

Augusto Cezar Fontanella

O design na aerodinâmica de carros de corrida

Projeto de Conclusão de Curso
submetido(a) ao curso de Design da
Universidade Federal de Santa Catarina
para a obtenção do Grau de Bacharel
em Design

Orientador: Prof. Dr. Eugenio Andrés
Díaz Merino

Florianópolis
2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária
da UFSC.

Fontanella, Augusto Cezar

O design na aerodinâmica de carros de corrida /Augusto Cezar
Fontanella ; orientador, Eugenio Andrés Díaz Merino, 2019.
138 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade
Federal de Santa Catarina, Centro de Comunicação e Expressão,
Graduação em Design, Florianópolis, 2019.

Inclui referências.

1. Design. 2. Design. 3. Automobilismo. 4. Aerodinâmica. I. Merino,
Eugenio Andrés Díaz. II. Universidade Federal de Santa Catarina.
Graduação em Design. III. Título.

Augusto Cezar Fontanella

O design na aerodinâmica de carros de corrida

Este Projeto de Conclusão de Curso (PCC) foi julgado adequado para obtenção do Título de Bacharel em Design e aprovado em sua forma final pelo Curso de Design da Universidade Federal de Santa Catarina.

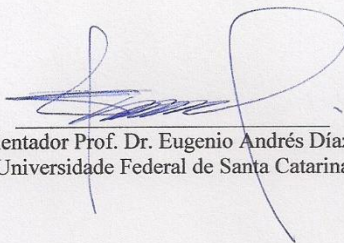
Florianópolis, 10 de 7 de 2019.

Profª. Marília Matos Gonçalves, Dra. Coordenadora do Curso de Design UFSC

Banca Examinadora:

Prof. Luiz Fernando Gonçalves de Figueiredo, Dr. (Universidade Federal de Santa Catarina)

Júlia Marina Cunha, Bela. (Universidade Federal de Santa Catarina)



Professor Orientador Prof. Dr. Eugenio Andrés Díaz Merino, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Este trabalho é dedicado aos meus queridos pais, meus amigos e colegas de classe.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, Cezar e Sandra, por todo o apoio e ajuda ao longo de toda minha vida, não importando qual fosse o caso.

Também gostaria de agradecer aos meus amigos, em especial Lauro, Nicolas e Rhaniel, bem como aos meus colegas de curso, em especial ao Caio, Eduardo e Raphael.

Gostaria também de agradecer a Lidiane por estar comigo em todos os momentos e me dar apoio em todos os momentos em que precisei.

Por fim, gostaria de agradecer ao meu orientador, Prof. Dr. Eugenio Merino, por todo o apoio, não somente durante a fase final, mas como durante toda a minha graduação, me ajudando muito a me qualificar como profissional. E também ao Núcleo de Gestão de Design e Laboratório de Design e Usabilidade (NGD/LDU), onde fui bolsista por um ano e pude aprender muito, bem como por todo o apoio ao longo do meu PCC.

“Mas eu não acredito!” É por isso que você fracassa.

(Mestre Yoda, 1980)

RESUMO

O automobilismo tem sido um esporte popular há décadas devido a sua ação, velocidade, perigo e tecnologia, atraindo fãs por todo o mundo. Porém justamente por depender muito de sua parte tecnológica, com o avanço científico as disputas diminuíram consideravelmente, grande parte graças a aerodinâmica. Com isso, esse projeto visa desenvolver um kit de carenagens aerodinâmico para carros de formula de uma categoria escola focado no aumento do desempenho do veículo, minimizando os efeitos negativos da aerodinâmica, com um ganho estético e utilizando-se dos conhecimentos de ergonomia e de materiais, através do GODP (Guia de Orientação para o Desenvolvimento de Projetos). Desta forma, foi criado o Formula Fontanella, um veículo tipo formula para jovens pilotos que mantém o equilíbrio entre performance, estética e qualidade das disputas.

Palavras-chave: Design de Produto. Ergonomia. Automotivo. Aerodinâmica.

ABSTRACT

Motorsport has been a popular sport through decades because of its action, speed, dangerousness and technology, gaining fans all over the world. Although because of its dependency on the technology, with the improvements on science the racing has fallen considerably, mostly caused by the aerodynamics. So, this project aims to develop an aerokit for a low class open wheel car, minimizing the dirty air effects with good aesthetics using human factors and material knowledge, through the guidance GODP (Orientation Guide to Project Development). With this in mind, there was created the Formula Fontanella, an open wheel car designed to young drivers, which maintains balance between performance, looks and racing.

Keywords: Product Design. Human Factors. Automotive. Aerodynamics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 0 – GODP.....	pág 29
Figura 1 – GODP – Momento Inspiração.....	pág 33
Figura 2 – Mapa de Oportunidade.....	pág 34
Figura 3 – Blocos de Referência.....	pág 35
Figura 4 – Pesquisa INPI 1.....	pág 36
Figura 5 – Pesquisa INPI 2.....	pág 37
Figura 6 – Pesquisa INPI 3.....	pág 37
Figura 7 – Lotus 49.....	pág 38
Figura 8 – Lotus 72.....	pág 38
Figura 9 – Brabham BT52.....	pág 39
Figura 10 – Williams FW14b.....	pág 39
Figura 11 – Benetton B197.....	pág 40
Figura 12 – Williams FW25.....	pág 40
Figura 13 – McLaren MP4-23.....	pág 41
Figura 14 – Red Bull RB10.....	pág 41
Figura 15 – Ferrari SF 70H.....	pág 42
Figura 16 – Conceito 1.....	pág 42
Figura 17 – Conceito 2.....	pág 43
Figura 18 – Resultado da pesquisa.....	pág 43
Figura 19 – Audiência.....	pág 45
Figura 20 – Anos 50.....	pág 46
Figura 21 – Mercedes W196.....	pág 47
Figura 22 – Cooper T43.....	pág 47
Figura 23 – Anos 60.....	pág 48
Figura 24 – Lotus 49 / 2.....	pág 49
Figura 25 – Lotus 49B.....	pág 49
Figura 26 – Santo Antônio.....	pág 50
Figura 27 – Lotus 72Y.....	pág 51
Figura 28 – Tyrrell P36.....	pág 52
Figura 29 – Lotus 78.....	pág 52
Figura 30 – Brabham BT46B.....	pág 53
Figura 31 – Monocoque McLaren.....	pág 54
Figura 32 – Brabham BT53.....	pág 54
Figura 33 – Williams FW14.....	pág 55
Figura 34 – Tyrrell 019.....	pág 56
Figura 35 – Bargeboard.....	pág 56
Figura 36 – Ferrari F310.....	pág 57
Figura 37 – Sulcos.....	pág 58
Figura 38 – Ferrari F2007.....	pág 59

Figura 39 – Brawn GP.....	pág 60
Figura 40 – DRS.....	pág 61
Figura 41 – Bico 1.....	pág 62
Figura 42 – Bico 2.....	pág 62
Figura 43 – Ferrari SF 70H 2.....	pág 63
Figura 44 – Halo.....	pág 64
Figura 45 – Indycar.....	pág 64
Figura 46 – Análise Sincrônica 1.....	pág 66
Figura 47 – Análise Sincrônica 2.....	pág 67
Figura 48 – Análise Sincrônica 3.....	pág 68
Figura 49 – Análise Sincrônica 4.....	pág 69
Figura 50 – Pontos Chaves.....	pág 70
Figura 51 – Momento Ideação.....	pág 71
Figura 52 – SWOT.....	pág 73
Figura 53 – Painel Semântico Produto.....	pág 74
Figura 54 – Painel Semântico Contexto.....	pág 76
Figura 55 – Ponto Chave Bico.....	pág 77
Figura 56 – Ponto Chave Lateral.....	pág 78
Figura 57 – Ponto Chave Tampa.....	pág 78
Figura 58 – Ponto Chave Asa.....	pág 79
Figura 59 – Requisitos de Projeto.....	pág 80
Figura 60 – Sketches 1.....	pág 81
Figura 61 – Sketches 2.....	pág 82
Figura 62 – Sketches 3.....	pág 82
Figura 63 – Sketches 4.....	pág 83
Figura 64 – Sketches 5.....	pág 84
Figura 65 – Sketches 6.....	pág 84
Figura 66 – Sketches 7.....	pág 85
Figura 67 – Sketches 8.....	pág 85
Figura 68 – Sketches 9.....	pág 86
Figura 69 – Sketches 10.....	pág 86
Figura 70 – Sketches 11.....	pág 87
Figura 71 – Sketches 12.....	pág 88
Figura 72 – Sketches 13.....	pág 89
Figura 73 – Sketches 14.....	pág 89
Figura 74 – Sketches 15.....	pág 90
Figura 75 – Sketches 16.....	pág 91
Figura 76 – Sketches 17.....	pág 92
Figura 77 – Sketches 18.....	pág 93
Figura 78 – Modelagem 1.....	pág 94
Figura 79 – Modelagem 2.....	pág 94

Figura 80 – Modelagem 3.....	pág 94
Figura 81 – Modelagem 4.....	pág 95
Figura 82 – Modelagem 5.....	pág 95
Figura 83 – Modelagem 6.....	pág 95
Figura 84 – Modelagem 7.....	pág 96
Figura 85 – Momento Implementação.....	pág 97
Figura 86 – Modelos Volumétricos.....	pág 98
Figura 87 – Modelagem Escolhida.....	pág 98
Figura 88 – Teste Estress 1.....	pág 100
Figura 89 – Teste Estress 2.....	pág 100
Figura 90 – Teste Estress 3.....	pág 101
Figura 91 – Teste CFD 1.....	pág 102
Figura 92 – Teste CFD 2.....	pág 102
Figura 93 – Teste CFD 3.....	pág 103
Figura 94 – Teste CFD 4.....	pág 103
Figura 95 – Teste CFD 5.....	pág 104
Figura 96 – Teste CFD 6.....	pág 104
Figura 97 – Teste CFD 7.....	pág 105
Figura 98 – Teste CFD 8.....	pág 105
Figura 99 – Teste CFD 9.....	pág 106
Figura 100 – Teste CFD 10.....	pág 106
Figura 101 – Modelagem Final 1.....	pág 109
Figura 102 – Modelagem Final 2.....	pág 109
Figura 103 – Modelagem Final Explodida 1.....	pág 110
Figura 104 – Modelagem Final Explodida 2.....	pág 110
Figura 105 – Volante F4.....	pág 112
Figura 106 – Posição de Pilotagem.....	pág 114
Figura 107 – Banco.....	pág 114
Figura 108 – Posição Cockpit.....	pág 115
Figura 109 – Componentes.....	pág 115
Figura 110 – Clip Trava.....	pág 117
Figura 111 – Encaixe Bico.....	pág 118
Figura 112 – Ajustes Asa.....	pág 119
Figura 113 – Construção do Modelo 1.....	pág 121
Figura 114 – Construção do Modelo 2.....	pág 122
Figura 115 – Construção do Modelo 3.....	pág 122
Figura 116 – Construção do Modelo 4.....	pág 123
Figura 117 – Construção do Modelo 5.....	pág 123
Figura 118 – Construção do Modelo 6.....	pág 124
Figura 119 – Construção do Modelo 7.....	pág 125
Figura 120 – Construção do Modelo 8.....	pág 126

Figura 121 – Construção do Modelo 9.....	pág 127
Figura 122 – Construção do Modelo 10.....	pág 128
Figura 123 – Construção do Modelo 11.....	pág 129
Figura 124 – Construção do Modelo 12.....	pág 129
Figura 125 – Construção do Modelo 13.....	pág 130
Figura 126 – Construção do Modelo 14.....	pág 130
Figura 127 – Construção do Modelo 15.....	pág 131
Figura 128 – Construção do Modelo 16.....	pág 131
Figura 129 – Construção do Modelo 17.....	pág 132
Figura 130 – Logo 1.....	pág 133
Figura 131 – Logo 2.....	pág 133
Figura 132 – Logo 3.....	pág 133

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CFD – Computer Fluid Dynamics

F1 – Formula 1

GODP – Guia de Orientação para Desenvolvimento de Projetos

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

PCC – Projeto de Conclusão de Curso

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	27
1.1	PERGUNTA DE PROJETO.....	28
1.2	OBJETIVO GERAL.....	28
2	METODOLOGIA PROJETUAL	29
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	30
3.1	CARENAGEM.....	30
3.2	CONCEITOS FÍSICOS.....	30
3.2.1	Dinâmica de fluidos	30
3.2.2	Princípios de sustentação	31
3.2.3	Princípio de Bernoulli	31
3.2.4	Viscosidade de Newton e camada limite.....	31
3.2.5	Ar Sujo.....	32
4	DESENVOLVIMENTO PROJETUAL	33
4.1	MOMENTO INSPIRAÇÃO.....	33
4.1.1	Etapa de Oportunidade.....	34
4.1.2	Etapa de Prospecção	35
4.1.3	Etapa de Levantamento de dados	43
4.2	MOMENTO IDEACÃO.....	71
4.2.1	Etapa de Organização e Análise.....	72
4.2.2	Criação.....	81
4.3	MOMENTO IMPLEMENTAÇÃO.....	97
4.3.1	Execução.....	97
4.3.2	Viabilização.....	111
5	MEMORIAL DISCRITIVO.....	111
6	CONCLUSÃO.....	134
	REFERÊNCIAS.....	136
	APÊNDICES.....	139

1. INTRODUÇÃO

O esporte é um meio conhecido por ser saudável e abrir portas para possíveis oportunidades nas vidas de diversos jovens. Mais especificamente no meio do automobilismo, no qual as crianças passam por grandes tomadas de decisão e pressões, com o devido cuidado, desde muito novas, isso contribui para que ao longo de seu crescimento se desenvolvam mais independentes, proativas, competitivas e aprendam a trabalhar em equipe. Justamente por esse motivo, é comum vermos pais ocupados e/ou empreendedores colocarem seus filhos nesse ambiente para que possam, potencialmente, aprender como, no futuro, administrar. Para chegar nos níveis mais altos do esporte, como a Formula 1 ou a Formula Indy, os pilotos são treinados desde muito novos, começando com seis anos de idade no kart. Após passar por todas as categorias do kart, os jovens pilotos passam para os autódromos, onde podemos dividir em dois caminhos: Carros de turismo e protótipos, que são carros fechados, semelhantes aos que vemos nas ruas ou projetados especificamente para corrida; E monopostos de roda aberta, conhecidos como carros de Formula, que serão o foco deste projeto.

Porém, este esporte possui algumas dificuldades extras para ser praticado, sendo a maior delas o investimento financeiro. Desde os primeiros anos no kart é necessário alto volume de investimento para poder correr, com esse custo aumentando exponencialmente a cada categoria percorrida. Graças a isso, a carreira de diversos pilotos com potencial é interrompida e as competições se tornam um meio muito difícil de se manter. Isso é bastante perceptível quando olhamos a quantidade de pilotos brasileiros bem-sucedidos internacionalmente ao longo dos anos, onde pela primeira vez desde 1970 tivemos uma temporada de Formula 1 sem pilotos brasileiros. Por isso, um dos, dois, pontos-chaves deste projeto é fortalecer a base do automobilismo brasileiro, fazendo com que os pilotos sejam atraídos pela viabilidade econômica da categoria, bem como saiam bem preparados e como uma visibilidade interessante para o mercado.

O segundo ponto-chave diz respeito ao desempenho dos veículos atrelado a qualidade das corridas para o espectador. Ao longo dos anos, conforme o desempenho aerodinâmico dos carros de alto nível se desenvolveu foram adicionados diversos apêndices auxiliares e asas com elementos mais complexos, os deixando mais rápidos, porém criando um efeito muito negativo, conhecido como ar sujo, do inglês *dirty air*, que é causado quando um veículo corta o ar, espalhando suas partículas, deste modo impedindo que o carro que vem atrás disponha da mesma pressão

do ar, fazendo com que seja inviável que um carro persiga o outro muito de perto, fazendo com que as corridas tenham pouquíssimas ultrapassagens e, logo, ficando pouco atrativas para os espectadores. Tendo isto em vista, um dos objetivos a serem cumpridos é desenvolver um kit aerodinâmico para os carros que tenha um desempenho interessante, preparando os pilotos jovens que vem do kart para sua carreira, porém evitando o efeito do ar sujo, mantendo as corridas com entretenimento a fim de aumentar audiências, consequentemente aumentando a possibilidade de investidores entrarem.

1.1 PERGUNTA DO PROJETO

Como o design, em específico o design de produto, pode contribuir para o aumento do desempenho dos veículos de competição, sem afetar a qualidade das corridas para que os pilotos consigam exercer seu trabalho de melhor forma?

1.2 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um kit de carenagens aerodinâmico para carros de formula de uma categoria escola visando o aumento do desempenho do veículo, minimizando os efeitos negativos da aerodinâmica, com um ganho estético e utilizando-se dos conhecimentos de ergonomia e de materiais.

2.METODOLOGIA PROJETUAL

A metodologia projetual utilizada para o desenvolvimento deste projeto de conclusão de curso foi o Guia de Orientação para Desenvolvimento de Projetos (GODP), desenvolvida por Merino, 2014. O GODP foi formado através de diversas literaturas visando permitir que o design possa ser concebido de forma consistente e positiva para o projeto

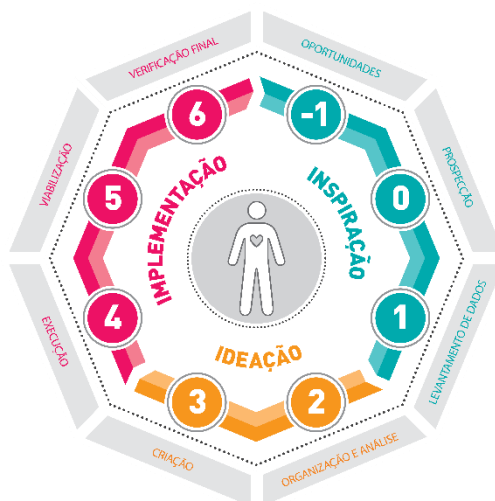


Figura 0: GODP

Fonte: MERINO, 2016

A metodologia pode ser dividida em 3 momentos, Inspiração, Ideação e Implementação, cada uma se dividindo em etapas. Essas etapas são divididas em:

- Etapa -1 (Oportunidades).
- Etapa 0 (Prospecção).
- Etapa 1 (Levantamento de dados).
- Etapa 2 (Organização e análise).
- Etapa 3 (Criação).
- Etapa 4 (Execução).
- Etapa 5 (Viabilização).
- Etapa 6 (Verificação final).

Tendo isto em vista, este Projeto de Conclusão de Curso (PCC) foi dividido em duas fases: PCC1, durante o segundo semestre de 2018, e PCC2, durante o primeiro semestre de 2019. No período do PCC1 o trabalho compreendeu as etapas de Inspiração (-1/0/1) e Criação (2/3), até a segunda etapa. No PCC2 o projeto irá continuar da Criação (2/3) até a Inspiração (4/5/6), excluindo a etapa de Verificação Final.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para compreender o funcionamento efetivo dos aparatos aerodinâmicos estudados faz-se necessário um estudo prévio de alguns princípios, teorias e testes físicos, bem como o entendimento do funcionamento básico de uma asa. Mas primeiro vamos ver o que, de fato, tem-se por definição de “carenagem”.

3.1 CARENAGEM

A palavra tem origem latina, originalmente *carena* ou *carina*, que faz referência ao formato do peito dos pássaros voadores mais marcados. Mais tarde, a palavra foi utilizada para se referir a construção de embarcações, a fim de melhorar a navegação. Já na era moderna a palavra é dirigida a “carcaça” que cobre a estrutura de veículos, especialmente visando o deslocamento através de fluidos.

Podemos perceber, então, que as carenagens presentes em embarcações, aeronaves e veículos de solo tem, desde o princípio, uma relação direta com a dinâmica de fluidos. Nos carros isso se apresenta através da aerodinâmica, semelhante ao que ocorre nas aeronaves, mas propostas inversas.

3.2 CONCEITOS FÍSICOS

3.2.1 Dinâmica de fluidos

A aerodinâmica (DINÂMICA DE FLUIDOS) estuda a atuação das forças de um objeto imerso em um fluido, especificamente nesse caso, o ar que circunda o carro. Nos veículos de competição, o objetivo com o uso da aerodinâmica é fazer com que o carro tenha o máximo de eficiência possível, manipulando o fluxo de ar ao cruzá-lo, fazendo com que as velocidades aumentem, as temperaturas se mantenham ideais e com que aumente a aderência do veículo, através de algo que chamamos de *downforce*.

3.2.2 Princípios de sustentação

O *downforce*, ou em Português, sustentação negativa, trata-se de um efeito causado por uma asa, ou qualquer apêndice aerodinâmico, ao cortar o ar. Esse efeito baseia-se em outro coeficiente importante, o de sustentação. Este coeficiente é o princípio básico que rege o funcionamento das asas, como em aviões e usa como base a diferença de pressão existente entre a face superior e inferior de uma asa ao cortar o ar. Com isso, podemos perceber que, como a parte superior da asa tem uma pressão menor do que a inferior, a resultante das forças ocorre para cima, fazendo com que haja, justamente, essa sustentação.

Já para o *downforce* utilizado tem veículos terrestres temos como objetivo exatamente o oposto, ou seja, “empurrar” o veículo contra o solo. Para isso, são utilizadas formas e asas que tenham um perfil oposto ao de aeronaves, com o objetivo de fazer o ar passar pela parte inferior com menos pressão.

3.2.3 Princípio de Bernoulli

O físico Daniel Bernoulli, em sua obra *Hidrodinâmica* (1738) explica que em um fluido ideal (que não há viscosidade nem atrito) ao ser conduzido em um regime fechado mantém sua energia constante. Essa energia é afetada por três componentes: Cinética (energia derivada da velocidade do fluido), Potencial gravitacional (energia derivada da altitude do fluido) e Energia de fluxo (energia derivada da pressão).

Com base em seus estudos Bernoulli estabelece que o aumento da velocidade do fluido está diretamente associado com a diminuição da pressão, e vice-versa. Porém, isso não quer dizer que esse aumento da velocidade seja a causa da redução da pressão.

Utilizando-se deste princípio, o físico Giovanni Battista Venturi realizou um experimento ao passar um fluido através de um tubo de diâmetro variável, no qual constatou que no ponto em que o tubo é menor em diâmetro, a velocidade do fluido é maior, e sua pressão é menor.

3.2.4 Viscosidade e Camada limite

A viscosidade é um parâmetro dos fluidos que influi diretamente na maneira em que o material irá se comportar ao fluir em uma forma. De maneira mais técnica podemos dizer que a viscosidade é o coeficiente angular de deformação do fluido, com respeito a velocidade, ou seja, é a

propriedade do fluido associada ao escoamento. Com isso, podemos dizer que um fluido mais viscoso irá enfrentar mais dificuldades para fluir do que um material menos viscoso.

Já a camada limite é a última camada desse fluido que está nas imediações de uma superfície limitante, como a carenagem do veículo. Esse conceito é muito importante pois através da análise como seu fluxo está (laminar ou turbulento) podemos otimizar as formas para que a maneira que o material flui seja melhor aproveitada, sempre dentro dos limites impostos para que isso seja possível.

3.2.5 Ar sujo

Ar sujo, originalmente do inglês *dirty air*, é um apelido dado aos efeitos de turbulência causados quando um veículo corta o ar. Como visto anteriormente, quando as asas e apêndices aerodinâmicos passam em velocidade, o ar é manipulado, seja em direção, pressão ou velocidade e isso faz com que, explicando de maneira didática, as moléculas se espalhem e sigam para as direções que foram condicionadas.

Desta maneira, se dois carros estiverem próximos, um afrente e outro atrás, o carro de trás não terá o ar em seu estado natural. Nas retas isso é um ponto positivo, pois, com menos resistência do ar, irá ganhar mais velocidade graças ao efeito que apelidamos de vácuo. Porém, durante as curvas o veículo não produzirá a mesma quantidade de *downforce*, fazendo com que o carro perca bastante rendimento e seja obrigado a seguir o carro a sua frente tomando uma certa distância. Assim, com os carros precisando manter uma certa distância entre si, o número de possíveis ultrapassagens é consideravelmente menor, tornando a corrida menos interessante para o público.

4 DESENVOLVIMENTO PROJETUAL

4.1 MOMENTO INSPIRAÇÃO (etapas -1/0/1)

Neste primeiro momento são coletadas as informações projetuais, dentro das etapas de Oportunidades (-1), Prospecção (0) e Levantamento de dados (1).

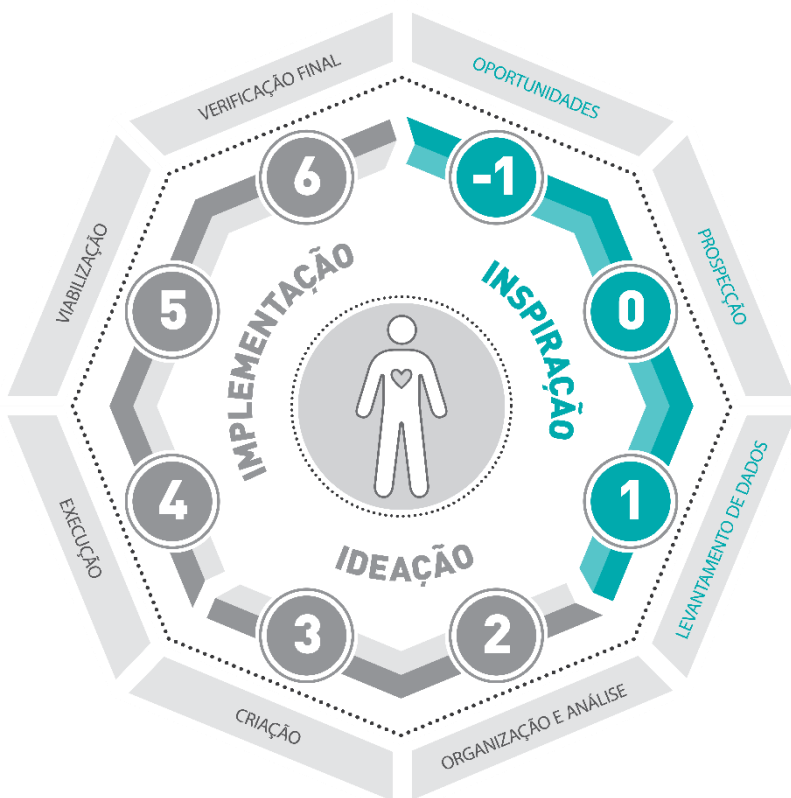


Figura 1: GODP – Momento Inspiração
Fonte: MERINO (2016)

4.1.1 Etapa -1: Oportunidades

Conforme o próprio manual do GODP (MERINO, 2016) “Nesta etapa são verificadas as oportunidades do mercado/setores, conforme o produto a ser avaliado, considerando um panorama local, nacional e internacional e a atuação na economia. Desta forma, são evidenciadas as necessidades de crescimento do setor e outras conforme o produto.”

Primeiramente foi desenvolvido um mapa de oportunidade, a fim de demonstrar pontos em que o design pode atuar para trazer as melhores soluções possíveis ao produto.

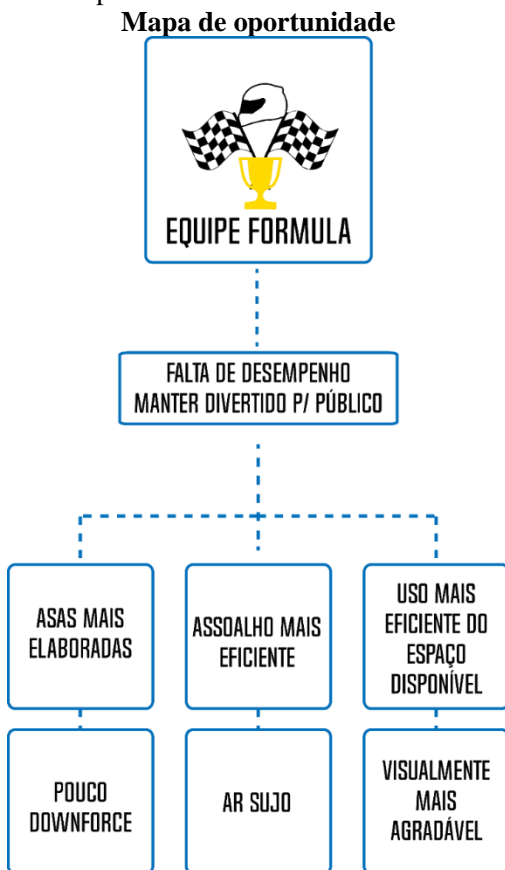


Figura 2: Mapa de oportunidade
Fonte: O autor

4.1.2 Etapa 0 – Prospecção

‘Nesta etapa, após a verificação das oportunidades é definida a demanda/problemática central que norteará o projeto.’ (MERINO, 2016) Na prospecção foram gerados blocos de referência, que são utilizados para situar o uso do produto. Os blocos são divididos em Produto, que leva em conta o produto em si, Usuário, que foca em quem utilizará esse produto, e por fim o contexto, que é a ambientação de uso desse produto.

Blocos de Referência



CARENAGEM/APÊNDICES AERODINÂMICOS



EQUIPE DE COMPETIÇÃO (MECÂNICOS, ENGENHEIROS, PILTOS, PÚBLICO)



COMPETIÇÃO (OFICINA/BOXES/PISTA)

Figura 3: Blocos de referência

Fonte: O autor

Pesquisa patentes

Durante a fase de prospecção também foi realizada uma pesquisa na base de dados do INPI (Instituto Nacional de Propriedade Intelectual) afim de procurar por produtos semelhantes já registrados. Foram encontrados apenas três registros referentes a carros do tipo formula, porém nenhum deles com viés semelhante a este projeto.

BRASIL
Acesso à informação
Participe
Serviços
Legislação
Canais

Instituto Nacional da
Propriedade Industrial
 Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior

Consulta à Base de Dados do INPI

[Início | Ajuda?]
Anterior 8/11 Próximo

» Consultar por: Base Desenhos | Finalizar Sessão

Depósito de pedido de registro de Desenho Industrial

(21) Nº do Pedido: **DI 5900372-3**

(22) Data do Depósito: 30/03/1999

(51) Classificação: 21.06 ; 21-01.V 0155

(54) Título: Carrinho de fórmula 1

(71) Nome do Depositante: Solange Gabriel de Lima (BR/PR)

(72) Nome do Autor: Solange Gabriel de Lima

Quinquênio

	Segundo Período ✖		Terceiro Período ✖		Quarto Período ✖		Quinto Período ✖		Vigência
	Ordinário	Extraordinário	Ordinário	Extraordinário	Ordinário	Extraordinário	Ordinário	Extraordinário	
Início	30/03/2003	31/03/2004	30/03/2008	31/03/2009	30/03/2013	31/03/2014	30/03/2018	31/03/2019	
Fim	30/03/2004	30/09/2004	30/03/2009	30/09/2009	30/03/2014	30/09/2014	30/03/2019	30/09/2019	30/03/2024

Petições ?

Pgo	Protocolo	Data	Img	Serviço	Cliente	Delivery	Data
Publicações ?							
RPI	Data RPI	Despacho	Img	Complemento do Despacho			
1616	26/12/2001	35	-				
1520	22/02/2000	34	-				

Dados atualizados até 13/11/2018 - Nº da Revista: 2497

Rua Mayrink Veiga, 9 - Centro - RJ - CEP: 20090-910 | Rua São Bento, 1 - Centro - RJ - CEP: 20090-010



Figura 4: Pesquisa INPI 1
 Fonte: Instituto Nacional de Propriedade Industrial

	BRASIL	Acesso à informação	Participe	Serviços	Legislação	Canais
--	--------	---------------------	-----------	----------	------------	--------

Instituto Nacional da
Propriedade Industrial
Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior

Consulta à Base de Dados do INPI

[Início | Ajuda?]
Anterior 2/11 Próximo

» Consultar por: Base Desenhos | Finalizar Sessão

Depósito de pedido de registro de Desenho Industrial

(21) Nº do Pedido: **DI 6600034-3**
 (22) Data do Depósito: 19/01/2006
 (51) Classificação: 12-08.V 0157
 (54) Título: NOVO MODELO AERODINÂMICO PARA CARROS DE CORRIDA FÓRMULA 1, 3, INDY, 3000, E OUTROS SIMILARES A ESTES MODELOS.
 (71) Nome do Depositante: Paulo Cirillo Vanazzi (BR/PE)
 (72) Nome do Autor: Paulo Cirillo Vanazzi

Quinquênio									
Segundo Período		Terceiro Período		Quarto Período		Quinto Período		Vigência	
Ordinário	Extraordinário	Ordinário	Extraordinário	Ordinário	Extraordinário	Ordinário	Extraordinário		
Início	19/01/2010	20/01/2011	19/01/2015	20/01/2016	19/01/2020	20/01/2021	19/01/2025	20/01/2026	
Fim	19/01/2011	19/07/2011	19/01/2016	19/07/2016	19/01/2021	19/07/2021	19/01/2026	19/07/2026	19/01/2031

Pgo	Protocolo	Data	Img	Serviço	Cliente	Delivery	Data

Publicações									
RPI	Data RPI	Despacho	Img	Complemento do Despacho					
1882	30/01/2007	35	-						
1838	28/03/2006	34	-	- Mudar o título para: "Configuração aplicada em carro de corrida" e harmonizar o pedido com o novo título. - Apresentar novo relatório cujo texto se limite a descrever as características configurativas do objeto. - Cancelar as atuais figuras. - Apresentar: Vista Frontal; Vista Lateral; Vista Superior; Vista Posterior e Vista em Perspectiva do objeto. - As novas figuras deverão ilustrar o objeto com traços regulares, contínuos e uniformes, com alta resolução gráfica. - Fazer constar do relatório as referências a todas as figuras, especificando as vistas.					

Dados atualizados até 13/11/2018 - Nº da Revista: 2497

Figura 5: Pesquisa INPI 2
Fonte: Instituto Nacional de Propriedade Industrial

	BRASIL	Acesso à informação	Participe	Serviços	Legislação	Canais
--	--------	---------------------	-----------	----------	------------	--------

Instituto Nacional da
Propriedade Industrial
Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior

Consulta à Base de Dados do INPI

[Início | Ajuda?]
1/11 Próximo

» Consultar por: Base Desenhos | Finalizar Sessão

Depósito de pedido de registro de Desenho Industrial

(21) Nº do Pedido: **BR 30 2015 002214 0**
 (22) Data do Depósito: 11/05/2015
 (51) Classificação: 12-08
 (54) Título: CONFIGURAÇÃO APLICADA A/EM VEÍCULO MONOPOSTO MODELO FÓRMULA - PHOENIX
 (71) Nome do Depositante: PAULO FILLIPE RODRIGUES DE OLIVEIRA (BR/DF)
 (72) Nome do Autor: PAULO FILLIPE RODRIGUES DE OLIVEIRA

Quinquênio									
Segundo Período		Terceiro Período		Quarto Período		Quinto Período		Vigência	
Ordinário	Extraordinário	Ordinário	Extraordinário	Ordinário	Extraordinário	Ordinário	Extraordinário		
Início	11/05/2019	12/05/2020	11/05/2024	12/05/2025	11/05/2029	12/05/2030	11/05/2034	12/05/2035	
Fim	11/05/2020	11/11/2020	11/05/2025	11/11/2025	11/05/2030	11/11/2030	11/05/2035	11/11/2035	11/05/2040

Pgo	Protocolo	Data	Img	Serviço	Cliente	Delivery	Data
✓	87015000262	11/05/2015	-	100	PAULO FILLIPE RODRIGUES DE OLIVEIRA		-

Publicações									
RPI	Data RPI	Despacho	Img	Complemento do Despacho					
2447	28/11/2017	35	-	Arquivamento					
2374	05/07/2016	34	-	Apresentar novo conjunto de figuras onde todas representem o objeto integralmente, sem cortes e sem destacar partes (rodas), nas vistas frontal, posterior, lateral, superior, inferior e em perspectiva, com a devida numeração e alta nitidez e resolução gráfica, que permitam visualizar a forma do objeto do pedido em todos os seus detalhes, com atenção ao fato de se usar fundo neutro que não se confunda com a forma do objeto.					
2372	21/06/2016	31	-	Notificação de depósito (Protocolo: 87015000262 UF: WB Data: 11/05/2015 Hora: 20:42)					

Dados atualizados até 13/11/2018 - Nº da Revista: 2497

Figura 6: Pesquisa INPI 3
Fonte: Instituto Nacional de Propriedade Industrial

Pesquisa com público

Outra ferramenta utilizada foi um questionário visando o público em geral, focado no entretenimento. O questionário era composto por apenas uma pergunta, “Qual(is) veículo(s) abaixo mais te agrada(m) esteticamente?” sendo possível múltiplas respostas. Então, abaixo, o questionado se deparava com 11 imagens de veículos diversos dos quais poderia escolher.



Figura 7: Lotus 49
Fonte: SEM, Reddit



Figura 8: Lotus 72
Fonte: Motorsport Retro



Figura 9: Brabham BT52
Fonte: Formula 1



Figura 10: Williams FW14b
Fonte: Retro Race Cars



Figura 11: Benetton B197
Fonte: F1 Retro



Figura 12: Williams FW 25
Fonte: Motorsport



Figura 13: McLaren MP4-23
Fonte: Reddit



Figura 14: Red Bull RB10
Fonte: Wikipedia



Figura 15: Ferrari SF70H
Fonte: Wheel Sage



Figura 16: Conceito 1
Fonte: Formula 1



Figura 17: Conceito 2
Fonte: Formula 1

Após duas semanas de respostas, foram obtidos 76 resultados, indicando uma preferência aos carros conceitos previstos para as categorias de formula de 2021 (figuras 16 e 17), como pode ser percebido pelo gráfico abaixo, o que impulsiona este projeto, pois vai perfeitamente ao encontro dos conceitos aplicados.

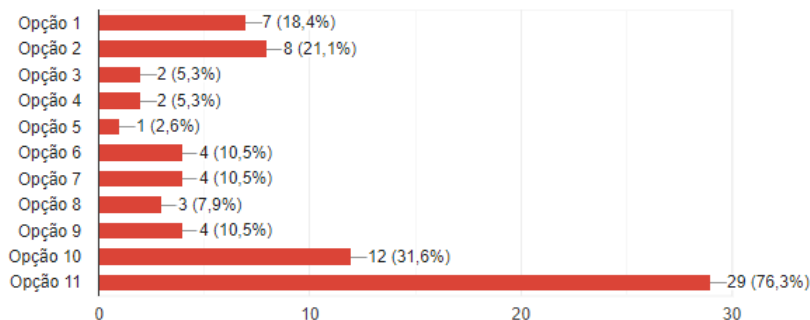


Figura 18: Resultado da pesquisa
Fonte: O Autor

4.1.3 Etapa 1- Levantamento de dados

“Nesta etapa são desenvolvidas as definições do projeto com base em um levantamento de dados em conformidade com as necessidades e expectativas do usuário, que contemplam os quesitos de usabilidade, ergonomia e antropometria, dentre outros, bem como as conformidades da legislação que trata das normas técnicas para o desenvolvimento dos produtos.” (MERINO, 2016)

Pesquisa de altura dos pilotos

Um dos fatores mais importantes para um piloto e para o desenvolvimento de um veículo é sua altura, pois influencia na posição de pilotagem, espaço destinado ao *cockpit* e é diretamente proporcional ao peso, que é um fator importantíssimo nas competições. Com o passar dos anos a média de altura da população em geral vem crescendo, assim como a dos pilotos de competição. Em 2019, segundo o site LightsOutBlog, o piloto mais alto em atividade é Alexander Albon, com 1,86m e o menor é Lando Norris, de 1,70m (HALDENBY, 2019). Somando todos os pilotos, temos que a média de altura do grid da Formula 1 é de 178,65cm.

Pesquisa de audiência do esporte a motor

No ano de 2017, após a compra, no final do ano anterior, da marca “Formula 1” pelo grupo Liberty Media, este Norte Americano que lida com comunicação desde 1991, tivemos um crescimento considerável na audiência e meios de comunicação do esporte como um todo, segundo o site oficial da própria empresa. Os programas de televisão, considerando os 20 mais populares do mundo, tiveram um acréscimo de 6,2%, em comparação com 2016, por exemplo.

Os quatro países com maior público e tradição no esporte também apresentaram um número positivo, com crescimento de 19,1% na Itália, 13,4% no Brasil, 3,9% no Reino Unido e 0,9% na Alemanha. Também ocorreram crescimentos consideráveis em mercados menores, como de 42,2% na China, 14,4% na Suíça e 14,1% na Dinamarca.

Durante o ano de 2017 também tivemos um número de 352,3 milhões de espectadores individuais assistindo a Formula 1, pelo menos alguma vez. Pela primeira vez desde 2010 esse número não foi uma queda. Os países com maior crescimento desse número foram México (22,6%), Itália (16,7%) e os Estados Unidos (13%). O Brasil continua se mantendo como maior audiência, com mais de 76 milhões de espectadores, mesmo com uma queda de 1,8% em 2017. O número de fãs nas redes sociais também aumentou drasticamente após essa mudança, fazendo com que os números chegassem a 11,9 milhões de seguidores no Facebook, Twitter, Instagram e Youtube. Isso significa um aumento de 54,9% comparado a 2016, o que fez a Formula 1 o esporte com maior

crescimento nas redes sociais durante o ano.

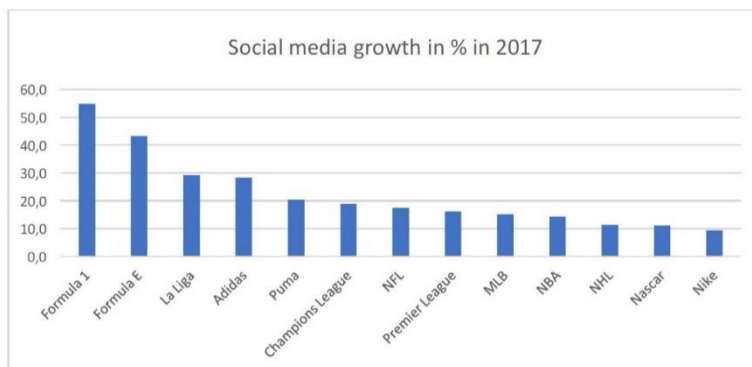


Figura 19: Audiência
Fonte: Formula 1 (2018)

As visualizações de vídeos no Facebook tiveram um aumento dramático de 1600%, ultrapassando 390 milhões, em grande parte graças aos vídeos curtos de resumo dos acontecimentos durante os treinos e provas. O Twitter também teve um grande acréscimo de 165%, passando de 64 milhões de visualizações, bem como o Instagram, que praticamente dobrou (93%) apenas durante o ano de 2017.

O número de usuários no aplicativo para smartphones da Formula 1 também teve um aumento de 1,7%, se comparado ao ano anterior, mas com o número de vezes utilizado subindo em 37,7%

Análise Diacrônica

Logo em seguida foi feita uma análise diacrônica, que consiste, basicamente, em uma pesquisa cronológica feita acerca do produto a ser produzido.

Formula 1

50s: Durante a década da 50, início do período oficial da Formula 1, os carros eram caracterizados por possuir uma forma cilíndrica, predominantemente, com motores na porção frontal do veículo e grandes entradas de ar frontais. Os pneus utilizados eram finos e o cockpit era consideravelmente mais aberto.



Figura 20: Anos 50

Fonte: Reddit

Porém, pela categoria ainda estar em seu período inicial, o regulamento era pouco restritivo e as fabricantes procuravam constantemente por inovações conceituais. Dois exemplos bem-sucedidos disso são o Mercedes W196, que possuía rodas tapadas, conseqüentemente alargando o perfil do veículo, (Figura 21) e o Cooper T43, que era equipado com um motor na parte traseira do veículo, fazendo com que o piloto se postasse na parte central do monoposto, dessa forma, distribuindo melhor o peso nas quatro rodas (Figura 22).



Figura 21: Mercedes W196

Fonte: siztiB kciN



Figura 22: Cooper T43

Fonte: Wikipedia

60s: Na década de 60, os carros seguiram o mesmo padrão projetual da década anterior, em sua maioria, porém agora utilizando o motor na parte traseira, assim como o Cooper T43, que havia conseguido triunfar na década anterior. A diferença mais considerável, levando em

consideração o perfil dos veículos, foi o alongamento do corpo do carro, os deixando mais parecidos com capsulas (Figura 23).



Figura 23: Anos 60
Fonte: F1 Technical

Mas da metade da década de 60 para a frente, houveram algumas mudanças que foram muito relevantes para a história do automobilismo: A largura dos pneus aumentou drasticamente, passando o perfil para algo muito mais esguio, com maior relevância visual na largura, ao invés da altura (Figura 24).



Figura 24: Lotus 49 / 2
Fonte: Formula 1 Grand Prix

A outra foi o início da implementação de asas e apêndices aerodinâmicos nos carros, que revolucionaram o projeto dos carros desde então, tornando esse segmento aerodinâmico uma obrigação durante a concepção de um carro de corrida (Figura 25).



Figura 25: Lotus 49B
Fonte: Adam Bysio

Com a experimentação dessa nova tecnologia aconteceram diversos acidentes também, aumentando a preocupação dos envolvidos e fazendo com que os carros começassem a apresentar alguns componentes mais relevantes de segurança, como o Santo Antônio logo acima da cabeça do piloto, que impediria que a cabeça batesse no chão em caso de capotagem, característica que hoje é vista em todos os carros (Figura 26)



Figura 26: Santo Antônio
Fonte: Pinterest

70s: Em 1970 grande parte do *grid* estava equipada com asas dianteira e/ou traseira, fazendo com que a FIA implementasse no regulamento regras quanto ao uso desses aparatos aerodinâmicos, a fim de diminuir a quantidade de acidentes.

Outro marco importante que aconteceu em 1970 foi a implementação do sistema de arrefecimento do motor colocado nas laterais do carro, feito pela primeira vez com o Lotus 72, que veio a se tornar uma característica marcante para os monopostos de corrida a partir de então. Com isso, os carros passaram a, mesmo mantendo sua identidade esguia, larga e baixa, ter um formato de Y (Figura 27), devido a adição dos *sidepods*, que se é utilizado até os dias de hoje.



Figura 27: Lotus 72 Y

Fonte: o autor

Também nesse período foram utilizados pela primeira vez *penus slicks*, que são lisos, garantindo uma aderência “mecânica” maior em pista seca, aumentando o desempenho dos carros. Juntamente das entradas de ar em cima do motor, que vem de cima da cabeça do piloto, conseqüentemente, formando a tampa do motor, que é vista até hoje.

Durante essa década também tivemos algumas tentativas de criação de projetos com ideias mais fora da caixa, como a Tyrrel P36 (Figura 28), que possuía seis rodas. As rodas traseiras eram normais, porém na parte dianteira foram colocadas quatro rodas menores, a fim de diminuir o arrasto aerodinâmico gerado.



Figura 28: Tyrrel P36

Fonte: Formula 1

Logo após, a Lotus criou o Lotus 78 (Figura 29), que foi o carro pioneiro no *efeito solo*, fazendo com que o carro inteiro, aerodinamicamente falando, funcionasse como uma asa de avião, de forma invertida, criando uma zona de baixa pressão abaixo do carro, gerando muito mais *downforce* do que seus concorrentes, assim, dominando as corridas durante sua existência, até ser banido pela FIA.



Figura 29: Lotus 78
Fonte: SnapLap

Também se utilizando do *efeito solo*, a Brabham criou o Brabham BT46B (Figura 30), que tinha um ventilador acoplado a parte traseira do carro, puxando o ar, fazendo com que ele passe forçadamente ainda mais rápido, criando uma zona de pressão mais baixa ainda, gerando muito *downforce*. O carro teve 100% de aproveitamento, vencendo sua única corrida com folga, antes de ser banido também.



Figura 30: Brabham BT46B

Fonte: Bozzy1992

80s: Na década de 80 a McLaren foi a primeira equipe a utilizar um compósito, mas especificamente a fibra de carbono, para criação do monocoque, criando uma estrutura muito resistente e muito leve, tecnologia que desde então foi adotada e é usada até hoje (Figura 31).



Figura 31: Monocoque McLaren

Fonte: Dillon Dove

Nessa época os carros começaram a se voltar para um formato de silhueta mais parecido com o que temos nos dias atuais, com o corpo do carro mais fino, *sidepods* maiores, piloto no meio do veículo e asas bem definidas (Figura 32).



Figura 32: Brabham BT53
Fonte: Mercado Livre

Também foram implementadas táticas de corrida inovadoras, com tricampeão brasileiro Nelson Piquet, que começou a reabastecer seu carro durante as paradas ao longo da corrida, permitindo andar constantemente com o peso de seu carro mais baixo do que os demais concorrentes, ganhando muito tempo, logo, o bocal de reabastecimento teve que ser modificado para permitir que isso acontecesse.

90s: Durante o período da década de 90, os carros se tornaram mais “limpos”, mantendo perfis mais orgânicos e livres de apêndices no carro (Figura 33).



Figura 33: Williams FW14
Fonte: Racecar Engineering

Houve o surgimento dos bicos elevados, com a Tyrrell 019 (Figura 34), que alguns anos depois viria a se tornar uma característica presente na maioria dos carros.



Figura 34: Tyrrell 019
Fonte: Wikipedia

Do ponto de vista aerodinâmico também vimos a introdução das *barge boards* (Figura 35), as aletas laterais que direcionam o fluxo de ar pela lateral do veículo, utilizadas por muitos anos.



Figura 35: Barge Board
Fonte: F1 Technical

Também vimos diversas mudanças visando a segurança do piloto, como o aumento das alturas das proteções do cockpit, após as mortes trágicas de Ayrton Senna e Roland Ratzenberger em 94 (Figura 36).



Figura 36: Ferrari F310

Fonte: Copa BH Kart

No final da década houve a introdução dos pneus com sulcos (Figura 37), a fim de diminuir a velocidade de contorno de curvas, para que ocorressem mais ultrapassagens.



Figura 37: Sulcos
Fonte: Vavel

00s: Nos anos 2000 os carros se mantiveram com a mesma lógica de construção, porém foram introduzidos ao longo dos anos diversos apêndices e apetrechos aerodinâmicos nos carros (Figura 38), fazendo com que os recordes das pistas fossem quebrados e aumentando bastante o desempenho dos carros, com o custo de criar menos disputas devido ao efeito conhecido como *ar sujo*.



Figura 38: Ferrari F2007

Fonte: RaceFans

Em 2009, com a finalidade de mudar isso e tornar o esporte mais competitivo novamente, houve uma grande mudança de regulamento, trazendo novamente os pneus *slicks* e fazendo com que os carros passassem de uma silhueta baixa e larga, com muitos apêndices aerodinâmicos, para uma figura mais fina e alta, com menos auxílios aerodinâmicos (Figura 39).



Figura 39: Brawn GP
Fonte: Super Danilo F1 Page

Com isso, os carros passaram a ter asas traseiras consideravelmente mais finas e altas e asas dianteiras mais largas.

10s: Em 2011 foi introduzido o DRS, ou Sistema de Redução de Arrasto (do inglês *Drag Reduction System*), que é, basicamente falando, um sistema eletrônico que permite ao piloto, ao apertar um botão no volante, fazer com que o elemento superior da asa traseira suba, consequentemente diminuindo o arrasto, fazendo-o ganhar muita velocidade em reta (Figura 40), a fim de aumentar as ultrapassagens durante as provas.



Figura 40: DRS
Fonte: Formula 1 Wiki

Também tivemos a polêmica dos bicos, após a FIA introduzir uma mudança no regulamento que obrigava as equipes a projetar os carros com as dimensões do bico mais baixas, resultando em diversas soluções criativas, porém nada positivas visualmente (Figura 41, Figura 42).



Figura 41: Bico 1
Fonte: The Manufacturer



Figura 42: Bico 2
Fonte: World of Motorsport

E em 2017 tivemos outra mudança drástica de regulamento, que trouxe os carros novamente para um perfil mais baixo e largo, com asas mais baixas e anguladas (Figura 43) e pneus maiores, gerando uma carga

de aderência muito maior, tanto pelo fator mecânico quanto pelo fator aerodinâmico.



Figura 43: Ferrari SF 70H 2

Fonte: Formula 1 Wiki

Com isso, esses carros têm sido os mais rápidos da história, quebrando frequentemente os recordes de todas as etapas.

Por fim, no ano de 2018 foi implementado um aparato de segurança obrigatório com o nome de *halo* (auréola em inglês), visando proteger ainda mais a cabeça dos pilotos contra impactos, assim como o acidente fatal de Jules Bianchi em 2015 (Figura 44).



Figura 44: Halo
Fonte: Motorsport

Indycar

Durante a temporada inicial, em 1996, os carros da Formula Indy foram modelos de carros utilizados pela categoria irmã CART entre 1992 e 1995, produzidos pela *Lola* e pela *Reynard* (Figura 45).



Figura 45: Indycar
Fonte: Zimbio

Esses veículos eram bastante esguios, de forma semelhante aos da Formula 1, porém com diferenças significativas. A carga aerodinâmica era consideravelmente menor, a fim de manter a alta velocidade nos circuitos ovais, bem como seu peso maior e seu perfil mais baixo, em geral, se comparado a Formula 1, porém com um bico de maior diâmetro.

Análise sincrônica

Após a análise diacrônica foi realizada uma análise sincrônica, que tem como objetivo analisar produtos similares e suas características a fim de adquirir informações para melhor desenvolvimento do produto.



Figura 46: Análise sincrônica 1

Fonte: O Autor

ASSOALHO + DIFUSOR



ASSOALHO "FLAT"

ESPAÇO PROJETADO PARA SER RASPADO NO CHÃO

3 CANALETAS PRINCIPAIS, SENDO O CENTRO MAIS BAIXO

DIFUSOR SIMPLES COM MÚLTIPLAS ALETAS VERTICAIS

EFEITO DE TUBO DE VENTURI

CORPO DO CARRO + APÊNDICES



© Getty Images/Photomoto

ALTURA MAIOR NA TRASEIRA, QUANDO EM RELAÇÃO A DIANTEIRA.

SIDEPODS

BICO BAIXO

APÊNDICES NA ENTRADA DE AR DO MOTOR

PEDAÇO DE BARBATANA DE TUBARÃO

ASA T NO FINAL DA SHARKFIN

ESPELHOS RETROVISORES COM FUNÇÃO AERODINÂMICA

ESPELHOS PRESOS AO HALO

Figura 47: Análise sincrônica 2

Fonte: O Autor

Análise Sincrônica IndyCar

ASA TRASEIRA



COMPOSTA POR 2 ELEMENTOS.

ENDPLATES CURVILÍNEOS

CORTES HORIZONTALIS NOS ENDPLATES

LEVEMENTE INCLINADA PARA TRÁS

ASA DIANTEIRA



ASA COM 3 ELEMENTOS HORIZONTAIS (INCLUINDO A BASE)

2 ELEMENTOS VERTICAIS (INCLUINDO O ENDPLATE)

CENTRO DA ASA ELEVADO

ENDPLATE COM FORMA CONFERA COM O OBJETIVO DE DESVIAR O AR PARA FORA DO PNEU

Figura 48: Análise sincrônica 3

Fonte: O Autor

ASSOALHO + DIFUSOR



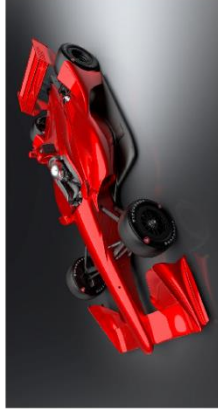
ASSOALHO FLAT

3 ESPAÇOS PRINCIPAIS, COM DUAS CANALETAS

EFEITO TUBO DE VENTURI

DUAS ALETAS VERTICAIS

CORPO DO CARRO + APÊNDICES



FORMAS MAIS ORGÂNICAS

SEM ALETAS E PODS

"ASK" ANTES DOS PNEUS TRASEIROS PARA MELHOR APROVEITAMENTO DO AR

LATERAIS COM RECOLHIMENTO PARA DENTRO

SANTO ANTÔNIO SEPARADO DA TAMPA DO MOTOR

Figura 49: Análise sincrônica 4
Fonte: O Autor

Pontos chaves no quesito aerodinâmico

De acordo com os estudos feitos com relação a parte aerodinâmica do * e conceitos que perduraram pelos regulamentos, tornando-se componentes vitais para a silhueta de um carro de corrida do tipo Fórmula. Com base nisso e nas análises realizadas, podemos segmentar essa silhueta em pontos chaves, importantes para fins de performance e estético, facilitando a análise e o desenvolvimento do projeto, quando focado nestas áreas.

Tendo isso em mente, os segmentos escolhidos podem ser:

- Bico (em azul)
- Laterais (em verde)
- Tampa do motor (em amarelo)
- Asa dianteira (em vermelho)
- Asa traseira (em rosa)
- Assoalho (em branco)
- Aletas e apêndices adicionais (em ciano)



Figura 50: Pontos chaves
Fonte: O Autor

4.2 MOMENTO IDEAÇÃO (etapas 2 e 3)

Neste segundo momento as informações adquiridas inicialmente são analisadas e a partir delas são geradas ideias, durante as etapas de Organização e Análise (2) e Criação (3).

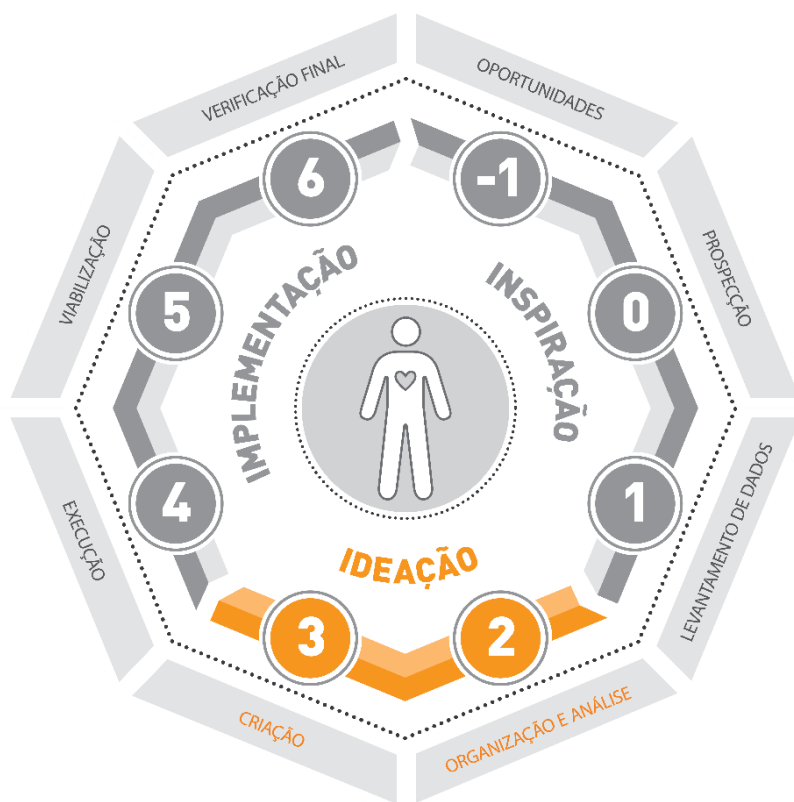


Figura 51: Momento ideação
Fonte: MERINO (2016)

4.2.1 Etapa 2 - Organização e Análise de Dados

“Após o levantamento das informações, na forma de dados, os mesmos são organizados e analisados. Neste momento podem ser utilizadas técnicas analíticas que permitirão definir as estratégias de projeto.” (MERINO, 2016)

SWOT

A seguir foi realizada uma análise SWOT, sigla para *strenghts*, *weaknesses*, *opportunities*, *threats* (forças, fraquezas, oportunidades e ameaças), que é uma ferramenta comumente utilizada também no meio do marketing e planejamento estratégico que aponta de forma simples e rápida pontos positivos e negativos com relação ao objeto em questão. O SWOT é realizado dividindo um espaço em quadrantes, cada um referente a uma palavra da sigla, onde o usuário da ferramenta deve preencher com características do objeto de estudo. Dois desses quadrantes tem como objetivo focar na parte interna (forças e fraquezas), enquanto os outros dois quadrantes focam nas influências externas (oportunidades e ameaças).

Neste caso o objeto de estudo da análise foi a Formula Junior, categoria escola para jovens pilotos que existiu no brasil entre os anos de 2013 e 2015.

Análise SWOT - Formula jr

<p>Forças</p> <ul style="list-style-type: none"> SIMPLICIDADE SEM "AR SUJO" BARATO FÁCIL PRODUÇÃO 	<p>Fraquezas</p> <ul style="list-style-type: none"> POUCO DOWNFORCE DIFERENÇA ENTRE AS PEÇAS FALTA DE MÃO DE OBRA PARA PRODUZIR
<p>Oportunidades</p> <ul style="list-style-type: none"> MELHORA DO APELO ESTÉTICO MOLDE INTERCAMBIÁVEL PRODUÇÃO MAIS RÁPIDA 	<p>Ameaças</p> <ul style="list-style-type: none"> CONCORRENTES COM MAIS TECH DEMORA PARA PRODUZIR

Figura 52: SWOT
Fonte: O Autor

Painéis Semânticos

Produto

O produto deve atender algumas características específicas mais técnicas de velocidade e tecnologia, bem como explorar conceitos de fluidez, futurismo e agressividade em sua estética, indo ao encontro do que as pesquisas vieram apontando.

FLUIDO



VELOZ



TECNOLÓGICO



FUTURISTA



ESTÉTICA AGRESSIVA



Figura 53: Painel Semântico Produto
Fonte: O Autor

Usuário

Usuário, mais comumente do sexo masculino profissional ou semi-profissional da área do automobilismo, adolescente ou adulto que nutre uma paixão pelo esporte e está constantemente viajando para atender sua ocupação, bem como costuma trabalhar em turnos estendidos.



Contexto

Produto geralmente tem sua vida entre a oficina em que é construído e recebe manutenção e os autódromos. Nas pistas costuma variar entre os boxes, que são majoritariamente fechados e relativamente apertados e a pista em si, que é um ambiente externo sujeito a ação do clima e constantemente sob estresse. Em situações mais pontuais pode se encontrar também sendo rebocado ou em algum caminhão para transporte.

Durante sua construção e manutenção o veículo costuma estar desocupado e seguro para receber mudanças, já na pista o carro costuma ter frequentemente o piloto a bordo e todos os fluidos necessários.

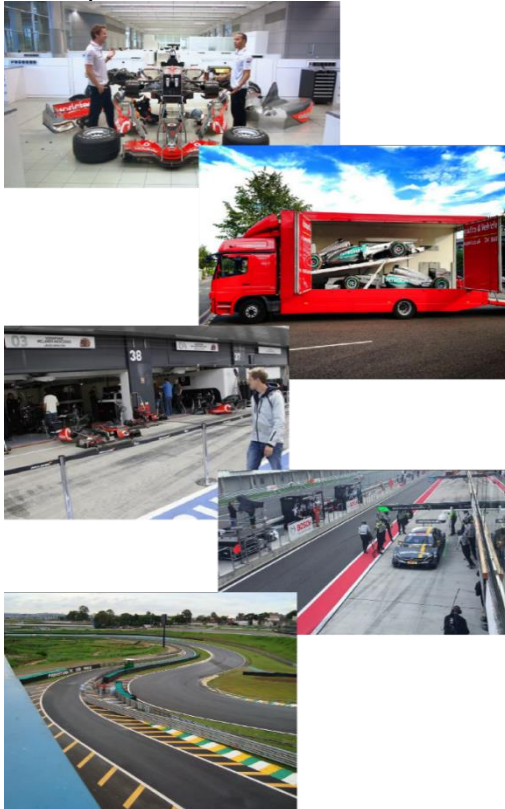


Figura 54: Painel Semântico Contexto

Fonte: O Autor

Características dos pontos chaves analisados

Após feitas as análises sincrônica, diacrônica e os questionários estéticos, podemos concluir, ao analisarmos os pontos chaves algumas características comuns nas preferências das pesquisas:

Bico – Bico alto (possui “ponte” ligando o bico e a asa).

Recortes mais agressivos na ligação entre bico e asa dianteira

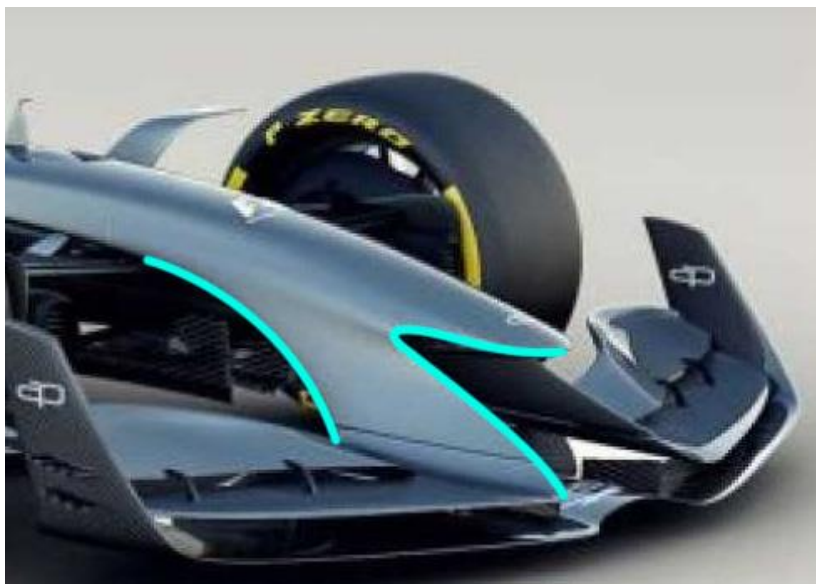


Figura 55: Ponto chave bico

Fonte: O Autor

Laterais – Desenho inferior mais recuado ao centro do carro.
Linhas orgânicas com ângulos agudos e negativos, de forma agressiva.
Recortes com linhas retas e cantos vivos.



Figura 56: Ponto chave lateral
Fonte: O Autor

Tampa do motor – Com mais de um elemento.
“Camadas”.



Figura 57: Ponto chave tampa
Fonte: O Autor

Asa traseira – Inteiriça.
Levemente inclinada para trás.

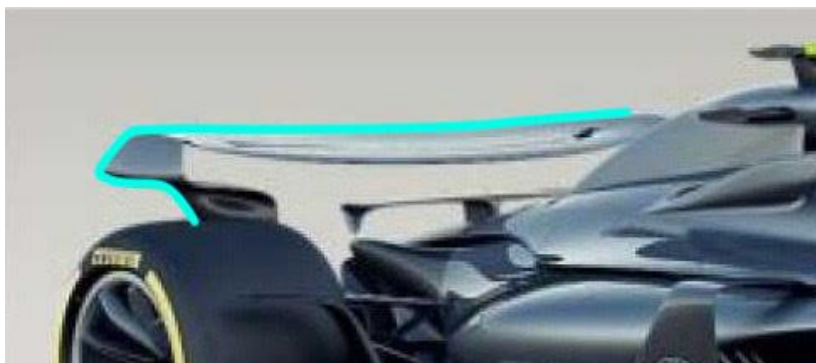


Figura 58: Ponto chave asa

Fonte: O Autor

Requisitos de projeto (Produto, Usuário, Contexto)

Após as pesquisas e análises realizadas foram listados requisitos de projeto, que devem ser atendidos pelo produto após sua criação. Os requisitos de projeto foram divididos, tal qual os blocos de referência, em Produto, Usuário e Contexto.

REQUISITOS DE PROJETO

PRODUTO

MAIS EFICIÊNCIA AERODINÂMICA

USO DE MATERIAIS MAIS LEVES

PRODZIR MENOS “AR SUJO”

USUÁRIO

MAIS AGRADAVEL ESTETICAMENTE

SEGURO PARA O PILOTO

FÁCIL DES/MONTAGEM ATRAVÉS DE MECANISMOS DE FIXAÇÃO

CONTEXTO

FORMAS QUE PERMITEM MAIS FÁCIL PRODUÇÃO

MAIOR ÁREA PARA PATROCINADORES

FÁCIL TRANSPORTE GRAÇAS AOS ENCAIXES

Figura 59: Requisitos de projeto

Fonte: O Autor

4.2.2 Etapa 3 Criação

“De posse das estratégias de projeto, são definidos os conceitos globais do projeto, sendo geradas as alternativas preliminares e protótipos. Estas são submetidas a uma nova análise se utilizando de técnicas e ferramentas, permitindo a escolha daquelas que respondem de melhor forma as especificações de projeto e atendimento dos objetivos.” (MERINO, 2016)

Como primeira ferramenta de criação utilizada temos o *brainstorm* de ideias, em *sketches* feitos à mão.

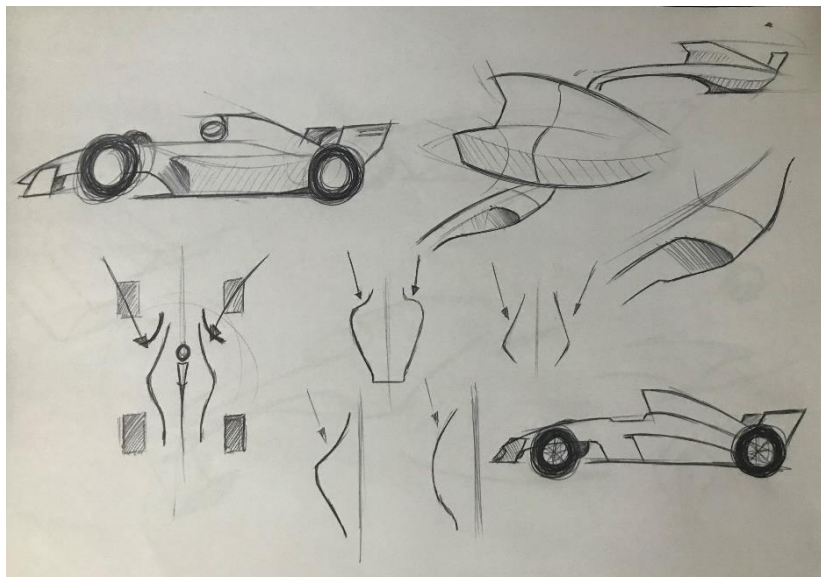


Figura 60: Sketches 1

Fonte: O Autor

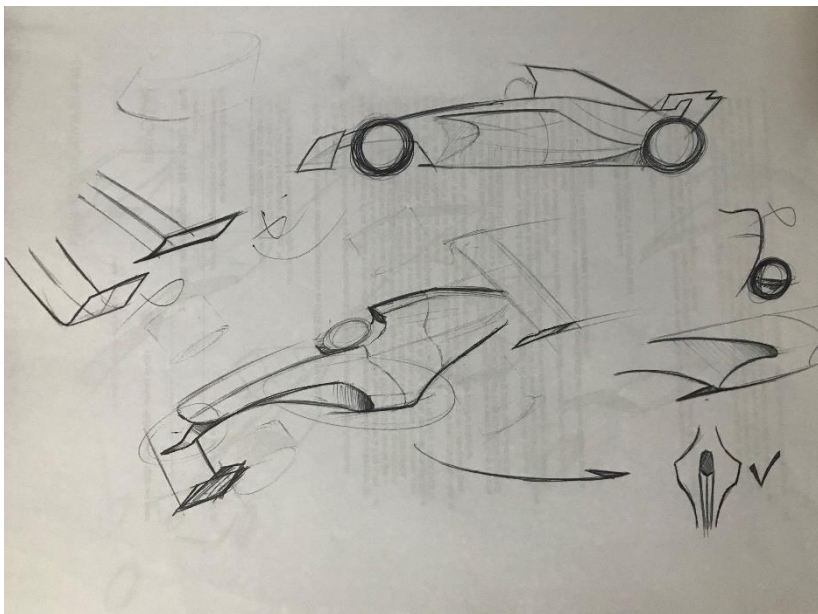


Figura 61: Sketches 2
Fonte: O Autor

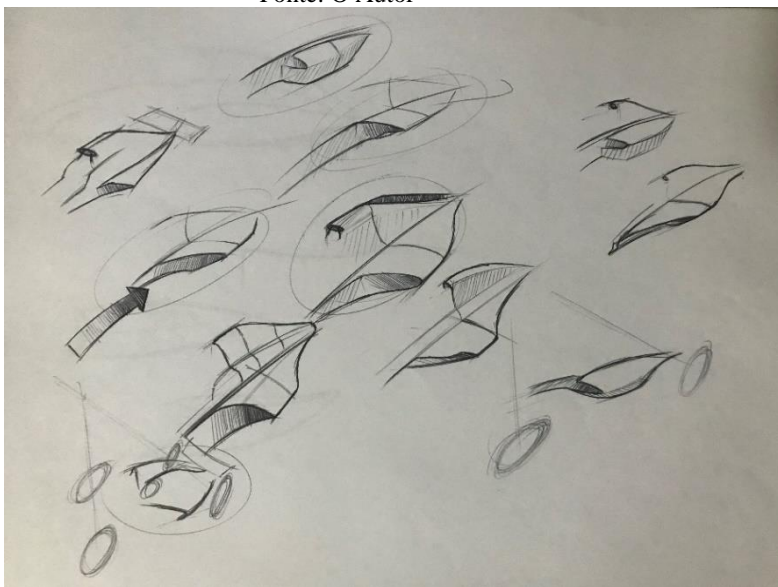


Figura 62: Sketches 3
Fonte: O Autor

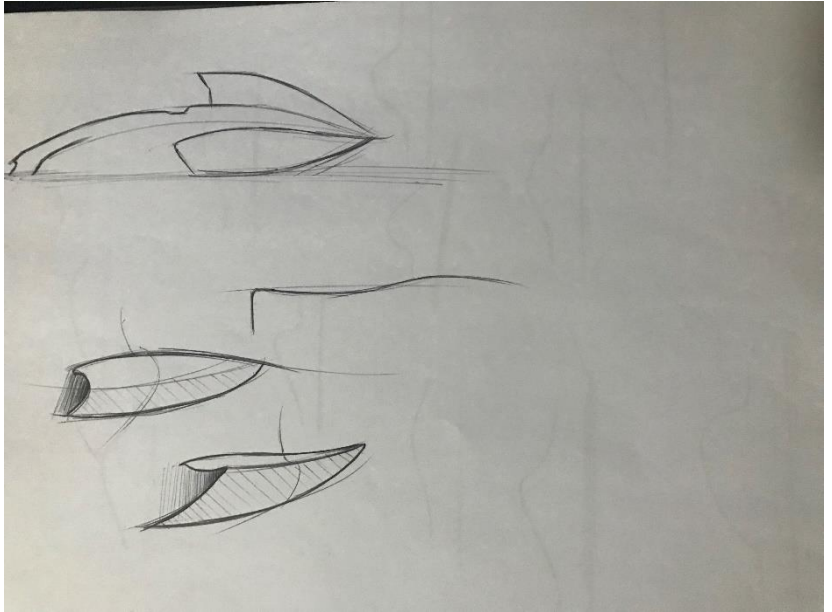


Figura 63: Sketches 4
Fonte: O Autor

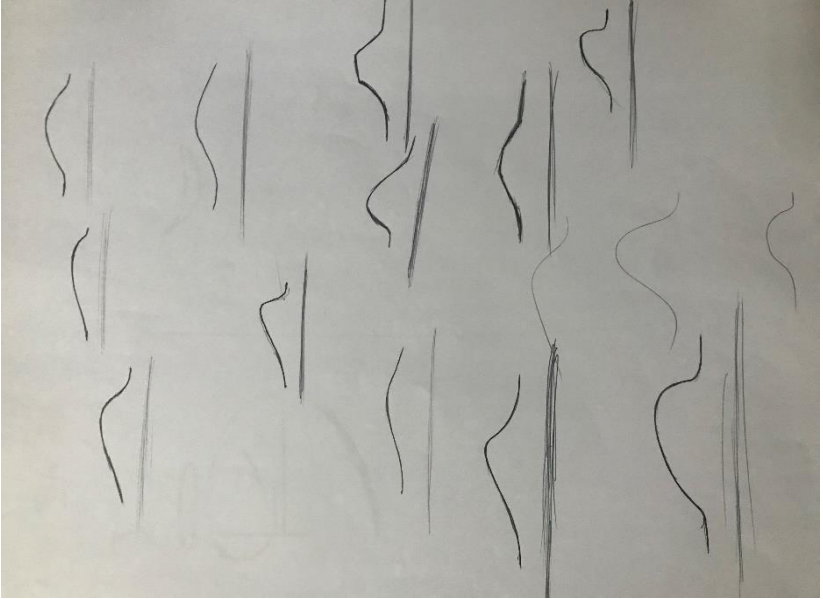


Figura 64: Sketches 5
Fonte: O Autor

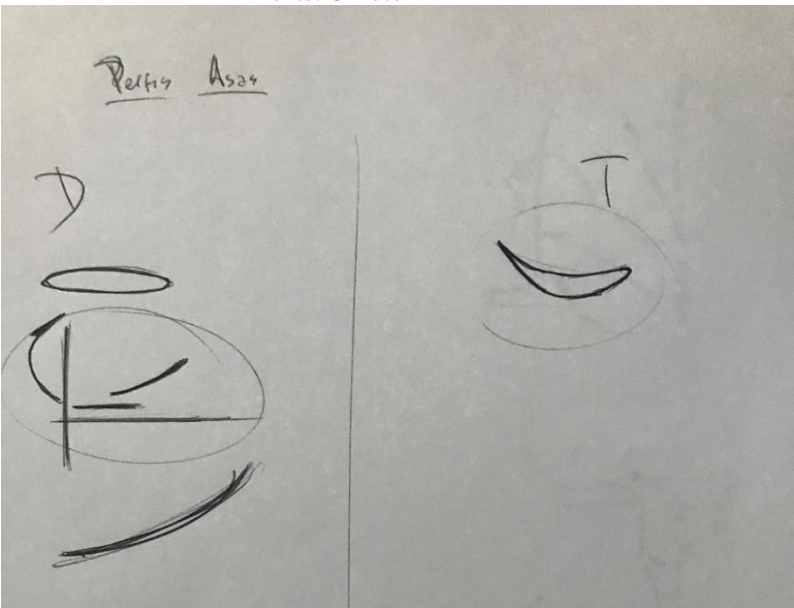


Figura 65: Sketches 6
Fonte: O Autor

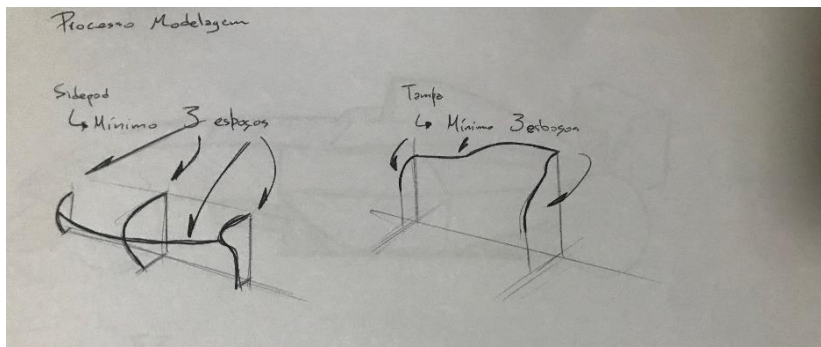


Figura 66: Sketches 7
Fonte: O Autor

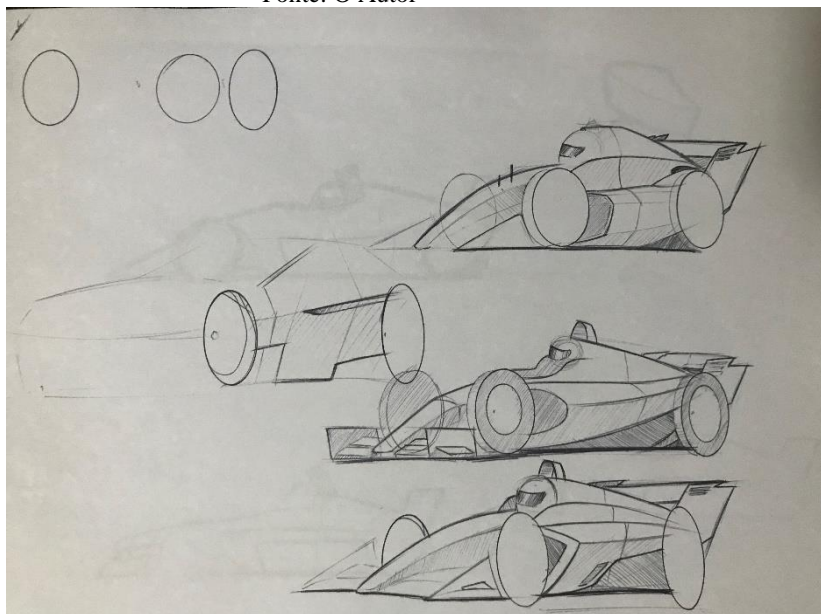


Figura 67: Sketches 8
Fonte: O Autor

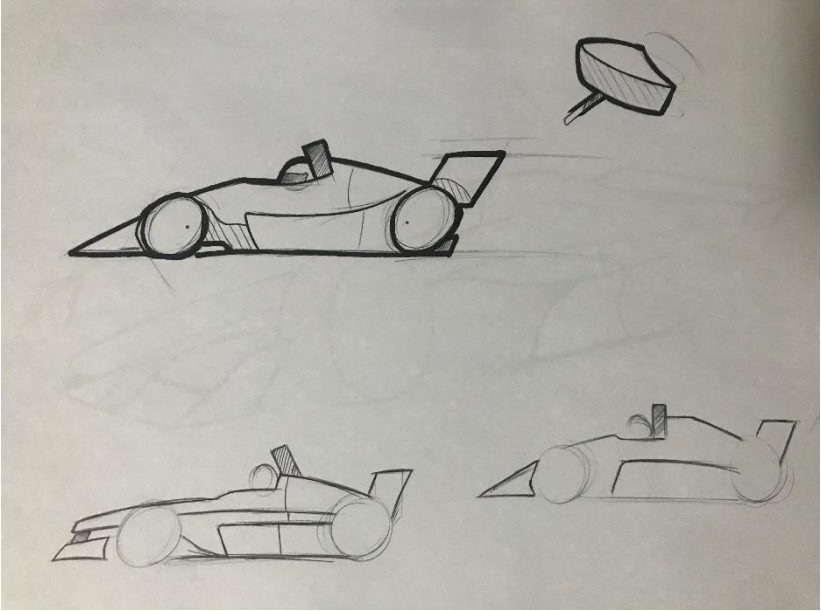


Figura 68: Sketches 9
Fonte: O Autor

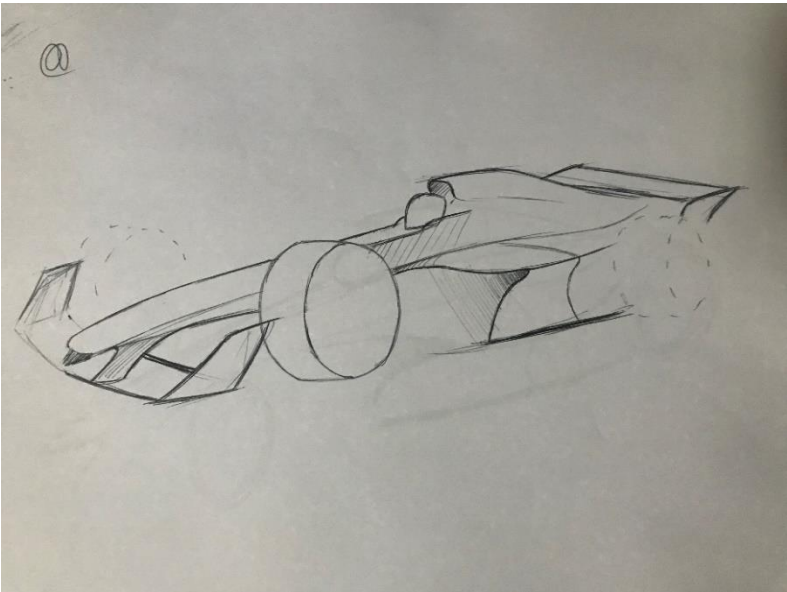


Figura 69: Sketches 10
Fonte: O Autor

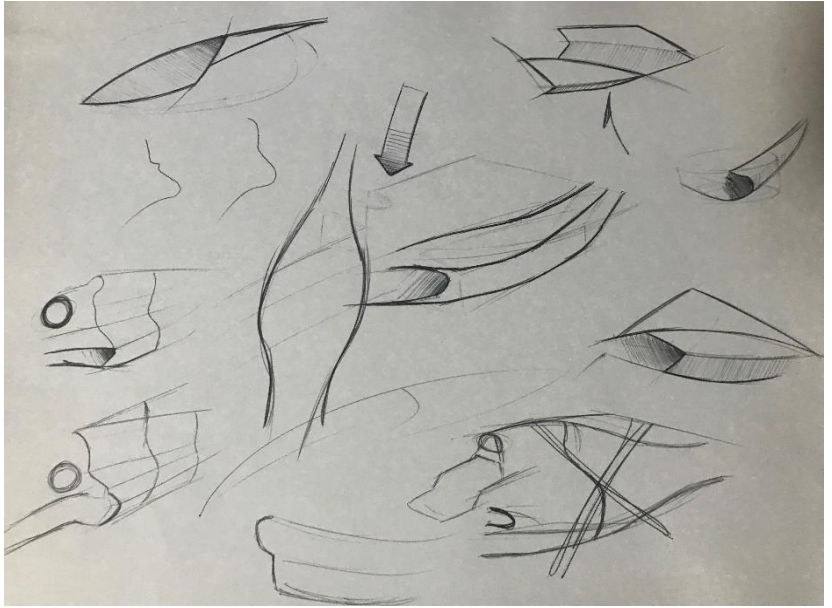


Figura 70: Sketches 11
Fonte: O Autor

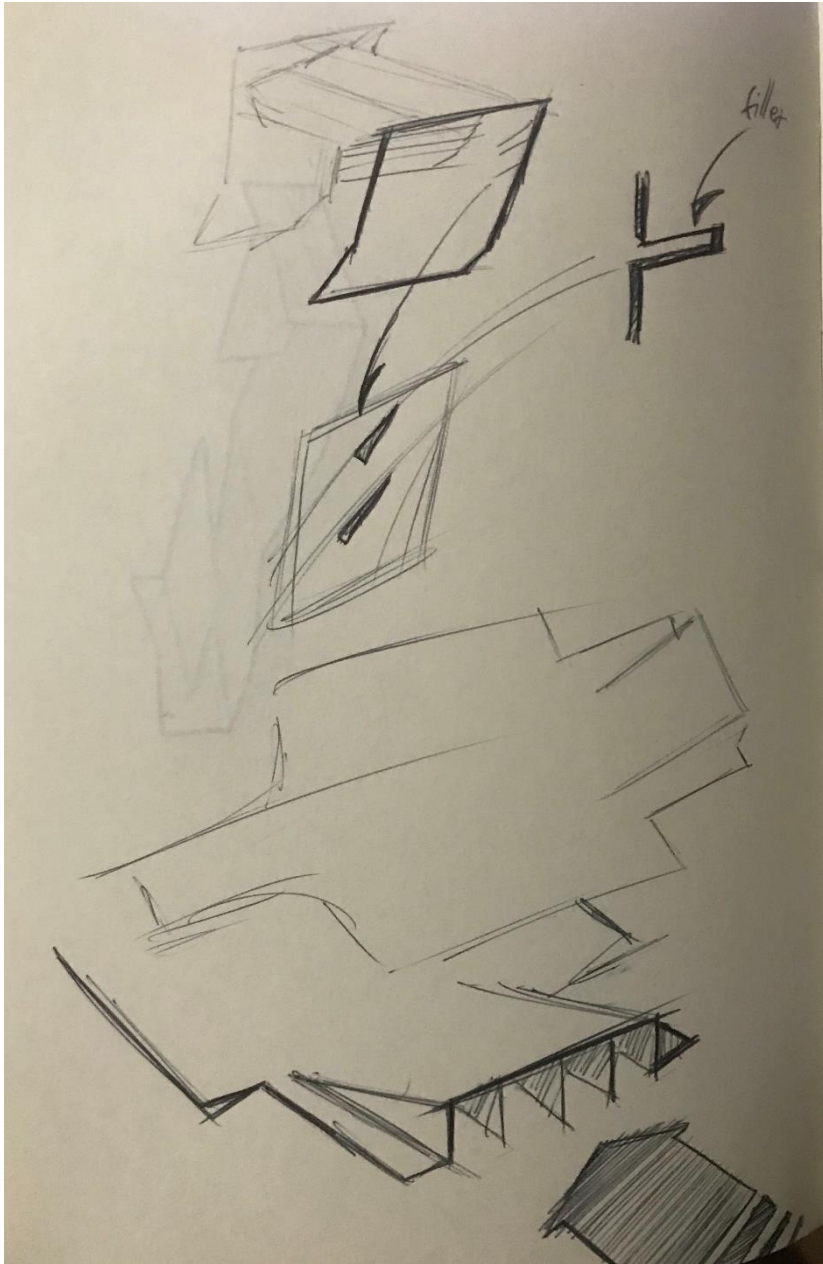


Figura 71: Sketches 12
Fonte: O Autor

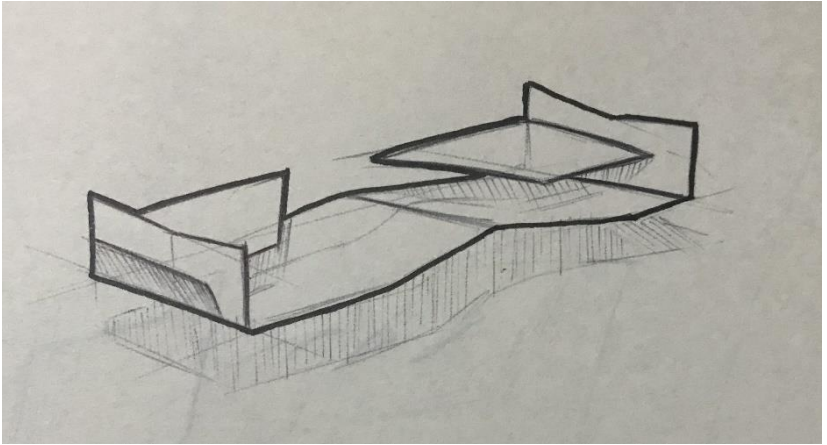


Figura 72: Sketches 13
Fonte: O Autor

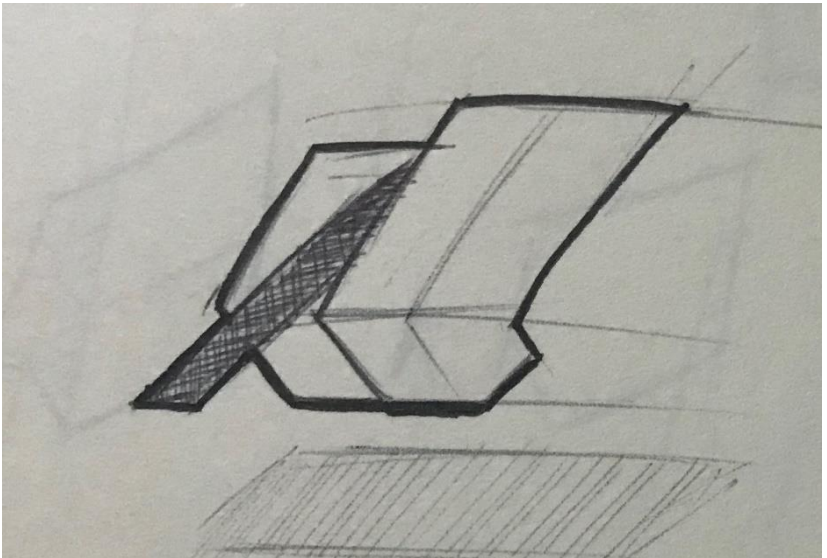


Figura 73: Sketches 14
Fonte: O Autor

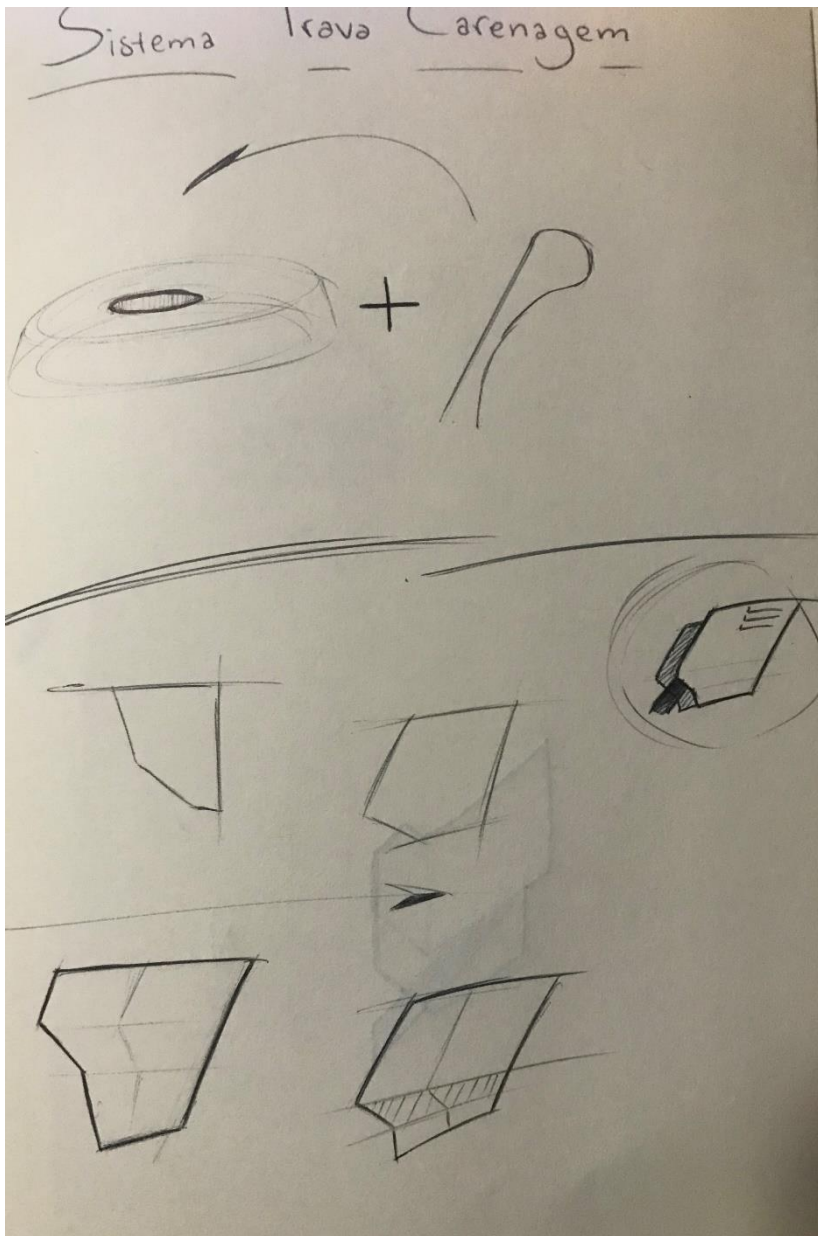


Figura 74: Sketches 15
Fonte: O Autor

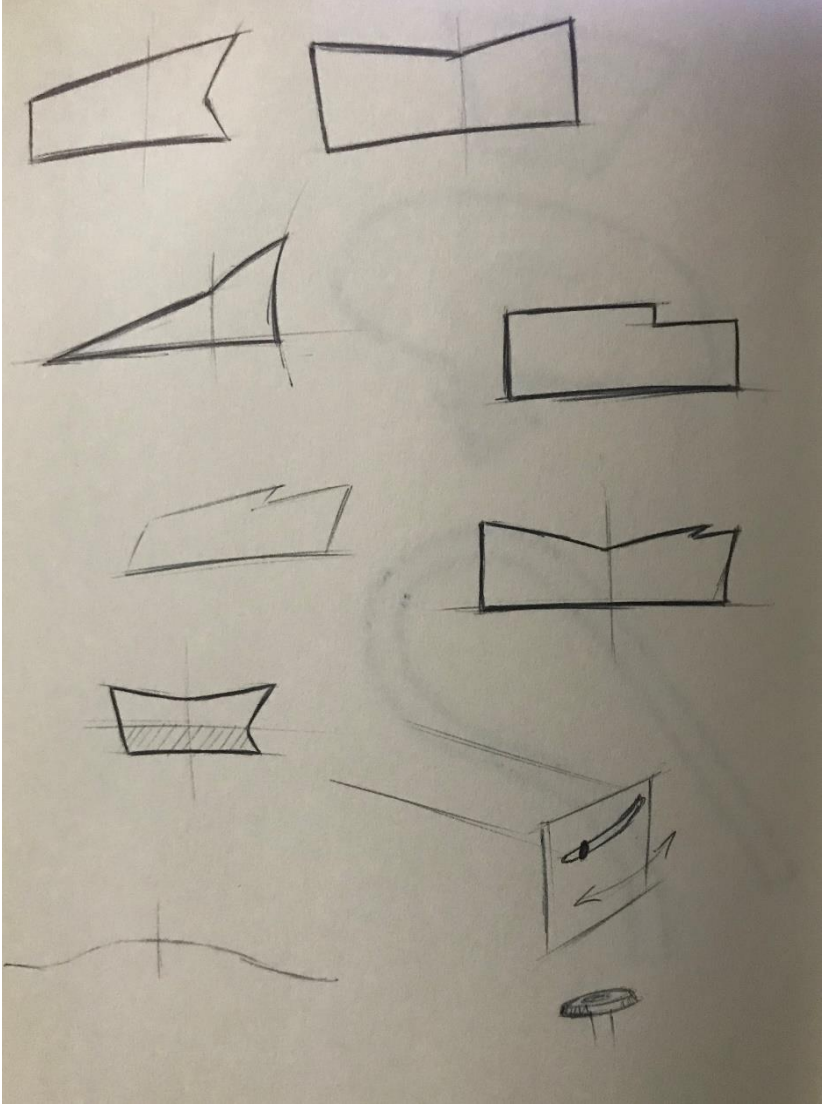


Figura 75: Sketches 16
Fonte: O Autor

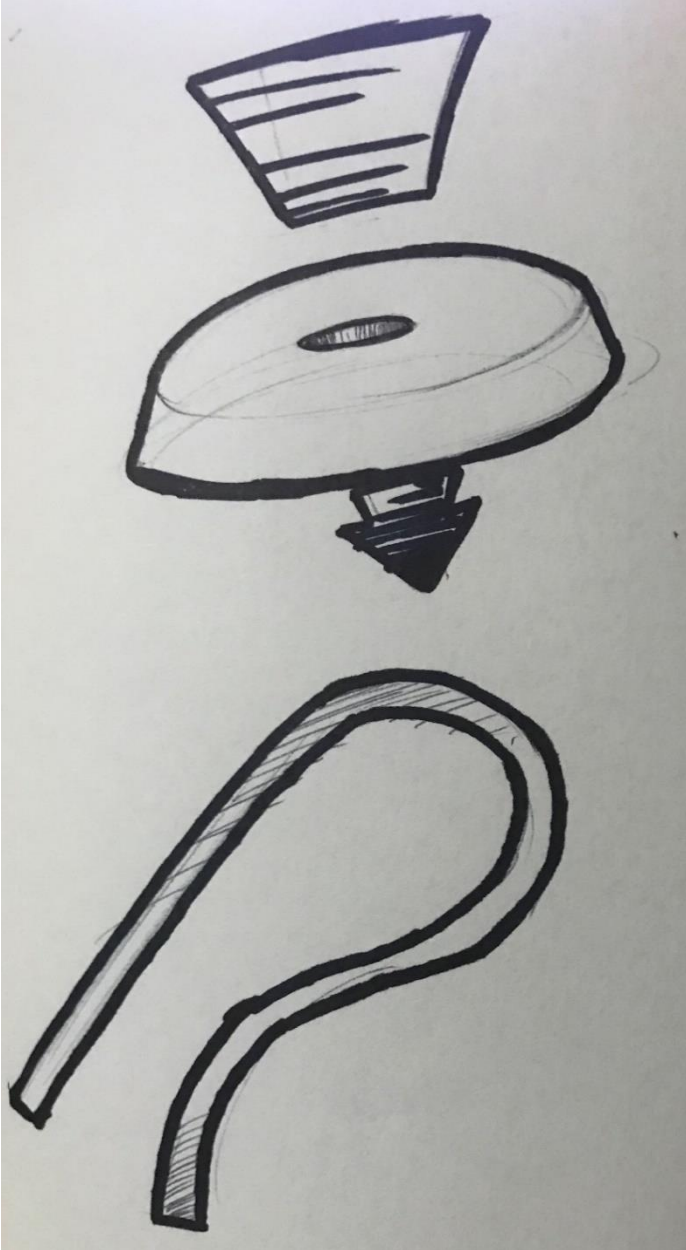


Figura 76: Sketches 17
Fonte: O Autor

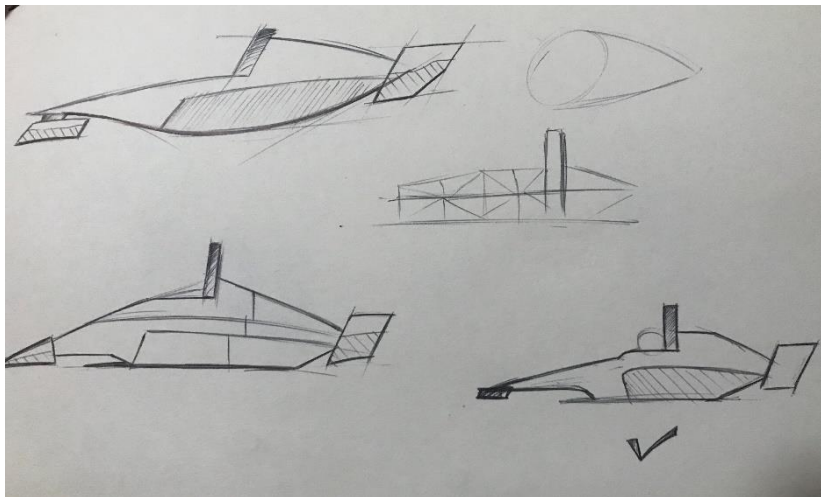


Figura 77: Sketches 18
Fonte: O Autor

A partir daí a modelagem 3D foi o recurso utilizado para a criação de conceitos veiculares diversos.



Figura 78: Modelagem 1
Fonte: O Autor

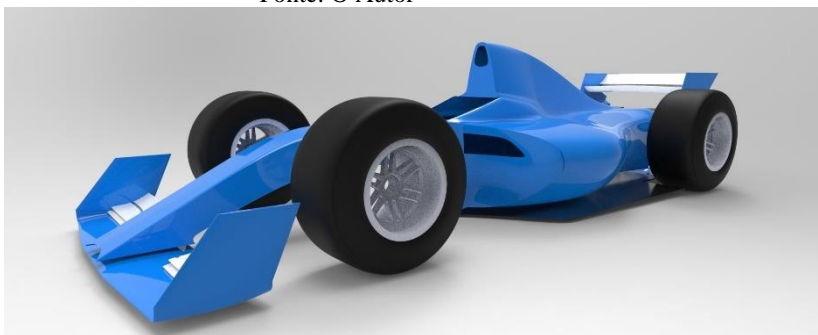


Figura 79: Modelagem 2
Fonte: O Autor

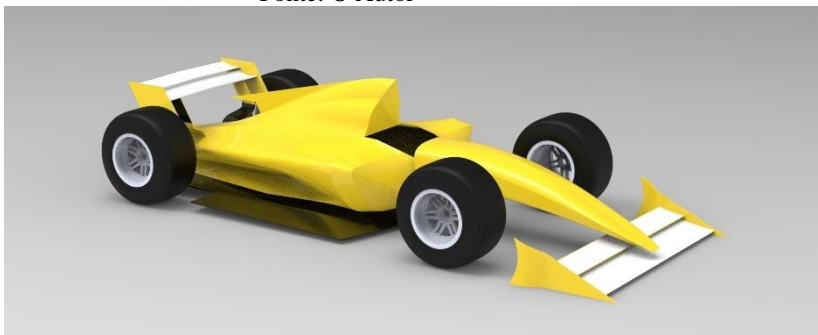


Figura 80: Modelagem 3
Fonte: O Autor



Figura 81: Modelagem 4
Fonte: O Autor

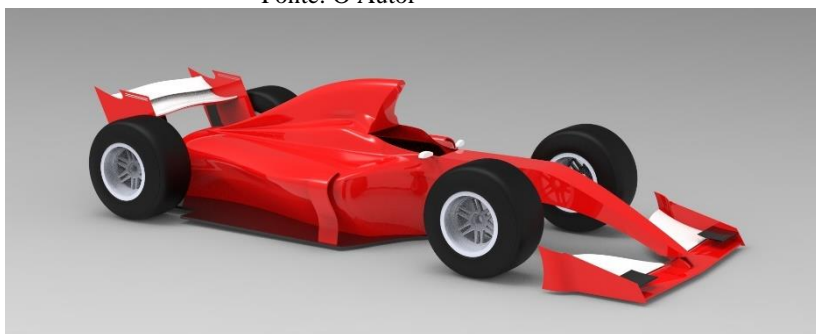


Figura 82: Modelagem 5
Fonte: O Autor



Figura 83: Modelagem 6
Fonte: O Autor



Figura 84: Modelagem 7
Fonte: O Autor

4.3 MOMENTO IMPLEMENTAÇÃO (etapas 4, 5 e 6)

O terceiro e último momento, o de implementação, é o momento do processo em que são seleccionadas as melhores ideias, materializadas e a versão final é definida. Dentro deste momento temos as etapas 4, 5 e 6 (Execução, Viabilização e Verificação Final), porém neste projeto a etapa 6 não será aplicada pois se trata da verificação após o produto ser produzido.

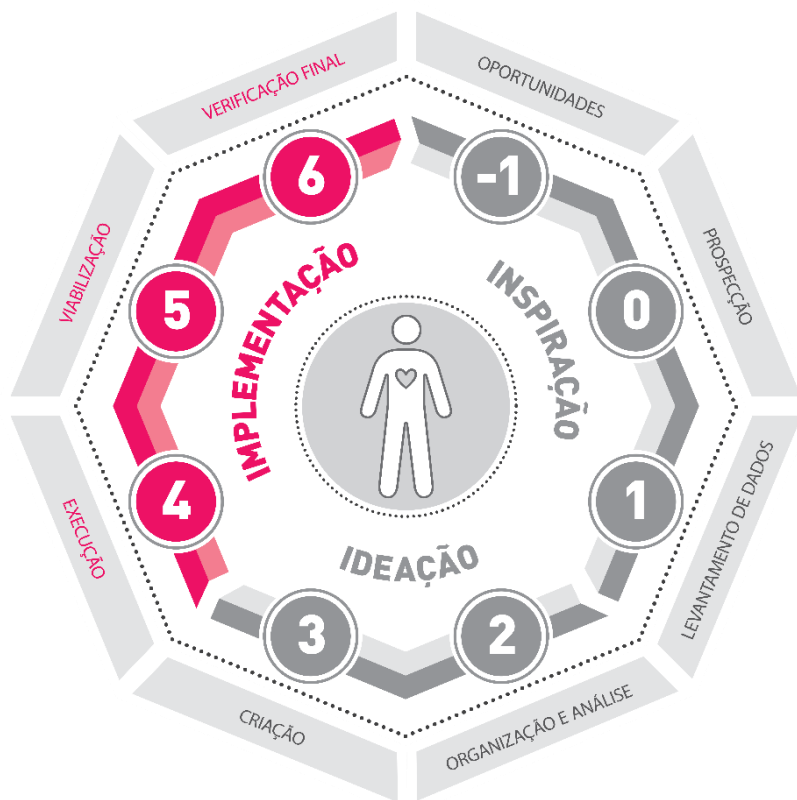


Figura 85: Momento Implementação
Fonte: MERINO (2016)

4.3.1 Etapa 4 - Execução

“Nesta etapa, considera-se o ciclo de vida do produto 1 em relação às propostas. A partir destas são desenvolvidos protótipos (escala)

e/ou modelados matematicamente, para posteriormente elaborar o(s) protótipo(s) funcionais do(s) escolhido(s), para os testes (de usabilidade, por exemplo).” (MERINO, 2016)

Durante a etapa de execução, um conceito das alternativas foi selecionado com base nos requisitos projetuais e algumas variações e alternativas dele foram materializadas através da impressão 3D.



Figura 86: Modelos volumétricos
Fonte: O Autor

Após isso, utilizando-se de um método de seleção da melhor alternativa levando-se em consideração, novamente, os requisitos projetuais e a opinião de especialistas, através de uma tabela, foi escolhida a alternativa final, que viria a se tornar a solução.



Figura 87: Modelagem Escolhida
Fonte: O Autor

A partir daí foram feitas diversas alterações, de modo a procurar uma materialização mais viável e realista, em um primeiro momento. Com isso alguns pontos chaves foram definidos para o prosseguimento do desenvolvimento do veículo:

- Segurança
- Desempenho x “Ar sujo”
- Estética
- Viabilidade de funcionamento e produção

Então, logo em seguida foram modeladas de forma realista as peças que viriam a ser utilizadas, podendo, assim, serem submetidas a diversos testes computacionais de segurança.

Foram feitos testes de impacto frontal, simulando as forças calculadas por impacto em velocidade máxima estimada, em uma colisão não elástica contra um muro em dois softwares, *Solidworks* e *Ansys*. Após diversas mudanças no projeto, o veículo conseguiu com êxito apresentar uma resistência segura para o piloto.

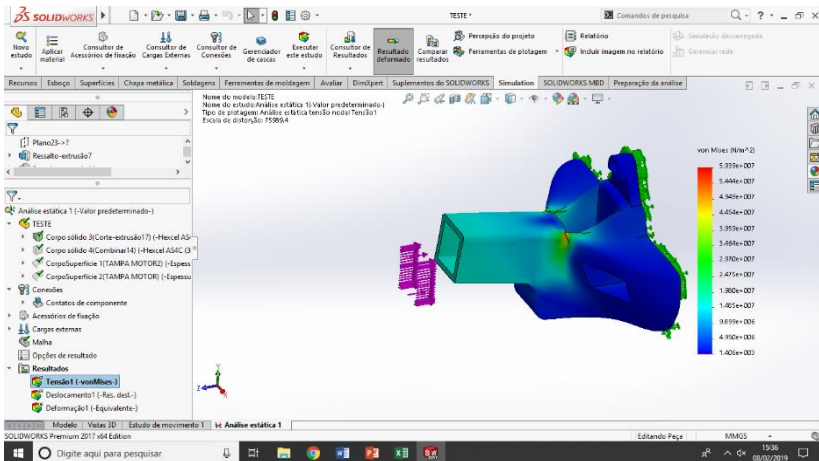


Figura 88: Teste estresse 1
Fonte: O Autor

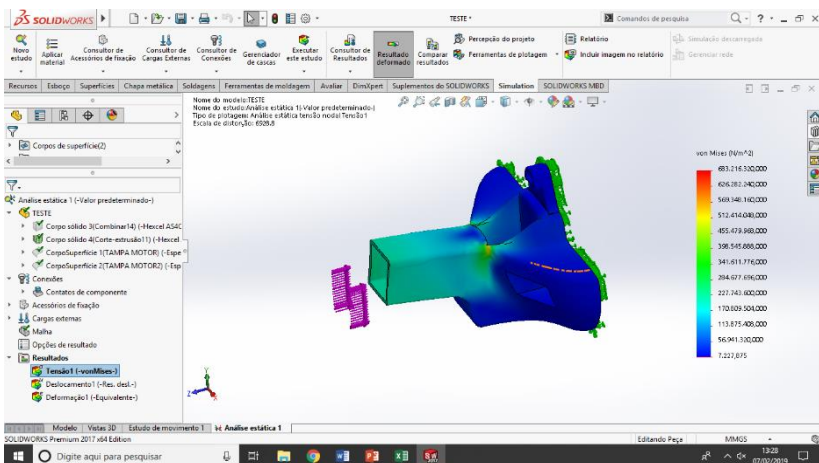


Figura 89: Teste estresse 2
Fonte: O Autor

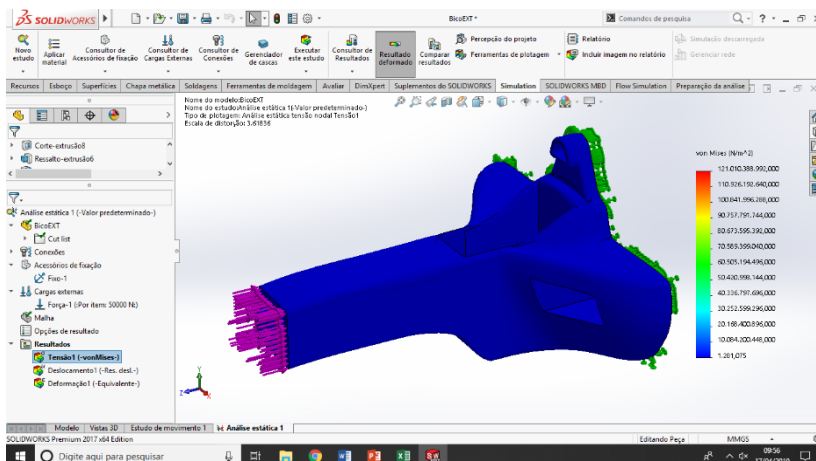


Figura 90: Teste estresse 3

Fonte: O Autor

Logo em seguida o carro foi submetido a diversos testes de aerodinâmica, chamados de CFD (Computer Fluid Dynamics), novamente em dois softwares: Solidworks e Autodesk Flow Design. O objetivo dos testes era encontrar um projeto para os diversos acessórios aerodinâmicos do veículo que produzissem um nível de *downforce* interessante, porém produzindo o mínimo de ar sujo. Utilizando dos conceitos vistos na fundamentação teórica, foi priorizado um resultado que apresentasse a menor quantidade de vórtices e turbulências de ar (representados pelas linhas verdes nas imagens). Após diversos testes, um resultado desejado foi encontrado.

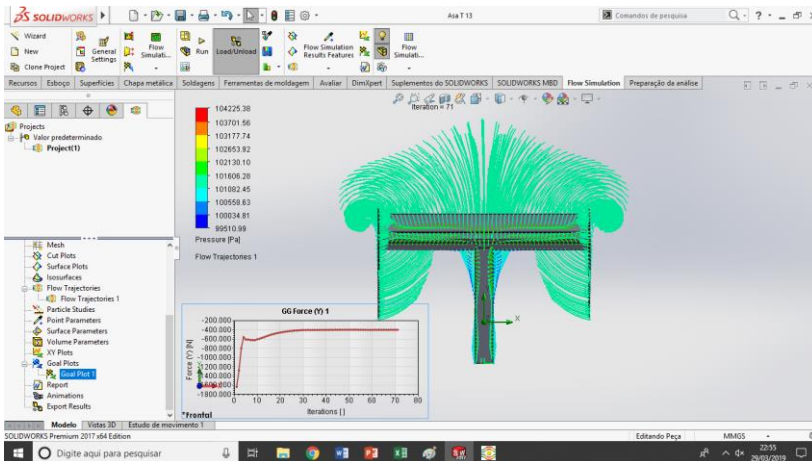


Figura 91: Teste CFD 1

Fonte: O Autor

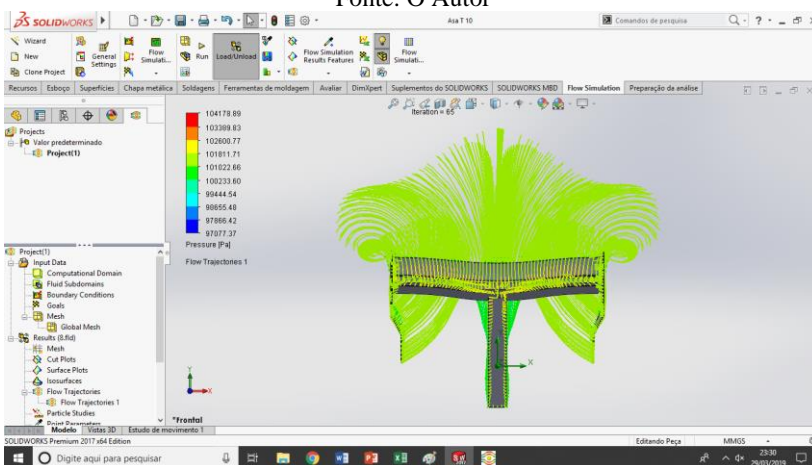


Figura 92: Teste CFD 2

Fonte: O Autor

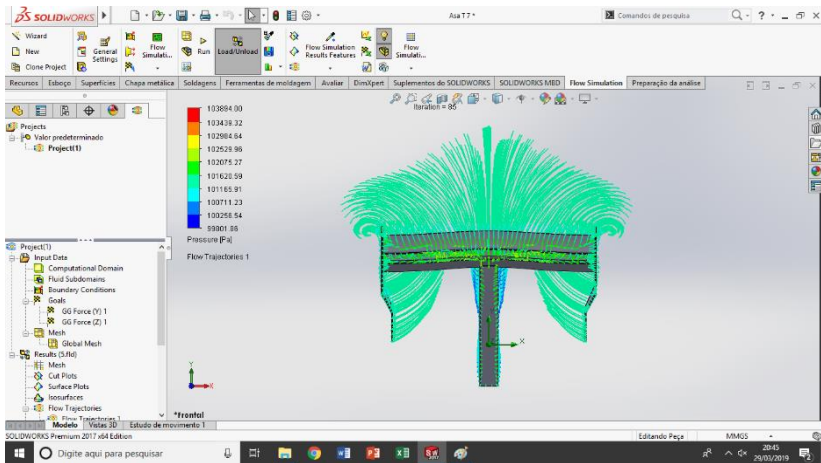


Figura 93: Teste CFD 3

Fonte: O Autor

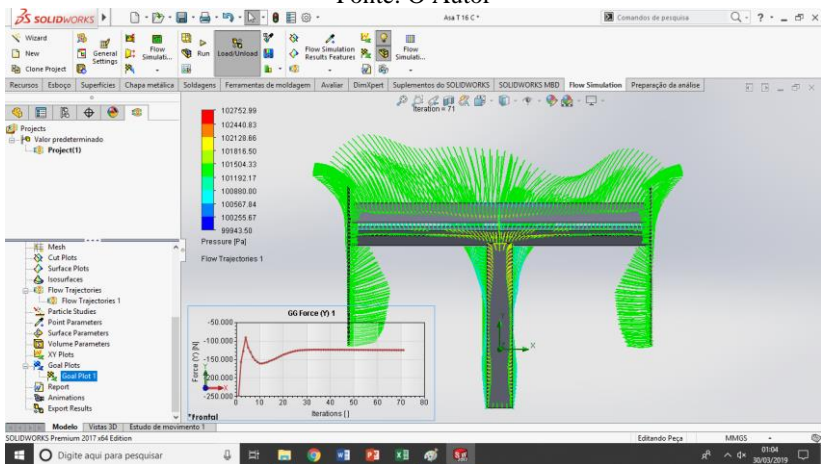


Figura 94: Teste CFD 4

Fonte: O Autor

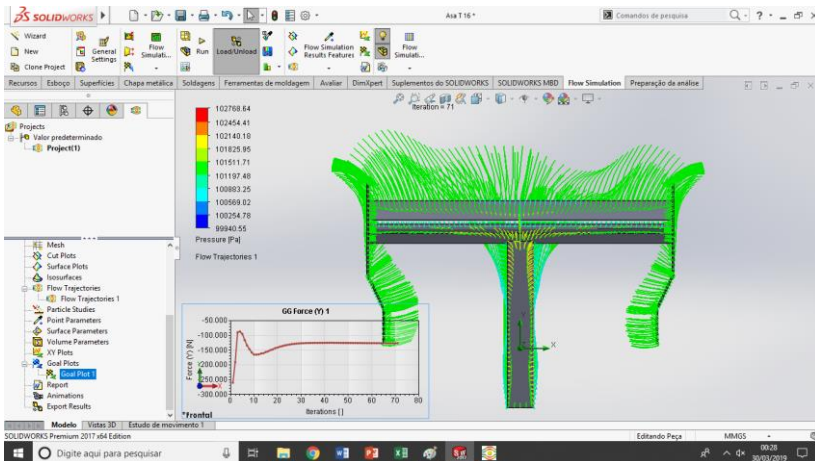


Figura 95: Teste CFD 5

Fonte: O Autor

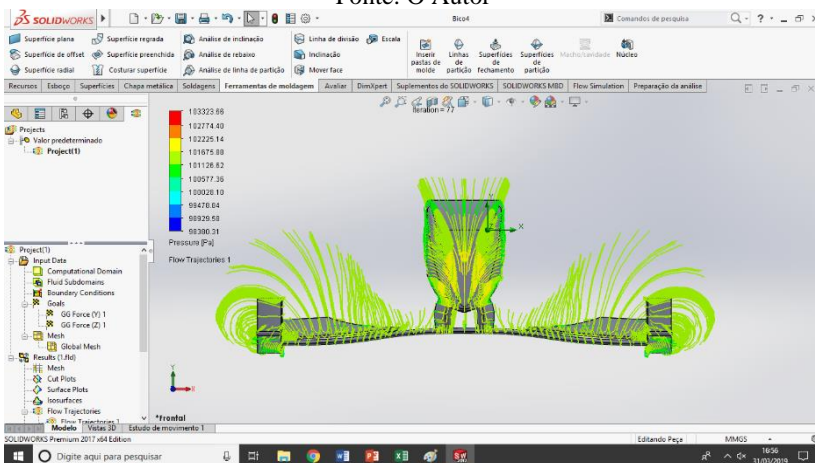


Figura 96: Teste CFD 6

Fonte: O Autor

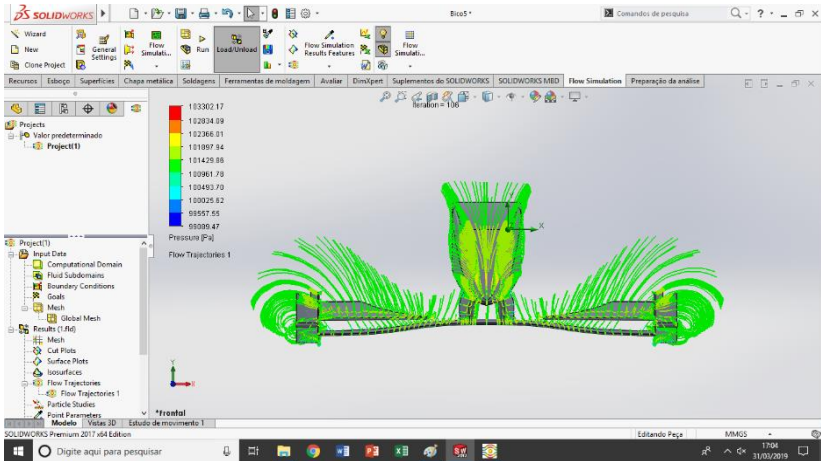


Figura 97: Teste CFD 7

Fonte: O Autor

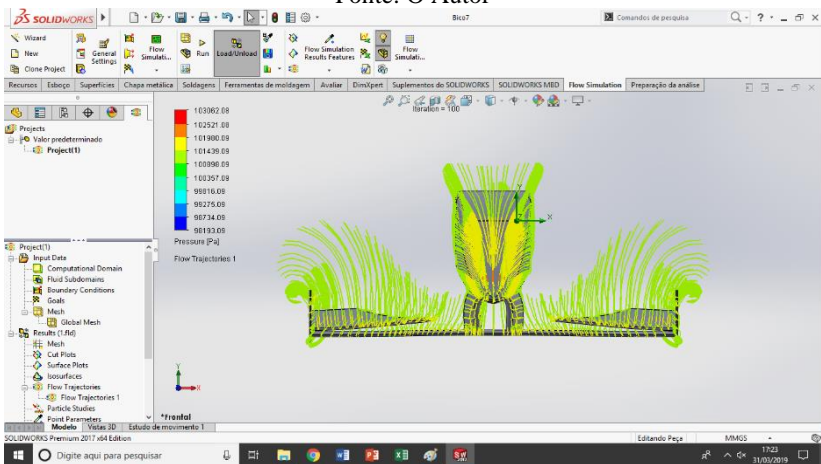


Figura 98: Teste CFD 8

Fonte: O Autor

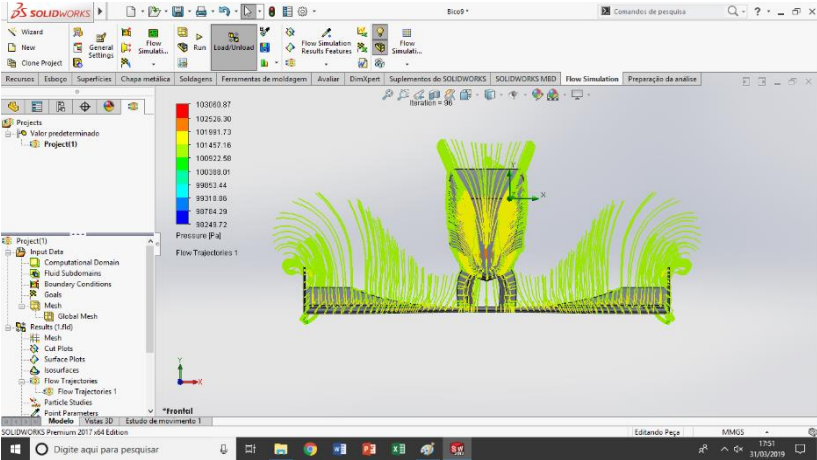


Figura 99: Teste CFD 9
 Fonte: O Autor

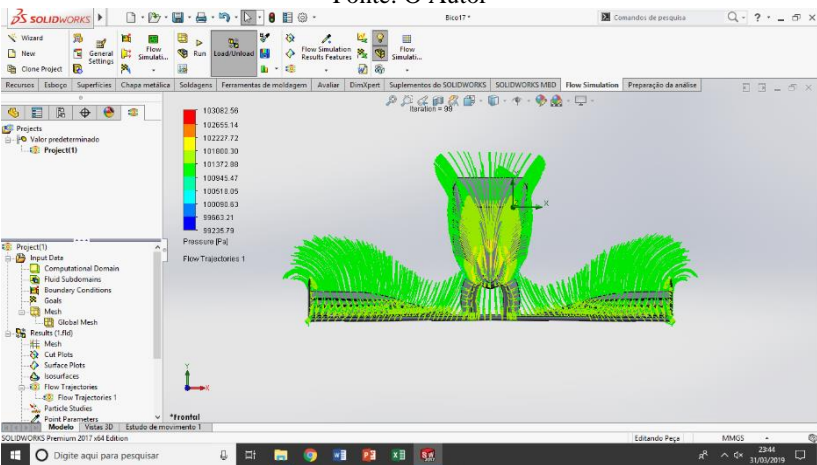


Figura 100: Teste CFD 10
 Fonte: O Autor

Desempenho aerodinâmico do veículo

Com os testes, dois objetivos que se contrapunham se faziam presentes: Gerar um nível razoável de *downforce* e causar o mínimo de turbulência possível. Como podemos perceber pelas imagens, os diversos recortes, desenhos, angulações, espessuras e composições tem relação direta com a quantidade de *downforce* produzido, bem como com relação ao fluxo do ar gerado e, conseqüentemente, com a turbulência.

Mesmo com tantas variáveis uma relação sempre se vez verdadeira: A quantidade de *downforce* gerada é diretamente proporcional a quantidade de turbulência gerada. Tendo isso em mente, o objetivo tornou-se encontrar um meio termo.

Outra percepção durante os testes foi de que os vórtices de ar que geram turbulência são, de fato, muito mais previsíveis e fáceis de manipular, ou seja, ao colocarmos diversos apêndices e recortes complexos, o fluxo de ar é muito mais manipulável, tendo um desempenho consideravelmente maior, porém sacrificando completamente a possibilidade de um carro conseguir seguir seu adversário, tal qual o que acontece na Formula 1 atual.

Para encontrar a solução final, então, após diversos testes, algumas características que se mostraram eficazes para o conceito foram aplicadas:

Menor número, se possível nenhum, apêndice aerodinâmico ao longo do carro.

- Número mínimo de recortes paralelos ao fluxo de ar.
- Foco na angulação dos elementos das asas dianteira e traseira.
- Maior número de elementos, com menor tamanho cada e com a maior simplicidade geométrica possível.

Tendo isso em mente, foram desenvolvidas as peças com teor aerodinâmico que não fazem parte do corpo do carro em sí: Asas dianteira e traseira, e o assoalho.

Halo

Como pode ser percebido também, foi adicionado um acessório de segurança conhecido como *Halo*, na parte superior ao *cockpit* do veículo. Esse acessório foi desenvolvido pela própria Federação Internacional de Automobilismo partir do ano de 2016, com implementação em 2018 na Formula 1, Formula 2 e Formula E. Atualmente o halo também se faz presente na Formula 3 da FIA.

Sua forma lembrando tiras de um chinelo acima da cabeça do piloto tem como objetivo proteger sua cabeça de objetos vindos em sua direção e impactos vindos da região superior, inspirados no recente acidente fatal do piloto Jules Bianchi, em 2014.

Feito inteiramente em fibra de carbono e manufaturado como parte estrutural do carro, mesmo com seu tamanho pequeno e visual fluido, é a peça mais forte do carro, podendo aguentar forças entre 46 e 116 KN, segundo a própria FIA em seus meio de comunicação oficiais.

Versão Final

Figura 101: Modelagem final 1
Fonte: O Autor



Figura 102: Modelagem final 2
Fonte: O Autor



Figura 103: Modelagem final explodida 1
Fonte: O Autor



Figura 104: Modelagem final explodida 2
Fonte: O Autor

4.3.2 – Etapa 5 – Viabilização

“Nesta etapa, já sendo definida a proposta que atende as especificações, o produto é testado em situação real, junto a usuários. Somado a este são realizadas pesquisa (no exemplo de uma embalagem, podem ser realizados em pontos de venda), e junto a potenciais consumidores. Neste item podem ser utilizadas ferramentas de avaliação de ergonomia, usabilidade e qualidade aparente.” (MERINO, 2016)

Os assuntos desta etapa serão abordados com maior profundidade no Memorial Descritivo.

5. MEMORIAL DISCRITIVO

Conceito

O Formula Fontanella foi desenvolvido com o intuito de servir como uma categoria de carros de corrida do tipo formula para pessoas jovens e/ou iniciantes, focada em desempenhar boas disputas, visto que todos os carros são iguais, porém livres para acertos próprios pelas equipes, e foi desenvolvido visando o mínimo de “ar sujo” possível, mas ainda tendo um bom nível de *downforce* e uma estética condizente com os conceitos projetuais.

Requisitos atendidos com o projeto:

- Mais eficiente aerodinamicamente falando, com mais *downforce*, porém gerando uma quantidade pequena de interferências no ar.
- Mais leve que os concorrentes diretos por se tratar de um veículo projetado em monocoque de fibra de carbono, consideravelmente mais leve que os chassis tubulares de metal.
- Visual condizente com o caminho atual que o automobilismo vem seguindo, bem como uma estética mais agressiva, que vai ao encontro das diretrizes projetuais.
- Muito seguro, novamente, por se tratar de um monocoque feito inteiramente em fibra de carbono, além de ser muito leve, também é extremamente resistente, podendo sofrer impactos consideráveis sem que o condutor tenha nenhum ferimento.
- Maior área útil para a exposição de patrocinadores, justamente por se tratar de um veículo maior que a maioria de seus concorrentes.

Fator de uso

ERGONOMIA

Volante

O volante de um carro de corrida, em especial do tipo formula, costumeiramente é muito diferente do volante de um carro de rua. Desde seu formato, que atende melhor o tamanho reduzido disponível no cockpit, os materiais utilizados, até as funcionalidades. Para este projeto, foi pensado como base o volante de um Formula 4 (imagem abaixo), que possui seu “corpo” feito em metal, com acabamento de camurça nas pegadas, utilizando-se de um formato achatado, a fim de ocupar o menor espaço possível. Nele também temos um indicador de LED para o giro do motor e o momento correto para troca de marchas, um *dashboad* com informações básicas do carro, como temperaturas, giro, velocidade, e os botões.



Figura 105: Volante F4
Fonte: Formula Prousa

No caso do Formula Fontanella, foram escolhidos apenas três botões para serem implementados: Um para o rádio, assim o piloto e a

equipe podem se comunicar, um para ligar e desligar a luz obrigatória de chuva e um para engatar o ponto morto, em caso de algum acidente ou quebra.

Com relação a parte de ergonomia cognitiva, foram definidas cores pensadas na reação dos pilotos a situações de alta velocidade, que necessitam de reflexos aguçados:

- Ponto morto: Vermelho, pois vermelha conota perigo, algo fora do padrão, segundo Itiro Iida e a NR 26. Com isso, fazemos com que a memória do piloto o ajude a, em situação normal, não pressionar o botão de ponto morto do carro, caso não seja realmente necessário.
- Luz de chuva: Amarelo, por lembrar “atenção”, tanto para o pressionar do botão em si, quanto para a situação em que precisa ser acionado, ou seja, tempo chuvoso e pista molhada.
- Rádio: Branco, pois se trata de uma cor neutra, indicando que não haverá nenhuma mudança de suma importância no veículo em si, porém passa também segurança, para indicar que o piloto pode sempre entrar em contato com a equipe.

Banco

O banco de um carro de corrida, novamente, em especial, de um formula, é muito diferente de um banco comum visto em carros de rua. Em um carro do tipo formula, como a aerodinâmica é tão importante, a posição de pilotagem é completamente deslocada, adequando-a as necessidades do projeto.

Com isso, os pilotos costumam tomar uma posição quase deitada (imagem abaixo), com as pernas bastante elevadas, os braços bastante dobrados e com uma visão mínima do lado de fora.



Figura 106: Posição de Pilotagem
Fonte: Motorsport Tech (2018)

Porém, como contraponto, os bancos são produzidos completamente sob medida. Para sua construção o piloto entra em uma espécie de banheira de espuma por alguns minutos, deixando o formato de seu corpo perfeitamente moldado, fazendo com que o banco, que vai desde o encosto de sua cabeça até o início das pernas, com um encaixe perfeito (imagem abaixo).



Figura 107: Banco
Fonte: Acronis Motorsport

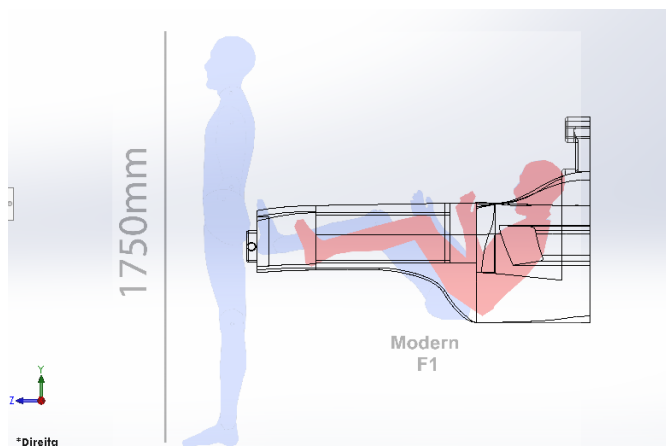


Figura 108: Posição Cockpit
Fonte: O Autor

Fator Estrutural e Funcional

Componentes

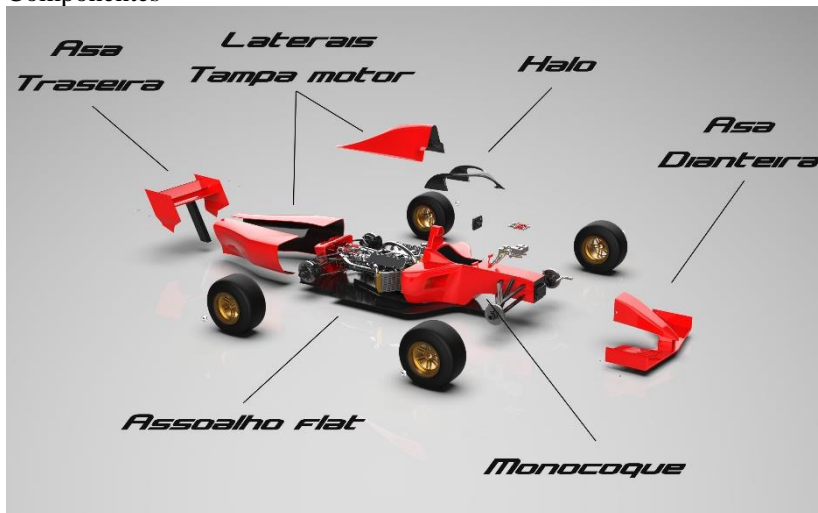


Figura 109: Componentes
Fonte: O Autor

Fator Técnico Construtivo

Lógica construtiva

Tal qual os demais carros construídos com uma estrutura em monocoque atualmente, neste projeto temos duas partes estruturais base: o monocoque e o assoalho. Ambas são fixadas entre si e possuem também as suspensões dianteiras e traseiras fixadas, tornando esse núcleo o mínimo necessário para chamar de veículo e para que seja possível colocá-lo no chão para poder andar.

Logo após essa estrutura base, vemos o *package*, que se trata de todos os componentes internos do veículo, como conjunto motriz, sistema de arrefecimento, tanque de combustível, sistema eletrônico, sistema hidráulico e o que mais for necessário dependendo de cada carro.

A terceira e última parte construtiva do veículo são as peças de carenagem que não são estruturais, como as asas, laterais e tampas, bem como os acessórios para utilização do usuário, como o volante, cinto de segurança, banco.

Componentes do *package*

O *package*, como é chamado, é formado por um conjunto motriz à combustão interna composto de:

- Motor chevrolet 1.6 de 4 cilindros em linha
- Transmissão inglesa F3 5 velocidades
- Conjunto de arrefecimento contendo dois radiadores laterais e um filtro de ar grande
- Escape direto
- Tanque de combustível
- Pneu *slick* Pirelli P-ZERO 250/660R18

Sistema de trava

Para encaixar e manter as peças não estruturais (Tampa do motor e Laterais) fixadas ao veículo, foi utilizado um sistema de trava similar ao da imagem abaixo. Esse sistema é altamente difundido no meio automobilístico, porém geralmente utilizados em capôs de carros de corrida do tipo Turismo.



Figura 110: Clip trava

Fonte: Pinterest

Com isso, temos um sistema que, por ser utilizado há anos com frequência, é barato, facilmente substituível em caso de quebra e familiar ao usuário.

Sistema de encaixa do bico

Para o bico/asa dianteira, que precisa de um sistema de encaixe e fixação precisos, foi desenvolvido um sistema de encaixe entre bico-monocoque com um furo na lateral para que seja possível utilizar uma chave allen 10mm, como indica a imagem abaixo.

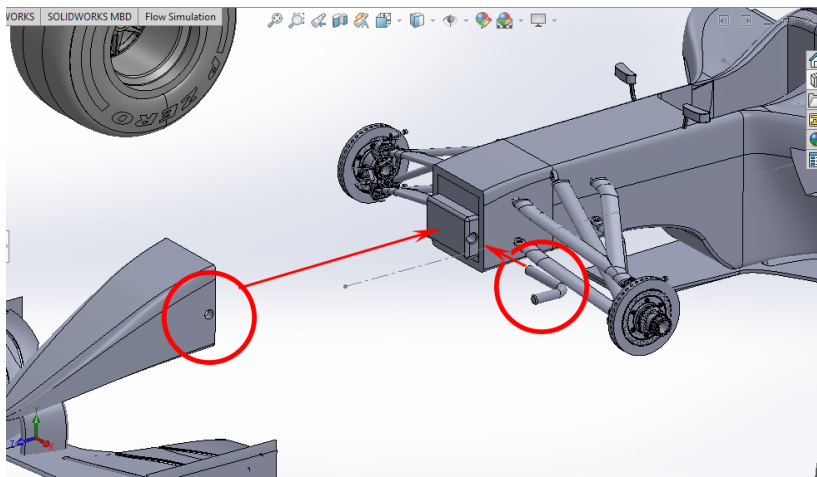


Figura 111: Encaixe Bico

Fonte: O Autor

Sistema de regulação das asas

Para possibilitar diferentes acertos do ponto de vista aerodinâmico, possibilitando o melhor trabalho das equipes e um melhor amadurecimento dos pilotos, foi implementado um sistema simples nas asas dianteira e traseira. Esse sistema simples não passa de canaletas vazadas nas partes laterais das asas (*endplates*) para que a angulação dos elementos das asas possa ser modificada de acordo com a necessidade, como exemplificado na imagem abaixo.

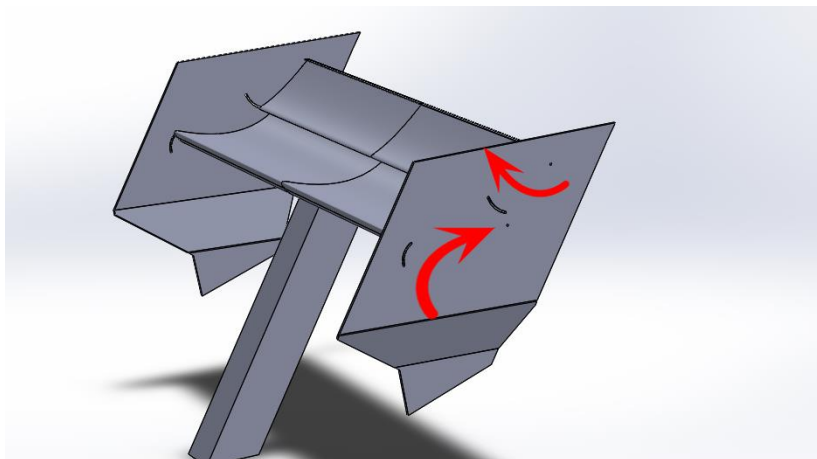


Figura 112: Ajustes Asa
Fonte: O Autor

Materiais

De acordo com a imagem da lista de componentes podemos estratificar o projeto em 7 peças principais. Todas serão produzidas em fibra de carbono, com diferentes espessuras de acordo com sua necessidade de segurança, desempenho e aerodinâmica. Para os componentes internos, que não são o foco deste projeto, temos diversas ligas metálicas, mais fibra de carbono e diversos compósitos plásticos.

Fator Estético Patrocínio

Como podemos observar pelas dimensões do desenho técnico e pelos renders finais, a área útil disponível do veículo é consideravelmente maior do que a de seus concorrentes mais próximos, como a Formula Vee, Formula 4 e até mesmo Formula 3, fazendo com que tenhamos uma maior disponibilidade para a implementação de patrocínios. Bem como seu visual mais agressivo e condizente com as linhas que o design tem tomado nas categorias maiores, que atrai mais público e chama mais atenção de possíveis interessados.

Fator social esporte

Como visto anteriormente, o esporte é um fator importantíssimo na sociedade em geral, pois dá a oportunidade para diversas pessoas trilharem um bom caminho ao longo da vida e dando diversos ensinamentos e no automobilismo isso não é diferente, com diversos fatores ainda mais amplificados. As crianças amadurecem muito cedo no sentido de desenvolverem um apetite competitivo, bem como a noção de tomada de decisão em situações de extrema importância e as consequências disso e de suas ações em geral, tudo isso ao mesmo tempo que se desenvolvem profissionalmente como pilotos, fazendo com que com 14 anos de idade já são considerados adultos.

Atrelado a isso, as crianças convivem desde sempre com pessoas completamente diferentes, desde a renda de cada um, como o local de onde vem, cultura, gostos, etnia e aprendem que nenhum desses fatores faz alguém melhor ou pior que outro ser humano.

Modelo Final em escala

O modelo final em escala foi produzido da forma mais próxima possível da real, utilizando-se da prototipagem rápida, com materiais que se aproximam de suas contrapartes reais. Para o assoalho do veículo foi utilizada uma chapa de MDF cortada a laser, com montagem feita a mão. Já para grande parte das peças foi utilizada a impressão 3D, direta ou indiretamente. O monocoque, bico, suspensões, rodas, pneus e elementos principais das asas foram produzidos em ABS e PLA impressos em 3D, bem como moldes para as laterais e tampa do motor, que mais tarde receberam fibra de vidro, aplicada a mão. Também foi utilizado pequenas chapas de alumínio para os detalhes menores das asas. Por fim, para demais detalhes foram utilizados canudos, para o escapamento, fitas para o cinto de segurança e um LED para a luz de chuva.



Figura 113: Construção do modelo 1

Fonte: O Autor



Figura 114: Construção do modelo 2

Fonte: O Autor



Figura 115: Construção do modelo 3

Fonte: O Autor



Figura 116: Construção do modelo 4
Fonte: O Autor



Figura 117: Construção do modelo 5
Fonte: O Autor



Figura 118: Construção do modelo 6
Fonte: O Autor



Figura 119: Construção do modelo 7
Fonte: O Autor

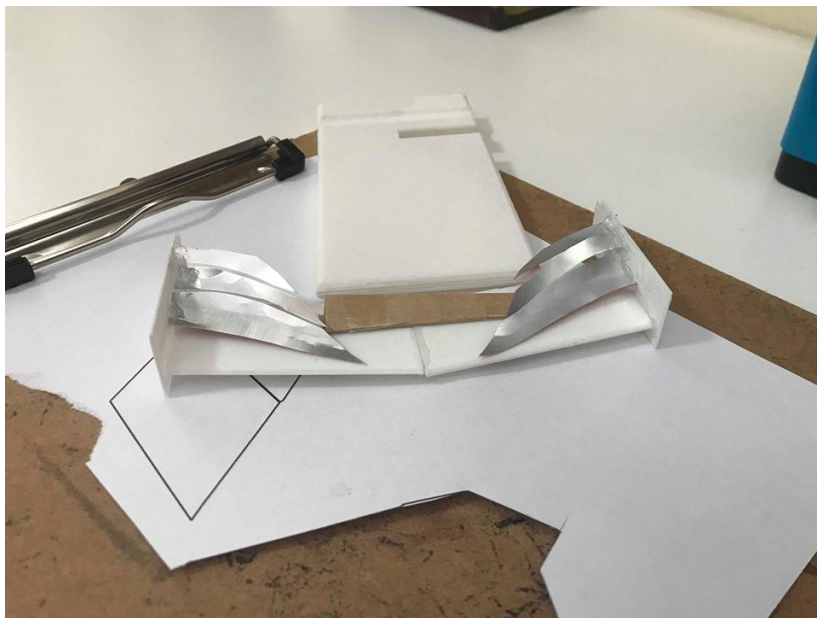


Figura 120: Construção do modelo 8
Fonte: O Autor



Figura 121: Construção do modelo 9

Fonte: O Autor



Figura 122: Construção do modelo 10
Fonte: O Autor

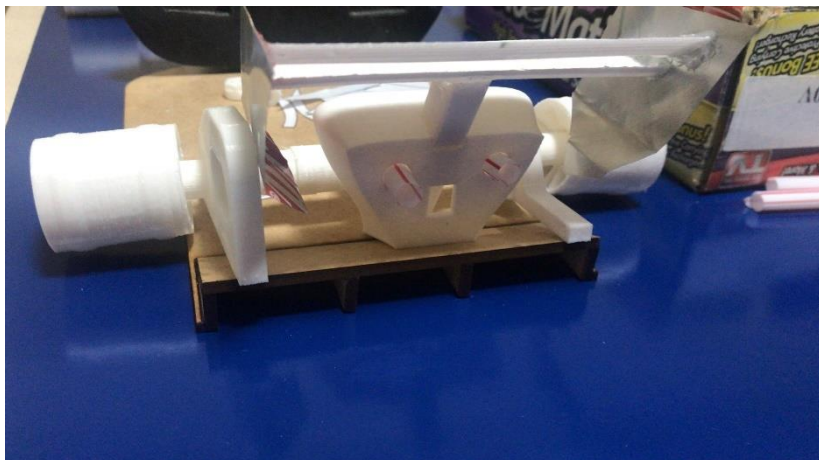


Figura 123: Construção do modelo 11

Fonte: O Autor



Figura 124: Construção do modelo 12

Fonte: O Autor



Figura 125: Construção do modelo 13
Fonte: O Autor



Figura 126: Construção do modelo 14
Fonte: O Autor



Figura 127: Construção do modelo 15
Fonte: O Autor

Para o acabamento foi utilizada massa plástica de funilaria, a fim de deixar um bom acabamento, semelhante ao real, juntamente com tinta em spray. Já para as peças com fibra exposta, como os braços de suspensão, assoalho e suporte da asa traseira foi colado um vinil com textura de fibra de carbono.



Figura 128: Construção do modelo 16
Fonte: O Autor



Figura 129: Construção do modelo 17
Fonte: O Autor

MARCA

Após o desenvolvimento do produto, foi criado rapidamente um logotipo para representar a categoria. Este logotipo foi fruto de um *brainstorm* de ideias que resultou no uso de uma versão simplificada do desenho técnico do veículo junto da tipografia, como pode ser observado abaixo.

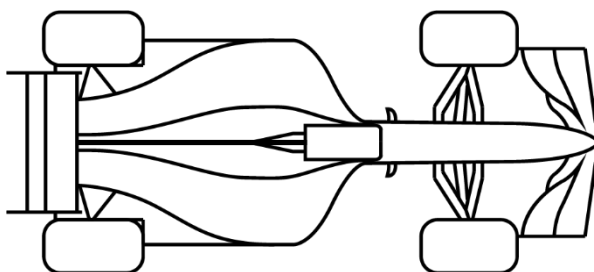


Figura 130: Logo 1
Fonte: O Autor



Figura 131: Logo 2
Fonte: O Autor



Figura 132: Logo 3
Fonte: O Autor

CONCLUSÃO

Devido a convivência que tive nesse meio desde pequeno, tive a oportunidade de aplicar o design a algo que sempre tive paixão, utilizando das minhas informações práticas que obtive ao longo da vida e tudo o que foi aprendido durante o curso de Design para desenvolver algo que resolvesse os problemas de alguém que tem a visão interna da situação.

Durante o desenvolvimento do projeto diversas pesquisas foram realizadas, em diversas áreas, formando uma base muito forte para o desenvolvimento de um bom produto, que agrade o público alvo da melhor forma possível.

Justamente graças a essas pesquisas, muitas vezes em áreas que não são comuns a formação em design, majoritariamente na parte física, foi possível demonstrar que um designer realmente é um ser nexalista, que tem a capacidade de trabalhar em diversas áreas com um time especializado, caso se empenhe.

Isso foi ampliado ainda mais graças aos projetos de produto realizados durante a graduação, que ajudaram a simular *cases* reais de projetos, bem como ao tempo que fui bolsista no Núcleo de Gestão de Design e Laboratório de Design e Usabilidade (NGD/LDU), onde tive acesso a projetos em áreas nas quais não tinha nenhum conhecimento, que ajudaram a aprender muito, bem como ao acesso a parte de tecnologia, na qual estive diretamente atrelado, fazendo com que as partes de modelagem tridimensional e produção do produto em escala utilizando-se da prototipagem rápida se tornassem um processo familiar e proveitoso, mesmo sendo de extrema complexidade neste projeto.

Por fim, também é gratificante perceber que após o desenvolvimento do Formula Fontanella pude perceber o quanto evolui nesse período e que realmente amo as duas frentes com que trabalho.

REFERÊNCIAS

ALVES, Maria Bernardete Martins; ARRUDA, Susana Margareth. **Como fazer referências:** bibliográficas, eletrônicas e demais formas de documento. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, Biblioteca Universitária, c2001. Disponível em: <<http://www.bu.ufsc.br/design/framerefer.php>>. Acesso em: 11 abr. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10520:** informação e documentação: citações em documentos: apresentação. Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6024:** informação e documentação: numeração progressiva das seções de um documento escrito: apresentação. Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14724:** informação e documentação: trabalhos acadêmicos: apresentação. Rio de Janeiro, 2011.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Biblioteca Universitaria. **Trabalho acadêmico:** guia fácil para diagramação: formato A5. Florianópolis, 2009. Disponível em: <<http://www.bu.ufsc.br/design/GuiaRapido2012.pdf>>. Acesso em: 11 abr. 2013

1, Formula. **Halo strong enough to hold a bus, say Mercedes.** Disponível em: <<https://www.formula1.com/en/latest/article.f1-halo-strength-bus.51zS5jAngIly6okOkUKmso.html>>. Acesso em: 27 abr. 2019.

AIRD, Forbes. **The Race Car Chassis HP1540:** Design, Structures and Materials for Road, Drag and Circle Track Open- and Closed-Wheel Chassis. Londres: Penguin, 2008. 128 p.

MCBEATH, Simon. **Competition Car Aerodynamics:** A Practical Handbook. 3. ed. Poundbury: Veloce Publishing Ltd., 2017. 551 p.

NEWAY, Adrian. **How to build a car:** The autobiography of the world's greatest formula 1 designer. Nova Iorque: Harpercollins, 2017. 400 p. Innovative Product Design Practice, Carl Liu

NORMAN, Don. **Emotional Design: Why We Love (or Hate) Everyday Things** (English Edition). Nova Iorque: Basic Books, 2007. 272 p.

MERINO, Giselle Schmidt Alves Díaz. **GODP - Guia de Orientação para Desenvolvimento de Projetos: Uma metodologia de Design Centrado no Usuário.** Florianópolis: NGD/ UFSC, 2016. Disponível em: <www.ngd.ufsc.br>. Acesso em: 03 maio 2017.

IIDA, Itiro. **Ergonomia: Projeto e Produção.** São Paulo: Editora Bluncher, 1990.

LEWIN, Tony; BORROFF, Ryan; CALLUM, Ian. **How to Design Cars Like a Pro.** Beverly: Motorbooks, 2010.

KEMP, Peter. **The Oxford Companion to Ships and the Sea.** Oxford: Oxford University Press, 1994.

GREANEY, Andrew. **A Study into the Aerodynamic Performance of a Formula Ford 1600.** Londres: Publicação Independente, 2017.

GREANEY, Andrew. **Aerodynamics - Improving a Wing Mirror.** Londres: Publicação Independente, 2017.

FAREEQ, Shelan. **AERODYNAMIC EVALUATION OF RACING WINGS OF A FORMULA CAR.** 2015. 106 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Mecânica, University Of Hertfordshire, Hertfordshire, 2015.

WELLS, Mark. **Redbull Soapbox.** Disponível em: <<http://www.coroflot.com/mark19/Redbull-Soapbox>>. Acesso em: 16 jun. 2018.

RUHRMANN, Andreas; ZHANG, Xin. Influence of Diffuser Angle on a Bluff Body in Ground Effect. **Journal Of Fluids Engineering**, [s.l.], v. 125, n. 2, p.332-345, 2003. ASME International. <http://dx.doi.org/10.1115/1.1537252>.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 26:** informação e documentação: citações em documentos: apresentação. Rio de Janeiro, 2011.

BERNOULLI, Daniel. **Hydrodynamica**. Zurique: Instituto Federal de Tecnologia de Zurique, 1738.

HALDENBY, Nicky. **Lights Out Blog**. Disponível em: <<http://www.lightsoutblog.com/2019/01/21/2019-tallest-f1-team-is/>>. Acesso em: 13 maio 2019.

1, Formula. **Formula 1's TV and digital audiences grow for the second year running**. Disponível em: <<https://www.formula1.com/en/latest/article.formula-1s-tv-and-digital-audiences-grow-for-the-second-year-running.OqTPVNthtZKFbKqBaimKf.html>>. Acesso em: 05 abr. 2019.

1, Formula. **Strong growth for F1's TV and digital audiences in 2017**. Disponível em: <<https://www.formula1.com/en/latest/article.strong-growth-for-f1s-tv-and-digital-audiences-in-2017.6Cted4V292gQ420AeoSO2e.html>>. Acesso em: 12 ago. 2018.

APÊNDICES

Desenho Técnico

