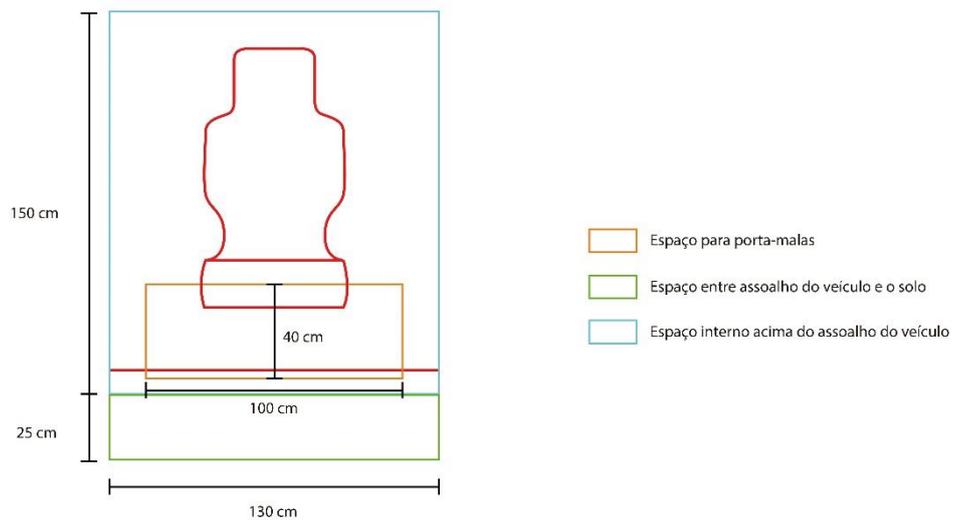
Fonte: Autor (2021)

Figura 52 – Comparação das dimensões em relação ao Renault Twizy



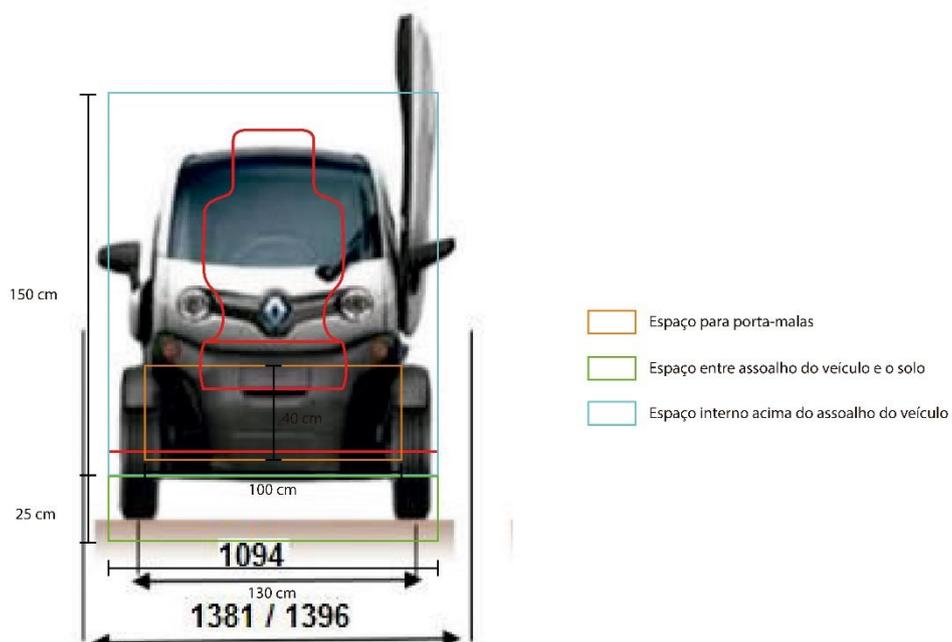
Fonte: Autor (2021)

Figura 53 – Definição do layout interno do veículo na vista frontal.



Fonte: Autor (2021)

Figura 54 – Comparação das dimensões em relação ao Renault Twizy na vista frontal.

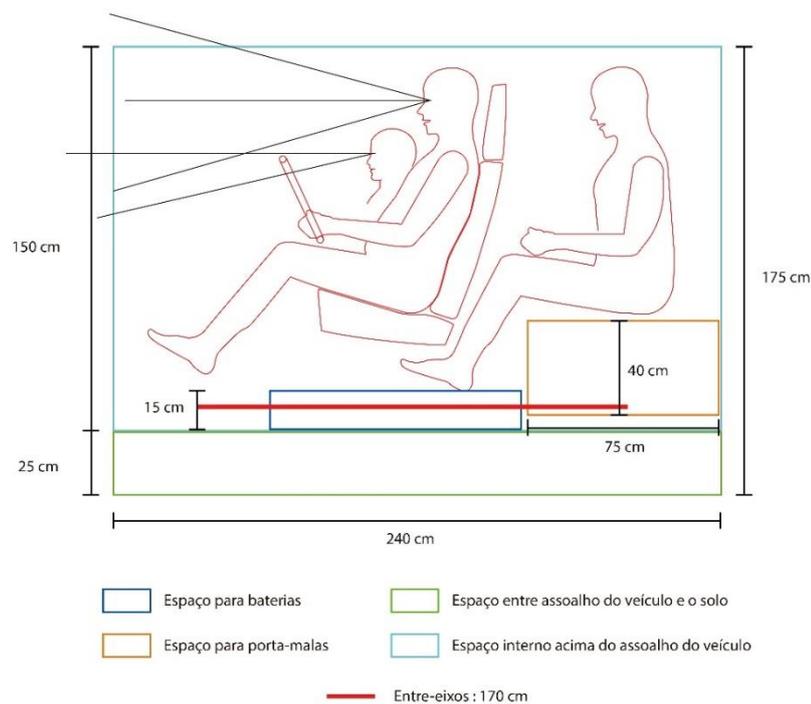


Fonte: Autor (2021)

Dessa forma, foi definido o primeiro layout para o veículo, que deveria comportar até duas pessoas de percentil máximo (1,92 m de altura). Para isso, as dimensões máximas estipuladas para o veículo seriam de 175 cm de altura (150 cm do assoalho até o teto), 240 cm de comprimento e 130 cm de largura. Para o espaço das baterias, foi reservado um espaço de 15 cm de altura entre o fundo do veículo e o assoalho dos passageiros, para que o volume de baterias fosse o suficiente para atender a demanda da autonomia diária de 100 km.

A princípio foi definido que o veículo comportaria no máximo até 2 passageiros, mais carga, sendo um banco apenas na frente para o motorista, e um banco atrás para um passageiro. Devido a posição do passageiro, também foi definido que o porta-malas ficaria posicionado abaixo do banco do passageiro. As dimensões máximas definidas inicialmente para o porta-malas foram de 75 cm de comprimento, 40 cm de altura e 100 cm de largura.

Figura 55 – Campo de visão mínimo do motorista no percentil 5 a 95% da população.



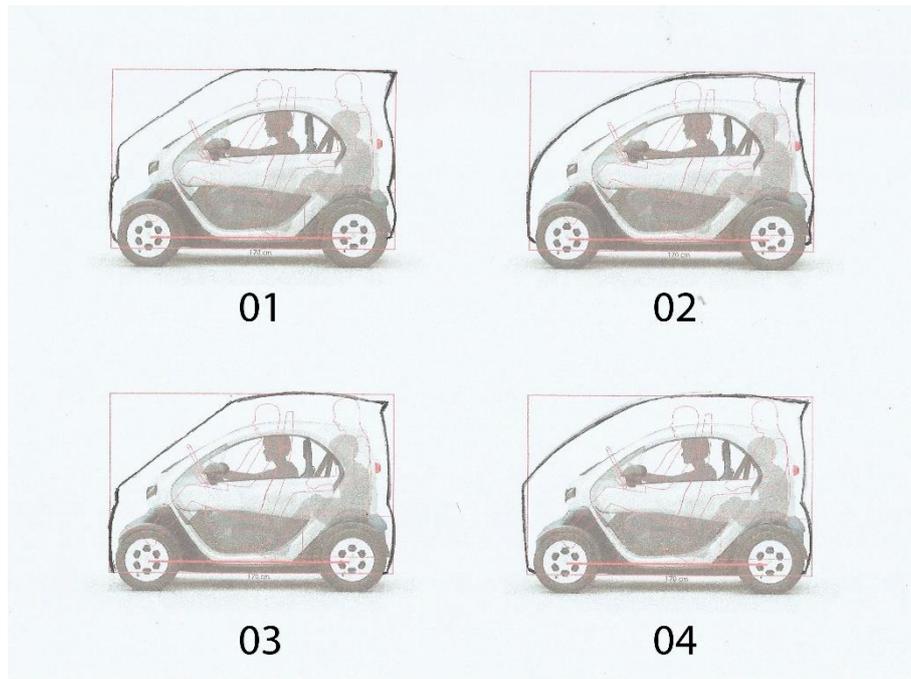
Fonte: Autor (2021)

Na imagem acima é representado a posição e o tamanho do campo de visão mínimo que deve ter o para-brisa do veículo, que corresponde ao percentil de 5 a 95% da população.

4.3 Definição da Forma

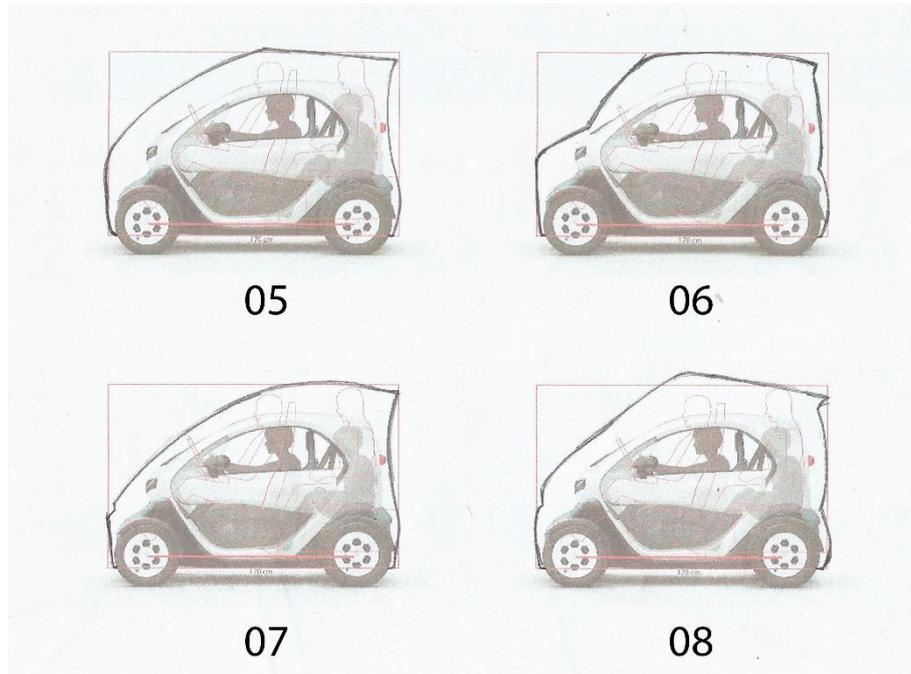
Com o layout interno e o volume definidos, a próxima etapa do projeto foi a definição da forma do veículo. Para isso, foram esboçadas uma variedade de alternativas, que, em seguida, foram avaliadas por uma série de critérios, afim de selecionar a forma que mais se adequasse aos requisitos de projeto.

Figura 56 – Alternativas 01 a 04.



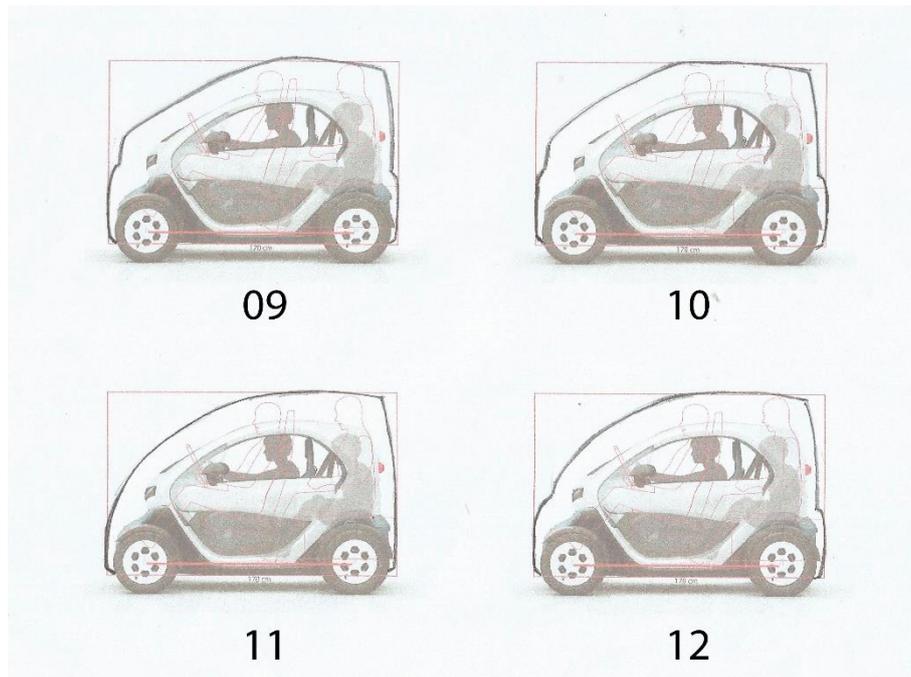
Fonte: Autor (2021)

Figura 57 – Alternativas 05 a 08.



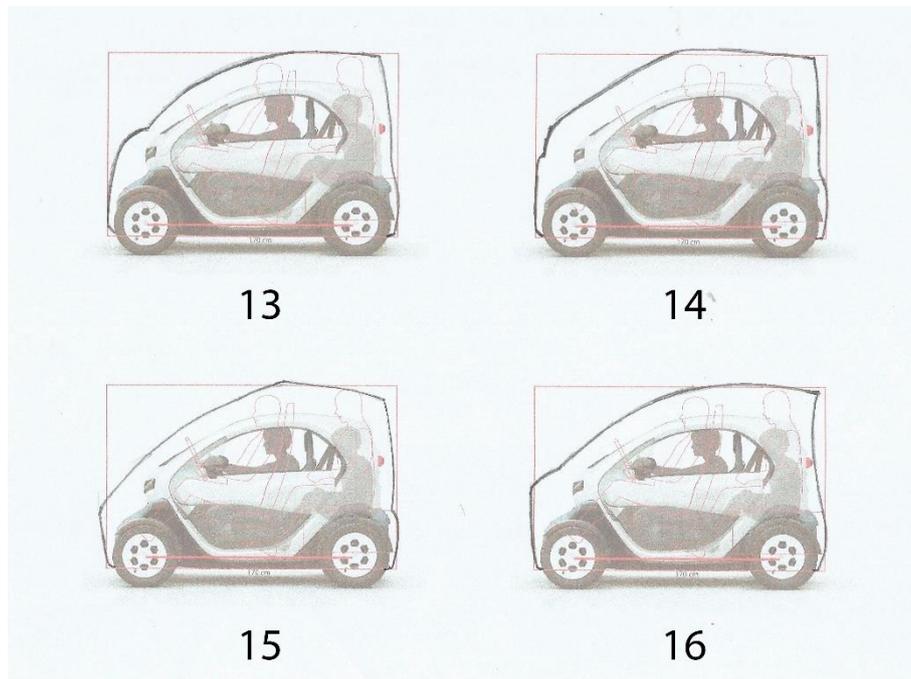
Fonte: Autor (2021)

Figura 58 – Alternativas 09 a 11.



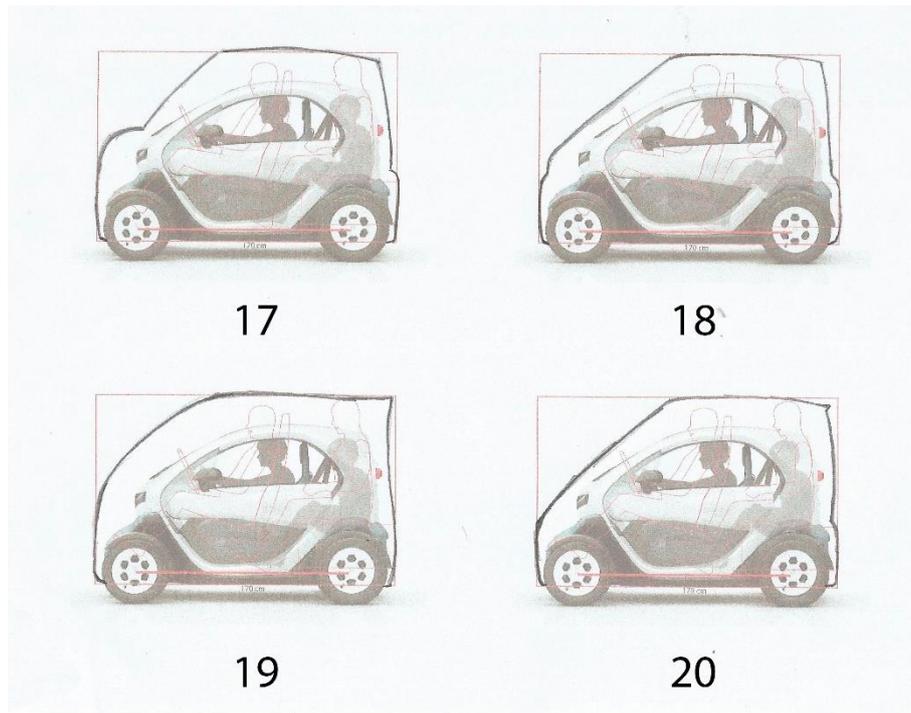
Fonte: Autor (2021)

Figura 59 – Alternativas 13 a 16.



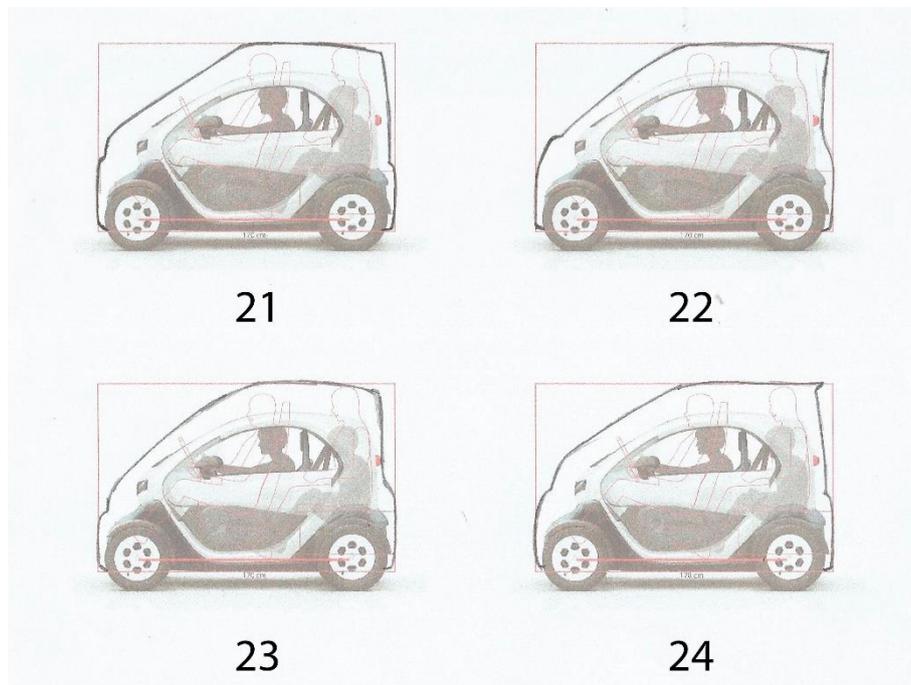
Fonte: Autor (2021)

Figura 60 – Alternativas 17 a 20.



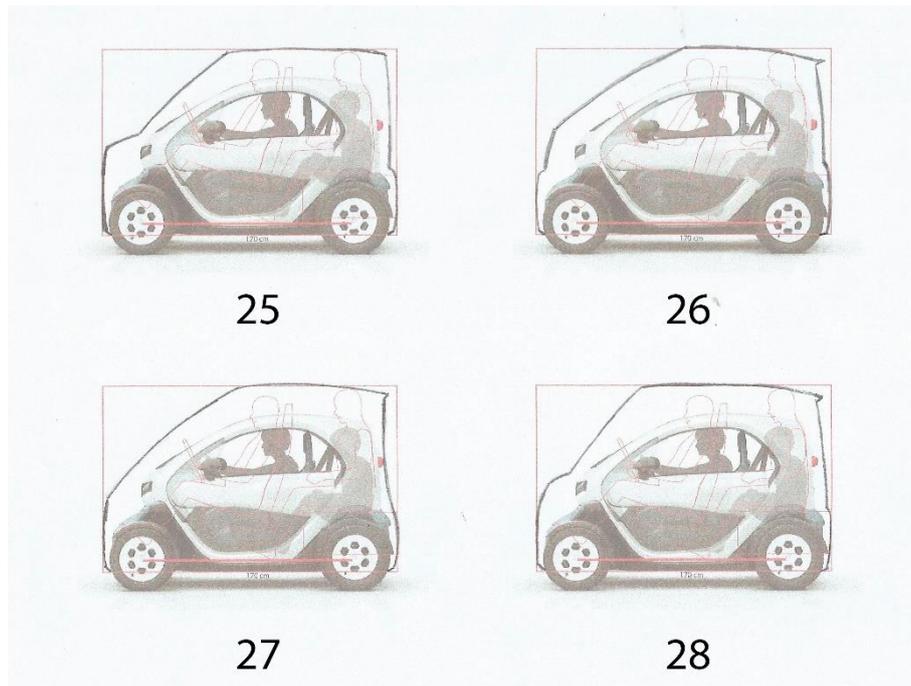
Fonte: Autor (2021)

Figura 61 – Alternativas 21 a 24.



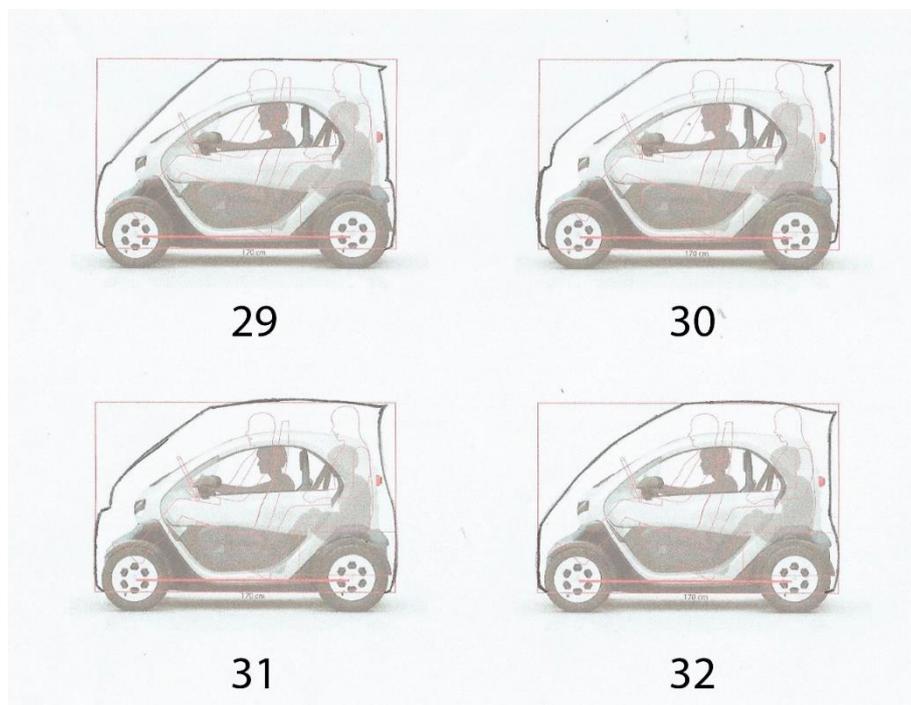
Fonte: Autor (2021)

Figura 62 – Alternativas 25 a 28.



Fonte: Autor (2021)

Figura 63 – Alternativas 29 a 32.



Fonte: Autor (2021)

Então, para realizar a seleção da alternativa, primeiramente foram aplicados critérios de segurança, que são:

Critério 01: o para-choque dianteiro tem que criar duas superfícies no mesmo nível, porém distantes verticalmente, para amenizar as lesões em caso de atropelamento de um adulto.

Se você tem uma superfície mais profunda e outra exposta, a mais exposta vai fraturar com mais facilidade o joelho do manequim;

Critério 02: capô muito próximo dos pés do motorista (pouco espaço de deformação em caso de batida);

Critério 03: capô muito próximo do motorista (espaço interno reduzido e menos segurança em caso de batidas);

critério 04: teto muito baixo na área do passageiro, fundo muito próximo do passageiro (redução de espaço interno, interferindo no conforto e na segurança).

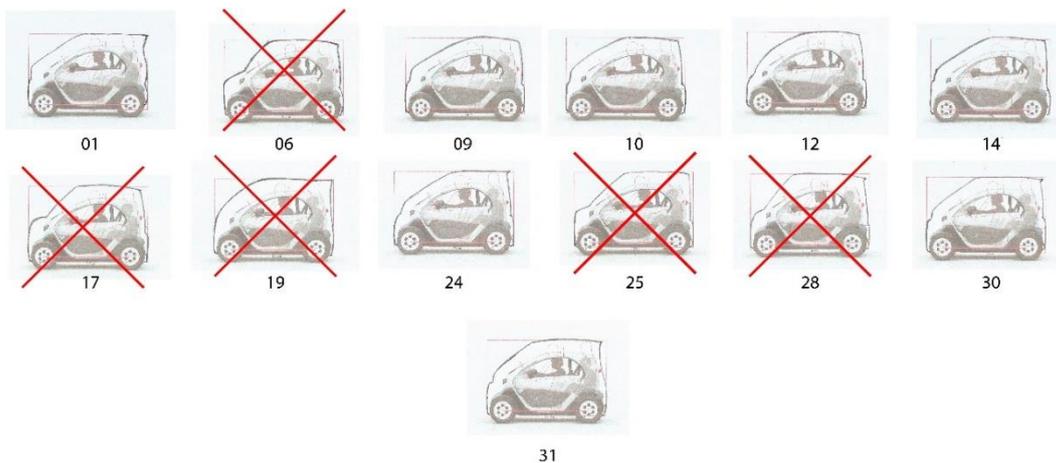
Figura 64 – Seleção de alternativas (01).



Fonte: Autor (2021)

Dentre os modelos restantes, serão aplicados os seguintes critérios: “ser percebível por pedestres” e “ter um design atrativo”, referentes aos critérios do projeto base. A partir disso foram descartados os modelos que seriam menos “atrativos” esteticamente ao público, em comparação aos modelos existentes de compactos no mercado.

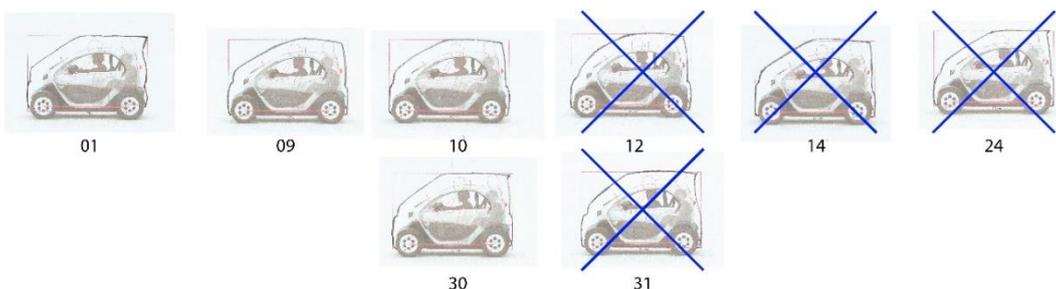
Figura 65 – Seleção de alternativas (02).



Fonte: Autor (2021)

Entre os restantes, foram escolhidos aqueles que possuem o capô mais alto, por questões de segurança, e também os que tivessem o maior espaço interno na traseira, o que ajudaria em uma versão do veículo com apenas o motorista + carga.

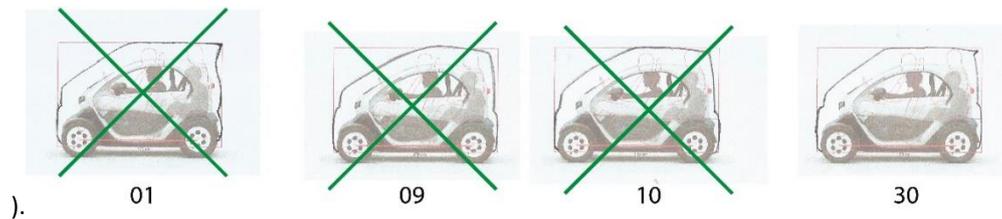
Figura 66 – Seleção de alternativas (03).



Fonte: Autor (2021)

As 4 possibilidades restantes são bem semelhantes em questão de espaço interno, segurança e funcionalidade, então a versão escolhida foi a 30, por ser considerada a mais esteticamente agradável entre as restantes.

Figura 67 – Seleção de alternativas (04

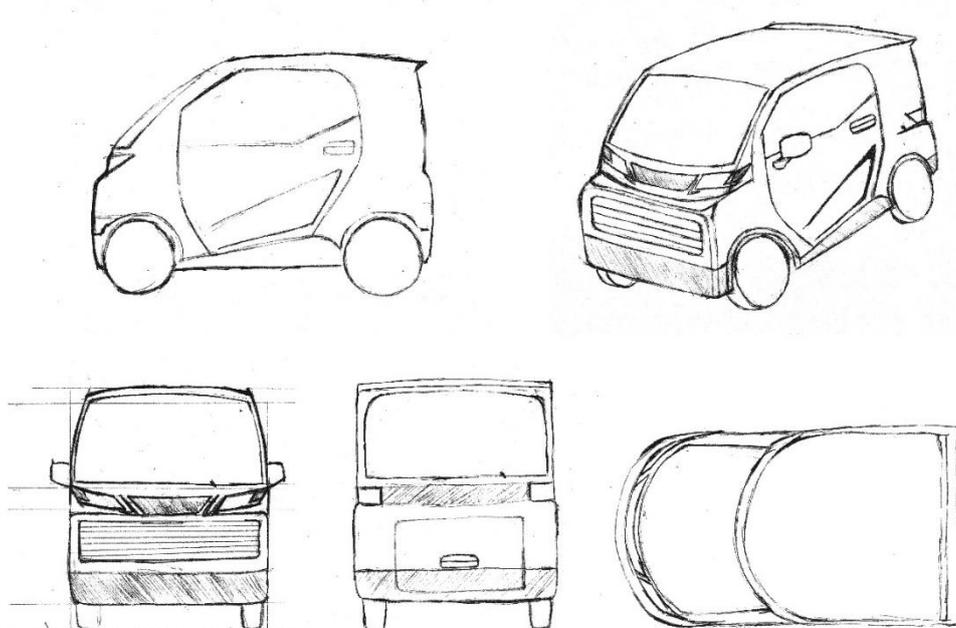


Fonte: Autor (2021)

4.4 Detalhamento da forma

Com o volume interno e a silhueta principal definidos, iniciou-se o processo de geração de alternativas para as vistas do veículo, em 2D, onde seria possível gerar as linhas principais que dariam forma ao exterior do veículo.

Figura 68 – Primeira geração de alternativas 2D.



Fonte: Autor (2022)

4.5 Geração do primeiro modelo em 3D

Para a definição final das formas do primeiro modelo gerado, optou-se pelo processo de modelagem 3D no software **Solidworks**. Esse processo de geração de alternativas se mostrou essencial no decorrer do projeto, pois a passagem do 2D para o 3D permitiu avaliar como as linhas geradas no papel se comportariam em um objeto tridimensional, sendo assim possível detectar possíveis problemas projetuais e corrigi-los.

Figura 69 – Vistas da primeira versão do veículo geradas em 3D



Fonte: Autor (2022)

Ao final da modelagem 3d do primeiro modelo (figura 69) foram detectados alguns problemas que precisariam ser corrigidos. Esteticamente o veículo correspondia em alguns aspectos que haviam sido pensados inicialmente no 2D, mas no geral havia ficado com linhas muito duras, principalmente na frente, onde havia um bloco

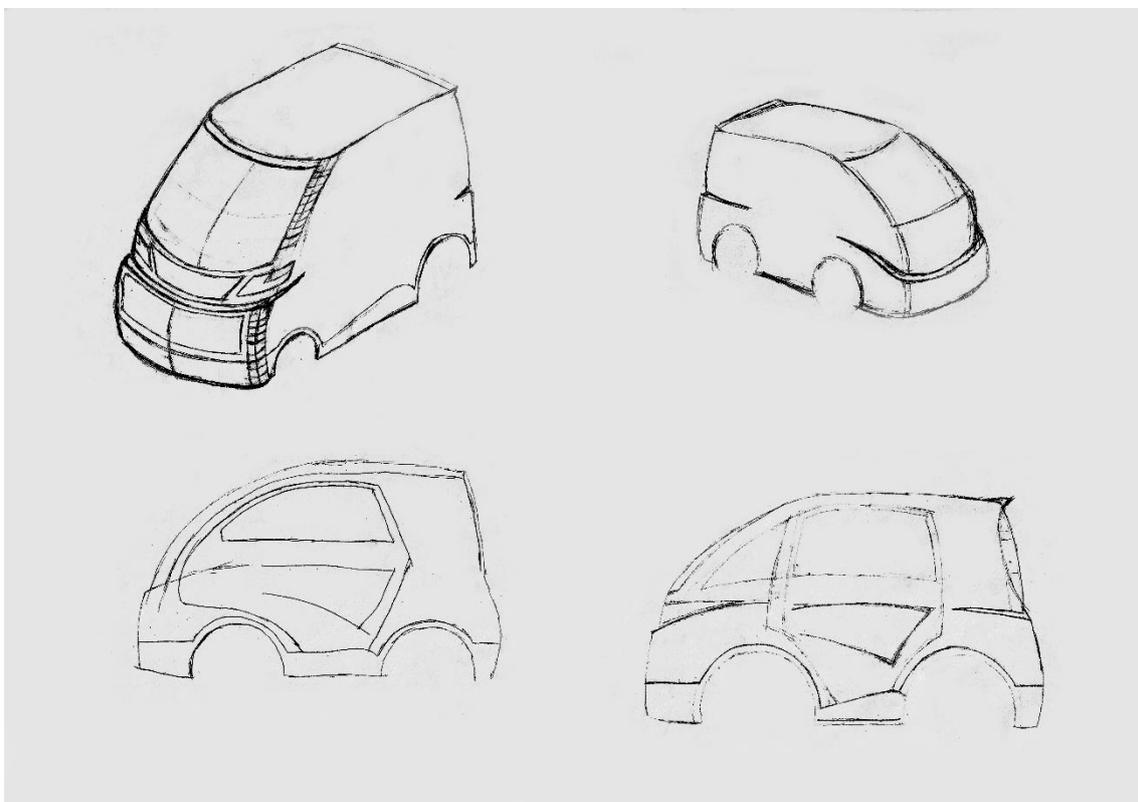
retangular que ficava desconectado do restante do veículo, e acabou fugindo do conceito inicial, que seriam formas mais fluidas e orgânicas.

Além disso, foi analisado que o volume interno destinado inicialmente para o porta-malas seria limitado demais para a proposta do veículo, que é de ser um utilitário para o núcleo de transportes, sendo assim, optou-se por retomar a ideia inicial de dois bancos na frente do veículo, um para o motorista e um para passageiro, e um terceiro banco, mais simples, na parte de trás do veículo que poderia ser reclinado para abrir um grande espaço de carga.

Sendo assim, optou-se por retornar à geração de alternativas, com o intuito de redefinir tanto a forma externa quanto o volume interno, adequando o projeto aos problemas detectados.

4.6 Geração de alternativas da segunda versão

Figura 70 – Segunda geração de alternativas 2D.



Fonte: Autor (2022)

A partir da análise dos problemas detectados no primeiro modelo, iniciou-se uma segunda geração de alternativas, inicialmente no 2D. Nela, buscou-se suavizar as linhas do veículo com formas mais arredondadas e contínuas. Para isso houve um ganho de volume tanto lateralmente, devido à adição de mais um banco na parte da frente do veículo, quanto no para-choque, que deixou de ser um bloco quadrado e ganhou uma forma mais arredondada, e esse ganho de volume influencia também no comprimento final do veículo, que aumentou.

4.7 Início da construção do modelo em escala

Então, a partir dos esboços gerados para o redesenho da forma, iniciou-se o processo de construção de um modelo físico em escala. Este modelo 3D segue o mesmo princípio do modelo gerado no Solidworks, que é de analisar como as formas geradas no 2D se comportariam no 3D, mas o diferencial deste processo para o anterior é de que, por se tratar de um processo de construção manual, foi possível analisar e corrigir possíveis problemas projetuais mais facilmente do que no software 3D, e foi possível chegar no resultado esperado para as formas do veículo com mais facilidade. Dessa forma, o modelo em escala serviu tanto como definidor de forma para o veículo quanto para apresentar a estética final do mesmo.

Com isso, foi definido que o modelo seria construído na escala 1/6, mas, antes do início da construção do modelo seria necessário estimar as novas medidas de comprimento e largura do veículo. No comprimento, como houve um ganho de tamanho do para-choque, o veículo passou de 2,40m para 2,60, e para a largura foram considerados como referenciais, inicialmente, dois bancos de 50cm de largura mais três espaços de 20cm, um entre os bancos e os espaços entre os bancos e as laterais do veículo. Sendo assim, o veículo passou de 1,30m para 1,60m de largura.

Tendo as novas medidas definidas, foi possível então iniciar a construção do modelo. O processo escolhido para a construção do modelo foi o de estrutura em cavernas. Para isso, primeiramente foram recortados 3 perfis laterais no papelão, perfis estes que serviriam como guia para a forma inicial do veículo. A seguir, foram recortadas tiras de papelão e foram coladas nos perfis, como é mostrado na figura 71, afim de formar as cavernas e também atingir a largura predefinida para o modelo.

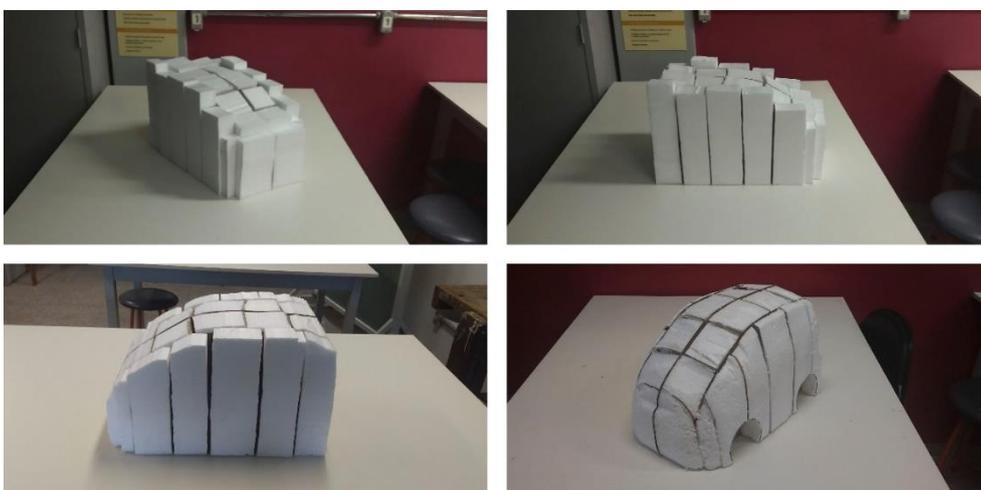
Figura 71 – Construção da estrutura de cavernas.



Fonte: Autor (2022)

Com as cavernas finalizadas, a próxima etapa foi preencher as cavidades criadas com tiras de isopor, dando o volume necessário para o modelo, como é mostrado na figura 72. Assim que todas as cavidades foram preenchidas, foi iniciado o processo de aparar os excessos de isopor. Primeiramente os excessos foram aparados seguindo as linhas guias formadas pelos perfis de papelão. Após isso, o restante da forma começou a ser esculpido com estilete e lixa. Nessa etapa foi esculpido apenas o volume principal e começou-se a dar algum volume nos para-choques. Também foram recortadas as cavidades da caixa de roda.

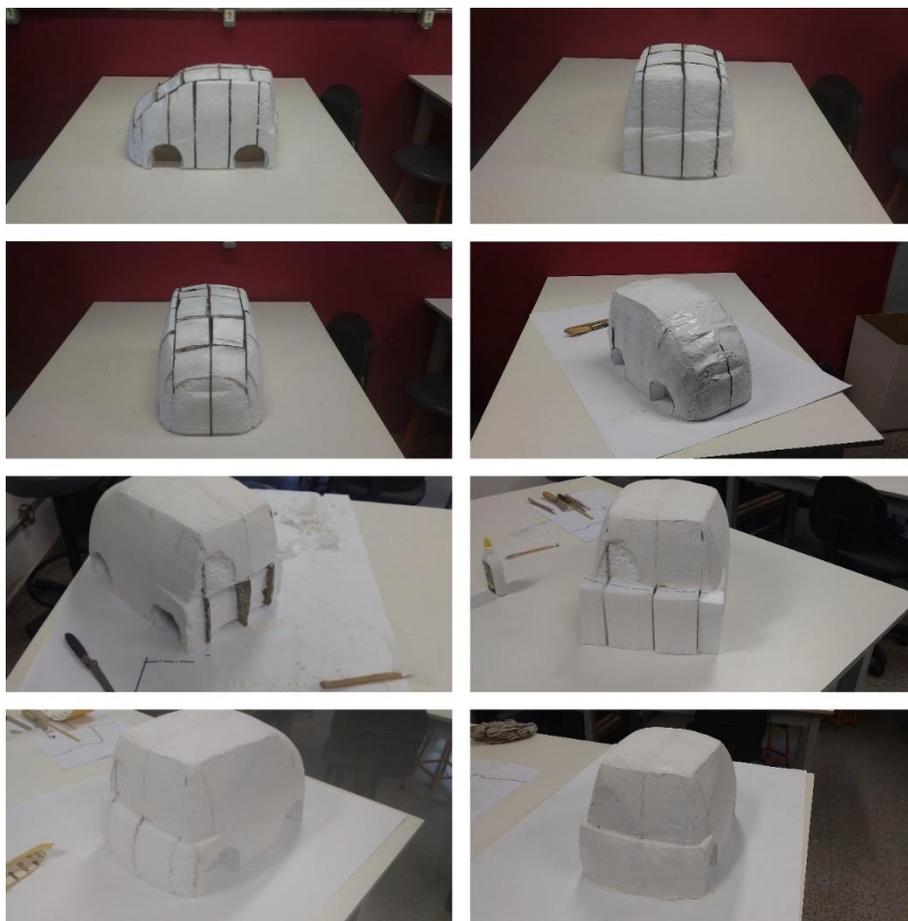
Figura 72 – Preenchimento das cavernas com isopor.



Fonte: Autor (2022)

Com o volume no isopor definido, a próxima etapa foi iniciar a aplicação das primeiras camadas de massa corrida sobre o modelo, que seria o material que o revestiria, definindo a forma final e os detalhes do veículo. Nessa etapa, após a aplicação de uma camada de massa, era necessário esperar o período de secagem do produto, que geralmente era de 1 a 2 dias. Então, com o produto seco era possível lixar a superfície do modelo e trabalhar na formado mesmo. Esta foi uma etapa onde houveram definições importantes para a forma do veículo, como o afinamento do teto na parte traseira, e também um aumento de volume e arredondamento do para-choque traseiro.

Figura 73 – Modelagem da forma do isopor e aplicação da primeira camada de massa corrida.



Fonte: Autor (2022)

Após a aplicação de algumas camadas de massa corrida e uma posterior lixação do modelo, já mais próximo de seu volume final, começou-se a elaboração de alguns gabaritos, afim de buscar uma maior simetria na forma e corrigir defeitos.

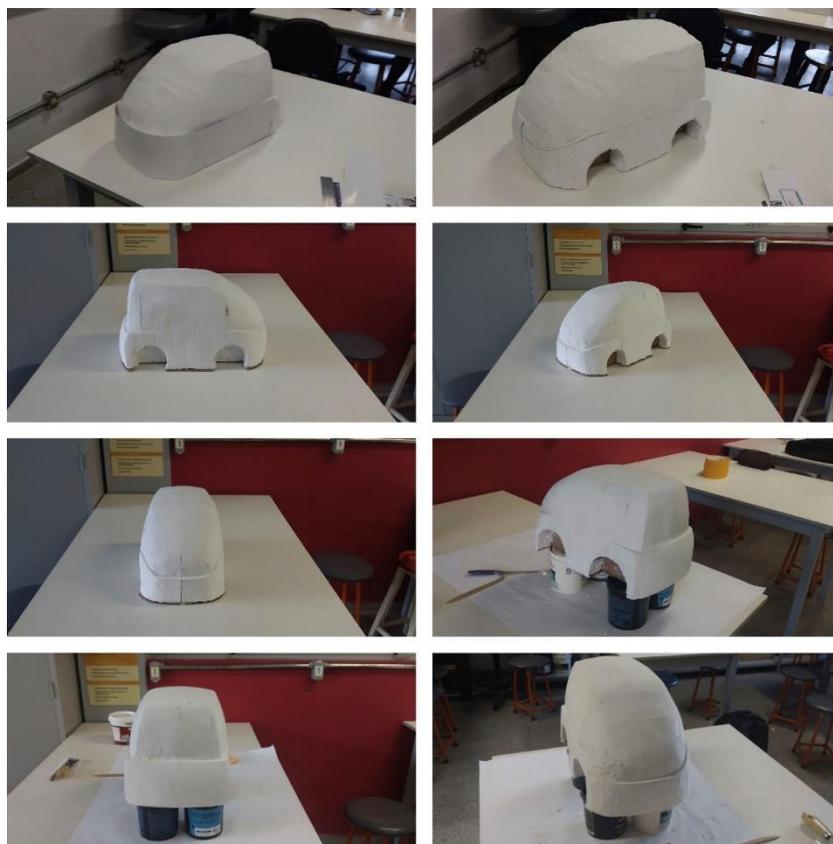
Figura 74 – Construção de gabaritos da forma.



Fonte: Autor (2022).

Como é mostrado na figura 75, foi construído um gabarito para aplicação de massa na parte frontal do veículo, com a finalidade de aumentar o volume e dar forma ao para-choque do veículo. Após isso começou o processo de aplicação de massa para corrigir os defeitos na superfície do modelo.

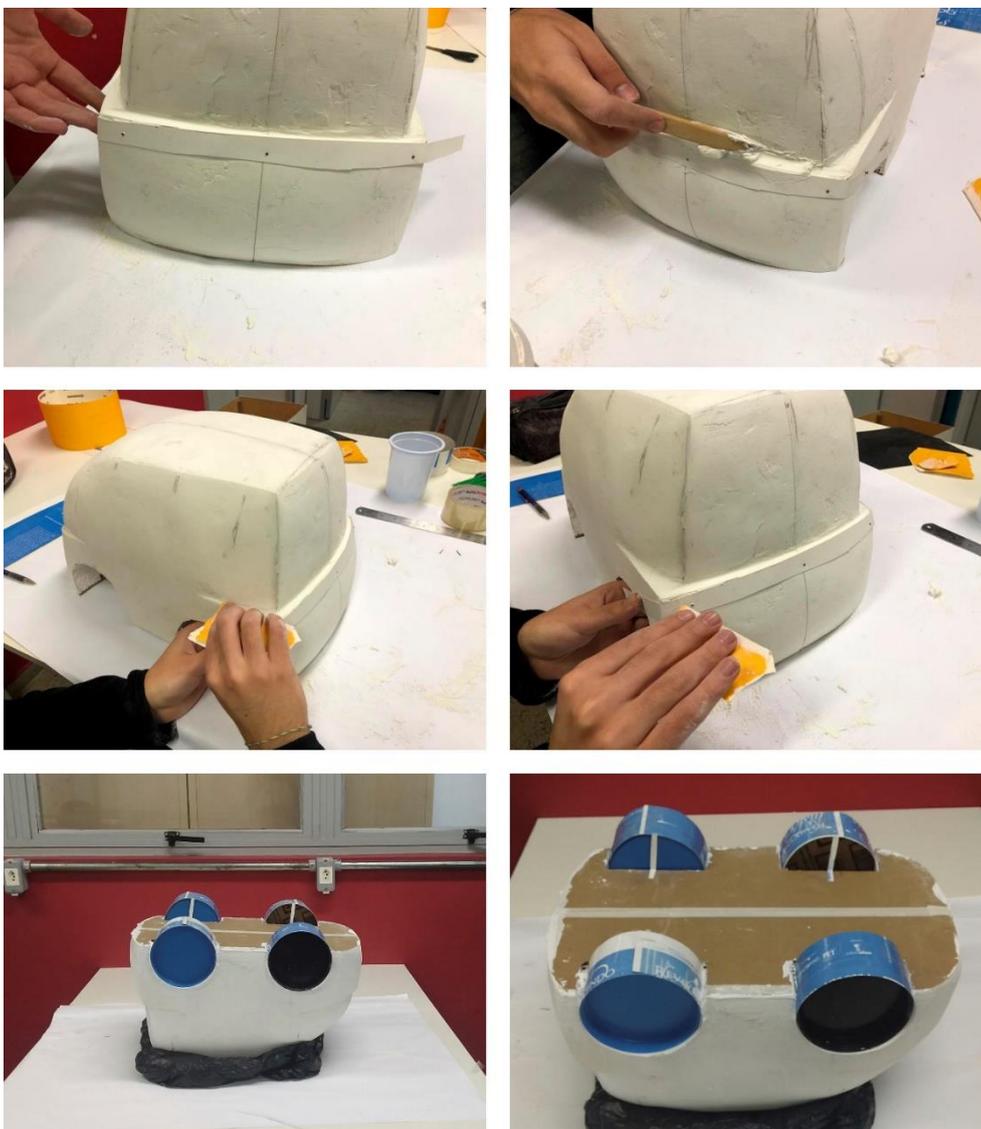
Figura 75 – Aplicação de gabaritos no para-choque frontal.



Fonte: Autor (2020).

Por fim, foram construídos alguns gabaritos para ajustes e polimento tanto no para-choque traseiro quanto para a cavidade das rodas do veículo, como é mostrado na figura 76.

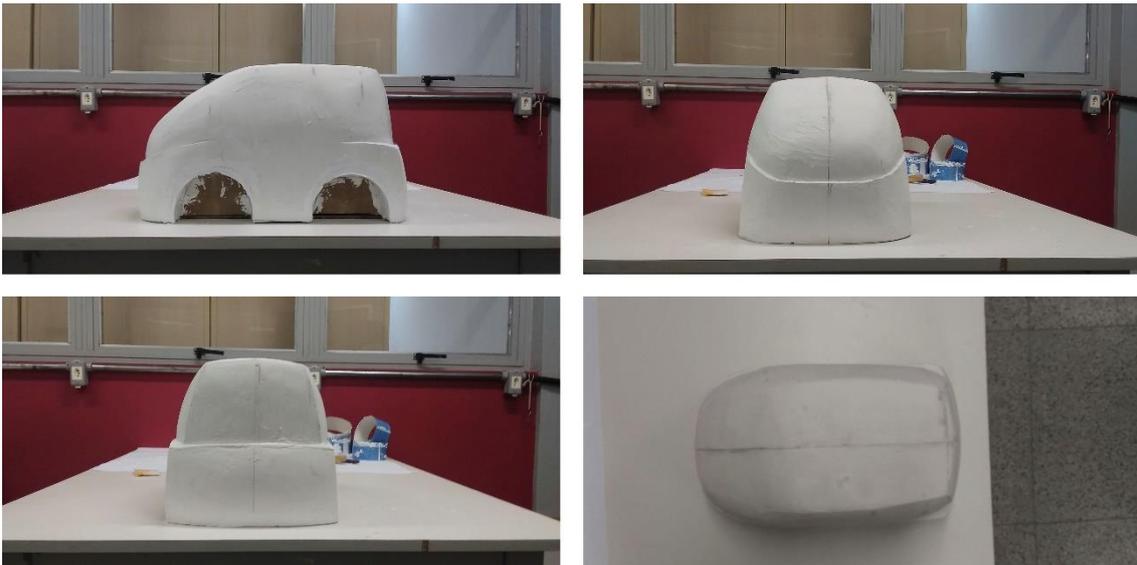
Figura 76 – Construção de gabaritos do para-choque traseiro e da cavidade das rodas.



Fonte: Autor (2022).

Após a construção dos últimos gabaritos e aplicação da massa, o volume principal do modelo pôde ser considerado finalizado, faltando apenas alguns polimentos na superfície, como é mostrado na figura 77.

Figura 77 – Alisamento parcial da superfície do modelo



Fonte: Autor (2022).

Com isso, a próxima etapa do projeto seria a definição formal dos outros elementos que integram o veículo, como portas, janelas, para-brisa, porta-malas, entre outros; e a redefinição do posicionamento dos passageiros e redistribuição do volume interno, a partir da nova forma gerada.

Para isso, optou-se pela construção de um modelo de análise, utilizando-se de conceitos já referenciados anteriormente e também alguns conceitos novos, afim de analisar e confirmar questões como ergonomia dos passageiros, ergonomia de abrangência visual e redimensionamento de alguns elementos do veículo, como entre eixos, painel e volume do porta malas.

Sendo assim, optou-se por uma pausa na construção do modelo em escala, que seria retomada assim que todas essas questões formais fossem resolvidas.

5 VALIDAÇÃO E ANÁLISES

5.1 Modelo de análise

Qual a função do Modelo de Análise? O objectivo da construção do modelo de análise é fazer com que as nossas ideias assumam uma forma conceptual que as torne exequíveis, i.e., que elas se mostrem capazes de fundamentar o trabalho de recolha e análise dos dados provenientes da observação. **Trata-se de traduzir ideias teóricas, ou conceitos, em noções operacionais no âmbito da observação no terreno.** (COSTA, 2011, p.25)

Segundo Costa (2011), o modelo de análise é construído a partir de conceitos considerados fundamentais para discorrer sobre o problema que estamos estudando e, partindo das relações que eles têm entre si, passamos para o momento da elaboração das hipóteses, que são respostas hipotéticas à pergunta de partida.

Para o estudo a seguir, foi construído uma estrutura em escala 1:1 do veículo, que reproduzia em escala real o volume definido no mocape 1:6. O propósito desse estudo consistiu em definir questões que estavam em aberto nos seguintes tópicos:

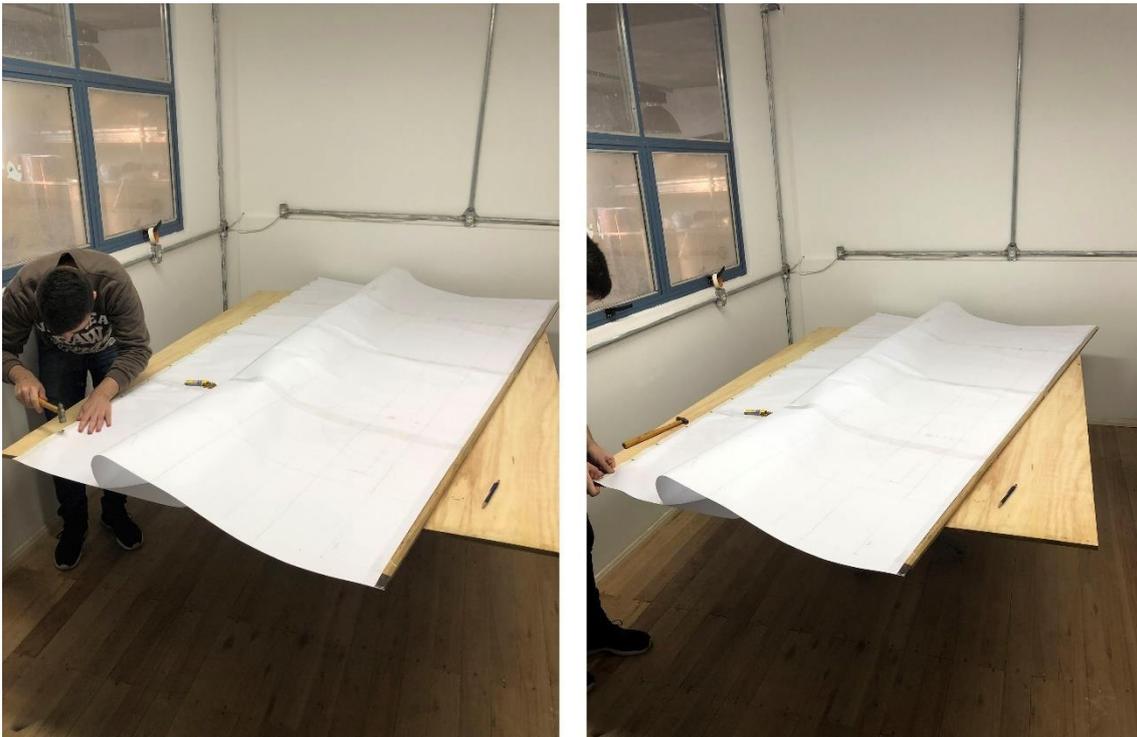
- Ergonomia veicular (posicionamento do condutor e passageiros);
- Ergonomia da abrangência visual (percepção/visão do condutor);
- Redimensionamento de volumes e estruturas (porta-malas, painel).

Para esse estudo foram aplicados e adaptados os conceitos ergonômicos apresentados por Dreyfuss no livro **As medidas do homem e da mulher: Fatores humanos em design** (Figura 44), assim como os apresentados na ABNT NBR 6060.

5.2 Construção da estrutura

O primeiro passo para a realização desse estudo foi a construção da estrutura do modelo de análise. Para isso, inicialmente foi feito um mural que continha o perfil lateral do veículo em escala real, mantendo as proporções definidas anteriormente no mocape.

Figura 78 – Construção do painel da vista lateral do veículo.



Fonte: Autor (2022).

Além disso, como já havia sido citado anteriormente, devido às mudanças nas dimensões e na forma do veículo, se fez necessário uma alteração na medida do entre eixos. Sendo assim, foi determinado que o entre eixos seria reduzido para 135 cm, pois houve um recuo da roda frontal para que pudesse haver um arredondamento maior do para choque. Também ficou definido que tanto a roda frontal quanto a traseira seriam da medida 145/80/R13 (562 mm de diâmetro e 145mm de largura), e que a caixa de roda teria uma folga de 5 cm. A distância definida entre o início do veículo e o eixo da roda frontal foi de 68 cm.

Figura 79 – Traçado da silhueta lateral do veículo no painel.



Fonte: Autor (2022).

Com o desenho do perfil lateral finalizado, também foram criados perfis em papelão para as rodas, e na sequência foi elaborado o primeiro boneco, em papel pardo, como é mostrado na figura 79. Este boneco continha as dimensões de uma pessoa de percentil 95% (1,90m), e para posicioná-lo foram utilizados os ângulos de conforto apresentados por Dreyfuss.

A próxima etapa foi a construção da plataforma que representaria o assoalho do veículo. Para isso foi criada uma estrutura de suporte que apoiaria uma chapa de madeira, e a deixaria a 40 cm do chão (25 cm do chão até o fundo do veículo, somados aos 15 cm do espaço para baterias). A chapa de madeira possuía as dimensões de 160 cm de largura e 260 cm de comprimento, as dimensões reais do veículo.

Figura 80 – Construção da estrutura do assoalho e estrutura de suporte dos bancos



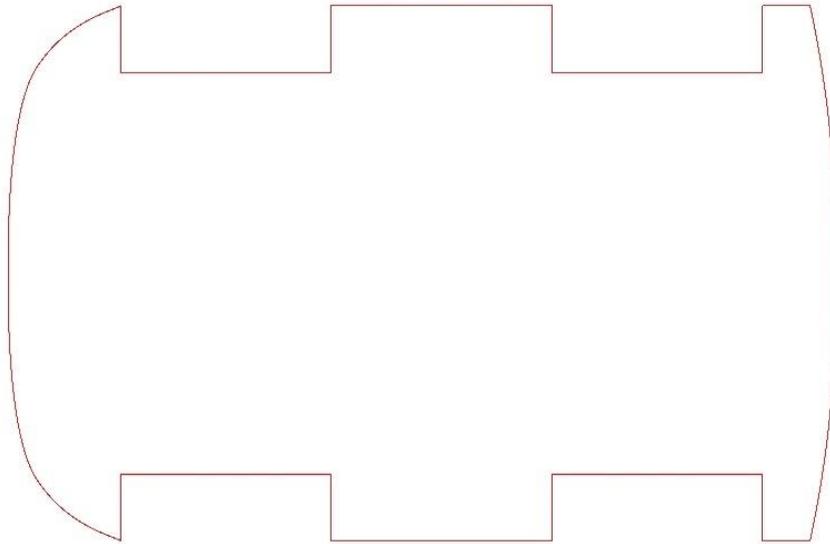
Fonte: Autor (2022).

Para a sequência da construção do modelo foram obtidos um volante e dois bancos reais de um veículo, o que possibilitou uma maior precisão na hora dos testes.

Com a obtenção dos bancos, a próxima etapa foi a construção de uma estrutura de fixação para os bancos. Para isso, primeiramente era necessário definir o posicionamento dos bancos a partir de suas dimensões. Após as medições, foi constatado que o assento dos bancos possuía 55cm de largura e 55 cm de comprimento. Além disso, foi levado em consideração a medida das caixas de roda, que ultrapassaram em parte a altura do assoalho e necessitariam de no mínimo 20 cm de profundidade, devido à largura dos pneus somada a do motor de ponta de eixo. Sendo assim, a estrutura de fixação ficou com 120 cm de largura, tendo uma folga de 20 cm de cada lado nas laterais do veículo, e uma folga de 10 cm entre os bancos. Já em relação a altura dos bancos, a estrutura ficou com 20 cm, de forma que o ponto mais baixo da superfície do banco ficasse a 30 cm da superfície do assoalho. Com a estrutura de fixação definida, a última medida pendente dos bancos era a distância que eles ficariam da frente do veículo, que seria determinada posteriormente, pois estava relacionada a outros elementos que precisariam ser definidos primeiro.

Sendo assim, a próxima etapa da construção do modelo de análise foi a marcação da silhueta do perfil superior do veículo na chapa de madeira. Para isso, primeiramente foi construído um gabarito com as medidas, gerado a partir da silhueta do mocape.

Figura 81 – Gabarito da vista superior do veículo.



Fonte: Autor (2022).

Após isso, foram gerados gabaritos no papel das partes necessárias, e a silhueta superior foi desenhada na chapa de madeira, delimitando as dimensões do veículo, como mostrado na figura 82.

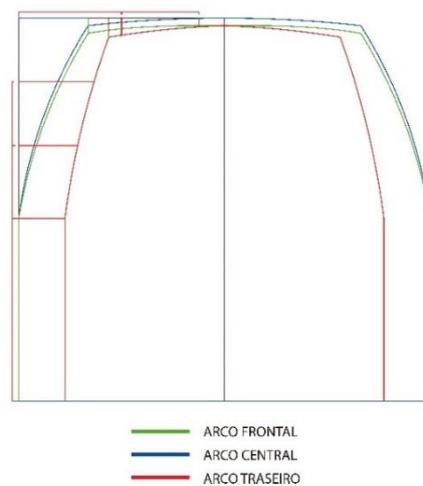
Figura 82 – Construção do desenho da vista superior do veículo na chapa de madeira.



Fonte: Autor (2022).

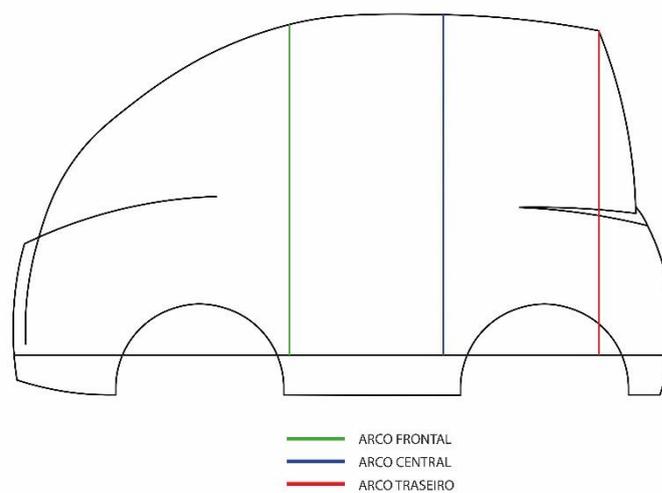
Com essa parte finalizada, a próxima etapa foi a construção da estrutura que delimitaria o volume interno do veículo. Para isso, a primeira etapa do processo foi a medição e delimitação dos arcos de suporte da estrutura, a partir do volume gerado no mocape. Após a coleta das medidas, foram gerados os gabaritos de três arcos, conforme é mostrado nas figuras 83 e 84.

Figura 83 – Gabarito dos arcos da estrutura do veículo.



Fonte: Autor (2022).

Figura 84 – Posição dos arcos no veículo.



Fonte: Autor (2022).

Na sequência foram construídos os gabaritos em papel, que serviriam para realizar a marcação dos arcos na madeira. Então foram recortados em uma madeira mais grossa os arcos das laterais, que serviriam como suporte para os arcos do teto.

Após fixar os arcos laterais na chapa de madeira do assoalho, foram utilizadas varetas finas de madeira e barbante para moldar e construir os três arcos do teto.

Figura 85 – Construção dos arcos, em madeira.



Fonte: Autor (2022).

Com os arcos de suporte finalizados, a próxima parte seria a construção dos arcos que definiriam o volume da parte frontal do veículo. Para a construção desses arcos também foram utilizadas varetas finas de madeira, que teriam a flexibilidade suficiente para representar com maior precisão as curvas necessárias. Para a representação desse volume foi desconsiderado o volume do para choque frontal, sendo assim, foram criadas três estruturas de fixação, que foram colocadas na chapa de madeira e acompanhavam a silhueta desenhada, mas possuíam um recuo de 5cm para dentro em relação ao desenho.

Após posicionados esses pontos de fixação, foram criados três arcos, um deles acompanhava o centro da estrutura e os outros dois acompanhavam os cantos dos arcos de suporte. Após fixadas em todos os cantos, a posição das varetas foi ajustada de modo que representasse o volume frontal com uma maior precisão.

Figura 86 – Fixação dos arcos e das varetas na estrutura.

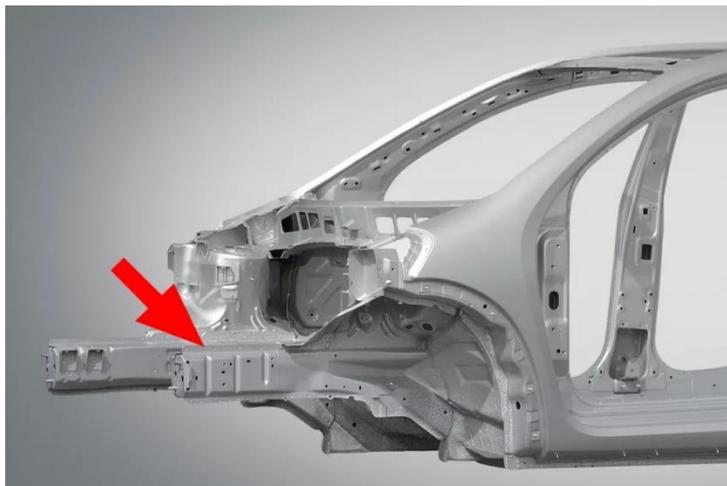


Fonte: Autor (2022).

Com a estrutura que representa o volume finalizada, a próxima etapa foi a elaboração e o posicionamento de uma estrutura que representasse os pedais do veículo. Para isso, o principal fator levado em consideração na hora de posicionar foi a segurança dos passageiros, devido à proximidade deles com a frente do carro, afim de evitar lesões em caso de batidas.

Segundo Schaun (2019), os carros modernos deformam de forma pré-programada. Os fabricantes fazem marcações na estrutura para que o metal seja deformado de forma prevista, inclusive em simulações virtuais. Dessa forma, é possível calcular a quantidade de energia absorvida e transferir a força do impacto para regiões mais reforçadas da estrutura, assim como é apresentado na figura 87, que mostra um chassi monobloco com ranhuras de deformação.

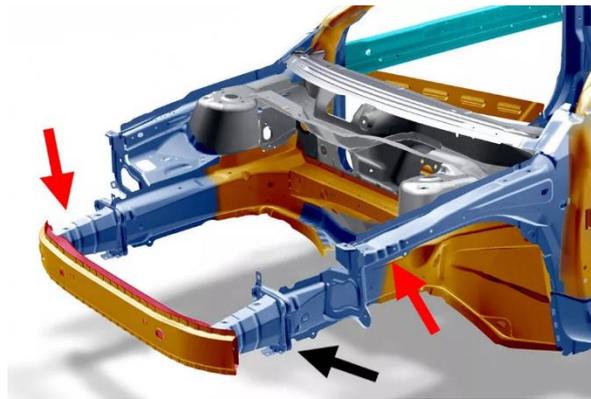
Figura 87 - chassi monobloco com ranhuras que determinam o ponto de deformação em colisões



Fonte: Auto Esporte (2019). Em: <https://autoesporte.globo.com/carros/noticia/2019/09/o-que-e-carroceria-com-deformacao-programada.ghtml>.

Além disso, segundo Barros (2018), os para-choque devem ser projetados para absorver a energia e transferir controladamente o esforço para a carroceria quando impactado, fornecendo proteção à carroceria, seus componentes e passageiros durante eventuais colisões. E isso se deve principalmente ao desenvolvimento da barra de impacto, como é mostrado na figura 88.

Figura 88 – Exemplo de barra de impacto em chassi monobloco.



Fonte: Auto Esporte (2019). Em: <https://autoesporte.globo.com/carros/noticia/2019/09/o-que-e-carroceria-com-deformacao-programada.ghtml>

Sendo assim, foi determinado que haveria uma distância de 30 cm entre a frente do veículo e a estrutura dos pedais, afim de permitir espaço para a construção de uma estrutura de deformação programada. Além disso, os pedais foram centralizados em relação ao banco do condutor.

Em relação às dimensões, a base de apoio para os pés possuía 20 cm de largura por 22cm de comprimento, e foi posicionada em 45 graus, de acordo com os ângulos de conforto apresentados por Dreyfuss (2005).

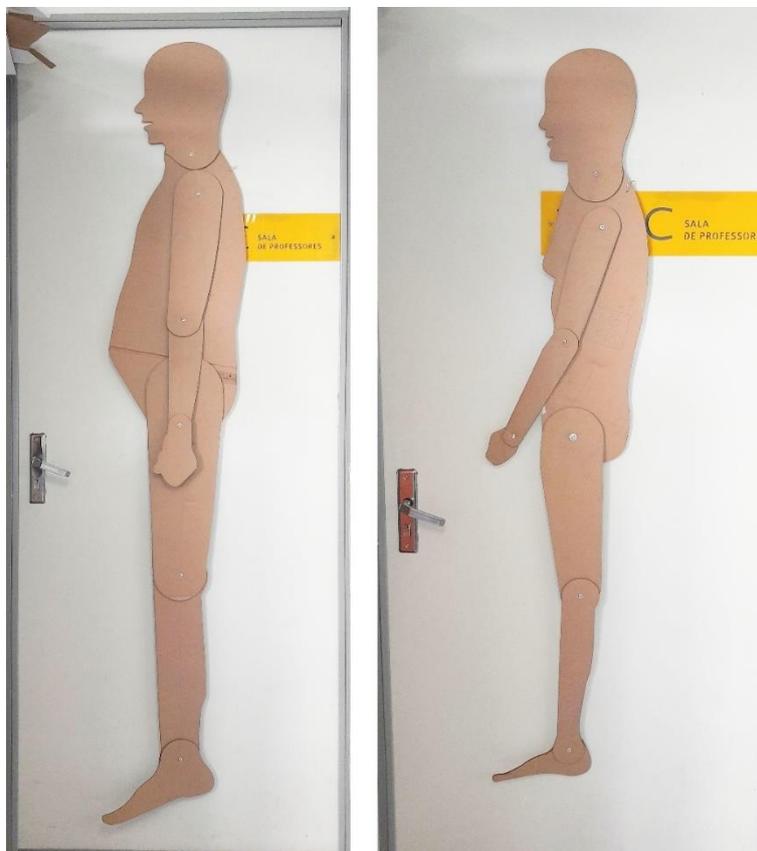
Figura 89 – Posicionamento do pedal.



Fonte: Autor (2022).

Finalizado o posicionamento dos pedais, a próxima etapa foi a construção da estrutura do painel e a estrutura de fixação do volante. Para isso, primeiramente foram elaborados dois bonecos ergonômicos articulados, em papelão (figura 90), um correspondendo ao percentil 95% (homem - 1,92m) e outro ao percentil 5% (mulher – 1,47m) que serviriam como referência tanto para a altura do painel quanto para a altura do volante. Tanto as medidas utilizadas para a construção dos bonecos ergonômicos quanto as medidas de inclinação e posicionamentos do painel e volante foram referenciadas e adaptadas de Dreyfuss (2005).

Figura 90 – Bonecos ergonômicos de percentil 95% (esquerda) e 5% (direita).



Fonte: Autor (2022).

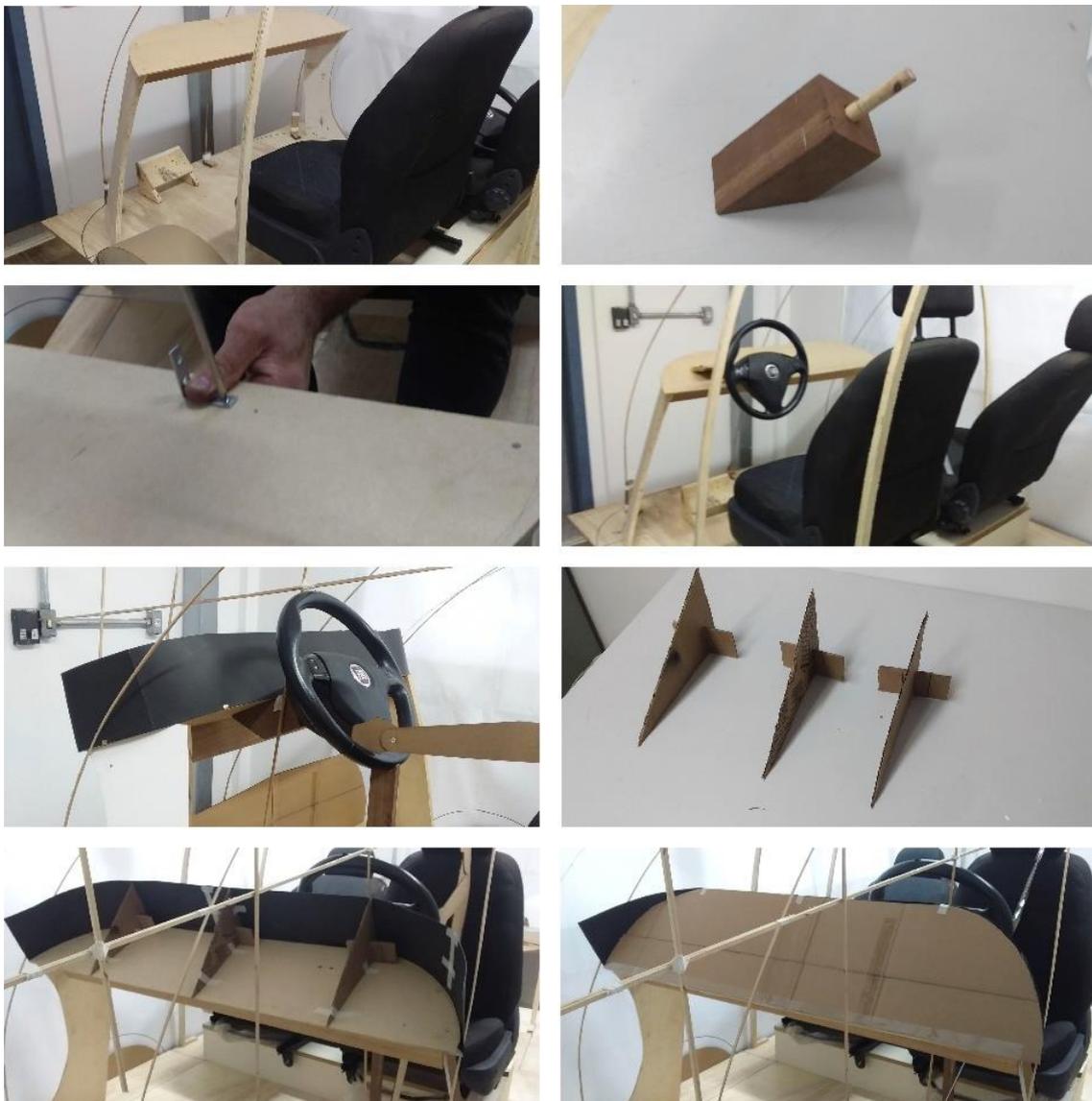
Com o boneco percentil 95% devidamente posicionado nos ângulos de conforto, no banco e no pedal, foi possível definir a posição do ponto de fixação do volante, que inicialmente ficou a 70 cm de altura do assoalho do veículo e a 50 cm da frente do veículo, além disso, o volante foi posicionado em uma angulação de 35 graus. Por se tratar de um elemento passível de regulagens e ajustes, não se faz necessário esse

exato posicionamento do volante, podendo variar de usuário para usuário, sendo esta apenas uma posição inicial.

Acima do ponto de fixação do volante foi construído o display do painel, com 15 cm de altura e inclinação de 10 graus. Com isso, o ponto mais alto do painel ficou a 85 cm de altura do assoalho e 45 cm da frente do veículo.

Para a construção da estrutura de base do painel foram utilizadas chapas de madeira, e em seguida foi posicionada a estrutura de fixação do volante. Por fim, a estrutura que representava o display do painel foi construída com papelão e cartolina preta.

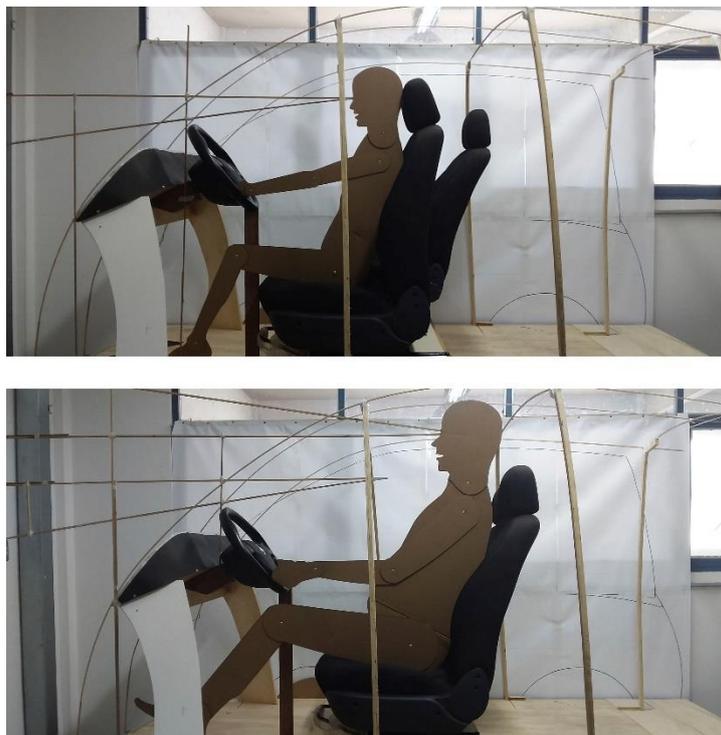
Figura 91 – Construção do painel e posicionamento do volante.



Fonte: Autor (2022)

Por fim, as últimas estruturas construídas para as análises foram as linhas de visão do condutor do veículo. Para isso, os bonecos ergonômicos foram colocados no banco do condutor na posição adequada e as linhas de visão foram reproduzidas com varetas de madeira, utilizando os ângulos de visão considerados ideais por Dreyfuss.

Figura 92 – Construção das linhas do campo de visão do condutor



Fonte: Autor (2022).

Com todas as estruturas de análise finalizadas, foi possível dar início às análises e aos testes necessários.

5.3 Análise de ergonomia veicular

A primeira etapa das análises consistiu em definir ergonomicamente a posição do condutor e os elementos que o rodeiam, como volante, pedais, entre outros. Para isso, primeiramente foi determinado qual seria o posicionamento dos pedais.

Como citado anteriormente, a superfície do pedal foi posicionada com 45 graus de inclinação, e o pedal foi posicionado com 30 cm de folga em relação à frente do

veículo, por questões de segurança; além disso foi posicionado centralizado ao banco do condutor.

A partir desse posicionamento, a próxima etapa seria determinar a distância entre o banco e os pedais.

Por um banco de carro se tratar de um elemento passível de regulagens, pois é possível ajustar a sua distância em relação aos pedais através de um trilho de deslocamento, assim como é possível regular a angulação do encosto, optou-se por trabalhar com os dois extremos para as definições ergonômicas do banco. Para isso, primeiramente utilizou-se do boneco ergonômico de percentil 95%.

Nessa primeira análise, o banco foi posicionado no final do trilho, implicando na distância máxima possível entre o banco e os pedais. Em seguida, o boneco percentil 95% foi posicionado no banco, com suas pernas e tronco ajustados nos ângulos de conforto propostos por Dreyfuss, e então a posição da base de suporte do banco foi deslocada, de forma que os pés do boneco fossem adequadamente posicionados nos pedais, como é mostrado na figura 93.

A partir desse posicionamento foi determinado que o elemento que serviria como referência para fixar uma medida definitiva de posicionamento seria o trilho do banco. Então, após medições, determinou-se que a distância entre o início do veículo e o trilho seria de 103 cm.

Figura 93 – Análise de posicionamento do banco a partir do boneco percentil 95%.



Fonte: Autor (2022).

Após isso, o próximo elemento a ser analisado seria a posição do volante em relação ao condutor.

Como citado anteriormente, o ponto de fixação do volante ficava a 70 cm de altura do assoalho do veículo e a 50 cm da frente do veículo, e o volante possuía uma inclinação de 35 graus. A partir disso, foi possível analisar que mesmo em uma posição extrema do banco, o percentil 95% conseguiria alcançar o volante, e com alguns pequenos ajustes de regulagem, que variam de usuário para usuário, era possível atingir uma posição de conforto.

Figura 94 – Posicionamento dos pés e das mãos do boneco percentil 95%.



Fonte: Autor (2022).

Ao final da análise do percentil 95%, a próxima etapa seria a análise da posição do banco e volante a partir do boneco percentil 5%. Para isso, primeiramente o banco foi deslocado para o início do trilho, que possuía uma distância de deslocamento de 12,7 cm. Em seguida o boneco foi posicionado de forma em que os pés e mãos alcançassem os pedais e o volante respectivamente, e o banco foi posicionado em uma posição de maior conforto para o condutor.

Figura 95 - Análise de posicionamento do banco a partir do boneco percentil 5%.



Fonte: Autor (2022).

A partir desses posicionamentos, como é mostrado na figura 96, é possível analisar que mesmo se tratando do outro extremo, o condutor ainda consegue executar as funções predeterminadas mantendo um certo conforto.

Figura 96 – Posicionamento dos pés e das mãos do boneco percentil 5%.

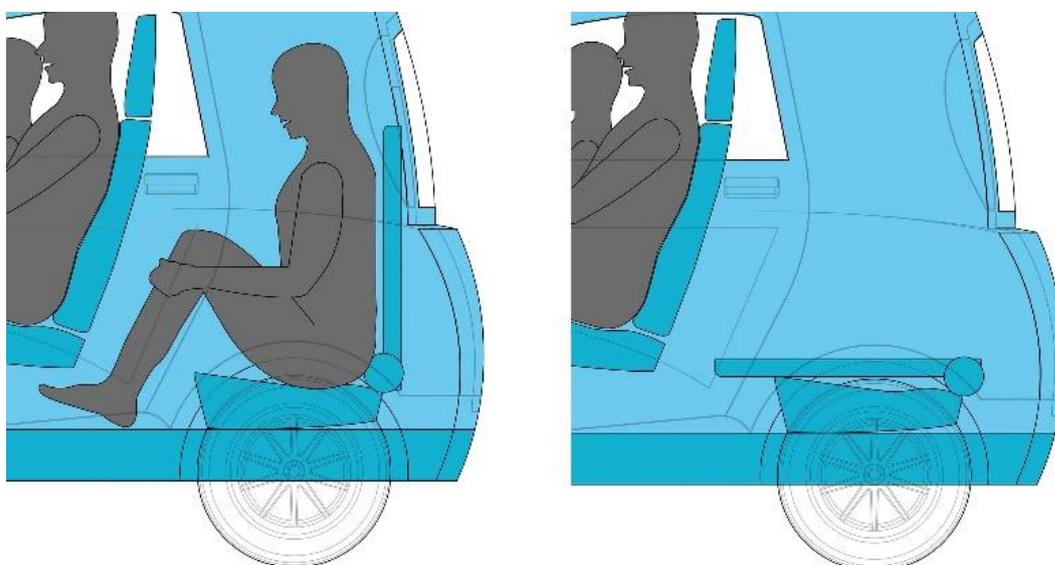


Fonte: Autor (2022).

Com as definições em relação ao condutor e passageiro concluídas, a próxima etapa seria definir o posicionamento do banco traseiro do veículo.

Afim de facilitar uma montagem e desmontagem do banco, com o intuito de abrir espaço para o porta-malas, o banco traseiro foi pensado para ser um banco mais simples, de um lugar apenas. O seu assento teria as mesmas dimensões dos outros bancos e ficaria centralizado no veículo, mas o encosto seria mais estreito, e ficaria encostado na abertura do porta-malas. Quando fosse necessário carregar cargas grandes, o banco poderia ser inclinado em 90 graus, abrindo um grande espaço de porta-malas, como é mostrado na figura 97.

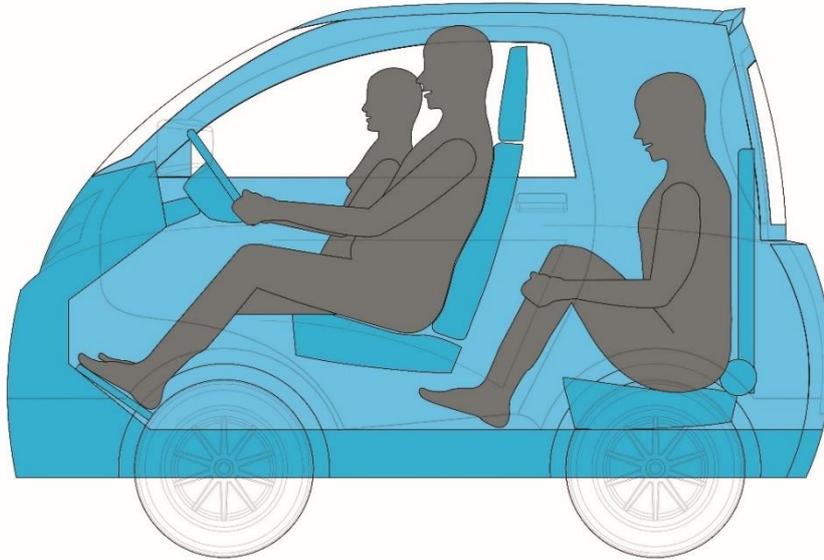
Figura 97 – Funcionamento do banco traseiro do veículo.



Fonte: Autor (2022).

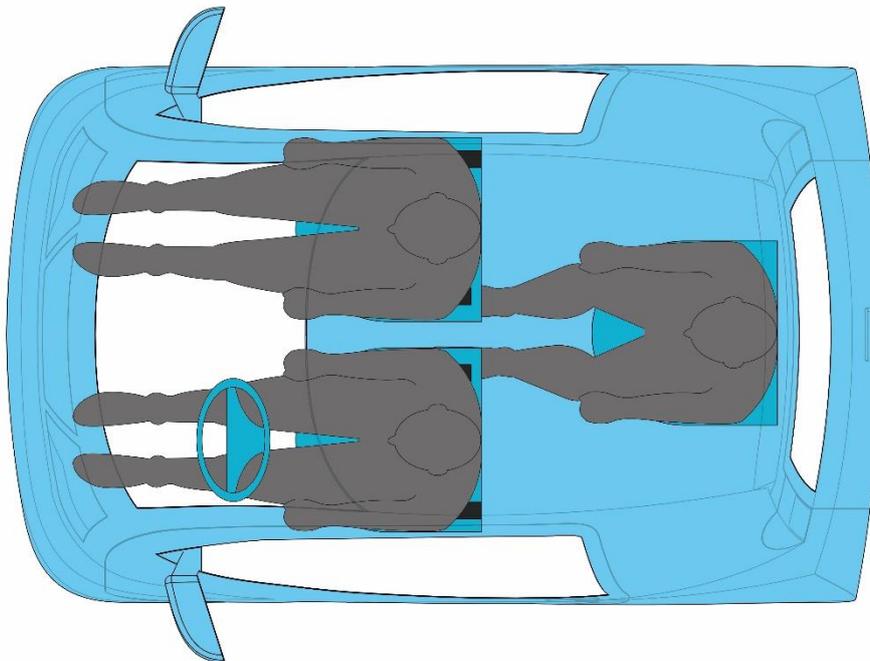
Com isso, foram finalizadas as análises ergonômicas dos bancos, volante e pedais, assim como a disposição dos passageiros, como é mostrado nas figuras 98, 99 e 100.

Figura 98 – Disposição dos passageiros na vista lateral do veículo.



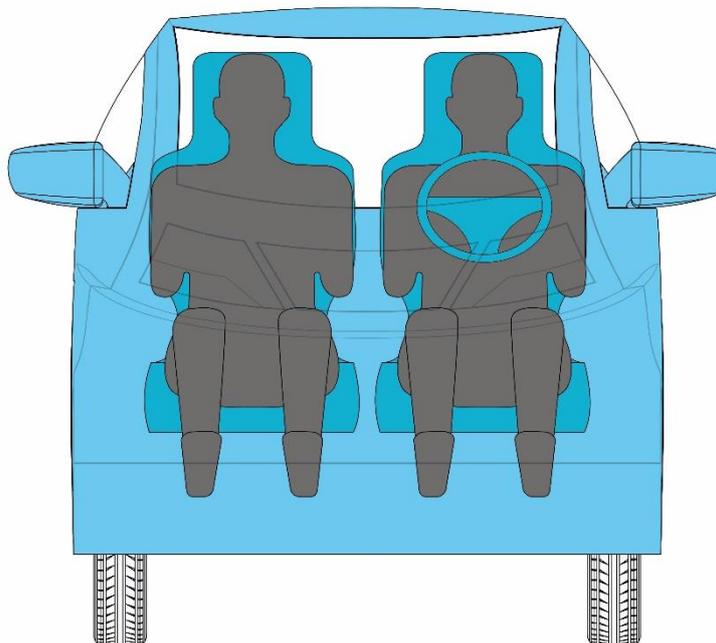
Fonte: Autor (2022)

Figura 99 – Disposição dos passageiros na vista superior do veículo.



Fonte: Autor (2022).

Figura 100 – Disposição dos passageiros na vista frontal do veículo



Fonte: Autor (2022).

Finalizada essa etapa, o próximo passo foi a análise da ergonomia da abrangência visual do veículo.

5.4 Análise de ergonomia da abrangência visual do veículo

A análise de ergonomia da abrangência visual do veículo consistiu em definir os elementos que interfeririam na percepção visual do condutor, como para-brisa, janelas e altura do painel. Para essa análise foram considerados tanto os conceitos apresentados por Dreyfuss (2005), quanto as definições presentes na norma ABNT NBR 6060.

Primeiramente foi analisado o campo de visão vertical do condutor. Esse estudo permitiu determinar quais seriam o ponto mais alto e o mais baixo de percepção visual do condutor, e também definiria o tamanho mínimo que o para-brisa deveria ter.

Para obter as linhas do campo de visão vertical do condutor era necessário obter a linha de visão mais alta do percentil 95% e a linha de visão mais baixa do percentil 5%.

Então, primeiramente foi necessário colocar os dois bonecos ergonômicos em suas posições ergonômicas predefinidas anteriormente, no assento do veículo. Em seguida, assim como determinado por Dreyfuss (2005), a partir dos olhos do boneco percentil 95% foi traçado uma linha inclinada 15 graus para cima, e a partir dos olhos do boneco percentil 5% foi traçado uma linha inclinada 12,5 graus para baixo. No modelo de análise, como citado anteriormente, essas linhas foram construídas com varetas finas de madeira, como é mostrado na figura 101.

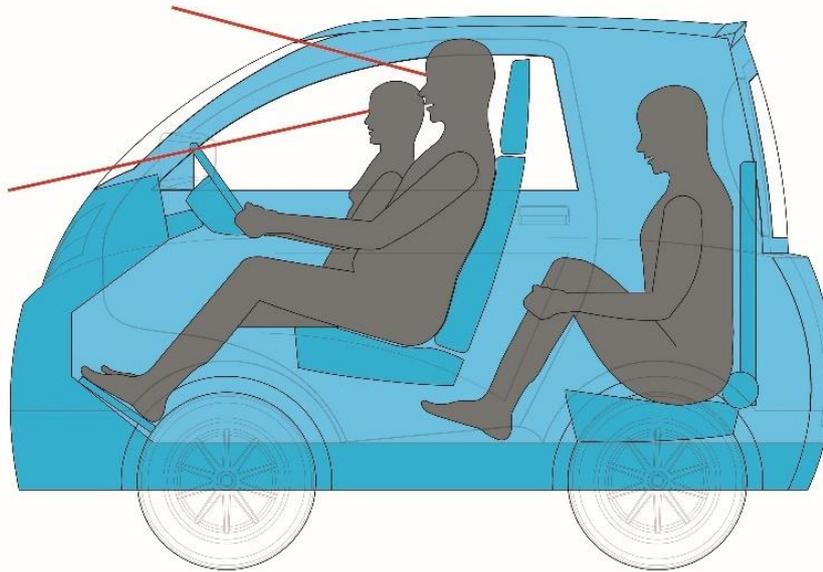
Figura 101 – Análise do campo de visão a partir dos bonecos ergonômicos.



Fonte: Autor (2022).

A partir da construção dessas linhas foi possível constatar que o campo de visão vertical abrangido pelas linhas era satisfatório tanto para o percentil 95% quanto para o percentil 5%, sem haver qualquer tipo de obstrução de visão. Além disso, foi possível constatar também que a altura do painel determinada anteriormente também era satisfatória, pois não causou qualquer tipo de obstrução. Então, a partir da medida predefinida anteriormente da altura do painel, optou-se por dar uma inclinação na parte superior do painel que acompanhasse a linha do campo de visão, como mostra a figura 102.

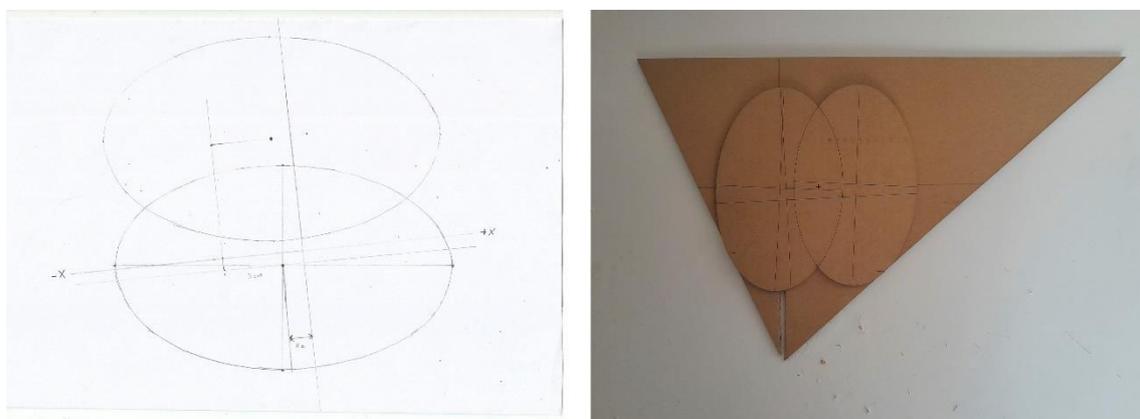
Figura 102 – Análise do campo de visão vertical do condutor.



Fonte: Autor (2022).

Finalizada a análise do campo de visão vertical, foi dado início a análise do campo de visão horizontal do condutor. Para isso, foram utilizadas e adaptadas as normas presentes na norma ABNT NBR 6060. Nela são especificadas as condições para a construção das elipses dos olhos do condutor (figura 103), que determinam a construção das linhas delimitadoras do campo de visão horizontal.

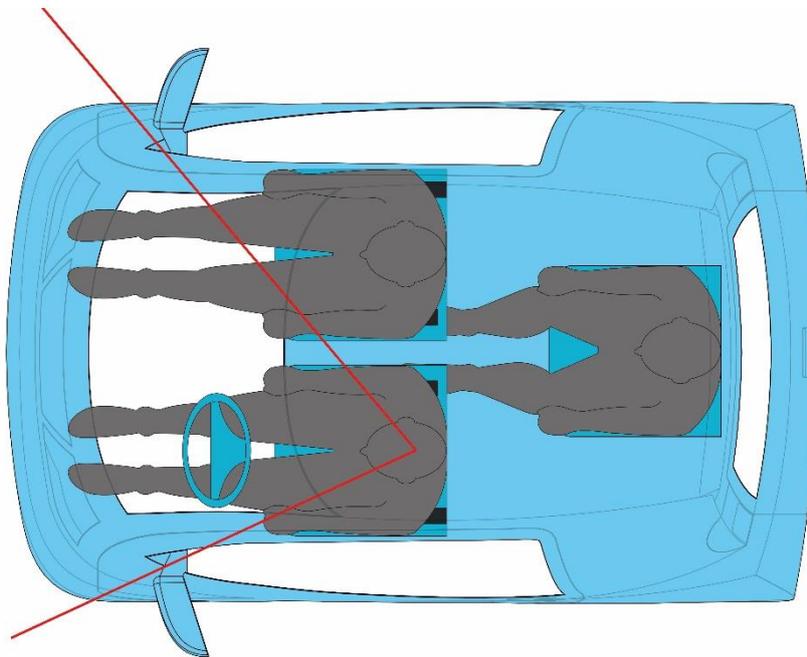
Figura 103 – Construção das elipses dos olhos do condutor.



Fonte: Autor (2022).

Para a construção das linhas desta análise foi utilizado como referência a altura dos olhos do boneco percentil 95% com o banco totalmente recuado. Como é mostrado na figura 104, na altura dos olhos do boneco não há nenhuma obstrução no campo de visão, havendo uma pequena obstrução no canto inferior esquerdo, que é compensada pela visão da janela lateral, e não é muito relevante. Vale ressaltar que em um percentil menor essa obstrução seria cada vez menor ou nula, pois seria necessário um deslocamento para frente do banco, e, por consequência, das linhas.

Figura 104 – Análise do campo de visão horizontal do condutor.



Fonte: Autor (2022).

Com a análise da ergonomia da abrangência visual finalizada, a próxima etapa a ser realizada foi a análise de uso.

5.5 Análise de uso

A análise de uso desse projeto teve como objetivo comprovar as definições estabelecidas anteriormente, através de testes com usuários reais. Para isso, foram utilizados dois usuários, um que se aproximava do percentil 95%, e outro que se aproximava do percentil 5%. Durante o teste, foi permitido que os usuários fizessem ajustes de regulagem no banco, para um maior conforto

5.5.1 Usuário percentil 95%

Para o primeiro teste, foi utilizado um usuário que aproximasse do percentil 95%, um homem de 1,90 m.

Durante o teste, ele foi posicionado em uma posição de conforto no banco, de forma que suas pernas ficassem confortáveis e pés alcançassem com tranquilidade os pedais. Além disso, ele foi posicionado com as duas mãos no volante, afim de testar se a distância e mobilidade eram confortáveis, como é mostrado na figura 105.

Figura 105 – Análise de posicionamento e conforto do usuário percentil 95%.



Fonte: Autor (2022).

Dessa forma, com o usuário nas posições adequadas, foi possível constatar que tanto os braços quanto as pernas haviam ficado em uma posição de conforto satisfatória, e não havia nenhuma obstrução que dificultasse a realização das funções necessárias do veículo. Também é possível perceber que o usuário possui um conforto considerado satisfatório em relação ao encosto do veículo.

Além disso, conforme pode ser visto na figura 106, não houve nenhuma obstrução no campo de visão na área abrangida pelas linhas delimitadoras.

Figura 106 – Análise do campo de visão do usuário percentil 95%.



Fonte: Autor (2022).

Com o primeiro teste finalizado, o próximo a ser realizado foi com o percentil 5%.

5.5.2 Usuário percentil 5%

Para o segundo teste, foi utilizado um usuário que aproximasse do percentil 5%, uma mulher de 1,60 m.

Assim como no primeiro teste, a usuária foi posicionada em uma posição que ficasse confortável no banco, e que seus pés e mãos alcançassem os pedais e o volante, respectivamente, como é mostrado na figura 107.

Figura 107 – Análise de posicionamento e conforto do usuário percentil 5%.



Fonte: Autor (2022).

Assim como no teste anterior, os braços e as pernas da usuária ficaram em uma posição de conforto considerada satisfatória para o uso, além de uma posição satisfatória de conforto no encosto.

Além disso, assim como no teste anterior não houve nenhuma obstrução no campo de visão delimitado pelas linhas.

Figura 108 – Análise do campo de visão do usuário percentil 5%.



Fonte: Autor (2022).

Com as duas análises finalizadas é possível concluir que as definições estabelecidas anteriormente, realizadas através dos bonecos ergonômicos e dos conceitos citados e aplicados na estrutura do modelo de análise, pode ser considerada satisfatória e aplicável ao público em geral.

Então, com esse estudo finalizado, a próxima etapa do projeto foi definir o volume e dimensionamento das estruturas ainda pendentes do veículo.

5.6 Dimensionamento de estruturas

A próxima etapa do projeto foi o dimensionamento das estruturas restantes do veículo, como o volume e abertura do porta-malas e o layout do painel, além de elementos como as janelas, portas, faróis, rodas e espelhos.

5.7 Volume e abertura do porta-malas

Para a construção do porta-malas optou-se por uma abertura contendo duas portas, uma tampa superior que abre para cima e uma tampa inferior que abre para baixo. A tampa superior ainda contém uma janela traseira.

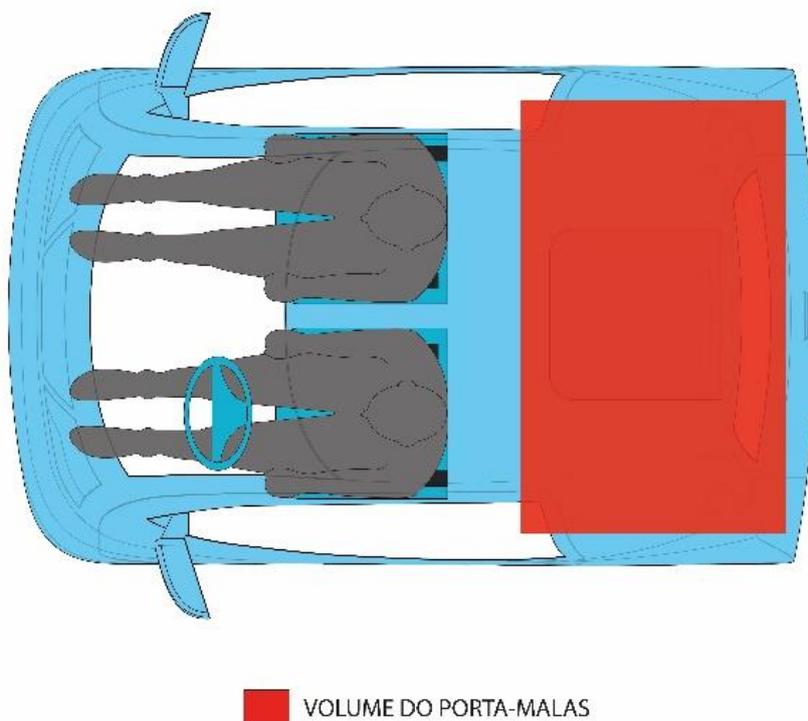
Já o volume do porta-malas, assim como é mostrado nas figuras 109 e 110, tem uma altura máxima de 110 cm, profundidade máxima de 85 cm e largura máxima de 120 cm, e tem como volume total aproximadamente 955 litros.

Figura 109 – Volume lateral do porta-malas.



Fonte: Autor (2022).

Figura 110 – Volume superior do porta-malas.



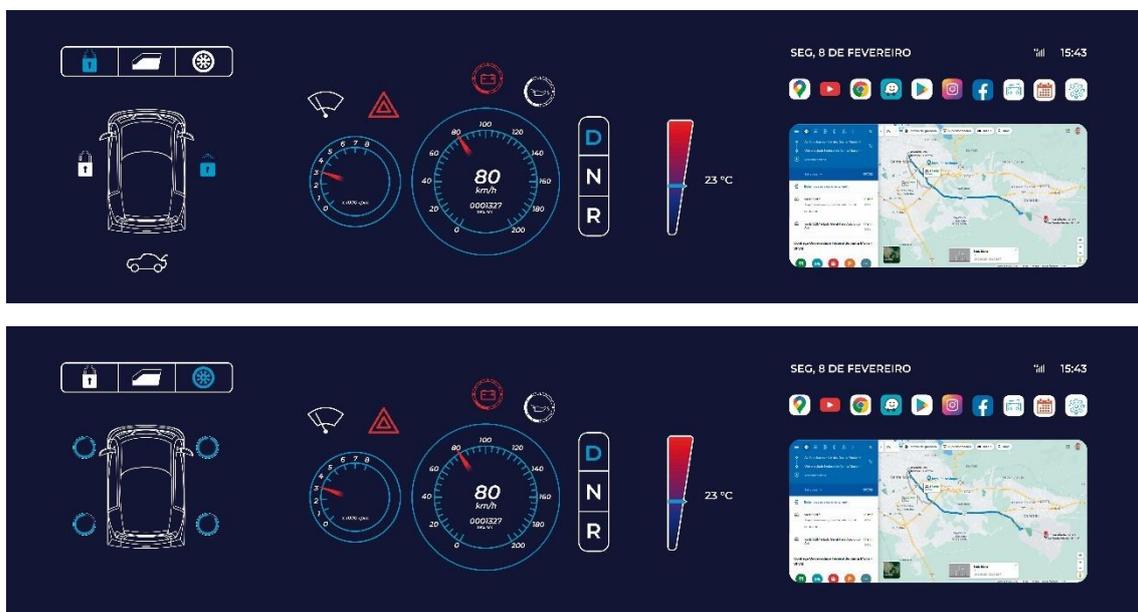
Fonte: Autor (2022).

5.8 Layout do painel

Para o layout do painel foi utilizado como referência e adaptado de um projeto realizado na disciplina do Laboratório Orientado de Interface, em que foi aplicada metodologia própria da disciplina. Esse projeto consistiu na elaboração de um display totalmente digital e interativo, que abrangesse toda a superfície do painel do carro, e onde fosse possível realizar praticamente todas as funções possíveis do veículo e visualizar todas as informações necessárias intuitivamente.

O painel se divide em três setores básicos: o central que contém todas as informações e funções principais, como velocidade, baterias, marchas, entre outras; um setor à esquerda que contém funções secundárias como travamento de portas e porta-malas, abrir e fechar vidros, entre outros; e na direita uma interface multimídia com aplicativos variados, à escolha do usuário.

Figura 111 – Layout do painel.

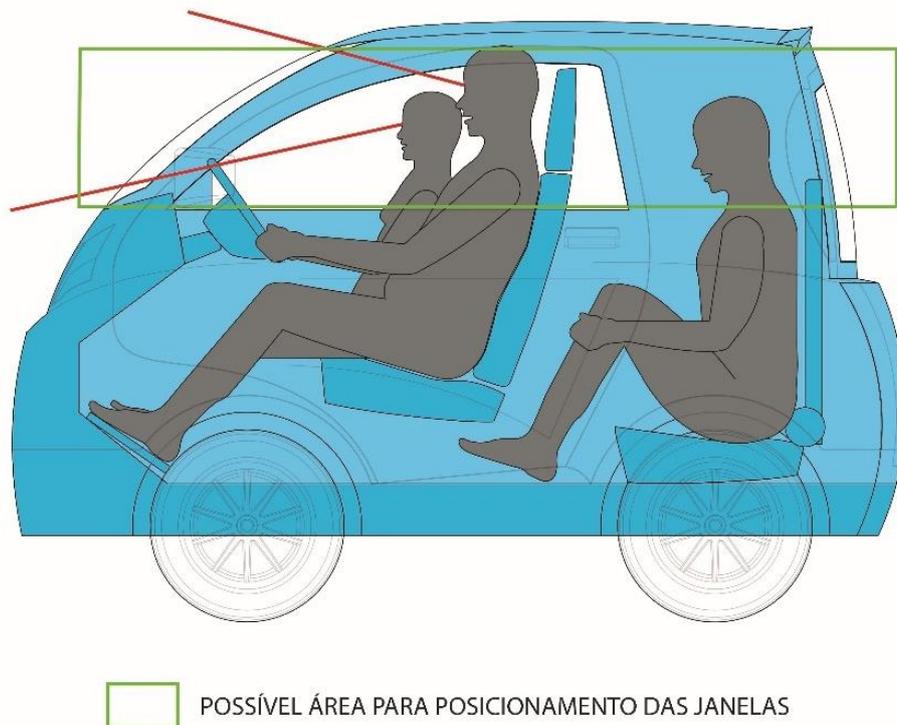


Fonte: Autor (2022).

5.9 Dimensionamento de janelas e para-brisa

A partir das análises de ergonomia da abrangência visual e do posicionamento dos passageiros dentro do veículo foi possível determinar as dimensões mínimas para o para-brisa e também uma possível área de posicionamento das janelas, como é mostrado na figura 112.

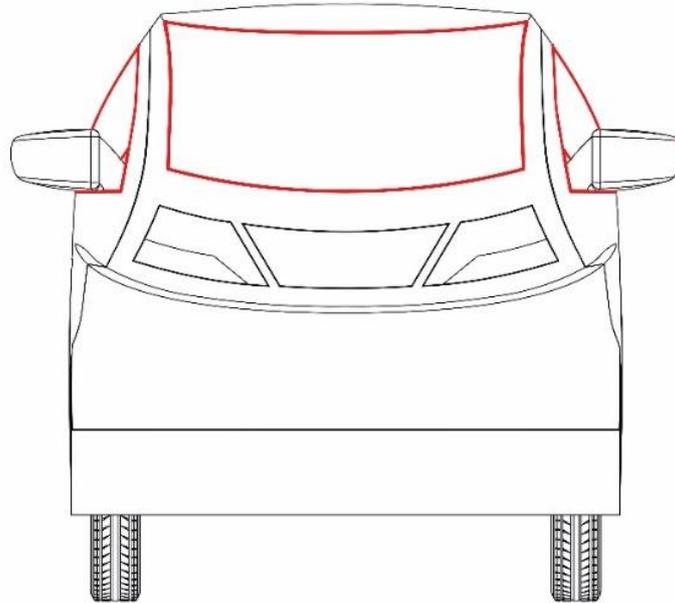
Figura 112 – Área disponível para o posicionamento das janelas.



Fonte: Autor (2022).

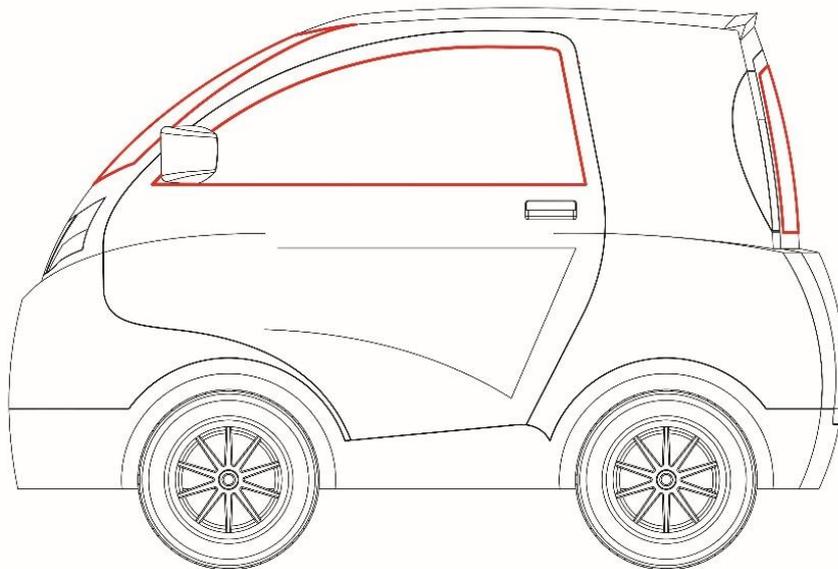
Para o desenho do para-brisa e das janelas, além de seguir as definições citadas anteriormente, procurou-se seguir as linhas do veículo, afim de passar uma sensação de fluidez e continuidade, como é mostrado na figura 113, 114 e 115.

Figura 113 – Desenho das janelas na vista frontal.



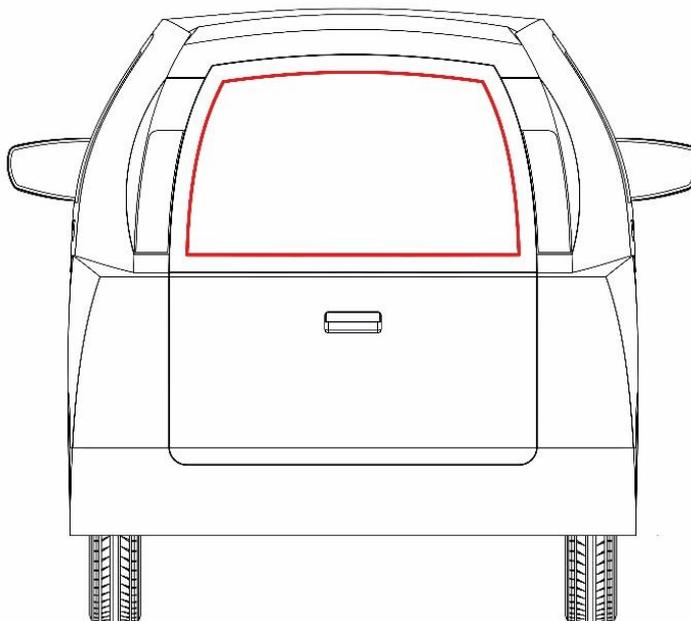
Fonte: Autor (2022).

Figura 114 – Desenho das janelas na vista lateral.



Fonte: Autor (2022).

Figura 115 – Desenho das janelas na vista traseira.



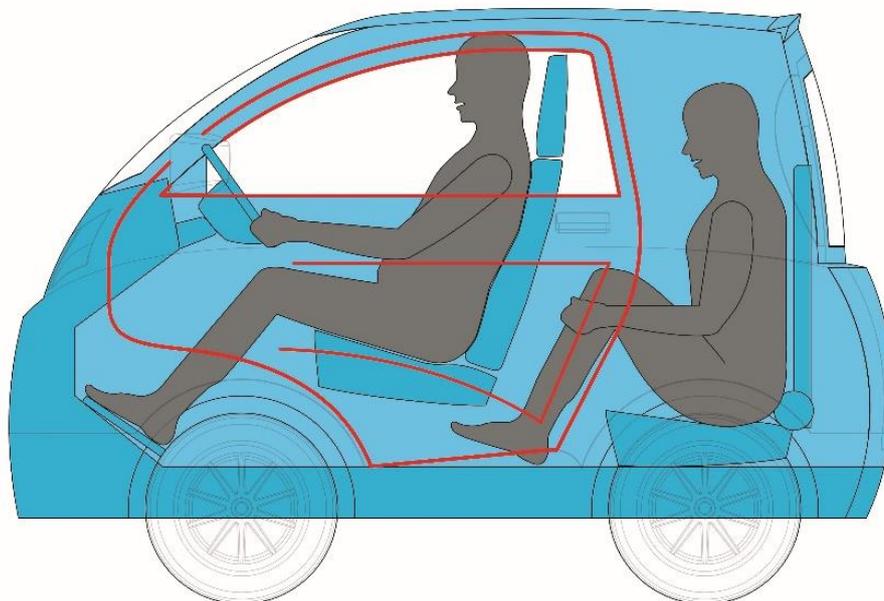
Fonte: Autor (2022).

5.10 Dimensionamento das portas

Para o desenho da porta foi levado em consideração que as dimensões deveriam ser grandes o suficiente para facilitar o máximo possível a entrada no veículo. Dessa forma, conforme foi analisado em outros veículos, percebeu-se que a abertura da porta costuma iniciar após o limite do painel e finalizar após os bancos da frente, facilitando tanto a entrada do condutor quanto a entrada de um passageiro no banco traseiro.

Sendo assim, para esse desenho optou-se por seguir essa tendência, além de buscar seguir as linhas do veículo para definir a forma da abertura, como é mostrado na figura 116.

Figura 116 – Desenho da porta na vista lateral.



Fonte: Autor (2022).

5.11 Definição dos faróis

Para a definição dos faróis foram levadas em consideração algumas das normas do Código de trânsito brasileiro (CONTRAN), presentes na resolução nº 970, de 20 de outubro de 2022 referentes a regulamentação dos sistemas de iluminação e sinalização em veículos.

5.11.1 Regulamentação dos sistemas de iluminação e sinalização em veículos

Segundo o Código de trânsito:

- Ficam limitados a instalação e o funcionamento simultâneo de no máximo 8 (oito) faróis, independentemente de suas finalidades.

- É proibida a colocação de adesivos, pinturas, películas ou qualquer outro material nos dispositivos dos sistemas de iluminação ou sinalização de veículos.

- As cores das luzes emitidas pelos dispositivos de iluminação são as seguintes:

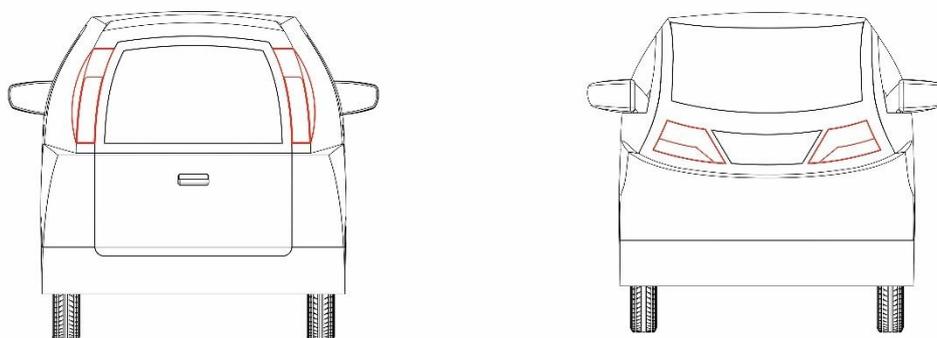
- farol de luz alta: branca;
- farol de longo alcance: branca;
- farol de luz baixa: branca;
- farol angular: branca;
- farol de curva: branca;
- farol de neblina dianteiro: branca ou amarela;
- lanterna de marcha-a-ré: branca;
- lanterna indicadora de direção dianteira: âmbar;
- lanterna indicadora de direção traseira: âmbar;
- lanterna intermitente de advertência dianteira: âmbar;
- lanterna intermitente de advertência traseira: âmbar;
- lanterna de freio: vermelha;
- lanterna da placa de licença traseira: branca;
- lanterna de posição dianteira: branca;
- lanterna de posição traseira: vermelha;
- lanterna de neblina traseira: vermelha;
- lanterna de estacionamento: branca na dianteira, vermelha na traseira, âmbar se reciprocamente incorporada nas lanternas indicadoras de direção ou lanternas delimitadoras;
- lanterna de posição lateral: âmbar; entretanto a lanterna de posição lateral traseira pode ser vermelha se ela for agrupada, combinada ou reciprocamente

incorporada com a lanterna de posição traseira, a lanterna delimitadora traseira, a lanterna de neblina traseira, a lanterna de freio ou for agrupada ou possui parte da superfície emissora de luz em comum com o retrorrefletor traseiro;

- lanterna delimitadora: branca na dianteira, vermelha na traseira;
- Farol de rodagem diurna: branca;
- retrorrefletor traseiro, não triangular: vermelha;
- retrorrefletor traseiro, triangular: vermelha;
- retrorrefletor dianteiro, não triangular: idêntica à luz incidente;
- retrorrefletor lateral, não triangular: âmbar; entretanto o retrorrefletor lateral traseiro pode ser vermelho se ele for agrupado ou tiver parte da superfície emissora de luz em comum com a lanterna de posição traseira, a lanterna delimitadora traseira, a lanterna de neblina traseira, a lanterna de freio ou a lanterna de posição lateral traseira vermelha, ou que as suas superfícies emissoras de luzes estejam sobrepostas.
- dispositivo de sinalização de frenagem de emergência: âmbar ou vermelha

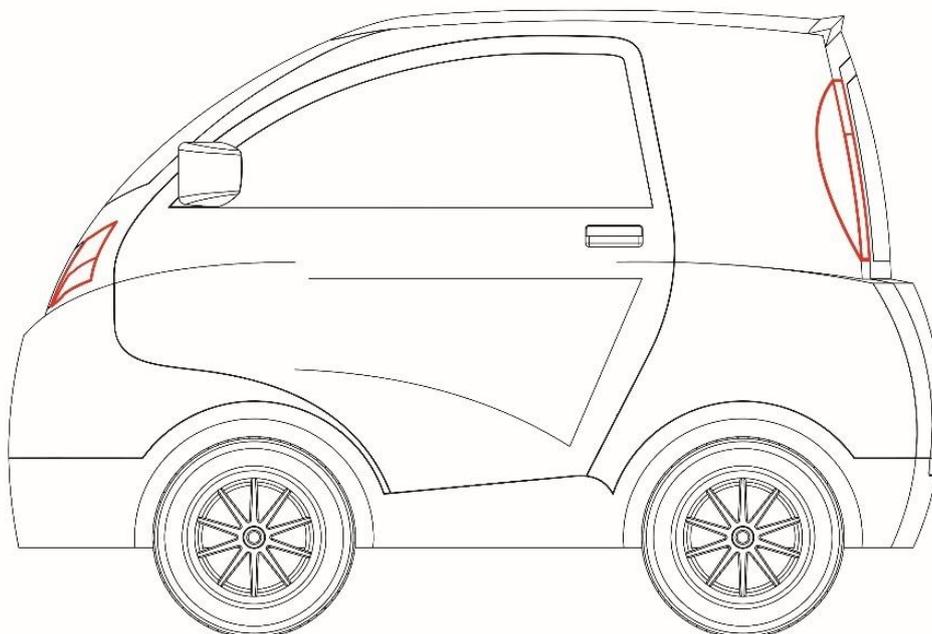
Com base nessas normas e no conceito estético definido anteriormente, foi definida a forma tanto dos faróis frontais quanto dos faróis traseiros.

Figura 117 – Desenho dos faróis nas vistas frontal e traseira.



Fonte: Autor (2022).

Figura 118 – Desenho dos faróis na vista lateral.



Fonte: Autor (2022).

5.12 Definição dos espelhos

Para a definição das dimensões dos espelhos foram aplicadas algumas das definições presentes na Resolução nº 703, de 10 de outubro de 2017, do CONTRAN, que foram consideradas relevantes para esse projeto.

5.12.1 Especificações de fabricação de um dispositivo para visão indireta

- Todos os espelhos devem ser reguláveis.
- Espelhos retrovisores externos (Classes II à VI)

O contorno da superfície refletora deve ser envolvido por uma caixa de proteção (carcaça, etc.) que, no seu perímetro, deve ter um valor “c” superior ou igual a 2,5 mm em todos os pontos e em todas as direções. Se a superfície refletora ultrapassar a caixa de proteção, o raio de curvatura “c” ao longo da

parte do perímetro que ultrapassa a caixa de proteção deve ser igual ou superior a 2,5 mm, devendo a superfície refletora entrar na caixa de proteção sob uma força de 50 N aplicada no ponto mais saliente em relação à caixa de proteção, numa direção horizontal e aproximadamente paralela ao plano longitudinal médio do veículo"

Dimensões dos espelhos retrovisores externos principais (Classes II e III)

- As dimensões da superfície refletora devem ser tais que nela se possa inscrever:
um retângulo com 40 mm de altura e em que o comprimento da base, medida em milímetros, tenha o valor de "a", um segmento paralelo à altura do retângulo e cujo comprimento, expresso em milímetros, tenha o valor de "b".
- Os valores mínimos de "a" e "b" são dados pela figura seguinte:

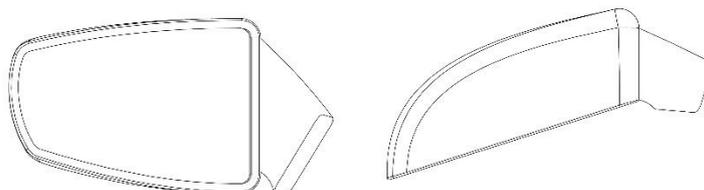
Quadro 1 – Cálculo da dimensão do espelho retrovisor.

Classe do espelho retrovisor	a [mm]	b [mm]
II	$\frac{170}{1 + \frac{1\,000}{r}}$	200
III	$\frac{130}{1 + \frac{1\,000}{r}}$	70

Fonte: CONTRAN. Em: <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/conteudo-contran/resolucoes/resolucao7032017.pdf>.

Com base nessas definições, foi determinado que seria possível inscrever na superfície refletora do espelho um retângulo de 100 mm de altura por 220 mm de base. Para a estética do espelho foi escolhida uma forma que correspondesse aos conceitos definidos anteriormente para o veículo.

Figura 119 – Desenho dos espelhos na vista frontal e superior.



Fonte: Autor (2022).

5.13 Definição das rodas

Para a definição das dimensões da roda, como foi citado anteriormente, foi tomado como referência a medida da roda traseira do Renault Twizy, que é 145/80/R13 (562 mm de diâmetro e 145mm de largura).

Para a estética das rodas foi tomado como referência um modelo já existente no mercado, que fosse condizente com a estética apresentada no veículo. Para isso, foi adaptado o modelo de roda Volcano Daimler aro 20.

Figura 120 – Roda Volcano Daimler (esquerda) e redesenho da roda para o veículo (direita).



Fonte: Autor (2022).

5.14 Render 3D

Com a finalização das estruturas restantes do veículo, a próxima etapa do projeto foi a materialização do produto no software 3D Solidworks. Esse processo foi importante pois além de sanar qualquer dúvida que ainda restasse em relação ao volume do produto, foi possível visualizar com mais precisão como as formas definidas para as estruturas se comportavam no volume tridimensional do veículo.

Além disso, com o modelo 3D finalizado, foi possível a retirada de vistas bidimensionais mais precisas em relação a medidas, o que facilitou tanto na elaboração dos desenhos técnicos quanto para a finalização do modelo em escala.

Por fim, a partir do modelo 3D foi possível gerar vistas renderizadas, como é mostrado na figura 121.

Figura 121 – Vistas renderizadas do Modelo 3D.



Fonte: Autor (2022).

Com o modelo 3D gerado no Solidworks finalizado, a última etapa do projeto foi a finalização do modelo em escala.

5.15 Finalização do Modelo em escala

A primeira etapa da finalização do modelo em escala foi a correção de algumas partes do volume do modelo. Primeiramente foram construídos gabaritos para a correção da cavidade da caixa de roda, como é mostrado na figura 122.

Figura 122 – Construção dos gabaritos e ajustes da caixa de rodas.



Fonte: Autor (2023).

Na sequência, foram construídos gabaritos para a construção do aerofólio, dos frisos da porta e para a correção no volume do para-choque traseiro, como é mostrado na figura 123.

Figura 123 – Construção dos gabaritos para ajustes da forma do modelo.



Fonte: Autor (2023).

Após as correções com os gabaritos, foram aplicadas mais algumas camadas de massa corrida para corrigir os furos na superfície do modelo, e então a superfície foi lixada até ficar lisa, como é mostrado na figura 124.

Figura 124 – Finalização da superfície do modelo.



Fonte: Autor (2023).

Com a superfície do modelo alisada, a próxima etapa foi a construção de gabaritos para fazer o desenho dos elementos que compõem a superfície do veículo, como portas, vidros, para-choque, entre outros detalhes, como é apresentado na figura 125.

Figura 125 – Construção dos gabaritos e desenho das estruturas do veículo.



Fonte: Autor (2023).

Na sequência, com a ajuda de instrumentos pontiagudos e lixas, foi feita a marcação de ranhuras na superfície, para destacar os elementos do veículo.

Para a construção das rodas e dos espelhos foi utilizada uma impressora 3D, que imprimiu esses elementos a partir de suas versões geradas no Solidworks. O material utilizado para a construção desses elementos foi o filamento PLA.

Figura 126 – Marcação das ranhuras das estruturas do veículo.



Fonte: Autor (2023).

Com a superfície do modelo finalizada e as rodas e espelhos impressos, iniciou-se o processo de pintura e acabamento. Primeiramente, no modelo foi aplicado uma base de prime para a pintura, nas rodas foi aplicada uma primeira mão de tinta prateada e nos espelhos uma primeira mão de tinta preta.

Figura 127 – Aplicação do prime no modelo e da primeira mão de tinta nos espelhos e rodas.



Fonte: Autor (2023).

Na sequência foi aplicada uma tinta preta nos detalhes das rodas, e elas foram fixadas no modelo. Em seguida, foi aplicada a tinta prateada em toda a superfície do modelo, e após a secagem foi aplicada a tinta preta nos detalhes, como é apresentado na figura 128.

Figura 128 – Pintura do modelo e fixação das rodas.



Fonte: Autor (2023).

Com os detalhes em preto finalizados, a próxima etapa foi a adesivagem dos faróis, como mostra a figura 129.

Figura 129 – Colagem dos adesivos dos faróis.



Fonte: Autor (2023).

A figura 130 mostra a adesivação de parte dos vidros, com papel contact preto. Já o para-brisa foi pintado com tinta preta. Após isso foram fixados os espelhos. Para representar a superfície refletiva dos espelhos foi utilizado papel alumínio.

Figura 130 – Aplicação do papel contact, pintura do para-brisa e colagem dos espelhos.



Fonte: Autor (2023).

Por fim, a figura 131 apresenta algumas vistas do modelo, já com seu acabamento finalizado.

Figura 131 – Vistas do modelo finalizado.



Fonte: Autor (2023).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto de um veículo é um processo de anos de trabalho dentro da indústria automobilística, onde envolve diversas áreas de atuação e conhecimento. Ao aceitar esse desafio, foi possível perceber que quanto mais o projeto evoluía, mais complexo ele se tornava, devido ao número de objetivos que desejava-se atingir. E apesar de árduo em alguns momentos, foi um trabalho muito gratificante.

Através da pesquisa teórica, foi possível entender a importância dos veículos não apenas como um meio de transporte, mas como um fator transformador, que moldou e molda a nossa sociedade até hoje.

A pesquisa teórica buscou também entender os sistemas que compõem um veículo, sua importância e de que forma eles interagem entre si, para que ao chegar na geração de alternativas pudesse haver um embasamento sólido, e os objetivos pretendidos pudessem ser alcançados.

No decorrer desse projeto foi possível experimentar diversas abordagens para solucionar os questionamentos que apareceram. Desde o trabalho de modelagem 3D com softwares, que permitia uma maior praticidade, mas que em alguns momentos gerou algumas limitações, até o trabalho manual, que apesar de mais trabalhoso e custoso, trouxe uma liberdade maior.

Acredita-se que tanto por meio da pesquisa teórica quanto através da metodologia projetual, foi possível atender os objetivos específicos, e também cumprir com o objetivo principal deste projeto, o desenvolvimento da carenagem externa e o layout interno para um veículo elétrico de pequeno porte.

As dificuldades encontradas durante o projeto se devem principalmente pelo fato de o design de automóveis ser um tema quase não abordado no decorrer do curso, e sendo necessário um esforço maior na busca por informações e conceitos.

Através desse projeto, aprendeu-se um pouco mais sobre o universo do design automotivo, e como ele se transformou ao longo do tempo. Também foi possível adquirir mais experiência em habilidades prévias, como a modelagem 3D e a construção de modelos físicos, e adquirir experiências em ferramentas novas, como o uso de modelos de análise.

Por fim, espera-se que esse projeto possa servir de inspiração e incentivo para trabalhos futuros na área de design automotivo, para que outros projetos como esse possam surgir dentro do curso e da UFSM.

REFERÊNCIAS

- A história da mobilidade elétrica.** Blog Com Ciência, 2019. Disponível em: <https://museuweg.net/blog/a-historia-da-mobilidade-eletrica/>. Acesso em 06 mai. de 2020.
- A história da Tesla, a empresa que revolucionou o transporte.** Tecmundo, 2017. Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/mobilidade-urbana-smart-cities/122589-historia-tesla-empresa-revolucionou-transporte-video.htm>. Acesso em 07 mai. de 2020.
- AS 4 construções de chassis mais comuns.** Educação Automotiva, 2018. Disponível em: <https://educacaoautomotiva.com/2018/03/30/construcoes-chassis/>. Acesso em 30 mai. de 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6060: Lugar geométrico dos olhos do condutor em veículos rodoviários automotores – Dimensões.** Rio de Janeiro, 1990.
- BARAN, Renato. **A introdução de veículos elétricos no Brasil: avaliação do impacto no consumo de gasolina e eletricidade.** Tese (Doutorado em Planejamento Energético) – COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2012.
- BARAN, Renato; LEGEY, Luiz Fernando Loureiro. **Veículos elétricos: história e perspectivas no Brasil.** BNDES Setorial, nº 33. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2011. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/1489/3/A%20BS%2033%20Ve%C3%ADculos%20el%C3%A9tricos%20-%20hist%C3%B3ria%20e%20perspectivas%20no%20Brasil_P.pdf. Acesso em: 8 mar. 2020.
- BERTONCELLO, Ione; GOMES, Luiz Vidal Negreiros. **Análise diacrônica e sincrônica da cadeira de rodas mecanomanual.** Revista Produção, v. 12, n. 1. 2002. Acesso em: <https://www.scielo.br/pdf/prod/v12n1/v12n1a06.pdf>. Acesso em 30 mai. de 2020.
- BREVE história do automóvel no Brasil.** TrânsitoBR, [20-?]. Disponível em: http://www.transitobr.com.br/index2.php?id_conteudo=141. Acesso em 01 mai. de 2020.
- CABRAL, Danilo Cezar. **Qual foi o primeiro carro a combustão?** Superinteressante, 2013. Disponível em: <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/qual-foi-o-primeiro-carro-a-combustao/>. Acesso em: 20 abr. de 2020.
- CHARLEAUX, Vanessa. **Ergonomia e postura em automóveis.** Anuário da Produção Acadêmica Docente, Vol. 4, Nº. 9, Valinhos – SP: Anhanguera Educacional LTDA., 2010. Disponível em: <http://repositorio.pgskroton.com.br/bitstream/123456789/1416/1/Artigo%205.pdf>. Acesso em 30 mai. de 2020.

Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN). **Resolução nº 703, de 10 de outubro de 2017**. Brasília: Contran, 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/conteudo-contran/resolucoes/resolucao7032017.pdf>. Acesso em 04 jun. de 2022.

Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN). **Resolução nº 970, de 20 de outubro de 2022**. Brasília: Contran, 2022. Disponível em: https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/conteudo-contran/resolucoes/resolucao9702022anexos_i-xvi.pdf. Acesso em 19 dez. de 2022.

COSTA, Daiane; CAPETTI, Pedro. **Pela primeira vez, gastos dos brasileiros com transporte superam os com alimentação**. O Globo, 2019. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/economia/pela-primeira-vez-gastos-dos-brasileiros-com-transporte-superam-os-com-alimentacao-23994372#>. Acesso em 03 mai. de 2020.

COSTA, José Carlos Pinto. **O procedimento científico passo a passo**. 2011. Disponível em: https://www.academia.edu/8357994/O_procedimento_cient%C3%ADfico_passo_a_passo. Acesso em 27 dez. de 2022.

COMO definir corretamente as carrocerias. Salão do carro, 2014. Disponível em: <https://salaodocarro.com.br/curiosidades/como-definir-corretamente-carrocerias.html>. Acesso em 30 mai. de 2020.

CURADO, Adriano. **Meios de transporte: como eles revolucionaram a história humana**. Conhecimento científico, 2018. Disponível em: <https://conhecimentocientifico.r7.com/meios-de-transporte-como-eles-revolucionaram-a-historia-humana/>. Acesso em 20 abr. de 2020.

FEREQUETTI, Larissa. **Carro elétrico: duzentos anos de história de altos e baixos**. Engenharia 360, 2019. Disponível em: <https://engenharia360.com/carro-eletrico-historia/>. Acesso em 06 mai. de 2020.

GONDIM, Mônica F.; MEDEIROS, Valério A. S. de. **Os arquétipos da mobilidade na história: deslocamentos, veículos e velocidade**. Paranoá: Cadernos De Arquitetura E Urbanismo, nº9. Brasília-DF, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.18830/issn.1679-0944.n9.2013.12294>. Acesso em 20 abr. de 2020.

HISTÓRIA do automóvel no Brasil e porque você devia conhece-la. Pemavel, 2018. Disponível em: <https://pemavel.com.br/historia-automovel-no-brasil-e-porque-voce-deveria-conhece-la/>. Acesso em 01 mai. de 2020.

HISTÓRIA do transporte no Brasil. Meios de transporte, [20-?]. Disponível em: <https://meios-de-transporte.info/>. Acesso em 01 mai. de 2020.

KAFRUNI, Simone. **Sustentabilidade se impõe e indústria aposta nos carros elétricos**. 2019. Disponível em: https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/economia/2019/07/21/internas_e

conomia,772488/sustentabilidade-se-impoe-e-industria-aposta-nos-carros-eletricos.shtml. Acesso em 8 mar. de 2020.

LARICA, Neville Jordan. **Design de automóveis: Arte em função da mobilidade**. Rio de Janeiro: 2AB / PUC Rio, 2003.

LÖBACH, Bernard. **Design Industrial: Bases para a configuração dos produtos industriais**. São Paulo: Edgar Blücher Ltda, 2001.

LUCENA, Glauco. **Os prós e os contras dos carros elétricos**. Quatro rodas, 2018. Disponível em: <https://quatrorodas.abril.com.br/noticias/os-pros-e-contras-do-carro-eletrico/>. Acesso em 01 mai. de 2020.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MORAES, Daniel. **Pesquisa de mercado: o que é, como fazer e os principais tipos**. Rock content, 2019. Disponível em: <https://rockcontent.com/br/blog/pesquisa-de-mercado/>. Acesso em 09 set. de 2020.

O automóvel e a engenharia. Painel: Associação de Engenharia, Arquitetura e Agronomia de Ribeirão Preto, nº250. Ribeirão Preto-SP, 2016. Disponível em: <https://www.aeaarp.org.br/upload/revista/20170711150449painel-250.pdf>. Acesso em 20 abr. de 2020.

OLIVEIRA, Ricardo de. **O mundo já tem mais de 1,2 bilhão de veículos**. Notícias automotivas, 2018. Disponível em: <https://www.noticiasautomotivas.com.br/o-mundo-ja-tem-mais-de-1-bilhao-de-veiculos/>. Acesso em 29 abr. de 2020.

PERILLO, Bruna. **Mobilidade urbana: o que é, problemas, desafios e qualidade de vida**. Conhecimento científico, 2020. Disponível em: <https://conhecimentocientifico.r7.com/mobilidade-urbana/>. Acesso em: 03 mai. de 2020.

POLUIÇÃO dos carros: entenda seus perigos. Ecycle, 2018. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/4179-poluicao-de-carros>. Acesso em 29 abr. de 2020.

QUEM inventou o carro a vapor? A história dos carros movidos a vapor. O que é história?, 2018. Disponível em: <https://oqueehistoria.com.br/historia-de-carros-movidos-a-vapor/#>. Acesso em 20 abr. de 2020.

Resolução CONATRAN nº 383 de 02/06/2011. 2011. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=114896>. Acesso em: 29 jun. de 2021.

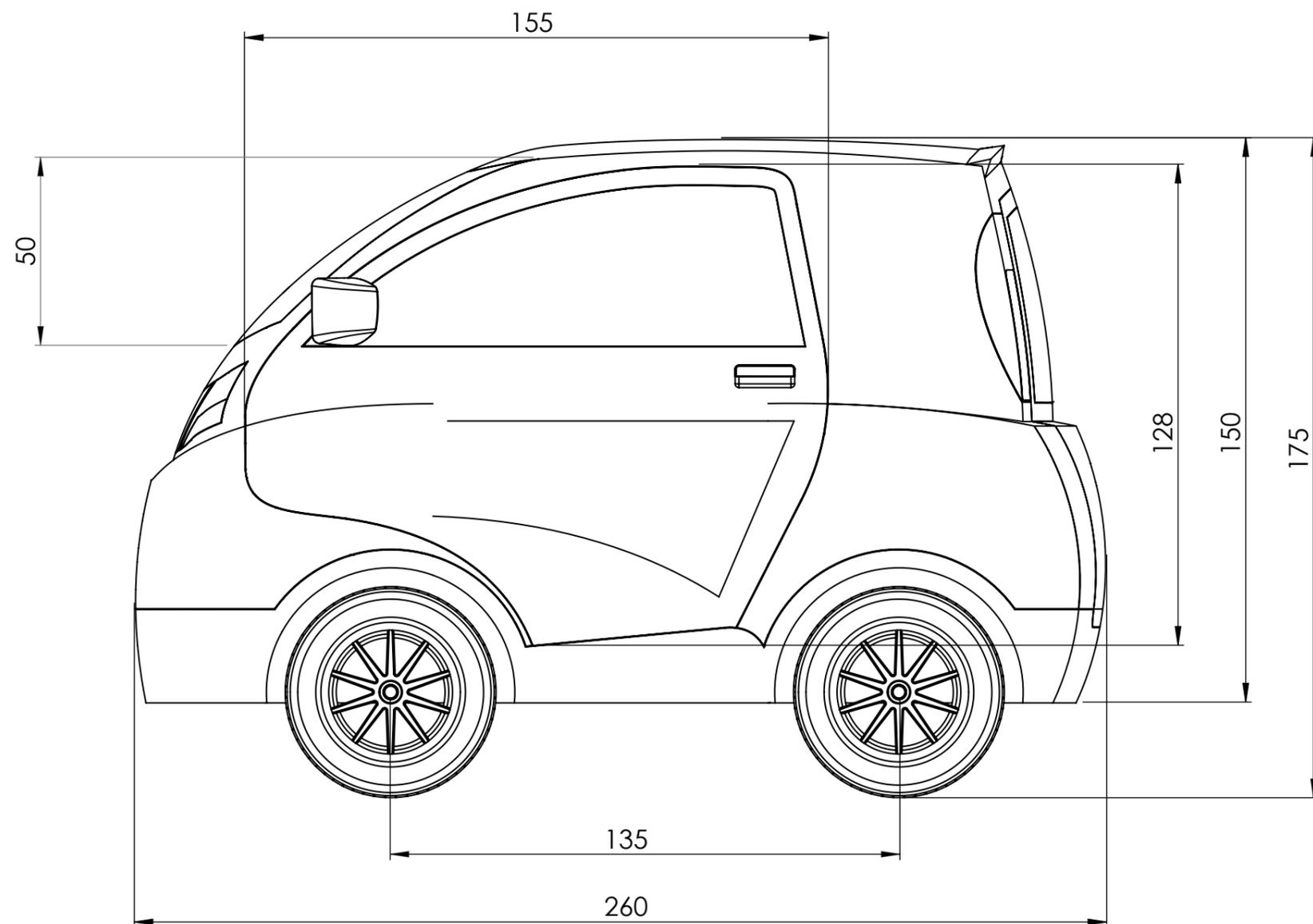
RIBEIRO, Felipe. **O Brasil está preparado para os carros elétricos?** 2019. Disponível em: <https://canaltech.com.br/carros/o-brasil-esta-preparado-para-os-carros-eletricos-143785/>. Acesso em: 8 mar. de 2020.

SCHAUN, André. **O que é carroceria com deformação programada?** Auto Esporte, 2019. Disponível em: <https://autoesporte.globo.com/carros/noticia/2019/09/o-que-e-carroceria-com-deformacao-programada.ghtml>. Acesso em: 30 dez. de 2022.

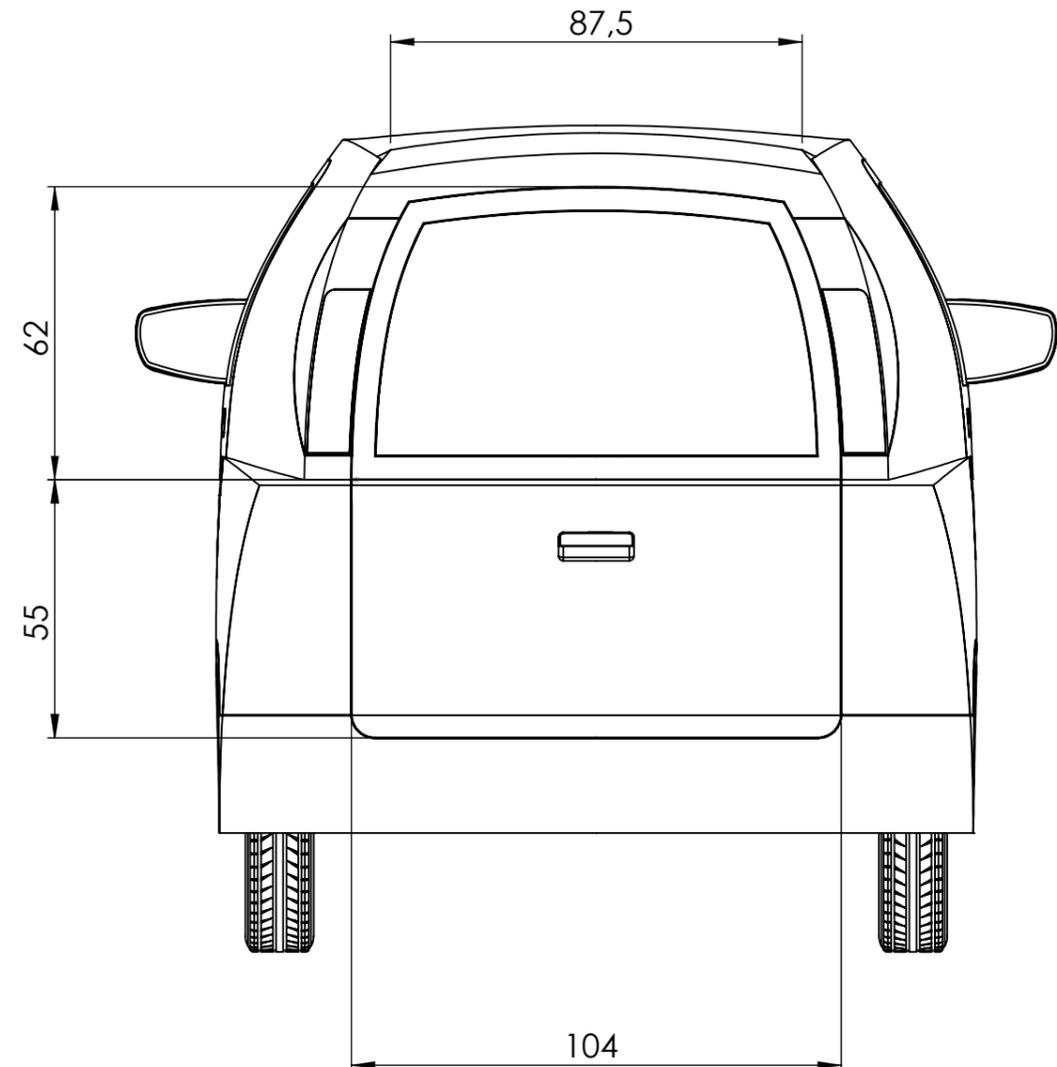
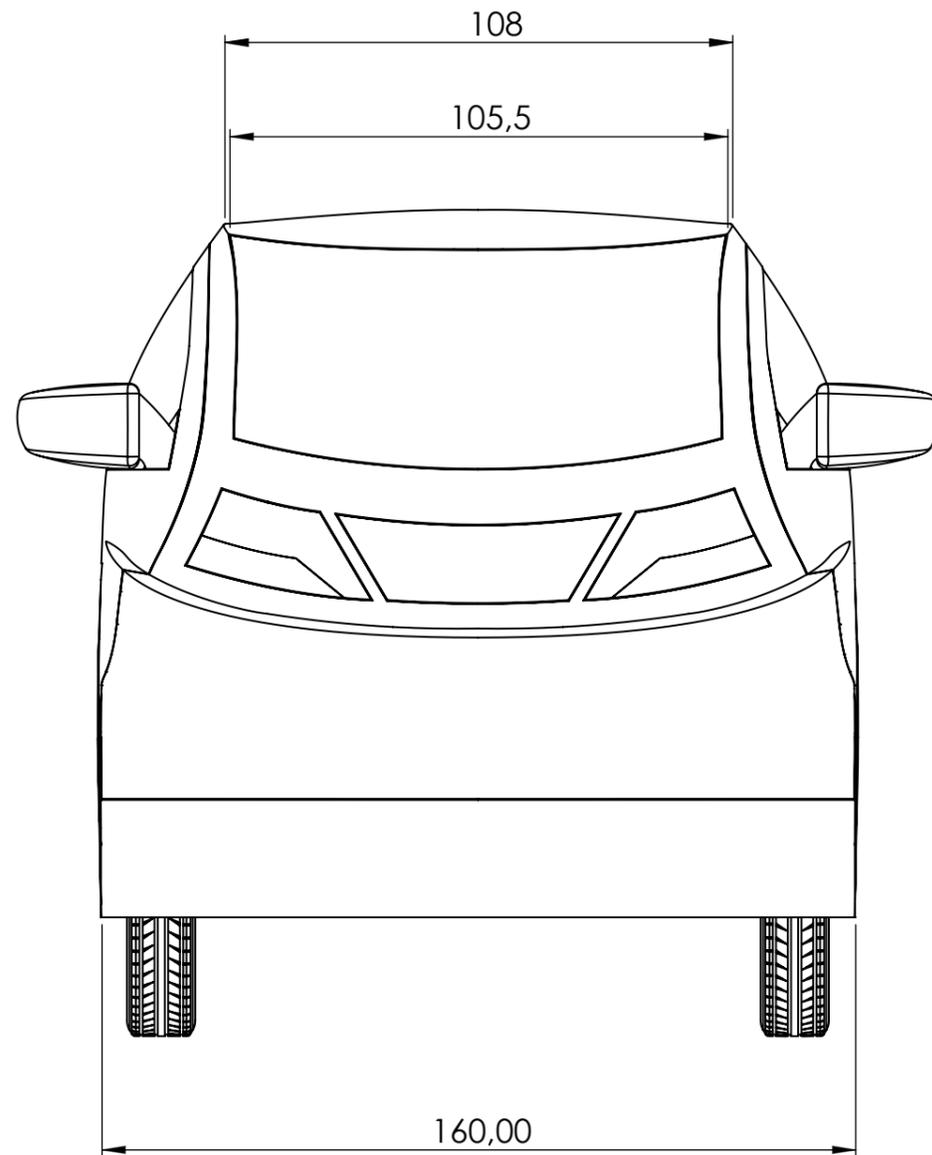
TILLEY, Alvin R. **As medidas do homem e da mulher / Alvin R. Tilley, Henry Dreyfuss Associates.** Porto Alegre: Bookman, 2005.

LISTA DE APÊNDICES

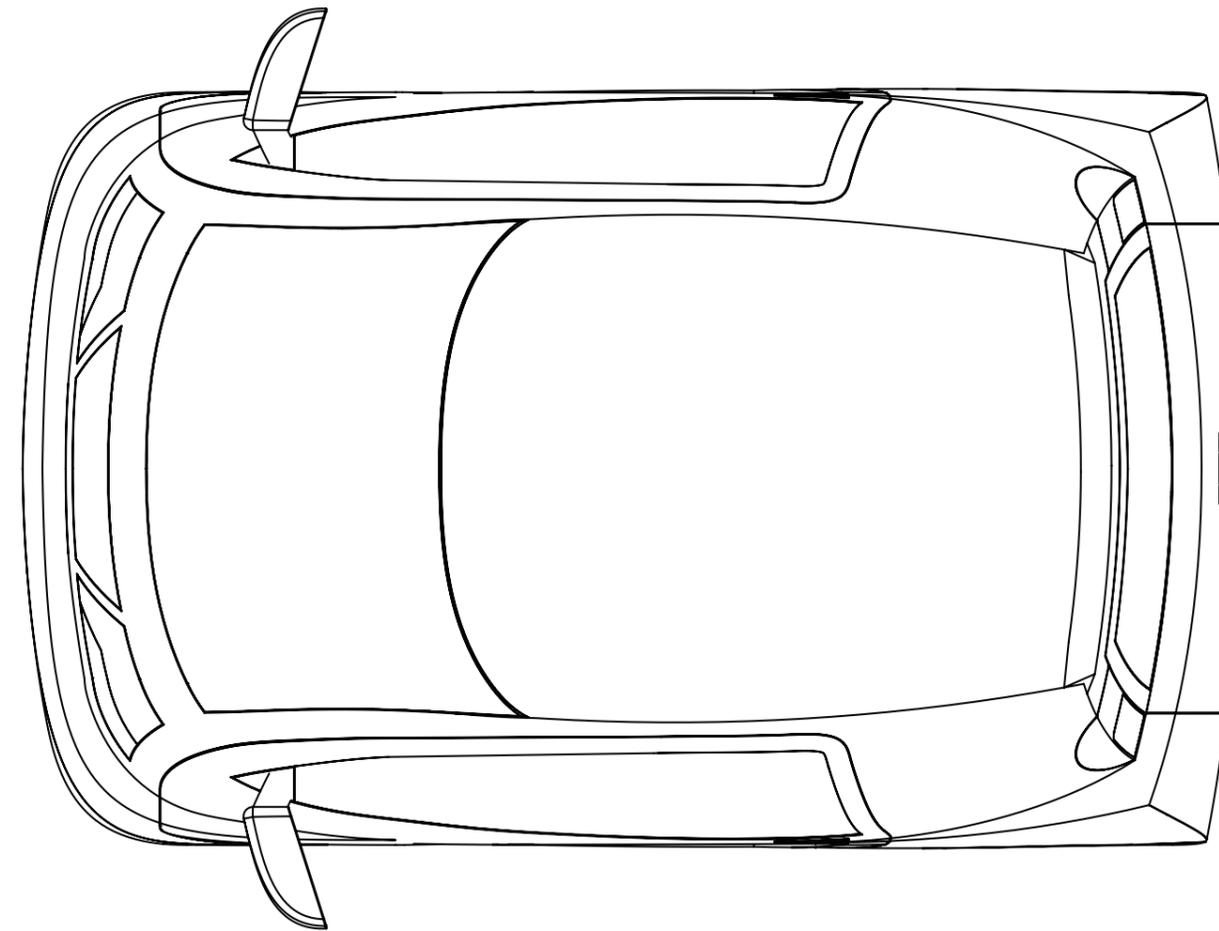
Prancha 01 – Vista Lateral.....	139
Prancha 02 – Vistas Frontal e Posterior.....	140
Prancha 03 – Vista Superior.....	141
Prancha 04 – Corte Lateral A-A.....	142



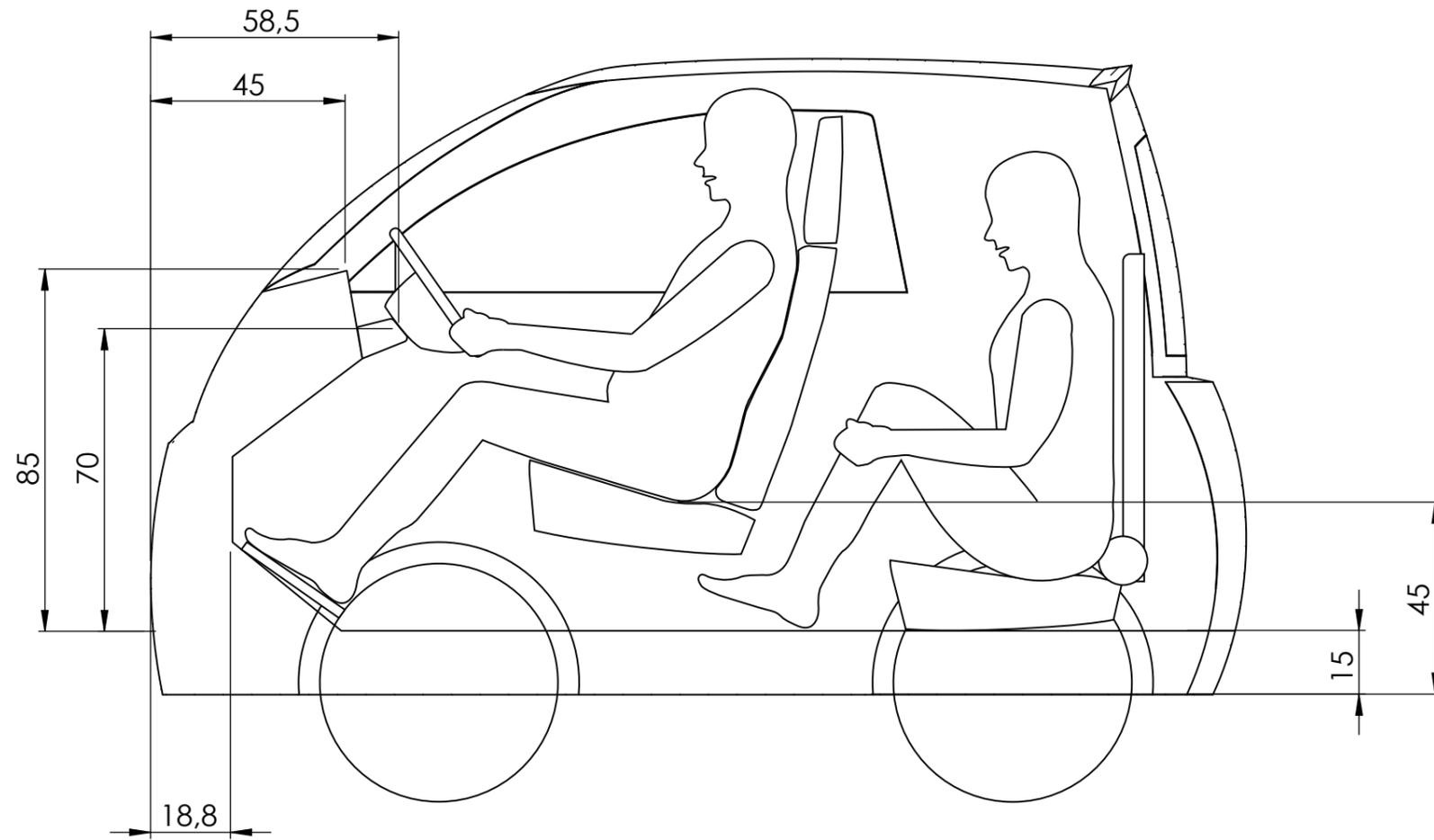
Instituição:	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA	30/01/2023
Curso:	DESENHO INDUSTRIAL	Escala: 1:15
Acadêmico:	Cézar Oliveira de Almeida	
Projeto:	Veículo elétrico de pequeno porte (TCC)	Unidade: cm
Assunto	Vista Lateral	Nº: A3 -1/4



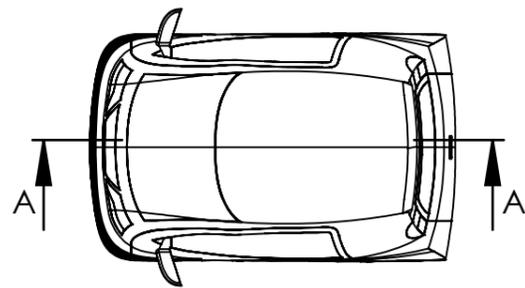
Instituição:	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA	30/01/2023
Curso:	DESENHO INDUSTRIAL	Escala: 1:15
Acadêmico:	César Oliveira de Almeida	
Projeto:	Veículo elétrico de pequeno porte (TCC)	Unidade: cm
Assunto	Vistas Frontal e Posterior	Nº: A3 -2/4



Instituição:	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA	30/01/2023
Curso:	DESENHO INDUSTRIAL	Escala: 1:15
Acadêmico:	Cézar Oliveira de Almeida	Unidade: cm
Projeto:	Veículo elétrico de pequeno porte (TCC)	
Assunto	Vista Superior	Nº: A3 -3/4



SEÇÃO A-A



Instituição:	UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA	30/01/2023
Curso:	DESENHO INDUSTRIAL	Escala: 1:15
Acadêmico:	Cézar Oliveira de Almeida	
Projeto:	Veículo elétrico de pequeno porte (TCC)	Unidade: cm
Assunto	Corte Lateral A-A	Nº: A3 -4/4