



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO

PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO

CENTRO DE ENGENHARIAS

BACHARELADO EM ENGENHARIA MECÂNICA

NYCKSON PATRICK SANTOS SOARES

PROJETO CONCEITUAL DE GAIOLA PARA UM CARRO SUSTENTÁVEL

MOSSORÓ-RN

2020

NYCKSON PATRICK SANTOS SOARES

PROJETO CONCEITUAL DE GAIOLA PARA UM CARRO SUSTENTÁVEL

Trabalho apresentado à Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Zoroastro Torres Vilar

MOSSORÓ-RN

2020

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

S676p Soares, Nyckson Patrick Santos.
PROJETO CONCEITUAL DE GAIOLA PARA UM CARRO
SUSTENTÁVEL / Nyckson Patrick Santos Soares. -
2020.
29 f. : il.

Orientador: Zoroastro Torres Vilar.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de , 2020.

1. PROJETO. 2. CONCEITUAL. 3. GAIOLA. 4.
CARRO. 5. SUSTENTÁVEL. I. Vilar, Zoroastro
Torres, orient. II. Título.

NYCKSON PATRICK SANTOS SOARES

PROJETO CONCEITUAL DE GAIOLA PARA UM CARRO SUSTENTÁVEL

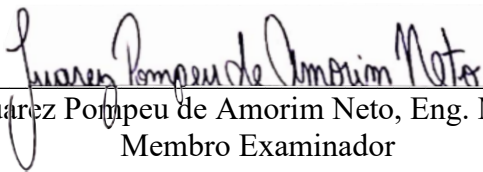
Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Defendida em: 07 / 02 / 2020.

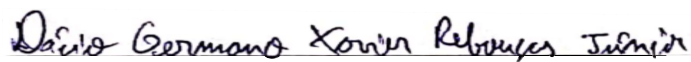
BANCA EXAMINADORA



Zoroastro Torres Vilar, Prof. Dr. (UFERSA)
Presidente



Juarez Pompeu de Amorim Neto, Eng. Msc.
Membro Examinador



Dácio Germano Xavier Rebouças Júnior, Eng. Msc.
Membro Examinador

Dedico este trabalho a todos que direta, ou indiretamente, contribuíram de alguma forma para a minha formação acadêmica.

RESUMO

Este trabalho apresenta um projeto conceitual de uma gaiola para o que, um dia, será um veículo que tem como principal objetivo ser sustentável. A partir da necessidade de veículos sustentáveis nas cidades e de um acesso a esses veículos, por parte da população mais carente, foi buscada a solução com o projeto de um veículo que pode vir a substituir as motocicletas e ser mais acessível, financeiramente, que um automóvel. Fazendo buscas na internet, não é difícil achar notícias sobre veículos elétricos no mundo, porém, esses são caros e nem todas as classes sociais conseguem ter acesso a eles. O trabalho será desenvolvido a partir de metodologia de projeto, buscando a qualidade e eficiência do sistema, de modo que atenda a todas as necessidades e tenha o menor custo possível. O projeto é uma iniciativa acadêmica que pode vir a se tornar um projeto maior, contemplando várias cidades e quem sabe até o país inteiro, porém, por hora, deve-se fazer um estudo inicial de quais as principais necessidades de um veículo desse porte, para que o mesmo possa atender de modo eficiente todas essas dificuldades. Sendo assim, iniciando com os objetivos principais desse projeto, será visto que o projeto vai partir da necessidade de se acomodar duas pessoas. Partindo disso serão feitos alguns estudos, tomando como base normas técnicas para se obter credibilidade e um padrão de qualidade ao final do projeto.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sistema de coordenadas fixas do veículo	9
Figura 2 - Torção aplicada ao chassi em terreno irregular	10
Figura 3 - Chassi tipo escada	11
Figura 4 - Chassi Monobloco	11
Figura 5 - Chassi Backbone (Lotus Elan).....	12
Figura 6 - Chassi Spaceframe (Masseratti Bird Cage)	13
Figura 7- Modelo de desenvolvimento de produtos industriais	14
Figura 8 - Tabela 3 - Altura Sentado Ereto	18
Figura 9 - Tabela 6 - Altura poplítea	19
Figura 10 - Tabela 9 - Comprimento nádega Joelho	20
Figura 11 - Tabela 11 - Largura entre cotovelo.....	21
Figura 12 - Modelo obtido por medidas de Norma	22
Figura 13 - Posição ideal de assento nos veículos.....	23
Figura 14 - Posicionamento do motorista dentro do carro	23
Figura 15 - Comprimento aproximado do modelo de passageiro	25
Figura 16 - Vista Isométrica	26
Figura 17 - Vista Frontal	26
Figura 18 - Vista Lateral Esquerda.....	27
Figura 19 - Vista Superior	27

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
1.1 - OBJETIVOS	8
1.1.1 - Objetivo Geral.....	8
1.1.2 - Objetivos Específicos.....	8
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
2.1 CHASSI.....	9
2.1.1 Chassi tipo escada	10
2.1.2 Chassi monobloco	11
2.1.3 Chassi <i>backbone</i>	12
2.1.4 Chassi <i>spaceframe</i>	12
3. METODOLOGIA	14
3.1 PROJETO CONCEITUAL	14
3.1.1 Estudo da viabilidade ou projeto informacional.....	15
3.1.2 Projeto conceitual.....	15
3.1.3 Projeto informacional.....	15
4. RESULTADOS	15
4.1 ELABORAÇÃO DO PROJETO CONCEITUAL	15
4.1.1 Geração de alternativas	16
4.1.2 Número e posicionamento dos passageiros.....	16
5. CONCLUSÃO.....	28
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29

1. INTRODUÇÃO

A engenharia vem avançando bastante nos últimos anos. Cada dia que passa, mais e mais formas de preservação do meio ambiente aparecem e entre essas formas, está o projeto e a concepção de veículos sustentáveis.

Tais veículos podem ser movidos a energia elétrica proveniente de baterias que podem ser recarregadas das mais diversas formas, como podem, também, ser híbridos, ou seja, mesclar combustíveis fósseis com energia limpa e assim diminuir a emissão de gases poluentes no ambiente.

Grandes montadoras, mundo a fora estão investindo em tecnologia para tornar seus veículos mais limpos, e por vezes, econômicos, pois a autonomia de um veículo elétrico é apreciável, levando em consideração o peso dos veículos e outros fatores que influenciam na força que o motor tem que ter para transportar esse veículo de um local a outro. Nesse contexto, o estudo e projeto de um veículo sustentável pode ser o começo de uma melhoria nos veículos atuais.

Esse trabalho tem uma certa relevância, se for levado em consideração que a maioria dos veículos automotores atuais possuem um peso elevado, devido aos seus vários componentes, incluindo o chassi. Dessa forma, gerar uma alternativa de veículo mais leve, faz com que o conceito mude um pouco e seja possível, inclusive, gerar economia de combustível, no caso de motores de combustão interna e torna possível a locomoção com motores menores.

Com base nas relevâncias citadas anteriormente, espera-se conseguir uma alternativa de chassi que atenda ao que o mercado pede hoje em dia, quando se trata de segurança e de comodidade. Se verificado que o mesmo atende os parâmetros, pode-se iniciar até o projeto detalhado de um veículo por completo e iniciar uma fabricação desses transportes, com o intuito de tornar melhor a vida das pessoas.

1.1 - OBJETIVOS

1.1.1 - Objetivo Geral

- Projeto conceitual de um chassi tipo gaiola de um veículo com o intuito de acomodar duas pessoas.

1.1.2 - Objetivos Específicos

- Estudar uma alternativa que atenda ao objetivo geral
- Estudo de normas técnicas para estimar medidas
- Esboçar, com desenhos 2D e 3D, o modelo proposto

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

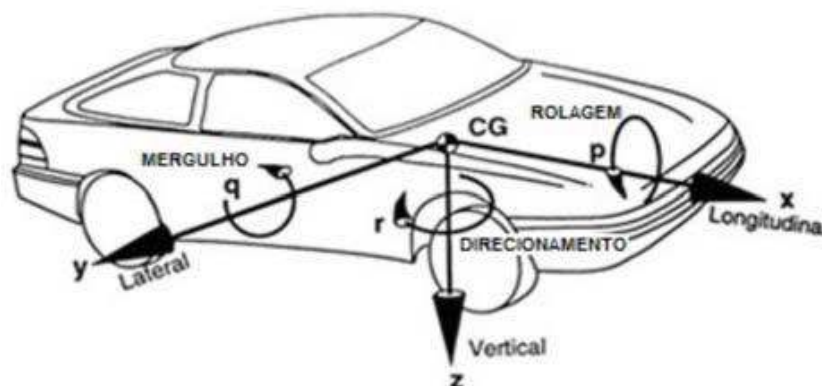
2.1 CHASSI

O chassi automotivo é como um esqueleto onde serão acoplados vários componentes mecânicos, como o motor, o sistema de suspensão, freios, etc. É o elemento que dá força e estabilidade ao veículo quando esse é submetido às mais diferentes condições. (CHANDRA, 2012).

Soares (2012) diz que as principais forças atuantes em um chassi automotivo, mostradas na Figura 1, são:

- Tração e compressão no eixo x, resultantes da aceleração e da frenagem;
- Tração e compressão no eixo y, resultantes das forças de reação dos pneus durante as curvas;
- Flexão em torno do eixo y, durante frenagens e acelerações, havendo transferência longitudinal de carga, e também ao trafegar sobre obstáculos;
- Flexão em torno do eixo x, durante curvas, onde a aceleração centrípeta da carroceria promove a transferência lateral de carregamento;
- Torção em torno do eixo x, ao percorrer curvas ou trafegar em terreno irregular, como pode ser visto na Figura 2.

Figura 1 - Sistema de coordenadas fixas do veículo



Fonte: Gillespie (1992)

Figura 2 - Torção aplicada ao chassi em terreno irregular



Fonte: Brown (2002)

Diante dessas explicações, deve-se fazer um estudo de qual o melhor tipo de chassi deve ser aplicado para o veículo em questão, sendo assim, a seguir serão apresentados os diferentes tipos de chassis automotivos existentes, para que se possa ter uma base de qual atende melhor a necessidade desse projeto.

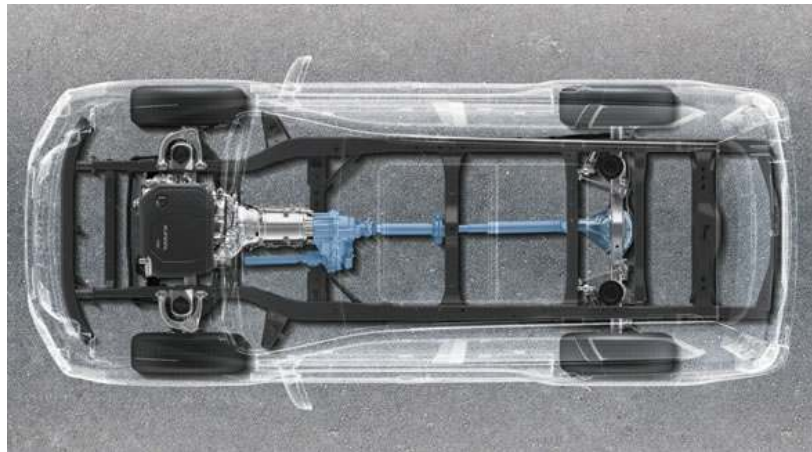
2.1.1 Chassi tipo escada

Os primeiros veículos a motor foram construídos com uma estrutura de escada onde era colocado o corpo do veículo contendo os assentos dos passageiros, além de o do motorista, porém esse corpo geralmente era feito de madeira e possuía pouca rigidez, fazendo com que o chassi suportasse a maior parte das cargas de torção e flexão. (HAPPIAN-SMITH, 2002)

Como o próprio nome diz, o chassi tipo escada se assemelha a uma escada, em sua estrutura, sendo composto por dois trilhos longitudinais que são interligados por barras transversais. (CHANDRA, 2012)

Na Figura 3 podemos visualizar um exemplo de chassi tipo escada.

Figura 3 - Chassi tipo escada



Fonte: <https://bit.ly/2SyeOs8>

2.1.2 Chassi monobloco

Segundo Chandra (2012) o Chassi Monobloco é uma peça única que prescreve a forma geral do veículo. Esse tipo de chassi é fabricado pela soldagem do piso e outras peças, juntas. Uma vez que esse tipo de chassi é econômico e adequado para a produção automatizada, a maior parte dos veículos, atualmente, utiliza chassi monobloco de aço.

Estruturalmente falando, o chassi monobloco deve resistir aos mesmos esforços e atender aos mesmos requisitos de um veículo não possuem chassi e carroceria como peça única. Em função disso, é possível observar regiões mais reforçadas no tipo monobloco. (OLIVEIRA, 2007)

A Figura 4 vem mostrar como é a configuração de um chassi monobloco.

Figura 4 - Chassi Monobloco



Fonte: <https://bit.ly/320EMHU>

2.1.3 Chassi *backbone*

Segundo Happian-Smith (2002), esse chassi está sendo explorado pela Lotus, onde a coluna vertebral (*backbone*) do veículo é um tubo retangular, fechado, utilizado para unir o eixo dianteiro e o traseiro.

Esse tipo de chassi é rentável e é fácil de ser produzido. Fabricado, geralmente, em fibra de vidro, esse chassi é forte o suficiente para suportar os esforços de carros esportivos menores. (CHANDRA, 2012)

A Figura 5 vem mostrar a configuração de um chassi *backbone*, utilizado no Lotus Elan.

Figura 5 - Chassi *Backbone* (Lotus Elan)



Fonte: <https://bit.ly/3bGY09Y>

2.1.4 Chassi *spaceframe*

Os tipos de chassis tratados até agora são, essencialmente, bidimensionais, ou seja, possuem sua profundidade menor que seu comprimento, ou largura. Aumentar a profundidade de uma estrutura, transformando-a em uma estrutura treliçada, traz um aumento da rigidez e resistência à flexão. (HAPPIAN-SMITH, 2002)

Segundo OLIVEIRA (2007), o primeiro projeto spaceframe foi desenvolvido por um aviador inglês, na Segunda Guerra Mundial, proporcionando maior resistência, com relação a certos danos, mesmo em pleno voo.

Os chassis spaceframes são constituídos de pequenos tubos circulares, de pequeno diâmetro, ou quadrados, dispostos de forma que esses tubos sofram apenas tração e compressão,

evitando assim a torção e a flexão. Na prática é difícil obter um chassi spaceframe eficiente, porém, no mercado, existem modelos de veículos que transitam com esse tipo de chassi, como o Mercedes 300SLR, Lamborghini Countach e Masseratti Bird Cage (Figura 6).

Figura 6 - Chassi *Spaceframe* (Masseratti Bird Cage)



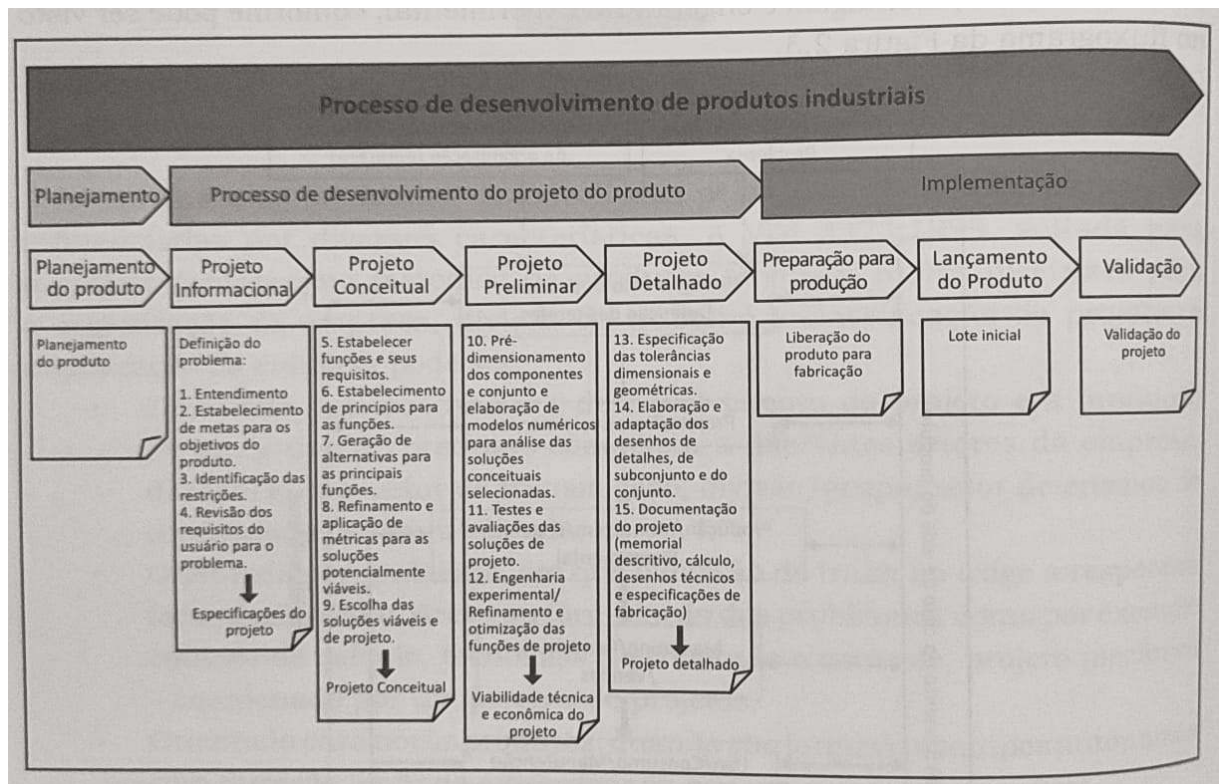
Fonte: <https://bit.ly/37vA3it>

3. METODOLOGIA

3.1 PROJETO CONCEITUAL

A estrutura utilizada para desenvolvimento do objeto de estudo terá como base a metodologia definida por Back (1999), mostrada na Figura 7, onde ele apresenta um quadro que mostra os passos de um projeto de engenharia:

Figura 7- Modelo de desenvolvimento de produtos industriais



Fonte: Adaptado de Back, 1999.

Pode-se notar que a metodologia adotada segue alguns princípios sequenciais para o desenvolvimento de um novo produto. Esses princípios podem ser observados na imagem acima, de forma que ao concluir com a fase de validação, o projetista tem seu produto completo e pronto para venda, se esse for o intuito. Como o objetivo deste estudo é chegar à etapa de projeto conceitual, serão tomados como base, então, os 9 primeiros princípios mostrados na figura, levando em conta que poderão ser feitas algumas adaptações mediante alguma necessidade específica do projetista.

3.1.1 Estudo da viabilidade ou projeto informacional

É a fase onde é definido o problema, identificando as necessidades e desejos dos clientes, caso existam, e onde é feita uma pesquisa de mercado, pesquisa de base de patentes e *benchmarking*. O objetivo principal é obter uma lista de requisitos técnicos que darão norte ao desenvolvimento do projeto conceitual. (RODRIGUES et al., 2015)

3.1.2 Projeto conceitual

É dado como finalizado a partir do momento em que é identificado um conjunto de princípios funcionais para o produto, ou seja, se o mesmo atende às especificações de projeto e existe alguma diferenciação entre os concorrentes. (BAXTER, 2000)

Devido ao fato de que o projeto parte da ideia de uma única pessoa e tem como interesse exclusivo atender aos requisitos do mesmo, o que será descrito a partir de agora não terá como base nenhuma pesquisa com várias pessoas, como é mencionado no projeto informacional.

3.1.3 Projeto informacional

É aqui que são levantados os problemas iniciais que deverão ser solucionados com o desenvolvimento de um novo produto. A partir do objetivo geral do trabalho, temos que o problema inicial do projeto do chassi é o de acomodar duas pessoas em seu interior.

A partir dessa necessidade inicial, serão estudadas normas técnicas, afim de manter tudo dentro dos melhores padrões e com uma confiabilidade ao final do projeto.

4. RESULTADOS

4.1 ELABORAÇÃO DO PROJETO CONCEITUAL

Sabendo quais são as principais necessidades, pode-se iniciar o desenvolvimento de soluções que visam melhor atender a esses requisitos.

Por tratar-se do desenvolvimento de um chassi veicular, será tomada como base a metodologia adotada por Macey e Wardle (2008), que define algumas especificações que delimitam o que eles chamam de package:

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

A partir desse princípio, será desenvolvida uma solução que atenda a todos os requisitos de projeto, bem como leve em consideração o *package* mencionado acima.

4.1.1 Geração de alternativas

Para que o projeto seja reconhecido como funcional e de fato atenda às necessidades exigidas inicialmente, devem-se estudar soluções a partir, inclusive, de normas técnicas.

A seguir serão estudados os pontos do *package* detalhadamente afim de se achar a melhor solução disponível atualmente para esse tipo de projeto.

4.1.2 Número e posicionamento dos passageiros

Como definido no início, o número de passageiros do veículo será 2, tendo em vista que o mesmo deverá ser um veículo leve e como baixo consumo, podendo, inclusive possuir motor de baixa cilindrada ou até elétrico.

Levando tudo isso em consideração, deve-se modelar como os passageiros deverão ser posicionados no interior do chassi.

A primeira escolha será se eles ficarão lateralmente um ao outro ou um atrás do outro, como em uma motocicleta, por exemplo.

Para definir esse ponto, levam-se em consideração as necessidades iniciais do projeto e, em uma delas, pede-se um compartimento para bagagem, sendo assim, por ser mais usual e levando em conta esse fator, será usado o modelo convencional onde um passageiro fica ao lado do outro.

A partir disso, busca-se o posicionamento correto para definir-se algumas medidas aproximadas do veículo, internamente, como distância do piso ao teto e distância entre volante e banco, no caso do motorista.

Utilizando da NBR 6068 (ABNT, 2015) pode-se dimensionar, aproximadamente, o chassi internamente, pelo espaço tomado pelo passageiro dentro do veículo, enquanto o mesmo estiver sentado.

O primeiro passo a ser tomado será dimensionar a altura do indivíduo sentado na posição ereta, pois entende-se que nessa posição, o mesmo terá sua altura máxima dentro do veículo. Para isso utilizam-se as tabelas, dispostas na norma e adota seus dados.

Utilizando o percentil (nome dado ao percentual da população prevista dentro daquele padrão) de 99, tem-se a primeira medida de 988 mm, para uma média geral entre 18 e 79 anos, mostrada na Figura 8.

Figura 8 - Tabela 3 - Altura Sentado Ereto

Tabela 3 – Altura sentado – ereto							
Porcentual %	Total 18-79 anos mm	18-24 anos mm	25-34 anos mm	35-44 anos mm	45-54 anos mm	55-64 anos mm	65-74 anos mm
Homens							
99	988	993	991	988	988	983	958
95	965	973	975	965	965	958	937
90	955	960	963	958	955	942	927
80	937	942	947	942	937	930	912
70	927	932	937	932	927	917	902
60	914	922	927	922	914	907	892
50	907	912	917	914	907	897	884
40	897	899	907	904	897	889	874
30	886	889	897	894	889	876	866
20	874	876	886	884	876	866	856
10	859	864	871	869	866	846	841
5	843	846	861	856	851	836	826
1	810	808	826	818	833	798	795
Altura média	904	909	914	912	907	894	881
Mulheres							
99	930	932	935	935	925	925	909
95	907	912	912	909	904	899	876
90	894	899	902	899	889	884	861
80	879	884	886	884	879	869	848
70	869	874	876	874	866	859	836
60	859	864	866	866	859	848	828
50	848	856	859	856	851	838	818
40	841	848	848	848	843	831	810
30	828	838	841	841	833	820	800
20	818	828	828	828	820	810	787
10	798	815	815	815	805	792	770
5	785	798	798	800	792	780	754
1	749	772	770	770	765	762	726
Altura média	846	853	856	856	848	838	815



Fonte: ABNT (2015)

OBS: Existem duas medidas: As medidas masculinas e as femininas, sendo assim, a título de padronizar, serão usadas as medidas que forem maiores nos intervalos selecionados para o estudo.

O próximo passo é determinar a altura de poplitea do condutor e do passageiro.

Seguindo a mesma lógica do primeiro passo, será usada a tabela disponível em norma, mostrada na Figura 9, e o percentil estudado será o 99, sendo assim, o resultado obtido será de 508 mm.

Figura 9 - Tabela 6 - Altura poplíteia

Tabela 6 – Altura poplíteia								
Percentual %	Total 18-79 anos mm	18-24 anos mm	25-34 anos mm	35-44 anos mm	45-54 anos mm	55-64 anos mm	65-74 anos mm	75-79 anos mm
Homens								
99	508	518	523	505	505	503	503	490
95	490	498	500	485	485	483	480	467
90	478	483	488	478	472	472	467	455
80	462	470	472	462	455	457	452	442
70	452	457	460	452	450	450	447	432
60	447	450	452	447	445	442	439	427
50	439	445	445	439	437	434	434	422
40	432	437	439	432	432	429	427	417
30	424	432	432	424	424	419	419	411
20	417	422	422	417	414	411	411	404
10	406	411	411	409	406	401	396	391
5	394	406	406	396	394	389	386	386
1	378	386	384	381	373	378	361	381
Atura média	439	445	447	439	437	434	432	422
Mulheres								
99	457	470	462	455	465	455	455	452
95	445	452	445	445	445	434	432	437
90	432	442	432	432	432	427	427	429
80	422	429	424	422	422	417	414	422
70	414	422	417	414	411	409	404	411
60	406	417	409	406	404	399	396	404
50	399	409	401	399	394	391	389	396
40	391	401	396	391	386	381	381	391
30	384	394	389	384	378	373	373	384
20	373	386	381	373	368	366	366	371
10	361	371	366	361	361	358	358	358
5	356	361	358	356	351	345	353	343
1	333	343	335	333	333	333	330	244
Atura média	396	406	399	396	394	391	389	394



Fonte: ABNT (2015)

O terceiro passo é determinar o comprimento nádega Joelho, mostrado na Figura 10, que para o percentil 99 tem-se 668 mm.

Figura 10 - Tabela 9 - Comprimento nádega Joelho

Tabela 9 – Comprimento nádega – joelho								
Porcentual %	Total 18-79 anos mm	18-24 anos mm	25-34 anos mm	35-44 anos mm	45-54 anos mm	55-64 anos mm	65-74 anos mm	75-79 anos mm
Homens								
99	668	673	681	665	663	655	658	632
95	640	645	653	638	640	632	630	627
90	630	632	635	630	630	625	620	620
80	620	620	625	620	620	612	607	607
70	607	607	615	610	610	602	599	592
60	599	599	607	602	602	594	592	582
50	592	592	599	594	594	587	584	574
40	584	584	592	587	587	579	577	566
30	577	577	582	577	577	569	569	559
20	566	566	572	569	569	561	564	549
10	554	556	561	556	556	546	546	538
5	541	541	549	541	541	538	533	533
1	516	518	528	516	518	498	511	513
Comprimento médio	592	592	599	592	592	584	584	577
Mulheres								
99	653	650	650	658	648	653	658	627
95	625	625	625	627	625	627	625	607
90	610	607	610	610	612	610	607	597
80	594	592	597	597	597	594	594	582
70	582	582	584	584	582	582	582	574
60	574	572	577	577	574	574	574	569
50	569	564	569	572	569	566	566	564
40	561	556	561	564	561	559	559	556
30	551	549	554	556	551	551	551	544
20	541	541	544	546	541	541	541	533
10	531	528	533	536	531	531	531	516
5	518	516	521	521	516	516	513	505
1	495	490	508	508	493	493	493	470
Comprimento médio	566	566	569	572	566	566	566	559



E por último, mas não menos importante, a largura entre os cotovelos que é maior que a largura do quadril e por isso será o padrão usado aqui. Para o percentil 99, a largura máxima entre os cotovelos é de 544 mm.

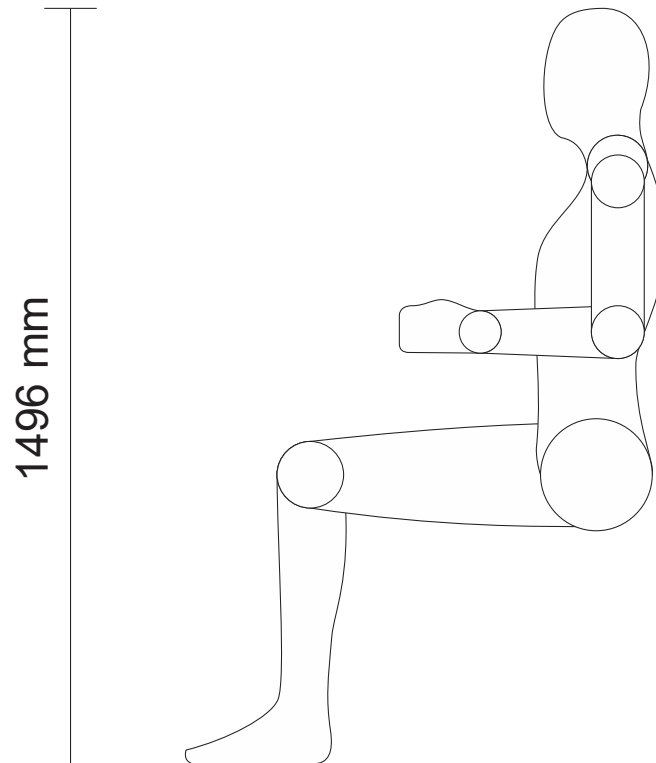
Figura 11 - Tabela 11 - Largura entre cotovelo

Tabela 11 – Largura entre cotovelo								
Porcentual %	Total 18-79 anos mm	18-24 anos mm	25-34 anos mm	35-44 anos mm	45-54 anos mm	55-64 anos mm	65-74 anos mm	75-79 anos mm
Homens								
99	544	528	544	546	554	559	533	526
95	505	493	500	508	508	508	505	495
90	483	462	478	488	488	490	490	475
80	460	437	452	465	467	465	470	452
70	445	419	439	450	452	450	452	434
60	432	404	427	437	439	437	439	424
50	419	391	414	424	427	424	427	417
40	406	381	404	414	414	409	414	406
30	394	368	391	404	404	396	404	394
20	381	358	381	389	389	386	389	378
10	363	340	361	371	371	368	371	363
5	348	333	348	358	358	358	356	356
1	330	312	333	333	335	335	335	315
Largura média	422	396	417	427	429	427	429	417
Mulheres								
99	538	508	523	546	551	554	528	503
95	490	429	465	490	500	513	500	485
90	465	406	439	462	475	490	478	460
80	434	384	401	429	447	462	455	444
70	414	371	386	406	427	442	442	429
60	396	361	373	394	406	427	429	414
50	384	351	361	378	394	414	417	399
40	371	340	351	368	384	401	406	389
30	358	333	343	358	371	386	394	373
20	343	320	333	345	358	373	378	361
10	328	307	318	333	338	356	361	343
5	312	297	310	318	323	340	348	333
1	290	279	290	297	295	312	315	312
Largura média	389	356	368	389	401	417	417	401



Com essas informações, pode-se montar um modelo que dará norte às medidas externas, aproximadas, do veículo, conforme mostrado na Figura 12.

Figura 12 - Modelo obtido por medidas da NBR 6068



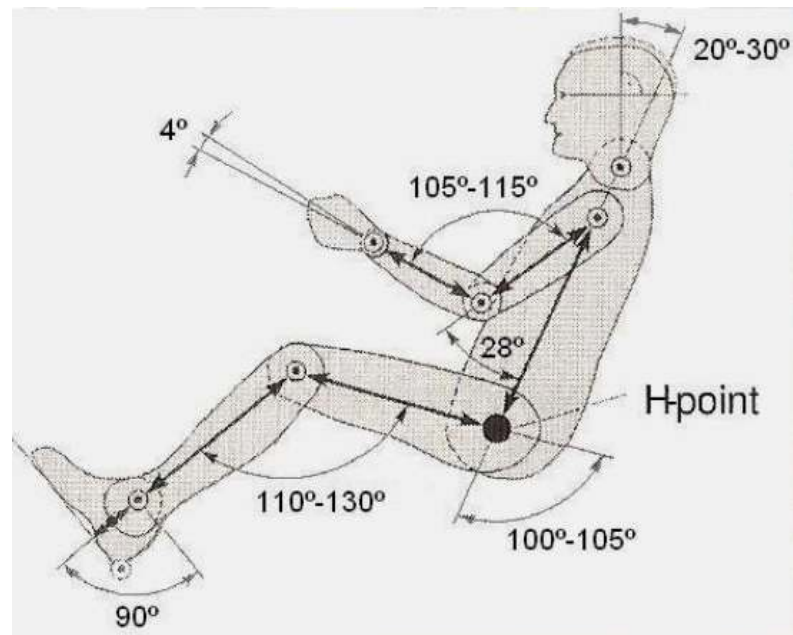
Fonte: Autoria própria

4.1.3 Dimensões externas aproximadas

Com a construção do modelo de passageiro que vai dentro do veículo que está sendo projetado, temos como estimar, de forma aproximada, as medidas internas do chassi.

Segundo Okimoto (2014) os ângulos em que o motorista deve se encontrar enquanto estiver dirigindo são os seguintes:

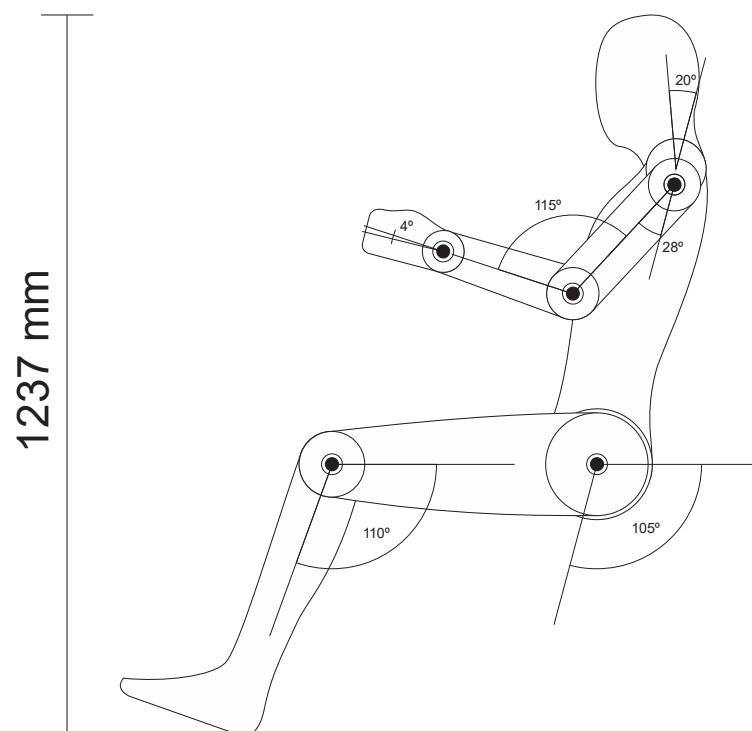
Figura 13 - Posição ideal de assento nos veículos tipo baja



Fonte: Okimoto, 2014

Dessa forma, o modelo produzido com as dimensões obtidas em norma, ficará com as seguintes medidas:

Figura 14 - Posicionamento do motorista dentro do carro



Fonte: Autoria própria

Com essa redução no tamanho do motorista, pode-se ter uma noção, aproximada das medidas internas do veículo.

Levando em consideração que essa é a posição ideal, porém podem haver variações de acordo com quem vai dirigir, leva-se em consideração uma folga entre o ocupante e o teto do veículo, com isso, as dimensões utilizadas no interior do veículo podem ser baseadas no modelo completamente ereto, isto é, com uma diferença, entre os modelos, de 259 mm, pode-se dizer que a dimensão interna do veículo será de, aproximadamente 1500 mm.

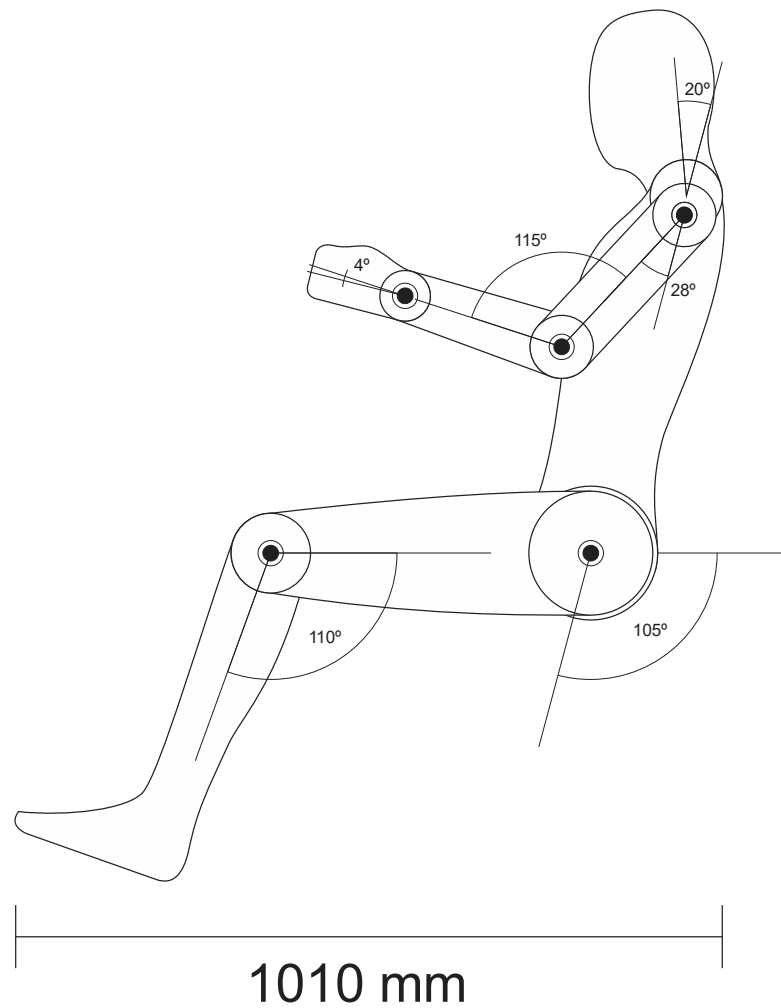
Em comparativo com a postura do condutor, e passageiro, a largura dos ombros não muda com a posição de pilotagem, sendo assim, ainda será utilizada a largura de 544 mm, sendo esta tida como base para dimensionar a largura interna do veículo.

Partindo da ideia de que os ocupantes estarão sentados em bancos que são um pouco maiores que seus ombros, serão acrescentados, à largura dos ombros, 200 mm por passageiro, o que nos dá 744 mm por pessoa no interior do veículo, entretanto essa seria a dimensão utilizada caso os ocupantes estivesse colados, um ao outro, então também deverá ser acrescentado um espaço entre as pessoas, no total de 200 mm também, o que deixa a largura total sendo de $744\text{mm} + 744\text{ mm} + 200\text{ mm} = 1688\text{ mm}$, podendo-se concluir em, mais ou menos, 1700 mm de largura interna.

Como última medida importante, tem-se o comprimento, que terá como base as dimensões dos ocupantes e um acréscimo levando em consideração um porta-malas que deve ser incrementado no veículo, além de os locais onde vão o motor e a transmissão.

Partindo das medidas dos condutores e utilizando-se do modelo proposto anteriormente para dimensionar a altura, tem-se o comprimento de partida de:

Figura 15 - Comprimento aproximado do modelo de passageiro



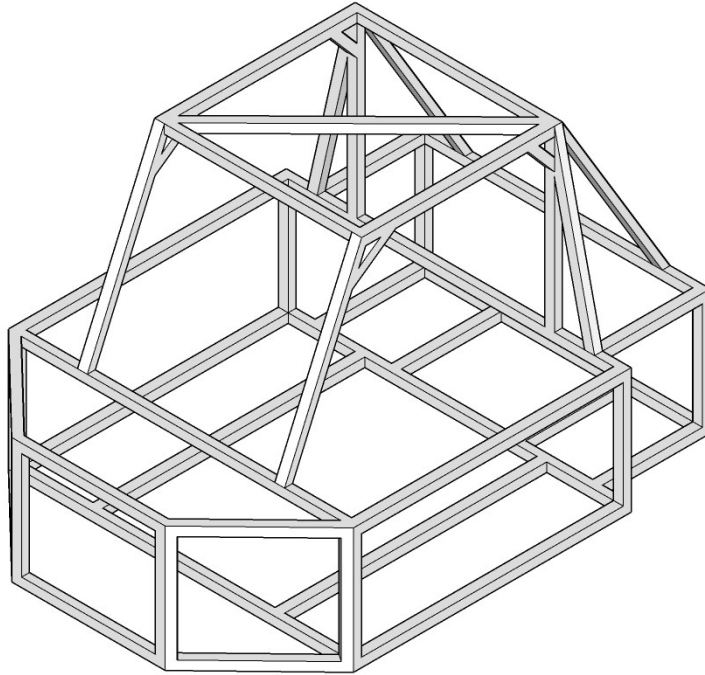
Fonte: Autoria própria

Com base nessa dimensão, e levando em consideração alguns fatores construtivos do veículo, tem-se que o comprimento total do veículo pode ser de, aproximadamente, 2400 mm ou 2500 mm.

Com esses dados em mãos, é hora de elaborar o esboço do chassi.

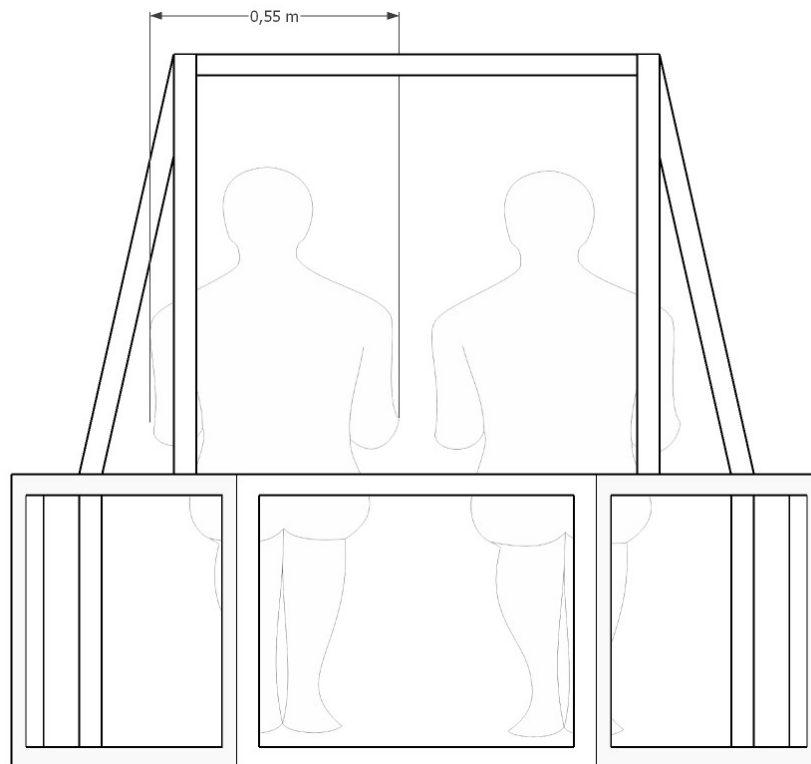
As figuras [16,19] mostram as diversas perspectivas de vistas do chassi.

Figura 16 - Vista Isométrica



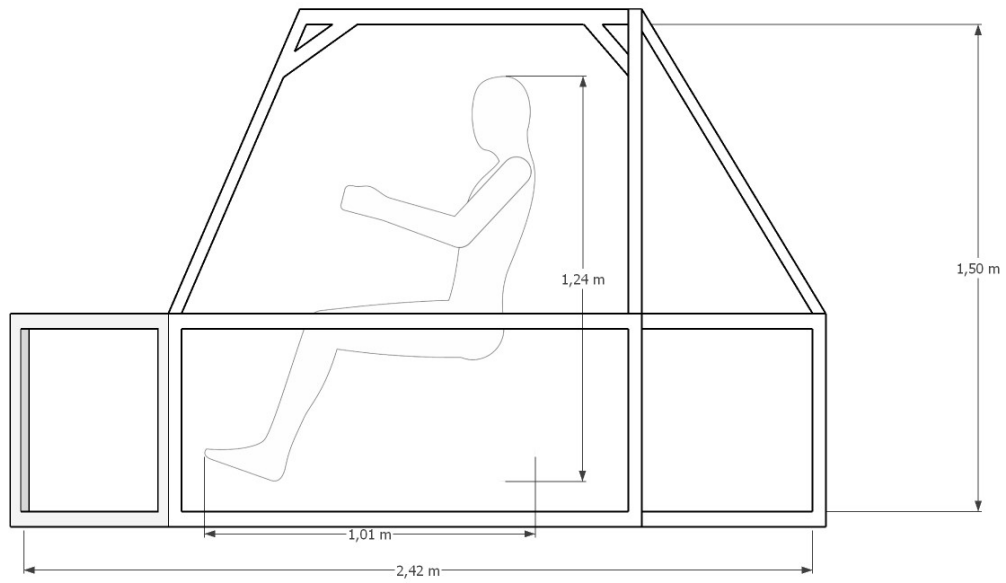
Fonte: Autoria Própria

Figura 17 - Vista Frontal



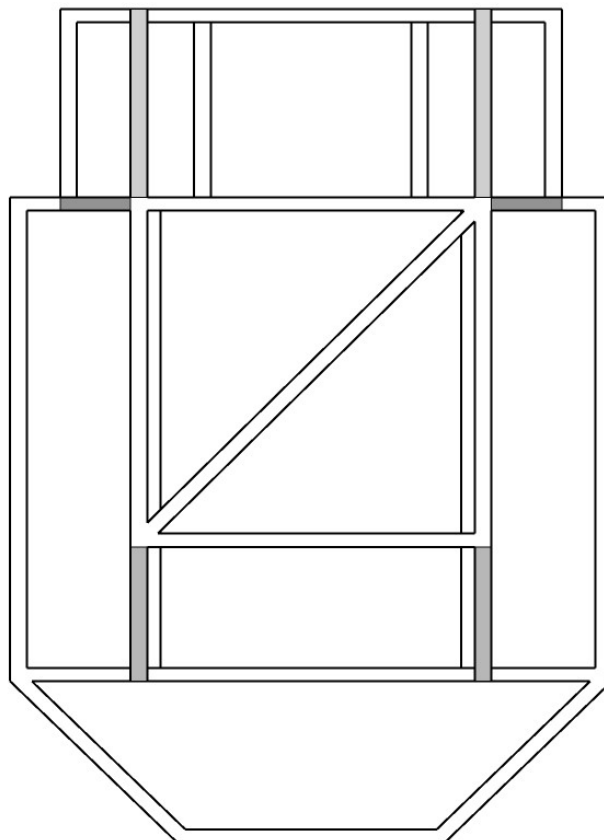
Fonte: Autoria Própria

Figura 18 - Vista Lateral Esquerda



Fonte: Autoria Própria

Figura 19 - Vista Superior



Fonte: Autoria Própria

5. CONCLUSÃO

O desenvolvimento do presente estudo obteve como resultado um modelo de chassi projetado para acomodar duas pessoas em seu interior, atingindo assim o objetivo geral, partindo dos objetivos específicos, que foram importantes durante o processo de elaboração do trabalho.

O embasamento a partir de normas técnicas faz com que o trabalho torne-se mais assertivo nos pontos principais do seu estudo, reduzindo as chances de falha ao término do mesmo.

Contudo, o projeto ainda não foi concluído e pode ser continuado em estudos futuros tornando-o uma alternativa viável para a sociedade de um modo geral, como mencionado anteriormente nesse mesmo trabalho.

Nesse sentido, o projeto conceitual foi apenas o primeiro passo do que pode vir a ser um veículo sustentável com o objetivo de promover uma melhor locomoção para as pessoas e ainda uma maneira de reduzir as emissões na atmosfera.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6068: Veículos rodoviários – Massas e dimensões de adultos**. Rio de Janeiro, 2015

BACK, N. **Palestra Ministrada na FEM-UNICAMP sobre “Capacitação em desenvolvimento integrado de produto”**, 1999.

BAXTER, M. **Projeto do Produto**. 2ª. Edição. São Paulo: Edgard Blücher, 2003, 260p.

BROWN, Jason C.; ROBERTSON, A. John; SERPENTO, Stan T. **Motor Vehicle Structures: Concepts and Fundamentals**, Ed: Butterworth Heinemann, London, 2002.

CHANDRA, M. R., Sreemivasulu, S., Hussain, S. T., "**Modeling and Structural Analysis of Heavy Vehicle Chassis Made of Polymeric Composite Material by Three Different Cross Sections**", Journal of Mechanical and Production Trans Stellar, 2012

GILLESPIE, Thomas D. **“Fundamentals of Vehicle Dynamics”**, Society of Automotive Engineers Inc., USA, 1992.

HAPPIAN-SMITH, Julian. **An Introduction to Modern Vehicle Design**. [S.I.]: ButterworthHeinemann, 2002.

https://www.haval.com.au/my_keywords/ladder-frame-chassis/ (Acesso em 16/10/2019) (<https://bit.ly/2SyeOs8>)

<https://www.offroadurbano.com.br/dicas-4x4/entenda-as-diferencas-entre-body-lift-e-suspension-lift> (Acesso em 16/10/2019) (<https://bit.ly/320EMHU>)

<http://www.lotusracer.com/index.php?section=49> (Acesso em 18/10/2019) (<https://bit.ly/3bGY09Y>)

<http://www.motorstown.com/60086-maserati-tipo-61-%27birdcage%27.html> (Acesso em 18/10/2019) (<https://bit.ly/37vA3it>)

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

OKIMOTO, Maria Lúcia L. Ribeiro. **Ergonomia Veicular BAJA**. Curitiba, 2014.

OLIVEIRA, F. C. G., **“Contribuição ao desenvolvimento de uma estrutura veicular tipo spaceframe usando o método dos elementos finitos e métodos heurísticos de otimização numérica”**, Dissertação para obtenção do título de Mestre em engenharia mecânica, Universidade Federal de Uberlândia, 2007

RODRIGUES, Alessandro Roger et al. **Desenho técnico mecânico: Projeto e fabricação no Desenvolvimento de Produtos Industriais**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015. 473 p.

SOARES, F. S, Geritz, L. C, Cervieri, A., Aires, A. F. R., da Silveira, M. A., “**Desenvolvimento de um chassis automotivo para um veículo elétrico de pequeno porte**”, Publicado na revista de iniciação científica da ULBRA – N°10/2012