

DIMENSIONAMENTO DE ELEMENTOS DE UM VEÍCULO TIPO FÓRMULA COM O AUXÍLIO DE MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS

Cícero Elidon de S. Oliveira¹, Blake Charles Diniz Marques²

Resumo:

Esse artigo teve como objetivo a aplicação de medidas antropométricas com o propósito de dimensionar alguns dos elementos presentes no cockpit de um veículo tipo fórmula, de forma que obedeça ao regulamento SAE FSAE RULES 2022.V21. Com o intuito de alcançar esse objetivo foi examinado um modelo de posicionamento sentado na condução, contida no próprio regulamento da competição Fórmula SAE, onde nele observou-se que dois itens delimitam o espaço interno do veículo, sendo eles o banco e os pedais. Em seguida se fez um estudo para estabelecer quais medidas antropométricas deveriam ser utilizadas no dimensionamento de tais elementos. Após a definição das medidas, procedeu-se com uma amostragem de 10 estudantes com o intuito de demonstrar a aplicação e utilização de dados antropométricos no dimensionamento do veículo. Suas alturas foram coletadas e dispostas num software, onde as medidas analisadas foram adquiridas para então ser realizado o tratamento. Com base na literatura foram escolhidos ângulos com o intuito de projetar o cockpit de forma que o piloto esteja confortável, para então ocorrer o dimensionamento, utilizando um software de desenho. O resultado obtido mostrou que: as medidas antropométricas escolhidas durante o processo de dimensionamento se encontram dentro dos valores referenciais disponibilizados pela Fórmula SAE.

Palavras-chave: Medidas antropométricas; Fórmula SAE; Dimensionamento.

1. INTRODUÇÃO

O Fórmula SAE é um programa apresentado pela Sociedade dos Engenheiros Automotivos (SAE) com o intuito de prover uma experiência real para os estudantes [1], oferecendo a possibilidade de aplicarem os conhecimentos que viram em sala de aula de forma prática, desenvolvendo um veículo tipo fórmula completamente do zero. Para isso, os veículos precisam atender uma série de requisitos técnicos, dentre eles o aspecto ergonômico.

De acordo com Abrahão [2], a ergonomia pode ser entendida como uma disciplina que tem como objetivo transformar o trabalho em suas diferentes dimensões, adaptando-o às características e aos limites do ser humano. No seu início, era voltada exclusivamente ao ramo industrial, que por meio de dados e teorias buscava adaptar o posto de trabalho ao homem, a fim de preservar a sua saúde. Com as diversas inovações tecnológicas, se viu uma expansão na ergonomia deixando de ser relacionada somente ao setor industrial, evoluindo para uma visão mais ampla, englobando atividades humanas no geral, de forma que passa a incluir mais áreas além da física, como a cognitiva, e a operacional, passando a ser uma área multidisciplinar com diversos domínios.

A antropometria é uma parte fundamental da ergonomia, que envolve a aplicação de métodos científicos de medição física em seres humanos, visando a identificação de diferenças anatômicas e morfológicas entre indivíduos. Essa abordagem tem o propósito de se obter amplas informações que possam contribuir para a melhoria e adequação de produtos às necessidades de seus usuários [3].

Levando em conta essas informações e sabendo que é durante a fase de planejamento onde o engenheiro deve almejar o objetivo de criar um veículo Seguro, acessível e confortável de forma que siga as normas estabelecidas pela competição Fórmula SAE. Este trabalho se propõe a partir da seguinte questão de investigação: é possível dimensionar o banco e os pedais de um cockpit do veículo tipo fórmula com o auxílio de medidas antropométricas de forma que atenda o regulamento?

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Segundo a associação brasileira de ergonomia (ABERGO), podemos definir ergonomia como a disciplina científica preocupada com a compreensão das interações entre humanos e outros elementos de um sistema, e a profissão que aplica teoria, princípios, dados e métodos para projetar a fim de otimizar o bem-estar humano e o desempenho geral do sistema [4]. Como uma área multidisciplinar, a ergonomia é embasada nas ciências

humanas, incorporando conceitos como antropometria, fisiologia e psicologia. A avaliação dos resultados nesse campo é principalmente guiada por critérios relacionados à saúde, economia e sociologia [5].

A principal preocupação de um ergonomista é planejar, projetar, avaliar e adaptar um posto, com o intuito de reduzir fatores que possam trazer consequências ao ser humano, visando sempre a sua saúde e segurança. Não se deve colocar a eficiência de um projeto como o objetivo principal da ergonomia, porque ela isoladamente poderá justificar medidas que aumentam os riscos dos trabalhadores [6].

2.1 Antropometria

Antropometria é a área da ergonomia que engloba técnicas com fundamentações estatísticas, que possuem o intuito de elaborar normas, padrões e recomendações, sendo fundamental na parte de concepção de um projeto. De acordo com Marconi e Presotto [7] a antropometria possui um aspecto tríplice de cientificabilidade:

- I. Ciência Social: propõe conhecer o homem enquanto integrante de grupos organizados.
- II. Ciência Humana: volta-se especificamente para o homem como um todo: sua história, sua crença, usos e costumes, etc.
- III. Ciência Natural: interessa-se pelo conhecimento psicossomático do homem e sua evolução.

A antropometria desempenha um papel crucial no campo da ergonomia e no design de produtos. Segundo Neufert [8], a ideia fundamental é utilizar o homem como medida de referência, reconhecendo que tudo o que o homem cria está essencialmente ligado ao uso pessoal humano. Essa perspectiva destaca a importância de criar produtos e espaços que se adaptem às dimensões do corpo humano, visando garantir conforto e segurança. Isso não apenas melhora a experiência do usuário, mas também ajuda a prevenir lesões.

No entanto, como observado por América [9], a falta de espaço é um problema recorrente no projeto, e isso ressalta a necessidade de uma abordagem cuidadosa da antropometria. A análise do ambiente construído muitas vezes revela a carência de espaço, o que pode comprometer o conforto e a funcionalidade dos produtos e espaços projetados. Portanto, a antropometria não se limita apenas às dimensões do corpo humano, mas também à consideração do espaço disponível para acomodar essas dimensões.

2.1.1 Antropometria Veicular

A antropometria veicular é uma subdivisão da antropometria que se concentra no estudo das dimensões de veículos, com o objetivo de trazer melhorias tanto ao projeto quanto ao processo de fabricação. Segundo Itiro [10], no desenvolvimento de um carro, o dimensionamento de alguns centímetros a mais, sem necessidade, pode acarretar em um aumento substancial nos custos de produção, principalmente quando se considera a fabricação em larga escala.

Alguns dos exemplos de vantagens de sua aplicação incluem a redução de custos de produção devido à minimização de desperdício e o aprimoramento ergonômico dos veículos, resultando em maior segurança e conforto para os passageiros.

2.2 Limites de Confiança

Apesar de duas pessoas poderem fisicamente ser muito parecidas é impensável elas possuírem medidas exatamente iguais, isso se dá devido à grande variabilidade nas medidas do corpo humano. De acordo com o livro *Anthropometric Source Book: Anthropometry for designers* da NASA, existem três categorias de variação de medidas humanas [11]:

- **Intraindividual:** São mudanças que ocorrem na fase adulta de um indivíduo, mudanças corporais causadas pela nutrição e/ou pela idade. Algumas outras causadas por repetições de movimento e/ou pelo movimento.
- **Interindividual:** É a diferença mais visível, existe uma grande diferença devido ao sexo e afiliação étnica e racial, essas diferenças incluem: tom de pele, cor dos olhos, proporções corporais entre outras coisas.
- **Variabilidade secular:** Mudanças que ocorrem de geração para geração, ocasionada por várias razões. Esse fator não possui importância na criação de um design.

Para lidar com esse problema e satisfazer as necessidades do maior número de pessoas o possível, os ergonomistas utilizam uma ferramenta chamada de limites de confiança: medidas que representam a grande maioria de uma amostra ou população. Por exemplo em uma situação em que um limite de confiança é de 95%, uma porcentagem de 2,5 das menores e 2,5 das maiores observações é excluída [12].

2.3 Percentil

Segundo Soares [13] o percentil é um valor calculado que estabelece um limite (superior ou inferior) para a persistência de uma classe de equivalência. Essencialmente, o conceito de percentil consiste em dividir um conjunto de dados ordenados em 100 partes iguais, o que representa a posição relativa de um valor específico em relação aos outros. Por exemplo, o percentil 50 está no ponto médio dos dados, dividindo-os em duas partes iguais (Figura 1).

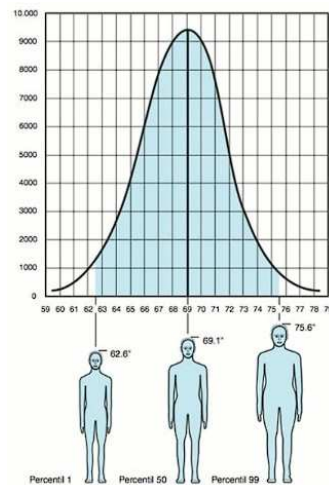


Figura 1: Distribuição de percentil (As medidas do homem e da mulher, 17p).

Sendo usado com frequência para entender a distribuição de dados, e ajudar a identificar valores que se encontram em uma determinada porcentagem em relação ao total, Por exemplo, a Figura 1 representa a distribuição da altura de uma população no 1º, 50º e 99º percentis.

3. JUSTIFICATIVA

A Justificativa deste trabalho reside em demonstrar a relevância da aplicação de medidas antropométricas no desenvolvimento de elementos do cockpit de um veículo, que seja seguro e confortável, ao mesmo tempo em que é capaz de competir de forma eficaz na competição da Fórmula SAE.

4. OBJETIVO

Este trabalho teve como objetivo verificar se a aplicação de medidas antropométricas permite dimensionar os pedais e o banco de um cockpit do veículo do tipo fórmula, de modo a atender aos requisitos da regulamentação SAE FSAE RULES 2022.V21.

5. MATERIAL E MÉTODOS

O método de pesquisa escolhido para a realização deste trabalho foi a pesquisa descritiva. Devido a sua capacidade de analisar fenômenos de maneira imparcial e por meio de coleta de dados, apresentar um resultado de maneira objetiva.

Neste tópico, será apresentada a metodologia e as ferramentas utilizadas na concepção deste trabalho. Isso inclui os métodos e ferramentas que foram empregados ao longo do estudo.

5.1. Escolha dos Elementos Dimensionáveis

Para identificar quais elementos do cockpit seriam dimensionados, foi analisado um modelo de posicionamento do piloto bidimensional (Figura 2) disponibilizado pelo próprio regulamento SAE FSAE RULES 2022.V21.

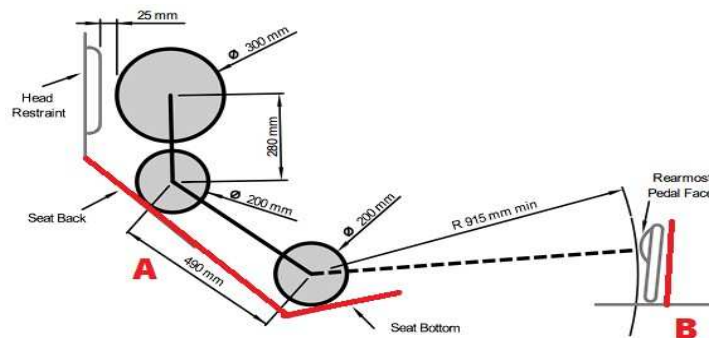


Figura 2: Modelo de Posicionamento do Piloto (SAE FSAE RULES 2022.V21, 33p)

Ao observar o modelo, é notório que dois itens que limitam o espaço interno do cockpit, sendo eles: o item A se referindo ao banco e o item B aos pedais.

Um dos itens do tópico F.5.6.4 define que [16]:

“O círculo inferior de 200 mm será colocado na parte inferior do assento onde a distância entre o centro deste círculo e a face mais traseira dos pedais não seja inferior a 915 mm.” - Traduzido pelo autor

O que reforça a escolha dos bancos e pedais para serem dimensionados no presente estudo.

5.2 Medidas Antropométricas

Para identificar quais medidas seriam utilizadas no processo de dimensionamento, foi utilizado como base o documento FSAE Rules 95th 2016, que se trata de valores referenciais delimitados pelo próprio regulamento do Fórmula SAE., mostrando tanto os valores máximos quanto os mínimos, como também a forma correta de tirá-las (Figura 3).

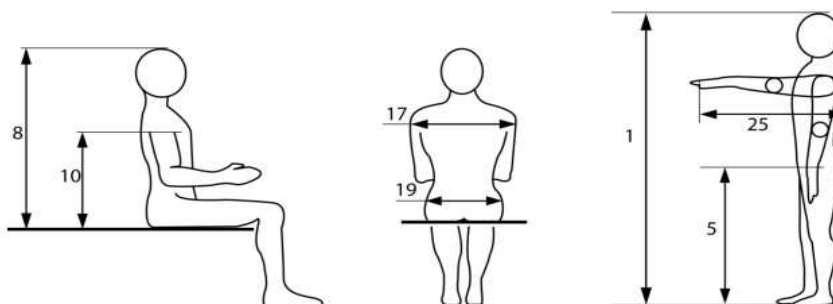


Figura 3: Referencial Antropométrico Fórmula SAE. (FSAE Rules 95th 2016, 02p)

Apesar de o referencial fornecer uma ideia de quais medidas utilizar, foi observado que devido a sua simplicidade, e junto com o intuito de se ter uma melhor precisão no dimensionamento, se viu a necessidade de medidas antropométricas mais detalhadas além das já descritas, para isso, foi criado um modelo de ser humano genérico (Figura 4) a fim de estabelecer quais medidas seriam utilizadas durante o dimensionamento.

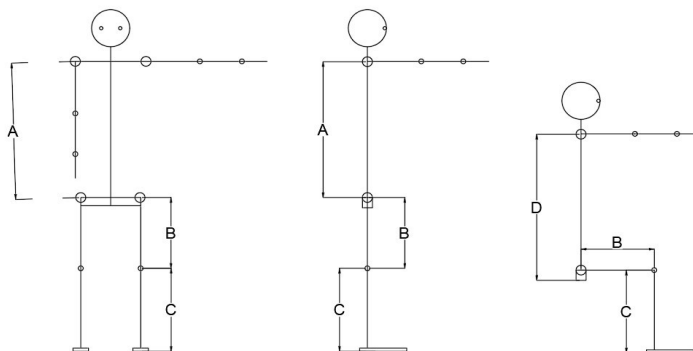


Figura 4: Modelo de Humano genérico. (Autoria própria, 2023)

A tabela 1 apresenta de forma detalhada, quais das medidas antropométricas foram escolhidas, nos dando uma visão abrangente das seleções feitas a partir da representação anteriormente realizada.

Tabela 1. Medidas selecionadas para o dimensionamento.

Representação	Medidas
A	Altura dos Ombros
B	Comprimento do Fêmur
C	Tamanho da Tíbia + Altura do Pé
D	Comprimento até os ombros (sentado)
17	Largura dos Ombros
19	Largura do Quadril
30	Tamanho do Pé (descalço)
31	Largura do Pé (descalço)

Fonte: Autoria própria, 2023.

5.3 Dados Coletados

Devido à dificuldade de se obter uma representação abrangente de toda uma população, foi tomada a decisão de se trabalhar com uma amostragem por conveniência, onde foram convidados indivíduos de forma aleatória. Os dados foram coletados de forma eletrônica por meio de um questionário online, onde continha perguntas relacionadas as medidas dos voluntários. A amostragem final é composta por dez indivíduos do sexo masculino com a altura entre 160 cm e 183 cm.

Como o objetivo desse trabalho é demonstrar a aplicação das medidas antropométricas no dimensionamento de elementos de um veículo tipo fórmula. Foi decidido que os fatores referenciais utilizados neste trabalho serão definidos pelo 95° e 5° percentis, mesmo a amostra seja composta exclusivamente por indivíduos do sexo masculino.

5.4 Antroprojeto

Devido à complexidade das medidas, se teve a necessidade de utilizar um software. O Anteprojetor é um programa criado por Eduardo Breviglieri Pereira de Castro da Universidade Federal de Juiz de Fora. Ele é um software que estima as medidas do corpo humano em relação à altura, sendo escolhido pela sua facilidade de leitura e manuseio, as figuras 5 e 6 mostram a sua interface.

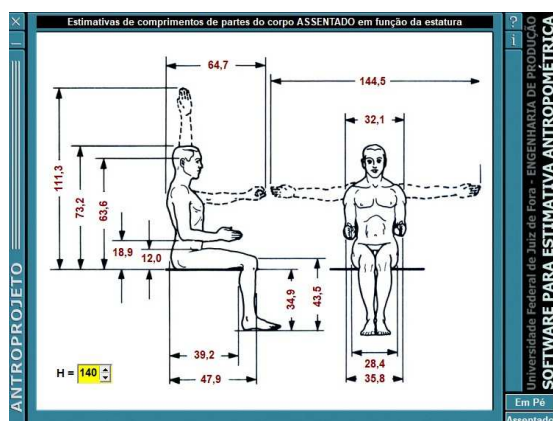


Figura 5: Tela de Medidas Assentado.
(Autoria própria, 2023).

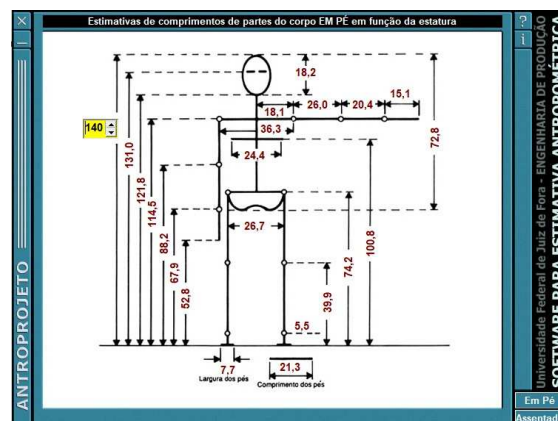


Figura 6: Tela de Medidas em Pé.
(Autoria própria, 2023)

5.5 Tratamentos dos Dados

O tratamento dos dados seguiu da seguinte forma: as alturas dos alunos voluntários foram recolhidas e dispostas no antroprojeto, onde em seguida foi coletado todas as medidas antropométricas escolhidas (Tabela 1). Para realizar o tratamento dos dados foi utilizado o conceito de percentil utilizando a equação (1).

$$P = X \mp (\alpha * DP) \quad (1)$$

Onde: P = Percentil

X = Média (cms)

α = Coeficiente de percentil

DP = Desvio padrão (cms)

Para o valor de α , foi utilizado um valor tabelado da literatura The measure of man and woman human: factors in design, do autor Alvin R. Tilley, onde para o percentil 95% $\alpha = 1,65$, e para 5% $\alpha = -1,65$.

Portando para achar o 95º percentil foi utilizado:

$$P_{95} = X + (1,65 * DP) \quad (2)$$

Enquanto para achar o 5º percentil foi utilizado:

$$P_5 = X - (1,65 * DP) \quad (3)$$

5.6 Dimensionamento

De acordo com Iida [18], as medidas de um projeto são selecionadas com a intenção de acomodar o maior número possível de pessoas. Geralmente, observa-se que quase todas as medidas antropométricas dos homens são maiores do que as das mulheres, com algumas exceções. O valor máximo é frequentemente representado pelo percentil 95% dos homens, enquanto o valor mínimo corresponde ao percentil 5% das mulheres. Frequentemente, os valores máximos são utilizados para espaços, tendo o intuito de abranger o maior o número de pessoas o possível, enquanto os valores mínimos são utilizados para determinar as áreas de alcance. Contudo não existe uma regra para o dimensionamento, tudo dependerá do caso a ser analisado e principalmente das intensões do projetista, tendo casos que será necessário mesclar as medidas.

O dimensionamento de um veículo não se dá de forma muito diferente da de um posto de trabalho, porém, por se tratar de um automóvel certos cuidados precisam ser tomados tanto para a segurança, quanto para o conforto dos usuários. Para este trabalho, a principal literatura utilizada como apoio para auxiliar o dimensionamento do cockpit foi a seção de acomodação veicular do livro The measure of man and woman human: factors in design, do autor Alvin R. Tilley, onde nele possui um diagrama (Figura 7) com diversas recomendações de ângulos de conforto que são qualificados como ótimos. entre outras características que um veículo deve possuir.

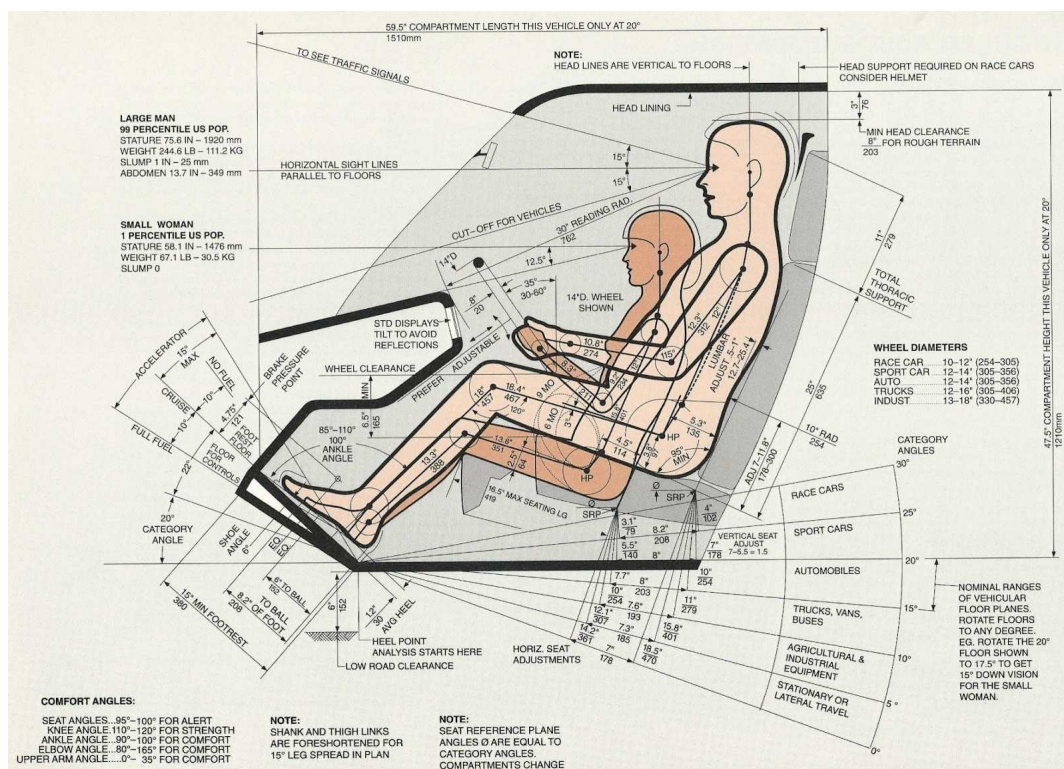


Figura 7: Diagrama de acomodação veicular (The Measure of Man and Woman Human. 66p)

De acordo com Tilley [20], todas as medidas contidas no diagrama são praticamente as mesmas para todos os tipos de veículo, com exceção do ângulo entre o assento e o piso, que varia para carros de corrida, carros esportivos, sedãs, caminhões, vans, ônibus, e equipamentos industriais.

Por se tratar de um veículo da competição Fórmula SAE, ele deve seguir as instruções da regulamentação, que para este trabalho foi utilizado a versão FSAE RULES 2022.V21.

5.7 Ângulos Utilizados

Os ângulos utilizados no dimensionamento foram selecionados dentro dos intervalos mencionados na literatura de apoio conforme descrito no tópico 3.6. Isso foi feito com o objetivo de simular que piloto esteja em uma posição confortável. A Tabela 2 ilustra como ficou a disposição dos ângulos e a sua finalidade.

Área	Ângulo (graus)	Utilidade
Entre o banco e o piso	30°	Definido pelo autor
Inclinação do banco	95°	Alerta
Joelho	120°	Força
Angulo do Tornozelo	90°	Conforto

Fonte: Autoria própria, 2023.

5.8 AutoCAD

O AutoCAD é um software muito utilizado por engenheiros e arquitetos para a elaboração de seus projetos, o mesmo se trata de uma plataforma de desenho capaz de criar esboços tanto em 2D quanto 3D, dando total liberdade ao usuário, sendo de fácil aprendizagem, indo das ferramentas mais simples às mais complexas, pode ser utilizado para de criar plantas baixas, vistas isométricas, peças mecânicas entre outros. Justamente por todas essas particularidades o mesmo foi escolhido como sendo a principal ferramenta para elaborar os esboços.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Elaboração do Desenho

Este tópico, abordará o processo de tomada de decisões para escolher quais medidas antropométricas seriam utilizadas na fase de dimensionamento do cockpit, bem como a elaboração da sua ilustração.

6.1.1 Elementos do Cockpit

Como descrito no tópico de dimensionamento, com o intuito de abranger a maior quantidade de indivíduos o possível, as medidas antropométricas escolhidas para dimensionar o banco foram as dimensões máximas das seguintes partes: largura dos ombros, largura do quadril, comprimento do fêmur e comprimento da coluna sentado.

Para representar o banco, foi criado um desenho consistindo em dois retângulos. O primeiro retângulo tinha uma base de 42,9 cm e uma altura de 65,3 cm. O segundo retângulo tinha uma base de 37,9 cm e uma altura de 47,7 cm. Ambos os retângulos foram unidos de maneira a formar a ilustração da Figura 8, com um ângulo de 95° entre eles.

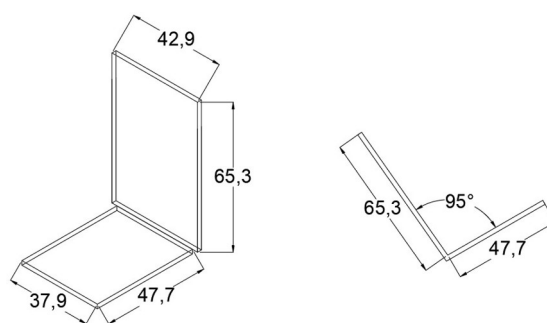


Figura 8: Banco do Cockpit. (Autoria Própria, 2023)

A lógica utilizada durante a escolha das medidas dos pedais ocorreu quase de forma similar ao do banco, dimensão máxima da largura do pé, porém há uma diferença na escolha das alturas dos pedais. Devido ao espaço limitado no cockpit, encontrou-se uma maneira de economizá-lo, sem comprometer o conforto do piloto, foi decidido utilizar apenas metade da altura máxima do pé.

Para ilustrar a representação dos pedais, foi utilizado dois retângulos idênticos (Figura 9), cada um com uma base de 10,2 cm e uma altura de 14,2 cm.

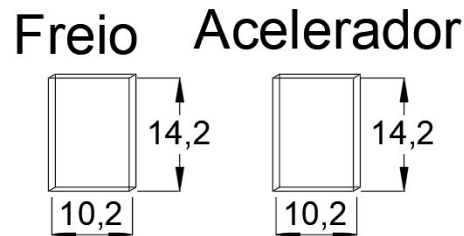


Figura 9: Pedais de freio e acelerador. (Autoria Própria, 2023)

6.1.2 Dimensionamento do Corpo Estático

Após dimensionar os elementos que compõem o cockpit, foi elaborado um modelo estático com o intuito de avaliar o seu espaço interno. Para facilitar sua elaboração, decidiu-se dividi-lo em duas partes distintas: tronco e membros inferiores.

6.1.2.1 Tronco

Para dimensionar o tronco, decidiu-se utilizar a altura máxima dos ombros com a finalidade de simular o alcance do limite do cockpit.

Para representar a região do tronco, foram desenhados dois círculos representativos de diâmetro de 10 cm, um para simbolizar a articulação do ombro e outro para a do quadril. Em seguida, traçou-se uma linha reta de 53 cm que os conecta pelo seu centro. Depois, inclinou-se esses círculos no assento que está reclinado 30° em relação ao piso (Figura 10).

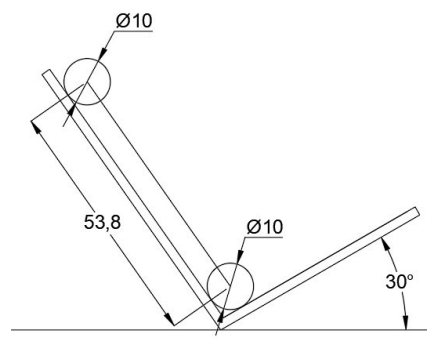


Figura 10: Representação do Tronco. (Autoria Própria, 2023)

6.1.2.2 Membros Inferiores

A dimensão dos membros inferiores foi ajustada de forma a incluir o máximo de pessoas possível. Sendo assim, os valores utilizados foram os valores máximos do fêmur da tíbia e do pé.

A partir do centro do círculo que representa o quadril, foi desenhada uma reta paralela ao banco com 47,7 cm de comprimento. Em seguida, desenhou-se um círculo com um diâmetro de 8 cm para representar o joelho. Saindo do centro desse círculo, traçou-se uma nova reta com um ângulo de 120° em relação ao fêmur, com um comprimento de 53,2 cm. Foi desenhada outra reta com 28,4 cm de comprimento no final da reta que representa a tíbia, formando um ângulo reto em relação ao mesmo. Ao final, o pedal foi posicionado de modo a ficar na extremidade do pé (Figura 11).

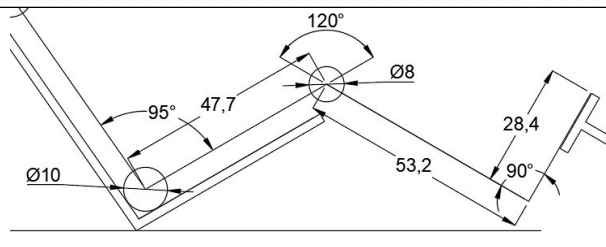


Figura 11: Membros Inferiores. (Autoria Própria, 2023)

6.2 Resultado do Tratamento Estatístico

A tabela 3 apresenta os resultados da distribuição normal, juntamente com os valores empregados no processo de dimensionamento.

Tabela 3. Resultado do tratamento e valores escolhidos.

Representação	Dimensão	Critério		Valores		Medidas adotadas
		Min	Max	5%	95%	
A	Altura dos ombros		X	47	53,8	53,8
B	C.Fêmur		X	39,5	47,7	47,7
C	Tíbia + pé		X	46,5	53,2	53,2
D	C. ombros S.		X	50,7	65,3	65,5
17	L. Ombros		X	37,4	42,9	42,9
19	L. Quadril		X	33,2	37,9	37,9
30	T. pé		X	24,8	28,4	14.2/28,4
31	L. pé		X	9,0	10,3	10,3

Fonte: Autoria própria, 2023.

Podemos reparar que todos os valores adotados no processo de dimensionamento foram valores máximos.

6.3 Comparativos

A parte de comparação do dimensionamento foi subdividida em duas seções: uma para comparar as medidas antropométricas e outra para comparar o espaço interno.

6.3.1 Comparativos das Medidas Antropométricas

A avaliação da eficácia do dimensionamento pode ser realizada por meio da comparação das medidas antropométricas em comum entre as adotadas no processo, e as referenciais do regulamento.

A Tabela 4 compara os valores referenciais máximos e mínimos do documento FSAE Rules 95th 2016 com os que foram adotados durante o processo de descondicionamento.

Tabela 4. Comparativos das medidas antropométricas.

Representação	Dimensão	95% percentil masculino	5% percentil feminino	Medidas adotadas
17	Largura do ombro	50,5 cms	37,5 cms	42,9 cms
19	Largura do quadril	40,5 cms	31,0 cms	37,9 cms
30	Comprimento do pé (descalço)	28,5 cms	22,0 cms	28,4 cms
31	Largura do pé (descalço)	11 cms	8,5 cms	10,3 cms

Fonte: Autoria própria, 2023.

Pode-se notar que todas as medidas antropométricas adotadas se encontram dentro dos limites especificados pela regulamentação, demonstrando que o dimensionamento foi efetivo.

6.3.2 Comparativo do Espaço Interno

Para verificar o espaço interno, foi comparado o modelo estático obtido na etapa de dimensionamento (Figura 12), com o modelo de posicionamento do piloto modelo fornecido pelo regulamento (Figura 2).

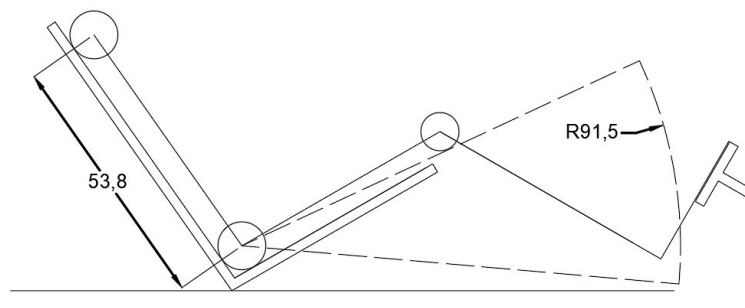


Figura 12: Esboço do Corpo Estático. (autoria própria, 2023)

Foi observado que a região que representa a coluna ficou maior que a do modelo disponibilizado, porém de acordo com o próprio documento FSAE Rules 95th 2016, acreditasse que os dados referenciais são representativos da América do Norte (EUA e Canadá), Europa Ocidental, Austrália e Nova Zelândia [21], portanto, devido à variabilidade interindividual já era esperado a discrepância de algum valor. Ao observar a disposição dos membros inferiores nota-se que o limite mínimo previamente estabelecido de 91,5 cm dos pedais foi respeitado, portanto considera-se o dimensionamento desse tópico foi um sucesso.

7. CONCLUSÃO

O trabalho demonstrou que é viável dimensionar os elementos propostos pertencentes ao cockpit do veículo tipo fórmula, empregando medidas antropométricas, de modo a estar em conformidade com os requisitos do regulamento da competição Fórmula SAE, sendo notável o quão crucial é o estudo antropométrico para realizar esse dimensionamento.

É essencial lembrar que o Antroprojeto é um programa de estimativa de medidas, o que significa que ele não consegue abranger a variabilidade existente entre indivíduos. Por exemplo, mesmo quando duas pessoas têm a mesma altura, suas medidas corporais podem diferir, o que pode afetar o resultado final. Além disso, o trabalho concentrou-se principalmente em aspectos ergonômicos, deixando de fora considerações, como o material e a resistência do cockpit. Portanto, o peso do indivíduo não foi abordado nesse contexto. Por último, é importante destacar que os dados antropométricos de referência utilizados no trabalho podem não refletir completamente a realidade do país onde a pesquisa foi realizada. Os valores estabelecidos pelo regulamento da Fórmula SAE podem não coincidir perfeitamente com as características antropométricas da população local.

Portanto, para um melhor resultado é recomendado a elaboração de um projeto mockup, ou até mesmo a de um dimensionador a fim de melhorar a eficácia das medidas antropométricas no processo de dimensionamento dos itens do veículo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] SAE Brasil. **Fórmula SAE Brasil**. Disponível em: <https://saebrasil.org.br/programas-estudantis/formula-sae-brasil> Acesso em: 2023.
- [2] ABRAHÃO, Julia, et al. **introdução à ergonomia da prática à teoria**, 1.ed.:Blucher, 2009. 19p.
- [3] BOUERI Jorge. **Antropometria aplicada a arquitetura, urbanismo e desenho industrial**, 1e.d. e-book. São Paulo: Estação Das Letras e Cores Editora, 2008. 27p.
- [4] ABERGO. **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ERGONOMIA**. Disponível em: [https://www.abergo.org.br/o-que-%C3%A9-ergonomia#:~:text=Ergonomia%20\(ou%20fatores%20humanos\)%20%C3%A9,o%20desempenho%20geral%20do%20sistema](https://www.abergo.org.br/o-que-%C3%A9-ergonomia#:~:text=Ergonomia%20(ou%20fatores%20humanos)%20%C3%A9,o%20desempenho%20geral%20do%20sistema). Acesso em: 2023.
- [5] MERINO, E. A. D. **FUNDAMENTOS DA ERGONOMIA**. Apostila. Florianópolis: UFSC. 2011. 20p
- [6] ITIRO, Iida. **Ergonomia: projeto e produção**. 2.ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2005. 03p.
- [7] MARCONI, Maria de Andrade; PRESOTTO, Zelia Maria Neves. **Antropologia cultural: uma introdução**. São Paulo: Atlas, 2010. 01P.
- [8] Neufert, Ernst. **Arte de projetar em arquitetura**. 18.ed. São Paulo: GG Brasil, 2013. 01p.

-
- [9] AMÉRICA, Dulce, et al. **Ergonomia do ambiente construído**, Porto Alegre: SAGAH, 2019. 54p.
- [10] ITIRO, Iida. **Ergonomia: projeto e produção**. 2.ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2005. 97p.
- [11] NASA. National Aeronautics and Space Administration. **Anthropometric source book Volume 1: Anthropometry for designers**. National Aeronautics and Space Administration, Scientific and Technical Information Office, 1978. 107p. Disponível em: <https://ntrs.nasa.gov/search.jsp?R=19790003563>. Acesso em: 2023
- [12] GRANDJEAN, Etienne. **Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem**. 4.ed: Bookman, 1998. 39p.
- [13] SOARES, Francisco, **Ergonomia: Trabalho Adequado e Eficiente**. 1.ed. GEN LTC. 2011. 354p.
- [14] TILLEY, Alvin R. Henry Dreyfuss Associates; **As medidas do homem e da mulher: fatores humanos em design**, Porto Alegre: Bookman, 2007. 17p.
- [15] SAE Brasil. **SAE FSAE RULES 2022. V21**. Disponível em: <https://saebrasil.org.br/programas-estudantis/formula-sae-brasil> Acesso em: 2023. 33p.
- [16] SAE Brasil. **SAE FSAE RULES 2022. V21**. Disponível em: <https://saebrasil.org.br/programas-estudantis/formula-sae-brasil> Acesso em: 2023. 32p.
- [17] SAE Brasil. **FSAE Rules 95th 2016 SAE Brasil. SAE FSAE RULES 2022. V21**. 02p Disponível em: <https://saebrasil.org.br/programas-estudantis/formula-sae-brasil> Acesso em: 2023. 02p
- [18] ITIRO, Iida. **Ergonomia: projeto e produção**. 2.ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2005. 141p.
- [19] TILLEY, Alvin R. **The Measure Of Man And Woman Human: factors in design**. Wiley (edition Revised): 2001. 66p.
- [20] TILLEY, Alvin R. **The Measure Of Man And Woman Human: factors in design**. Wiley (edition Revised): 2001. 65p.
- [21] SAE Brasil. **FSAE Rules 95th 2016 SAE Brasil. SAE FSAE RULES 2022. V21**. 01p Disponível em: <https://saebrasil.org.br/programas-estudantis/formula-sae-brasil> Acesso em: 2023.