



Diulia Emanuele de Barros

PROJETO DE UM BANCO ERGONÔMICO PARA UM VEÍCULO MINI BAJA SAE

Horizontalina - RS

2024

Diulia Emanuele de Barros

PROJETO DE UM BANCO ERGONÔMICO PARA UM VEÍCULO MINI BAJA SAE

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Mecânica na Faculdade Horizontina, sob a orientação da Prof. Me. Francine Centenaro Gomes

Horizontina - RS

2024

FAHOR - FACULDADE HORIZONTINA
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova o trabalho final de curso

“Projeto de um banco ergonômico para um veículo mini BAJA SAE”

**Elaborada por:
Diulia Emanuele de Barros**

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia Mecânica

Aprovado em: 27/06/2024
Pela Comissão Examinadora

Profa. Me. Francine Centenaro Gomes
Presidente da Comissão Examinadora - Orientador

Prof. Dr. Rafael Luciano Dalcin
FAHOR – Faculdade Horizontina

Prof. Dr. Augusto Cesar Huppés da Silva
FAHOR – Faculdade Horizontina

**Horizontina - RS
2024**

AGRADECIMENTO

Aos meus pais, Neri e Marli, por todo o apoio e estímulo que sempre deram em relação aos estudos. Aos meus irmãos, Laura e Daniel, pela presença e carinho em todos os momentos. Ao meu namorado, Fernando, pelo suporte, ajuda e incentivo integral. Aos citados acima, meu muito obrigada!

RESUMO

Em um cenário cada vez mais competitivo nas competições de Baja, as equipes buscam o aperfeiçoamento de cada subsistema, com o desenvolvimento de novas tecnologias e pesquisas. Diante disso, este trabalho tem como objetivo projetar um banco automotivo para um veículo mini baja, especificamente da Equipe Sinuelo da Faculdade Horizontina. O estudo se baseia em uma adaptação da metodologia de projeto de produto, considerando as fases de projeto informacional, conceitual e detalhado, e se justifica pela ausência de modelos comerciais que atendam às normas da *Society of Automotive Engineers* (SAE) e as especificações da Equipe em questão simultaneamente. Seguindo-se as etapas, foram desenvolvidas diversas atividades que resultaram em um modelo próprio para os requisitos apresentados, concebido através do *software SolidWorks*, e que atendeu as expectativas do cliente em relação a design, custos, peso e conteúdo de estudo.

Palavras-chave: Baja. Banco. Projeto de Produto. Ergonomia. *SolidWorks*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Redirecionamento de cinto pelo banco.....	13
Figura 2 – Figura B-30 – Alturas dos membros SIM e RHO e posição do ponto C.....	13
Figura 3 – Fluxograma da metodologia	18
Figura 4 – Fluxo do Projeto Informacional	19
Figura 5 – Fluxo do Projeto Conceitual.....	19
Figura 6 – Fluxo do Projeto Detalhado	20
Figura 7 – Ciclo de Vida do Produto	21
Figura 8 – Diagrama de Mudge	22
Figura 9 – Matriz Morfológica	24
Figura 10 – Posicionamento dos elementos de transmissão.....	25
Figura 11 – (a) Assento e (b) Encosto	26
Figura 12 – (a) Encosto de Cabeça e (b) Apoio para a Lombar	26
Figura 13 – Proposta de Conceito do Conjunto	27
Figura 14 - Validação computacional com gabarito Geraldão	29
Figura 15 – Conjunto final (a) vista isométrica (b) vista frontal (c) vista traseira	30

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Requisitos do cliente.....	22
Quadro 2 – Requisitos Hierarquizados	23
Quadro 3 – Matriz de Decisão de Conceitos	24
Quadro 4 – Materiais definidos	27
Quadro 5 – Custos, Processos e Fornecedores	28
Quadro 6 – Lista de Materiais.....	28
Quadro 7 – Checklist Atendimento de Requisitos.....	29
Quadro 8 – Checklist validação física	30

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
1.1 TEMA	9
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	9
1.3 PROBLEMA DE PESQUISA	9
1.4 HIPÓTESES.....	9
1.5 JUSTIFICATIVA	10
1.6 OBJETIVOS	10
1.6.1 Objetivo geral	10
1.6.2 Objetivos específicos.....	10
2 REVISÃO DA LITERATURA	11
2.1 COMPETIÇÃO BAJA SAE	11
2.1.1 Avaliação de Projeto.....	11
2.1.2 Avaliação de Performance	12
2.1.3 Normas Relacionadas ao Banco	12
2.2 ERGONOMIA DO PILOTO.....	14
2.3 METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DE PROJETO	14
2.3.1 Projeto Informacional.....	15
2.3.2 Projeto Conceitual	15
2.3.3 Projeto Detalhado.....	16
2.4 TRABALHOS RELACIONADOS	17
3 METODOLOGIA.....	18
3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS.....	18
3.1.1 Projeto Informacional.....	18
3.1.2 Projeto Conceitual	19
3.1.3 Projeto Detalhado.....	19
3.2 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS	20
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	21
4.1 PROJETO INFORMACIONAL.....	21
4.2 PROJETO CONCEITUAL	23
4.3 PROJETO DETALHADO.....	27
4.4 DISCUSSÕES GERAIS	31
CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
REFERÊNCIAS.....	33
APÊNDICE – DESENHOS DETALHADOS.....	34

1 INTRODUÇÃO

O Projeto Baja SAE Brasil teve suas atividades iniciadas em 1994, com o objetivo de desafiar acadêmicos de engenharia a colocar em prática os conhecimentos adquiridos em sala de aula, projetando, construindo e validando um veículo *off-road*. Desde 1995, quando aconteceu a primeira competição nacional no Brasil, diversas equipes de todo o país buscam desenvolver o melhor Baja, competindo ano a ano na etapa Nacional, Regional e até Internacional.

A SAE determina uma série de normas e regulamentos para a construção dos protótipos, tanto para questões de segurança quanto para padronização de conceitos, porém cada equipe precisa utilizar seus conhecimentos de engenharia e criatividade para conceber o melhor protótipo. Isso, pois, nas competições há avaliações de conformidade com o regulamento, apresentação de projeto, provas de performance de velocidade, frenagem, suspensão, tração e resistência.

Para que o piloto obtenha os melhores resultados de seu veículo é necessário haver uma interação máquina-homem bem projetada, além de ser importante que o mesmo tenha o máximo de conforto possível, pois em muitas provas *off-road* o piloto é levado a um alto nível de desgaste e desconforto, como no enduro, prova com duração de quatro horas e com muitos obstáculos. Tal circunstância evidencia o quão determinante é a concepção de um banco para um Baja, considerando fatores ergonômicos e de projeto de produto.

Utilizar uma metodologia bem delimitada para desenvolver os componentes e conjuntos de um projeto baja, como o agrupamento assento, encosto e encosto de cabeça, pode beneficiar de diversas formas as equipes na avaliação da apresentação de projeto ou relatório técnico. Para tanto, Amaral *et al.* (2006) traz o método PDP (Processo de Desenvolvimento de Produto) como uma alternativa para projetos de diversos tipos, com foco em cliente e/ou mercado, com uma abordagem que engloba desde o início até o final da proposta. Tal abordagem se enfatiza ainda pela ausência de trabalhos específicos para bancos automotivos que se encaixem em veículos Baja SAE.

1.1 TEMA

O tema deste estudo trata da utilização da metodologia de projeto de produto para desenvolver um assento veicular de um mini-baja, que possa auxiliar na ergonomia do piloto e performance do veículo em competição.

1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Este trabalho delimita-se ao desenvolvimento do projeto detalhado de um assento para um veículo mini-baja SAE da Equipe Sinuelo, da Faculdade Horizontina.

1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

Com a necessidade do desenvolvimento de um novo projeto para a Equipe Sinuelo, com adequação 4x4, a partir de entrevista informal, foram identificados pontos de melhoria em todos os subsistemas do projeto anterior. Entre eles está a questão da ergonomia do piloto, já que após as provas mais intensas o mesmo relata desconfortos. A partir desses relatos, busca-se aperfeiçoar a performance do piloto melhorando sua ergonomia por meio do assento em conjunto com demais alterações do veículo.

Porém, encontrar um banco que se adeque às normas impostas pela SAE, tanto geometricamente quanto em questão de especificações, em conjunto com definições específicas de cada equipe, se torna um desafio. Ainda, comercialmente, bancos são projetados visando veículos maiores e com mais liberdade de design. Com isso surge a necessidade de projetar um banco para cada projeto/equipe em específico, levantando-se então a questão: É possível desenvolver o projeto de um banco para o veículo mini-baja de acordo com as especificações da competição e objetivos da equipe?

1.4 HIPÓTESES

A partir da realização deste trabalho espera-se confirmar as seguintes hipóteses:

- O projeto do novo assento possibilitará melhor ergonomia ao piloto;
- O projeto do novo assento poderá melhorar a performance do veículo;
- O custo do novo assento desenvolvido será inferior ao valor de mercado.

1.5 JUSTIFICATIVA

Bancos automotivos encontrados comercialmente não atendem às normas e especificações impostas pela SAE e/ou não se adequam geometricamente ao espaço reduzido que um veículo mini baja apresenta. Financeiramente, opções comerciais também são propensas a serem mais caras.

Além disso, sendo toda a organização do *cockpit* de extrema importância, o banco ou assento desempenha papel fundamental na performance do piloto e do veículo, precisando ter uma concepção detalhada e teoricamente estruturada (Tanabe, 2014). Na competição, por exemplo, a prova que vale mais pontos é o enduro, no qual o carro precisa percorrer uma pista com obstáculos por quatro horas, após a mesma o piloto além de cansado relata desconfortos, segundo pesquisa informacional feita com membros da equipe Sinuelo.

Ainda considerando a participação da equipe em uma competição, a apresentação de projeto tem considerável relevância na pontuação final, e nela toda as partes e subáreas do protótipo devem ter um projeto bem concebido e devidamente validado (SAE Brasil, 2023). Dessa forma, um projeto independente desenvolvido utilizando como base o regulamento aplicável e os objetivos do protótipo da equipe tende a obter resultados de performance mais eficientes, assim como possivelmente um custo e peso menor.

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 Objetivo geral

Projetar e validar um assento para um veículo mini baja que seja ergonômico e auxilie na performance do mesmo.

1.6.2 Objetivos específicos

- Desenvolver o projeto conceitual e detalhado do assento;
- Definir a geometria do assento utilizando o *software* de modelagem 3D *SolidWorks* (licença estudantil da Equipe Sinuelo);
- Determinar quais os materiais devem ser utilizados, com base em peso e especificações;
- Validar o assento com base em análises computacionais.

2 REVISÃO DA LITERATURA

As considerações elaboradas no referencial teórico subsequente apresentam a conceituação para o embasamento de um projeto de produto, abordando também os principais assuntos envolvidos. Em relação a competição de Baja SAE são abordados pontos relacionados a norma e as provas aplicáveis e para a ergonomia questões que impactam o piloto. Ao final, trabalhos associados também contribuem com esta bibliografia.

2.1 COMPETIÇÃO BAJA SAE

A fim de desafiar estudantes de engenharia a aplicarem na prática todo seu conhecimento adquirido durante a graduação, a *Society of Automotive Engineers* (SAE) Brasil criou o programa Baja SAE BRASIL, no qual equipes formadas por acadêmicos de diversas universidades do país precisam projetar, desenvolver e validar um veículo *off-road*. O objetivo final é competir nas etapas Regional e Nacional, superando adversidades e ganhando pontos nas diversas etapas. A competição busca avaliar todo o desenvolvimento das equipes, desde projeto, execução, validação e performance, seguindo normas de padronização e segurança (SAE Brasil, 2024).

2.1.1 Avaliação de Projeto

Uma prova bastante importante, tanto na etapa Regional quanto na Nacional, é a apresentação de projeto. Para esta etapa é considerado que os projetos se dividam em subsistemas e apresentem todo o escopo e registros necessários do desenvolvimento do protótipo em questão, mostrando como foi feito e pensado o design, fabricação e validação de cada área do veículo, assim como tomada de decisões, custos e resultados obtidos. Justificativas teóricas e práticas devem ser expostas, com argumentos baseados em bibliografias e cálculos de engenharia (SAE Brasil, 2023).

Um dos 7 subsistemas é denominado atualmente de “Design e Ergonomia”, o qual deve apresentar todas as questões relacionadas a configurações visuais, design como um todo do veículo e todos os pontos relacionados a ergonomia do piloto. Além disso, trazer pontos de melhoria em relação ao protótipo anterior,

validações computacionais e físicas/práticas são fundamentais para uma boa pontuação nesta prova (SAE Brasil, 2023).

2.1.2 Avaliação de Performance

Durante a competição há diversas provas que buscam avaliar a performance dos veículos juntamente com os pilotos de cada equipe, são elas: Aceleração, Velocidade Máxima, Frenagem, Tração, Super Prime, Manobrabilidade, Suspensão e a de maior pontuação, o Enduro, prova cujo objetivo é levar os protótipos ao limite, passando por obstáculos em uma pista *off-road* durante 4 horas (SAE Brasil, 2023).

Além das provas em que o piloto específico de cada equipe conduz o protótipo, existe ainda a Avaliação de Projeto Dinâmico, na qual, no mínimo, um Juiz Credenciado de Segurança da organização do evento em questão dirige o protótipo e o manobra. Após, além da nota do avaliador, o mesmo dá à equipe um *feedback* sobre as questões examinadas como apresentação do veículo, acessibilidade, ergonomia e comportamento dinâmico (SAE Brasil, 2023).

2.1.3 Normas Relacionadas ao Banco

As normas da SAE citadas no Regulamento Administrativo e Técnico Baja SAE BRASIL Emenda 5 relacionadas ao assento são guiadas por questões de conformidade em relação ao cinto de segurança, a geometria de um mini baja e a sua fixação. Quanto ao cinto de segurança, a SAE impõe que o mesmo deve ter no mínimo 5 pontos. Sendo que conforme o Informativo 02 (2022), veículos 4x4 nos quais os elementos de transmissão passam pela região central do *cockpit* necessitam obrigatoriamente de cinto de 6 pontos. Além disso, também é estabelecido que as tiras sobre os ombros não podem estar posicionadas acima da altura dos ombros do piloto e não podem ser redirecionadas pelo banco (Figura 1) (SAE Brasil, 2023).

O encosto de cabeça deve limitar a movimentação da cabeça do piloto para trás, devendo ser regulável ou atender a todos os percentis de piloto, com área mínima de 232 cm², espessura mínima de 38,1 mm e suficientemente macio (SAE Brasil, 2023).

Figura 1 – Redirecionamento de cinto pelo banco

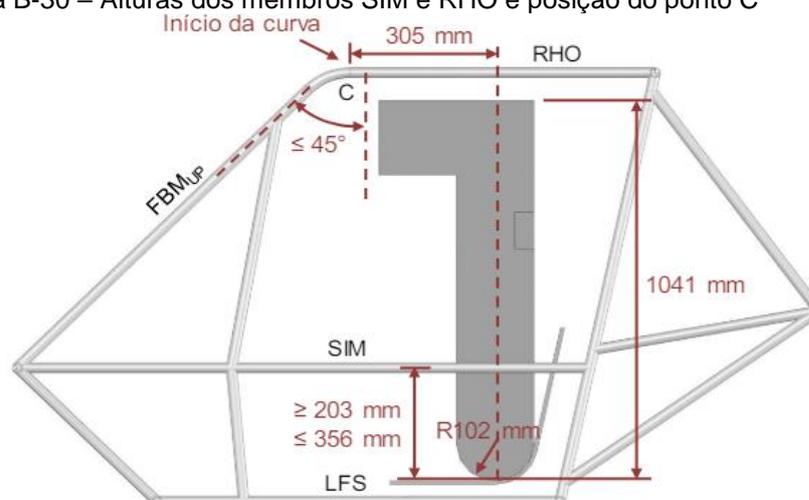


Fonte: Adaptado de SAE Brasil, 2023

Para o banco, a SAE estabelece que o ângulo entre o torso do piloto e uma linha horizontal precisa ser maior que 65° . É necessário também que haja duas superfícies, o assento e o encosto, sendo que o encosto deve estar inclinado entre 65° e 90° em relação a horizontal em uma vista lateral, já para o assento sua borda mais a frente precisa estar acima ou no mesmo nível do ponto que a superfície vertical é interseccionada (SAE Brasil, 2023).

É importante considerar também a validação feita pela SAE com o gabarito denominado “Geraldão”, que busca confirmar algumas medidas de projeto relacionadas ao dimensionamento do chassi e posicionamento de elementos, conforme Figura 2.

Figura 2 – Figura B-30 – Alturas dos membros SIM e RHO e posição do ponto C



Fonte: SAE Brasil, 2023

Para a fabricação, deve haver uma estrutura rígida, que pode ser feita de metal ou compósitos. Para firmar o assento deve existir pelo menos quatro pontos

de fixação e ao menos dois para o encosto, sendo que estes pontos têm de estar simetricamente posicionados em referência à linha de centro longitudinal do banco (SAE Brasil, 2023).

2.2 ERGONOMIA DO PILOTO

Desenvolvido no período da Segunda Guerra Mundial (1939-45), o conceito de ergonomia inicialmente era um esforço entre profissionais da medicina, psicologia, antropologia e engenharia para minimizar problemas gerados pelo manejo de sistemas militares avançados. Com o tempo e a evolução de estudos e tecnologias, tornou-se o que hoje é descrita como uma área científica que investiga as interações do homem com outros elementos do sistema, aplicando teoria, princípios e métodos de projeto para aprimorar o bem-estar humano e otimizar o desempenho integral do sistema (Dul; Weerdmeester, 2012).

Podendo hoje ser aplicada em qualquer situação física que o homem se sujeite, a ergonomia e seus conceitos, segundo Falzon (2015), estão presentes em leis, normas e projetos, tratando de movimentos, posturas, fadigas e questões ambientais/organizacionais.

Em um veículo, conforme Tanabe (2014), a ergonomia do piloto é um fator complexo e de extrema importância, pois ele abrange desde a acomodação e movimentação do mesmo até toda e qualquer interação que o homem possa ter com a máquina. Isso impacta em boa parte das decisões de design e funcionalidades do mesmo. Alguns exemplos de atributos vinculados à ergonomia do piloto podem ser o assento, o espaço de movimentação, o campo de visão, a comunicação com o veículo e o conforto sentido (temperatura, posição).

Um fator crucial nos veículos é o espaço interno, que deve garantir acesso facilitado aos mecanismos e permitir a movimentação das mãos e dos pés ao operá-los. O ambiente interno também precisa ser confortável, proporcionando uma postura adequada ao condutor, levando em conta a posição do banco, do volante e dos pedais (Gonçalves, 2003).

2.3 METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DE PROJETO

Em uma era de constantes inovações tecnológicas, desenvolver um novo produto ou uma melhoria é um grande desafio que envolve recursos de todos os

tipos. Para Baxter (2011), o método de criação de um produto, ou seja, o seu projeto, é tão importante quanto a ideia em si; saber identificar e gerenciar riscos e elaborar e executar metas pode ser o diferencial entre o sucesso ou o fracasso de um programa.

2.3.1 Projeto Informacional

O projeto informacional é a fase inicial, na qual, segundo Gehlen, Nonohay e Affonso (2018), o máximo de informações devem ser coletadas em relação ao problema em questão para serem posteriormente analisadas. Esta etapa conta com entrevistas e observações diretas com o cliente, a fim de entender suas expectativas e necessidades.

Neste estágio serão definidas as chamadas especificações-meta do produto, as quais nascem a partir da transformação do entendimento do problema e necessidades do cliente para requisitos do cliente. As especificações-meta abrangem tanto os requisitos do produto (valores quantitativos) quanto informações adicionais qualitativas para que, ao final, os requisitos determinados sejam devidamente hierarquizados (Amaral *et al.*, 2006).

Ainda, nesta fase, é elaborado o ciclo de vida do produto, em relação aos seus clientes associados, para se obter uma representação visual da trajetória desse bem e entender questões mercadológicas, delineando os diferentes estágios pelos quais ele deverá passar. Apesar de existirem diversos métodos e modelos de ciclo de vida, é comum apresentar nele, além do tópico temporal, questões relacionadas a recursos, sejam financeiros ou humanos (Amaral *et al.*, 2006).

2.3.2 Projeto Conceitual

O projeto conceitual deve trazer definições de como o produto irá atender aos requisitos do cliente, assim como destacar o mesmo no mercado. Nesta fase diversos conceitos podem ser criados para finalmente um ser escolhido como “o melhor” e para isso todas as especificações necessárias e restrições devem estar bem definidas, advindas do projeto informacional (Baxter, 2011).

Amaral *et al.* (2006) cita que nesta etapa soluções e produtos concorrentes devem ser observados e analisados, para ajudar na criação de conceitos e diferenciações. Ele também traz a importância da definição da estrutura de funções

do produto como fator essencial para a concepção dos princípios de solução e conceitos, para tanto, ferramentas como matriz de decisão e matriz morfológica são utilizadas, podendo trazer questões abstratas e/ou definidas, assim como *benchmarking*.

É mencionado ainda a importância da ergonomia nesse estágio e como o desenvolvedor deve pensar na experiência do usuário e em sua segurança. Finalmente, deve-se escolher a melhor concepção gerada, mesmo que com informações técnicas ainda um pouco abstratas, considerando-se as necessidades do cliente e métodos de decisão citados anteriormente (Amaral *et al.*, 2006).

2.3.3 Projeto Detalhado

O estágio final, chamado de projeto detalhado, para Baxter (2011) é onde deve ser definido questões de fabricação, materiais, assim como o conjunto mais completo de especificações do produto, trazendo desenhos detalhados do projeto/modelo e instruções de manufatura, para que possa-se inspecionar o produto ao final da produção e atender as necessidades evidenciadas nas etapas anteriores. Ainda em relação ao processo produtivo, Amaral *et al.* (2006) aponta que nesta fase deve ser definido se a fabricação será interna ou terceirizada, sendo que a externa está cada vez sendo mais preferida por questões de especialização em determinados métodos e conseqüentemente garantia da qualidade e de atendimento de demanda.

Em relação aos desenhos detalhados, Amaral *et al.* (2006) traz a importância de se especificar as tolerâncias, considerando os processos aplicados e a criticidade de cada dimensão. Para ele, as especificações de tolerância podem ser experimentais ou analíticas, sendo que para esta última cabe a utilização de tabelas, normas, cálculos, experiências passadas e/ou recomendações de processo.

Segundo Gehlen, Nonohay e Affonso (2018), a evolução de projeto conceitual para detalhado envolve também a concepção de protótipos (virtuais e físicos), seguido de testes e validações, tanto para desempenho quanto para normas e especificações. Ademais, para Gehlen, Nonohay e Affonso (2018): “Os testes podem envolver verificações dimensionais, funcionais, de desempenho do produto, entre outras”.

2.4 TRABALHOS RELACIONADOS

Zitkus *et al.* (2016), em seu trabalho intitulado “Uma Relação Entre Design e Percepção De Desconforto em carros de competição Baja SAE”, estudou diversos parâmetros ergonômicos de dois modelos, com foco em desconforto percebido e análise postural. Obteve como conclusão que a angulação dos membros tem grande influência na comodidade do piloto, sendo este ponto advindo do design do veículo, mais precisamente do chassi e pedais. Porém foi constatado que a inclinação do banco e o tamanho do mesmo também são fatores a se considerar, sendo que neste estudo o banco maior e que deixava o piloto com a postura mais reclinada (menos ereta) foi apontado como mais confortável.

Silva *et al.* (2013), em seu estudo denominado “A Ergonomia na Identificação dos Aspectos Dimensionais Críticos: O Estudo Antropométrico de um Carro de Competição BAJA SAE” identificou aspectos críticos no dimensional de um mini baja que pudessem afetar negativamente o piloto e conseqüentemente a performance do veículo, utilizando de métodos antropométricos. Ele identificou que o espaço interno do carro tem grande impacto no conforto, porém como muitas vezes esse espaço é limitado por questões de norma e projeto, adequações devem ser feitas no banco da equipe, em busca de acomodar o usuário da melhor forma possível.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo, serão apresentados as estratégias e procedimentos utilizados na elaboração de um projeto de produto, visando alcançar os objetivos desejados que atendam aos critérios estabelecidos pela equipe Sinuelo. Para tanto foi realizada uma pesquisa bibliográfica e descritiva, com abordagem quantitativa para o estudo em questão.

3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS

Este trabalho adaptou as metodologias utilizadas por Gehlen, Nonohay e Affonso (2018), Amaral *et al.* (2006) e Baxter (2011), que dividem o desenvolvimento de um produto em três principais etapas: projeto informacional, projeto conceitual e projeto detalhado. As adaptações são em decorrência da aplicação do produto, que neste trabalho não terá como objetivo uma implementação de mercado ou lucro, e sim atender aos propósitos da Equipe Sinuelo nas competições. Para explicar de forma visual e simplificada a sequência de atividades desenvolvidas, foi elaborado um fluxograma, o qual está detalhado na Figura 3.

Figura 3 – Fluxograma da metodologia



Fonte: Autora, 2024

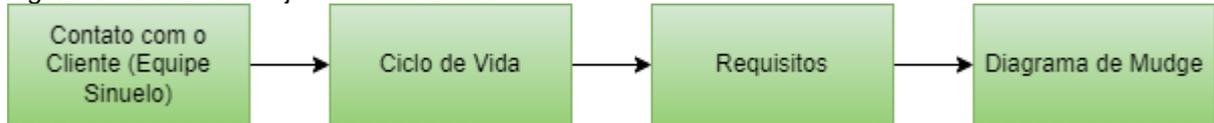
Em seguida, cada fase será apresentada e detalhada, conforme adaptações.

3.1.1 Projeto Informacional

Inicialmente foi feita uma entrevista informal com a Equipe Sinuelo, buscando-se entender suas perspectivas para o novo banco e quais as definições e

especificações do projeto atual poderiam influenciar no desenvolvimento do banco. Como o projeto em questão não será inserido no mercado e não objetiva-se obter lucros, o ciclo de vida do produto foi adaptado e definido com base na concepção e uso do banco, e relacionado com os recursos que cada fase irá necessitar. O fluxo de toda esta etapa está demonstrado na Figura 4, de forma sequencial.

Figura 4 – Fluxo do Projeto Informacional



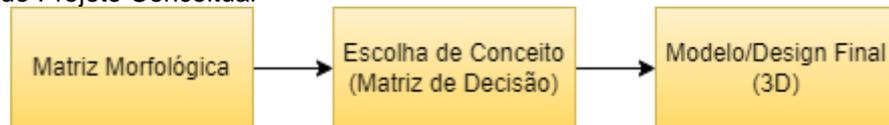
Fonte: Autora, 2024

Em seguida, foi possível definir os requisitos do cliente e para hierarquizá-los foi utilizado um Diagrama de Mudge, a fim de entender quais os requisitos que devem ser priorizados nas tomadas de decisão posteriormente.

3.1.2 Projeto Conceitual

Esta etapa trabalha com opções e conceitos, buscando encontrar a melhor alternativa para o cliente e seus requisitos e para se entender de forma visual a sequência dessa etapa, foi elaborada a Figura 5.

Figura 5 – Fluxo do Projeto Conceitual



Fonte: Autora, 2024

Para analisar opções de solução, foi elaborada uma matriz morfológica que contou com opções comerciais e *benchmarking*. Em seguida, para a seleção do conceito, foi utilizada uma matriz de decisão. Por questões de projeto e limitações da equipe, foi necessário, utilizando o conceito escolhido como base, elaborar um modelo 3D específico, e para tanto, foi empregado o *software* de modelagem *SolidWorks* (versão 2023 com licença na Equipe Sinuelo), no qual foi feita a concepção de esboços e conceitos que acomodassem os requisitos do projeto.

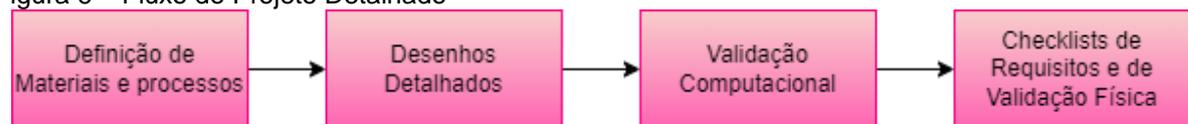
3.1.3 Projeto Detalhado

Neste ponto, foi definido que a escolha de materiais para cada componente seria feita por meio de uma análise considerando especificações (como resistência e

qualidade), densidade e peso, custo de matéria prima, complexidade e custo de fabricação. Juntamente com esta identificação, foi determinado se a produção seria feita interna (pela Equipe no box) ou externamente, em fornecedores qualificados. Para que finalmente os desenhos detalhados pudessem ser concebidos e finalizados, utilizando novamente o *software SolidWorks*.

Para este projeto foram feitas validações computacionais com o *software* de modelagem já citado que abrangem questões de montagem e posicionamento no restante do projeto da Equipe e aprovação quanto ao gabarito Geraldão. Após tal verificação, foi analisado o atendimento dos requisitos em um checklist, além de ter sido elaborado um *checklist* para validações físicas que sugere-se fazer após a prototipagem, a qual não será incorporada neste trabalho. A Figura 6 foi concebida para mostrar as principais etapas do projeto detalhado.

Figura 6 – Fluxo do Projeto Detalhado



Fonte: Autora, 2024

Apesar deste projeto não abordar o protótipo em si, espera-se que a Equipe o faça e o valide fisicamente posteriormente, considerando a importância de realizar a homologação do produto.

3.2 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

Este trabalho foi feito computacionalmente em um notebook, utilizando-se do *software* de modelagem 3D *SolidWorks* 2023 (licença estudantil da Equipe Sinuelo), *Excel*, bibliografia online fornecida pela Faculdade Horizontina e demais disponibilizados na *web*.

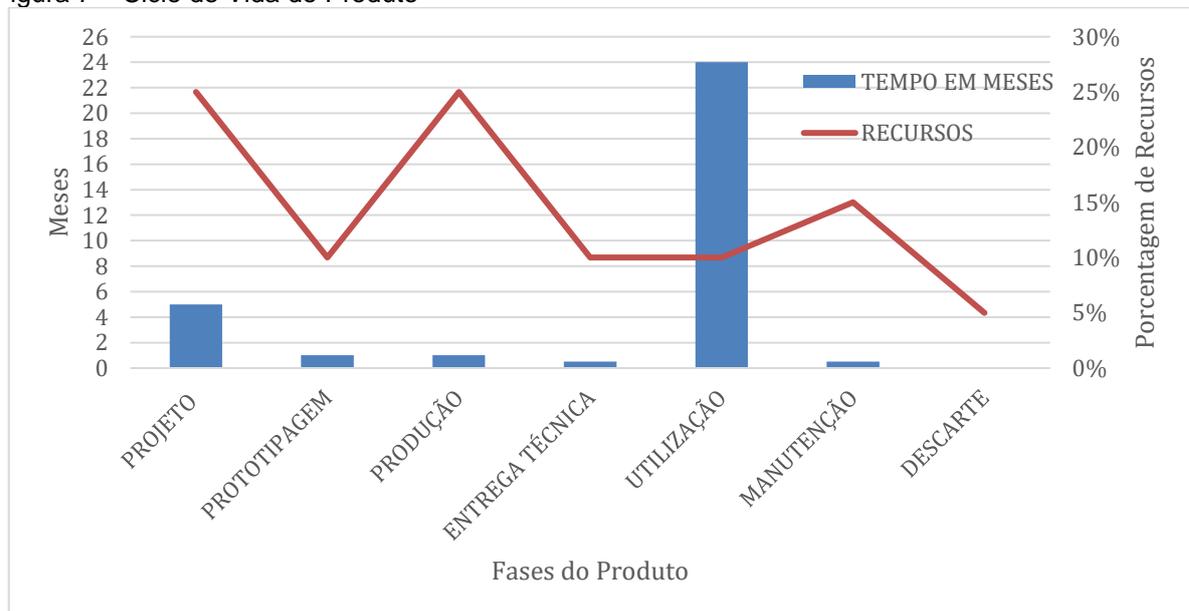
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

O desenvolvimento deste estudo se dá pela aplicação da metodologia estabelecida anteriormente, sendo que os resultados e análises de cada atividade são apresentados na sequência, evidenciando a construção e evolução do projeto.

4.1 PROJETO INFORMACIONAL

Inicialmente, foi feita uma entrevista informal com membros da equipe Sinuelo envolvidos no projeto do primeiro baja 4x4 do grupo, na qual foram coletadas as informações necessárias para o desenvolvimento do novo banco, juntamente com as expectativas deles. A partir desse momento foi possível iniciar o projeto elaborando-se o ciclo de vida do produto, que conta com as fases desde sua concepção até seu fim de vida útil, além de apresentar, em porcentagem, o quanto de recursos cada etapa precisará, sendo que tais recursos abrangem mão de obra e questões financeiras, conforme a Figura 7.

Figura 7 – Ciclo de Vida do Produto



Fonte: Autora, 2024

A partir da Figura 7, entende-se que a fase de projeto e a fase de produção do produto são as que mais consomem recursos no geral, portanto precisam de máxima atenção em sua execução. Além disso, foi compreendido que a equipe espera poder utilizar o banco em pleno estado por no mínimo 2 anos (24 meses).

Em seguida, todas as necessidades informadas pelo cliente relacionadas ao design foram listadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Requisitos do cliente

ID	REQUISITO
1	elevação no assento para evitar escorregamento
2	encostos laterais
3	apoio na lombar
4	massa mínima possível
5	custo máximo de R\$500,00
6	conforto / acolchoamento
7	design moderno
8	atendimento de normas SAE
9	tecido de fácil limpeza
10	cores escuras e com alusão a equipe

Fonte: Autora, 2024

A fim de entender como os requisitos deveriam ser priorizados para que o banco atenda a equipe da melhor forma, foi utilizado o Diagrama de *Mudge* para hierarquizar os mesmos. Com esta ferramenta é possível comparar cada requisito um com o outro e definir seu grau de importância para o produto final, o qual pode ser pouco mais importante, medianamente mais importante ou muito mais importante. Na Figura 8, os requisitos foram confrontados e pontuados, para que no Quadro 2 fossem apresentados de forma hierárquica, do mais importante para o menos relevante.

Figura 8 – Diagrama de Mudge

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Soma	%	Valor Calculado	
1	1C	1B	1C	1B	6C	1B	8A	9C	1B	14	11%	0,1085	
	2	2B	2C	2B	6C	2A	8A	9B	2B	15	12%	0,1163	
		3	4C	5C	6B	3B	8A	9B	3B	6	5%	0,0465	
			4	4B	6B	4C	8A	9C	4A	10	8%	0,0775	
				5	6C	5C	8A	9B	5B	5	4%	0,0388	
					6	6C	8A	6C	6A	16	12%	0,1240	
						7	8A	9B	7C	1	1%	0,0078	
							8	8A	8A	45	35%	0,3488	
								9	9B	17	13%	0,1318	
A	=	5	Muito mais importante							10	0	0%	0
B	=	3	Medianamente mais importante							TOTAL	129	100%	1
C	=	1	Pouco mais importante										

Fonte: Autora, 2024

Quadro 2 – Requisitos Hierarquizados

Valor Calculado	ID	REQUISITO	HIERARQUIZAÇÃO
0,349	8	atendimento de normas SAE	1°
0,132	9	tecido de fácil limpeza	2°
0,124	6	conforto / acolchoamento	3°
0,116	2	encostos laterais	4°
0,109	1	elevação no assento para evitar escorregamento	5°
0,078	4	massa mínima	6°
0,047	3	apoio na lombar	7°
0,039	5	preço mínimo	8°
0,008	7	design moderno	9°
0	10	cores escuras e com alusão a equipe	10°

Fonte: Autora, 2024

Após, entendeu-se que o produto poderia ser dividido em 4 principais funções, sendo elas o assento, o encosto, o encosto de cabeça e o apoio para a lombar, para que na etapa seguinte pudesse ser definido o melhor conceito para cada um.

4.2 PROJETO CONCEITUAL

A partir da definição e priorização dos requisitos, foi iniciada a busca por princípios de solução para cada uma das 4 principais funções determinadas no projeto informacional. Para que cada opção pudesse ser comparada com as demais foi concebida uma matriz morfológica (Figura 9) que contou com opções comerciais e *benchmarking*.

Para a escolha do conjunto de soluções, foi utilizada uma matriz de decisão que pontuou cada opção em relação aos requisitos e sua importância, na qual 1 seria para quando o conceito possui impacto positivo no requisito, 0 para impacto neutro e -1 para impacto negativo. O Quadro 3 mostra como ficou a avaliação de cada opção e seu somatório final.

Conforme apresentado, a opção 3 ficou melhor classificada e seria a opção escolhida, porém como a Equipe Sinuelo possui restrições financeiras para bancar uma opção “pronta” ou comercial além de restrições de projeto, foi optado por desenvolver um design e protótipo próprio, inspirado na opção 3. Para tanto, foi

iniciada a concepção do modelo 3D, utilizando o *software* de modelagem *SolidWorks* (2023).

Figura 9 – Matriz Morfológica

FUNÇÕES	PRINCÍPIOS DE SOLUÇÃO		
	1	2	3
Assento			
	Banco de Kart	Banco comercial	Equipe Manguê Baja (2024)
Encosto			
	Banco de Kart	Banco comercial	Equipe Manguê Baja (2024)
Encosto de cabeça			
	Equipe Reptiles Baja (2024)	Equipe Manguê Baja (2024)	Equipe Fei Baja (2023)
Apoio para lombar			
	Apoio para lombar em cadeira gamer	Apoio para lombar comercial	Apoio para lombar comercial

Fonte: Autora, 2024

Quadro 3 – Matriz de Decisão de Conceitos

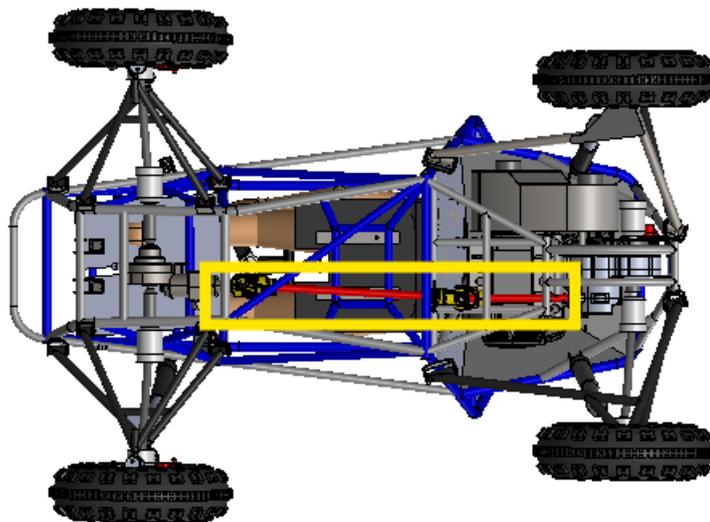
Requisitos	%	Opção 1	Pont. 01	Opção 2	Pont. 02	Opção 3	Pont. 03
atendimento de normas SAE	34,88	1	34,88	-1	-34,88	1	34,88
tecido de fácil limpeza	13,18	1	13,18	0	0,00	0	0,00
conforto / acolchoamento	12,40	-1	-12,40	1	12,40	1	12,40
encostos laterais	11,63	1	11,63	1	11,63	0	0,00
elevação no assento para evitar escorregamento	10,85	-1	-10,85	-1	-10,85	1	10,85
massa mínima possível	7,75	1	7,75	-1	-7,75	-1	-7,75
apoio na lombar	4,65	1	4,65	1	4,65	1	4,65
custo máximo de R\$500,00	3,88	-1	-3,88	0	0,00	0	0,00
design moderno	0,78	-1	-0,78	0	0,00	1	0,78
cores escuras e com alusão a equipe	0,00	0	0,00	1	0,00	0	0,00
SOMATÓRIO			44,19		-24,81		55,81

Fonte: Autora, 2024

Como o principal requisito do cliente é que o banco atenda as normas da SAE para que a equipe possa competir, surgem alguns pontos que tornam-se requisitos de design e fabricação. A primeira questão seria a espessura máxima total da parte traseira do assento que, para que o gabarito “Geraldão” esteja conforme dentro do chassi, não deve ultrapassar 20mm. Além disso, para que a fixação seja feita com 4 parafusos, é necessário que haja uma estrutura forte o suficiente para absorver a carga do torque.

No projeto da equipe Sinuelo o cardan está posicionado lateralmente, sinalizado em amarelo na Figura 10, então a equipe optou por utilizar o cinto de 5 pontos, o qual possui a tira antissubmarina única central e portanto precisa que o banco possua um rasgo ou orifício para a passagem da mesma.

Figura 10 – Posicionamento dos elementos de transmissão



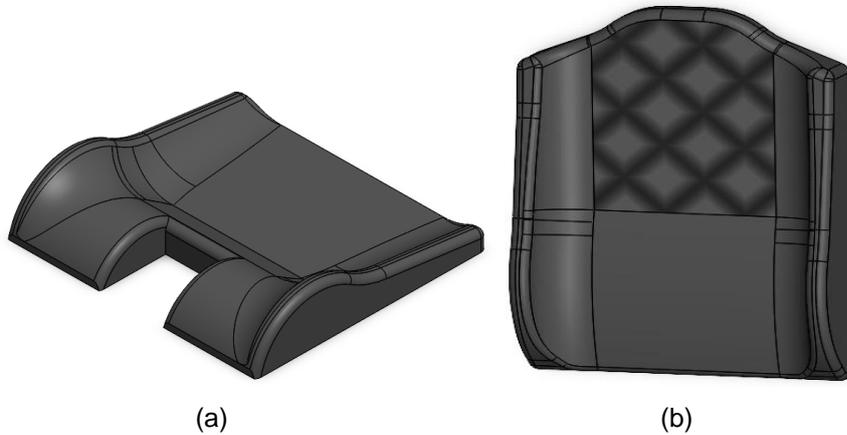
Fonte: Autora, 2024

Em busca de atender a Equipe e possibilitar uma maior vida útil para o banco, foi definido que o assento e o encosto seriam dois componentes separados, para facilitar a montagem e permitir que os mesmos possam ser usados em projetos futuros da equipe, mesmo que o ângulo de abertura de encaixe do banco no chassi mude. A partir do exposto, foi modelado o conceito para o assento, que contou com a abertura para a cinta anti submarina do cinto de segurança, elevação da parte frontal para evitar escorregamentos, espessura máxima da região traseira de 20mm e encostos nas laterais, conforme apresentado na Figura 11(a).

Em seguida, para a concepção do encosto (Figura 11(b)), foi apresentado um design mais moderno do que o anterior da equipe, que, assim como o assento,

contou com encostos laterais, porém com uma liberdade maior na dimensão de espessura para o acolchoamento.

Figura 11 – (a) Assento e (b) Encosto



Fonte: Autora, 2024

Para o Encosto de Cabeça foi feito um design simples, com uma pequena angulação nas laterais que busca ajudar o piloto a manter a cabeça na posição vertical e com o adicional do logo da Equipe, de acordo com a Figura 12(a). Ainda, o apoio da lombar foi desenvolvido de forma separada do encosto para adequação de norma e possibilidade de ajustes para cada percentil, com design bastante similar ao comercial escolhido, conforme apresentado na Figura 12(b).

Figura 12 – (a) Encosto de Cabeça e (b) Apoio para a Lombar



Fonte: Autora, 2024

Como resultado foi obtida a proposta de montagem exibida na Figura 13 para o conjunto do banco.

Figura 13 – Proposta de Conceito do Conjunto



Fonte: Autora, 2024

Em seguida, foi solicitada a aprovação do conceito pela Equipe Sinuelo para que o projeto pudesse seguir para seu detalhamento.

4.3 PROJETO DETALHADO

O início do projeto detalhado se deu pela definição dos materiais e do processo de fabricação, para tanto foi alinhado em conjunto com a equipe que a parte estrutural do banco seria feita com uma chapa de mdf envolta por camadas de fibra de vidro para dar mais rigidez, com pequenas chapas de aço no meio com os parafusos embutidos. Para o estofamento, espumas cobertas por uma capa de courvin feita sob medida. O Quadro 4 mostra as especificações dos materiais e o Quadro 5 como cada componente será produzido, assim como seus respectivos custos.

Quadro 4 – Materiais definidos

MATERIAL	ESPECIFICAÇÕES	
	Densidade	Resistência
MDF	0,0007 g/cm ³	0,9 MPa
Tecido de fibra de vidro	2,5 g/cm ³	3.500 MPa
Resina poliéster insaturada e estireno	1,14 g/cm ³	70 MPa
Espuma alta densidade	0,05 g/cm ³	Não aplicável
Espuma média densidade	0,03 g/cm ³	Não aplicável
Chapa 1020	7.85 g/cm ³	550 MPa
Courvin	1 g/cm ³	15 MPa

Fonte: Autora, 2024

Quadro 5 – Custos, Processos e Fornecedores

MATERIAL/COMPONENTE	Custo Comercial	Custo Real para a Equipe	Fornecedor / Patrocinador
Chapas de MDF e corte	R\$ 60,00	R\$ 0,00	Laboratório de Inovação - FAHOR
Tecido de fibra de vidro	R\$ 200,00	R\$ 0,00	MasBah Aerodesign - FAHOR
Resina + catalisador	R\$ 120,00	R\$ 0,00	Patrocinador da Equipe
mão de obra fibra de vidro e resina	Não aplicável	R\$ 0,00	Equipe Sinuelo - FAHOR
Espuma	R\$ 300,00	R\$ 0,00	Patrocinador da Equipe
Courvin + mão de obra costura	R\$ 300,00	R\$ 300,00	Fornecedor terceiro
Chapas 1020	R\$ 20,00	R\$ 0,00	Patrocinador da Equipe
Parafusos	R\$ 12,00	R\$ 0,00	Patrocinador da Equipe
CUSTO TOTAL	R\$ 1.012,00	R\$ 300,00	

Fonte: Autora, 2024

Com as especificações de materiais e fabricação estabelecidas, foi possível detalhar os desenhos técnicos de cada componente utilizando-se o *software SolidWorks*, com as dimensões mais importantes e orientações necessárias, apresentados no Apêndice, com exceção do parafuso M8 que é considerado um item comercial e da fibra de vidro com resina que será um acabamento para a parte estrutural. Nesse estágio também foi elaborada a lista de materiais (BOM - *Bill of Materials*), apresentada no Quadro 6.

Quadro 6 – Lista de Materiais

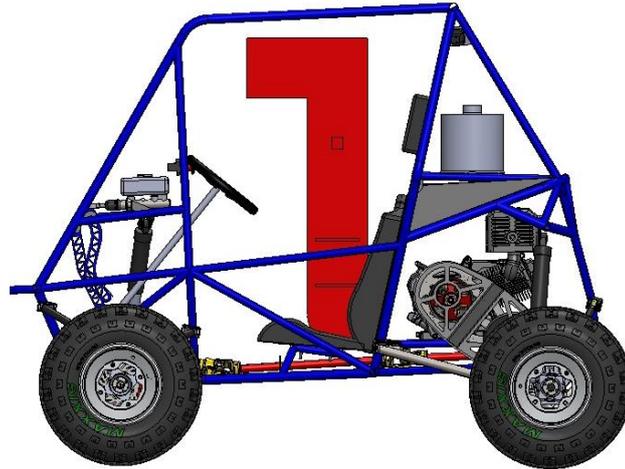
BOM - BANCO	
Componente	Quantidade
MDF ASSENTO	1
MDF ENCOSTO	1
MDF ENCOSTO DE CABEÇA	1
CHAPINHA ASSENTO	2
CHAPINHA ENCOSTO	2
CHAPINHA ENCOSTO DE CABEÇA	1
PARAFUSO M8	8
ASSENTO	1
ENCOSTO	1
ENCOSTO DE CABEÇA	1
LOMBAR	1

Fonte: Autora, 2024

Para assegurar a qualidade, eficiência e confiabilidade dos sistemas desenvolvidos e que o produto final atende aos requisitos especificados foram feitas validações computacionais utilizando o *software* de modelagem das peças. Nesse

sentido, foi feita a montagem computacional do conjunto ao restante do projeto da Equipe, demonstrado na Figura 15, pelo qual foram avaliados os pontos de fixação e posicionamento conforme a norma. Ainda, para garantir demais questões de conformidade, foi feita a montagem computacional com o gabarito “Geraldão”, exibido na Figura 14.

Figura 14 - Validação computacional com gabarito Geraldão



Fonte: Autora, 2024

Com todo o design finalizado, foi elaborado o Quadro 7 para que fosse entendido se todos os requisitos estabelecidos inicialmente foram cumpridos, a partir do qual se entende que o projeto em si atendeu a todos, porém aqueles que possuem um asterisco ao lado do “OK” precisam ser verificados novamente com o protótipo físico.

Quadro 7 – Checklist Atendimento de Requisitos

HIERARQUIZAÇÃO	REQUISITO	STATUS
1°	atendimento de normas SAE	OK*
2°	tecido de fácil limpeza	OK*
3°	conforto / acolchoamento	OK*
4°	encostos laterais	OK
5°	elevação no assento para evitar escorregamento	OK
6°	massa mínima possível	OK*
7°	apoio na lombar	OK
8°	custo máximo de R\$500,00	OK
9°	design moderno	OK
10°	cores escuras e com alusão a equipe	OK

* itens que devem ser verificados novamente no protótipo físico.

Fonte: Autora, 2024

Ainda, espera-se que após a prototipagem sejam feitas validações físicas e para tanto o Quadro 8 traz sugestões de quais os pontos mais impactantes do produto para serem verificados.

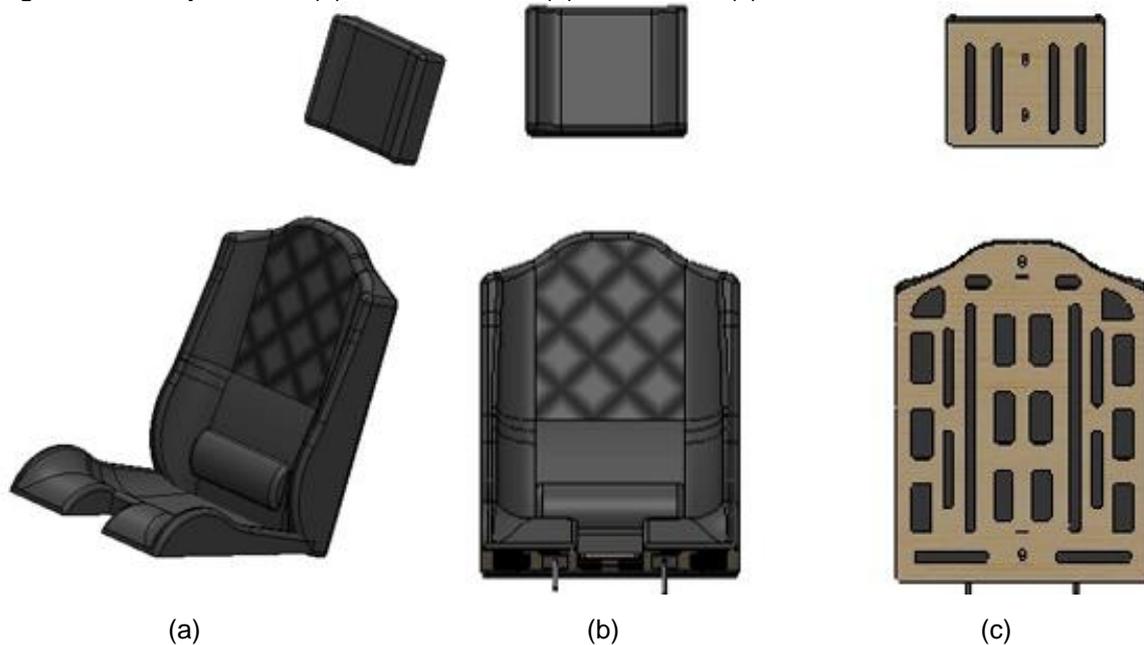
Quadro 8 – Checklist validação física

ATIVIDADE	SUBATIVIDADES	STATUS
Montagem	Fixação: todos os pontos de fixação estão de acordo?	A ser realizado
Norma	Todas as dimensões do Geraldão estão dentro do envelope do chassi?	A ser realizado
Ergonomia	Ângulos de ergonomia estáticos conforme RULA/REBA?	A ser realizado
	Teste de conforto com no mínimo 3 pilotos de diferentes estaturas	A ser realizado
	Teste de conforto com carro em movimento por 2 h	A ser realizado
Confiabilidade	Teste de impermeabilidade para chuva/lama	A ser realizado

Fonte: Autora, 2024

Por fim, a Figura 16 exibe o design completo final do conjunto, com diferentes vistas, já na angulação do projeto da equipe.

Figura 15 – Conjunto final (a) vista isométrica (b) vista frontal (c) vista traseira



Fonte: Autora, 2024

A partir do exposto compreende-se como finalizada a última etapa da metodologia utilizada, com um modelo completo para prototipagem e posterior validação física.

4.4 DISCUSSÕES GERAIS

Em suma, entende-se que com o projeto finalizado, a equipe Sinuelo poderá prototipar e produzir um conjunto de banco que atenderá as normas da competição de baja SAE, custará cerca de R\$300,00, o que é menos do que o máximo esperado que era R\$500,00 e trará melhorias ergonômicas para o piloto, como a elevação frontal do assento, o apoio para a lombar e os encostos nas laterais. Em relação a massa final, não foi possível determiná-la por conta da variável da fibra de vidro e resina, porém entende-se que os materiais definidos tendem a ser a melhor escolha para este quesito e para a complexidade de fabricação aplicada.

Ademais, considera-se que toda a relação de conteúdo e pesquisa realizada poderá ser utilizada na competição na apresentação de projeto do subsistema de Design e Ergonomia e no relatório de projeto da etapa nacional. Ainda, infere-se que a validação física é de extrema importância para a comprovação da eficiência do produto e posterior melhoria contínua do projeto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Compreende-se que com o projeto informacional foi possível coletar as informações necessárias para o desenvolvimento, como por exemplo os requisitos do cliente que, após sua hierarquização, guiaram diversas decisões do projeto. Já no projeto conceitual foi determinado um conceito principal, que por conta de algumas limitações relacionadas a especificações e custos foi preciso ser modelado sob medida para a aplicação em questão. Finalmente, no projeto detalhado, houve a definição de materiais e demais especificações técnicas, como desenhos e processos, para que em seguida as validações computacionais pertinentes pudessem ser realizadas.

Isto posto, admite-se que mediante a adaptação da metodologia proposta foi possível realizar um estudo direto e consistente, com uma ordem cronológica, que atingiu seus objetivos relacionados ao projeto conceitual e detalhado, assim como foi feita a modelagem tridimensional utilizando o *software SolidWorks*. No que diz respeito aos materiais, estes foram definidos conforme características de densidade e resistência, mas também de especificações de processo de fabricação e custos, para que finalmente a validação computacional do produto pudesse ser feita, completando-se assim os objetivos propostos. Ainda, destaca-se que todos os requisitos da Equipe foram atendidos, o que resultou em um conjunto de banco funcional, seguro, financeiramente viável e moderno.

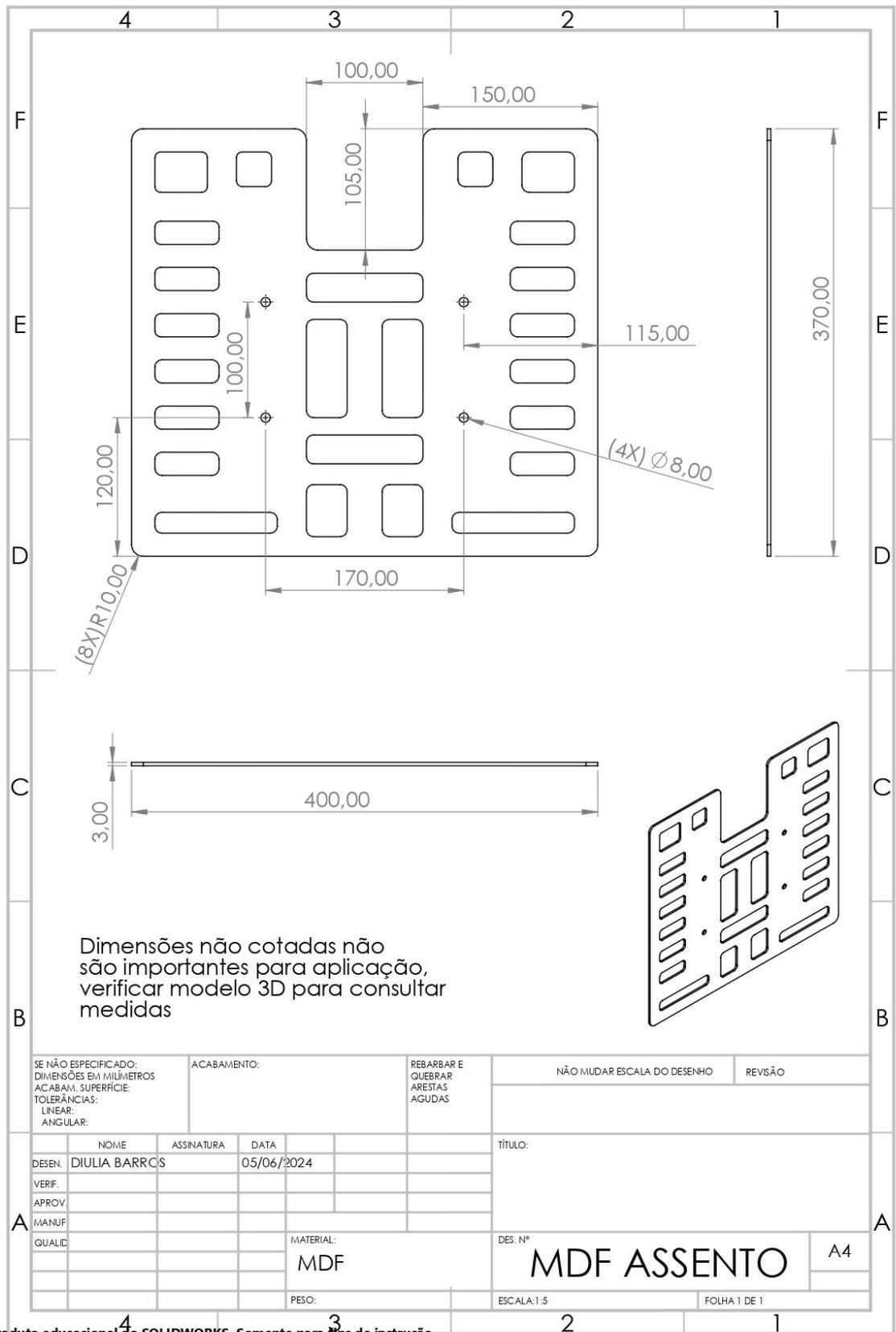
Como sugestão para trabalhos futuros tem-se a necessidade de validar o protótipo que a Equipe Sinuelo irá fabricar, tanto para questões de ergonomia quanto para questões de design, para que seja ainda trabalhado na melhoria contínua do projeto.

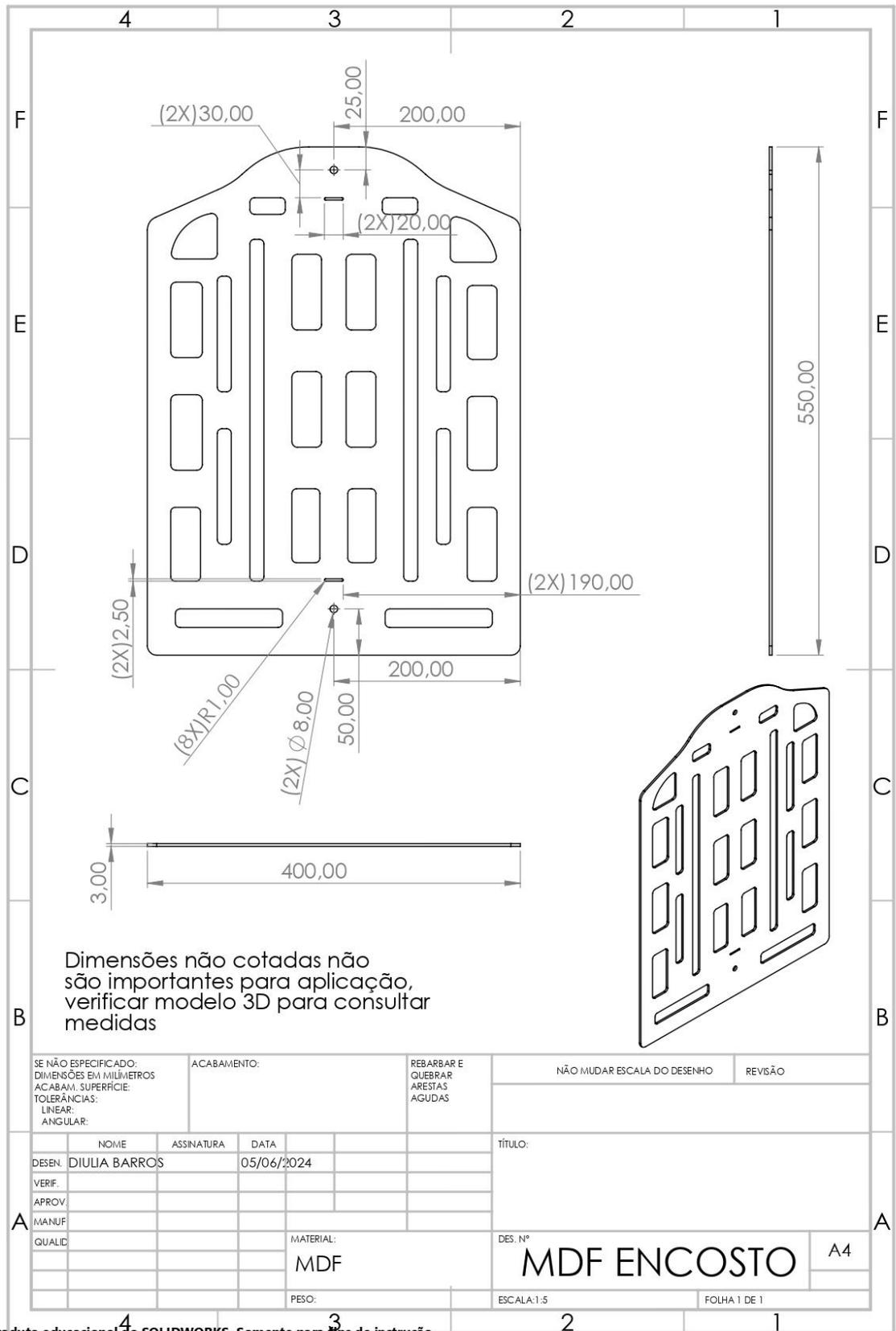
Por fim, conclui-se que a utilização de um método, mesmo que adaptado, auxilia e orienta em relação ao desenvolvimento de um produto, tornando-o mais confiável e fazendo-se viável responder ao questionamento do problema, de que, sim, é possível desenvolver o projeto de um banco para o veículo mini-baja de acordo com as especificações da competição e objetivos da equipe Sinuelo. Ademais, entende-se que a equipe poderá fazer uso deste trabalho como um todo, em relatórios e apresentação de projeto, não apenas do protótipo físico que será concebido futuramente, o que incrementa ainda mais os resultados obtidos.

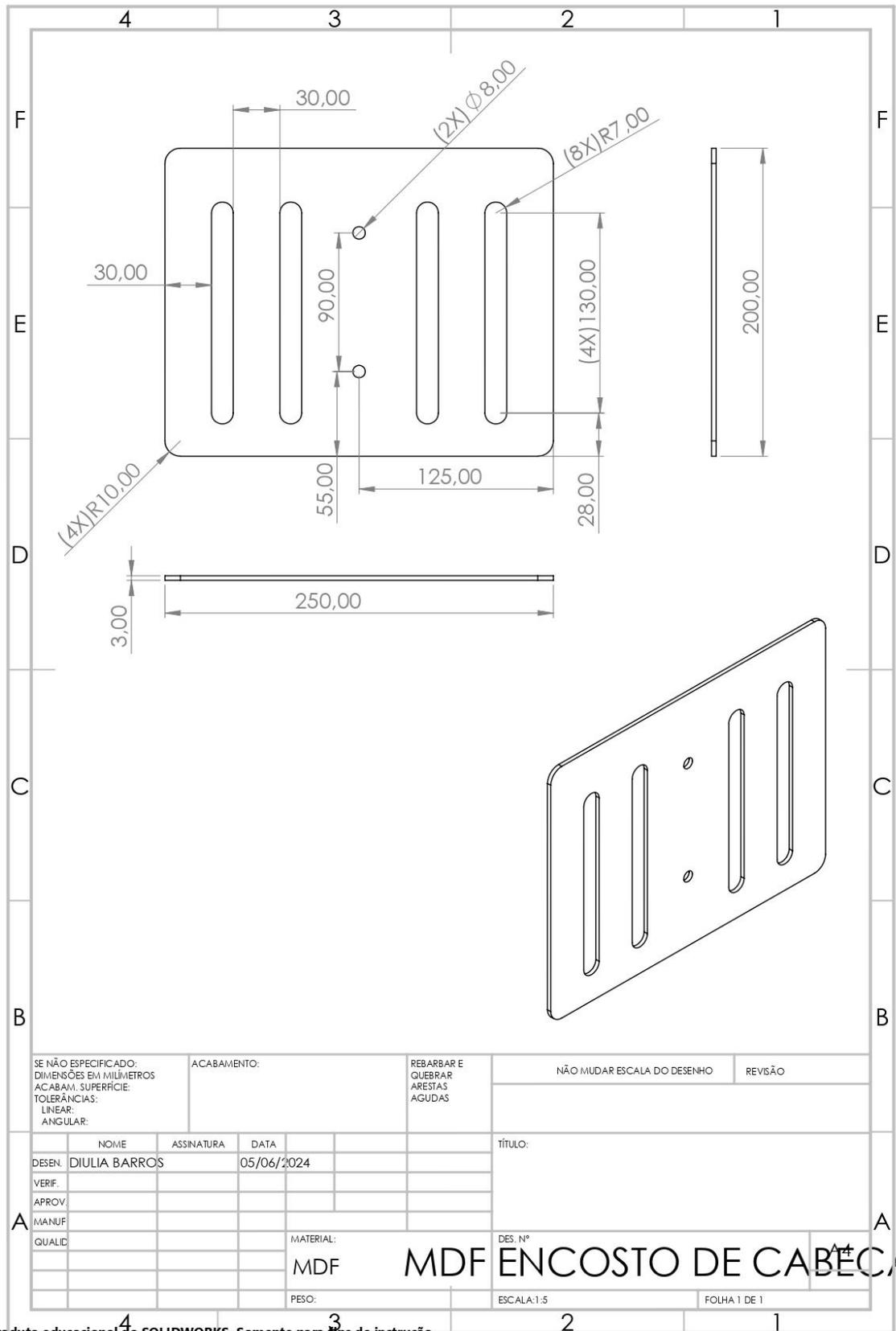
REFERÊNCIAS

- AMARAL, Daniel C.; *et al.* **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: Uma Referência Para Melhoria do Processo**. 1. ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2006.
- BAXTER, Mike. **Projeto de produto: guia prático para o design de novos produtos**. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2011.
- DUL, Jan; WEERDMEEESTER, Bernardo. **Ergonomia Prática**. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2012.
- GEHLEN, Rubens Z C.; NONOHAY, Roberto G.; AFFONSO, Ligia M F. **Desenvolvimento de produtos**. Porto Alegre: Grupo A, 2018.
- GONÇALVES, Érica. C. **Constrangimentos no Posto do Motorista de Ônibus Urbano Segundo a Visão Macroergonômica**. 2003. 94 f. Monografia (Mestrado) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.
- FALZON, Pierre. **Ergonomia**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2015.
- SAE BRASIL. **Informativo 02, de 03 de agosto de 2022**. Transmissão 4x4. SAE Brasil, 2022. Disponível em: <https://saebrasil.org.br/wp-content/uploads/2022/02/Informativo-02-Transmissao-4x4-1.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2024.
- SAE BRASIL. **Regulamento administrativo e técnico Baja SAE Brasil: RATBSB – Emenda 5. 2023**. Disponível em: http://arquivos.saebrasil.org.br/2023/Baja/RATBSB_emenda_05.pdf. Acesso em: 22 fev. 2024.
- SAE BRASIL. **Baja nacional. 2024**. Disponível em: http://arquivos.saebrasil.org.br/2023/Baja/RATBSB_emenda_05.pdf. Acesso em: 03 fev. 2024
- SILVA, Douglas da; PLENTZ, Bruna Pasquali; SALA, Silvia Marcia Fiori; MERINO, Eugenio Andrés Díaz. A Ergonomia na Identificação dos Aspectos Dimensionais Críticos: O Estudo Antropométrico de um Carro de Competição BAJA SAE. **HFD**, v.2, n.3, p. 3-19, 2013.
- TANABE, Alexandre. Y. **Ergonomia no Processo de Desenvolvimento do Automóvel**. 2014. 103 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) – Escola Politécnica de São Paulo, São Paulo, 2014.
- ZITKUS, Emilene; *et al.* Uma relação entre design e percepção de desconforto em carros de competição Baja SAE. **Eurodesign & HCI**, Rio de Janeiro, v. 4, p. 12-20, 2016.

APÊNDICE – DESENHOS DETALHADOS







SE NÃO ESPECIFICADO:
DIMENSÕES EM MILÍMETROS
ACABAM. SUPERFÍCIE:
TOLERÂNCIAS:
LINEAR:
ANGULAR:

ACABAMENTO:

REBARBAR E
QUEBRAR
ARESTAS
AGUDAS

NÃO MUDAR ESCALA DO DESENHO

REVISÃO

	NOME	ASSINATURA	DATA
DESEN.	DIULIA BARROS		05/06/2024
VERIF.			
APROV.			
MANUF.			
QUALID.			

TÍTULO:	
DES. Nº	14
ESCALA:1:5	FOLHA 1 DE 1

MDF ENCOSTO DE CABEÇA

