



**Miguel Filipe
Pereira Pinto**

Desenvolvimento de uma bicicleta de equilíbrio infantil: adequação ao fabrico por injeção de polímeros



**Miguel Filipe
Pereira Pinto**

Desenvolvimento de uma bicicleta de equilíbrio infantil: adequação ao fabrico por injeção de polímeros

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Design de Produto, realizada sob a orientação científica do Prof. Doutor João Alexandre Dias de Oliveira, Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro, e sob a coorientação do Prof. Doutor Gonçalo João Ribeiro Gomes, Professor Auxiliar do Departamento de Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro.

o júri

Presidente

Prof. Doutor João Nunes Sampaio
Professor Auxiliar Convidado do Departamento de Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro

Vogal - Arguente Principal

Prof. Doutora Violeta Catarina Marques Clemente
Professora Adjunta da Escola Superior Aveiro Norte

Vogal - Arguente Principal

Prof. Lígia Maria Pinto Lopes
Professor Auxiliar Convidada do Departamento de Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro

Vogal - Orientador

Prof. Doutor João Alexandre Dias de Oliveira
Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Aos meus pais, Luísa Rios e António Pinto, que sempre me apoiaram e ajudaram a concretizar os meus objetivos. À restante família, em especial à tia, Maria Pinto (in memoriam), pelo carinho e motivação.

À minha namorada, Joana Pereira, pela disponibilidade, paciência e inspiração. Aos meus amigos, pela amizade e o suporte.

Ao Mestre Emanuel Oliveira, Assistente Convidado do Departamento de Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro, um agradecimento especial pela sua colaboração e disponibilidade na orientação do trabalho.

A todos os professores que contribuíram para a minha formação. Aos meus orientadores, Doutor João Oliveira, e Doutor Gonçalo Gomes, pela partilha de conhecimento e apoio incondicional.

Expresso a minha gratidão à Polisport pela cooperação para o desenvolvimento deste projeto. Em especial ao Hugo Caracol, diretor do departamento de Inovação.

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíam e fizeram parte deste projeto.

palavras-chave

bicicleta de equilíbrio, injeção de plásticos, design, mobilidade suave, motricidade humana.

resumo

O presente estudo debruça-se sobre o desenvolvimento de uma bicicleta de equilíbrio infantil em cooperação com a empresa Polisport Plásticos S.A.

A bicicleta como meio de transporte constitui-se como uma alternativa sustentável à mobilidade humana e, atualmente, as vantagens da sua utilização são amplamente reconhecidas. O uso da bicicleta tem um papel fundamental na infância, na medida em que contribui não só para estimular um desenvolvimento saudável na criança, mas também potencialmente promover melhores hábitos de vida. De forma a assegurar uma maior eficácia do produto no auxílio do crescimento da criança, abordam-se as fases de crescimento da criança e a sua evolução motora.

A adequação ao fabrico por injeção de polímeros foi desde logo identificado como um requisito, por ser o processo de fabrico adotado pela empresa. Para tal, foi agregada toda a sustentação teórica de forma a aprofundar conhecimentos relativos aos constrangimentos tecnológicos e do processo de fabrico.

São apresentadas várias fases de desenvolvimento do projeto, utilizam-se estudos para aprofundar conhecimentos relativos aos constrangimentos tecnológicos do processo de fabrico e recorre-se, ainda, a um conjunto de ferramentas e modelos de análise, de forma a simplificar e viabilizar a sua implementação, bem como para minimizar problemas consequentes e custos adicionais de investimento.

keywords

balance bike, plastic injection, design, smooth mobility, human motricity skills

abstract

The present study is the result of the development of a children's balance bike in cooperation with the company Polisport Plastics S.A.

Bicycle as a mean of transport, is a sustainable alternative to human mobility and the advantages of its use are now widely recognized. The use of bicycle plays a key role in childhood, as it contributes not only to stimulate an healthy development in children, but also to shape better life habits. In order to ensure a greater effectiveness of the product in the support of the child's growth, it is important to understand its development stages and motor evolution.

The suitability to the manufacturing by injection of polymers, was identified as a requirement because it was the manufacturing process adopted by the company. To do that, all the theoretical support was added in order to deepen the knowledge regarding the technological constraints and the manufacturing process.

Besides that, there are presented the various stages of the development of the project, studies are used to deepen knowledge of the technological constraints of the manufacturing process, and a set of tools and models analysis are used to simplify and enable its implementation, as well as to minimize consequential problems and additional investment costs.

Índice

1. Capítulo I - Introdução.....	2
1.1. Enquadramento.....	3
1.2. Pertinência	4
1.3. Objetivos	4
Objetivo geral	4
Objetivos específicos	4
1.4. Metodologia.....	5
1.5. Estrutura do documento.....	5
2. Capítulo II - O desenvolvimento infantil	7
2.1. O desenvolvimento motor	10
2.2. Motricidade.....	12
2.3. Ergonomia	14
2.4. Antropometria.....	15
3. Capítulo III - Estado da arte	17
3.1. A bicicleta	19
3.2. A origem da bicicleta.....	20
3.3. A evolução da bicicleta	21
3.4. A bicicleta na Infância	22
3.5. Análise de Mercado	23
3.6. Exemplos conceptuais	25
3.7. Processo de moldação por injeção.....	27
3.8. Otimização da forma para injeção	29
3.9. Design for Assembly	34
4. Capítulo IV - Projeto	37
4.1. Definição e identificação das necessidades	39
4.2. Geração de conceitos	42
4.3. Conceito selecionado.....	45
4.4. Detalhe do Conceito.....	50
4.5. Montagem do Produto.....	53
4.6. Apresentação do Produto	56
5. Capítulo V -Conclusão	61
5.1. Trabalhos futuros	63
Referências Bibliográficas	64
Índice de Figuras	67
Índice de Tabelas.....	69
Anexos	70

Capítulo I - Introdução

1. Capítulo I – Introdução

1.1. Enquadramento

A sociedade é caracterizada essencialmente pelos avanços tecnológicos, avanços estes, que provocam uma transformação constante no paradigma cultural (Benakouche, 1999). A velocidade avassaladora do progresso (figura 1) ultrapassa a capacidade humana de aculturação. A realidade é dada como ultrapassada antes que nos adaptemos a ela. Hoje, mais do que nunca, a nossa capacitação já não é um fator de sucesso, mas de sobrevivência (Santos, 2002).



Figura 1 - Inovações tecnológicas surgem cada vez mais rápido (fonte: Systemsat).

Toda esta evolução repercute-se também nos meios de locomoção (Sousa et al., 2011). Nas civilizações primitivas os meios de transporte eram as próprias pernas do homem. Hoje os meios de locomoção são tão diversos que nos direcionam ao sedentarismo.

De acordo com o relatório de Sousa et al. (2011), quando se olha ao nosso redor, as cidades estão repletas de automóveis que provocam grandes constrangimentos no trânsito. A bicicleta pode ser um meio de transporte económico alternativo que evita engarrafamentos, proporciona um estilo de vida saudável, em circulação não polui o meio ambiente e ainda a pegada ecológica para a sua produção é baixa, comparativamente com outros meios.

Devido ao seu potencial, a bicicleta deve desde cedo estar presente na nossa vida podendo influenciar os hábitos de vida no futuro (Providelo et al., 2010). A utilização de uma bicicleta de equilíbrio infantil propulsionada pelo esforço humano, poderá ser fundamental para estimular o equilíbrio, a coordenação motora e os reflexos da criança.

O tema bicicleta de equilíbrio direcionada para crianças enquadra-se numa necessidade identificada pela empresa onde trabalho – Polisport Plásticos, S.A. – permitindo obter uma análise mais aprofundada da realidade atual.

1.2. Pertinência

Dado que este projeto tem como finalidade a obtenção do grau de mestre em Engenharia e Design de Produto, este é a melhor momento para colocar à prova e fortalecer competências. É importante apresentar um projeto que possa ter continuidade, isto é, desenvolver um produto que seja capaz de entrar no mercado. A escolha do tema deve, por isso, estar enquadrada no grupo empresarial Polisport.

O Grupo Polisport atua em duas áreas de mercado: acessórios de motas off-road e acessórios de bicicletas. No segmento das motas off-road, é hoje uma das mais prestigiadas marcas de plásticos nesta área, oferecendo uma gama alargada de produtos e é ainda fabricante OEM (Original Equipment Manufacturer) das marcas mais conceituadas que atuam neste segmento. No segmento das bicicletas, o seu negócio está essencialmente centrado nos porta-bebés, mas a gama oferece ainda produtos complementares de segurança, capacetes, guarda-lamas, bidons e outros acessórios.

Neste sentido, torna-se relevante abordar a importância da otimização e adequação ao processo de fabrico. Assim, este documento procura responder a questões relacionadas com o processo a ser utilizado: injeção de polímeros.

1.3. Objetivos

Objetivo do projeto

O principal objetivo do presente estudo é desenvolver uma bicicleta de equilíbrio infantil propulsionada pelo esforço humano, tendo como foco principal a adequação e otimização ao fabrico por injeção de polímeros.

Objetivos do produto

- Estimular o desenvolvimento motor, físico, afetivo, social e cognitivo da criança;
- Promover um estilo de vida saudável.

1.4. Metodologia

O trabalho foi organizado em duas fases de investigação, um teórico e outro prático.

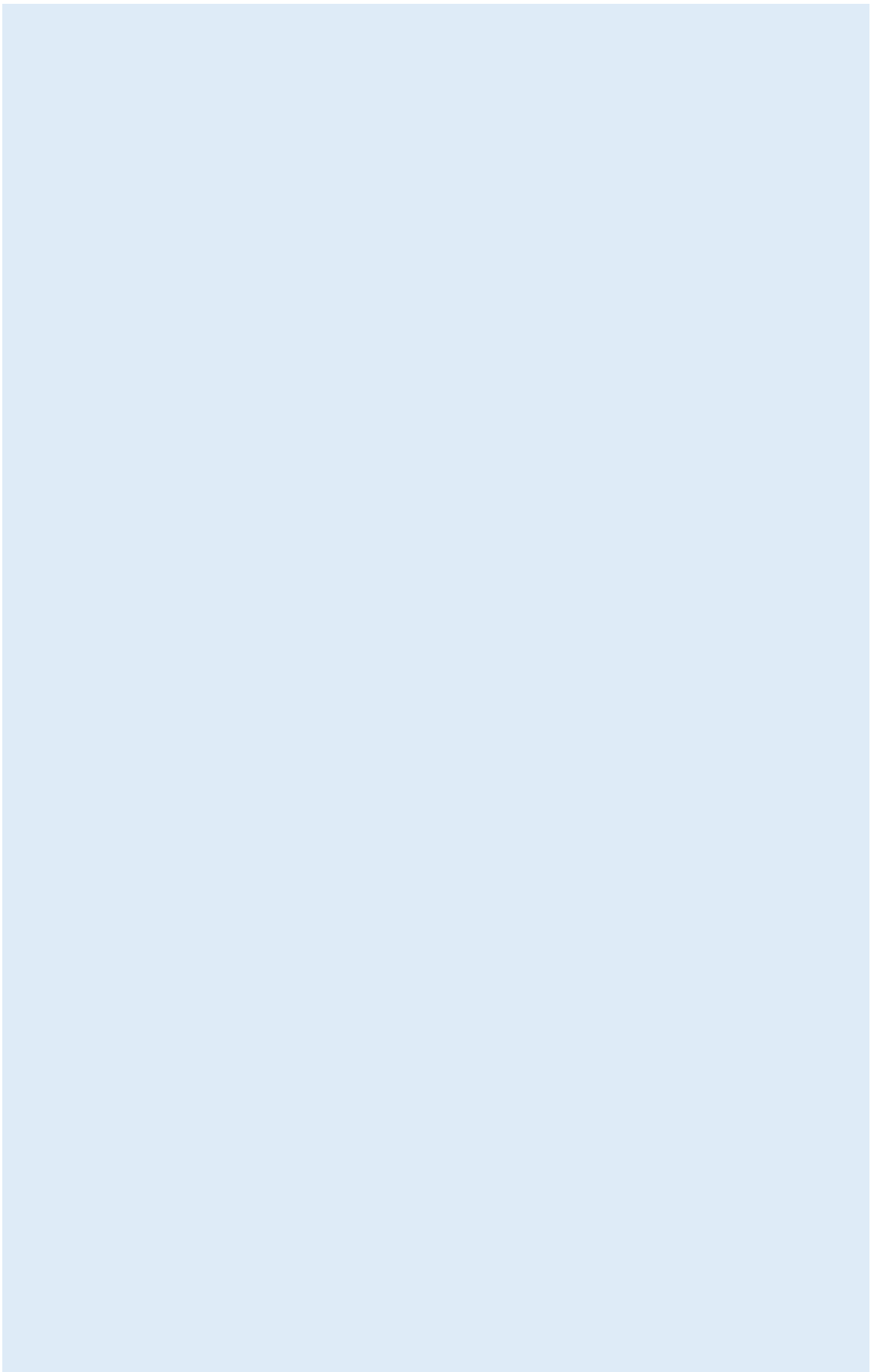
Na primeira fase de investigação teórica, são analisadas pesquisas que complementam o projeto e permitem alcançar respostas para o desenvolvimento do projeto. As áreas de pesquisa são: compreender o desenvolvimento infantil com a finalidade de integrar no produto fatores benéficos para as crianças nos domínios da motricidade e ergonomia, e analisar o estado da arte com a finalidade de identificar problemas, tendências e comportamentos.

O segundo grupo, de investigação prática, é relativo ao projeto de desenvolvimento da bicicleta de equilíbrio infantil. Neste capítulo, foram tidas como base as diretrizes da empresa Polisport Plásticos S.A., onde em conjunto foram definidos os objetivos, assim como analisadas as tecnologias disponíveis e sistemas produtivos. Foram ainda executados um conjunto de atividades e processos, tais como a definição de especificações, conceitos e estudo de viabilidade. Como suporte, foi tido em consideração o modelo de Ulrich et al. (2012), método que coloca o utilizador no centro do modo criativo e caracterizado pela sua divisão do projeto em várias fases. Segundo Relvas (2017), este é um dos modelos mais conhecidos do processo de desenvolvimento de um produto. Após o conceito selecionado, é iniciado o projeto de detalhe onde se valida o funcionamento tendo por base o processo de fabrico por injeção de polímeros.

1.5. Estrutura do Documento

O presente documento está organizado em quatro capítulos principais:

1. Introdução, onde é estabelecido o enquadramento, pertinência e objetivos do trabalho, são ainda estabelecidas as metodologias utilizadas no trabalho;
2. O desenvolvimento infantil, que aborda o crescimento da criança e a sua evolução motora;
3. O estado da arte, que constitui parte da componente teórica, onde se encontra um panorama geral do estado da arte sobre a bicicleta na infância e a injeção de polímeros.
4. Projeto, que corresponde ao desenvolvimento do projeto prático;
5. Conclusão, que se apresenta em último lugar, seguindo-se as referências bibliográficas e os anexos.



Capítulo II – O desenvolvimento infantil

2. Capítulo II – O desenvolvimento infantil

Compreender o desenvolvimento infantil é fundamental quando se pretende desenvolver um produto direcionado para esta faixa etária.

O termo “desenvolvimento” refere-se ao processo de crescimento e modificação de uma criança ao longo do seu período de vida (Smith et al., 2003). O desenvolvimento envolve a aquisição de novas capacidades, sendo que o meio ambiente tem um impacto significativo no que toca à aquisição dessas mesmas capacidades.

Além disso, importa referir que, segundo (Sheridan, 1999), o período infantil é desde o nascimento até aos 5 anos de idade, dividindo-se em quatro campos principais: postura, motricidade grossa e motricidade fina, audição e fala e o comportamento psicossocial.

Segundo Piaget (cit. por Cavicchia, 2010), existem quatro estádios do desenvolvimento, sendo que o primeiro estádio é o sensório-motor dos 0 aos 2 anos de idade, esta etapa está relacionada com as descobertas das sensações e dos movimentos e é neste período que a coordenação motora é desenvolvida. O segundo estádio é o pré-operatório, dos 2 aos 7 anos de idade e caracteriza-se essencialmente por um pensamento egocêntrico. O terceiro estádio é o operacional-concreto, dos 7 aos 11 anos de idade que é quando as crianças começam a utilizar o pensamento lógico. O quarto e último estádio é operações formais, dos 11 aos 16 anos de idade, e caracteriza-se pela aquisição do raciocínio lógico em todas as circunstâncias, incluindo no raciocínio abstrato.

O desenvolvimento da criança envolve a aquisição de novas habilidades motoras, sociais e intelectuais. É de salientar, que no contexto deste trabalho sempre que se fala em desenvolvimento este está relacionado com as aptidões motoras. Estas resultam da conjugação de diferentes fatores como a maturação, o crescimento e as experiências fornecidas pelo meio ambiente. Estes fatores são determinantes para o desenvolvimento e aprendizagem das habilidades motoras na infância (Sicilia, 2003).

2.1. O desenvolvimento motor

Um dos aspetos fulcrais no desenvolvimento infantil, é o desenvolvimento motor que, de acordo com Willrich et al. (2009), este pode ser considerado como um processo sequencial e contínuo que está relacionado com a idade cronológica. O desenvolvimento motor pode ser entendido como um conjunto de alterações comportamentais dos movimentos.

De acordo com Bee (1992), entre os 2 e os 6 anos de idade, ocorre um aumento exponencial de novas habilidades motoras, à medida que o corpo se torna maior e mais forte e o sistema nervoso central se desenvolve. Existe um conjunto de fatores que podem condicionar a aprendizagem como o crescimento físico da criança, que está associada às alterações das proporções corporais, o peso corporal e também a atenção/estimulação que é prestada à criança.

É de salientar que segundo Neto (1999) o desenvolvimento motor depende de fatores como a maturação, que se traduz num conjunto de alterações fisiológicas determinados por especificações genéticas, já a aprendizagem pode ser definida como um processo dependente dos condicionamentos externos e da interação individual com os mesmos é também um conjunto de respostas decorrentes da prática e que são persistentes no tempo, dotando assim, o organismo de competências acrescidas.

Num recém-nascido, a atividade motora é bastante ativa, mas desorganizada e sem nenhuma finalidade objetiva, movimentando de forma irregular tanto os membros inferiores como superiores. No entanto, importa referir que são reflexos próprios da idade e que acabam por desaparecer à medida que a criança se vai desenvolvendo (Ré, 2011). O desenvolvimento motor envolve a aquisição de inúmeras habilidades motoras, sendo que primeiramente tratam de movimentos simples e desorganizados que vão progredindo para movimentos mais complexos e organizados.

De facto, e conforme Ré (2011), é importante que a criança desde muito pequena seja exposta a estímulos motores adequados ao seu nível de desenvolvimento, portanto o meio ambiente interfere claramente no desenvolvimento humano. Assim, a aquisição de novas capacidades começa a ser estruturada desde o seu nascimento e muitas das interações futuras estarão diretamente relacionadas com o meio ambiente e o desenvolvimento biológico, conforme se pode verificar na figura 2.

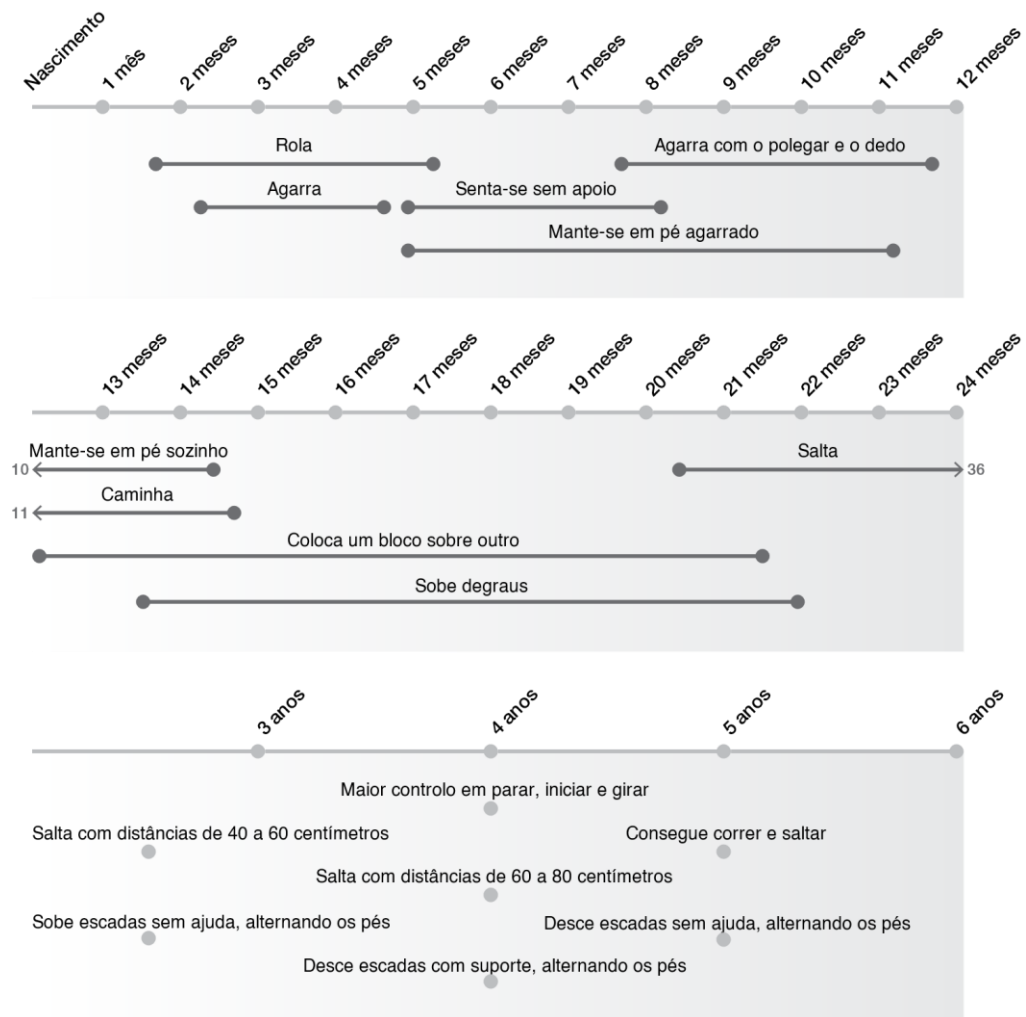


Figura 2 - Esquema do desenvolvimento motor (adaptado de Tilley, 2002, pp. 1-4).

À medida que as crianças vão crescendo, as atividades devem ser direcionadas para os aspetos de coordenação e cognição, tendo sempre em conta o seu ritmo de desenvolvimento biológico assim como as suas experiências ambientais. As atividades deverão proporcionar à criança momentos prazerosos, possibilitando a prática de várias habilidades motoras.

Entre os 5 e os 10 anos de idade, ocorre uma grande evolução na coordenação e no controlo motor, permitindo a aquisição de habilidades motoras cada vez mais complexas. Nesta etapa, é possível verificar um aumento significativo da força, da velocidade e da resistência, e mais ainda quando existe um contexto social favorável. Assim, torna-se cada vez mais importante proporcionar à criança estímulos que permitam a evolução das suas capacidades, principalmente atividades que privilegiam a coordenação e a cognição (Ré, 2011). Logo, proporcionar à criança momentos divertidos ao ar livre e a circular com uma bicicleta beneficia a coordenação motora, assim como exerce um impacto positivo em termos cognitivos e contribui para um estilo de vida saudável, estimula a interação social e a criação de laços afetivos.

2.2. Motricidade



Figura 3 – Evolução da Motricidade Fina na escrita (fonte: ACIP – Ave Cooperativa Intervenção Psico-Social, C.R.L).

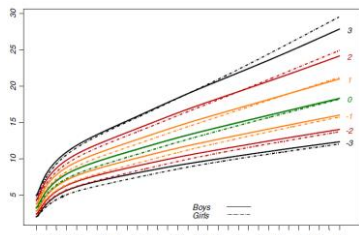


Figura 4 - Evolução do peso por meses (do nascimento até aos 60 meses) (fonte: OMS, 2016).

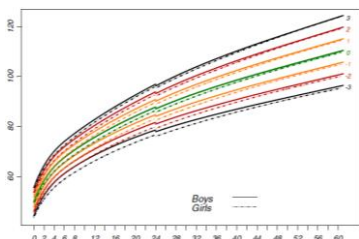


Figura 5 – Evolução da altura por meses (do nascimento até aos 60 meses) (fonte: OMS, 2016).

A motricidade pode ser definida como um movimento organizado que coloca em atividade os músculos do esqueleto humano, sob impulso consciente ou inconsciente do sistema nervoso superior e pode ser controlado pela vontade do próprio (Mauss et al., 1999).

A evolução da motricidade nas crianças é essencial para as aprendizagens que vão realizando ao longo do seu período de vida. Segundo Borges (2013), existem movimentos que são adquiridos de forma espontânea, em que não é necessária ajuda, estes são designados por habilidades básicas, como o agarrar, o gatinhar e o andar. O contacto com o contexto em que a criança está inserida, assim como diversos objetos facilitam o desenvolvimento de novas aquisições, no que diz respeito à motricidade. Portanto, num primeiro momento as crianças aprendem habilidades simples que, com o passar do tempo serão desenvolvidas, tornando-se mais tarde habilidades mais complexas, em que a criança começa a ter mais noção e controlo do seu corpo e espaço, de que é exemplo andar de bicicleta.

A motricidade pode ser dividida em dois grupos, a motricidade grossa e motricidade fina. A motricidade grossa refere-se sobretudo à realização de movimentos que desenvolvem o equilíbrio e a deslocamentos, trabalhando as competências motoras ligadas aos grandes grupos musculares. Já a motricidade fina, de acordo com Condessa et al. (2010), é desenvolvida a partir da perceção, da organização e da representação espaço-temporal que permite um aumento gradual da dominância lateral assim como dos movimentos manipulativos (figura 3).

Fases da evolução da motricidade

O desenvolvimento da motricidade infantil surge pela modificação do comportamento motor que envolve elementos de ordem individual, isto é, o crescimento físico, a estatura, o peso, entre outros, assim como oportunidades de vivência corporal e experimentação motora proporcionadas pelo ambiente físico, social e cultural (Cordeiro et al., 2008).

Na figura 4 está representada a evolução do peso dos rapazes e das raparigas até aos 60 meses. A figura 5 representa a evolução das alturas dos rapazes e das raparigas até aos 60 meses segundo a OMS (2016).

Ao analisar ambas as figuras, é possível constatar que o crescimento físico da criança é mais rápido nos primeiros 24 meses de vida, após isso surge um abrandamento, garantindo assim aumentos da altura, do peso e da massa muscular que permitirá à criança desenvolver e coordenar as informações motoras. Desta forma uma bicicleta adequada para este público-alvo, deve considerar a evolução do mesmo.

É entre os 2 e os 6 anos de idade que a criança desenvolve um maior número de habilidades motoras, conforme se pode verificar na tabela 1. No início da infância as crianças ocupam a maior parte do tempo a brincar, e este é um meio importante para o desenvolvimento motor assim como para o crescimento cognitivo e afetivo. Nesta fase, as crianças são extremamente ativas e energéticas, e desta forma, preferem espaços ao ar livre, que permitam correr, saltar e brincar de forma livre com o intuito de maximizar a sua criatividade (Gallahue et al., 2013).

Tabela 1 - Etapas do desenvolvimento da motricidade grossa.

Etapas do desenvolvimento da motricidade grossa	
Faixa Etária	Motricidade Grossa
0 a 1 ano	<ul style="list-style-type: none"> • Levanta ligeiramente a cabeça e consegue permanecer assim durante alguns segundos; • O bebé já consegue segurar a cabeça por mais tempo, mantendo-a alinhada com o corpo quando está numa posição erguida; • Aprende a sentar-se no chão sem apoio; • Consegue gatinhar; • Apoia-se em objetos para se colocar de pé.
2 a 3 anos	<ul style="list-style-type: none"> • Subir e descer escadas colocando os dois pés num degrau antes de subir o próximo; • Coloca-se de pé sem ser necessário as mãos; • Anda de triciclo com os dois pés.
4 a 5 anos	<ul style="list-style-type: none"> • Facilidade em montar uma bicicleta; • Sobe e desce as escadas com um pé em cada degrau a caminhar ou a correr; • Consegue caminhar em linha reta mantendo o equilíbrio; • Consegue permanecer com a perna levantada e os braços cruzados.
6 anos	<ul style="list-style-type: none"> • A partir desta idade a criança já adquiriu capacidade e coordenação para a prática de atividades físicas.

Adaptado de Sheridan, 1999.

Assim, conclui-se que a prática da atividade física é fundamental para um correto desenvolvimento infantil, pois é considerada um suporte para a motricidade infantil, promovendo o desenvolvimento dos músculos e dos ossos.

Em suma, compreender o desenvolvimento infantil e a motricidade, são fatores imprescindíveis para o desenvolvimento de um produto infantil. A ergonomia e a antropometria são também, dois aspetos que devem ser tidos em consideração em produtos que promovam o desenvolvimento infantil.

2.3. Ergonomia

Considera-se que, a postura é um aspeto fundamental e que deve ser tido em conta em todas as faixas etárias. Assim, e de acordo com Pheasant et al., (2006) a ergonomia é a ciência do trabalho que é executado pelas pessoas. A palavra ergonomia vem do grego ergos, trabalho, e nomos, lei. A ergonomia estuda o que fazem, as formas como executam, os equipamentos que utilizam, os locais onde laboram e os aspetos psicossociais. Na figura 6 pode-se ver os respetivos movimentos de uma criança com 6 anos a andar de bicicleta.

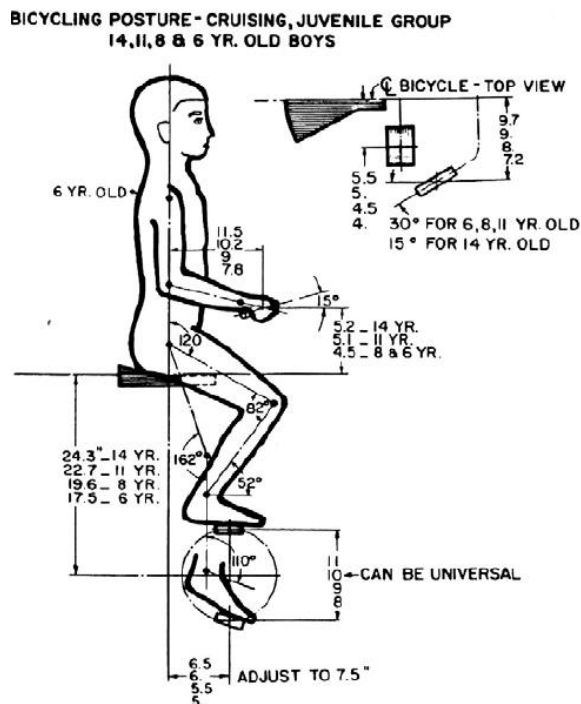


Figura 6 – Criança de 6 anos a andar de bicicleta (fonte: Dreyfuss, 1966, pp.19).

A abordagem ergonómica do design pode ser abreviada no princípio do design centrado no utilizador (Pheasant, 2006): Se um objeto ou ambiente tem como finalidade o uso humano, o design deve basear-se nas características físicas e mentais dos seus utilizadores. O objetivo é alcançar a melhor correspondência possível entre o produto e os seus utilizadores, no respetivo contexto (figura 7).

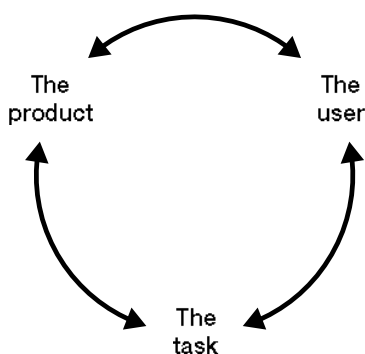


Figura 7 – User centred-design (fonte: Pheasant, 2006).

Segundo Pheasant em 1996 (cit. por Tilley, 2002), os critérios seguintes são fundamentais para alcançar uma correspondência bem-sucedida:

- Eficiência funcional;
- Facilidade de uso;
- Conforto;
- Higiene e segurança;
- Qualidade de vida.

2.4. Antropometria

A antropometria é também um fator imprescindível para o desenvolvimento de um determinado produto, por forma a dimensionar-se corretamente o mesmo para o público alvo. Deste modo, segundo Roebuck em 1995 (cit. por Tilley, 2002) a antropometria é a ciência da medição e arte de aplicação que estabelece a geometria física, propriedades de massa e capacidades de força do corpo humano. O nome deriva de anthropos, significa medição humana, e metrikos, referente à medição.

De acordo com Pheasant em 1997 (cit. por Tilley, 2002), à antropometria antecede o Renascimento. O autor cita obras como Albrecht Dürers (1471-1528) Four Books of Human, que descrevem a diversidade de seres humanos através de ilustrações, e os clássicos desenhos de Leonardo da Vinci (figura 8).

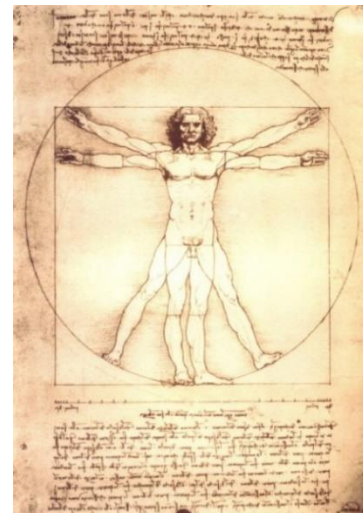


Figura 8 - Vitruvian Man, c. 1490 (fonte: Drawings of Leonardo).

No entanto, Wilcox (cit. por Tilley, 2002), diz que é no século XIX começam a surgir estudos focados nas diferenças físicas entre pessoas de diferentes origens étnicas. Para executar tais comparações, foi necessário desenvolver dois conjuntos de ferramentas:

1. técnicas de medição para obter dados de indivíduos;
2. métodos estatísticos que resumem os dados de indivíduos e detêm nos grupos as suas propriedades.

Na figura 9, é possível comparar as diferenças das dimensões de crianças com 2 e 6 anos.

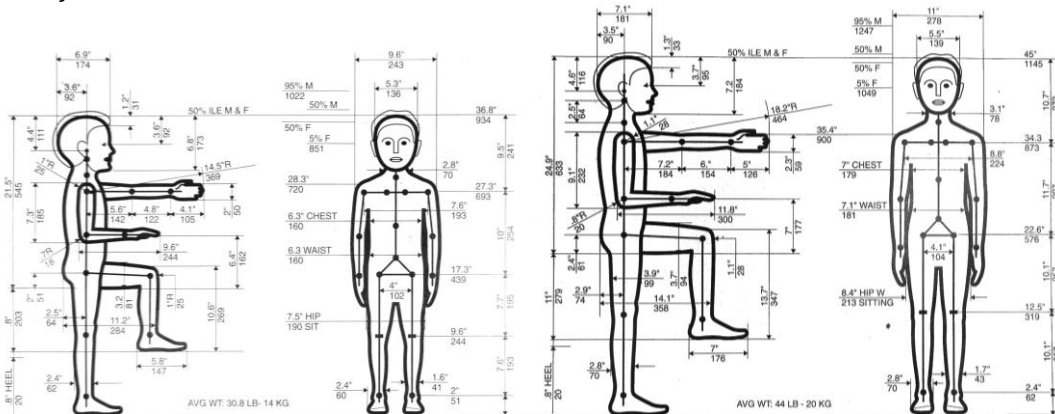


Figura 9 - Dimensões de criança com 2 anos e 6 anos (fonte: Tilley, 2002).

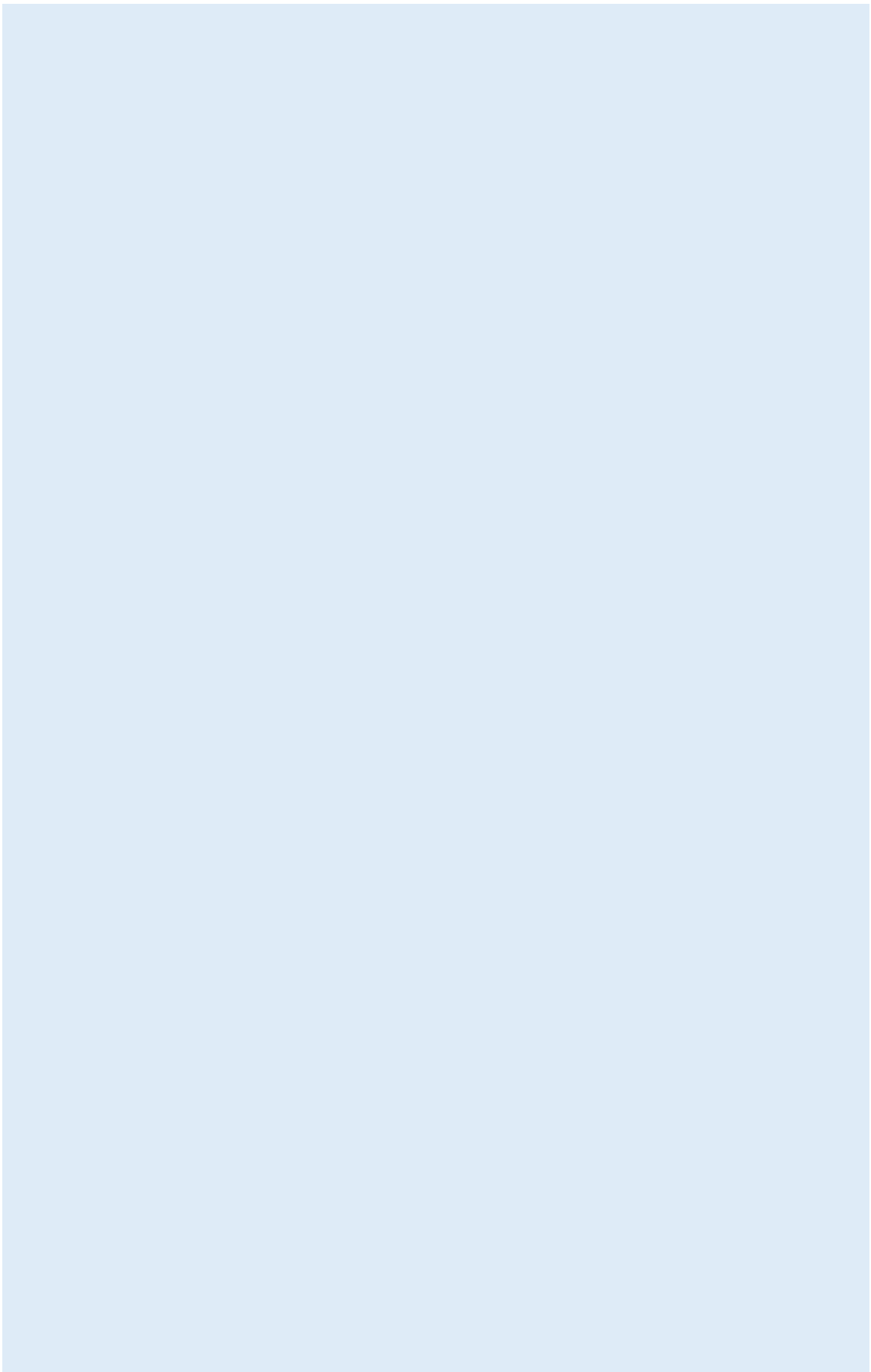
Testes ao utilizador

Como refere Tilley (2002), em The Measure of Man and Woman, independentemente das ferramentas antropométricas que se utiliza, é sempre crítico testar um determinado projeto com as pessoas reais, ou seja, realizar testes de usabilidade (figura 10).

Atualmente os estudos virtuais, elaborados em software de modelação são uma ajuda, mas os resultados ainda permanecem num ponto teórico, é sempre importante elaborar modelos e protótipos para ser testado em uso real.



Figura 10 - Testes de utilização em mockups (fonte: Tilley, 2002).



Capítulo III – Estado da arte

3. Capítulo III – Estado da arte

3.1. A bicicleta

A bicicleta é um meio de transporte composto por duas rodas em que o movimento é dado por impulso que o utilizador (Machado, 1989).

Segundo Furness (2010), a bicicleta foi o primeiro meio de transporte térreo totalmente desenvolvido e conduzido pelo homem (figura 11). Durante a primeira metade do século XIX as bicicletas começam a ser produzidas em massa, tornando-se o primeiro meio de transporte pessoal, contudo no século XX foram perdendo utilizadores com o surgimento do automóvel.



Figura 11 - Draisine or Laufmaschine.

É por isso necessário promover e melhorar a imagem da bicicleta de forma a incentivar a população a utilizar este meio de transporte (Dekoster et al., 2000). Desta forma, as bicicletas são cada vez mais leves e sofisticadas e o seu uso está cada vez mais difundido. Muitas cidades permitem transportar bicicletas nos transportes públicos e utilizam sistemas públicos para alugar bicicletas, incentivando assim o seu uso.

Ainda, segundo Dekoster et al. (2000), a bicicleta é a máquina mais eficiente em termos energéticos, uma vez que, é praticamente o veículo que se desloca a maiores distâncias com menor gasto de energia.

Assim uma bicicleta de equilíbrio infantil proporciona na criança uma oportunidade de adquirir um comportamento físico e social saudável e uma maior autonomia ao nível pessoal (Komanoff, 2004). Muitas iniciativas têm vindo a ser desenvolvidas nesta área, em particular nas vertentes desportivas e recreativas, contribuindo diretamente para a sociedade, saúde, economia e ambiente (Dekoster et al, 2000).

3.2. A origem da bicicleta

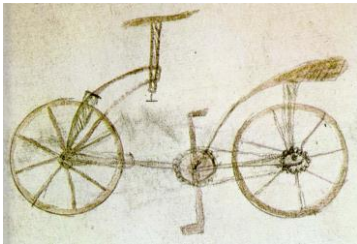


Figura 12 - 133verso - Bicicleta de Leonardo Da Vinci.



Figura 13 – Celerífero.

Em relação à origem da bicicleta, segundo Pequini (2000) é difícil precisar quem é que a inventou, uns apontam como autor Leonardo Da Vinci, devido aos seus desenhos encontrados datados em 1490 em que é possível visualizar um veículo com pedais e tração por uma corrente muito semelhante às bicicletas modernas (figura 12), outros apontam para o Conde Sirvac que em 1790 surge com o Celerífero (figura 13) em que tinha características semelhantes a um cavalo, dispoendo duas rodas.

O Celerífero (figura 13) era fabricado todo em madeira, composto por uma trave sobre duas rodas com direção fixa e sem tração nas rodas. O utilizador, deslocava-se através de passos grandes com o objetivo de dar “avanços”, técnica de locomoção muito semelhante a que se procura utilizar na bicicleta de equilíbrio infantil.

De acordo com Whitt et al. (2004) o alemão de Karlsruhe, Karl Friedrich Drais von Sauerbronn inventou a Draisienne (figura 14) que segundo os autores foi apresentada pela primeira vez ao público em 1817, designada por uma máquina de andar (Laufmaschine). Foi projetada em madeira, possuía molas no assento e já dispunha de uma direção, desta forma o utilizador conduz com uma maior facilidade, assim como garante um maior o equilíbrio.



Figura 14 - Ilustração de Bicicleta de Von Drais.

Em 1817, Georg von Reichenblank, desenvolveu um veículo com os mesmos princípios da Draisienne (figura 14), no entanto era mais baixa e dispunha de um ajuste no assento para se adaptar aos diferentes utilizadores. Estes transportes foram projetados como um meio de transporte alternativo aos cavalos, sendo na época mais fácil e barato de manter (Pequini, 2000).

A bicicleta, curiosamente, surge então como um equipamento de propulsão através do contacto dos pés com o chão, à semelhança do produto que se pretende desenvolver. Torna-se assim, pertinente explorar a evolução da bicicleta até ao dia de hoje, por forma a identificar características e mecanismos relevantes a serem tidos em consideração.

3.3. A evolução da bicicleta

No ponto anterior, verificou-se que, quer ao nível de direção, quer ao nível do assento, já ocorreram evoluções significativas.

Em 1838, Kirkpatrick MacMillan (figura 15) apresenta um modelo com pedais (figura 16). O mecanismo consiste no acoplamento de elementos ao eixo da roda traseira que eram acionados com dois pedais colocados na parte dianteira (Pequini, 2000).

De acordo com Whitt et al. (2004), na década de 1860, o francês Ernest Michaux (figura 17) e o seu irmão Pierre Michaux, adicionaram os pedais à roda dianteira (figura 19), a madeira deixa de ser utilizada e começam a surgir produtos com estruturas fabricadas totalmente em metal.



Figura 15 - Michaudine velocipede, fabricada em 1860.

Em 1869 Guilmet Meyer cria a tração por meio de uma corrente contínua de transmissão.

Verifica-se ainda que, em 1870, começam a ser projetadas e construídas bicicletas com rodas de diâmetro maior para se obter maior distância numa só pedalada.

Existem ainda evoluções e transformações ao nível da estrutura da roda, James Starley introduziu a roda de raios (figura 18), solução que é ainda hoje usada na maioria das bicicletas também transformações, para diminuir o peso e diminuir risco de queda em situações de impacto (Whitt et al., 2004).

A partir dessa altura, começaram a surgir inúmeras inovações, como a introdução dos pneus a ar. A bicicleta tornou-se assim num veículo cada vez mais popular até aos dias de hoje, onde é possível observar vários estilos de bicicletas específicas para cada atividade.



Figura 16 - MacMillan e um dos seus modelos.



Figura 17 - Bicicleta fabricada por MacMillan - Modelo 1860.



Figura 18 - Ernest Michaux e Michaudine velocípede.



Figura 19 – Rodas de raios com diâmetro maior (Rauck, 1981).

3.4. A bicicleta na Infância



Figura 20 - Bicicleta, com sidecar.

De acordo com Bird (2011), os automóveis começam a ganhar espaço a partir dos anos 1920 e os fabricantes de bicicletas começam a dirigir-se para um novo público: as crianças. As bicicletas para crianças (figura 20) começam a surgir em 1820.

A produção em massa deste tipo de bicicleta começou com Schwinn e Huffy após a Segunda Guerra Mundial, sendo que a primeira bicicleta com rodas traseiras foi desenvolvida pela Huffy em 1949 (figura 21). Os modelos passam a ser cada vez mais ostentosos e chamativos (figura 25) (Whitt et al., 2004).



Figura 21 - Folheto promocional da Bicicleta Infantil Huffy.



Figura 25 - Bicicleta para criança 1925.

Atualmente, pode-se dividir as bicicletas infantis em três tipos: as bicicletas sem pedais (de equilíbrio), as bicicletas com rodas de apoio e as bicicletas de passeio.

- **Bicicletas de equilíbrio**

A idade mais indicada para uma criança começar a utilizar uma bicicleta sem pedais situa-se entre os 2 e os 4 anos de idade. Estas bicicletas não têm pedais (figura 22), ou seja, o movimento é dado pelo impulso que a criança faz com os pés no chão. Este tipo de bicicleta permite que a criança aprenda a virar, a travar e a equilibrar-se durante o movimento da bicicleta. O principal objetivo deste produto é fazer a criança sentir-se mais segura ao conseguir colocar os dois pés no chão, com os joelhos ligeiramente refletidos.



Figura 22 - Bicicleta de equilíbrio.

- **Bicicletas com rodas de apoio**

As bicicletas com rodas de apoio, são um pouco maiores que os triciclos e que as bicicletas anteriormente referidas. Estas são compostas por duas rodas de apoio (figura 23), que têm como finalidade, que a criança consiga equilibrar-se em cima da bicicleta ao mesmo tempo que pedala e vira de direção.



Figura 23 - Bicicleta com rodas de apoio.

- **Bicicletas de passeio**

Estes géneros de bicicletas foram desenvolvidos, como o próprio nome indica, para serem utilizadas em forma de “passeio” (figura 24), nomeadamente, em vias públicas.



Figura 24 - Bicicletas de passeio.

3.5. Análise de Mercado

Com esta análise, pretende-se avaliar as soluções atuais no mercado. Esta tarefa permite absorver conhecimento mais abrangente sobre a oferta de soluções disponíveis no mercado, nomeadamente materiais, processos, tecnologias e mecanismos que possam de alguma forma contribuir para o desenvolvimento sustentado deste projeto e para que este seja realizado tendo em consideração os parâmetros de qualidade existentes no mercado.

As tabelas 2 e 3 apresentam soluções de bicicletas de equilíbrio infantil presentes no mercado, fazendo referência às características e funcionalidades mais importantes para este tipo de produtos, tais como dimensões, sistemas de ajuste, materiais entre outros.

Tabela 2 - Análise de Mercado Produtos constituídos por materiais poliméricos.









ID	Designação	PVP	Descrição	Ajustes	Ilustração
1	Balance Bike Polisport	70,00€	Roda 10' com Pneu Maciço PP com talco; PA	Assento	
2	B-BIP Bellelli	70,00€	Roda 12' com Pneu Maciço PP com fibra; PA	Assento	
3	ChillaFish	90,00€	Dimensões 800 x 470 x 440 mm Roda 12' com Pneu Maciço PP com fibra; PA	Assento	
4	First Bike	100,00€	Dimensões 870 x 540 x 370 mm Roda 12' com Pneu Maciço PP com fibra	Assento	
5	First Bike	150,00€	Dimensões 870 x 540 x 370 mm Roda 12' com Pneu c/ câmara de ar Versão com travão PP com fibra	Assento	
6	Moto Bike Feber	79,00€	Dimensões 740 x 280 x 515 mm PP; PA	Sem ajustes	
7	Injusa - Jumper	59,99€	Dimensões 760 x 430 x 550 mm Capacete incluído PP; PA	Sem ajustes	

Tabela 3 - Análise de Mercado Produtos constituídos por outros materiais.

ID	Designação	PVP	Descrição	Ajustes	Ilustração
1	Chicco - Bicicleta de Aprendizagem	30,00€	Roda 10' com Pneu Maciço Peso 3,7 kg	Assento	
2	Run Ride B'Twin	50,00€	Dimensões 675 x 400 x 160 mm Roda 10' com Pneu Maciço	Assento Guiador	
3	Run Ride B'Twin Woony	80,00€	Dimensões 675 x 400 x 160 mm Roda 10' com Pneu Maciço Produto descontinuado	Assento Guiador	
4	Puky Ocean Blue	90,00€	Roda 10' com Pneu Maciço Peso 5,2 kg	Assento Guiado	
5	Velobike	90,00€	Roda 12' com Pneu c/ câmara de ar Peso 4 kg	Assento	
6	Training Bike Eurekakids	90,00€	Roda 12' com Pneu Maciço	Assento	
7	Banwood	160,00€	Dimensões 650 x 410 x 200 mm Roda 12' com Pneu c/ câmara de ar	Assento	
8	Bicicleta Kettler	99,99€	Roda 10' com Pneu Maciço	Assento	
9	Wooden Balance Bike	80,00€	Dimensões 830 x 545 x 360 mm Roda 12' com Pneu Maciço	Assento	
10	Bicicleta Baghera	95,00€	Dimensões 830 x 550 x 360 mm Roda 12' com Pneu c/ câmara de ar	Assento	
11	Scooter Janod	90,00 €	Dimensões 830 x 550 x 360 Roda 10' com Pneu Maciço	Sem ajustes	

Para além da elaboração das tabelas, cada um dos produtos foram analisados minuciosamente. Constatou-se que a maioria destes se centram na utilização de materiais robustos, e seguem as mesmas tendências visuais e métodos construtivos das bicicletas convencionais. Por vezes, esta prática, leva a que o conforto e segurança da criança não sejam valorizados.

Verificou-se ainda que nesta tipologia de produtos há uma grande utilização de pneus maciços, desta forma evita-se o risco de furar e minimiza-se possíveis manutenções. Os pneus utilizados são de 10 ou 12 polegadas.

Todos os produtos analisados dispõem pelo menos de um sistema de ajuste, localizado no assento. Esses ajustes em grande parte dos casos necessitam de ferramentas para serem ajustados. Foi ainda identificado como desvantagem nenhum dos modelos analisados dispor de soluções de rebatíveis por forma a facilitar a sua arrumação ou transporte quando não está em uso.

3.6. Exemplos conceptuais

A criatividade humana está relacionada com a necessidade de transcender os limites pré-estabelecidos (Valentim, 2008).

Ainda segundo Valentim (2008) a criatividade, é essencial para a inovação, permitindo gerar alternativas adequadas ao que se quer melhorar ou solucionar. Possibilita um novo olhar para uma questão. Exercita a percepção, ampliando as possibilidades para a resolução de problemas.

Deste modo os estudos conceptuais são exemplos de criatividade e inovação. Estes provocam uma forte contribuição para pesquisas de mercado, apontando as necessidades de melhoria, lacunas e mesmo as tendências de investigação na área (Vosgerau et al., 2014).

FLIZ Concept (figura 26) é um conceito que tem por base o primeiro conceito de bicicleta, inspirado na Laufmaschine (figura 11) do alemão de Karlsruhe, Karl Friedrich Drais von Sauerbronn. O utilizador fica suspenso no quadro e o movimento é dado pelo impulso dos pés.

A BASF, empresa química, desenvolveu o conceito 1865 (figura 27), número que corresponde ao ano de fundação da empresa. Esta bicicleta é elétrica e utiliza 24 polímeros da gama da empresa (anexo 1). O conceito adapta o design da figura 18 à atualidade. E demonstra que na atualidade é possível existir bicicletas totalmente poliméricas.

O conceito desenvolvido pela empresa Polisport, Balance Bike (figura 28), distingue-se pelas suas rodas sem cubo central, que ostenta um design minimalista e enfatiza a usabilidade e defende a simplicidade e clareza (anexo 2).



Figura 26 - FLIZ Concept.



Figura 27 - Concept 1865.



Figura 28 - Conceito Balance Bike – Polisport.



Figura 29 – Hubless Wheel.

Segundo Ghosh et al. (2017) a roda sem eixo (hubless) é uma roda futurista que elimina as limitações de qualquer veículo motorizado por rodas com cubo convencional. A remoção do cubo e raios aumenta a segurança e a ausência de componentes complexos torna o design mais atrativo.

Em 1989, Franco Sbarro (figura 29) apresentou a Hubless Wheel (figura 30): roda sem eixo. Esta invenção (anexo 3) da roda sem eixo permite apoiar o veículo no ponto mais baixo. O centro de gravidade é mais baixo e garante melhor aderência.



Figura 30 - Franco Sbarro com uma versão da Hubless Wheel



Figura 31 - TRON Legacy.

O conceito Light Cycle (figura 31), desenvolvido para o filme TRON Legacy, destaca-se pela luz que existe ao redor do veículo. Neste conceito ambas as rodas não têm eixo central. O designer de produção do filme Darren Gilford (2010) em entrevista revela que o veículo não teve em conta as limitações de engenharia e os requisitos para a estrada.



Figura 32 - RMK E2 Hub-less Electric Motorcycle.

Em 2019 a RMK Vehicle Corporation apresentou um modelo com roda sem cubo (figura 32). O E2 Hub-less Electric Motorcycle irá ser comercializado, encontra-se atualmente em fase de testes. Neste conceito, o motor elétrico está incorporado na roda. O produto torna-se mais seguro, ficando também com mais espaço para acondicionar baterias.

O conceito Cyclotron Bike (figura 33) utiliza o mesmo sistema, os inventores propõem ainda que o utilizador faça uso do espaço interior das rodas para transporte de pequenos objetos.



Figura 33 - Cyclotron Bike.

A roda sem eixo proporciona uma estética intrigante, e é perfeitamente compatível com este trabalho. Esta solução permite gerar um novo compromisso com a segurança, qualidade e acessibilidade, sendo ainda mais relevantes para o público infantil.

3.7. Processo de moldação por injeção

O sector das bicicletas já utiliza componentes poliméricos, no entanto ainda está distante das suas potencialidades de utilização. Na atualidade, os plásticos surgem como alternativa válida aos materiais metálicos. Em indústrias como a aeronáutica e a automóvel estes materiais encontram-se amplamente implementados (Whitt et al., 2004).

Esta tecnologia mundialmente consome aproximadamente 32% de todo o material polimérico produzido (Rosato et al., 2000). Este processo de fabrico é também adotado pela Polisport Plásticos, deste modo será o processo a ser utilizado no produto a ser desenvolvido.

De acordo com Kamal et al. (2009) é dos processos mais versáteis na produção de peças poliméricas, sendo possível obter componentes com geometrias complexas de diferentes formas, tamanhos e dimensões. O processo é cíclico e garante boa estabilidade dimensional, capaz de cumprir com tolerâncias exigentes (Cunha et al., 2003).

A moldação por injeção de materiais poliméricos aditivados com cargas é uma tecnologia com grande potencial, pois permite a produção massificada de estruturas com formas orgânicas a um baixo custo.

As máquinas de injeção (figura 34) diferenciam-se pelo tamanho dos pratos de aperto dos moldes, força máxima de fecho e na dosagem de material a injetar.

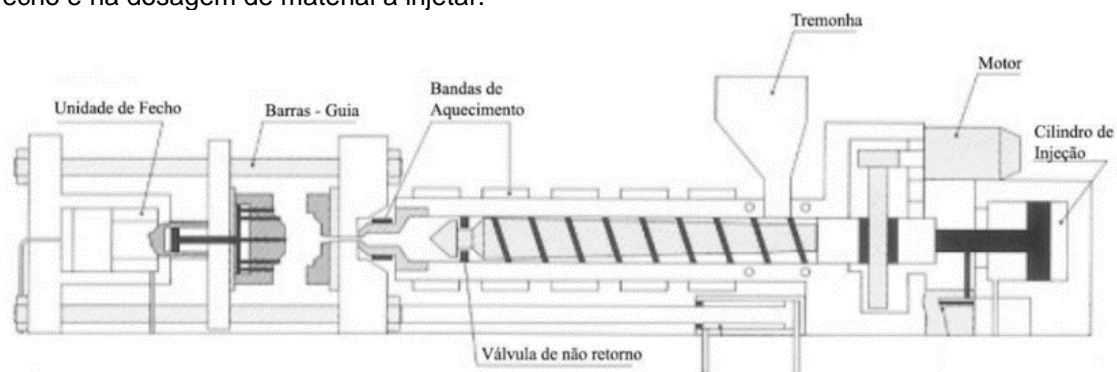


Figura 34 - Máquina de Injeção (fonte: Cunha et al.,2003).

Segundo Neto (2014) o ciclo do processo de moldação por injeção tem cinco fases: a plasticização, a injeção, a compactação, o arrefecimento e a extração do produto.

A plasticização dá-se com o aquecimento do polímero até ao ponto de fusão, preparando-o para a fase seguinte. A injeção desloca o polímero fundido, que se encontra sob pressão, para o molde. Assim que o enchimento da cavidade esteja completo, ocorre a compactação que mantém o polímero sob pressão para compensar a contração do polímero durante a solidificação. O arrefecimento reduz a temperatura da peça produzida para que seja possível a sua extração. Por último, o molde é aberto para que o produto final seja extraído.

Na figura 35 é possível observar as principais fases do ciclo de moldação:

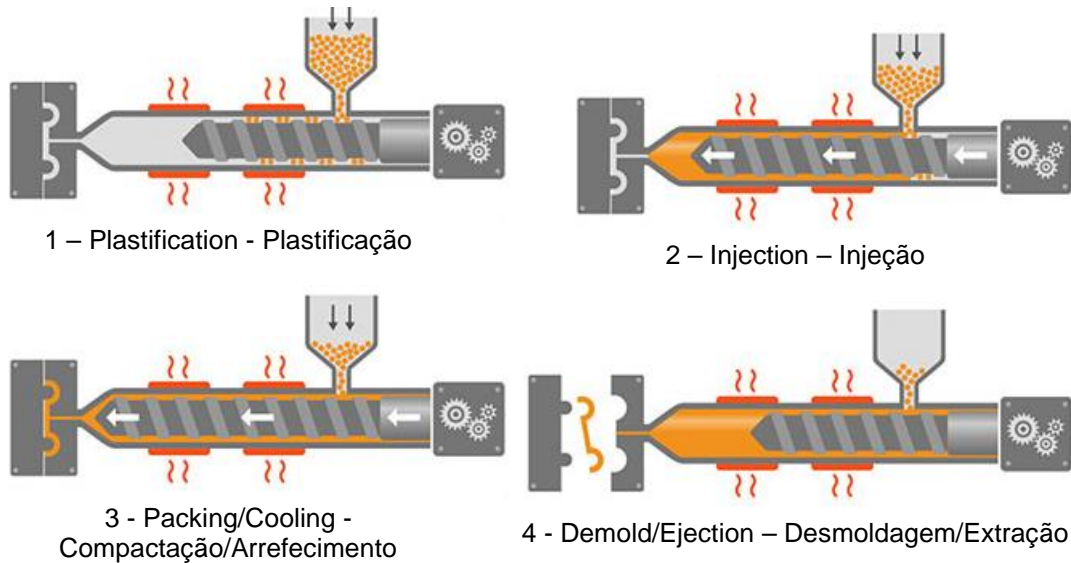


Figura 35 – Ciclo do processo de moldação por injeção.

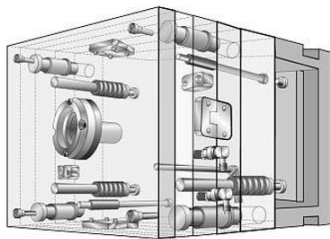


Figura 36 - Molde de injeção (fonte: Campo, 2006).

Este processo recorre à utilização de um molde (figura 36), com capacidade de produzir grandes volumes de peças de geometrias complexas, com elevada cadência, de forma automática, boa precisão dimensional, com a textura desejada e sem necessidade de acabamentos a posteriori (Matos, 2016).

Segundo Cruz (2002) de modo geral os moldes dispõem de um sistema de refrigeração nas cavidades e machos para o molde manter uma temperatura fria em comparação com o material polímero a ser injetado. Existe também o sistema de extração que facilita a remoção da peça. Desta forma, é possível automatizar o ciclo do molde, após a extração, o molde é fechado para dar início a um novo ciclo.

Os plásticos mais usados neste processo de fabrico são Polipropileno (PP), Polietileno (PE), Poliamida (PA), Policarbonato (PC), Polióxido de Metileno (POM) e Poliestireno (PS). De acordo com Matos (2016) são várias as áreas de aplicação, a escolha do polímero é feita com base nas suas características, tais como a resistência mecânica, comportamento a temperaturas altas ou opacidade.

Os PP, PE, PA são dos mais utilizados na indústria automóvel devido à sua resistência mecânica, baixo peso e resistência química. O PC, devido ao facto de ser amorfo e com capacidade de resistir ao impacto, utiliza-se em materiais de proteção, tais como faróis, escudos e capacetes. O POM, é utilizado em componentes técnicos onde as propriedades mecânicas conferem uma vantagem relativamente a outros plásticos. O PS é um termoplástico de fácil moldabilidade e flexibilidade sob ação do calor, o que faz com que os PS sejam usados em embalagens e outros componentes de uso doméstico (Matos, 2016).

3.8. Otimização da forma para injeção

A área de moldação é definida por um espaço vazio obtido através da combinação entre os elementos moldantes, tais como a cavidade, macho, posições, entre outros que formam um volume para depois ser preenchido pelo material polimérico durante a injeção (figura 38) (Kazmer, 2007). Estes elementos são criados a partir de dois blocos divididos por uma junção da peça com as superfícies de partição, dando origem à cavidade e macho (figura 37).

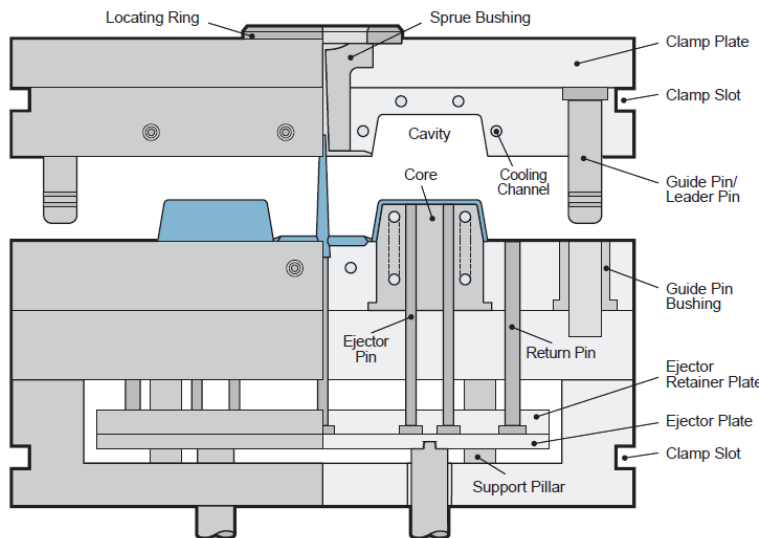


Figura 37 - Meio-corte de um molde (cavidade e macho) com duas peças/cavidades (fonte: Covestro, 2015).

De acordo com (Cunha et al., 2003) o material polimérico fundido começa por entrar no molde, através do jito, seguidamente passa pelos canais de alimentação até chegar a zona de ataque ou ponto de injeção da peça. Quando um molde tem mais que uma cavidade, o seu canal deve ter em consideração o seu balanceamento, uma vez que nem sempre as peças têm as mesmas dimensões (figura 39).

Existem vários problemas que poderão surgir ao longo do processo de injeção. No entanto o desenho da peça é dos fatores mais relevante para o correto funcionamento do molde.

Para se conseguir obter bons resultados na peça, os componentes a ser moldados na injeção devem ser sempre otimizados para espessuras constantes, como se pode ver na figura 40.

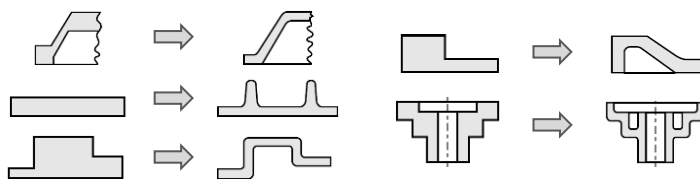


Figura 40 - Otimização de espessuras (fonte: Campo, 2006).

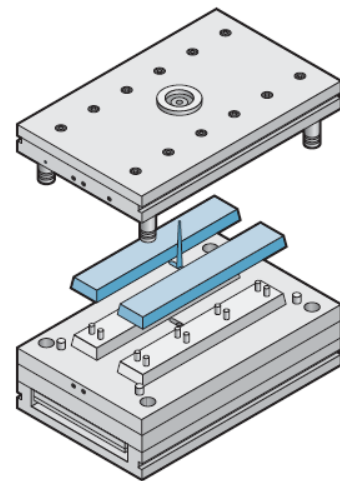


Figura 38 - Molde (cavidade e macho) com duas cavidades (fonte: Covestro, 2015).

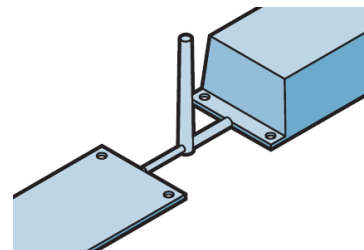


Figura 39 - Redução de diâmetro do canal de alimentação da peça mais reduzida (fonte: Covestro, 2015).

As peças devem ter sempre um ângulo de saída (figura 41) no sentido de desmoldagem, sendo este passo essencial para permitir a sua extração do molde.

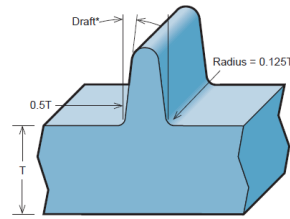


Figura 41 - Diretrizes para ângulos de saída.

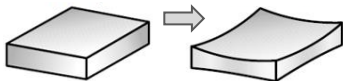


Figura 42 - Contração de paredes com demasiada espessura (fonte: Campo, 2006).

Segundo Campo (2006), a espessura da parede influencia muito as características da peça. Normalmente é estabelecido um equilíbrio entre desempenho mecânico, aparência, custo. As paredes devem ser uniformes ao longo da peça. Paredes com grandes espessuras podem causar deformações e problemas de controle dimensional. Na figura 42, verifica-se que paredes com demasiada espessura, provocam uma retração interna originando empenos e marcas na superfície.

Como o material polimérico é injetado no molde a uma temperatura elevada. As temperaturas frias nas cavidades do molde causam o arrefecimento, provocando contração no material (figura 45).

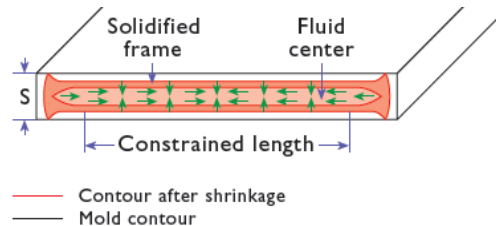


Figura 45 – Contração de Material após o arrefecimento (Covestro, 2016).

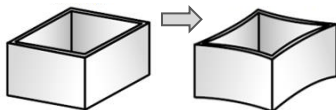


Figura 43 - Consequência de paredes com cantos perpendiculares (fonte: Campo, 2006).

Paredes com cantos perpendiculares devem ser evitadas, uma vez que provocam variações na contração, causando deformação nas paredes, e concentração de tensões nesses pontos (figura 43).

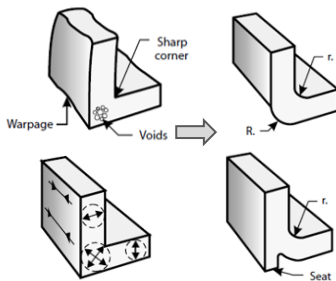


Figura 44 – Otimização de forma com adição de raios ao longo da peça (fonte: Campo, 2006).

Para serem evitados estes problemas, as paredes devem ser uniformes e finas. Devem ser sempre considerados raios ao longo da peça (figura 44). As formas das superfícies não devem ser completamente planas, conforme se pode ver na figura 46, é recomendado considerar uma pequena curva nas paredes laterais para compensar o empeno.

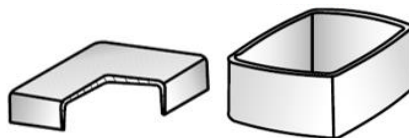


Figura 46 – Otimização de geometrias para facilitar a desmoldagem (Campo, 2006).

Durante a fase de contração, as paredes externas da peça encolhem da cavidade do molde, enquanto que as paredes internas encolhem em torno da superfície do núcleo. Desta forma, paredes externas exigem ângulos de inclinação menores do que paredes internas (figura 47) (Campo, 2006).

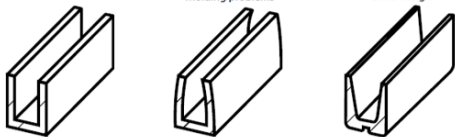


Figura 47 - Paredes sem ângulo de saída e respetiva geometria recomendada (fonte: Campo, 2006).

As peças devem ter raio externo e raio interno de forma a manter a espessura das paredes constantes (figura 49). À medida que aumentamos os valores do raio, minimizamos possíveis diferenças entre as paredes.

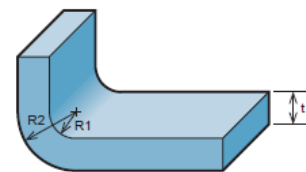


Figura 49 – Raio exterior e interior (fonte: Covestro, 2015).

Segundo Campo (2006) para garantir uma maior resistência, é recomendada a utilização de nervuras ao longo da peça. Essas nervuras devem seguir os critérios indicados na figura 50. Se as nervuras forem muito espessas, causam problemas estéticos como marcas e chupados na superfície oposta ao reforço (figura 51).

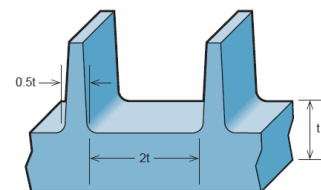


Figura 50 – Diretrizes para Nervuras (fonte: Covestro, 2015).

De acordo com Covestro (2015), muitas vezes é necessário variar espessuras das paredes de forma a melhorar o fluxo do material durante o enchimento da peça, conforme os dois exemplos da figura 48. É, por isso, necessário criar transições de espessuras para minimizar problemas referenciados anteriormente (figura 52).

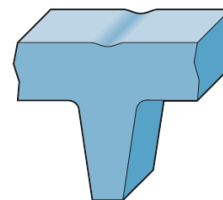


Figura 51 – Nervura volumosa origina chupados na face oposta (fonte: Covestro, 2015).

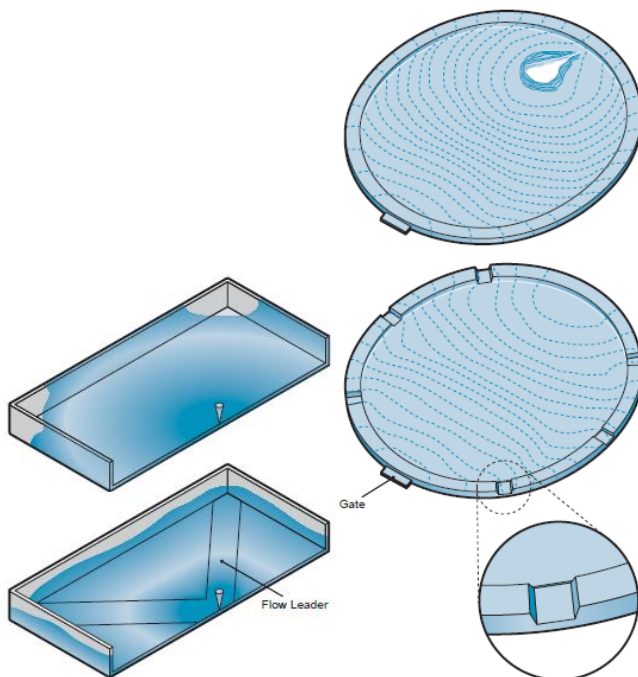


Figura 48 – Variação de espessuras para direcionar e limitar o fluxo de enchimento do material (fonte: Covestro, 2015).

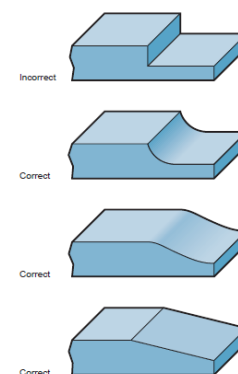


Figura 52 - Transições de espessuras (fonte: Covestro, 2015).

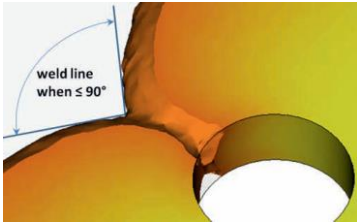


Figura 53 - Linha de união/soldadura numa peça injetada (Covestro, 2016).

As linhas de união e de soldadura são defeitos na superfície da peça que surgem devido ao enchimento do polímero quando as frentes de fluxo se juntam (figura 53). Isso normalmente acontece quando existem furos na peça. Caso não seja possível remover os furos, deve-se posicioná-los em áreas menos sensíveis (Covestro, 2016).

As contra saídas na peça obrigam a utilização de movimentos para permitir desmoldar a peça. É necessário adicionar elementos móveis e a complexidade do molde aumenta, sendo preciso mais tempo de maquinação, tratamentos térmicos e ajustes aumentando também o custo do respetivo molde. As linhas de ajuste dos movimentos ficam visíveis na peça. Deste modo, sempre que for possível, deve-se simplificar as peças (figura 54), para reduzir o custo e complexidade de construção do molde (Lanxess, 2007).

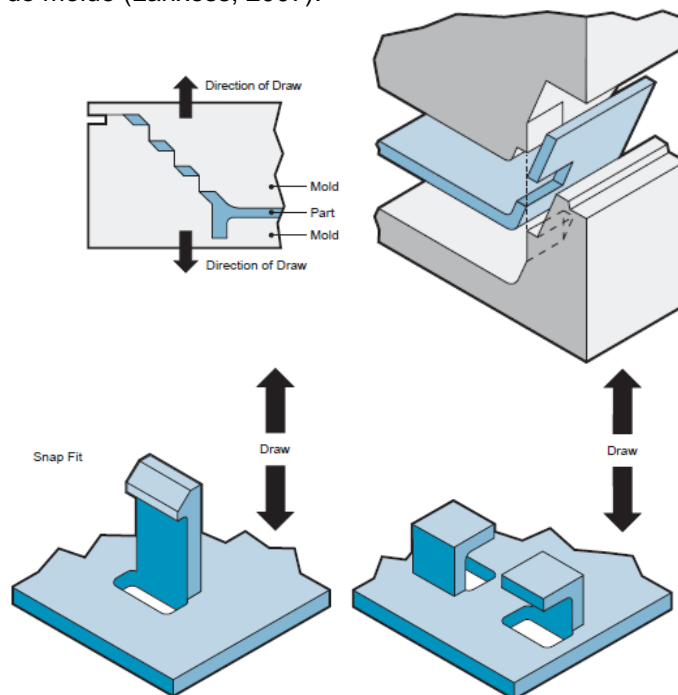


Figura 54 - Simplificação das peças para evitar movimentos (fonte: Covestro, 2015).

As Snap Fits (figura 55 e 56) são mecanismos de encaixe rápidos, simples e económicos para juntar dois componentes diferentes. Estes tipos de encaixe têm como função juntar elementos comuns através de uma saliência, como um gancho, perno em que é desviado durante a operação de montagem. Após a operação de montagem, o encaixe deve retornar a sua posição inicial. Os encaixes podem ser separáveis ou inseparáveis dependendo aplicação (Covestro, 2016).



Figura 55 - Exemplos de Snap Fits (fonte: Covestro, 2015).

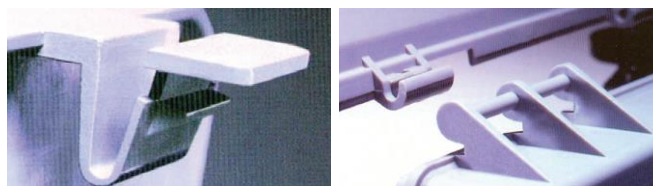


Figura 56 – Exemplos de Snap Fits (fonte: Covestro, 2015).

Os apoios habitualmente têm formas cilíndricas com furos, são implementados na peça para alojar parafusos, insertos roscados, entre outros (figura 58). Quando se pretende colocar estas estruturas junto à parede da peça, deve-se evitar o contacto, uma vez que irá gerar secções com mais espessuras, e conseqüentemente origina chupados (figura 57) (Lanxess, 2007).

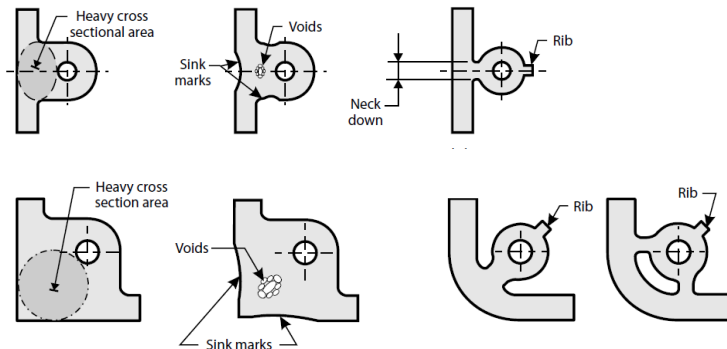


Figura 57 - Exemplos de apoios e otimização da forma (fonte: Campo, 2006)

Ao analisar-se todos estes fatores, verifica-se que as peças acabam por se tornar complexas e com aspeto visual muito técnico. Torna-se necessário utilizar geometrias que possibilitem ocultar todo este detalhe. Nas figuras 59 e 60, verifica-se que a forma em U encobre todo o detalhe interior. A forma já garante uma resistência primária e rigidez. No entanto as nervuras diagonais aumentam a sua eficácia (figura 61).

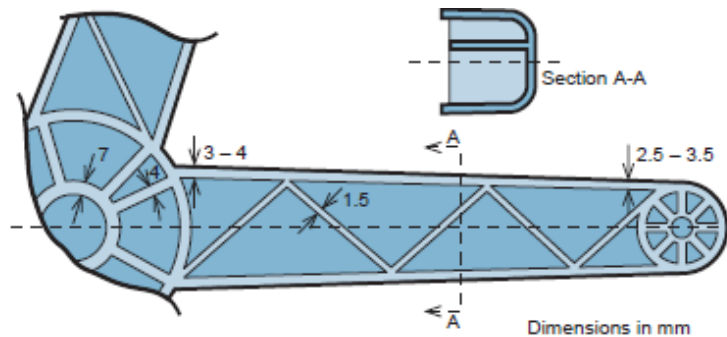


Figura 59 - Forma em U e respetivas espessuras (fonte: Covestro, 2015).

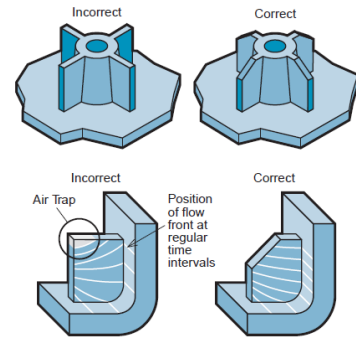


Figura 58 - Apoios com nervuras de suporte (fonte: Covestro, 2015).

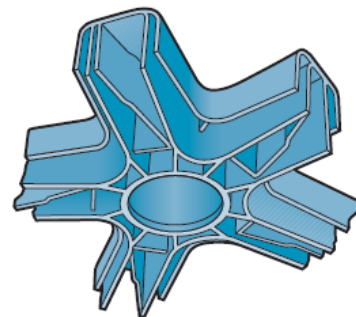


Figura 60 - Forma em U interior (fonte: Covestro, 2015).

Assim, durante o processo de detalhe é necessário ter em conta os pontos seguintes:

- Propriedades do material a utilizar;
- Evitar paredes com espessuras elevadas;
- Espessuras serem uniformes e simétricas;
- Ter sempre raios ao longo da peça;
- Utilizar nervuras estruturais;
- Evitar geometrias difíceis de moldar;
- Ângulos de saída nas paredes.



Figura 61 - Forma em U exterior.

3.9. Design for Assembly

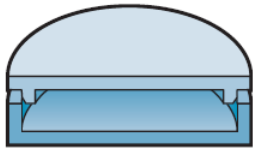


Figura 62 – Paredes de orientação (fonte: Covestro, 2015).

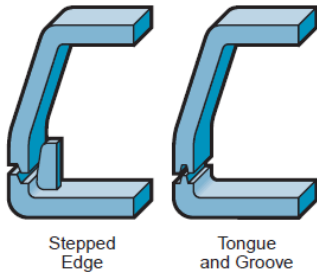


Figura 63 – B-BIP em contexto de uso (fonte: Covestro, 2015).

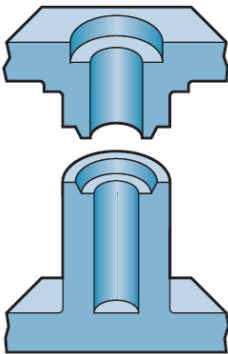


Figura 64 – B-BIP em contexto de uso (fonte: Covestro, 2015).



Figura 66 - Jante e Pneu da B-BIP.

No que diz respeito à montagem de componentes, as paredes dos corpos, podem deformar com o processo de moldação ou por excesso de carga, provocando um desalinhamento na montagem do produto. Assim é importante criar uma parede de orientação, para facilitar a montagem e restringir as paredes de se deslocarem noutras direções (figura 62, 63 e 64) (Covestro, 2015).

Elaborou-se uma análise detalhada ao produto B-BIP (tabela 2, ID 2) dado ser um produto fabricado em plástico com o quadro dividido em duas partes. Para isso foi desmontado cada um dos seus componentes.

Após desmontar a roda frontal (figura 65), verifica-se que são utilizados dois rolamentos na jante. O pneu, é maciço e composto por uma espuma (figura 66). Em relação ao ajuste do assento, este é regulável através de um sistema de bloqueio (figura 67). O guiador é uma peça única e não inclui nenhum ajuste (figura 68). Por último o quadro é dividido em duas peças, sendo todo o seu interior reforçado com nervuras (figura 69).



Figura 65 - B-BIP desmontagem da roda.



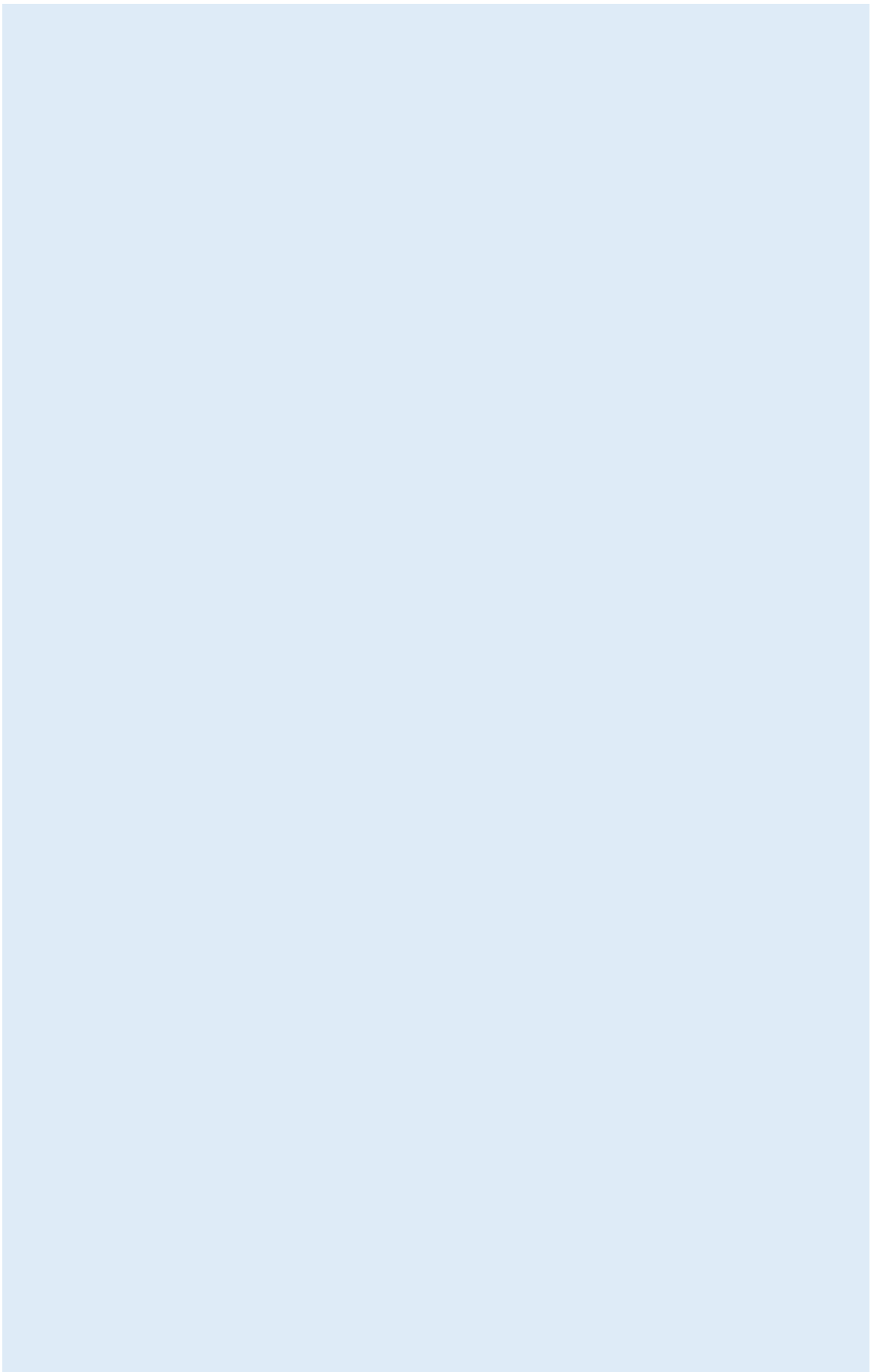
Figura 67 - Assento da B-BIP.



Figura 68 - Guiador da B-BIP.



Figura 69 - B-BIP desmontagem do quadro.



Capítulo IV – Projeto

4. Capítulo IV – Projeto

Para a concretização do projeto, é tida por base a metodologia de Ulrich e Eppinger (2012), em que são definidas várias fases no processo de desenvolvimento de um produto, como se pode verificar na figura 70.

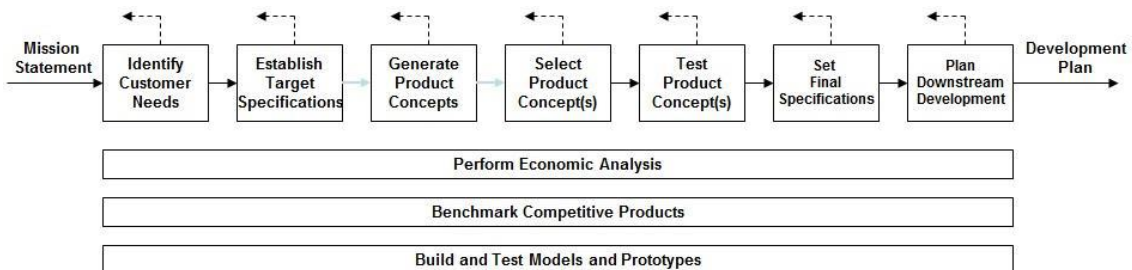


Figura 70 - Fases de Desenvolvimento de Produto segundo Ulrich e Eppinger (2012).

Deste modo e com o objetivo de ter uma maior dedicação a fase final do projeto, nomeadamente na adequação ao fabrico, simplifica-se este modelo em três fases principais:

1. Definição e identificação das necessidades

Nesta fase, é elaborado um briefing com a descrição do produto e são identificadas as necessidades do utilizador para posteriormente serem transformadas em requisitos para o produto.

2. Geração de conceitos

Esta fase dedica-se a arquitetura do produto, onde são explorados conceitos de forma a responderem aos requisitos impostos.

3. Detalhe de conceito

Nesta fase, todas as geometrias são detalhadas de forma adequar a injeção de polímeros e a assegurar a sua montagem e funcionalidade.

4.1. Definição e identificação das necessidades

Neste projeto, o mercado alvo está desde logo definido, por se tratar de um desenvolvimento de produto infantil, mas tendo em consideração a informação recolhida nos capítulos dois e três, a bicicleta de equilíbrio a ser desenvolvida deverá ser direcionada para crianças com idades compreendidas entre os 2 anos de idade, e os 6 anos de idade, pois a partir desta idade a criança já tem aptidão para utilizar equipamentos de maior dimensão.

Assim, em conjunto com a empresa, foi elaborado um briefing para o projeto:

Descrição do produto:

Veículo infantil de duas rodas: Bicicleta de equilíbrio infantil.

Objetivos Estratégicos:

Obter uma solução para incorporar no portfólio da Polisport;
Contribuir para a autonomia motora;
Contribuir para o desenvolvimento saudável;
Contribuir para hábitos de vida saudáveis;
Inovar na diversidade de oferta de soluções.

Mercado-Alvo:

Crianças dos 2 aos 6 anos de idade;
Utilizadores na União Europeia.

Pressupostos e Restrições:

Fabricado através de injeção de polímeros;
Cumprimento das normas aplicadas ao setor;
Adequado ao ambiente de utilização;
Ergonómico;
Leve;
Rebatível;
Inclusivo.

Stakeholders:

Fabricantes de Injeção de Plástico;
Fabricantes de Moldes de Injeção de Plástico;
Fornecedores e componentes normalizados;
Cadeias de distribuição e vendas / serviço pós-venda.



Figura 71 – Utilizadores de bicicleta de equilíbrio (fonte: Polisport).

O processo de identificação de necessidades é dinâmico e evolutivo, deve basear-se num modelo estruturado para que todos os aspetos subjacentes ao desenvolvimento do produto sejam tidos em consideração. O primeiro passo para um adequado levantamento de necessidades, passa pela identificação concreta e detalhada dos tipos de público e de mercado para os quais o produto será desenvolvido (Ulrich et al., 2012).

Assim nesta fase, é importante analisar e estabelecer o comportamento do utilizador que constitui o segmento de mercado (figura 71).

Em conjunto com a empresa Polisport, estabeleceu-se os seguintes requisitos a ter em consideração:

1. Conforto;
2. Adaptabilidade;
3. Portabilidade;
4. Estabilidade;
5. Limpeza;
6. Durabilidade;
7. Fiabilidade;
8. Manobrabilidade;
9. Segurança.

Para ser possível ter uma visão mais abrangente do projeto, foi ainda realizado um mind map (figura 72) com objetivo de representar as principais palavras-chave do produto e ver estas se interligam.

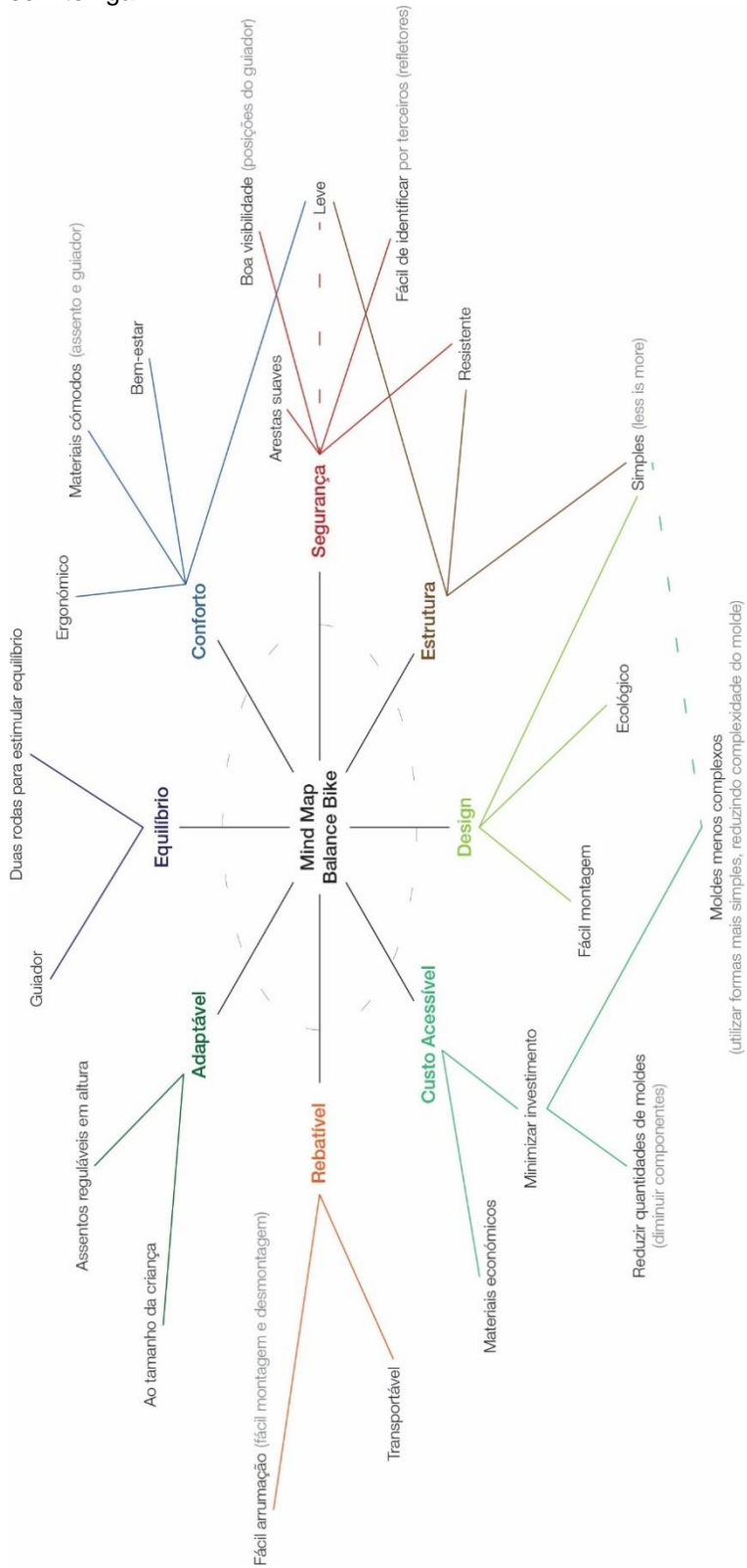


Figura 72 - Mind map da Balance Bike.

4.2. Geração de Conceitos



Figura 73 - Concept Bike Levitation.



Figura 74 - Bicycle concept HMK 561.

Conforme já foi referido no início do capítulo, nesta fase, ocorre a exploração de conceitos. Opta-se por utilizar a abordagem de Ulrich et al. (2012) que defendem a decomposição do produto por grupos funcionais. Tornou-se assim necessário decompor o produto em subconjuntos, nomeadamente quadro e rodas.

Quadro

Segundo o artigo de Arola et al. (1999) que aborda o design dos novos quadros de bicicleta, conclui-se que geralmente o design dos quadros são motivados pelo peso, rigidez e conforto do utilizador. Nas figuras 73 e 74 é possível ver dois conceitos díspares com pretensão de minimizar peso. Calfee et al. (2002) reforçam que o quadro de bicicleta deve-se ajustar às dimensões antropométricas do ciclista e ser o mais leve possível. Os polímeros, são por isso, uma boa escolha devido às suas baixas densidades.

Procedeu-se assim, à exploração da forma do quadro (figura 75) que é por isso o principal componente da bicicleta, definindo o modelo na sua plenitude.

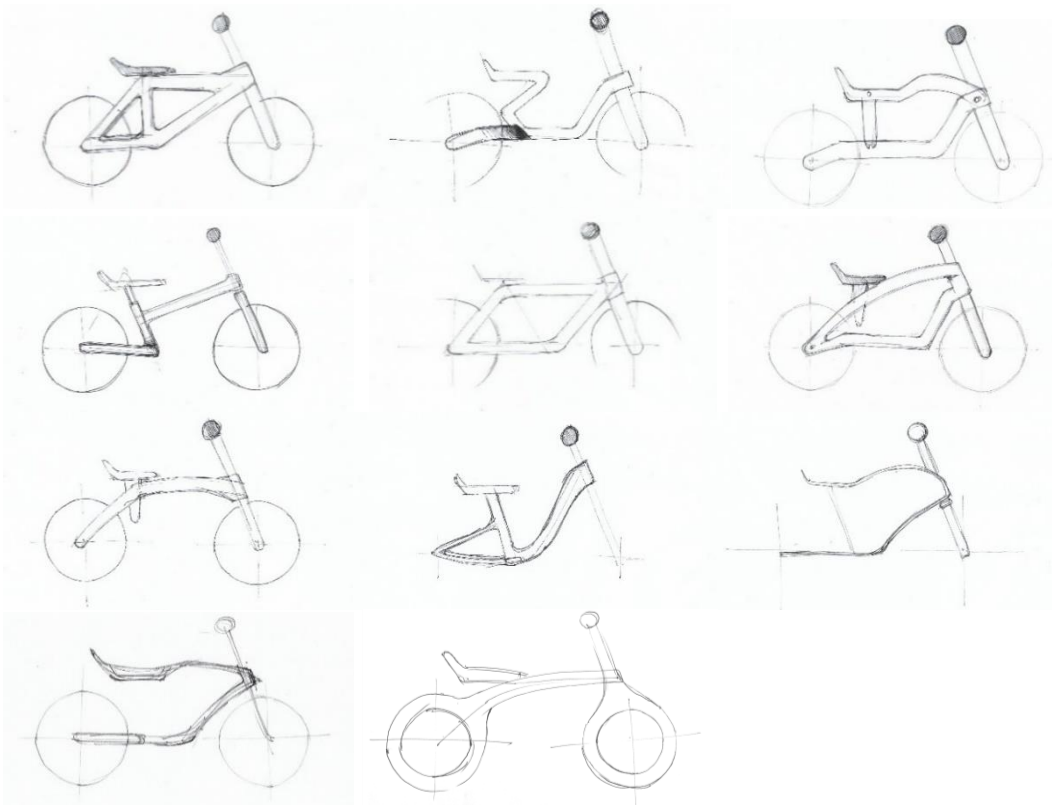


Figura 75 - Esquços de desenvolvimento.

Roda

Na Europa, as dimensões das rodas são estabelecidas pela ISO (International Standard Organization) e regulamentadas pela ETRTO (European Tyre and Rim Technical Organization).

A roda é um dos elementos que garante o bom funcionamento da bicicleta. Ao analisar o estado da arte, verifica-se que este componente raramente se diferencia nos diversos modelos, sendo composto por aros metálicos, raios, cubos e pneu com respetiva câmara de ar.

A roda do futuro será certamente diferente do que conhecemos hoje, conforme podemos observar nas figuras 76, 77 e 78. Deste modo, é pertinente explorar soluções diferenciadoras.

Na empresa Polisport, foi desenvolvido um sistema que garante uma maior segurança ao utilizador porque a roda está isolada. O sistema tem duas versões:

A versão 1, apresenta os eixos das rodas descentralizados, onde deixa de existir a convencional roda com jante. Na figura 79, pode-se verificar que os eixos com rolamentos (3) descentralizados são fixos ao quadro (1) da bicicleta. O aro (2) é uma peça rígida que garante a não deformação da roda. O pneu (4) fica em contacto com o piso. Quando propulsionado pelo esforço humano o pneu (4) e o aro (2) entram em rotação.

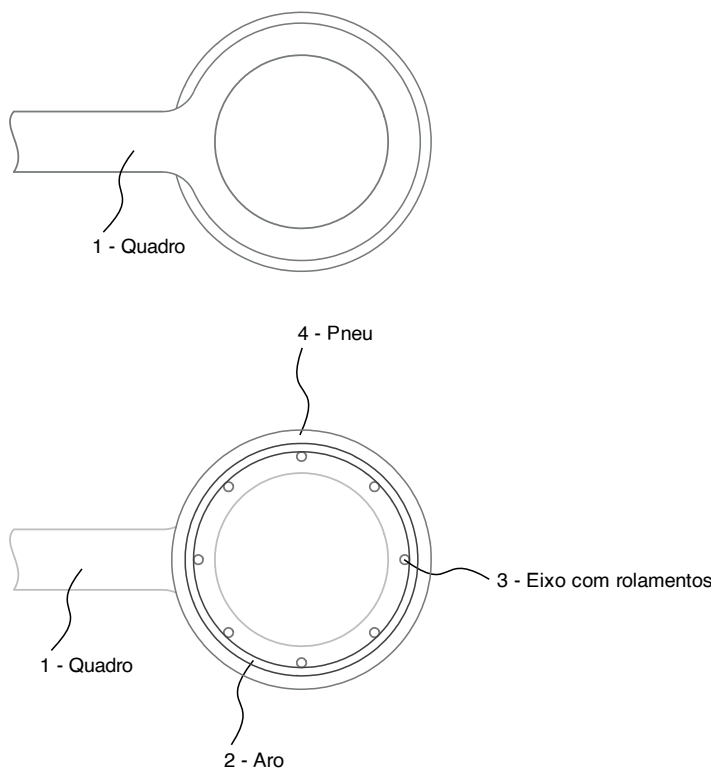


Figura 79 – Versão 1 - Funcionamento da roda livre.



Figura 76 – Hankook Revolution of Sport tire.



Figura 77 – Conceito Goodwear Aero.



Figura 78 - Conceito Fexup Hankook.

A versão 2 desta solução (figura 80), apresenta um modelo convertível em bicicleta, em que os pontos (1), (2) e (3) são semelhantes ao anterior. No entanto o pneu (4) é simultaneamente uma correia dentada que distribui o movimento para o eixo pedaleiro (5). O pneu (4) fica em contacto com o piso. Quando o eixo pedaleiro é impulsionado, o pneu (4) e o aro (2) entram em movimento.

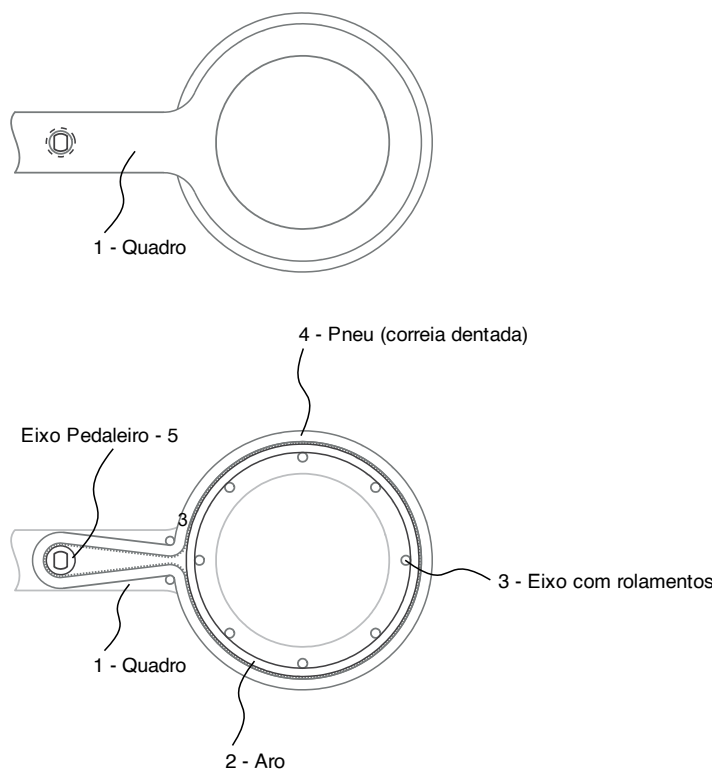


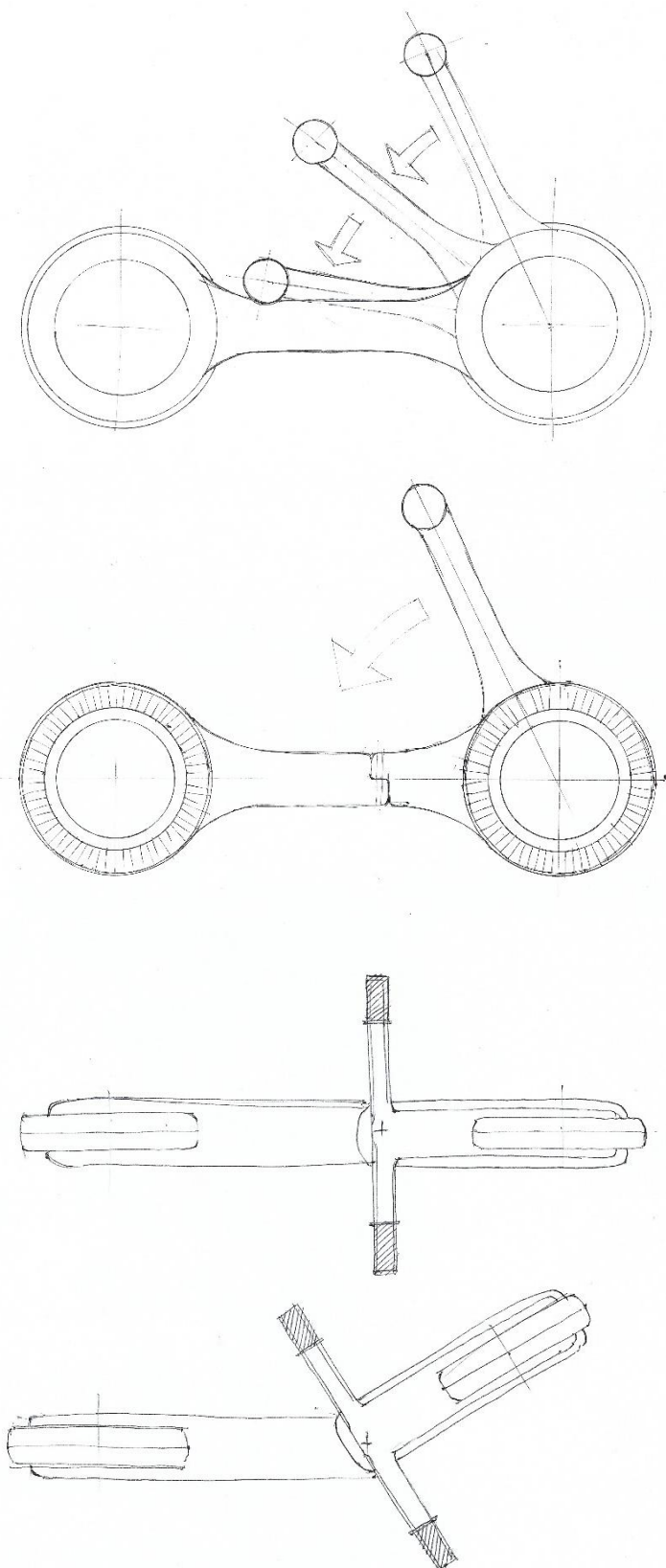
Figura 80 – Versão 2 - Funcionamento da roda com eixo pedaleiro.

Apesar da versão 2 ser mais completa, a mesma apresenta algumas desvantagens para este projeto:

- O público-alvo definido para o projeto ainda não está apto para utilizar uma bicicleta com pedais;
- Tornar este produto numa bicicleta infantil implica o cumprimento da ISO 8098 - Cycles - Safety requirements for bicycles for young children;
- A estrutura do produto seria maior e provocaria um aumento no custo do produto.

Assim, após a comparação das duas versões anteriormente mencionadas, será utilizada a versão 1 para o projeto.

4.3. Conceito selecionado



O conceito proposto (figura 81) consiste numa estrutura adequada ao publico infantil, diferenciando-se assim de outros modelos já existentes.

Este conceito procura instigar uma maior confiança, ao proporcionar maior o conforto e segurança, através da ocultação e eliminação de elementos da roda.

É possível adequar o modelo às diferentes idades, com ajustes no assento e guiador. O rebatimento do produto permite reduzir o seu volume quando não está em uso, assegurando uma maior portabilidade.

Figura 81 – Conceito selecionado.

Elaborou-se o diagrama de componentes do conceito seleccionado (figura 82), onde são identificados os elementos físicos dos respetivos componentes que são necessários para o produto garantir a sua função.

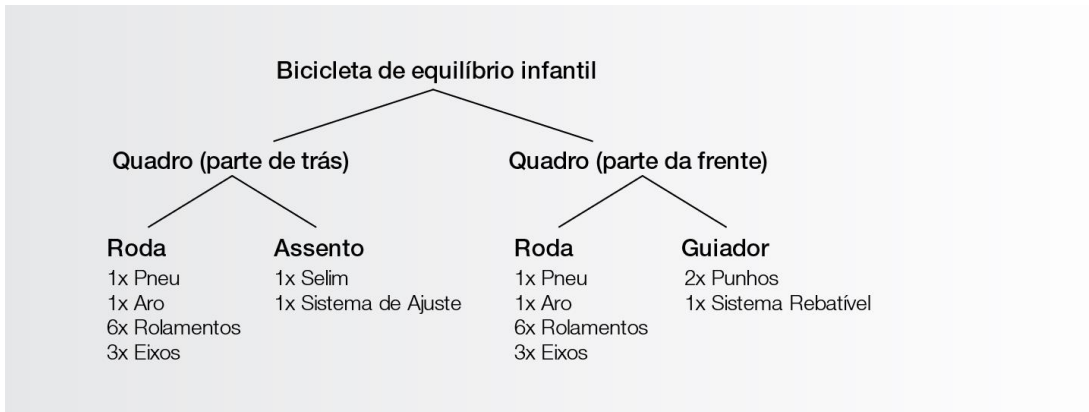


Figura 82 – Diagrama de componentes.



Figura 83 - Desenho 1:1 com criança de 2 anos.



Figura 84 - Desenho 1:1 com criança de 6 anos.

Posteriormente, tendo em consideração a informação recolhida no Capítulo II, acerca do desenvolvimento infantil, foi elaborado um estudo antropométrico à escala 1:1.

Preparou-se dois modelos à escala real de crianças com a idade mínima de utilização, 2 anos (figura 83) e a idade máxima de utilização, 6 anos (figura 84) conforme os limites de idades definidos no briefing inicial.

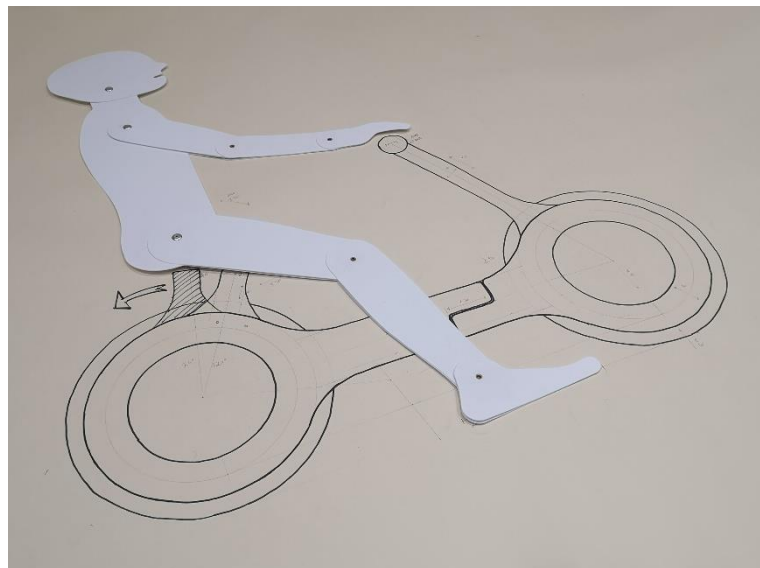


Figura 85 - Desenho escala 1:1.

Desta forma, foi possível realizar uma análise ergonómica com o objetivo de adequar o conceito ao público-alvo e garantir um maior conforto. Através dos desenhos elaborados (figura 85), retirou-se dimensões e outras particularidades importantes para o processo de detalhe.

A figura 86 apresenta as dimensões gerais da proposta. Foram inseridas as vistas do produto rebatido para ser possível comparar os volumes do produto em contexto de utilização e em modo repouso para transporte ou arrumação.

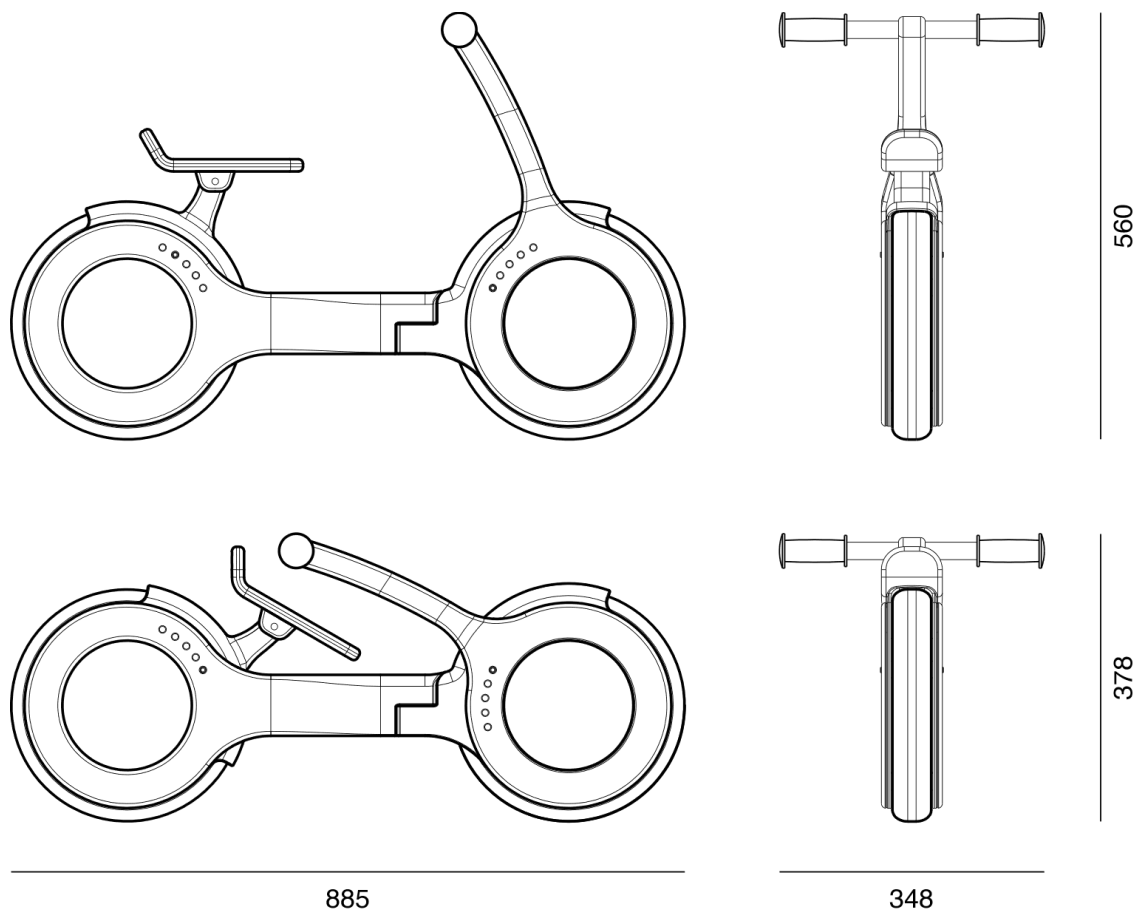


Figura 86 - Dimensões gerais do conceito seleccionado em milímetros.

Com o objetivo de proporcionar uma maior proteção à criança, procurou-se isolar o acesso a elementos que possam causar dano ao utilizador. Verificou-se que o eixo de direção convencional estava exposto (figura 87), a solução passou por posicionar o eixo de direção no quadro. Foram ainda colocadas proteções ao redor da roda (figura 88).

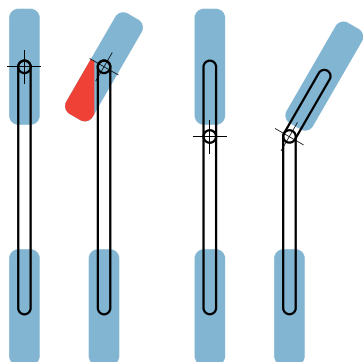


Figura 87 - Direção de Bicicleta convencional vs. Direção da Bicicleta de equilíbrio proposta.

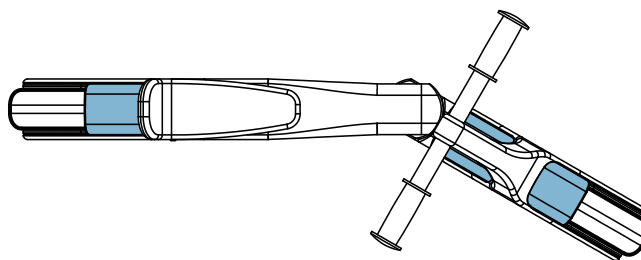
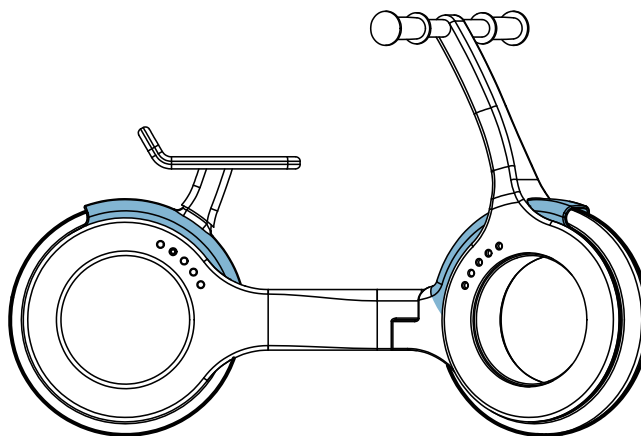


Figura 88 - Proteção da roda e eixo de rotação.

Adotar posturas inadequadas, sobrecarrega as estruturas do sistema musculoesquelético (Marques et al., 2010). A postura é, portanto, fundamental para garantir o conforto do produto. Na figura 90 podemos observar a postura de uma criança na bicicleta de equilíbrio.

O sistema de ajuste apresentado na figura 89, procura proporcionar a melhor postura para o utilizador. Contrariamente aos modelos existentes, possibilita que o ajuste seja feito em altura e em comprimento.

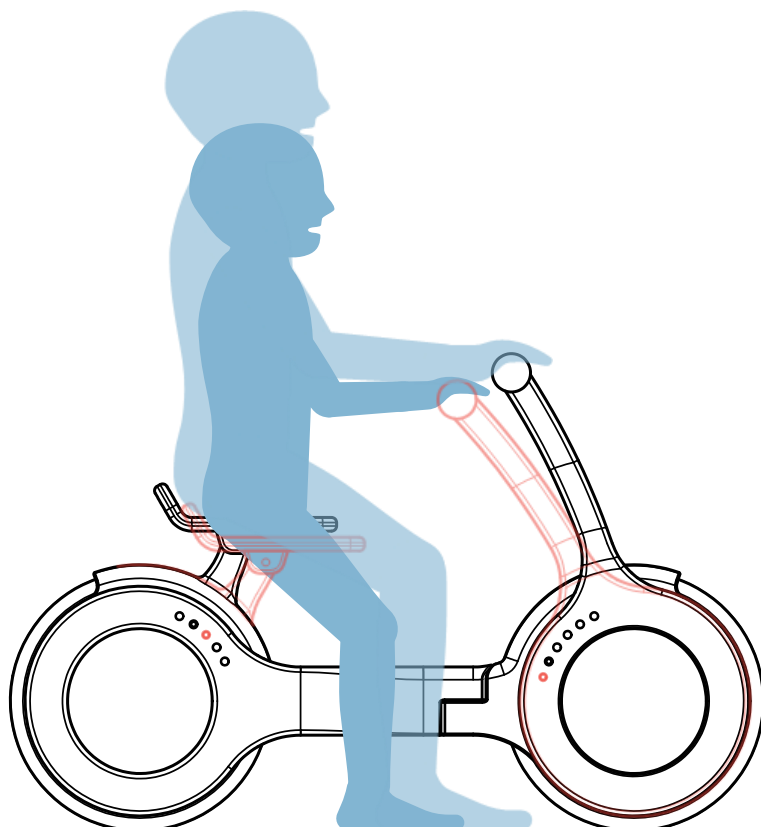


Figura 89 - Sistema de ajuste da Bicicleta de equilíbrio proposta.



Figura 90 - Postura de uma criança na bicicleta de equilíbrio.

4.4. Detalhe do Conceito

Procurou-se, desde o início, estabelecer a montagem do produto (figura 91). É importante assegurar a estabilidade e funcionamento do mesmo.

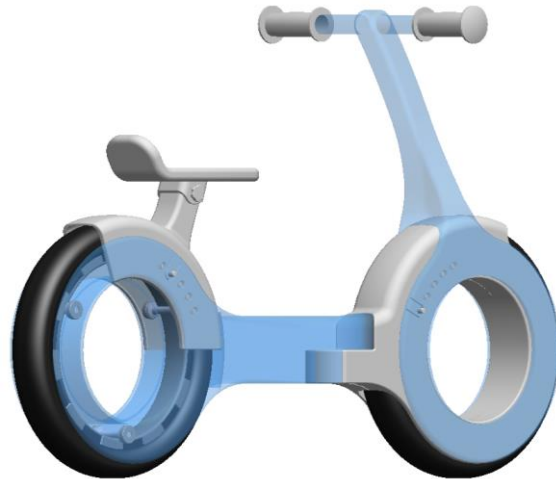


Figura 91 - Assembly da proposta.

De acordo com Alves et al. (2001), hoje em dia, a utilização de modelos ou protótipos é um recurso cada vez mais utilizado, cuja função principal é ajudar a analisar.

Assim, por forma a validar o funcionamento, implementar melhorias e analisar falhas a serem corrigidas durante o processo de detalhe, foram elaborados vários protótipos em impressão 3D. (figura 92 e 93).



Figura 92 - Protótipo de sistema de roda com rolamentos.



Figura 93 - Montagem do sistema de roda com rolamentos.

O sistema de ajuste é utilizado no assento e no guiador tem de ter estabilidade suficiente para suportar o utilizador. Na figura 94 é possível verificar o funcionamento do sistema, as molas de bloqueio (representada na peça de cor cinza) ao serem pressionadas possibilitam o ajuste sobre o eixo da roda.

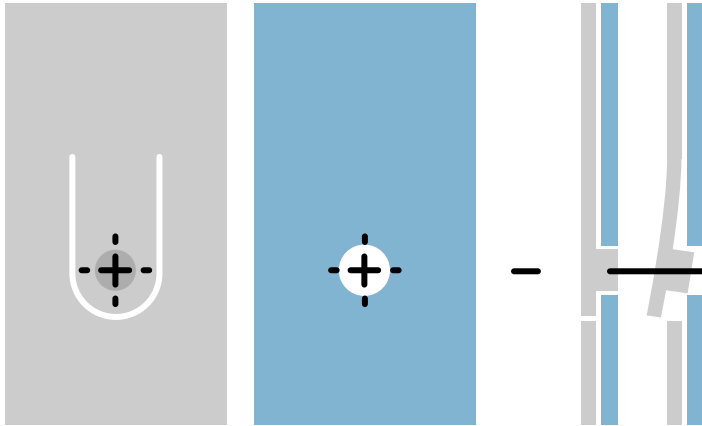


Figura 94 - Sistema de ajuste.

Para validar o funcionamento deste sistema de ajuste, foi elaborado uma simulação, opta-se por selecionar o material Polióxido de Metileno (POM), por garantir uma boa recuperação elástica do material e boa resistência ao desgaste, cuja tensão de cedência é 67 MPa.

O utilizador pode exercer forças tangenciais no guiador. E a estabilidade do mesmo é assegurada através do sistema de ajuste. Assim, a figura 95, representa um esforço aplicado 200 N (20,4 kg) na mola de bloqueio, causando uma ligeira deslocação de 0,8 mm e uma tensão máxima de 49,71 MPa. Este sistema, com um maior reforço, é uma possível solução para a proposta.

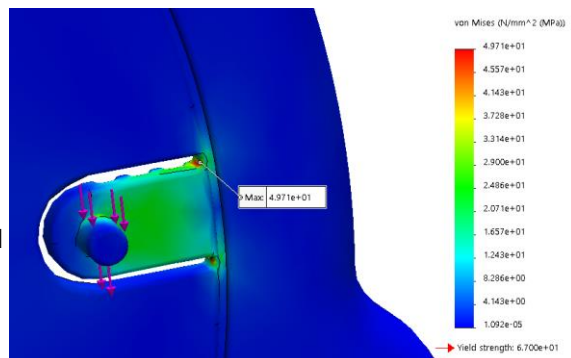


Figura 95 – Tensão máxima de 49,71 MPa ao aplicar uma força de 200 N.

Procurou-se ainda verificar se era praticável pressionar a mola de bloqueio (simulando um movimento com a ponta do dedo) para o seu respetivo ajuste. Conforme destaca a figura 96, considerou-se uma força de 100 N (10,2 kg) e verificou-se uma deslocação de 2,908 mm, este deslocamento é suficiente para ajustar o produto.

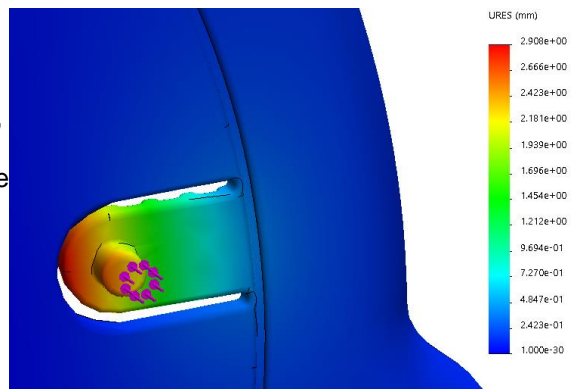


Figura 96 – Deslocação de 2,908 mm ao aplicar uma força de 100 N.

Tornou-se necessário adequar a proposta apresentada, para ser possível a montagem e o fabrico por injeção de polímeros. Para isso, foi identificada a necessidade de dividir o quadro em duas partes (figura 98) para que seja possível desmoldar a peça do molde (figura 99).

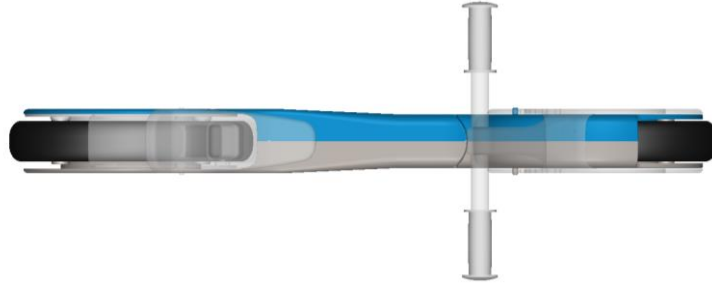


Figura 98 – Quadro dividido em duas partes.

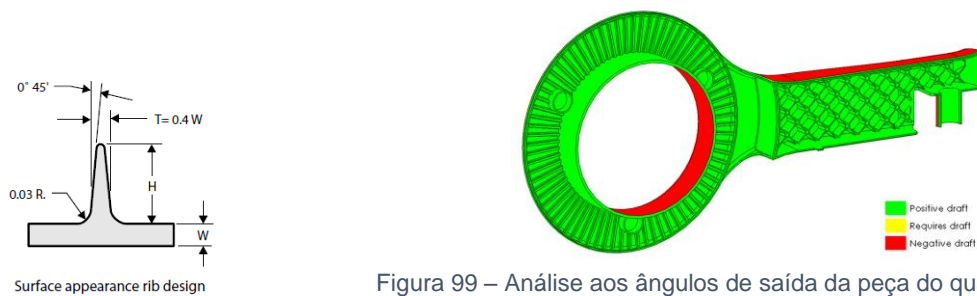


Figura 99 – Análise aos ângulos de saída da peça do quadro de trás.

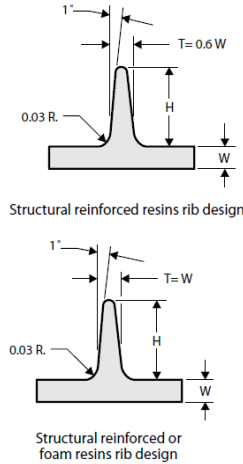


Figura 97 – 3 exemplos de nervuras (fonte: Campos, 2006).

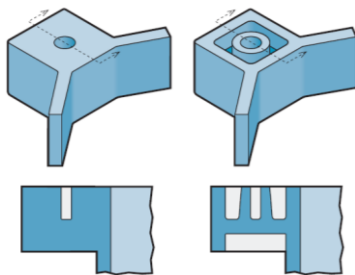


Figura 100 - Exemplos de otimização de forma (fonte: Covestro, 2015).

Após a divisão dos componentes, e tendo por base os estudos estáticos elaborados com diferentes formas de um quadro de bicicleta (anexo 4), foi definida uma espessura máxima de 3mm em cada um dos componentes.

A estrutura torna-se assim pouco resistente, havendo assim risco de colapso. Para que a estrutura fique corretamente dimensionada, surge a necessidade de utilizar nervuras cruzadas de reforço (figura 97).

Segundo (Campo, 2006) a utilização de reforços através de nervuras ou “ribs” devem ser muito bem dimensionadas para evitar a marcas de contração na superfície (figura 101). Para isso, o autor, defende que a espessura da parede da nervura deve ser 40% a 50% menor que a parede e considerar um ângulo de saída superior a 0°, deve-se utilizar raios e evitar zonas de concentração de material (figura 100).

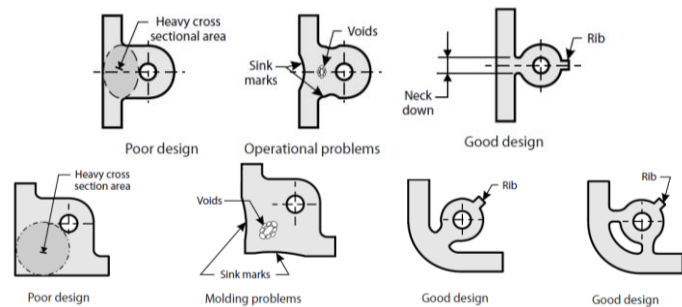


Figura 101 - Exemplos de problemas e otimização da forma (fonte: Campo, 2006).

4.5. Montagem do Produto

A figura 102, representa a sequência de montagem da roda, assento e quadro de trás. Primeiro são colocados os rolamentos nos respectivos encaixes. Posteriormente é colocado a roda já devidamente montada com o aro. É adicionado o suporte do assento, na posição do friso. Por fim é apertada a outra tampa.



Figura 102 - Montagem da roda de trás.

A roda da frente é montada com o mesmo método utilizado para a roda de trás (figura 103). Posteriormente é adicionada a forqueta, conforme se verifica na figura 104.



Figura 103 – Montagem da roda da frente.



Figura 104 - Montagem da forqueta.

Por fim é adicionado o guidador, após a montagem é possível adicionar os punhos (figura 105).



Figura 105 - Montagem do guidador e punhos.

Estando o produto dividido em duas partes, conforme figura 91, a montagem do produto é feita através de parafusos. Para ser possível garantir a sua desmontagem e posterior montagem sem comprometer a segurança do produto, nos componentes do lado direito do produto serão utilizados inserts metálicos roscados (figura 106).



Figura 106 - Corte de peça injetada com inserto metálico roscado

Para o fabrico por injeção de polímeros, será necessário no mínimo 6 moldes.

- 1 - Molde de 1 cavidade com um movimento mecânico;
- 2 - Molde de 1 cavidade com dois movimentos mecânicos;
- 3 - Molde de 2 cavidades;
- 4 - Molde de 1 cavidade com dois movimentos mecânicos;
- 5 - Molde de 2 cavidades;
- 6 - Molde de 1 ou 2 cavidades com movimentos hidráulicos.

4.6. Apresentação do Produto

O conceito final é o resultado de todo o processo de desenvolvimento. Após a seleção do conceito o produto foi detalhado e adaptado a injeção de polímeros (figura 106).



Figura 107 - Produto reforçado e seguro para crianças.

O produto pode ainda ser rebatível para ser mais facilmente transportado (figura 107 e 108)



Figura 108 - Produto possível de ser rebatido.



Figura 109 - Produto rebatido no porta-bagagens do automóvel.

Com a ocultação de componentes técnicos, o design torna-se mais atrativo. Na figura 110 é possível ver o produto em contexto de uso.



Figura 110 - Produto em contexto de uso.

Na figura 111, estão identificados os componentes poliméricos do produto. A principal matéria-prima do produto será PP reforçado com fibra de vidro ou talco, por ser uma matéria-prima já usada pela empresa e é identificada em todos os produtos da concorrência fabricados em polímeros. No entanto as peças (2) e (4) por conterem o sistema de ajuste, devem ser em POM. O componente (6) deverá ser composto por um elastômero (TPE).

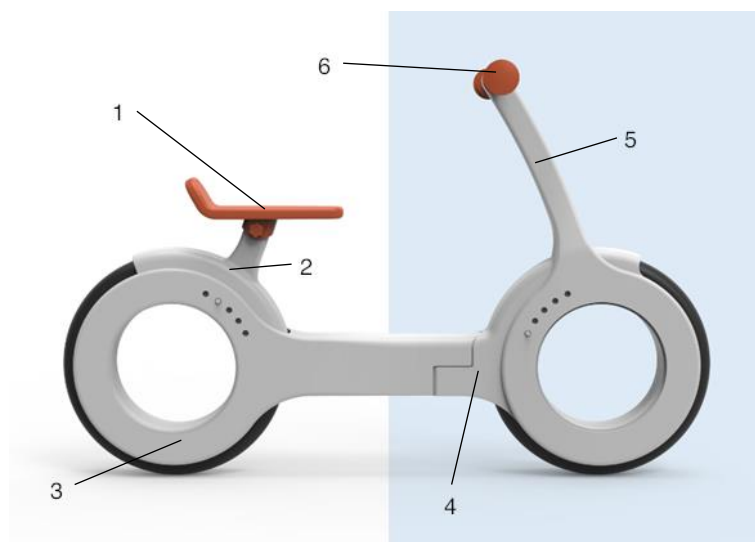


Figura 111 - Componentes do produto.

A figura 112 apresenta às dimensões gerais (máximas e mínimas) do produto.

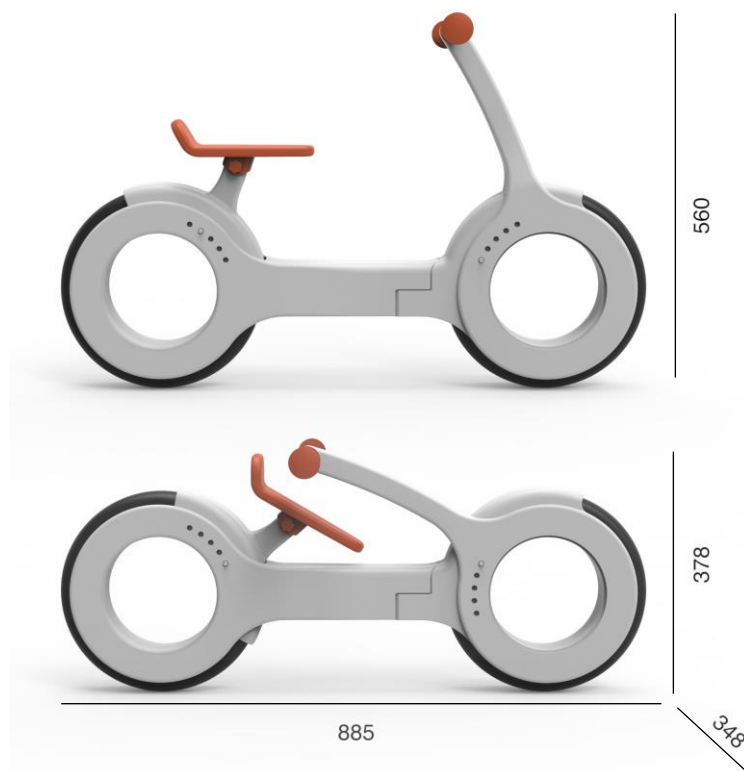
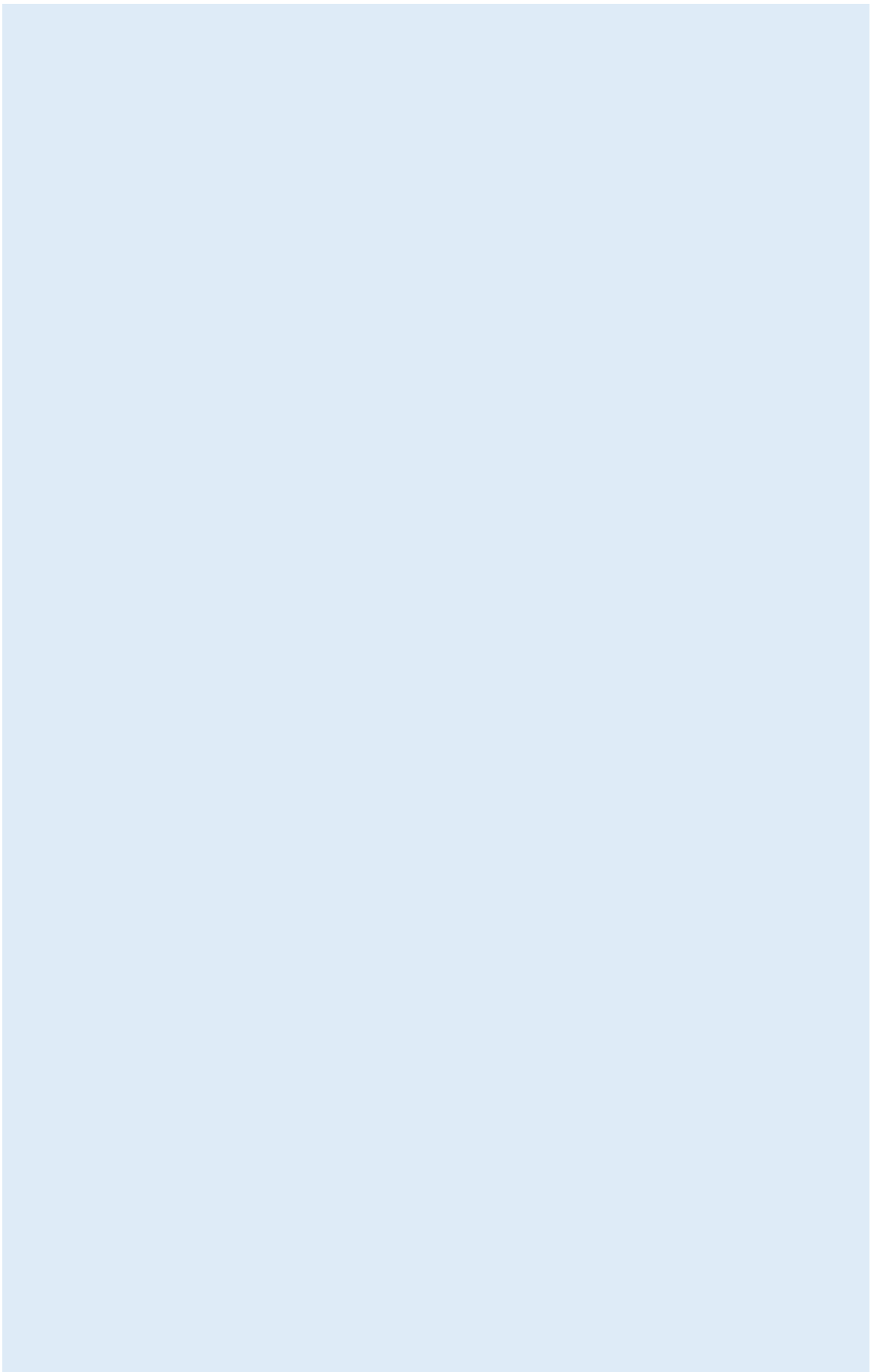


Figura 112 - Dimensões gerais do produto



Capítulo V – Conclusão

5. Capítulo V – Conclusão

Abordar a infância permitiu concluir que os domínios do equilíbrio e da motricidade são essenciais para o desenvolvimento saudável do ser humano e, nessa vertente, a bicicleta de equilíbrio poderá ser um excelente recurso para ajudar as crianças a crescerem de forma estruturada e divertida, capaz de promover a sua autoconfiança e interação com o meio.

Foi examinada a evolução da bicicleta, analisado o mercado e conclui-se que a sensibilização para a utilização deste meio de transporte, nesta idade precoce, terá um impacto positivo no futuro, ao nível da saúde do utilizador e, por ser ambientalmente inócuo, poderá ser uma excelente resposta para atenuar o problema da poluição.

Conclui-se ainda que com a utilização de materiais polímeros, as suas características específicas dão boas garantias de segurança e o fabrico pelo processo de injeção permite uma maior versatilidade e uma melhor adequação dos diversos componentes.

O rebatimento do produto, que permite uma redução do volume e a possibilidade de adequar o modelo às diferentes idades, com ajustes na altura e no comprimento, proporcionam ao utilizador a sua portabilidade e, durante o seu uso, uma postura ergonómica correta e um melhor conforto.

A adequação do fabrico deste veículo ao processo de injeção de polímeros é viável.

5.1. Trabalhos Futuros

A participação da Polisport no apoio à implementação deste projeto permitirá o seu aperfeiçoamento, bem como os meios necessários ao seu desenvolvimento e à sua concretização ao nível da execução de protótipos e dos testes necessários à sua comercialização.

Referências Bibliográficas

- ALVES, FERNANDO; BRAGA, FERNANDO; SIMÃO, MANUEL; NETO, RUI; DUARTE, Teresa - **Protoclick**. [S.l.] : INEGI, 2001
- AROLA, D.; REINHALL, P. G.; JENKINS, M. G.; IVERSON, S. C. - An experimental analysis of a hybrid bicycle frame. **Experimental Techniques**. Raleigh. 1999) 21.
- BEE, Helen L. - **The developing child**. 6. ed. New York : HarperCollins College Publishers, 1992. ISBN 0065012526.
- BENAKOUCHE, Tamara - Tecnologia é sociedade: Contra a noção de impacto tecnológico. **Cadernos de Pesquisa do PPGSP/UFSC**. 1999).
- BIRD, B. - **The history of the bicycle for kids**.
- BORGES, Carolina De Fátima Botelho - O Desenvolvimento da Motricidade na Criança e as Expressões Um Estudo em Contexto de Pré-Escolar e 1º Ciclo do Ensino Básico. Ponta Delgada. 2013).
- CALFEE, CRAIG; KELLY, David; - Bicycle frame materials comparison with a focus on carbon fibre construction methods. **Technical White Paper**. 2002).
- CAMPO, E. Alfredo - **Handbook, The Complete Part Design**. München : Carl Hanser Verlag, 2006. ISBN 978-1-56990-375-9.
- CAVICCHIA, Durlei De Carvalho - **O Desenvolvimento da Criança nos Primeiros Anos de Vida**. [S.l.] : UNESP, 2010
- CONDESSA, I.; FIALHO, A. - **(Re)aprender a brincar na barca do pirata**. Ponta Delgada : Universidade dos Açores, 2010. ISBN 978-972-8612-68-9.
- CORDEIRO, C.; RIBEIRO, C.; MORAES, F. - Linguagens na educação infantil VI: Linguagem corporal. **EdUFMT**. Cuiabá. 2008).
- COVESTRO - Part and Mold Design Thermoplastics A Design Guide. Pittsburgh. 2015).
- COVESTRO - The fundamentals of shrinkage in thermoplastics. Pittsburgh. 2016).
- CRUZ, Sérgio Da - **Moldes de Injeção**. Curitiba : Hemus SA, 2002
- CUNHA, ANTÓNIO; PONTES, ANTÓNIO J.; BRITO, António M. .. - **Manual do projetista para moldes de injeção plástica**
- DEKOSTER, J.; SCHOLLAERT, U. - Cidades para bicicletas, cidades de futuro. Luxemburgo. 2000).
- DREYFUSS, Henry - **The Measure of Man - Human facts in design**. New York : Whitney Library of Design, 1966
- FURNESS, Zack - **One Less Car: Bicycling and the Politics of Automobility**. Philadelphia : Temple University Press, 2010. ISBN 978-1592136131.
- GALLAHUE, David L.; OZMUN, John C.; GOODWAY, Jacqueline C. - Compreendendo o desenvolvimento motor : bebês, crianças, adolescentes e adultos. **AMGH Editora Ltda**. São Paulo. 2013).
- GHOSH, PIJUSH; KHARWA, ASHWIN; MARDE, PARAG; RAUT, Pratik; - International Journal of Advance Research, Ideas and Innovations in Technology. **Proposed Theory for I-Bicycle**. 3:6 (2017) 1154–1157.
- KAMAL, M. R.; ISAYEV, A.; LIU, Shih-Jung - **Injection Molding: Technology and Fundamentals**. Michigan : Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG, 2009. ISBN 978-3-446-43373-1.

- KAZMER, David O. - **Injection Mold Design Engineering**. Munich : Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG, 2007. ISBN 978-3-446-43419-6.
- KOMANOFF, C. - «Bicycling» Encyclopedia of Energy. New York. 2004).
- LANXESS - **Part and Mold Design. A design Guide**. Pittsburgh : [s.n.]
- MACHADO, José Pedro - Volume II. Em **Grande Dicionário da Língua Portuguesa**. Lisboa : Sociedade de Língua Portuguesa, 1989
- MARQUES, NISE RIBEIRO; HALLAL, CAMILLA ZAMFOLINI; GONÇALVES, Mauro - Características biomecânicas, ergonômicas e clínicas da posturasentada: uma revisão. **Fisioterapia e Pesquisa**. São Paulo. 2010) 7.
- MATOS, Hugo Alexandre Bernardo De - Análise Estrutural de um Molde para Injeção de Componentes P lásticos. Coimbra. 2016).
- MAUSS, MARCEL; LÉVY-STRAUSS, Claude - **Sociologie et anthropologie**. 8. ed. Paris : PUF, 1999. ISBN 2-13-045288-4.
- NETO, C. - Desenvolvimento Motor e Constrangimentos Sociais: A Importância da Educação Física no Contexto Escolar. Em **A Criança, a Escola e a Educação Física**. Lisboa : Câmara Municipal de Oeiras, 1999
- NETO, Élio Filipe Valentim - Otimização do Processo de Moldação por Injeção Assistida a Gás. Aveiro. 2014).
- OMS - **Padrões de crescimento infantil** [Em linha], atual. 2016. Disponível em WWW:<URL:http://www.who.int/childgrowth/standards/en/>.
- PEQUINI, Suzi Marinõ - A evolução tecnológica da bicicleta e suas implicações ergonômicas para a máquina humana: problemas na coluna vertebral X bicicletas dos tipos «Speed» e «Mountain Bike» (2000). São Paulo. 2000).
- PHEASANT, Stephen; Christine M. Haslegrave - **Bodyspace: Anthropometry, Ergonomics And The Design Of Work**. 3. ed. Florida : Taylor & Francis Group, LLC, 2006
- PROVIDELO, JANICE KIRNER; SANCHES, Suely Da Penha - Percepções de indivíduos acerca do uso da bicicleta como modo de transporte. **Transportes**. XVIII:2 (2010) 53–61.
- RÉ, A. H. N. - Crescimento, maturação e desenvolvimento na infância e adolescência: Implicações para o esporte. **Motricidade**. . ISSN 1646107X. 2011). doi: 10.6063/motricidade.7(3).103.
- RELVAS, Carlos - **Design & Engenharia: da ideia ao produto**. Porto : Publindústria, Edições Técnicas, 2017
- ROSATO, DOMINIK V.; ROSATO, DONALD V.; ROSATO, Marlene G. - **Injection Molding Handbook**. 1. ed. New York : Springer Science + Business Media, LLC, 2000
- SANTOS, Milton - O tempo nas cidades. **Ciência e Cultura**. 2002).
- SHERIDAN, Mary D. - **Desde el nacimiento hasta los 5 años**. Madrid : Narcea S.A., 1999. ISBN 13: 9788427712973.
- SICILIA, María Luisa Rivadeneyra - **Desarrollo de la motricidad en los distintos contextos deportivos**. Spain : Wanceulen Editorial S.L., 2003. ISBN 978-8495883247.
- SMITH, Peter K.; COWIE, Helen; BLADES, Mark - **Understanding children's development**. 6. ed. London : John Wiley & Sons, 2015. ISBN 978-1-118-77298-0.
- SOUSA, JOÃO FIGUEIRA; FERNANDES, ANDRÉ; GALIAU, SÓNIA; ESTÊVÃO, Mafalda; Antunes Gonçalo - **A Evolução dos Transportes e Acessibilidades e as Transformações na Organização do Território**

TILLEY, A. R. - **The Measure of man and woman**. 2. ed. New York : John Wiley & Sons, 2002. ISBN 0-471-09955-4.

ULRICH, Karl T.; EPPINGER, Steven D. - **Product Design and Development: Fifth Edition**. New York : McGraw-Hill, 2012. ISBN 9780071086950.

VALENTIM, Marta L. P. - Criatividade e Inovação na Atuação Profissional. **CRB-8 Digital**. São Paulo. 1:1 (2008) 3–9.

VOSGERAU, DILMEIRE SANT'ANNA RAMOS; ROMANOWSKI, Joana Paulin - Estudos de revisão: implicações conceituais e metodológicas. **Revista Diálogo Educacional**. . ISSN 1518-3483. 2014). doi: 10.7213/dialogo.educ.14.041.ds08.

WHITT, FRANK; WILSON, David - **Bicycling Science**. 3. ed. Cambridge : MIT Press, 2004. ISBN 978-0262730600.

WILLRICH, ALINE; AZEVEDO, C. FATTURI C. C.; FERNANDES, J. Oppitz - Desenvolvimento motor na infância: Influência dos fatores de risco e programas de intervenção. **Revista Neurociencias**. . ISSN 01043579. 2009).

Índice de Figuras

Figura 1 - Inovações tecnológicas surgem cada vez mais rápido (fonte: Systemsat).....	3
Figura 2 - Esquema do desenvolvimento motor (adaptado de Tilley, 2002, pp. 1-4).....	11
Figura 3 – Evolução da Motricidade Fina na escrita (fonte: ACIP – Ave Cooperativa Intervenção Psico-Social, C.R.L).	12
Figura 4 - Evolução do peso por meses (do nascimento até aos 60 meses) (fonte: OMS, 2016). .	12
Figura 5 – Evolução da altura por meses (do nascimento até aos 60 meses) (fonte: OMS, 2016).	12
Figura 6 – Criança de 6 anos a andar de bicicleta (fonte: Dreyfuss, 1966, pp.19).....	14
Figura 7 – User centred-design (fonte: Pheasant, 2006).....	14
Figura 8 - Vitruvian Man, c. 1490 (fonte: Drawings of leonardo).	15
Figura 9 - Dimensões de criança com 2 anos e 6 anos (fonte: Tilley, 2002).....	15
Figura 10 - Testes de utilização em mockups (fonte: Tilley, 2002).....	15
Figura 11 - Draisine or Laufmaschine.	19
Figura 12 - 133verso - Bicicleta de Leonardo Da Vinci.....	20
Figura 13 – Celerífero.	20
Figura 14 - Ilustração de Bicicleta de Von Drais.....	20
Figura 15 - Michaudine velocipede, fabricada em 1860.	21
Figura 16 - MacMillan e um dos seus modelos.....	21
Figura 17 - Bicicleta Fabricada por MacMillan - Modelo 1860.....	21
Figura 18 - Ernest Michaux e Michaudine velocípede.	21
Figura 19 – Rodas de raios com diâmetro maior (Rauck, 1981).	21
Figura 20 - Bicicleta, com sidecar.	22
Figura 21 - Folheto promocional da Bicicleta Infantil Huffy.....	22
Figura 22 - Bicicleta de equilíbrio.	22
Figura 23 - Bicicleta com rodas de apoio.....	22
Figura 24 - Bicicletas de passeio.	22
Figura 25 - Bicicleta para criança 1925.....	22
Figura 26 - FLIZ Concept.	25
Figura 27 - Concept 1865.....	25
Figura 28 - Conceito Balance Bike – Polisport.....	25
Figura 29 – Hubless Wheel.	26
Figura 30 - Franco Sbarro com uma versão da Hubless Wheel.....	26
Figura 31 - TRON Legacy.	26
Figura 32 - RMK E2 Hub-less Electric Motorcycle.	26
Figura 33 - Cyclotron Bike.....	26
Figura 34 - Máquina de Injeção (fonte: Cunha et al.,2003).	27
Figura 35 – Ciclo do processo de moldação por injeção.	28
Figura 36 - Molde de injeção (fonte: Campo, 2006).....	28
Figura 37 - Meio-corte de um molde (cavidade e macho) com duas peças/cavidades (fonte: Covestro, 2015).	29
Figura 38 - Molde (cavidade e macho) com duas cavidades (fonte: Covestro, 2015).	29
Figura 39 - Redução de diâmetro do canal de alimentação da peça mais reduzida (fonte: Covestro, 2015).	29
Figura 40 - Otimização de espessuras (fonte: Campo, 2006).	29
Figura 41 - Diretrizes para ângulos de saída.	30
Figura 42 - Contração de paredes com demasiada espessura (fonte: Campo, 2006).....	30
Figura 43 - Consequência de paredes com cantos perpendiculares (fonte: Campo, 2006).	30
Figura 44 – Otimização de forma com adição de raios ao longo da peça (fonte: Campo, 2006). ..	30
Figura 45 – Contração de Material após o arrefecimento (Covestro, 2016).....	30
Figura 46 – Otimização de geometrias para facilitar a desmoldagem (Campo, 2006).....	30
Figura 47 - Paredes sem ângulo de saída e respetiva geometria recomendada (fonte: Campo, 2006).	31
Figura 48 – Variação de espessuras para direcionar e limitar o fluxo de enchimento do material (fonte: Covestro, 2015).....	31
Figura 49 – Raio exterior e interior (fonte: Covestro, 2015).....	31
Figura 50 – Diretrizes para Nervuras (fonte: Covestro, 2015).	31

Figura 51 – Nervura volumosa origina chupados na face oposta (fonte: Covestro, 2015).	31
Figura 52 - Transições de espessuras (fonte: Covestro, 2015).	31
Figura 53 - Linha de união/ soldadura numa peça injetada (Covestro, 2016).	32
Figura 54 - Simplificação das peças para evitar movimentos (fonte: Covestro, 2015).	32
Figura 55 - Exemplos de Snap Fits (fonte: Covestro, 2015).	32
Figura 56 – Exemplos de Snap Fits (fonte: Covestro, 2015).	32
Figura 57 - Exemplos de apoios e otimização da forma (fonte: Campo, 2006).	33
Figura 58 - Apoios com nervuras de suporte (fonte: Covestro, 2015).	33
Figura 59 - Forma em U e respetivas espessuras (fonte: Covestro, 2015).	33
Figura 60 - Forma em U interior (fonte: Covestro, 2015).	33
Figura 61 - Forma em U exterior.	33
Figura 62 – Paredes de orientação (fonte: Covestro, 2015).	34
Figura 63 – B-BIP em contexto de uso (fonte: Covestro, 2015).	34
Figura 64 – B-BIP em contexto de uso (fonte: Covestro, 2015).	34
Figura 65 - B-BIP desmontagem da roda.	34
Figura 66 - Jante e Pneu da B-BIP.	34
Figura 67 - Assento da B-BIP.	34
Figura 68 - Guiador da B-BIP.	34
Figura 69 - B-BIP desmontagem do quadro.	34
Figura 70 - Fases de Desenvolvimento de Produto segundo Ulrich e Eppinger (2012).	39
Figura 71 – Utilizadores de bicicleta de equilíbrio (fonte: Polisport).	40
Figura 72 - Mind map da Balance Bike.	41
Figura 73 - Concept Bike Levitation.	42
Figura 74 - Bicycle concept HMK 561.	42
Figura 75 - Esquços de desenvolvimento.	42
Figura 76 – Hankook Revolution of Sport tire	43
Figura 77 – Conceito Goodwear Aero	43
Figura 78 - Conceito Fexup Hankook	43
Figura 79 – Versão 1 - Funcionamento da roda livre.	43
Figura 80 – Versão 2 - Funcionamento da roda com eixo pedaleiro.	44
Figura 81 – Conceito selecionado.	45
Figura 82 – Diagrama de componentes.	46
Figura 83 - Desenho 1:1 com criança de 2 anos.	46
Figura 84 - Desenho 1:1 com criança de 6 anos.	46
Figura 85 - Desenho escala 1:1.	46
Figura 86 - Dimensões gerais do conceito selecionado.	47
Figura 87 - Direção de Bicicleta convencional vs. Direção da Bicicleta de equilíbrio proposta.	48
Figura 88 - Proteção da roda e eixo de rotação.	48
Figura 89 - Sistema de ajuste da Bicicleta de equilíbrio proposta.	49
Figura 90 - Postura de uma criança na bicicleta de equilíbrio.	49
Figura 91 - Assembly da proposta.	50
Figura 92 - Protótipo de sistema de roda com rolamentos.	50
Figura 93 - Montagem do sistema de roda com rolamentos.	50
Figura 94 - Sistema de ajuste.	51
Figura 95 – Tensão máxima de 49,71 MPa ao aplicar uma força de 200 N.	51
Figura 96 – Deslocação de 2,908 mm ao aplicar uma força de 100 N.	51
Figura 97 – 3 exemplos de nervuras (fonte: Campos, 2006).	52
Figura 98 – Quadro dividido em duas partes.	52
Figura 99 – Análise aos ângulos de saída da peça do quadro de trás.	52
Figura 100 - Exemplos de otimização de forma (fonte: Covestro, 2015).	52
Figura 101 - Exemplos de problemas e otimização da forma (fonte: Campo, 2006).	52
Figura 102 - Montagem da roda de trás.	53
Figura 103 – Montagem da roda da frente.	54
Figura 104 - Montagem da forqueta.	54
Figura 105 - Montagem do guiador e punhos.	55
Figura 106 - Produto reforçado e seguro para crianças	56
Figura 107 - Produto possível de ser rebatido	56
Figura 108 - Produto em contexto de uso	57

Figura 109 - Vista Lateral do Produto	57
Figura 110 – Render do Conceito	73
Figura 111 – Sketch do conceito.....	73
Figura 112 – Render do conceito em contexto de uso	73
Figura 113 - Perfil da forma geometria do estudo nº1	75
Figura 114 - Análise de Tensões do estudo nº1	75
Figura 115 - Análise de Deslocamento - Estudo nº1	76
Figura 116 - Perfil da forma geometria do estudo nº2	76
Figura 117 - Análise de Tensões do estudo nº2	77
Figura 118 - Análise de Deslocamento - Estudo nº2	77
Figura 119 - Possível solução de reforço para estudo nº2	77

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Etapas do desenvolvimento da motricidade grossa.	13
Tabela 2 - Análise de Mercado Produtos constituídos por materiais poliméricos.	23
Tabela 3 - Análise de Mercado Produtos constituídos por outros materiais.	24

Anexos

Anexo 1

Concept 1865
— Rethinking Materials
 The materials

The Concept 1865 utilizes a total of 24 materials from the BASF portfolio.

<p>A 1 <u>Front Wheel Rim</u> Ultracom™ S. 24</p> <p>B 2 <u>Tire Core</u> Infinergy®</p> <p>3 <u>Tire Profile</u> Elastollan® S. 26</p> <p>C 4 <u>Crank</u> Ultradur® D HMG</p> <p>5 <u>Pedals</u> Ultrason® KR 4113 S. 28</p>	<p>D 6 <u>Lights</u> Elastollan® LED</p> <p>7 <u>Brake Hose</u> Elastollan® Hose</p> <p>8 <u>Grips</u> Elastofoam®1</p> <p>9 <u>Accelerator Grip Cable</u> Elastollan® S. 30</p> <p>E 10 <u>Decals</u> Elastollan®</p> <p>11 <u>Frame</u> Baxxodur®</p> <p>12 <u>Front Fork with Stem and Handlebar</u> Elastolit® R S. 32</p> <p>F 13 <u>Fork Core</u> Kerdyn®</p> <p>14 <u>Fork Core</u> Elastolit® D S. 34</p> <p>G 15 <u>Seat Mount</u> Ultrason® E2010 C6</p> <p>16 <u>Seat Latch Mechanism</u> Ultraform®</p> <p>17 <u>Seat Suspension</u> Cellasto® S. 36</p> <p>H 18 <u>Seat Cover</u> Elastollan®</p> <p>19 <u>Seat Housing</u> Ultradur® S. 38</p> <p>I 20 <u>Seat Cushioning</u> Elastoflex® W</p> <p>21 <u>Battery Insulation</u> Neopolen® P S. 40</p> <p>J 22 <u>Rear Wheel Rim</u> Ultradur® Structure</p> <p>23 <u>Brake Disk</u> Ultrason®</p> <p>24 <u>E-motor Cover</u> Ultradur® B S. 42</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Figura 113 - Concept 1865 - The materials.

Anexo 2

Conceito Balance Bike – Polisport

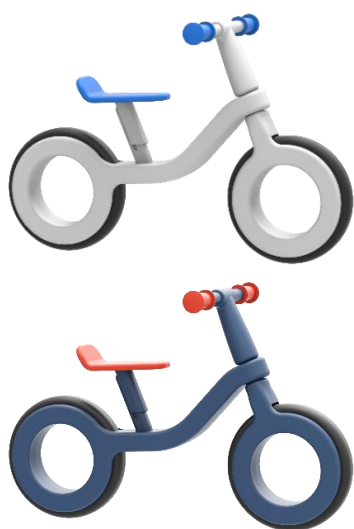


Figura 114 – Render do Conceito.

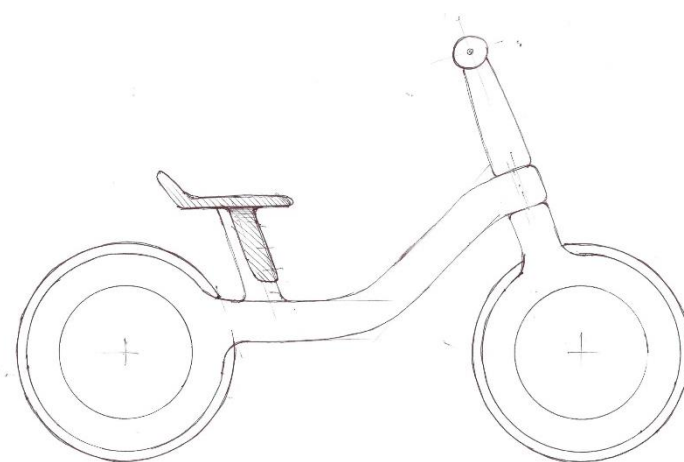


Figura 115 – Sketch do conceito.



Figura 116 – Render do conceito em contexto de uso.



US005248019A

United States Patent [19]
Sbarro

[11] **Patent Number:** 5,248,019
[45] **Date of Patent:** Sep. 28, 1993

[54] **HUB-LESS CYCLE OR ENGINE-DRIVEN VEHICLE**

[75] **Inventor:** Franco Sbarro,
Tuileres-de-Grandson, Switzerland
[73] **Assignee:** SM Sbarro Mottas Engineering S.A.,
Switzerland
[21] **Appl. No.:** 884,322
[22] **Filed:** May 11, 1992

Related U.S. Application Data

[63] Continuation of Ser. No. 536,686, filed as PCT/CH89/00191, on Nov. 1, 1989, abandoned.

[30] **Foreign Application Priority Data**

Nov. 2, 1988 [FR] France 88 14529
[51] **Int. Cl.⁵** B62K 21/02
[52] **U.S. Cl.** 180/219; 301/1;
301/5.1
[58] **Field of Search** 180/219, 223; 301/1,
301/5

[56] **References Cited**

U.S. PATENT DOCUMENTS

436,844 9/1890 Thorp .
3,329,444 7/1967 Lidov .
3,854,317 5/1975 Kinzel 180/233 X
4,045,096 8/1977 Lidov .
4,265,329 5/1981 De Cortanze .
4,526,249 7/1985 Parker .
4,712,638 12/1987 Kawaguchi .
4,723,621 2/1988 Kawano et al. .
4,726,603 2/1988 Sugiyama et al. .
4,813,511 3/1989 Yamaguchi et al. .
4,836,577 6/1989 Abe et al. .
4,917,209 4/1990 Horiike et al. .
5,014,807 5/1991 Horiike et al. .

5,014,808 5/1991 Savard et al. .
5,071,196 12/1991 Sbarro 301/1
5,121,809 6/1992 Sbarro 301/1

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

321803 6/1989 European Pat. Off. .
3629881 3/1987 Fed. Rep. of Germany .
890247 2/1944 France .
2533523 3/1984 France .
2608974 7/1988 France .
141383 5/1990 Japan .
2199794 7/1988 United Kingdom .
88/05743 8/1988 World Int. Prop. O. .
90/00477 1/1990 World Int. Prop. O. .

Primary Examiner—Mitchell J. Hill
Attorney, Agent, or Firm—Davis, Bujold & Streck

[57] **ABSTRACT**

The present invention relates to a cycle or an engine-driven vehicle which moves on a bearing surface and more particularly on a road. In the case of a motorcycle, the front steering wheel (20) is fitted with a first crown-shaped roller bearing (22) being comprised of an outer annular element (21) which supports the rim (19) and an interior annular element (23) which is connected to an arm (17). The arm carries at its front end a second crown-shaped roller bearing (24) of which the internal element is made integral by way of a lug (27) of the interior annular element (23) of the roller bearing (22) and of which the interior annular element (26) of bearing (24) is made integral with the arm (17). The device allows to transmit the steering forces at a point located as close as possible to the contact area between the tire (20) and the road.

5 Claims, 3 Drawing Sheets

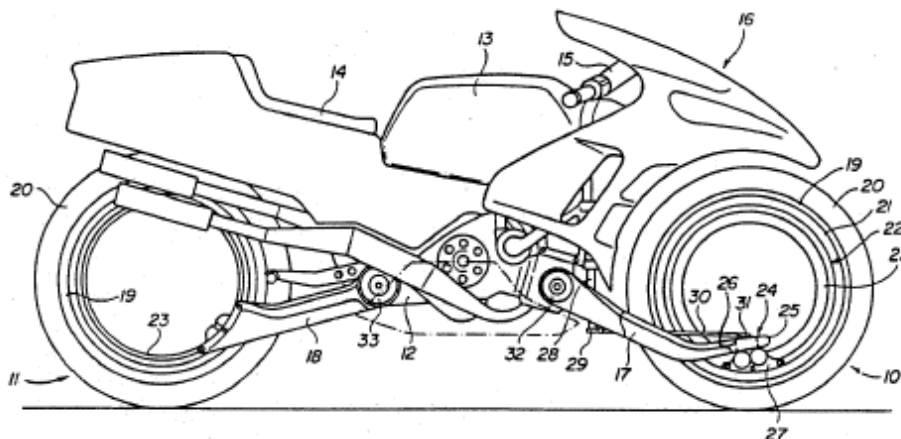


Figura 117 - Patente US005248019A - Página 1.

Anexo 4

Simulações

Com a propósito de analisar diferentes formas geométricas que são habitualmente utilizadas no processo de injeção. Pretende-se assim analisar as tensões e deslocações das diversas formas e verificar os respetivos desempenhos, as conclusões ao resultado deste estudo irão auxiliar no detalhe do conceito final deste produto.

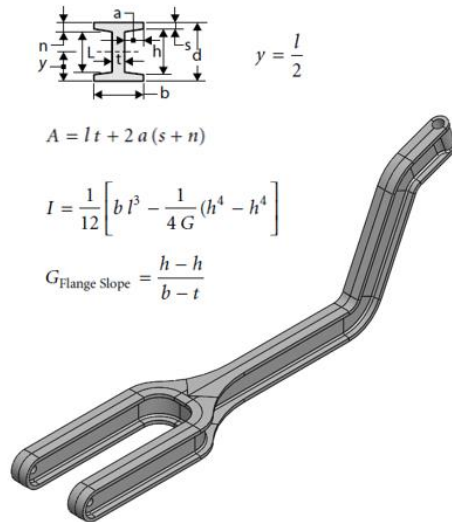


Figura 118 - Perfil da forma geometria do estudo n.º1.

Para a simulação, foram definidas fixação do quadro, dois suportes de rolamentos na traseira do quadro (ligação à roda de trás) e um suporte elástico na frente do quadro (ligação a forqueta).

As forças consideradas foram, a força gravítica, considerado uma carga de 25kg (zona do assento) e duas cargas remotas de 10 kg (zona do guiador).

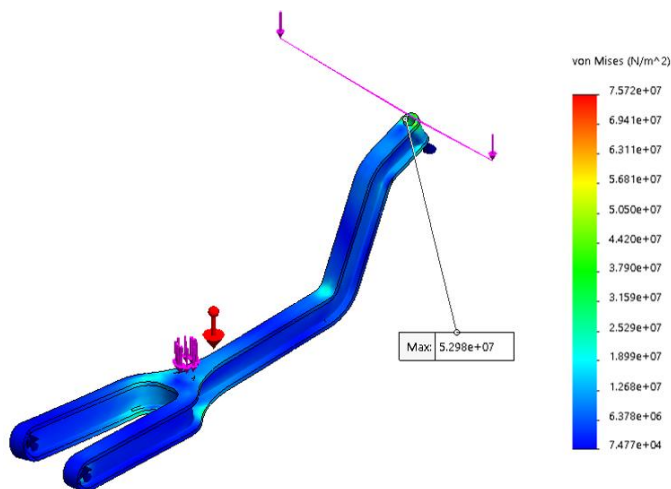


Figura 119 - Análise de Tensões do estudo n.º1.

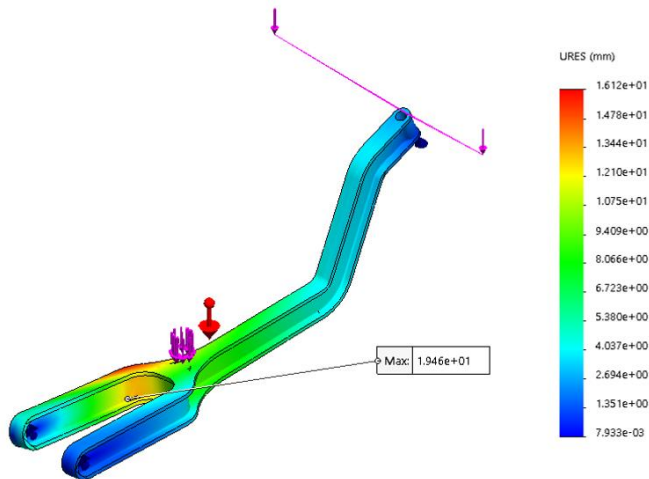


Figura 120 - Análise de Deslocamento - Estudo nº1.

Conforme representado nas Figuras 114 e 115, a tensão máxima e o ponto máximo de deslocação são respetivamente: $5,298 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ e $1,946 \times 10^1 \text{ mm}$

A geometria base seleccionada para o segundo estudo foi a Figura 57, os procedimentos serão os mesmos utilizados no Estudo nº1.

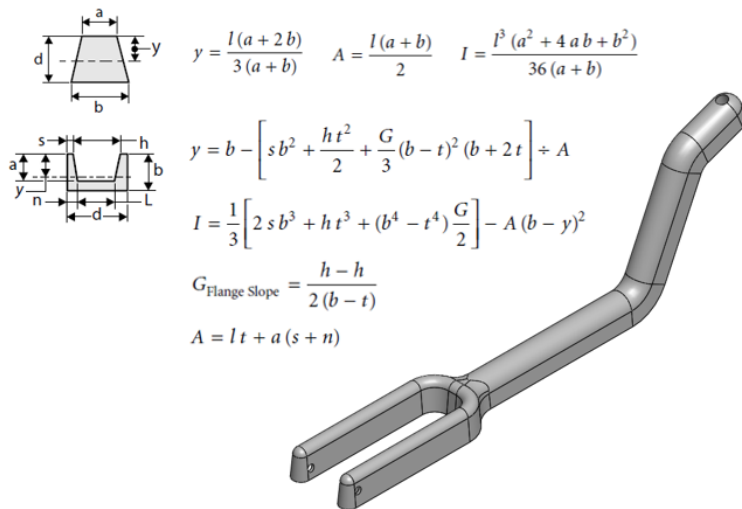


Figura 121 - Perfil da forma geometria do estudo nº2.

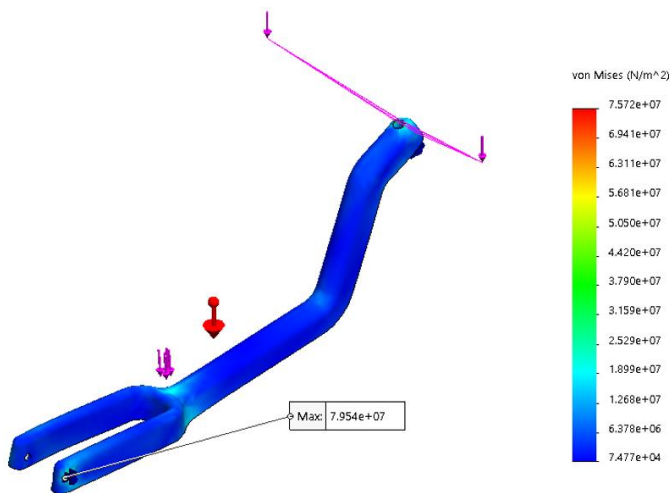


Figura 122 - Análise de Tensões do estudo nº2

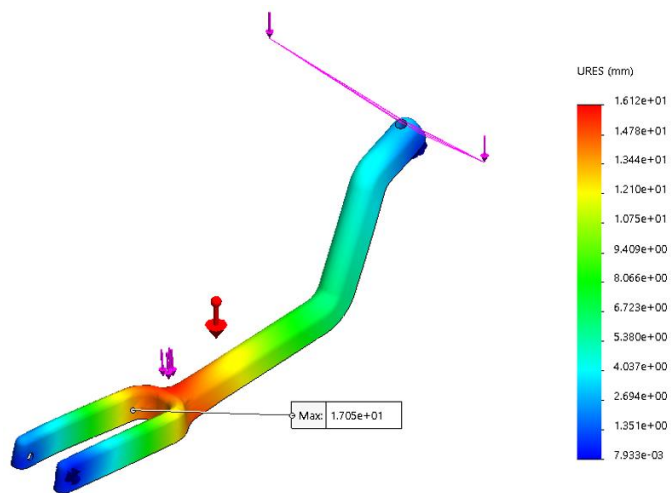


Figura 123 - Análise de Deslocamento - Estudo nº2.

Conforme representado nas Figuras 117 e 118, a tensão máxima e o ponto máximo de deslocação são respetivamente: $7,954 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ e $1,705 \times 10^1 \text{ mm}$.

Ao analisar os dados dos dois estudos, o primeiro estudo tem resultados mais satisfatórios, no entanto a sua forma irá trazer complexidade molde.

Por sua vez o segundo estudo tem melhor aspeto visual e é possível de ser obtido por moldação direta, sendo necessário apenas 2 movimentos para a fixação traseira. Este estudo com a adição de ribs de reforço será certamente mais vantajoso que o primeiro, reduzindo o investimento no molde.



Figura 124 - Possível solução de reforço para estudo nº2.