



**Carlos Gabriel da
Silva Pires**

**Exploração de uma visão contemporânea
de um velocípede elétrico**



**Carlos Gabriel da
Silva Pires**

**Exploração de uma visão contemporânea
de um velocípede elétrico**

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 Professor Paulo Alexandre Lemolino de Freitas Tomé Bago de Uva, Professor Auxiliar Convidado do Departamento de Artes e Comunicação da Universidade de Aveiro, e sob a co-orientação do Professor João Alexandre Dias de Oliveira, Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro.

o júri

presidente

Prof. Doutor Ricardo Alves de Sousa

Professor Assistente do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro

arguente

Prof. Doutor Renato Jorge Costa Lopes Bispo

Professor Adjunto Instituto Politécnico de Leiria da Escola Superior de Artes e Design das Caldas da Rainha

arguente

Prof. Doutor Violeta Catarina Marques Clemente

Professora Adjunta Escola Superior de Design, Gestão e Tecnologias da Produção de Aveiro-Norte

orientador

**Prof. Especialista Paulo Alexandre Lemolino de Freitas Tomé
Rosado Bago de Uva**

Professor Auxiliar Convidado do Departamento de Artes e Comunicação da Universidade de Aveiro

agradecimentos

A todos os que, direta ou indiretamente, contribuíram para me apoiar na conclusão desta dissertação, deixo o meu mais humilde agradecimento.

Expresso o meu agradecimento aos meus dois orientadores pelo empenho constante no desenvolvimento de todo o projeto. Ao professor Paulo Bago D'Uva pela facilidade de comunicação sempre proativa e constante durante as fases mais intensas do projeto, esboçando e debatendo ideias, deixo o meu agradecimento ficando o sentimento de que, mais que um orientador, se revelou um grande parceiro de projeto. Ao professor João Oliveira, pela ajuda nos momentos mais decisivos, sempre presente com uma lucidez que permitiu ao projeto encontrar os caminhos certos, deixo também um enorme obrigado. Guardo de ambos uma imagem de grande referência enquanto profissionais mas, mais ainda, uma grande amizade.

Um agradecimento em especial à ABIMOTA LEA, em particular ao seu secretário geral Gil Nadais, que demonstrou uma grande abertura para me receber desde o primeiro momento e acompanhar o projeto, falando sobre a indústria sem tabus, evidenciando uma visão muito clara das suas pretensões e contributos para o seu sucesso.

Por último um agradecimento a todos os que são família e considero como tal, sempre presentes nos últimos dois anos do meu percurso académico, demonstrando todo o apoio e incentivo à finalização desta etapa.

À minha companheira Sara, de quem tenho um imenso orgulho e profunda admiração, o meu maior obrigado. A profunda amizade que temos, o carinho sentido diariamente, o seu apoio nos momentos mais complicados, a sua frontalidade, fez de mim uma pessoa mais capaz na conclusão desta fase.

Aos meus avós, o meu agradecimento pelo incentivo e carinho sempre demonstrado, em particular ao meu avô António que é a minha referência de vida enquanto grande ser humano que foi.

Um agradecimento e reconhecimento em especial ao José Fonseca pelo apoio e amizade demonstrados, em quem reconheço uma pessoa de valor por quem guardo uma grande estima.

Por último deixo um agradecimento com grande carinho aos meus pais, Carlos e Júlia, mas também ao meu irmão António, pelo inestimável apoio que sempre me deram. Sem o vosso esforço e dedicação nada teria sido possível. Sempre tiveram a capacidade de me demonstrar que há sempre mais mundo e de me alargar horizontes. Deram-me também a margem que precisava para procurar saber fazer mais e melhor, acreditando sempre que era capaz.

O meu sincero obrigado a todos!

palavras-chave

velocipedes eletricos; e-bike; speedbike; mobilidade sustentável; veiculos inteligentes; industria das bicicletas; design; engenharia; desenho.

resumo

Há uma sensação de aventura e um sentimento de independência quando uma criança anda de bicicleta. A bicicleta pode ser vista como o primeiro veículo de locomoção que contribui para o crescimento pessoal de qualquer Ser Humano. Contribui também para aproximar comunidades ou até amigos que moram separados, para servir de veículo de transporte para o emprego ou apenas para diversão. É um veículo que serve múltiplos propósitos e promove independência aos mais jovens mas, é também o primeiro veículo frequentemente abandonado.

Estima-se que 30% das viagens de carro percorrem menos de 3 km (ADAC, 2017). Existe pois uma clara necessidade de contrariar esta tendência de um uso intensivo do automóvel. Uma das possibilidades consiste em projetar um velocípede elétrico que contribua para a evolução da mobilidade sustentável e ofereça uma solução viável para curtas e médias distâncias. Este conceito de velocípede pode-se adaptar às necessidades dos utilizadores, aproveitando o acelerado desenvolvimento tecnológico para garantir uma solução contemporânea, com uma aplicação na indústria real. As soluções inovadoras de eletrificação e mobilidade de bicicletas oferecem uma oportunidade de atingir os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas. Atender às necessidades das pessoas que utilizam as bicicletas como principal meio de locomoção é fundamental para ajudar as cidades a lidar com o crescimento populacional, reduzir emissões, melhorar a qualidade do ar e aumentar a segurança rodoviária. Repensar a ciclomobilidade elétrica pode reduzir custos de deslocação, manutenção e proporcionar uma navegação suave em área urbana.

Foi assim desenvolvido um produto com base num novo quadro de bicicleta que pode ser integrado em speed-bikes e e-bikes. Esses dois produtos promovem diferentes soluções urbanas para o utilizador. As speed-bikes requerem carta de condução, estão limitadas a uma velocidade máxima de 45 km/h e só podem circular nas estradas principais. As e-bikes não carecem de carta de condução e podem circular a uma velocidade máxima de 25 km/h em estradas principais, vias secundárias e ciclovias. Seguindo esta abordagem modular, o quadro de bicicleta pode ser utilizado simultaneamente nos dois produtos, promovendo maior usabilidade e funcionalidade. Permite obter uma economia de escala que induz ganhos e proporciona melhor gestão de recursos industriais, ao responder às duas tipologias. Pode-se assim equipar melhor os utilizadores para o futuro da mobilidade, a um preço mais reduzido.

O produto proposto neste trabalho, além de combinar duas morfologias de bicicletas, permite soluções urbanas e off-road. O velocípede, designado por "Root", foi desenhado tendo em conta os requisitos do quadro de uma e-bike convencional e de uma commuter-bike, combinando as suas morfologias para melhor atender diferentes cenários de utilização e necessidades do utilizador, evoluindo e adaptando-se a elas. As adaptações garantem navegação no quotidiano em contexto urbano mas também pequenas escapadelas de fim-de-semana fora da paisagem urbana. Esta solução foi projetada para ser conveniente e funcional, incorporando estruturas para transportar carga leve que podem ser adicionadas ao quadro. O produto "Root" utiliza componentes robustos, sistema de propulsão elétrica, reduzindo custos de manutenção, e integra novas tecnologias, como sistemas de segurança, iluminação, GPS, bloqueio, alarmes promovendo segurança e uma navegação mais suave. A versatilidade do veículo proposto reforça a sua usabilidade e prolonga o seu tempo de utilização.

keywords

electric bicycles; e-bikes; speedbikes; sustainable mobility; smart vehicles; bicycle industry; design; engineering, drawing.

abstract

There is a sense of adventure and a feeling of independence when a child rides a bike. This bike can be seen as the first vehicle contributing to any human's personal growth. It can bring people together, by approximating communities or friends that live apart, it can also serve as the vehicle to commute to the first part-time job or to be ridden just for fun. It is a vehicle that serves multiple purposes and brings forth independence for the youngsters, but additionally, it is the first vehicle that the users often abandon.

It is estimated that 30% of car journeys cover less than 3 km (ADAC, 2017). Therefore, there is a clear call for action, being one of the possible approaches to design an electric vehicle able to contribute to a sustainable mobility evolution and to provide a better solution for short and medium commuting distances. This concept should adapt to the evolving users' needs and embrace fast-paced technological development to ensure a contemporary product that impacts the real industry. The bicycles electrification and innovative mobility solutions provide an opportunity to achieve the UN Sustainable Development Goals (SDG). Meeting the needs of people who cycle is critical to help cities tackling population growth, reducing emissions, and improving air quality and road safety. Rethinking electric velomobility can reduce commuting and maintenance costs and provide smoother navigation in the urban context.

Based on this perspective, we have developed a product that incorporates a novel bike frame that can be used either in speed-bikes and e-bikes. It should be emphasised that these two products promote different urban solutions for the user. The speed-bikes require a driving license, have a maximum speed of 45 km/h and can only circulate on the main roads. On the other hand, e-bikes do not require a driving license, have a maximum speed of 25 km/h and can circulate on main roads and secondary commuting paths. Following our modular approach, our bike frame can fit these two products, promoting higher usability and functionality. This modular component can thus generate an economy of scale, inducing more gains and fostering a better management of industrial resources. Therefore it can better equip the users for the future of mobility with a reduced price.

Our product was designed to merge two morphologies of bikes to embrace urban and off-road solutions. The "Root" velocipede, as we called it, was designed to answer the conventional e-bike frame and the commuter bike frame to better fit different scenarios and various user needs. This design adapts itself to evolve with the user needs. Its adaptation guarantees that the user can navigate in the urban context in her/his daily routine, but can also use it for small weekend getaways out of the urban landscape. Furthermore, this solution was designed to be convenient and functional by incorporating solutions to carry some load and/or additional light cargo in its frame. In addition to this, the "Root" product uses robust components, engine and electric propulsion system in order to reduce maintenance and general costs. It also integrates novel technologies such as security systems, lighting, GPS, bike lock, and alarms to enhance the general sense of safety and promote smoother navigation.

In conclusion, we offer the user an innovative and economical solution that reinforces the usability of bikes and extends the traditional usage time of this product, by making it the optimal solution for daily short-medium commuting trips and urban getaways.

ÍNDICE

01.

Introdução

1.1. Contextualização: do imaginário à oportunidade _____	pág. 1
1.2. Objetivos e problemática _____	pág. 2
1.3. Metodologia aplicada e fluxo de trabalho _____	pág. 3
1.4. Estrutura do documento _____	pág. 8

02.

O Fenómeno Global dos Velocípedes Eletrificados

2.1. Um olhar global

2.1.1. As cidades_____	pág. 11
2.1.2. A metamorfose comportamental_____	pág. 13
2.1.3. A atração pela mudança: um paradigma social_____	pág. 16
2.1.4. Índice de um desenvolvimento sustentável_____	pág. 18

2.2. O crescimento dos velocípedes

2.2.1 A evolução e contextualização e histórica_____	pág. 20
2.2.2 E-bike uma visão de progresso_____	pág. 26
2.2.3 Adaptação da legislação à realidade atual_____	pág. 32

2.3. O ensaio industrial

2.3.1. Panorama global_____	pág. 34
2.3.2. Panorama nacional_____	pág. 36
2.3.3. Reforma da indústria nacional_____	pág. 42

03.

Do Conceito ao Desenvolvimento do Produto

3.1. Introdução a estratégia e metodologia do produto	pág. 45
3.2. Fase I: desenvolvimento do conceito	
3.2.1. Definição do conceito inicial	pág. 46
3.2.2. Exploração e desenvolvimento de forma	pág. 52
3.2.3. Validação do conceito selecionado	pág. 61
3.3. Fase II: reformulação do conceito	
3.3.1. Posicionamento do novo conceito no mercado	pág. 63
3.3.2. Estudo da forma do produto	pág. 65
3.3.3. Exploração da forma e arquitetura	pág. 70

04.

O Produto Final

4.1. Composição do produto final	pág. 84
4.2. Arquitetura de produto	
4.2.1. Materiais e processos	pág. 87
4.2.2. Componentes standard e funcionalidades	pág. 99
4.3. Validação conceptual e detalhe	pág. 106
4.4. Proposta final	pág. 113

05.

Conclusões

5.1. Objetivos alcançados	pág. 131
5.2. Conclusões	pág. 132
5.3. Trabalhos futuros	pág. 134
Bibliografia	pág. 137
Índice de Figuras	pág. 143
Anexos	pág. 155

01.

Introdução

1.1. Contextualização: do imaginário à oportunidade _____	pág. 1
1.2. Objetivos e problemática _____	pág. 2
1.3. Metodologia aplicada e fluxo de trabalho _____	pág. 3
1.4. Estrutura do documento _____	pág. 8

1.1. Contextualização: do imaginário à oportunidade

Os veículos de duas rodas, seja um velocípede, ciclomotor ou motociclo, promovem uma experiência e sensação diferentes e são, para muitos, o primeiro passaporte de acesso à mobilidade e, em consequência, à liberdade. Tal como “*No século XIX a humanidade descobre o conceito da invenção*” (Barbosa, E. 2020) surge dois séculos mais tarde a minha intenção de criar uma nova abordagem para veículos de duas rodas, contribuindo para introduzir um novo conceito de mobilidade sustentável, explorando uma zona não coberta entre dois tipos desses veículos. Esta motivação provém da ligação com a minha cidade natal, Águeda, conhecida pela sua indústria, mas sobretudo denominada de “cidade capital das duas rodas”. Desta intenção resultou a exploração de design de um velocípede para esta nova era de veículos elétricos.

No contexto da mobilidade portuguesa é clara a tradição industrial na vertente de execução e produção. No entanto, é também evidente a dificuldade de desenvolvimento de produto próprio pelas marcas nacionais. Como tal, foi observada uma consecutiva falta de investimento no desenho de produtos próprios e a incapacidade de regeneração dos existentes. Este panorama nacional fez com que a minha intenção de explorar um novo veículo de duas rodas ganhasse força e se refletisse no desenvolvimento do trabalho conducente a esta dissertação.

Esta dissertação tem como objetivo promover o desenvolvimento de produto próprio na indústria portuguesa do setor das duas rodas. Neste caso, o produto deve apresentar-se, não só como um reflexo da identidade estética deste campo, mas deve também utilizar os recursos industriais já existentes e o know-how

disponível no contexto nacional. Simultaneamente, o crescendo de novas problemáticas globais e a necessidade de repensar o impacto ambiental das nossas deslocações promove o repensar do setor da mobilidade. Setor esse que deverá promover um futuro sustentável e equilibrado. A consciencialização da necessidade de mudança nos hábitos de mobilidade e a aceitação da eletrificação como uma das estratégias para a mobilidade levam a que o foco deste trabalho siga uma exploração de possíveis soluções para o futuro das duas rodas que tenha em consideração o seu impacto na realidade social e industrial.

Este trabalho reflete o interesse pessoal do autor no desenvolvimento de veículos e mobilidade. O trajeto desta dissertação surgiu durante um projeto desenvolvido na unidade curricular de Engenharia e Desenvolvimento de Produto. Esta unidade curricular despertou ainda mais o interesse pelos veículos de duas rodas, com foco na realidade da indústria portuguesa: no seu passado, no presente e na necessidade de reinventar o seu futuro, através de uma oportunidade de recriação de produto que permitisse a este setor projetar-se internacionalmente sem ser por fabricar produtos com autoria de terceiros.

1.2. Objetivos e problemáticas

Os atuais desafios impostos pelas alterações climáticas exigem do campo do Design a exploração de alternativas que mitiguem os efeitos correspondentes. Uma das áreas de enorme impacto no ambiente tem sido tradicionalmente a mobilidade. A consciencialização desse impacto tem originado o despertar de uma mudança para a eletrificação, abrindo a porta a novos veículos, ao renascer de outros, mas mais ainda ao redesenhar de todo sistema de mobilidade para acautelar o futuro.

Nesta dissertação é assim apresentado o resultado de uma observação ao nível dos transportes, centros urbanos e da sociedade, com foco no fenómeno dos velocípedes elétricos. Identificam-se os problemas associados a estes novos veículos de pequenas dimensões com motorizações elétricas, os quais rapidamente começam a ocupar as cidades de forma rotineira ou mesmo invasiva, colocando novos desafios de interação com outros veículos, com o espaço e com os cidadãos.

É oportuno perceber o panorama industrial a nível nacional e o know-how existente, e assim tentar perceber o seu potencial.

Identificando os métodos existentes de fabricação, os materiais e recursos disponíveis, ajustando novos conceitos de forma a permitir uma possível adaptação da indústria ao fabrico, numa fase futura, de novos veículos ou de elementos que possam ser usados por várias categorias de veículos.

A questão cultural também se aborda neste trabalho, equacionando os grandes desafios que é necessário ultrapassar tais como o estigma dos velocípedes considerados “alternativas de segunda” ou “veículos do pobres” e a resistência de algumas sociedades face à utilização desses veículos. Para tal, neste projeto, exploram-se conceitos alternativos para chegar a um velocípede elétrico, com uma base utilitária, no qual se vai assumir o quadro como o componente central do veículo, adaptando-se a diferentes cenários de utilização, permitindo variações e atendendo ao desejo dos diferentes utilizadores.

As perguntas para as quais necessitou-se de resposta para enfrentar este desafio são:

- Quais as problemáticas deste fenómeno emergente?
- Como vai ser feita a evolução dos veículos, das cidades e da sociedade?
- Que transformações vão liderar a mudança?
- Que legislação está em vigor e que possa ser necessária?
- Quais são os requisitos dos potenciais utilizadores?
- Como conjugar o know-how existente na indústria com um conceito de mobilidade?

A exploração contemporânea de um velocípede elétrico exige portanto uma atitude agregadora dos mais diversos domínios e áreas científicas, na sua colocação em prática e na procura de alternativas aos desafios da mobilidade no futuro.

1.3. Metodologia aplicada e fluxo de trabalho

Para a realização deste documento e conseqüente projeto foi aplicada a metodologia de investigação em Design designada por Double Diamond ou “duplo diamante” a qual foi proposta pelo British Design Council (2005) visando resolver problemas e desafios de forma simples, clara e compreensiva ao longo de todo o desenvolvimento do processo criativo. A aplicação de uma metodologia Double Diamond vai muito além do campo e área do design, sendo também adotada em áreas de engenharia,

indústria, organizações, entre outros.

A metodologia Double Diamond é constituída por quatro passos principais, a saber, descobrir, definir, desenvolver e refinar. A calendarização e as fases de desenvolvimento do projeto organizadas de acordo com esse modelo estão ilustradas na figura 1.

Metedologia Idealizada

Double Diamond Model

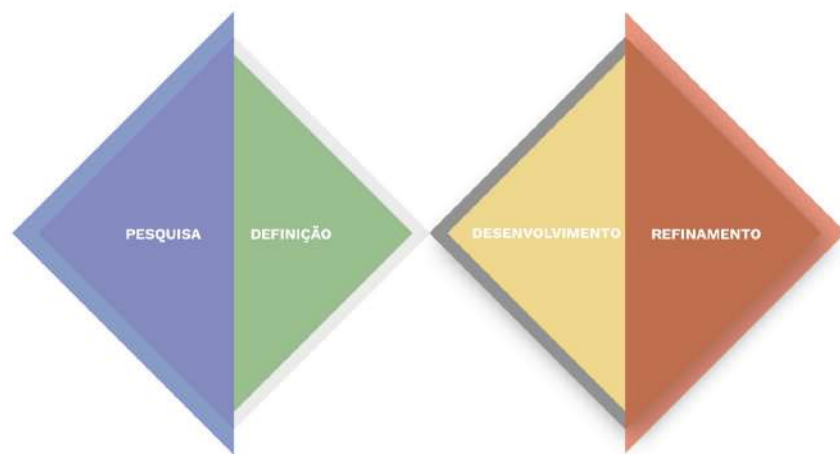


fig. 1 - Framework Double Diamond idealizado

Aplicação do modelo divide-se assim em dois grandes momentos de divergência e dois grandes momentos de convergência, ao longo de todo o processo.

No primeiro diamante, existem dois momentos, um de pesquisa (divergir) e outro de definição (convergência). No primeiro momento de descoberta o objetivo passa por procurar e dominar o conhecimento disponível para a resolução do desafio. Nesta fase de desenvolvimento do projeto pretende-se obter uma perceção clara sobre as soluções desenvolvidas até à actualidade e sobre o impacto que provocam. Para tal, preveem-se entrevistas e experimentação de campo. Como referido por Noronha (2017), o designer é, nesta fase, estimulado por variada e diversa informação relacionada com o desafio, sendo um momento de divergência na investigação. No segundo momento, nomeadamente o de definição, direciona-se o trabalho do designer para uma convergência, procurando filtrar a informação e verificar a sua

pertinência para o projeto. No segundo diamante surgem os últimos dois momentos do projeto, um de desenvolvimento (divergir) e o segundo de refinamento (convergência). A fase de desenvolvimento pressupõe uma pesquisa por alternativas, procurando conceitos que respondam às necessidades do desafio, tentando determinar a melhor solução. Por último, é selecionado um conceito que é trabalhado e testado, convergindo na solução do problema.

Ainda que, inicialmente, se tenha idealizado a metodologia através da descrita para o desenvolvimento do projeto, a sua aplicação sofreu transformações. A figura 2 apresenta a metodologia que acabou por prevalecer, baseada em Double Diamond, mas incluindo adaptações que refletem a forma real como o projeto evoluiu.

Metodologia Concretizada

DoubleX2 Diamond Model

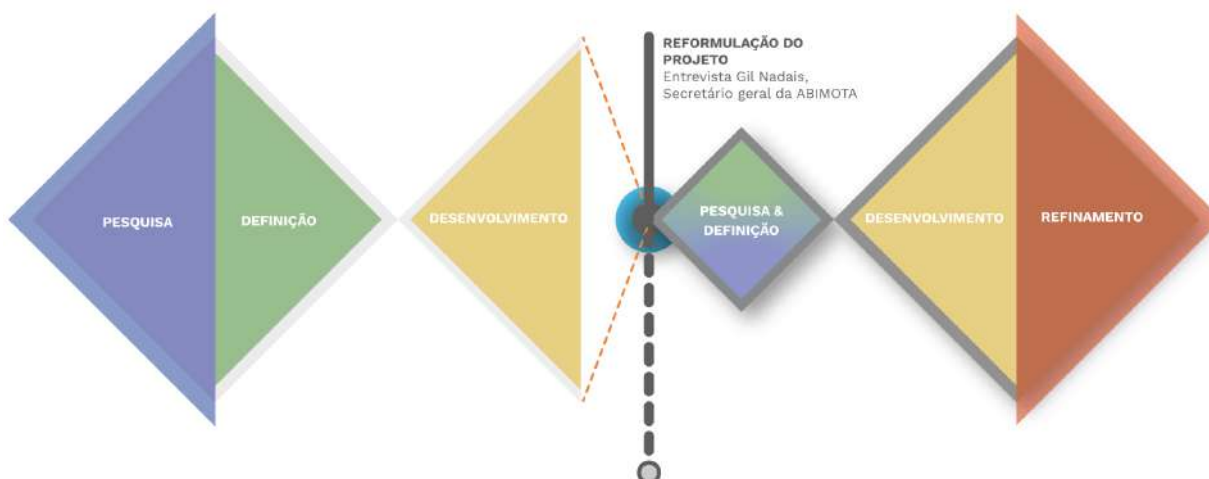


fig. 2 - Framework Double Diamond concretizado

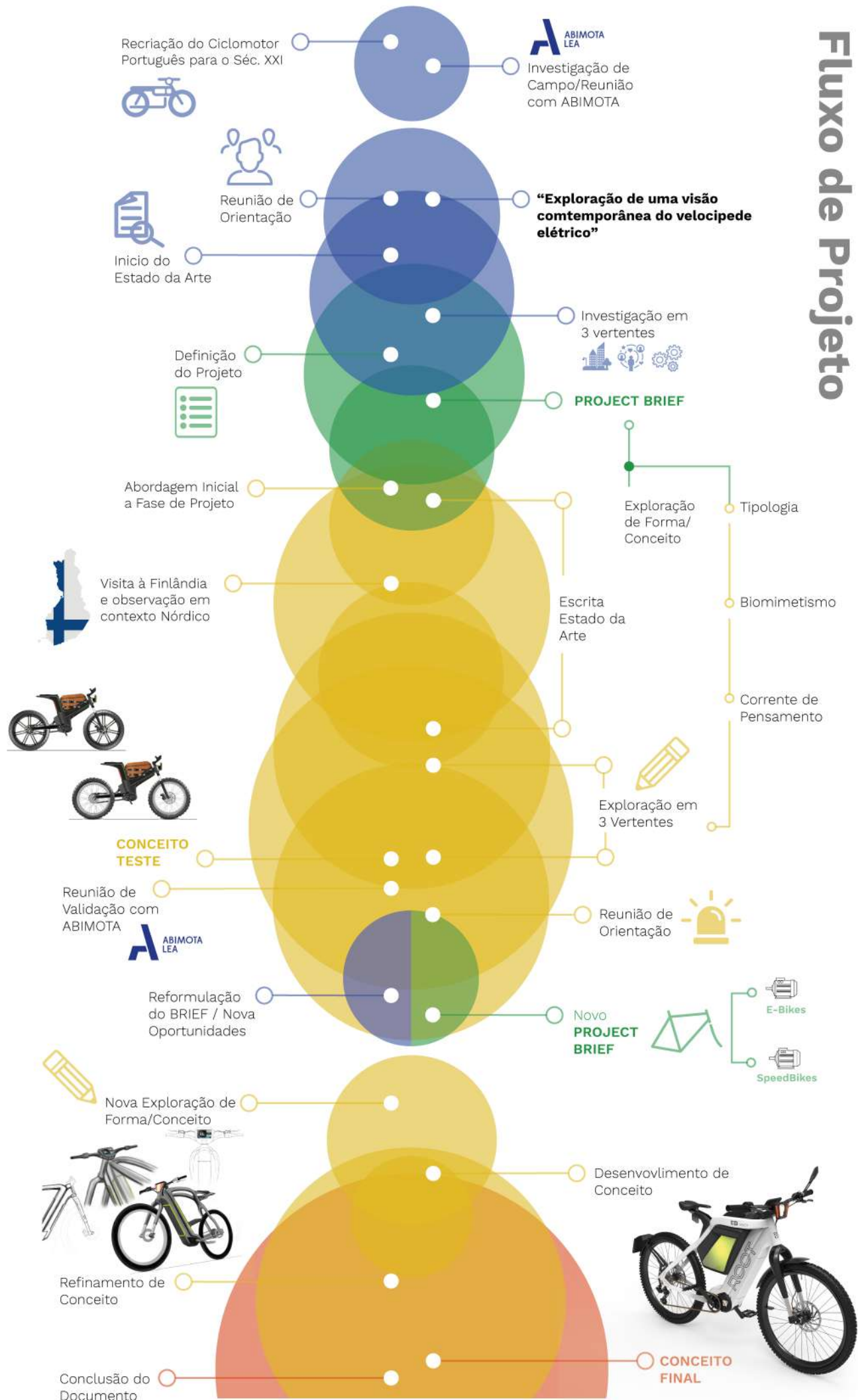
A figura 2, como anteriormente mencionado, reflete a evolução real do projeto, a qual acabou por não seguir exatamente a metodologia linear do Double Diamond. Numa primeira fase, os trabalhos mantiveram-se na linha proposta pela metodologia, procedendo-se de forma linear à pesquisa, à definição e ao desenvolvimento dos primeiros conceitos. No entanto, esta primeira proposta, decorrente do primeiro diamante, não foi considerada promissora numa primeira fase de validação, por originar uma solução que se posicionava numa zona cinzenta seja de questões técnicas, de usabilidade e, principalmente de legislação, prevendo-se, nesta última vertente, uma homologação complexa ou mesmo inatingível. Como tal foi necessário proceder

a uma reformulação com alguma amplitude mas que, tirando proveito da extensa pesquisa feita anteriormente, foi mais breve e convergiu mais rapidamente para uma definição da solução que viria a ser adotada no fim deste trabalho. Ilustrou-se esta situação com o diamante intermédio de mais pequena dimensão. A partir desta fase o projeto seguiu de novo a metodologia através dos trabalhos associados ao segundo diamante.

Na figura 3 apresenta-se uma visão mais detalhada da evolução do projeto, na qual se encontra um cronograma com um reporting mensal dos trabalhos realizados. Ilustra-se ainda aí o fluxo de trabalho que foi necessário realizar durante as fases correspondentes à aplicação da metodologia Double Diamond. O diâmetro dos círculos representa a quantidade de trabalho e as cores correspondem às fases do Double Diamond da figura 2.

fig. 3 - Fluxo de trabalho do projeto

Fluxo de Projeto



1.4. Estrutura do documento

O presente documento foi desenvolvido e estruturado com base nas metodologias de trabalho introduzidas na secção anterior e está dividido em quatro capítulos adicionais para além do presente capítulo introdutório, no qual foram contextualizados os objetivos desta dissertação.

O segundo capítulo, **O Fenómeno Global dos Velocípedes Eletrificados**, apresenta uma componente de carácter mais teórico que está dividida em três secções. Na primeira, denominado de Um olhar global, é apresentada uma observação sobre o momento atual vivido nas cidades e nas suas infraestruturas e identificadas quais as transformações expectáveis no futuro. Este subcapítulo faz ainda uma análise ao nível da sociedade, referindo as transformações e mudanças comportamentais, bem como os fatores que as promovem. Na segunda secção, O crescimento do Velocípede, discute-se uma contextualização histórica do aparecimento dos velocípedes até à atualidade, seguido de uma análise sobre a realidade das e-bikes atuais e, por último, um olhar sobre a legislação dos velocípedes.

Na última secção, o ensaio industrial, é apresentado o momento vivido pela indústria numa visão macro do setor das duas rodas, seguido de uma visão micro focada no contexto da indústria nacional e nas suas capacidades. Por último, com base nos considerandos anteriores são identificadas algumas oportunidades que se considera poderem ser aproveitadas por este setor.

O terceiro capítulo, **Do conceito ao desenvolvimento do Produto**, é onde se apresenta toda a evolução do trabalho realizado, desde os esboços iniciais até ao conceito proposto como final. Está, também, dividido em secções. Na primeira, Introdução à estratégia e metodologia do produto, apresenta-se e caracteriza-se o utilizador potencial do produto. Com base na caracterização do utilizador definido, faz-se uma construção de um cenário de utilização diária onde se identificam as suas necessidades. Concluindo, e de acordo com o definido anteriormente, é criado um posicionamento do nosso velocípede, procurando definir a tipologia mais adequada.

Na segunda secção, Fase I: de desenvolvimento conceito, inicia-se a apresentação dos esboços, seguindo diferentes abordagens. Desta exploração surge um primeiro conceito sujeito a uma fase de validação intermédia. Na terceira secção, Fase II: de reformulação do conceito, é apresentada aquela que será a

solução final, ilustrando os novos esboços correspondentes ao conceito definido. Com base no conceito é feita uma preparação e apresentados os estudos necessários ao desenvolvimento do produto final.

O quarto capítulo, **O Produto Final**, apresenta as funcionalidades que se identificaram como sendo necessárias ou desejáveis e o desenvolvimento de todas as componentes que as interpretam. Discute-se aqui o posicionamento entre e-bike e speed bike e introduz-se a “marca” “ROOT” que pretendemos associar ao conceito. Este capítulo é constituído por quatro secções. Na primeira, composição final, são apresentados esboços finais do produto e uma primeira fase do desenvolvimento do modelo CAD 3D final. A segunda secção, arquitetura do produto, descreve os componentes e funcionalidades e ainda os materiais e processos de fabrico necessários à produção do quadro. Na terceira secção, validação conceptual e detalhe, é feita uma apresentação do modelo digital do produto final, numa avaliação ao CAD desenvolvido. Na última secção é apresentado o Produto Final, com base em imagens foto realistas, e é explicada toda a estratégia de comunicação para o posicionar entre e-bike e speedbike.

O último e quinto capítulo, **Conclusões**, apresenta uma revisão do que foi feito e atingido nesta dissertação e identificam-se possíveis desenvolvimentos futuros e perspetivas pessoais para uma eventual continuidade do trabalho.

Encontra-se ainda disponível no final deste documento toda a bibliografia utilizada para a elaboração do presente documento, o respetivo índice de figuras e anexos.

02.

O Fenómeno Global dos Velocípedes Eletrificados

2.1. Um olhar global

2.1.1. As cidades	pág. 11
2.1.2. A metamorfose comportamental	pág. 13
2.1.3. A atração pela mudança: um paradigma social	pág. 16
2.1.4. Índice de um desenvolvimento sustentável	pág. 18

2.2. O crescimento dos velocípedes

2.2.1 A evolução e contextualização e histórica	pág. 20
2.2.2 E-bike uma visão de progresso	pág. 26
2.2.3 Adaptação da legislação à realidade atual	pág. 32

2.3. O ensaio industrial

2.3.1. Panorama global	pág. 34
2.3.2. Panorama nacional	pág. 36
2.3.3. Reforma da indústria nacional	pág. 42

2.1. Um olhar global

2.1.1. As cidades

A cidade, também denominada de Urbe¹, projetou a sua intensificação por todo o mundo com o início daquela que viria a ser a Revolução Industrial. O surgir de uma atividade económica carente de mão-de-obra, criou aglomerados populacionais junto dos polos industriais. Originou novas cidades e a proliferação das já existentes, alojando novas pessoas vindas das zonas rurais, na promessa de um rendimento fixo que garantisse a sua subsistência.

O crescimento das cidades e aumento da sua população é ainda uma tendência atual, segundo indicadores da ONU revelados por John Wilmoth². *“Cerca de metade da população mundial (55%) vive atualmente em centros urbanos e, para 2050, estima-se que cerca de dois terços (68%) de todas as pessoas residam em áreas urbanas”*. (cited in PUBLICO, 2018, Maio 17). O aumento populacional das cidades e o aumento do número de megacidades geram ecossistemas dinâmicos.

Desde o fator económico que promoveu inicialmente a existência desses aglomerados, o seu património histórico-cultural ou a sua arquitetura não pararam de sofrer uma mutação constante. Esta frenética mudança imposta por um “lifestyle” cidadão dependente da mobilidade trouxe grandes constrangimentos ao funcionamento e teve forte impacto nas cidades, tornando-as focos de poluição sonora, visual e atmosférica. As questões ambientais têm gerado grandes preocupações, debates e desafios para as cidades e sociedade, na procura da substituição do automóvel, tido por

¹ Urbe - Palavra do Latim Urbis, geralmente caracterizada por uma elevada densidade populacional e por determinadas infra-estruturas, cuja maioria da população trabalha na indústria ou nos serviços; “urbe”, in Dicionário Priberam da Língua Portuguesa <https://dicionario.priberam.org/urbe>

² John Wilmoth - Divisão de População do Departamento das Nações Unidas de Assuntos Económicos e Sociais, responsável pelo relatório *Perspectivas Mundiais de População 2019*



fig. 4 - Imagem representativa de Budapeste na Hungria, 6º lugar no ranking mundial (1º lugar da UE) das cidades mais congestionadas em 2018, elaborado pela Tom Tom com dados reais dos seus utilizadores.

³ ADAC - Allgemeiner Deutscher Automobil-Club, é o maior clube de automobilismo da Alemanha e Europa, com 15.290.614 membros em agosto de 2005. Foi fundada em 24 de maio de 1903 como “Deutsche Motorradfahrer-Vereinigung”, sendo renomeada em 1911.



fig. 5 - Exemplo de ciclovia em Helsínquia, Finlândia

muitos como o “veículo perfeito e insubstituível”, por forma a evitar a inegável criação de imagens “apocalípticas de paralisia das cidades” (figura 4) por ele causadas. A inexistência de espaço habitacional disponível ou os preços inflacionados dos mesmos nos grandes centros “empurrou” as pessoas para residirem nas suas periferias. Este facto tornou o automóvel como meio essencial para a mobilidade desses residentes nas periferias, muitas vezes por questões de falta de alternativas de transportes públicos e noutras por questões culturais. A deslocação diária para os seus trabalhos localizados nos centros citadinos causa dificuldades no fluxo e na ocupação dos espaços, tornando um pesadelo a gestão de tráfego.

Esta conjugação do aumento populacional e de veículos automóveis obrigou a uma reflexão sobre a mobilidade na urbe. Com a introdução de políticas promotoras de meios mais sustentáveis surge o conceito de mobilidade diversa ou “multi-mobility”. Esta nova definição representa a conjugação das múltiplas ofertas de meios de transporte disponíveis, para uma melhoria da mobilidade das sociedades contemporâneas, cuja conjugação/coordenação se torna indispensável para se conseguir um bom funcionamento e equilíbrio das cidades. Segundo o relatório “The Evolution of Mobility” elaborado pela ADAC³ em 2017, “We are facing a similar revolution as the world did when the car was invented 125 years ago. Hidden behind all the apparent continuity lies an evolutionary transformation of the mobility system, which must not be underestimated.” (ADAC, 2017)

Dentro deste novo conceito de mobilidade diversa, a aposta na bicicleta e nos meios de mobilidade suave em alternativa ao automóvel é válida para as deslocações diárias de curta distância, visto que “30% dos trajetos efetuados em automóvel abrange distâncias inferiores a 3 km”. A aposta das cidades no incentivo e criação de condições para o uso de bicicletas refletiu-se na tomada de uma série de medidas e, no caso europeu, na disponibilização de um conjunto de incentivos para as cidades que promovam e adotem o seu uso. Na busca da libertação da dependência do automóvel o redesenho das estruturas viárias são um passo essencial em qualquer cidade que pretende privilegiar os velocípedes.

As mudanças aos planos de mobilidade das cidades refletem-se no desenho e implementação de ciclovias e pistas cicláveis, promovendo corredores de deslocação rápida, privilegiando os velocípedes, garantindo a sua segurança e cumprimento das normas de circulação (figura 5). O uso destes veículos e infraestruturas só funcionam quando conjugadas com uma

grande aposta na comunicação e promoção da mobilidade suave.

Atualmente, são visíveis os reflexos dos incentivos promovidos a nível europeu durante os últimos 20 anos. Lisboa é exemplo da aplicação de medidas tais como a abolição de carros dos grandes centros, privilegiando os espaços de lazer e tornando-os mais favoráveis aos meios suaves e sustentáveis (figuras 6 e 7). Com o impulso da melhoria das redes viárias e inovação tecnológica surgem as plataformas de mobilidade partilhada que estão a ter uma grande adesão.

A oferta de scooters elétricas, e-bikes e trotinetes elétricas, associadas a plataformas de partilha, apontam-se como mais uma alternativa credível e sustentável numa era de “multi-mobility”. O seu aparecimento e utilização em massa geraram bastantes questões de convivência entre veículos e peões, principalmente devido à má utilização dos mais variados velocípedes, mas também pelo desconhecimento da legislação atual. Existe ainda um sentimento de desresponsabilização e ausência de punição por parte de quem os utiliza. O aparecimento destas plataformas inseridas na mobilidade diversa vem demonstrar as suas vantagens e capacidade em se complementar com os mais diversos transportes, aumentando a oferta e a flexibilidade para o utilizador.

Em suma, estas novas soluções são uma garantia de um bom sistema de mobilidade, mais sustentável, mais adequado aos utilizadores dos centros citadinos. Contudo, nas zonas periféricas, estes meios acabam por não ser alternativa de deslocação, promovendo assim uma desigualdade entre os cidadãos. De facto, a expansão das cidades e a dificuldade em residir nos grandes centros conduziram as pessoas para as suas zonas mais periféricas, onde, além da dificuldade de acesso ao centro urbano, também a oferta de meios sustentáveis diminui. Abre-se assim uma oportunidade de resposta a uma necessidade concreta, atual e premente.

2.1.2. A metamorfose comportamental

A mobilidade é uma conjugação de desejo e necessidade, um denominador para a integração e inclusão social, promotor do crescimento sócioeconómico. Mas que sociedade teremos em movimento amanhã? Para compreender o futuro é necessário perceber um conjunto de variáveis. Como vai ser o acesso



fig. 6 - Visão do Terreiro do Paço até 1997



fig. 7 - Visão atual (2020) do Terreiro do Paço

profissional, hábitos de consumo, sociais, recreativos e de lazer? Com todas as modificações nas diversas áreas vai-se certamente assistir a uma sociedade em constante metamorfose.

Mudanças no acesso ao mundo profissional e nos hábitos de trabalho exigem flexibilidade para cumprir os compromissos correspondentes, sendo necessária mais e mais liberdade na mobilidade. A mudança dos regimes de horário tradicional será transitória para uma organização de períodos de trabalho cada vez mais liberal e flexível. A promoção da estratégia e iniciativa individual, livre na sua realização, com o compromisso do cumprimento dos objetivos profissionais, vai tornar comum trabalhar em qualquer lugar, inclusive enquanto nos movemos.

Esta mudança de realidade reflete-se de uma forma transversal a toda a indústria da mobilidade, com uma aposta na investigação e desenvolvimento dos veículos autónomos, no pensamento e redesenho das zonas habitáveis e cockpits dos veículos, a introdução de novos gadgets tecnológicos, entre outros. Segundo afirma Arun Srinivasan, responsável pelas soluções de mobilidade da Bosch no Reino Unido, os veículos autónomos permitirão que os mesmos se transformem numa extensão de nossas casas. Como exemplos, as grandes marcas têm apresentado nas grandes feiras internacionais do setor novos conceitos de transporte. Mais recentemente, em 2019 no CES de Las Vegas, a BMW apresentou um conceito de cockpit com um sistema de realidade virtual (figura 8), tornando realidade um cenário onde se pode fazer uma reunião por vídeo chamada enquanto se desloca, apresentando assim uma visão do carro enquanto espaço de lazer e de trabalho. Anteriormente, numa parceria entre a Samsung e a Yamaha, foi apresentado em 2016 o Samsung Smart Windshield (figura 9). Este acessório pretende conectar o smartphone com o motociclo, permitindo fazer chamadas, usar GPS com informações sobre o trânsito e obter alertas de segurança. Este produto demonstrava uma necessidade e vontade de repensar o cockpit neste setor das duas rodas.



fig. 8 - BMW Vision iNEXT, conceito em realidade aumentada, 2019

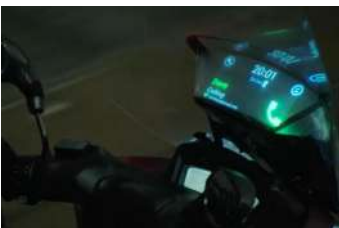


fig. 9 - Samsung Smart Windshield, 2016

Uma sociedade de consumo já em visível mudança, com o comércio à distância a intensificar-se, vai forçar a que surjam novos meios de acesso aos produtos. A predominância e o evoluir de novas tecnologias, com uma vasta oferta, e um mundo digital de bens de consumo à distância de um toque, têm alterado os padrões de compra da sociedade. A flexibilização da aquisição acompanha a entrega do produto ao consumidor, permitindo um rápido acesso aos bens, mas também o poupar de um recurso importante para o futuro, “o tempo”.

O comércio eletrónico, com destaque para a AMAZON, a maior

plataforma de vendas on-line do mundo, tem promovido o desenvolvimento de novos métodos e estratégias para entregas dos seus produtos. A criação da plataforma Amazon Prime Air consiste num novo serviço de entregas, com recurso a drones autónomos (figura 10), que permite a entrega das encomendas diretamente ao cliente de uma forma extremamente rápida. Esta aposta revela uma visão para o comércio, na qual intervém a mobilidade como uma forma de acesso fácil aos bens de consumo e pode vir a constituir uma alternativa credível num futuro próximo.

O ser humano, enquanto ser sociável, necessita de acesso a uma mobilidade que suporte o seu relacionamento e inclusão social. Estes fatores não podem ser colmatados pelo mundo digital, incapaz de gerar e replicar fisicamente as vivências e partilha de experiências culturais e de lazer. A necessidade de contacto social coloca à tecnologia o desafio de otimizar a promoção dessa proximidade, facilitando os encontros e convívio e promovendo a liberdade de deslocação.

Outro campo, o da mobilidade recreativa e de lazer, tem a ver com a procura de novas experiências e atividades que gerem o bem-estar e despertem os sentidos. Estas são intermediadas pelos meios de transporte, permitindo assim uma liberdade de acesso à natureza, diversos locais, realidades e culturas, influenciadas por uma sociedade mais global e aventureira. De acordo com o Adventure Tourism Market Study (n.d.) o setor de turismo de aventura (figura 11) irá ter um aumento exponencial até 2026. Destaca-se o segmento de aventura suave ou “soft market” onde, por exemplo, estão inseridas atividades tais como caminhadas, trails, passeios de bicicletas, BTT. Existe ainda um crescimento da preferência por atividades desenvolvidas em solo, sobressaindo a procura por atividades desenvolvidas a dois, e ainda do tipo familiar.

Em conclusão, a reflexão sobre uma metamorfose nos padrões de vida da sociedade demonstra a necessidade e o papel de uma mobilidade mais integral e moldável, diferente da atual, promovendo uma melhoria da qualidade vida e social e oferecendo uma maior liberdade de gestão. Para tal será preponderante a aplicação de novas tecnologias, com especial foco na inteligência artificial para responder aos desafios impostos pela mudança.



fig. 10 - Drone de Entregas, AMAZON, 2019



fig. 11 - Imagem de pratica de desporto de Aventura

2.1.3. A atração pela mudança: um paradigma social

A procura pela evolução e melhoria constante encontra-se presente no ADN humano. Esta postura tem permitido avanços nas mais diversas áreas, com importantes benefícios sociais. A industrialização iniciada no século XVIII e o momento tecnológico iniciado no século XX, tornam-se um reflexo da sociedade atual. A conjugação do Design e da Tecnologia permitiu o evoluir da sociedade e do mundo, para o bem e para o mal, com a introdução de novos objetos, tentativamente numa contínua melhoria das condições de vida das pessoas.



fig. 12 - Locomotiva a Vapor, um dos símbolos da Revolução Industrial



fig. 13 - ENIAC Electronic Numerical Integrator And Compute, o primeiro computador surge em 1946

O aparecimento de novos objetos, desconhecidos para a sociedade, como por exemplo a máquina de processamento, inventado no século XX, e atualmente conhecida pela denominação de computador, teve um grande impacto na sociedade. A transformação da desconfiança para com o computador, para a ferramenta de trabalho imprescindível hoje em inúmeras utilizações, tornou-o uma peça importante para todo o funcionamento e evolução atual da sociedade. Idêntico comportamento teve a sociedade perante o telemóvel e smartphone. Da sua desconfiança inicial a uma grande adesão foi um passo o qual levou rapidamente à sua utilização em massa, criando mesmo um novo paradigma no acesso a uma comunicação praticamente instantânea. Todas estas inovações no setor tecnológico permitiram, de alguma forma, uma melhoria ou modificação dos modos de vida e interação social. Estas modificações são reconhecidas na sociedade constatando o benefício produzido no seu dia-a-dia.

Na mobilidade os progressos tecnológicos do passado representam na sociedade desafios para o presente e para os tempos futuros. O paradigma existente na mobilidade atual, com base em sistemas de combustão, tem provocado grandes preocupações com o seu impacto ambiental. Nos últimos anos, o setor automóvel tem estabelecido uma rutura com estes sistemas. A fraude global preconizada por grandes marcas do setor, relativo às emissões de gases com efeito estufa CO₂ e gases Nox, despertou uma onda de contestação social, forçando um setor a mudar e evoluir para outras bases de locomoção. Oscar Wilde⁴ afirma que “O descontentamento é o primeiro passo na evolução de um homem ou de uma nação.” (Wilde. O, 1893). O descontentamento social e das autoridades governamentais forçaram todo o setor da mobilidade a evoluir para novas tecnologias como a elétrica, até então consideradas longínquas e pouco fiáveis. Este foi o ponto de partida de uma corrida que não ficou limitada ao setor automóvel, mas antes transversal a todos

⁴Oscar Wilde - (1854-1900) foi um influente escritor, poeta e dramaturgo britânico de origem irlandesa, tornou-se um dos dramaturgos mais populares de Londres

os meios de transporte. A sua procura e investimento conduziu a uma rápida evolução das tecnologias elétricas, sendo visíveis nos últimos anos novos conceitos de mobilidade com a integração de novas motorizações e sistemas de base elétrica. A integração de novas tecnologias na área da mobilidade tem sido fator chave para a sua adesão e rápida aceitação. Introduzindo a tecnologia e o digital, mundos familiares a uma grande maioria da sociedade atual que procura o último avanço tecnológico e revela uma elevada dependência dos novos meios digitais consegue-se uma rápida aceitação de novas formas de mobilidade.

Outra mudança tem a ver com a criação de grandes plataformas digitais de transporte, conectando as pessoas com os seus meios de mobilidade, por recurso a veículos alugados no momento em que são necessários. A mobilidade diversa tem beneficiado com o desenvolvimento das áreas do produto e do digital. Exemplo deste facto são as plataformas de veículos partilhados, como a Uber no transporte Automóvel, a portuguesa Wyse (figura 14) nas e-Scooters, a Jump no bike-sharing ou a Bolt com trotinetes elétricas. A grande adesão de utilização nas cidades e a sua disseminação foi possível com o acesso ao digital, sendo este um fenómeno de sucesso no setor da mobilidade.

O desenvolvimento de veículos particulares com a introdução da eletrificação revelou a vontade da indústria em apostar em tecnologias mais sustentáveis, atraindo os consumidores e a sociedade, para uma mudança na aquisição de veículos elétricos. Ajuda à penetração destes veículos a aposta dos construtores nos gadgets tecnológicos dos seus veículos para dar aos utilizadores a última tendência do mercado.

Em suma, a capacidade de adaptação do ser humano faz com que a sua existência se transforme numa experiência evolutiva, onde a mudança é uma constante. Quando existe um consenso sobre uma mudança social para o benefício do coletivo, a mudança torna-se atrativa e mais recetiva, diminuindo as forças ou movimentos de resistência.



fig. 14 - E-scooters Wyse Mobility 2019

2.1.4. Índice de um desenvolvimento sustentável

Uma sociedade como a atual, consciente e preocupada com o futuro, fomenta a procura de novas respostas para as pressões sociais descritas na secção anterior. Já em 1987, um relatório denominado de “Our Common Future” ou “Nosso Futuro Comum”, elaborado pela Comissão Mundial sobre o Ambiente e Desenvolvimento, salienta o conceito de desenvolvimento sustentável. Define-o como um método que garante as necessidades da atualidade, sem hipotecar o desenvolvimento e necessidades das gerações seguintes. Posteriormente, tem-se assistido à adoção e promoção de um desenvolvimento e práticas mais sustentáveis nas mais diversas vertentes, em particular na área da mobilidade.

Os transportes são um dos principais responsáveis pelo aumento da poluição atmosférica e sonora ao longo dos anos. Em conjunto com o setor industrial formam o maior grupo de consumo e dependência dos recursos energéticos não renováveis do planeta. A União Europeia, pioneira na implementação de um desenvolvimento sustentável, tem procurado apresentar a sua visão para 2050 da transformação do setor da mobilidade, numa definição de uma estratégia de longo prazo. As medidas para o setor sustentam-se num aumento da competitividade e sustentabilidade, com um objetivo de uma redução dos gases com efeito estufa GEE em menos 60%, até meio do século. Para a sua concretização, terá de existir uma coesão e interligação muito superior à existente entre todos os meios de transporte. Segundo dados do Plano de Promoção da Bicicleta e Outros Modos Suaves (2013-2020), só em Portugal o setor da mobilidade em 2009 correspondia a 40% do consumo global de energia (figura 15). O mesmo plano refere ainda a utilização dos modos suaves como os mais eficientes, seguindo-se os transportes públicos, aparecendo por último o automóvel com a pior prestação de eficiência num rácio de energia consumida passageiro/km. O facto de, nos últimos anos, ter existido uma modificação da perceção relativa aos velocípedes, com a sociedade a interiorizar os reais benefícios e a necessidade do retomar da sua adoção num caminho para a sustentabilidade ambiental e económica, constitui um fator altamente positivo. As vantagens da sua utilização revelam-se com inúmeras poupanças ao nível do clima e meio ambiente, energia e recursos, saúde, economia, tecnologia e design, tempo e espaço. Segundo o The EU Cycling Economy, Neun et al, (2016) demonstra um benefício para a Europa (EU-28) com a implementação do uso da bicicleta de 513.19 mil milhões de euros (figura 16). No gráfico dessa figura é também evidenciado que este benefício tem um valor superior ao PIB da Bélgica o qual

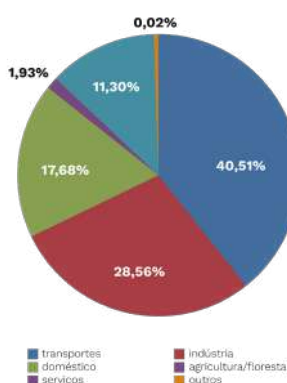


fig. 15 - Eurostat 2011

é de 410.35 mil milhões de euros. Estes dados demonstram um real benefício e equilíbrio gerado pela utilização de velocípedes.

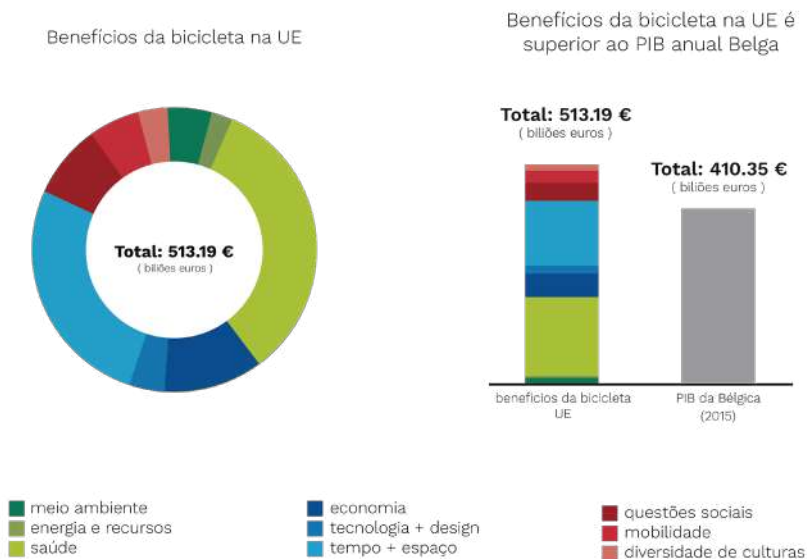


fig. 16 - Dados European Cyclists Federation (2016)

Estes fatores conduziram a um aumento do seu uso ao nível europeu e nacional. O INE (2012) revela um crescimento, na realidade portuguesa, em 2015-2016, sendo o meio de transporte que mais cresceu durante os cinco anos anteriores, passando de uma realidade em que apenas 29,1% dos agregados familiares dispunham de uma bicicleta, para os 39,8% em 2016 (figura 17).

Em conclusão, as preocupações geradas na sociedade, num mundo altamente industrializado, deram origem a estudos que demonstram que os velocípedes apresentam um vasto nível de vantagens inegáveis. Garantem uma alternativa na promoção da mudança, com um papel essencial enquanto elemento integrante de um modelo para um desenvolvimento sustentável.

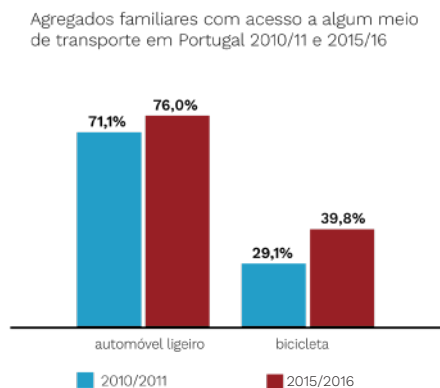


fig. 17 - Gráfico de distribuição de veículos por agregado familiar, dados do INE

2.2. O crescimento dos velocípedes

2.2.1. A evolução e contextualização e histórica

Na génese humana está a sua necessidade de se deslocar e a conseqüente procura de novos meios que permitam a sua mobilidade. O primeiro veículo sustentado à base de duas rodas (figura 18) surge numa primeira tentativa no século XVII (1690) pela mão do Dr. Eric Richard cujo movimento era alcançado recorrendo a alavancas. Esta experiência terá iniciado a busca pelo que conhecemos na atualidade de velocípedes.

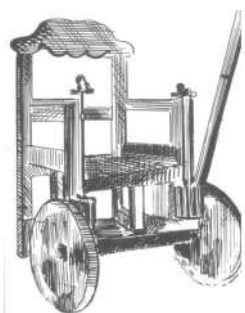


fig. 18 - Carro de alavancas
invenção de Dr. Eric Richard

Na evolução histórica dos velocípedes é difícil precisar o momento exato da sua invenção ou mesmo quem foi o primeiro a imaginar tal veículo. Já no século XV Leonardo Da Vinci teria visionado um veículo de duas rodas muito idêntico e com a morfologia dos velocípedes que nos são contemporâneos.

Surge em 1790 a invenção do Celerífero de Conde Sivrac (figura 19), reconhecido pela maioria como o primeiro “velocípede”. Ainda que uma máquina muito rudimentar, era constituído por duas rodas em linha sobre uma estrutura de trave em madeira que formava o “quadro”. Este quadro era equipado com o espaço do selim para acomodar e estabilizar o esforço motriz do utilizador, o qual teria de impulsionar os pés contra o solo para iniciar e manter o movimento do veículo. Na zona dianteira da estrutura, sobre a roda dianteira, tinha um pequeno “pescoço de cavalo” que permitia a sua manobrabilidade e estabilidade, providenciando ainda uma zona de apoio aos membros superiores do condutor.



fig. 19 - Celerífero de Conde
Sivrac

Seguindo a ideia originária de Sivrac, entre os anos de 1816 e 1817, projetado pelo barão Karl Drais von Sauerbronn, surge a Drasiana (figura 20), uma evolução da invenção de Sivrac. Neste veículo destaca-se uma melhoria substancial na sua utilização com a introdução de um sistema de direção mais manobrável e estável, mantendo-se uma estrutura em madeira. Refira-se a preocupação com o condutor a emergir do respetivo desenho já que apresenta um assento de molas que melhora o conforto. Verifica-se que, até então, todos os modelos continuam a não apresentar nenhum sistema de propulsão mecânico. Assim estes modelos ainda estão a um passo do que é denominado no código da estrada como um velocípede. “Velocípede é o veículo com duas ou mais rodas acionado pelo esforço do próprio condutor por meio de pedais ou dispositivos análogos.” (Diário da República Portuguesa, 2013)

A evolução para um velocípede surge associada ao redesenho



fig. 20 - Drasiana (1816-17)

e à utilização de outros materiais que não a madeira. Ernest Michaux em 1855 reinventa a Drasiana, incrementando-a com um quadro em aço que permite a criação de um sistema mecânico de alavancas, o qual, por ação direta, move a roda dianteira (figura 21). Torna-se assim o primeiro velocípede a ser produzido, no qual o movimento era gerado por um sistema mecânico de propulsão, originando a bicicleta Michaux.

Nos anos de 1870 a 1880 destaca-se o modelo Penny Farthing ou “high wheel” (figura 22), idealizado por Eugene Meyer. O seu impacto, à época, deve-se essencialmente à incrível capacidade de atingir velocidade elevadas pois determinados modelos chegavam aos 40 km/hora. O desenho de uma roda frontal de grandes dimensões, com alguns modelos a atingir os 125 cm de diâmetro, permitia uma grande capacidade de propulsão com recurso a uma pedalada.

O sucesso e democratização da bicicleta até aos nossos dias surge com o aparecimento da Safety Bicycle (figura 23) muito idêntica às bicicletas atuais. Desenvolvida em 1885 por John Kemp Starley, considerado o inventor da bicicleta como a conhecemos, dimensionou as duas rodas em tamanhos iguais otimizando a sua produção e simplificando este meio de transporte, dotando-o de um maior conforto e segurança que dão origem ao seu nome enquanto modelo.

Depois do desenvolvimento da arquitetura dos velocípedes a



fig. 21 - Velocípede de Michaux



fig. 22 - Bicicleta Penny Farthing ou “high wheel”



fig. 23 - Rover Safety Bicycle 1885



fig. 24 - Velocípede a vapor de Ernest Michaux

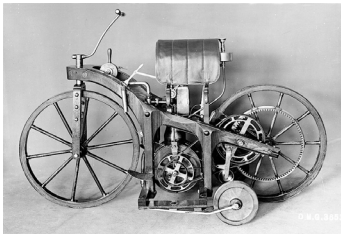


fig. 25 - Motociclo de Gottlieb Daimler e Wilhelm Maybach 1885



fig. 26 - Ilustração do Triciclo elétrico de Gustav Trouvé

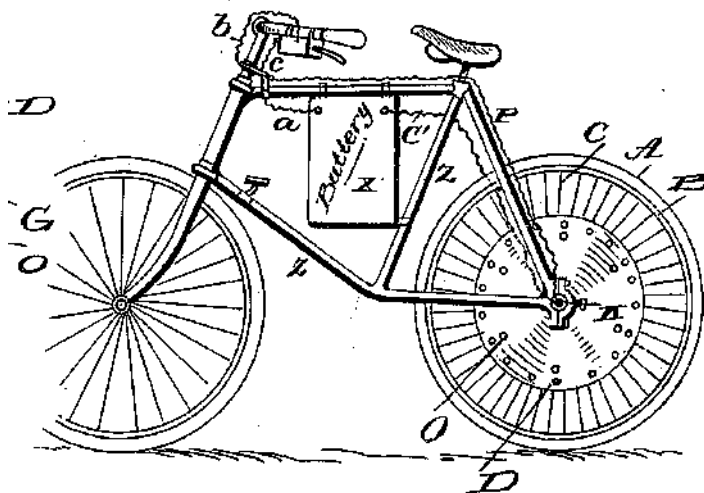


fig. 27 - Desenho de Ogden Bolton Jr. 1895

apresentar uma base coerente para a sua utilização, seguiu-se a vontade de implementar a tecnologia motorizada a estes veículos. A procura da otimização dos velocípedes surgiu cedo e através de duas vertentes, uma de base convencional a combustão e outra de base elétrica, sendo ambas essas evoluções contemporâneas. Um primeiro movimento a favor de bicicletas motorizadas surge pela vontade de Ernest Michaux, conjugando com os seus projetos de bicicleta um motor a vapor (figura 24) de reduzidas dimensões. Não passando de um projeto, deu início a um movimento onde vários tentam replicar o mesmo feito. Em 1881, Lucius Copeland terá replicado o mesmo feito de Michaux com a implementação de um motor a vapor no modelo de bicicleta inglês Penny Farthing ou “high wheel”. O primeiro evento mais reconhecido é a criação dos alemães Gottlieb Daimler and Wilhelm Maybach em 1885, na qual foi introduzido o primeiro motor a combustão a gasolina num velocípede (figura 25). Este veículo é apontado por muitos como o primeiro motociclo, abrindo as portas a um novo conceito, denominado de motociclismo.

Contemporaneamente ao motociclo alemão, as primeiras invenções com motorizações elétricas em velocípedes começam a surgir simultaneamente na Europa e nos Estados Unidos da América. Em França, Gustav Trouvé desenvolve um triciclo elétrico apelidado de Starley Coventry Lever (figura 26). Contudo, o primeiro velocípede elétrico patenteado (figura 27) foi registado nos Estados Unidos, em 1895, por Ogden Bolton Jr.. O motor elétrico, montado junto do cubo da roda, era alimentado por uma bateria embutida na zona triangular do quadro.

Já em 1897 é construída a primeira bicicleta elétrica cuja morfologia se assemelha aos modelos atuais (figura 28). Hosea W. Libbey adopta um sistema semelhante ao encontrado em modelos atuais, colocando a motorização elétrica na pedaleira do velocípede. O seu design era desagradável, com dois motores que ocupavam um grande volume junto dos pedais. O movimento de tração era realizado por duas alavancas, conectadas aos dois motores de modo independente, acionando o cubo da roda traseira. Ainda no mesmo ano, a marca inglesa Hamber lança um modelo elétrico de bicicleta Tandem (figura 29).

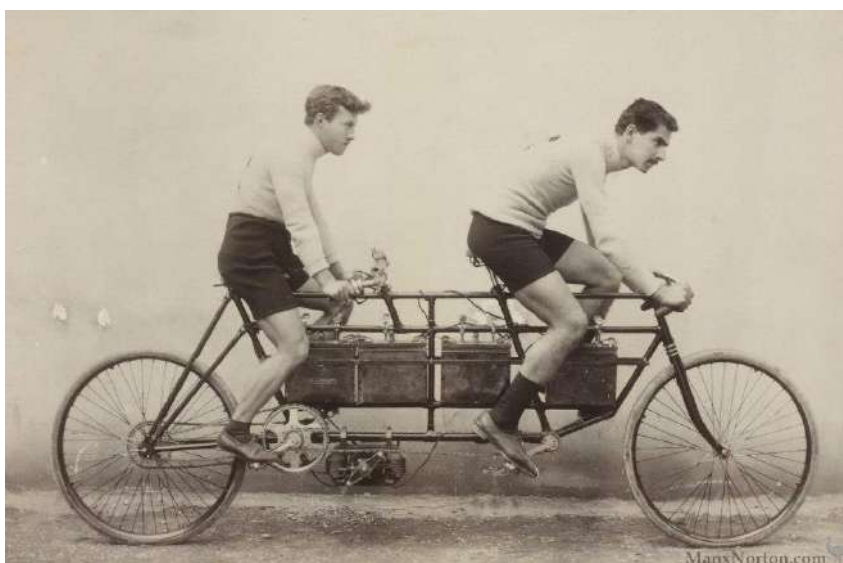


fig. 29 - Tandem elétrico desenvolvido pela Hamber 1897

Este esforço demonstra a vontade de experimentação vivida à época. O sistema de tração por fricção foi patenteado em 1899 e desenvolvido por John Schnepf. Este mecanismo permitia uma grande redução dos componentes mecânicos comparativamente com outros sistemas até então criados. O seu funcionamento destacava-se pela simplicidade, com uma atuação direta do motor elétrico sobre o pneu do velocípede, utilizando um rolo que promovia o contacto com a roda de tração (figura 30). Estes foram sendo melhorados e aplicados até à atualidade em alguns modelos fabricados, mas o seu destaque surge entre comunidades de “homemade e-bikes” ou DIY, que facilmente implementam estes sistemas nos seus veículos.

O desenvolvimento de velocípedes eletrificados ficou quase parado com a entrada no século XX, provavelmente devendo-se ao à incapacidade da motorização elétrica em acompanhar

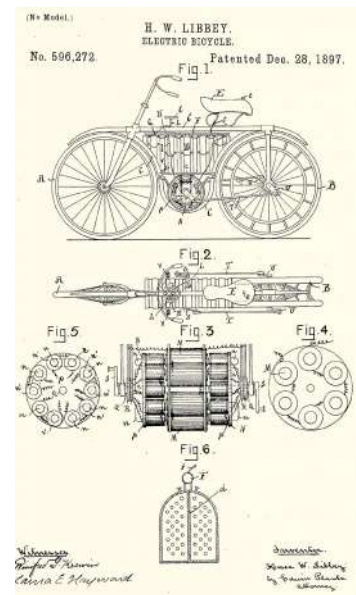


fig. 28 - Ilustrações do velocípede elétrico Libbey 1897

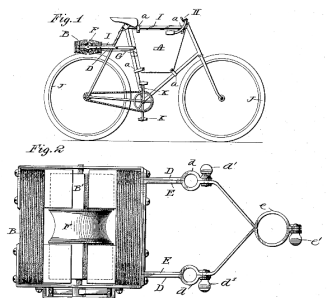


fig. 30 - Sistema de tração por fricção de John Schnepf 1899



fig. 31 - Velocípede elétrico
Philips Simplex 1932



fig. 32 - Panasonic E-Bike 1975



fig. 33 - Sistema de
motorização Hercules Eletra
1989



fig. 34 - Sanyo Enacle 1989

a evolução dos motores de combustão interna e à crescente popularidade do automóvel. Contudo, existem modelos como a Philips Simplex de 1932 (figura 31) que foram produzidos em massa, enquanto outros, devido à democratização do automóvel, nunca saíram do papel. Os Países Baixos mostravam-se à época com espaço para produzir e aceitar os velocípedes elétricos existentes, fator que ainda hoje está enraizado na sua cultura.

Foi necessário esperar até aos anos 70 para que fosse possível testemunhar novamente avanços tecnológicos no campo dos velocípedes elétricos. Os desenvolvimentos que ocorreram à época são forçados em grande parte pelo empenho de empresas como a Panasonic e a Bosch. Os motivos para tal prenderam-se com a crise energética dos combustíveis em 1973 que abriu portas a uma era de inovação. Em 1975, a marca japonesa Panasonic lança um velocípede elétrico como primeiro conceito denominado de e-bike (figura 32). Este modelo apresentava como inovação um sistema de baterias de ácido de chumbo 24V e ainda um sistema de tração central embutido. A este desenvolvimento juntaram-se mais marcas do setor das bicicletas e não só, mas também grandes construtores do sector automóvel e motorizado, impulsionando e contribuindo com o surgir e procura de novos modelos e inovações.

A marca germânica Hercules fabricante de bicicletas e motociclos desde 1886, habituados a produzir velocípedes motorizados, com recurso a um pequeno motor monocilíndrico instalado junto ao centro da roda traseira, viu aqui uma oportunidade. Aproveitando a sua base de design, decidiu em 1989 criar o modelo Eletra, substituindo o motor a combustão utilizado nos seus modelos por um elétrico, recorrendo ao mesmo sistema sem grandes alterações (figura 33). Ainda no mesmo ano a empresa de eletrónica japonesa Sanyo desenvolveu o modelo Enacle (figura 34) que integra uma nova bateria de base Cádmio-Níquel denominada de NiCad Battery. Estas baterias eram recarregáveis e garantiam alguma durabilidade e fiabilidade. Foi também neste modelo que foi introduzido de série um pequeno painel de instrumentos.

Um novo sistema de transmissão surge ainda nesse ano. Tratou-se do sistema Pedalec – Pedal Electric, ou mais recentemente conhecido por PAS – Pedal Assist (figura 35), inventado por Michael Kutter. O seu funcionamento partia da ação do movimento da pedaleira e não por recurso a um sistema de acelerador como usual.

Fruto dos seus protótipos, chegam em 1992 pela empresa suíça Velocity, as e-bike Dolphin com este novo sistema. Este sistema



fig. 35 -Protótipo de Michael Kutter em ensaio num modelo da marca Cannondale 1990

tornou-se popular entre as mais variadas marcas durante toda a década dos anos 90, surgindo em diversos modelos. Destaca-se em 1993 o lançamento da Yamaha Electric Bike PAS (figura 36) incorporando o novo e reconhecido sistema criado por Kutter.

Com todas as inovações que surgiram, houve uma democratização e afirmação de algumas tecnologias. Os modelos produzidos passaram a variar entre motorizações elétricas de cubo, motores de movimento central ou “embutidos” e ainda motorizações amovíveis. A introdução generalizada das baterias de Lítio com o início do novo século garantiu uma maior fiabilidade e performance nestes velocípedes e o consequente aperfeiçoamento dos seus componentes. Nos últimos anos os gigantes da indústria Bosch e Shimano têm liderado as inovações neste mercado em constante crescimento, garantindo aos fabricantes de velocípedes sistemas de aplicação em massa, refletindo uma redução no custo dos veículos.



fig. 36 - Yamaha Electric Bike PAS 1993

2.2.2. E-bike uma visão de progresso

Quando referimos o termo mobilidade sustentável surge no nosso imaginário duas conceções, a eletrificação e a bicicleta. A ideia de velocípede elétrico segue na linha das conceções de eletrificação transversal a que todos os meios de transporte foram sujeitos, entre os quais as bicicletas não foram exceção.

O mercado das E-bikes sofreu grandes e diversas alterações, muito devido à capacidade tecnológica gerada nos últimos anos, o que demonstra uma visão de progresso de encontro a um futuro sustentável. O desenvolvimento tecnológico e a sua aplicação tornaram possível o desenvolvimento de novas tipologias e variantes dentro do mundo das bicicletas, com o intuito de aumentar e melhorar a utilização destes velocípedes. Dentro destas novas tipologias pode-se dar como exemplo as cargo-bikes (figura 37) apenas possíveis de utilizar em contextos muito específicos devido às suas dificuldades de manobra. A sua dimensão, elevado peso, sobretudo carregado, geravam problemas na sua dinâmica de utilização. Com a implementação de motorizações elétricas auxiliares potenciou-se a substituição de veículos de dimensões maiores como motociclos de carga ou carrinhas de carga, em funções de distribuição. Num contexto nórdico surgem associados e apelidados de veículos familiares pois são usados maioritariamente no transporte de compras domésticas e crianças. No caso das cargo-bikes a aplicação das motorizações elétricas permitiu uma grande melhoria para o utilizador relativamente ao produto, com as suas vantagens a serem visíveis na adesão ao seu uso.



fig. 37 - Cargo-Bike Riese & Müller Load 60 Touring HS

A capacidade desta tecnologia é acompanhada com uma evolução ao nível do design das E-bikes, com uma crescente competição entre os diferentes intervenientes no setor dos velocípedes elétricos. Na imagem apresentada na figura 38 é visível uma análise da evolução estética dos veículos nas últimas duas décadas. O potencial e transformações destes veículos refletiu-se no forte investimento feito pelas marcas de bicicletas neste mercado, reconvertendo-se e aderindo com iniciativa a este novo conceito de mobilidade. A expansão das e-bikes gerou, inclusive entre algumas das grandes marcas do setor, uma necessidade de criação e desenvolvimento de dispositivos e sistemas para implementar nos velocípedes do seu portefólio.

⁶Specialized - Fundada em 1974, a Specialized Bicycle Components, é uma marca norte-americana de bicicletas com uma forte aposta no mercado desportivo e no segmento das e-bikes

No decorrer da minha investigação tive a oportunidade observar e testar um destes casos, em particular com a marca Specialized⁶. Deste trabalho de experimentação de campo foi-me dada a oportunidade de analisar a capacidade da marca em desenvolver



fig. 38 - Representação da evolução estética dos velocípedes elétricos

a sua motorização e bateria e de testar modelos que a utilizam. De facto, durante esse momento, experimentei dois modelos distintos, um modelo direcionado para cidade e com capacidades mistas de estrada e todo o terreno, e um segundo direcionado para uma vertente mais desportiva e de maiores capacidades de aventura e todo o terreno.

O modelo testado em cidade foi o modelo Specialized Turbo Vado SL 4.0 (figura 39). É um modelo da tipologia Commuter Bike que se destina a uma base utilitária e abrange vários usos. Com um quadro em alumínio e a sua bateria integrada, este modelo destaca-se pelo seu baixo peso, apenas 14,9 kg quando comparado com outros modelos do mercado, alegando ser até 40% mais leve que as restantes concorrentes do mesmo segmento. O teste em estrada demonstra uma ótima sensação de condução, como seria de esperar numa bicicleta deste segmento, não permitindo que se sinta o peso das baterias e motor ou mesmo que a sua dinâmica seja afetada por tal. Este modelo impressiona pela sua autonomia de aproximadamente 130 km e pela possibilidade de utilização de uma segunda bateria que adiciona mais 65 km,



fig. 39 - Specialized Turbo Vado SL 4.0



fig. 40 - Detalhe entrada tomada de carregamento

perfazendo uma combinação de 195 km entre carregamentos. Os carregamentos da bateria principal são realizados por meio de uma tomada existente no quadro junto ao motor (figura 40). Durante o teste as dificuldades impostas ao motor em subidas e em aceleração demonstram um bom equilíbrio em ambos os momentos. Em subida o comportamento do motor é bastante responsivo exigindo um esforço ao utilizador praticamente nulo. Já em aceleração o motor é muito capaz de auxiliar o ciclista de um modo talvez suave em comparação com outros modelos, mas apenas até à velocidade de 25 km/h após a qual o sistema se desativa. Em todo e qualquer momento de utilização é possível irmos verificando sem dificuldade o estado da bateria, e também adequar o auxílio do motor de acordo com as nossas necessidades como ilustrado na figura 41.



fig. 41 - Detalhe do indicador de bateria incorporado no quadro e do seletor de modos de condução no lado esquerdo do guiador

O segundo modelo testado foi a Specialized Turbo Levo Hardtail 29 (figura 42). Pertence a uma tipologia, como o próprio nome indica, de uma Hardtail Bike, direcionado como um modelo desportivo e desenhada para percorrer e descobrir os melhores trilhos off-road. Com um quadro também em alumínio o seu peso fixa-se nos 21,9 kg, aproximadamente mais 7 kg face ao modelo



fig. 42 - Specialized Turbo Levo Hardtail 29

anterior. O teste em estrada demonstra a sua performance mais desportiva que desperta outras sensações a quem a utiliza, com um motor a revelar-se mais potente e responsivo face ao modelo anterior. Este teste foi realizado apenas num contexto citadino e a sua performance foi bastante boa, com a roda 29 oferecendo um rolar mais suave e interessante. Ressalta também a importância da sua suspensão, com um melhor desempenho quando comparada com o modelo anterior. Este modelo oferece uma bateria que proporciona uma autonomia de 90 km entre carregamentos e ainda uma bateria removível (figura 43). Este facto, na minha opinião, é um fator importante pois permite ao utilizador o seu carregamento por ligação ao quadro ou removendo a bateria, neste último caso possibilitando o carregar sem necessitar da bicicleta no local, oferecendo uma maior liberdade de utilização. Mais ainda, oferece uma perspetiva de maior durabilidade do produto com a possibilidade de substituir a bateria caso necessário.

Refira-se ainda que todos os sistemas de auxílio à condução são semelhantes num e outro dos modelos ensaiados, mantendo-se a possibilidade de gestão de bateria com os diferentes modos de condução. Os dois modelos partilham ainda duas características interessantes como um botão de impulso e uma App mobile para configuração do velocípede. O botão de impulso (figura 44) permite acionar o motor, a um ritmo de passo, evitando a necessidade de empurrar a bicicleta quando esta é conduzida



fig. 43 - Detalhe da Bateria montada no quadro



fig. 44 - Controlador com botão de auxílio

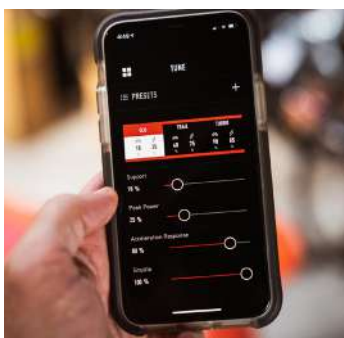


fig. 45 - App Mobile Mission Control em contexto de uso

⁷Audi AG - Fundada em 1932 em Ingolstadt, na Alemanha, é um fabricante do setor automóvel. Na atualidade é detida pelo grupo Volkswagen o maior construtor automóvel do mundo

à mão. Já a App Mobile denominada de Mission Control (figura 45), desenvolvida também pela Specialized, foi idealizada como um serviço para atender às necessidades do utilizador. Esta ferramenta, disponibilizada de forma gratuita aos clientes Specialized, permite personalizar a prestação do velocípede de acordo com as necessidades do utilizador, permitindo regular o nível de auxílio do motor, a economia da bateria, entre outras. Esta incorporação de meios digitais e a ligação a dispositivos tipo smartphone, cativam os utilizadores mais jovens, promovendo a sua utilização ao conferirem ao produto uma imagem de modernidade e de associação ao mundo digital.

Além das tradicionais marcas de bicicletas como a referida anteriormente, tem despertado entre os gigantes do setor automóvel e tecnológico a vontade de entrar neste setor, elevando a competição pelos velocípedes elétricos a um outro nível. Como exemplo das marcas automóveis que surgem com conceitos de bicicletas elétricas pode-se referir a marca alemã Audi⁷ (figura 46), com conceitos muitas vezes disruptivos, com uma associação a identidade e valores da marca incluindo essas premissas no design destes velocípedes.



fig. 46 - Audi E-Bike Concept

Ao mesmo tempo outras marcas do setor automóvel, como a francesa da Peugeot⁸, tendo sido um reconhecido fabricante de bicicletas no final do século XIX e início do século XX, renovam na atualidade a sua aposta nas bicicletas como denominador para o futuro. (figura 47)

Nem mesmo no mundo dos motociclos a preocupação com a oferta desta proposta de veículos foi indiferente. De facto, na Europa, marcas como a KTM⁹ ou GAS GAS¹⁰ surgem com propostas de e-bikes, reforçando o olhar atento de um setor ligado às duas rodas para com este tipo de produto e mercado. Aproveitando o seu largo conhecimento na procura de eletrificação dos seus motociclos conjugado com o seu conhecimento e domínio das duas rodas, têm-se lançado no desenvolvimento dos seus próprios velocípedes elétricos. A Gas Gas, com o seu conhecimento no todo o terreno, está a introduzir no mercado para 2021 um modelo desportivo de E-bike (figura 48), para completar a sua gama de produtos.



fig. 48 - E-Bike GasGas EC 11.0

Num mundo cada vez mais tecnológico, as marcas tecnológicas assumem um papel muito importante na sua representatividade e naquilo que proporcionam aos seus utilizadores. A consideração da e-bike como um produto tecnológico ou gadget por parte destas marcas, gerou alternativas direcionadas e pensadas para os seus utilizadores e para os fiéis consumidores de tecnologia.

⁸Peugeot - Fabricante Frances, surge em 1896 por Armand Peugeot, atualmente é reconhecido como um dos maiores construtores automóveis



fig. 47 - Peugeot AE21 Hybrid Bike

⁹KTM - Conhecida marca Austriaca de Motociclos, fundada em 1934, vencedora em varias modalidades desportivas ligadas as duas rodas

¹⁰Gas Gas - Empresa espanhola, fundada em 1985, com um grande dominio no desenvolvimento de motociclos off-road

¹¹Xiaomi - Fundada em 2010 a multinacional chinesa produz e desenvolve de produtos eletrônicos, desde smartphones a dispositivos para casas inteligentes.



fig. 49 - Xiaomi QI Cycle XL

Por sua vez, noutros continentes, neste caso na China, a marca Xiaomi¹¹, um dos maiores fabricantes de tecnologia do mundo, surge com a comercialização de uma e-bike, o modelo QI Cycle XL (figura 49). Trata-se de uma proposta alternativa de valor mais acessível, direcionada para o consumidor tecnológico e pensada para uma utilização 100% cidadina.

Em suma, esta observação e experimentação de perto dos velocípedes elétricos, permitiu-nos um olhar atento sobre estes veículos e constatar o seu lugar no futuro, com um papel determinante na transformação da nossa mobilidade. A sensação de utilização destes veículos é verdadeiramente diferente e bastante entusiasmante para o utilizador. Com base nessa avaliação pessoal, pude constatar de forma sustentada que este é um meio de transporte capaz de atrair novos utilizadores, mesmo os mais céticos em relação às suas reais vantagens, logo capaz de fomentar uma visão progressista da mobilidade.

2.2.3. Adaptação da legislação à realidade atual

Com o aparecimento de uma vasta eletrificação transversal aos mais variados tipos de veículos e ainda o aparecimento de novas tipologias, emergiram novos desafios para o cumprimento da lei e segurança dos utilizadores e de todo o ecossistema inerente à mobilidade. A sua rápida massificação e incorreta introdução no mercado, conjuntamente com falta de regulamentação e fiscalização adequadas, faz com que sejam recorrentes os conflitos com alguns destes veículos nas cidades. Para perceber a legislação atual temos de perceber qual o enquadramento de um velocípede elétrico em vigor. O Decreto-Lei nº72/2013 publicado no Diário da República Portuguesa em 2013, no seu Artigo 112.º, alínea 2), define “Velocípede com motor é o velocípede equipado com motor auxiliar com potência máxima contínua de 0,25 kW, cuja alimentação é reduzida progressivamente com o aumento da velocidade e interrompida se atingir a velocidade de 25 km/h, ou antes, se o condutor deixar de pedalar.”. A lei e consequente código da estrada categorizam o velocípede elétrico de L1e-A dentro da categoria L1e onde se inserem os veículos ligeiros de 2 rodas, como ilustrado na figura 50.

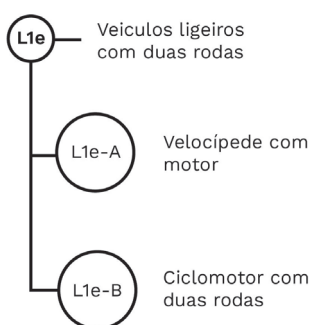


fig. 50 - Esquema de representativo da Categoria L1e

Considerando a legislação em vigor entende-se facilmente que encontram-se alguns veículos para os quais a lei não se enquadra. Como exemplo temos as trotinetes elétricas representadas na figura 51, ou as scooters elétricas de dimensões similares a um veículo como um ciclomotor ou motociclo de 50 cm³, como

exemplificado na figura 52. Ambos são bons exemplos de falta de regulamentação e de como se originam novos problemas.

As trotinetes eléctricas levantam questões devido à sua má utilização e conflitos com outros intervenientes no seu contexto de uso. A sua utilização e circulação em passeios são um dos maiores problemas, atingindo graves consequências com um aumento de acidentes com estes veículos, envolvendo utilizadores, mas ainda com o atropelamento de peões. Nos Estados Unidos, segundo uma investigação da Consumer Reports, é constatado que, entre 2017 e o início de 2019, foram reportados mais de 1500 acidentes relacionados com trotinetes. A organização médica AMA (American Medical Association) em declarações à Consumer Reports recomenda que os utilizadores de trotinetes deveriam utilizar proteções completas, onde se inserem os capacetes, cotoveleiras, joelheiras e calçado adequado. Além da segurança do utilizador, estes veículos originam conflitos na convivência com os peões nos grandes centros urbanos, mencionando-se o recorrente “estacionamento” nos passeios e locais indevidos, levando a um reporte de inúmeras queixas a diversas entidades.

No caso das denominadas “scooters eléctricas”, as suas dimensões e velocidade tornam o seu uso maioritariamente efetuado em vias principais, tendo de coexistir com automóveis. Esta coexistência agrava-se por este tipo de veículos estar direcionado a ser conduzido, na maioria dos casos, por utilizadores de idades mais avançadas ou sem habilitação para condução em estrada de um veículo com estas características. Estes veículos recorrem maioritariamente a um sistema de aceleração, não necessitando de auxílio de pedalada para acionar o motor. Ficam assim colocados no que se pode denominar de limbo da lei devido à presença de pedais. Segundo a ABIMOTA LEA¹², considerando a informação veiculada ao autor desta dissertação em 2020 pelo secretário geral dessa Associação, Gil Nadais, estes veículos só podem ser considerados velocípedes eléctricos caso seja necessária a pedalada para o acionamento do sistema de propulsão eléctrica, sendo desativado quando ultrapassado a velocidade de 25 km/h. Caso contrário estes veículos devem ser considerados Speedbikes ou, em acordo com a denominação da Lei e Código da Estrada em vigor, devem ser categorizados de L1e-B, ou seja, Ciclomotores com duas rodas, permitindo atingir velocidades de até 45 km/h e necessitando de habilitação legal para a respetiva condução.

Em suma, existe uma necessidade de adaptar não só a legislação, mas também como os veículos devem ser desenhados, por forma a ter em consideração o seu ambiente de utilização, por exemplo nas cidades, e a sua capacidade de se adaptarem a



fig. 51 - Exemplo de Trotinete eléctrica



fig. 52 - Exemplo de Scooter eléctrica com sistema de pedais

¹²ABIMOTA LEA - Associação Nacional das Indústrias de Duas Rodas, Ferragens, Mobiliário e Afins, nasce em 1975, com o objetivo de valorizar e promover o setor. A nome LEA surge em 1994 com a criação do Laboratório de Ensaios da ABIMOTA com o objetivo de garantir a qualidade da indústria

este novo paradigma da eletrificação. No entanto, o fator fundamental deverá ser sempre uma adaptação da Lei em função da proteção do utilizador e, posteriormente, uma correta fiscalização. Destaca-se a importância da obrigatoriedade da incorporação de dispositivos de segurança e proteção pensada logo desde o momento de desenvolvimento destes veículos. Esses elementos devem transformar-se em algo transversal e universal, promovendo uma maior proteção ao utilizador e, em consequência, uma melhoria do ecossistema da mobilidade.

2.3. O ensaio industrial

2.3.1. Panorama global

A indústria das duas rodas atravessa um período de claro crescimento. A boa fase que tem vindo a atravessar nos últimos anos deve-se às medidas implementadas e ao incentivo à utilização de meios de transporte como os velocípedes, os quais têm potenciado uma grande vitalidade a esta indústria.

A indústria europeia tem apresentado um significativo crescimento na produção de bicicletas o qual se deve ao facto da Europa se ter tornado num dos mercados de maior consumo desses veículos. Segundo dados do Eurostat, em 2019, a indústria europeia foi responsável por mais de 11.4 milhões de bicicletas fabricadas, revelando um crescimento de 10% face ao ano de 2014.

Conforme as estatísticas fornecidas pelo Eurostat (2020), Portugal surge no topo da lista como o maior fabricante de bicicletas da União Europeia, produzindo em 2019 mais de 2.7 milhões desses veículos. Tal significa que Portugal é detentor de aproximadamente 23% do mercado produtivo de bicicletas em toda a Europa.

Observando agora o mercado fora da Europa é perceptível que os grandes consumidores e produtores se encontram espalhados um pouco por toda a Ásia. O mercado Asiático é o mercado maior e, ao mesmo tempo, o que apresenta um maior e mais rápido crescimento em comparação com os restantes mercados, tal como é indicado num relatório da Mordor Intelligence (2019). O mesmo relatório desvenda ainda as áreas geográficas do mundo onde é previsto um maior crescimento dos mercados durante o

período de 2020 a 2025, indicando a Europa, Ásia e Oceânia como os continentes de maior crescimento na procura por este meio de transporte, como se pode observar na figura 53.

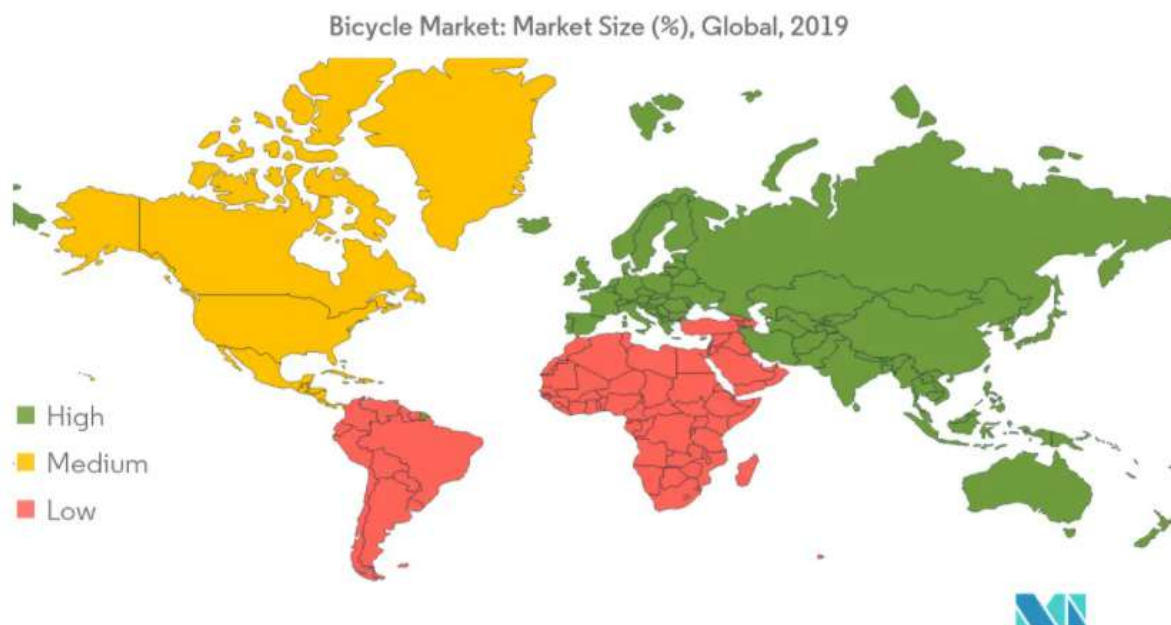


fig. 53 - Gráfico visual dos mercados de maior dimensão fornecido pela Mordor Intelligence (2019)

O surgimento das e-bike como um novo meio alternativo à bicicleta convencional gerou um novo mercado em grande crescimento, o qual é considerado como tendo um enorme potencial de se obter valor acrescentado. No conjunto de dados fornecidos pelo projeto Portugal Bike Value, é possível observar um crescimento em todas as áreas geográficas do mundo. Na figura 54 é apresentado o crescimento do número de vendas na União Europeia o qual subiu de um milhão de bicicletas por ano em 2012 para mais de dois milhões em 2018.

É visível ainda, naquele que é considerado o maior mercado de bicicletas elétricas, a zona de Ásia-Pacífico, um crescimento de quase 30 milhões em 2012 para mais de aproximadamente 45 milhões no ano de 2018. Um dos maiores grupos de bicicletas mundial, o grupo Pon, detentor de marcas mundialmente conhecidas nos mais diversos setores da produção de bicicletas, desde o desportivo, lazer ou cidadão, refere que mais de 50% da sua produção atual é composta por bicicletas elétricas.

Em suma, na indústria e mercado das bicicletas tem-se verificado um constante e repetido crescimento, catapultando Portugal

para um lugar de destaque como potência europeia enquanto produtor do setor. Em simultâneo, a indústria tem atravessado uma fase de acompanhamento e adaptação fazendo face a esta tendência de crescimento dos velocípedes elétricos, afirmando-se como um importante pilar de apoio ao desenvolvimento nacional numa perspetiva de futuro.

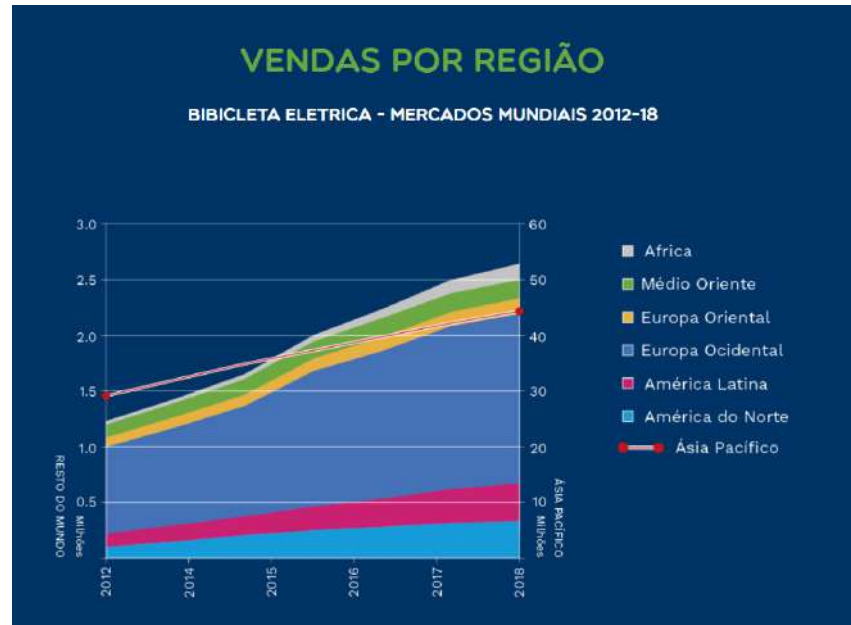


fig. 54 - Valores de crescimento de mercado das E-bike no período 2012-2018, dados fornecidos em Portugal Bike Value

2.3.2. Panorama Nacional

Como constatado no capítulo anterior, Portugal é o maior produtor europeu de bicicletas. Mas qual é a realidade deste setor e como verdadeiramente funciona? Como é que um país pequeno como Portugal e com tão poucos utilizadores da bicicleta, se torna numa potência no que respeita ao fabrico?

Numa visão macro da indústria das duas rodas e do seu impacto socioeconómico, é visível uma realidade sustentada por pequenas e médias empresas, responsáveis pela manutenção de 7800 postos de trabalho diretos e indiretos, POR 20 empresas líderes em montagem de bicicletas, por mais de 50 empresas produtoras de componentes e acessórios e, finalmente, ainda por mais de 90 empresas ligadas ao desenvolvimento de tecnologias

relacionadas com as duas rodas e a mobilidade suave (Portugal Bike Value, 2020)¹³.

O crescimento deste setor na realidade portuguesa advém da forte presença e do conhecimento da indústria metalomecânica em Portugal, iniciada nos finais do século XIX. Esta indústria atingiu um rápido crescimento durante o século XX, com três fases de evolução. Segundo Veríssimo (2012), baseando-se na sua análise à monografia da Associação Industrial Portuguesa publicada em 2002, a primeira fase ocorreu no espaço temporal de 1900 a 1945. Esta fase é denominada de primária devido à conjuntura vivida à época, entre duas grandes guerras, onde a indústria metalomecânica estava ao dispor e direcionada ao serviço da defesa. A necessidade do estado novo no investimento industrial torna-se uma prioridade na perspetiva de evolução e crescimento económico, existindo uma aposta em tecnologia industrial como a soldadura, processo de fabrico este muito importante para o desenvolvimento do setor.

Uma segunda fase, entre 1945 e 1975, é referenciada como a fase do apogeu, onde o investimento realizado no domínio das técnicas produtivas e capacidade produtiva revela uma expansão do setor metalomecânico. Veríssimo (2012), citado em *Engenharias em Portugal, séc. XX - Metalomecânica* (2002), afirma que esta fase foi, para a indústria metalomecânica, a “altura em que atingiu relevância internacional e até mesmo co-liderança mundial em alguns dos seus subsectores utilizando para isso engenharias próprias – assimiladas umas e autodesenvolvidas outras em tempo muito curto.” Durante esta época, refere Barbosa, 2018 “... em Portugal diversas empresas produzem também ciclomotores, acoplando todo o tipo de motores nacionais e importados a montagens nacionais. O epicentro desta atividade económica foi a região de Águeda, Sangalhos e Aveiro. As características geográficas, a tradição metalúrgica e o empreendedorismo local levaram ao surgimento de inúmeras indústrias e comerciantes de bicicletas, motores, motorizadas, bem como de todo o tipo de componentes”. Estas indústrias metálicas associadas à produção de pequenos veículos surgem da necessidade de acesso à mobilidade para a sociedade em geral, num país atrasado globalmente no seu tempo e, em particular, no que se refere a meios de transporte.

Por último, a terceira fase, de 1975 até à atualidade, passa pelo declínio de alguns destes setores pela sua falta de competitividade face à entrada de Portugal para a atual União Europeia. Esta adesão contribuiu para um aumento da concorrência no mercado nacional, tendo afetado a produção de quase todos os setores ligados às duas rodas. Teve como consequência a extinção de um

¹³O projeto Portugal Bike Value visa valorizar e divulgar a indústria das duas rodas nos mercados externos, no esforço de alcançar novos mercados e atrair novos investidores. Este esforço resulta de uma iniciativa criada pela ABIMOTA LEA em conjunto com outras empresas do setor.



fig. 55 - Lógotipo do projeto Portugal Bike Value criado pela ABIMOTA LEA.

número significativo de empresas, com maior impacto nas que se direcionaram para o fabrico de ciclomotores e motocicletas, tendo praticamente sido extinta toda a produção de veículos deste ramo até ao final do século XX.



fig. 56 - Visita à exposição Bicicleta Motorizada - Águeda e a democratização da mobilidade individual, da curadoria de Emanuel Barbosa

O setor das bicicletas foi o setor que se manteve firme, sendo suportado pelas empresas sobreviventes e pela reconversão das empresas ligadas à produção de ciclomotores e motocicletas. Estas redirecionaram-se para outros setores como o do ciclismo, aproveitando todo o know-how existente desses tempos mais áureos e a sua capacidade produtiva instalada na ligação às duas rodas. A capacidade metalomecânica instalada no distrito de Aveiro, transformou-o então no maior produtor do setor das bicicletas em Portugal, traduzindo-se numa revitalização do tecido industrial desta região depois de ter sido gravemente afetado no final do século XX.

Na já referida entrevista com o secretário-geral da ABIMOTA, Gil Nadais, profundo conhecedor da realidade deste setor, foram identificadas as transformações que se verificam presentemente e os fatores que permitiram que a indústria alcançasse este estatuto de número um europeu na produção de bicicletas. Tal como referido anteriormente, Portugal detém uma grande capacidade no domínio das técnicas da metalomecânica o que, conjugado com o know-how existente na construção de motocicletas e ciclomotores, permitiu captar o interesse das

grandes marcas de bicicletas do Centro-Norte da Europa. Na sequência desse interesse, observou-se a instalação da produção dos seus modelos na região de Aveiro. A entrevista possibilitou ainda perceber que a capacidade na produção de quadros em aço permanece competitiva e apresenta uma elevada qualidade, sendo reconhecida neste segmento das bicicletas. Este segmento de quadros em aço tem ganho vantagens nas bicicletas elétricas num segmento de entrada pois o seu peso torna-se menos relevante com a implementação da motorização elétrica.

Atualmente, com o surgir de novas revoluções no ambiente industrial com a introdução de tecnologia associada à indústria 4.0¹⁴, muitas destas empresas têm procurado novos mercados e novos segmentos. Este facto tem determinado, nos últimos anos, a entrada das empresas do setor em segmentos de produção de quadros em alumínio e, muito recentemente, de quadros em compósito. Em ambos os casos estes quadros estão direcionados para a produção de bicicletas de marcas mundiais destinadas aos segmentos de gama alta e de luxo. Como exemplo, instalada no Parque Empresarial do Casarão em Águeda, surge a Triangle's¹⁵, apostando na inovação e competitividade na produção de quadros em alumínio para bicicletas, destacando-se por ser a única fábrica no mundo com um processo de soldadura completamente robotizado.

Uma grande vantagem competitiva deste setor no contexto português é a larga oferta de indústrias dedicadas à produção de componentes, proporcionando cadeias de fornecimento mais curtas e de custos mais reduzidos. Entre os fornecedores de componentes destaca-se o maior fabricante europeu de Aros, a RODI Rims&Wheels¹⁶, também com sede em Aveiro. Esta conjugação entre fabricantes e fornecedores forma uma dinâmica capaz de atrair as grandes marcas para a fabricação em Portugal.

Apesar de toda esta capacidade industrial no setor das duas rodas, as marcas de bicicletas portuguesas, reconhecidas pelos aficionados sobretudo nos mercados internos, mas externos também, têm vindo a desaparecer nos últimos, como é exemplo da Órbita¹⁷, declarada insolvente em fevereiro de 2020. Era à data uma empresa que se dedicava à produção de bicicletas 100% portuguesas, investindo no desenvolvimento interno de novos produtos para os mais diversos mercados. Inclusive, com sua incursão no segmento das e-bikes, mas também como demonstração das suas capacidades, tentou entrar no mercado do bike sharing (figura 57), onde necessitava demonstrar uma capacidade de desenvolvimento tecnológico, já que o domínio da sua capacidade produtiva não era suficiente.

¹⁴ A Indústria 4.0 ou a Quarta Revolução Industrial é impulsionada pelas tecnologias inovadoras que causam efeitos profundos, quer nos sistemas de produção quer nos modelos de negócio. "Indústria 4.0" in COMPETE 2020 https://www.compete2020.gov.pt/destaques/detalhe/Industria_4ponto0

¹⁵ Triangle's Componentes de Ciclismo PT, surge em 2015 como a primeira fábrica do mundo na produção de quadros em alumínio totalmente robotizada e automatizada

¹⁶ RODI INDUSTRIES, fundada em 1952, é uma empresa portuguesa que exporta para 80 países nos 5 continentes, líderes europeus no fabrico de aros e rodas de bicicleta em alumínio

¹⁷ ÓRBITA, fundada em Águeda em 1971, surge como uma nova marca do Grupo Miralago, numa ideia de criar bicicletas de valor acrescentado aproveitando as capacidades já existentes no grupo. Em 2020 é encerrada a produção e conseqüente insolvência da empresa



fig. 57 - Modelo desenvolvido pela Órbita para o Sistema de Bike-Sharing Gira promovido pela EMEL para a Cidade de Lisboa

¹⁸ ESMALTINA Auto Ciclos S.A., fundada em 1970, em Sangalhos, concelho de Anadia, a marca surge no imaginário de algumas gerações e é reconhecida pelas bicicletas de qualidade elevada.

¹⁹ RTE BIKES, criada em 1983, em Vila Nova de Gaia, a marca é atualmente o maior fabricante português de bicicletas.

A única marca portuguesa que se mantém consistente e considerada um sucesso no meio é a Esmaltina¹⁸, que tal como a Órbita, é reconhecida por muitos portugueses os quais se recordam ainda das suas bicicletas emblemáticas. Em entrevista ao programa Sociedade Civil (2020) da RTP 2, Paulo Lemos, Diretor Geral da Esmaltina, refere a capacidade da marca na resposta aos diferentes mercados, com a capacidade produtiva instalada de 400.000 bicicletas ano, demonstrando claramente que o seu foco e mercado principal se encontra fora de Portugal, representando as vendas 10% para o mercado interno e 90% no mercado externo.

Recentemente é visível o caso de um fabricante português, a RTE Bikes¹⁹, cuja produção de bicicletas tem seguido a mesma estratégia da maioria, ou seja, produzir para marcas europeias. Tendo nos últimos anos como seu maior cliente o grupo francês Decathlon, iniciou também o seu trajeto no desenvolvimento de e-bikes. Nessa linha, a RTE Bikes criou a marca BEEQ, direcionada em exclusivo para o desenvolvimento e produção de e-bikes em Portugal. Os primeiros modelos foram apresentados no mês de julho de 2020, e estão representados na figura 58. Para além de uma e-bike portuguesa, a BEEQ demonstra também uma visão, cativando aquelas que são as tendências do mercado. Tal é conseguido com um cuidado acrescido na sua imagem, direcionada para as plataformas e meios digitais, apresentando-se no seu website como uma marca smart, urbana, divertida, de elevada qualidade, de confiança, sofisticada e sustentável. A marca direciona as suas vendas para serem baseadas numa plataforma on-line, no compromisso de fazer chegar as bicicletas ao melhor preço ao cliente. A BEEQ apresenta-se como uma marca jovem com um excelente compromisso na sua relação qualidade-



fig. 58 - Modelo BEEQ C800 TREKKING apresentado em julho de 2020

preço. Este compromisso resulta de anos de conhecimento e experiência acumulada, originando um produto de qualidade superior para um mercado de gama média. Este é um caso em que o know-how aliado a uma ideia pode resultar em projetos muito competitivos.

Em suma, é visível que o panorama nacional nesta indústria evolui de forma muito positiva no âmbito geral, seja ao nível económico, na riqueza produzida para o país, seja também ao nível do impacto social numa região como Aveiro. Verificamos, contudo, que Portugal passa por ser, em larga escala, um polo de produção para as grandes marcas europeias. Resta muito pouco espaço e até ambição em muitas das indústrias portuguesas para uma aposta no design industrial próprio com vista ao desenvolvimento de novos produtos com marca portuguesa. Este facto, deixa toda uma oportunidade por explorar na geração de valor, sendo incapaz de aproveitar todo um know-how e conhecimento instalado na indústria das duas rodas portuguesa.

2.3.3. Uma reforma da indústria nacional

No seguimento do desenvolvido no capítulo anterior, é perceptível todo o panorama nacional atual, conduzindo a um questionar de diversos aspetos. Sendo um país vocacionado para este setor, porque é difícil gerar marcas próprias de valor? O que deverá ser feito para aumentar a nossa capacidade industrial? Qual a visão industrial para o mercado das bicicletas e as oportunidades que vão surgir?

Esta indústria vive talvez momento em que a capacidade para se pensar estas questões seja o mais prospero tendo em conta o bom momento que atravessa. Devemos olhar para o exemplo do que se sucedeu nos anos 80 com os ciclomotores e motociclos em que a incapacidade da indústria de entender as dinâmicas do mercado além do aspeto produtivo criou uma falência do setor. “Tentar definir uma marca de identidade ou uma autoria na linha de produção das várias marcas parece difícil, até porque temos sempre a ideia que em Portugal nunca se fez nada verdadeiramente original. E essa parece ser a imagem de marca do país.” (Gonzaga, 2006). Talvez seja esta uma ideia demasiado enraizada na nossa cultura industrial. O sucedido deveu a um fraco investimento numa fase saudável e em que se apresentava capacidade económica para o investimento em produtos verdadeiramente diferenciadores e não imitações e em casos mais extremos de copias do que em outras marcas estrangeiras.

Na perspetiva do momento alto atravessado, com a indústria a fabricar em grande escala e com bastante solicitação externa, será este o momento, e investir em direções diferentes? Com a indústria a aparentar uma boa performance ao nível económico, este deve ser o momento em que a indústria tem oportunidade para procurar novos caminhos de forma sustentada.

O desenvolvimento de novos produtos tem custos elevados que são ditados pelo sucesso do produto no momento da implementação. O desenvolvimento de novos produtos tem custos elevados que são ditados pelo sucesso do produto no momento da implementação. O elevado investimento deve-se à necessidade de uma partilha de conhecimentos e capacidades entre as mais diversas áreas, sendo que três são fundamentais. Segundo Relvas (2017) as áreas referidas compreendem-se entre o marketing, design e engenharia de produção. Esta enumeração demonstra quais os pontos em que a indústria necessita de se rever para o desenvolvimento de novos produtos. O domínio da engenharia de produção existe, sendo um know-how de elevado

valor que aliado a um investimento pelo setor no design e no marketing pode trilhar uma aposta com grande retorno para um futuro próximo. Esta vantagem no desenvolvimento de marcas e produtos próprios torna-se um garante da sustentabilidade desta indústria, reduzindo a dependência dos produtos desenvolvidos pelas marcas estrangeiras, que vem o Portugal como um polo de fabril.

Simultaneamente a indústria deve manter o seu foco na procura novas técnicas industriais, na procura de novas alternativas além do domínio dos aços. O investimento em maquinaria mais eficiente e competitiva que permita gerar produtos de qualidade superior e reconhecida. Permitindo criar a diferenciação necessária face aos outros concorrentes sobretudo os asiáticos. Onde a mão-de-obra barata e diferenças de escalas produtivas permitem praticar valores muito inferiores aos praticados cá. Contudo, o seu produto não tem a qualidade que é reconhecido no produto fabricado na indústria portuguesa. Como demonstrado anteriormente, Portugal já apresenta casos de sucesso como o da Triangle's com uma adaptação a uma nova realidade industrial preparada para competir num mercado extremamente dominado pela Ásia, na produção de quadros em alumínio. Apresentando aos seus clientes um produto de qualidade superior e de valor acrescentado, direcionado para outros segmentos de mercado superior, onde a diferença de valor é diminuta pelo custo do produto final. Isto só se tornou possível com a aposta do desenho de uma unidade fabril de raiz, com foco na automação e adaptada a uma nova realidade industrial.

Por último, a nossa indústria deve apresentar uma visão direcionada para o exterior, onde os mercados são muito maiores ao interno. Mercado português é um mercado com um baixo índice de utilização, mas que tem vindo a crescer, no entanto o mercado é demasiado pequeno tendo a capacidade existente em termos produtivos. Os mercados externos, sobretudo centro e norte da Europa, tem uma capacidade de compra superior, capazes de pagar um valor superior pelo produto produzido. Além da capacidade de compra os seus índices de utilização e pratica do uso de bicicleta são muito superiores.

Mantendo o seu foco na qualidade já reconhecida à indústria portuguesa, aproveitando o know-how existente e a boa fase que atravessa, em conclusão este deve ser o momento em a industria deve investir na criação de valor próprio com visão para um mundo global e em rápida transformação.

03.

Do Conceito ao Desenvolvimento do Produto

3.1. Introdução à estratégia e desenvolvimento do produto _____ **pág. 45**

3.2. Fase I: desenvolvimento do conceito

3.2.1. Definição do conceito inicial _____ **pág. 46**

3.2.2. Exploração e desenvolvimento de forma _____ **pág. 52**

3.2.3. Validação do conceito selecionado _____ **pág. 61**

3.3. Fase II: reformulação do conceito

3.3.1. Posicionamento do novo conceito no mercado _____ **pág. 63**

3.3.2. Estudo da forma do produto _____ **pág. 65**

3.3.3. Exploração da forma e arquitetura _____ **pág. 70**

3.1. Introdução à estratégia e desenvolvimento do produto

Seguindo a metodologia aplicada ao projeto na fase de pesquisa, apresentada no capítulo anterior, torna-se possível compreender a perspetiva de mudança e as dinâmicas atuais do setor das duas rodas. A vontade e necessidade de novas alternativas à mobilidade, exigidas ao nível das cidades e da sociedade, acabam por exigir da indústria a apresentação de novas propostas destinadas à mobilidade sustentável, com base na eletrificação. Esta exigência constitui, para o setor dos velocípedes, uma promissora oportunidade.

O conhecimento obtido na fase de pesquisa abriu a possibilidade de exploração de novos conceitos e alternativas no campo dos velocípedes elétricos. Desenvolvendo estas bases, tornou-se possível apresentar um conceito novo e válido que, além do mais, tenha aplicabilidade no contexto industrial português.

No presente capítulo inicia-se a discussão da primeira fase de desenvolvimento do conceito. Elaborando uma exploração de forma em três direções distintas, procuraram-se alternativas e propostas diferenciadoras. Numa fase posterior que se pensou inicialmente que seria a final, e seguindo uma das linhas de exploração de novos conceitos, foi concebida uma primeira proposta de produto. No entanto, quando sujeita a um primeiro momento de validação, não obteve aprovação. A falta de aprovação do conceito levou a uma reinterpretação das suas características, olhando para uma nova oportunidade de mercado até ao momento pouco visível. Assim, desencadeou-se uma segunda e nova fase de projeto da qual resultou a proposta final. Foram realizados novos esboços de exploração de forma, procurando responder às necessidades e orientações definidas para o novo produto. Para

a elaboração e preparação da proposta final foram realizados estudos ao nível da geometria e arquitetura do velocípede elétrico, bem como uma análise e estudo ergonómico resultante da interação entre produto e utilizador.

A aplicação desta estratégia permitiu aquele que sempre foi o objetivo inicial, ou seja, procurar soluções com recurso a uma exploração dos velocípedes elétricos, na procura de um novo conceito e visão que permitisse alargar a sua utilização sem tornar mais complexo o seu fabrico.

3.2. Fase I: de desenvolvimento conceito

3.2.1 Definição do conceito inicial

Na definição de um produto a equipa de design tem de procurar conjugar as os gostos e vontades dos utilizadores, incorporar objetivos e expectativas para o produto, e ainda a capacidade tecnológica necessária à sua execução. Deste modo, segundo Chen et al. (2000) é possível concretizar uma correta definição para o produto.

A definição de todas as variantes que influenciam o desenho do conceito e a sua exploração deve ser abordada numa fase inicial do projeto, elaborando ideias e esquematizando objetivos e necessidades. Para esta definição, realizada com base na pesquisa efetuada, tornou-se necessário efetuar a caracterização do utilizador, das suas necessidades e, por último, ajustar o posicionamento do veículo.

Definição e caracterização do utilizador

As cidades e os meios urbanos para o qual o projeto se encontra focado apontam o nosso utilizador como cidadão, com um estilo de vida urbano, revelando necessidades e preocupações relacionadas com a mobilidade. O foco principal são os utilizadores entre os 30 e os 40 anos e, numa gama mais alargada, entre os 25 e os 50 anos de idade. Este tipo de utilizador demonstra uma preocupação com as suas necessidades de mobilidade diárias, num patamar primário de movimentação Casa-Trabalho. A preocupação ambiental alerta para uma procura por alternativas sustentáveis que promovam práticas de utilização mais amigas do ambiente, sem comprometer as suas necessidades de

mobilidade.

Para um utilizador deste tipo de veículo será importante que este seja capaz de se transformar e adaptar para poder cumprir as tarefas e responder às necessidades da rotina de mobilidade. A segurança é também um fator importante, já que o utilizador procura garantir a segurança e conforto na sua mobilidade diária. O ritmo de vida urbano desperta habitualmente nos utilizadores de hoje uma procura por novas aventuras. Revelando um lado aventureiro e indo ao encontro de novas experiências, muitas vezes pretendendo que o aproximem da natureza e permitindo um afastamento do meio citadino em que se encontra diariamente inserido, o utilizador também procura que o veículo se adeque a este tipo de atividades.

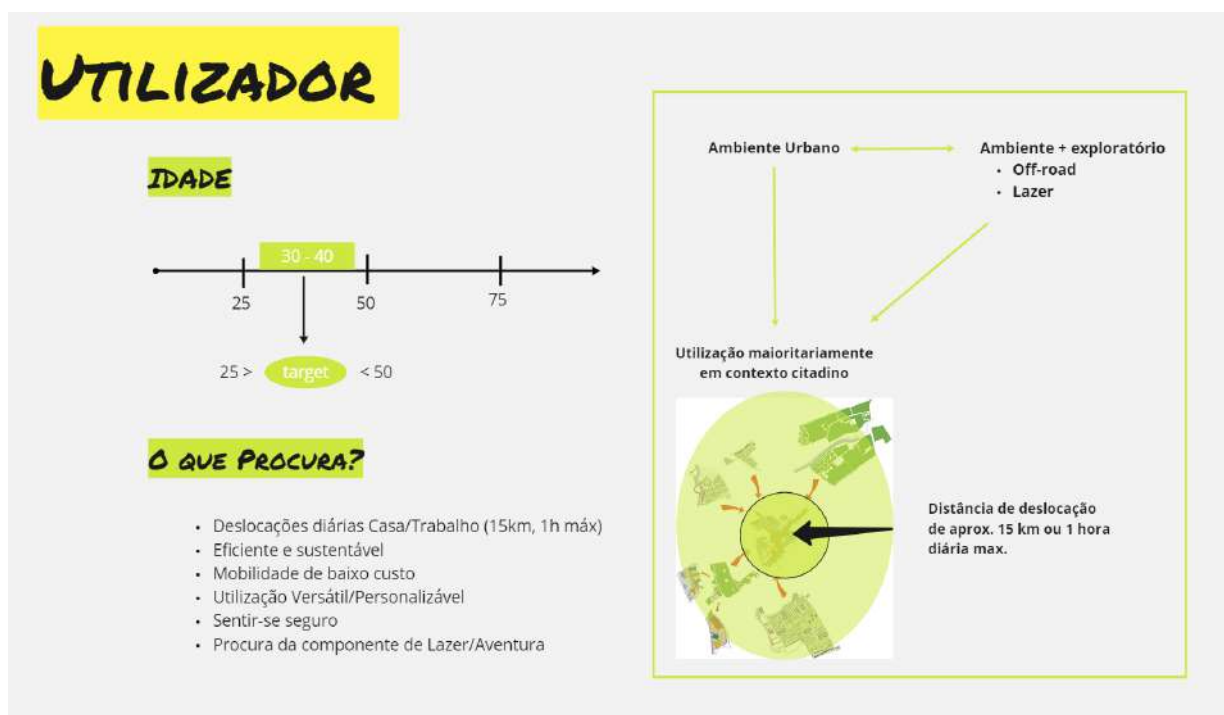


fig. 59 - Mapa conceptual do utilizador desenvolvido para o projeto

Na imagem apresentada é desvendada a definição de conceito relativa a um primeiro momento de trabalho. Nesta fase é estruturado e definido o produto para responder às prioridades do utilizador e às premissas decorrentes de ser um velocípede elétrico. Toda esta informação possibilita a criação de um modelo de cenário de utilização.

Cenário de utilização

A criação de um cenário de utilização, desenhado com base na caracterização do utilizador e numa possível rotina, permite, nesta fase preparatória, entender alguns dos requisitos relacionados com possíveis ações. Evitam-se assim erros numa fase de exploração, mas também no projeto posterior dos detalhes da proposta. Na figura 60 é apresentado o cenário construído e os requisitos observados.

Para o cenário de utilização que foi idealizado são descritos os possíveis passos do utilizador na sua deslocação Casa-Trabalho/ Trabalho-Casa. No esquema (figura 60) são visíveis as interrogações que se colocam relativamente às possibilidades de resposta aos desafios encontrados em cada momento dos trajetos.



fig. 60 - Cenário de utilização desenvolvido para o projeto

Numa observação detalhada do esquema, numa primeira fase, considera-se um utilizador que vive na periferia do centro da cidade e necessita de percorrer uma distância de 15 km para chegar a esse centro. Num primeiro momento devemos identificar quais os elementos primários que o utilizador leva ao sair de casa. Consideraram-se dois elementos obrigatórios nesta ação, o capacete necessário à proteção do utilizador e ainda uma mala ou mochila para os seus pertences. Esta necessidade implica que o velocípede tenha de oferecer uma capacidade de carga para

a colocação da mochila durante o trajeto e armazenamento do capacete quando estacionado.

Num segundo momento simulou-se o trajeto do utilizador, user journey, até ao trabalho, deslocando-se principalmente pelas ciclovias e pontualmente pelas vias principais. Os transportes públicos apareciam como uma possibilidade de complemento mas como, principalmente em Portugal, e em larga maioria, não estão preparados para acolher os velocípedes, não foram considerados pois acabam por se tornar inconvenientes para o utilizador. Este ponto faz emergir a autonomia como uma característica de extrema relevância, logo tendo de ser assegurada no conceito a propor. Nos últimos dois momentos deste primeiro nível do cenário questionou-se o local de estacionamento do velocípede e a sua segurança contra terceiros. Este ponto aponta a necessidade de o veículo deter uma capacidade de auto imobilização, caso não existam infraestruturas ou locais direcionados para esse propósito. Ao nível da segurança e proteção, a possibilidade de tentativas de danos por terceiros deve estar presente. Tal implica que devam existir mecanismos ou soluções que ofereçam uma garantia de segurança adicional ao seu utilizador na autoproteção do seu velocípede.

Na segunda fase deste cenário, seguindo a perspetiva Trabalho-Casa, cria-se uma possibilidade de rotina comum em que o utilizador realiza as suas compras ou necessita de ir ao ginásio, retratando outras atividades que possa desenvolver antes de regressar a casa. Estas atividades, tal como anteriormente referido, vêm reforçar a necessidade e a atenção à disponibilização de espaços no velocípede elétrico direcionados para o transporte de pequenas cargas, como os sacos de compras ou de ginásio. Outro momento é a questão da circulação em ambiente noturno e a necessidade de iluminação do veículo, promovendo um uso seguro em circulação, logo a proteção do utilizador. Por último surgem duas questões associadas entre si, o carregamento e a arrumação na residência ou no local onde o veículo pernoitar. Estes dois momentos de interação demonstram que o recurso a baterias amovíveis confere uma maior liberdade ao utilizador no momento de carregar a e-bike. De facto, quando se verifique a impossibilidade de reter o veículo no interior da residência, um sistema integrado não permite o seu carregamento.

Esta criação e desenho de um cenário de utilização permite que aspetos fundamentais ao desenvolvimento de um produto sejam considerados e mantidos em mente desde a sua fase inicial, permitindo evitar erros desnecessários numa fase avançada do projeto ou problemas de conceção que se reflitam no produto final.

Definição da tipologia a explorar

A escolha da tipologia mais indicada à função a desempenhar é essencial à exploração e abordagem para um novo conceito de velocípede elétrico. Neste capítulo é realizado um levantamento das diferentes tipologias, procurando-se entender qual o potencial de cada uma e quais as vantagens existentes entre si. Todas as escolhas realizadas devem procurar ir de encontro às premissas identificadas anteriormente.

A diversidade de tipologias de velocípedes, e no caso em concreto das bicicletas, é bastante alargada. Todas as tipologias existentes são transportadas e aplicadas de modo igual nas e-bikes, servindo de base para o desenvolvimento dos modelos atuais. Encontram-se as tipologias segmentadas e mais direcionadas para um lado utilitário ou desportivo, estradista ou todo-o-terreno. Na figura 61 apresenta-se uma matriz de posicionamento, elaborada para o projeto, onde procura-se o posicionamento que melhor irá corresponder ao conceito proposto.

Na matriz de quatro eixos podemos visualizar qual a zona que corresponde ao idealizado para o projeto, como sendo o quadrante utilitário/off-road. A matriz indica a tipologia da E-bike Convencional (figura 62), como sendo a que melhor corresponde às premissas iniciais do conceito. Este procura uma base de utilização maioritariamente cidadina e utilitária, mas que permita pequenas aventuras e promova novas experiências ao utilizador (figura 63). A tipologia de e-bike convencional demonstra uma grande aptidão cidadina, mas simultaneamente permite uma versatilidade de utilização em outros contextos.

Para corporizar um veículo a partir do conceito proposto é necessário ter em atenção as capacidades do quadro, sendo este o elemento central de todo o projeto e, deste modo, potenciar toda a sua utilização e forma. Este elemento terá de ser potenciado em detrimento das necessidades do utilizador, por forma a evidenciar um novo pensamento para o quadro e, por último, criar uma oportunidade para o contexto industrial.

Definida a tipologia base para o desenvolvimento do conceito, pretendeu-se que esta proposta se distinguisse numa aproximação ao limiar dos motociclos, tornando-se um produto extremo do segmento das e-bikes (figura 64). Esta aproximação pretende gerar um produto de custo inferior ao de um motociclo elétrico citadino, com custos de manutenção inferiores, e capaz de se adequar e tirar todo o proveito das infraestruturas emergentes nas cidades. Deste modo o conceito irá competir com os motociclos de baixa cilindrada, apresentando-se como

uma alternativa mais económica e versátil para um uso citadino.

MATRIZ POSICIONAMENTO (SEGMENTO)

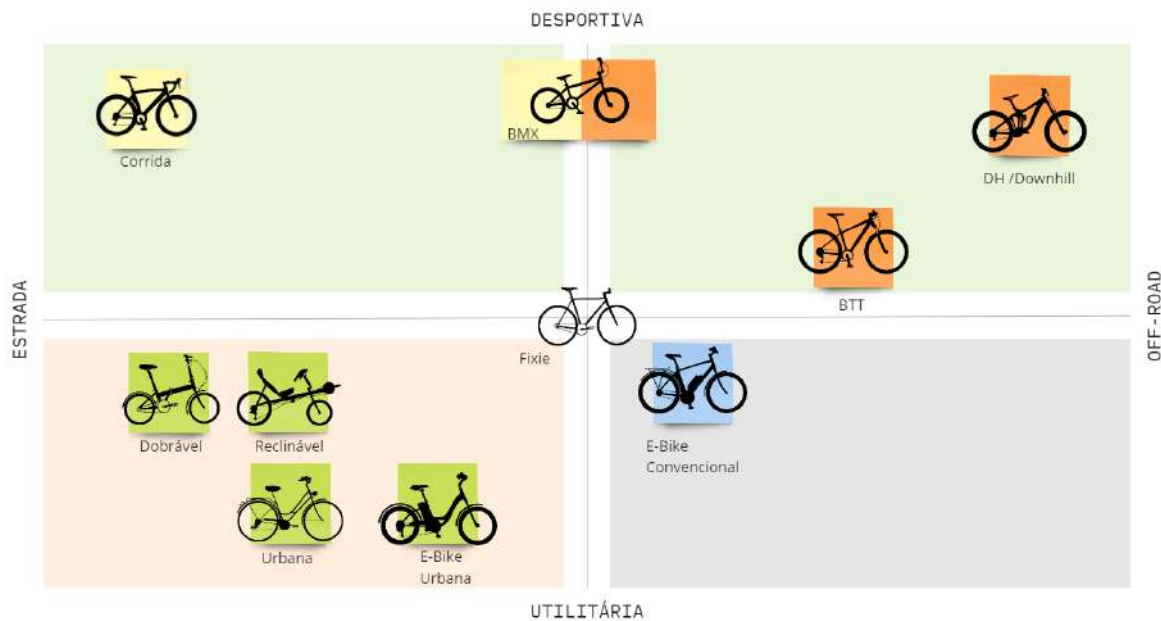


fig. 61 - Matiz de posicionamento por tipologia para o projeto

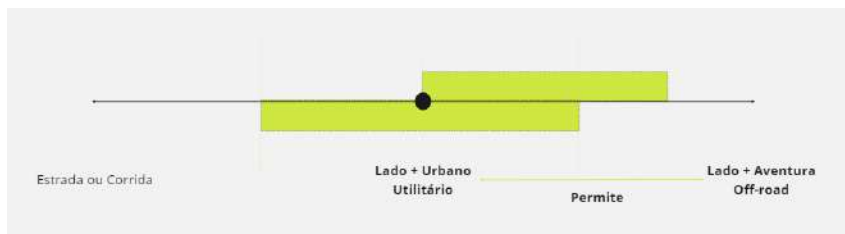


fig. 63 - Posicionamento de utilização desenhado para o conceito



fig. 62 - Tipologia desconstruída da E-bike Convencional



fig. 64 - Exemplificação da aproximação do conceito aos motociclos

3.2.2 Exploração e desenvolvimento de forma

“...é o esboço. Nele põem-se em prática os meios técnicos necessários para trabalhar o conceito e desenvolver as ideias. A fase inicial do esboço atinge uma primeira representação do objecto sem considerar as precisões dimensionais. São representações de conceitos que consideram apenas as suas linhas mais significativas. O designer trabalha de uma maneira muito sintética e com traços gestuais e pouco medidos.” (Jullian et al, 2005 pág.89)

Nesta fase inicia-se a exploração do conceito, procurando esboçar ideias e respeitando as premissas identificadas anteriormente. Pretende-se ainda demonstrar as capacidades de exploração, apresentando diversos conceitos e metodologias abordadas que permitiram gerar novas propostas. Foram explorados conceitos baseados em 3 abordagens, permitindo abrir novos horizontes, desprendendo de ideias e figuras visuais enraizadas no imaginário pessoal. A geração de esboços e ideias em cada abordagem permite visualizar soluções e alternativas mais inovadoras, que melhor possam corresponder ao conceito proposto.

Análise morfológica de produtos no mercado

A primeira abordagem realizada surgiu de uma exploração do pensamento de desenho por cruzamento de tipologias. Procurou-se uma conjugação de formas num cruzamento da tipologia definida para a e-bike com os motociclos. Este facto deve-se à estratégia de levar o conceito a um extremo do segmento das e-bikes. Para tal procurou-se realizar um levantamento formal e definição das tipologias de motociclos que melhor corresponderiam ao idealizado para o conceito. Antes de se iniciarem os primeiros esboços, realizou-se um planeamento gráfico dos mesmos com vista a permitir a interligação necessária à geração de ideias e conceitos, servindo assim de guia para a evolução do trabalho.

A imagem apresentada na figura 65 ilustra a segmentação por tipologias ao nível dos motociclos. Nos motociclos foram escolhidos os segmentos com maior tendência atual no mercado e que poderiam se identificar com as necessidades do conceito. Após esta análise, comparou-se as tipologias de velocípedes que poderiam integrar estes segmentos. Este método permitiu confirmar como acertada a escolha da tipologia de e-bike convencional. Ela surge portanto repetida nos dois segmentos aos quais pretendemos aproximar o velocípede, nomeadamente no que respeita à sua usabilidade.

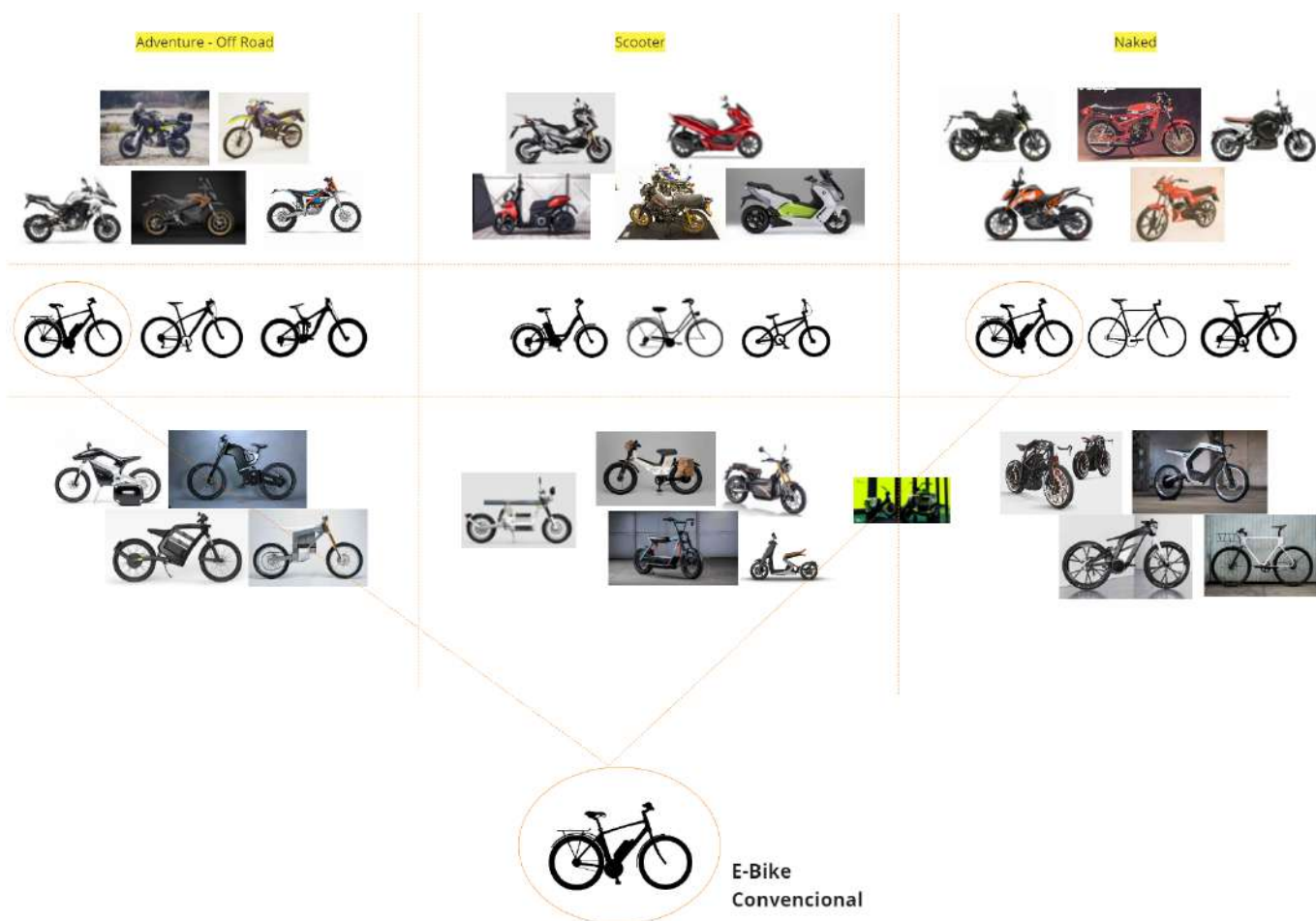


fig. 65 - Exemplificação do cruzamento entre tipologias

O cruzamento entre a tipologia da e-bike e as características dos motociclos abre a porta à exploração duma interligação com a qual se procura corporizar a vertente utilitária e versátil proposta no conceito. Pretende-se também explorar a possibilidade de sustentar novas experiências e aventura, tentando recriar e simular as sensações provocadas pelo motociclo (figura 66).



fig. 66 - Esquema de ideias base para o conceito

As ideias iniciais para o esboço do velocípede assentaram num desenvolvimento morfológico e exploratório tendo sido realizadas desconstruções e sobreposições entre formas. Estas técnicas utilizadas facilitaram o esboço na procura da sua aproximação aos motociclos, com o surgimento de linhas que posicionavam o conceito de velocípede elétrico num campo mais extremo do seu segmento, como idealizado para a sua exploração. Na figura 67 são ilustradas algumas das representações iniciais.

As imagens apresentam uma evolução nos esboços até à introdução de representações tridimensionais das ideias. Destes esboços de exploração surgiu um conceito mais trabalhado e detalhado (figura 68) associado a esta abordagem por tipologias. Nesta fase, o desenho aproximou-se de novo das e-bikes, seguindo as linhas exploradas nos esboços anteriores, inspiradas nos cruzamentos de tipologias de motociclos. Apontam já a uma ideia mais consciente do possível veículo final.

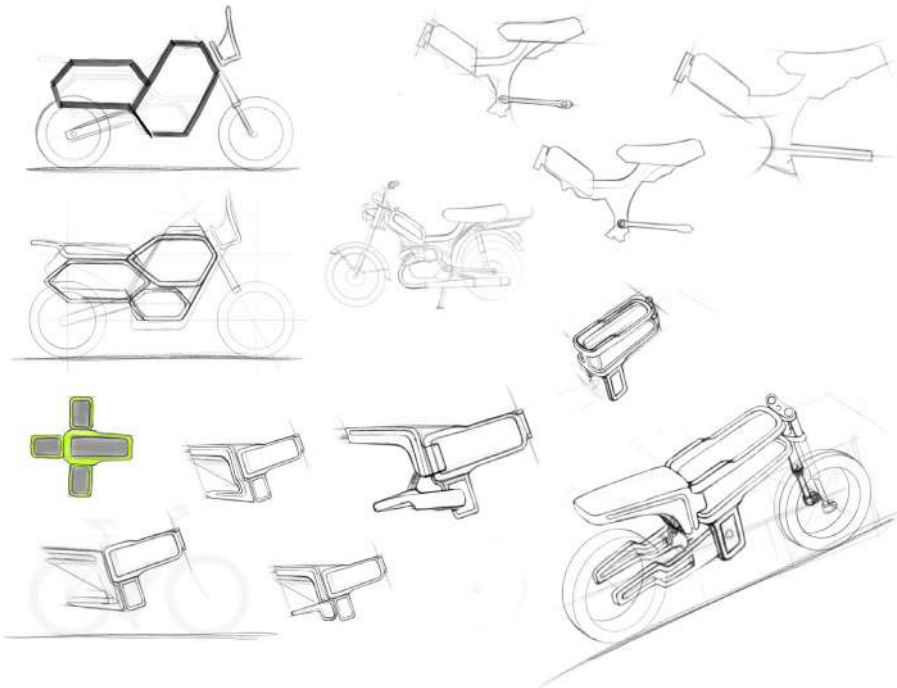


fig. 67 - Esboços de exploração de conceito



fig. 68 - Esboços de detalhe do conceito

Exploração da forma por metodologias biónicas

Segundo Munari (1982) a biónica enquanto área que procura compreender e estudar os sistemas vivos, com base na descoberta de novas formas e princípios com aplicação tecnológica. Da análise destes princípios mecânicos e compreensão de formas naturais, surgem daí o que pode ser a solução para desenvolvimento de novas soluções aplicadas ao projeto.

Numa exploração de um novo conceito seguindo diferentes abordagens ao seu desenho, a Biónica surge de forma natural. Este recurso permite descolar os esboços dos vícios existentes, rotinas visuais e tendências enraizadas e até gostos pessoais. Simultaneamente, a utilização da Biónica e do Biomimetismo aplicados ao projeto surge da vontade de procurar inspiração e otimização provenientes da natureza. Tentou-se pois aplicar os princípios correspondentes nos esboços do velocípede elétrico.

A Biónica introduz formas que podem ser desafiantes mas inovadoras para a indústria. Estes desafios, através da correta leitura das formas da natureza, permitem entender os esforços e funcionamento mecânico dos elementos, solucionando problemas existentes, simplificando e reduzindo materiais e processos.

Na abordagem aos esboços e primeiras ideias, partiu-se para uma análise de exoesqueletos de diferentes animais. Observando a sua estrutura e conceção natural, tentou-se a procura de um “esqueleto” para o velocípede elétrico e seu possível desenvolvimento. Nos esboços ilustrados na figura 70 é visível a evolução numa primeira fase na qual se desenharam desde crânios de camaleões e peixes aos ossos externos de aves.



fig. 69 - Casal Futurmatic

Esta exploração acabou por resultar em formas mais fechadas e aerodinâmicas. Camuflando toda a estrutura do velocípede, evidenciando uma possível aplicação tecnológica por recurso à estampagem. Esta tecnologia seria uma boa hipótese uma vez que permitiria uma facilidade de implementação na indústria familiar a esta tecnologia. Num extremo do conceito a solução poderia passar pela substituição do quadro de construção tradicional por um quadro com base em chapa estampada. Tal tipo de aplicação já tinha sido utilizado na indústria nacional portuguesa na construção da Motorizada Casal Futurmatic, com o quadro produzido por estampagem (figura 69).

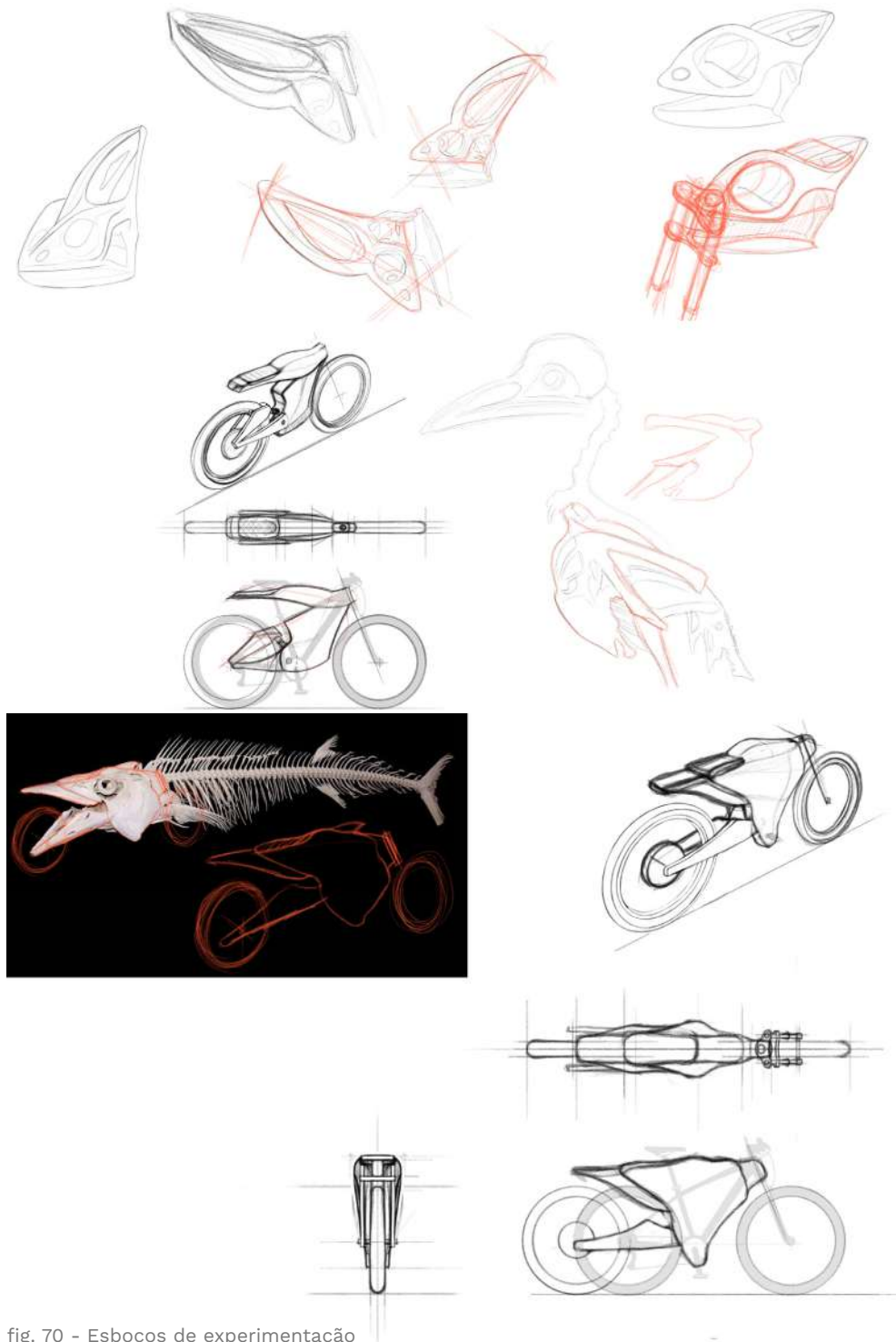


fig. 70 - Esboços de experimentação com a biónica

Simplificação e refinamento da forma (minimalismo)

“The visual principles of minimalism are simplification and transparency; there are no complex messages and no abstract or cryptic codes in the form of titles to pieces. The minimalism work of art is open, or free of origins, in the sense that it doesn’t refer to any specific phenomenon or any specific event (which would require a pre-existing knowledge or cultural “baggage” to understand).” (Harper, 2018)

Na presente secção, a exploração de conceitos seguiu uma abordagem minimalista durante o seu esboço. Gradualmente foram simplificadas as formas iniciais, promovendo e privilegiando a funcionalidade. Na ilustração apresentada na figura 71, essa gradual transformação é clara, apontando a evolução dos esboços para uma simplificação da estrutura principal, onde há uma maior preocupação com a zona de carga, dando uma maior atenção ao lado funcional.

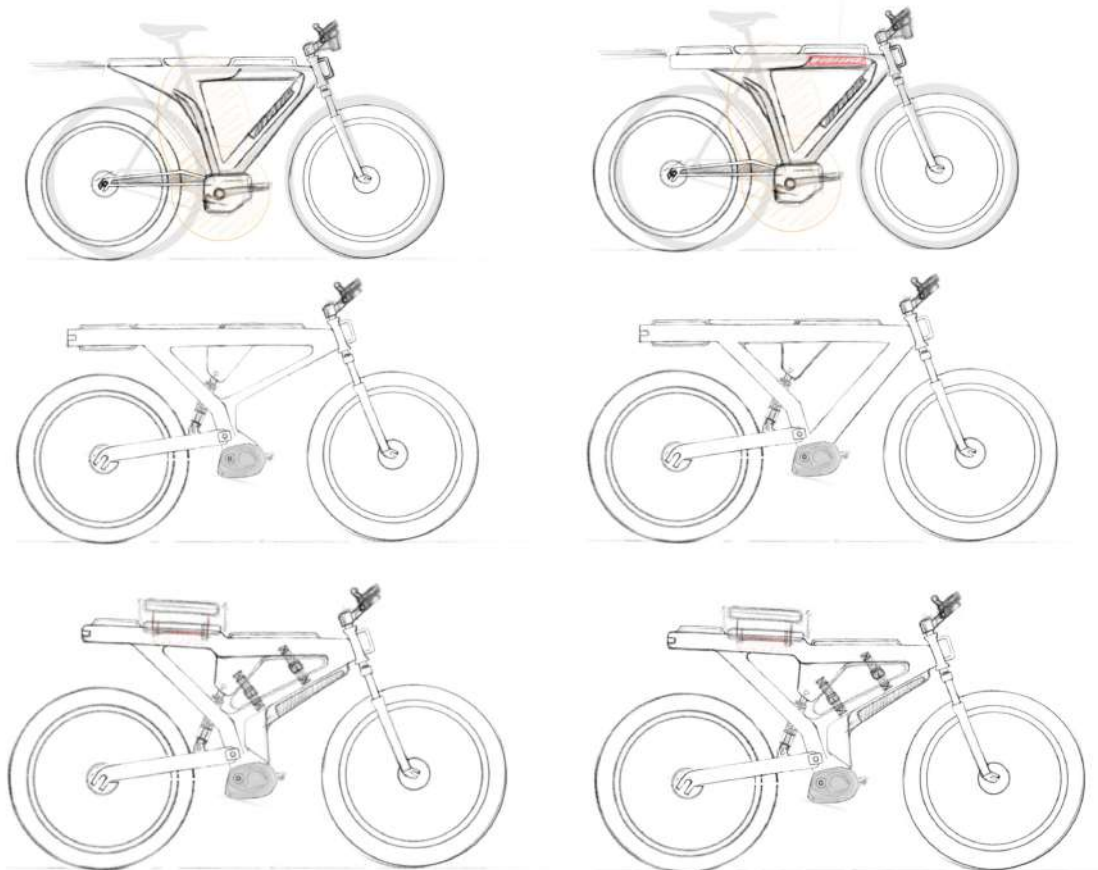


fig. 71 - Esboços de evolução da forma conceito

Com linhas mais simples e geométricas alcançou-se uma linha de simplificação do quadro, reduzindo a sua complexidade o que resultou num conjunto mais compacto. Num segundo momento, dá se início à exploração de esboços em perspetiva do conceito, numa sucessiva melhoria e refinamento das suas formas, para uma contínua procura da redução da sua complexidade e melhor perceção do seu funcionamento.

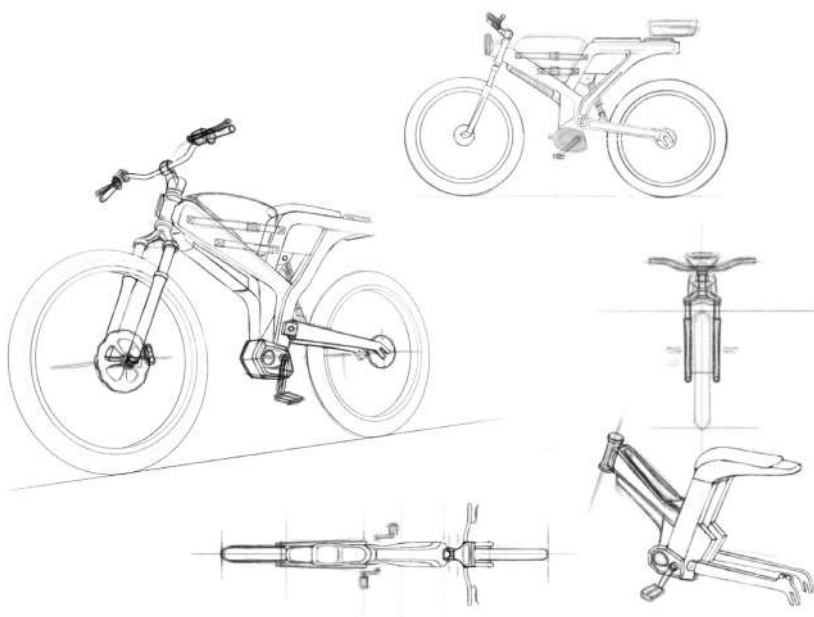


fig. 72 - Esboços de refinamento da forma



fig. 73 - Esboços da forma com cor e texturas



fig. 74 - Esboços de representação das capacidades

3.2.3 Validação do Conceito Selecionado

Após a realização da seleção e melhoria dos esboços do conceito selecionado, colocou-se o mesmo à prova e sujeitou-se a uma validação. Este processo foi realizado e programado com a ABIMOTA LEA, permitindo receber um feedback sobre a receptividade ao conceito proposto e a validação de que o caminho que estava a ser percorrido era considerado correto.

O conceito em desenvolvimento foi apresentado em reunião com a ABIMOTA LEA, na presença do seu secretário-geral, Gil Nadais. Foram descritos os elementos produzidos até ao momento, bem como as ideias de evolução para as fases seguintes. Na atual fase do processo, em face da ausência de modelos tridimensionais ou de um mock-up da proposta, foi visível a importância do nível de detalhe desenvolvido para os esboços do conceito, o qual permitiu promover um debate construtivo sobre o produto (figura 75).

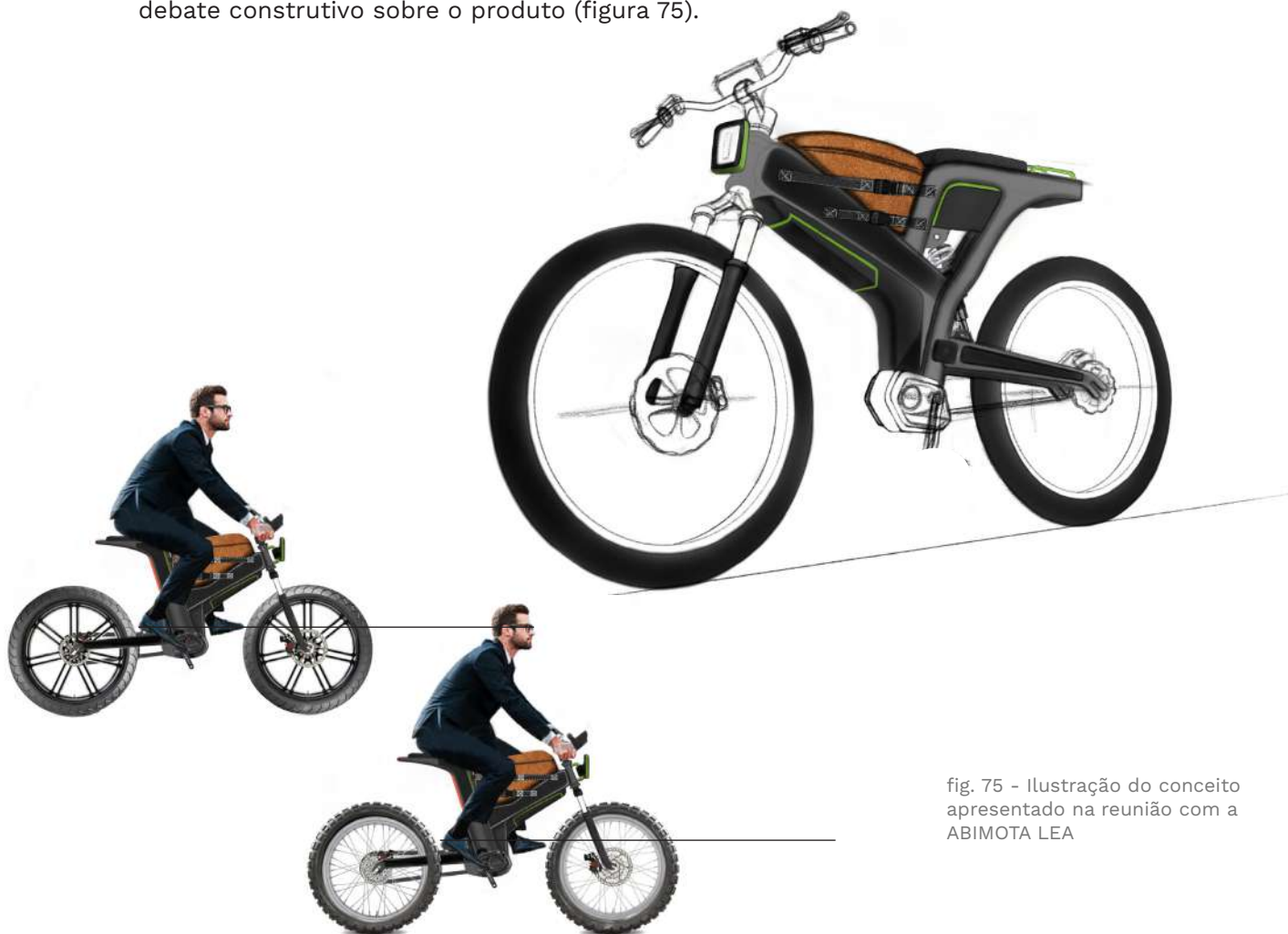


fig. 75 - Ilustração do conceito apresentado na reunião com a ABIMOTA LEA

Na apresentação identificou-se um erro no desenvolvimento do conceito, correspondente a um problema de base: a ausência de pedais. A utilização de um sistema de acelerador como único meio para acionar e gerir o impulso da motorização elétrica, levantou problemas no que respeita à certificação do veículo à luz da legislação atual.

Na interpretação realizada, tendo em vista a lei em vigor, e considerando as trotinetes elétricas com sistemas semelhantes, a remoção dos pedais do velocípede elétrico parecia pertinente. Assim, percebeu-se que, nesse campo, estava-se a apresentar um produto de um segmento recente no mercado denominado de speedbike. Este novo segmento é muito semelhante às e-bikes sendo a maior diferença o limite de velocidade máxima legal o qual é de 45 km/h, não carecendo de auxílio humano para ativar o sistema de propulsão mas necessitando de título de autorização de condução.

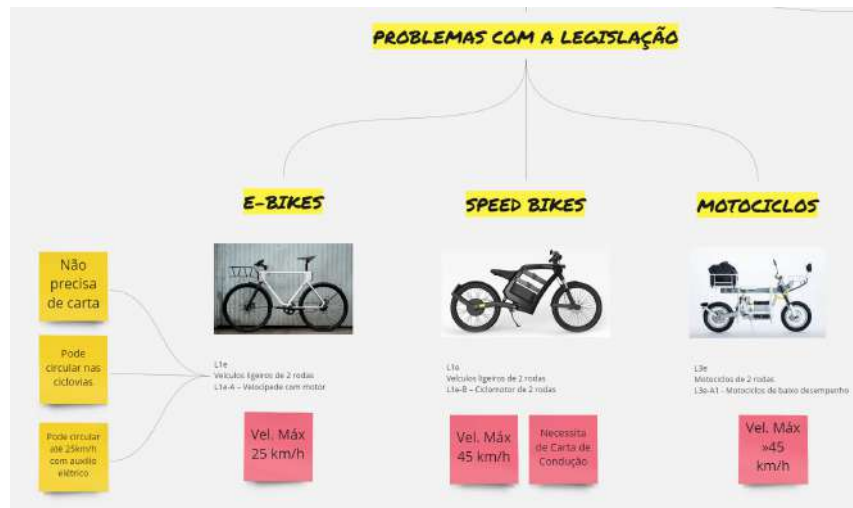


fig. 76 - Apontamentos da reunião retirados da reunião

Ainda assim, ao nível estético e funcional, o veículo foi bastante bem acolhido, e considerado ter viabilidade produtiva no contexto industrial português. Foi ainda referenciado e validado como corretos o nosso objetivo de mercado e os seus potenciais utilizadores. Como adicional, esta reunião tornou-se importante para observar e perceber quais as necessidades ao nível industrial para o conceito apresentado.

Em suma, o enquadramento legal não permitia validar a proposta numa fase de aprovação e homologação do veículo para o mercado. A questão levantada pela ABIMOTA LEA fez com que o projeto tivesse de ser repensado e reestruturado, procurando-se novas alternativas.

3.3. Fase II: de reformulação do conceito

3.3.1 Posicionamento do novo conceito no mercado

O aparecimento do segmento das speedbikes inspirou-nos para uma ideia de um novo conceito. Começou-se a perceber o que poderia ser feito de novo, procurando aproximar o nosso veículo já não dos motociclos, mas das speedbikes. Aqui surgiu uma ideia ainda muito primária, mas já demonstrando que poder-se-ia ter encontrado uma nova oportunidade (figura 77).

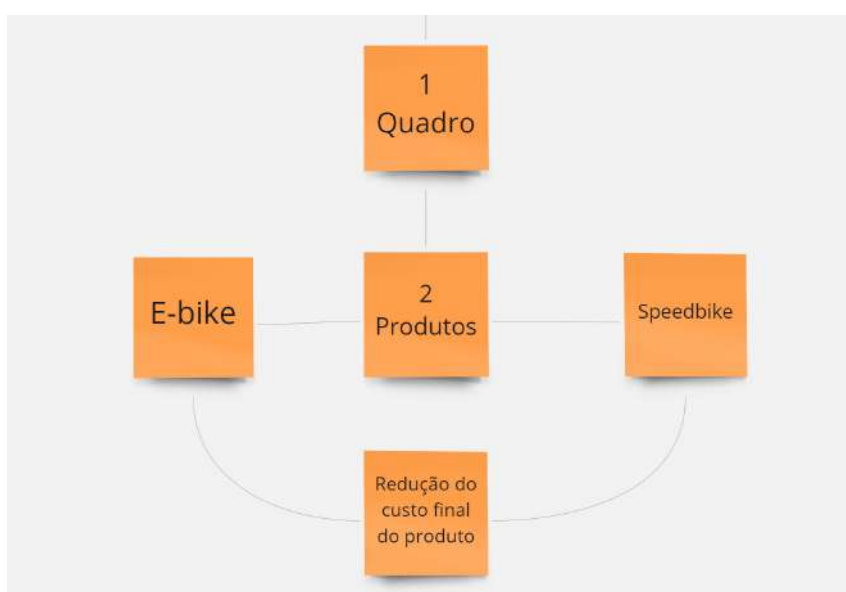


fig. 77 - Esboço primário sobre o conceito reformulado

A proximidade entre os dois segmentos possibilitou imaginar o desenvolvimento de um quadro adequado para ambos. A distinção entre os dois segmentos estaria presente na capacidade da motorização elétrica usada para cada um, com as e-bikes a disporem de uma motorização suficiente tendo em conta a sua velocidade máxima legal de 25 km/h e as speedbikes com o correspondente, agora, a 45 km/h. Considerando a partilha de componentes entre ambos os segmentos, começando desde logo pelo quadro, este fator permite uma visão industrial que permite otimização da produção e uma conseqüente economia de escala. A partir desta visão micro sobre o conceito, iniciou-se o desenho de um esquema macro para o produto o qual está representado na figura 78. Mostra-se aí a realização de uma triangulação utilizador-marketing-indústria, procurando identificar as vantagens existentes neste tipo de conceito.

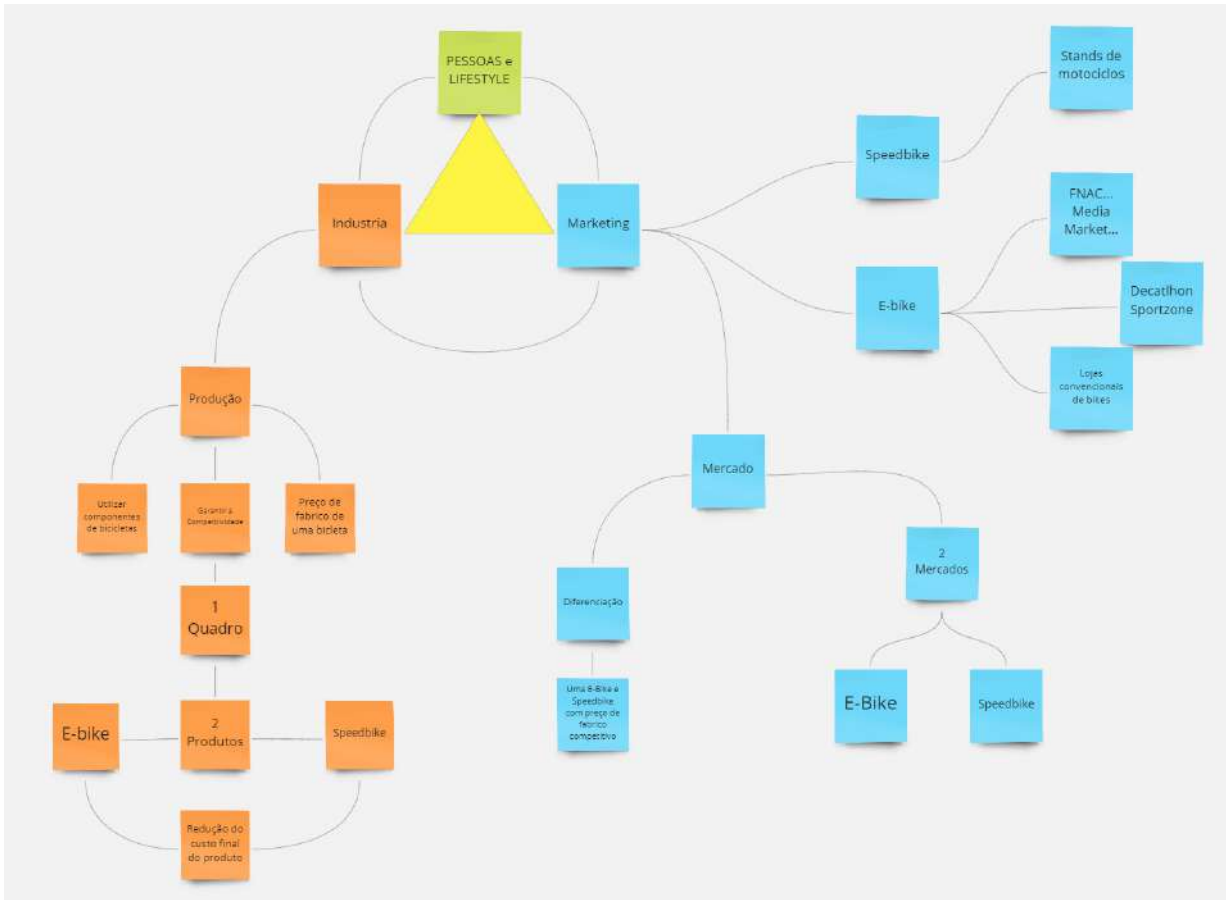


fig. 78 - Visão macro da estratégia realizada para o conceito reformulado

No esquema desenvolvido destaca-se, na triangulação, o utilizador o qual se pretende que se mantenha enquadrado com o novo conceito. Como já tinha sido devidamente caracterizado anteriormente, não se tornou evidente nada de novo para esta reformulação.

Na indústria percebemos que, com a capacidade e o know-how existentes no fabrico das bicicletas, a implementação das speedbikes não seria uma dificuldade. Na visão a procurar para o conceito, o uso partilhado dos componentes entre ambos os segmentos permitiria a redução de custos para ambos, seja ao nível da compra dos componentes, mas também na produção pois o fabrico seria em tudo similar. Para o conceito do produto esta é uma maneira de baixar o custo final de fabrico de ambos os produtos e-bike e speedbike, assim criando-se um fator denominado de economia de escala, conseguindo-se dois

produtos com objetivos diferentes em termos de mercado que criam e potenciam os lucros da indústria.

Uma grande diferenciação surge quando se entra nas oportunidades relacionadas com o mercado e o marketing para o produto. Para o mercado ambos os produtos poderão surgir com preços mais competitivos quando comparados com os concorrentes dos seus segmentos.

Este fator deve-se em muito à economia de escala praticada na fase de produção. Numa perspetiva extraída da área do marketing, encontraram-se duas portas de entrada distintas para ambos os produtos. Para as e-bikes apontou-se as lojas de bicicletas como o principal local de venda, sendo este o que melhor se enquadra. Recentemente, também as lojas de tecnologia surgem na procura deste tipo de produto, considerando as e-bikes como um produto tecnológico capaz de atrair os seus consumidores. As speed bikes encontram o seu espaço nos stands de motociclos. Isto justifica-se com o facto de serem equiparadas aos ciclomotores de cilindrada inferior a 50cm³ que estão disponíveis nestes espaços de venda. Apresentam-se portanto como uma alternativa a estes ciclomotores e motociclos de baixa cilindrada, na sua larga maioria movidos ainda a combustão mas também já elétricos. Assim, torna-se uma alternativa para utilizadores com carta de categoria B, habilitados para conduzir veículos até 125 cm³ ou 11kw de potência máxima. A maioria procura estes motociclos e ciclomotores de baixa cilindrada como uma alternativa mais económica para a sua locomoção nas cidades.

As speedbikes carecem de registo de propriedade, uso de matrícula e seguro tal como os ciclomotores. Estes requisitos constituem algo com o qual os stands estão habituados a lidar nos seus serviços de venda. O conceito criado permite a oferta de dois produtos similares com objetivos de mercado diferentes, procurando em ambos um maior ajuste às funções que o utilizador pretende que o veículo desempenhe.

3.3.2 Estudo da forma do produto

Após a reformulação do conceito, e traçadas as guias para o desenvolvimento do novo produto, iniciou-se uma nova fase de esboço de ideias. Esta exploração, numa fase inicial, procurou afastar-se do conceito anterior, ainda que com alguma dificuldade nas primeiras tentativas, tal como ilustrado nos esboços da

figura 79. A necessidade de afastamento do conceito inicial para o novo desenho surge das novas necessidades deste produto, em particular do quadro.



fig. 79 - Primeiros esboços para o novo conceito

Destaca-se nos esboços apresentados anteriormente uma simplificação da forma do quadro, utilizando o desenho em esboço lateral da bicicleta. Esta abordagem, também já utilizada no desenho do conceito final anterior, tem a ver com a procura por estruturas mais simples, e dá origem aos esboços do novo conceito final. A simplificação é justificada com a necessidade de uma fácil adaptação do quadro aos dois segmentos, das e-bike e speedbikes. Aqui foi abordado um desenho de exploração em perspetiva da forma, explorando o potencial de uma estrutura simples e permitindo entender as suas vantagens tal como ilustrado na figura 80.

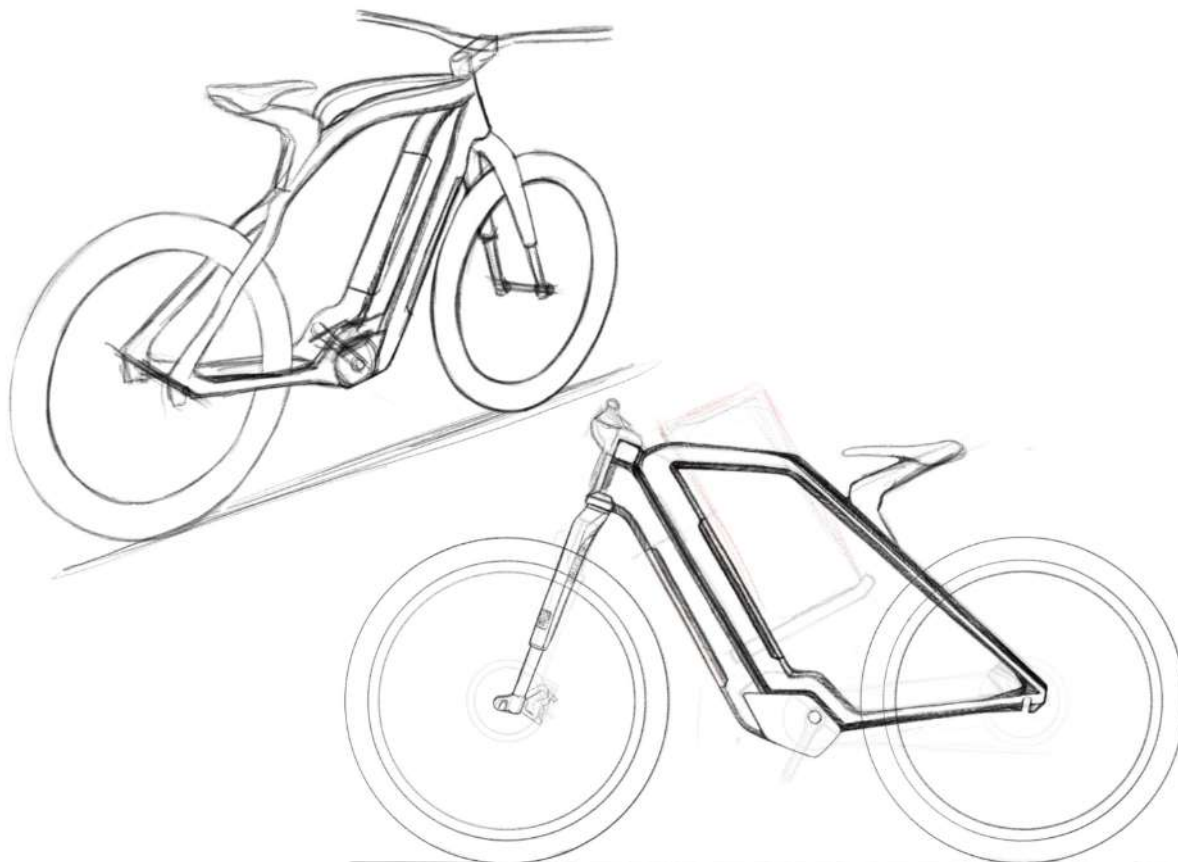


fig. 80 - Esboços de detalhe da forma escolhida

Nos esboços presentes na figura 80 apresentam-se algumas ideias iniciais do conceito para o produto final. O desenho do quadro, com a sua forma simples e robusta, permite uma delimitação da zona para carga, com a abertura superior a evidenciar essa localização. Na figura 81 é visível a exploração do quadro e a sua evolução, procurando criar na abertura superior uma aproximação do condutor ao lado utilitário pretendido no produto. Esta vertente utilitária procurou contrariar as tradicionais formas de transporte em velocípedes, redesenhando aquela que é a zona mais lógica ao propósito. Como tal na figura 82 e ilustrada a evolução da zona de carga do produto. Para tal foi desenhada uma mochila que está pensada como um elemento do produto que permite o transporte de cargas de forma segura, aproximando o utilizador na sua relação com o velocípede. A motorização utiliza um sistema embutido e integrado com o quadro. Por último, prevê-se a utilização de duas baterias para um maior alcance. No segmento das speedbikes o consumo energético é superior ao da e-bike, assim se justificando ainda mais a necessidade de uma bateria suplementar.

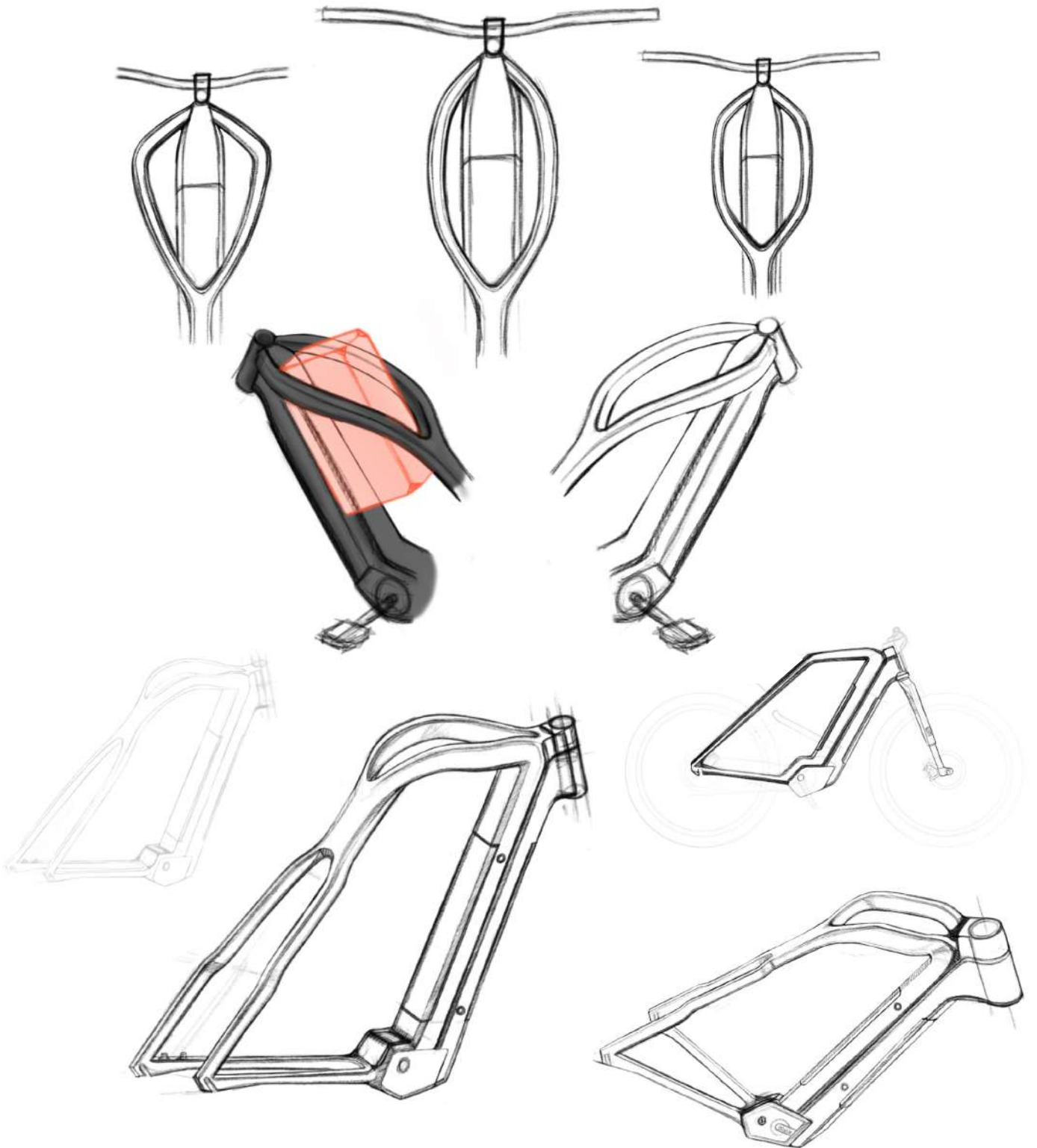


fig. 81 - Evolução do conceito até ao quadro final

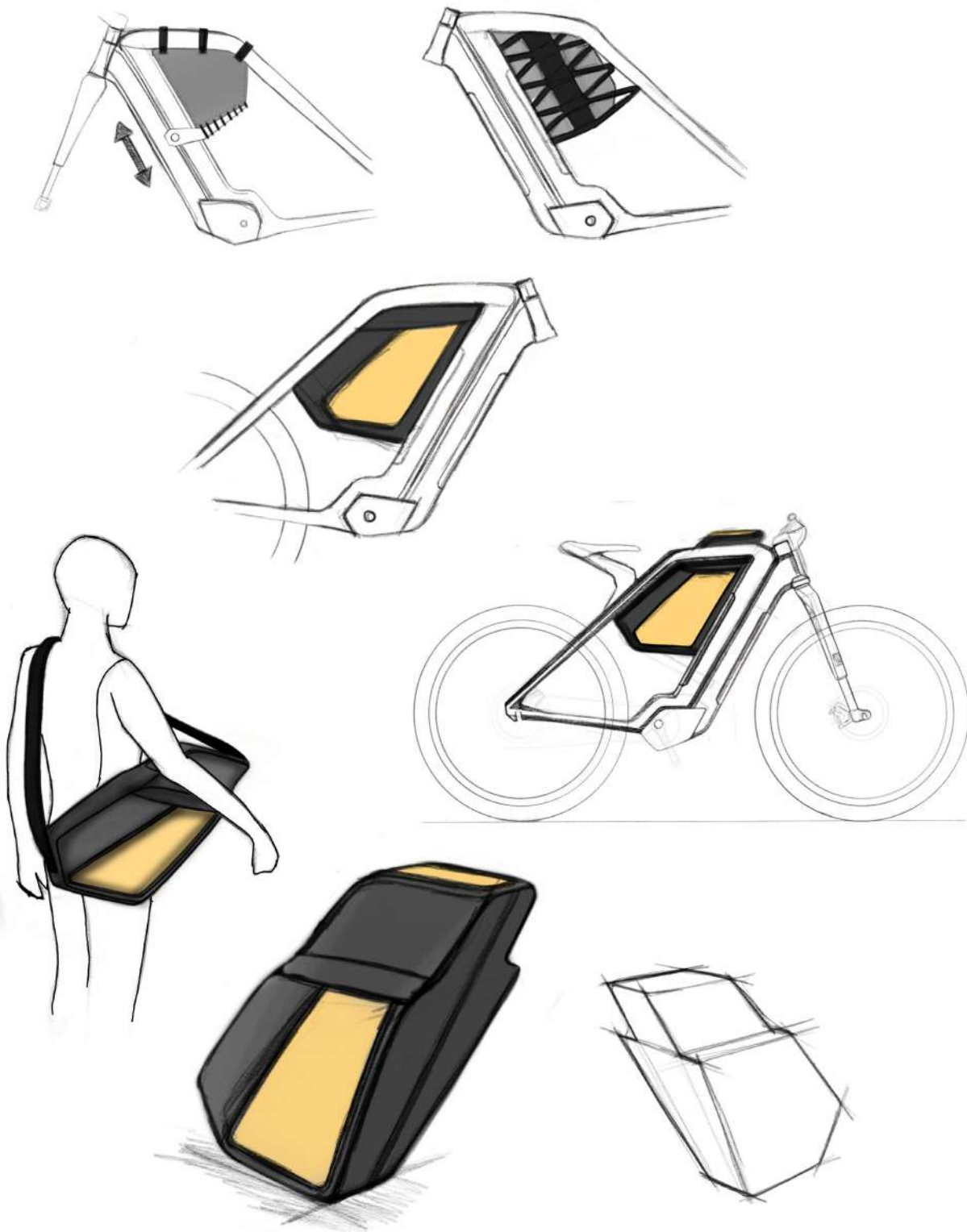


fig. 82 - Evolução do espaço de carga e da mochila

3.3.3 Exploração da forma e arquitetura

3.3.3.1 Geometria e Comportamentos dinâmicos do veículo

A percepção dos comportamentos cinemáticos, dinâmicos ou estruturais associados aos velocípedes permite uma previsão e mitigação de problemas indesejados no seu comportamento. Este estudo permitiu desenhar de forma mais consciente e tomar as decisões mais acertadas nas fases seguintes de todo o projeto.

Na abordagem ao estudo da geometria procurou-se determinar quais os fatores presentes no desenho que transformavam o comportamento do velocípede. Foram identificados 5 fatores, denominados de *Wheelbase*, *Caster angle (Rake)*, *Trail*, Centro de massa e os Momentos de inércia. Estes fatores influenciam diretamente a dinâmica do velocípede.

Considerando as características do conceito proposto, capaz de atingir velocidades patamar diferentes devido ao auxílio de motorização elétrica, a *Wheelbase* (figura 83) surge como uma definição que diretamente influencia o seu comportamento dinâmico, mas também aquele que irá determinar o conforto de condução.

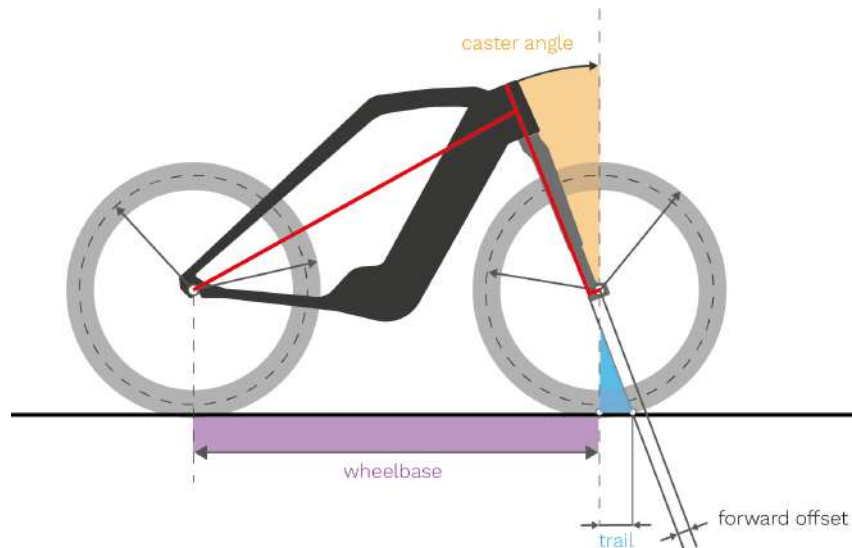


fig. 83 - Ilustração do wheelbase, caster angle e trail

Define-se pela distância entre os eixos das rodas do velocípede, sendo que, quanto maior for a distância, maior será a sua estabilidade em velocidade superiores. Contrariamente, em velocidades inferiores será menos ágil, reduzindo a sua manobrabilidade e capacidade de curvar. Assim sabemos que:

- Uma maior wheelbase implicará que seja necessário um maior ângulo de viragem para curvar;
- Uma menor wheelbase promove uma melhor manobrabilidade do velocípede, mas uma menor estabilidade em irregularidades ou lombas;

O segundo fator observado foi o *Caster Angle* ou *Rake*. O ângulo criado pelo eixo da caixa de direção influencia o esforço do utilizador no momento de mudança de direção, bem como a segurança e estabilidade do velocípede e do seu utilizador. Este fator está diretamente relacionado com o *Trail* e a conjugação de ambos cria uma importante dinâmica no comportamento do velocípede. A posição da caixa de direção no conjunto desenhado é definida por este ângulo (figura 84).

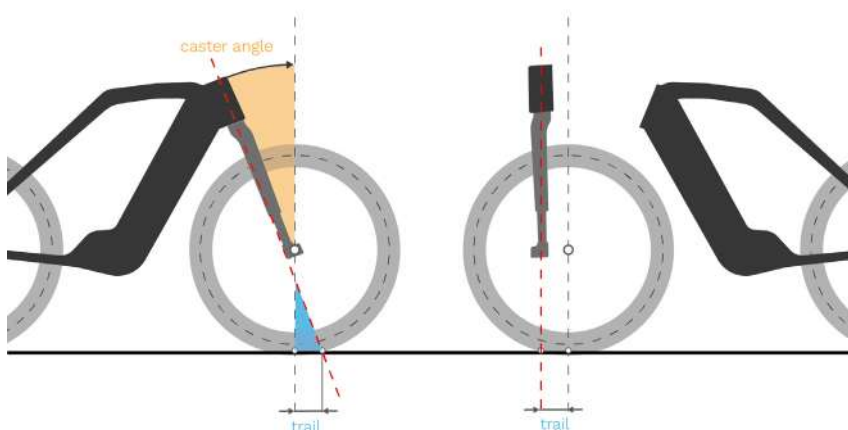


fig. 84 - Influência da posição da caixa de direção no trail

Nos velocípedes observados no mercado encontramos diferentes valores para o *Caster angle*. Observamos entre 23 e 30 graus em modelos mais direcionados para Mountain bikes e, no caso de Modelos para Adventure e All Road Bikes, este parâmetro varia entre os 5 e os 23 graus (figura 85).

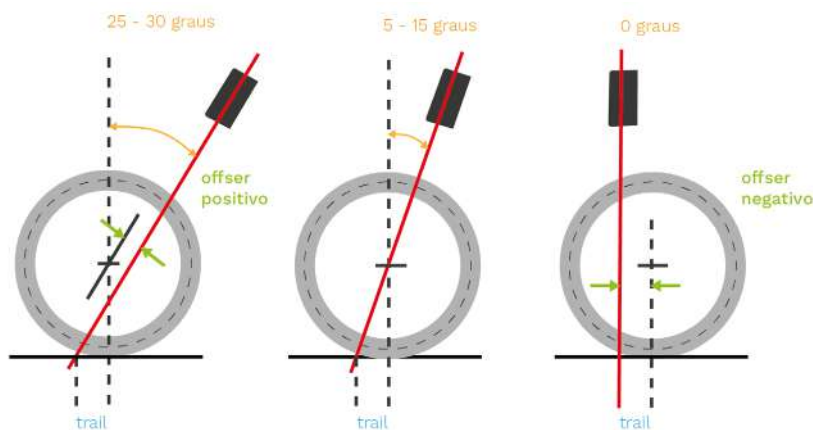


fig. 85 - Variação do caster angle e o seu resultado num offset positivo e negativo

Em suma, quanto maior for o *Caster angle* existente, maior será o esforço imposto ao utilizador para controlar a manobrabilidade do velocípede. Ainda assim, em sentido contrário, quanto menor for o ângulo menor é a sua estabilidade. No conceito desenvolvido é importante incorporar na sua geometria um ângulo entre os 5 e os 23 graus, tal considerando que o velocípede necessita de corresponder a dois tipos de utilização idêntica à tipologia All road Bikes e Adventure.

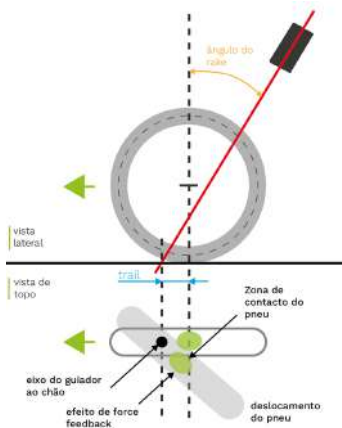


fig. 86 - Efeito do trail no comportamento em curva

O Trail surge em associação com o Caster angle, tendo como função principal a garantia da estabilidade do velocípede. A sua definição assume uma importância fundamental no comportamento em curva do velocípede (figura 86).

Conforme o desenho da posição da caixa de direção, esta pode gerar dois efeitos, um trail com offset positivo ou offset negativo. Estas variáveis determinam o resultado do caster effect. Este efeito é a resposta automática ao alinhamento da roda quando sujeita a irregularidades no piso. Numa definição de offset positivo a resposta do caster effect vai ser positiva alinhado sem dificuldade a roda. Num caso de offset negativo o caster effect cria uma maior dificuldade no alinhamento da roda e uma consequente instabilidade no velocípede.

Estes dois fatores demonstram a importância do correto desenvolvimento da geometria frontal do velocípede, sendo a sua definição um fator fundamental para a resposta do conjunto.

Tendo em conta as características de um velocípede elétrico, torna-se pertinente tomar em consideração algumas questões relativas ao centro de massa. Uma delas provém do acréscimo das baterias que representam um peso significativo no conjunto, o qual é adicionado ainda ao motor. É necessário entender e desenvolver uma ideia sobre a sua disposição no quadro do velocípede. A percepção da localização do centro de massa torna-se importantíssima devido à sua influência nos diversos momentos de utilização, condicionando toda a dinâmica imposta ao velocípede.

O centro de massa cria influência sobre:

- Equilíbrio do motociclo: quanto mais alto o centro de massa se localizar no conjunto mais difícil será o equilíbrio e performance do velocípede em curva.
- A transferência de peso: quando sujeito a forças de travagem ou aceleração o velocípede sofre uma transferência de massas. Esta pode ter como resultado que a roda traseira

ou dianteira do veículo descole do solo, consoante a ação de travagem ou aceleração. O seu efeito é contrariado por fatores como uma maior wheelbase (descrita anteriormente) e o centro de gravidade o mais junto ao solo possível.

- **A capacidade de tração:** Para proporcionar o máximo de tração o seu peso deve ser concentrado sobre a roda motriz do velocípede elétrico. No entanto, esta escolha criaria um desequilíbrio, diminuindo um possível contacto necessário na roda frontal provocando uma falta de tração na parte dianteira, necessário para uma correta resposta nas mudanças de direção. Deste modo, o centro de gravidade deve-se encontrar localizado sobre a zona mais central possível, para uma correta distribuição da tração sobre ambos os pneumáticos.

- **Ângulo de Inclinação:** Este fator pode afetar a confiança do utilizador relativa ao comportamento do velocípede. No caso de o centro de gravidade estar localizado demasiado baixo, o seu comportamento em curva cria uma sensação de comportamento contrário ao pretendido pelo utilizador, causando medo e desconforto, sentindo o velocípede a contrário ao sentido normal da curva, provocada por forças centrífugas (figura 87).

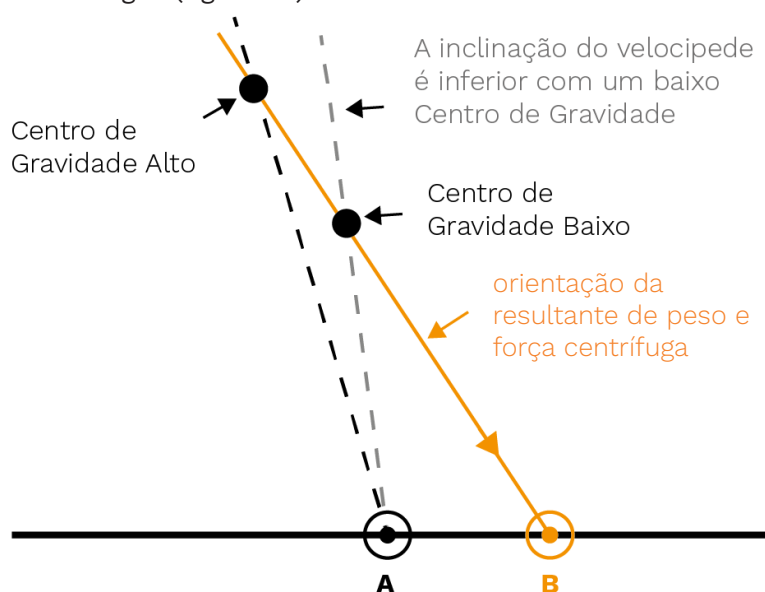


fig. 87 - Influência do posicionamento do centro de gravidade na força centrífuga em curva

Em suma, definiu-se a localização num ponto mais central do quadro e numa posição intermédia na altura do quadro, sendo a zona mais indicada para a instalação dos dois conjuntos principais, bateria e motor.

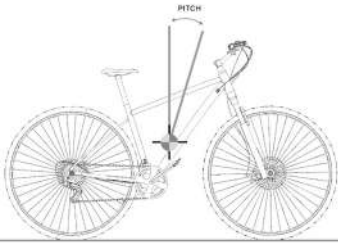


fig. 88 - Representação do momento de Pitch



fig. 89 - Representação do momento de Roll

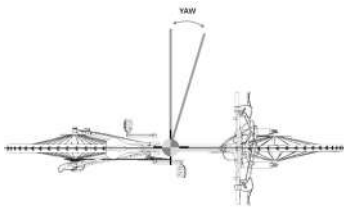


fig. 90 - Representação do momento de Yaw

¹² Stephen Pheasant - Nasce em Londres em 1949, reconhecido pelas suas publicações e livros no domínio da Ergonomia e Biomecânica.

Por último surgem os momentos de inércia que estão interligados com os vários momentos de condução. Estes momentos são descritos como momentos de Pitch, Roll e Yaw.

O momento de Pitch, descrito na figura 88, condiciona a resposta que o velocípede tem no instante de travagem ou aceleração sobre cada um dos eixos. Este momento influencia a sensação de segurança e conforto provocados no utilizador.

O momento de Roll, demonstrado na figura 89, influencia também o comportamento do velocípede, determinando a sua agilidade em curva. Confere uma sensação de confiança para uma condução por estradas e trilhos mais sinuosos.

O momento de Yaw, representado na figura 90, afeta a capacidade de manobrabilidade do velocípede. Quanto mais baixo se encontrar o centro de gravidade mais fácil será o seu controlo e agilidade.

O objetivo principal desta fase do projeto foi dotar-se do conhecimento necessário para conseguir realizar uma rápida abordagem aos primeiros esboços. Demonstrando menos erros de conceção no estudo de forma, obtém-se uma visão mais apurada sobre as soluções necessárias ao desenvolvimento do conceito final. Todo o conhecimento sobre estes conceitos torna-se muito útil nas restantes fases de conclusão, até à produção do conceito final.

3.3.2.3 Análise ergonómica e antropométrica

A ergonomia apresenta-se como uma área de pensamento científico que idealiza e procura estruturar a relação entre produtos e pessoas, com uma preocupação na capacidade dos seus utilizadores e no resultado da sua interação. Segundo Peasant¹² (1996), pode-se definir a ergonomia como a ciência do trabalho, observando e estudando as mais diversas reações que são despoletadas pela ação humana. Assim, a ergonomia assume uma lógica de “user-centred design”, tendo como princípio a observação do produto, ambiente ou sistema desenhado, focando as características físicas e mentais do potencial utilizador, demonstrando a sua importância no momento de proteger o utilizador na sua relação com o produto.

A aplicação dos princípios e pensamentos ergonómicos exige uma valorização do produto como um todo, numa ótica de otimização de utilização e da experiência. O conhecimento e domínio ergonómico no desenvolvimento do presente projeto é

parte fundamental, não só no conforto e uso do velocípede, mas também na otimização do esforço a realizar para a sua locomoção, nunca esquecendo os diferentes contextos de utilização para o veículo. Juliane Neuss¹³ (2012) define a importância da otimização ergonómica de um velocípede na proteção do seu utilizador contra danos físicos, independentemente do grau de esforço. Esta preocupação resulta na melhoria na relação produto/utilizador.

Definição de percentil e variáveis do utilizador

Neste momento do projeto procura-se adequar o velocípede ao seu potencial utilizador, numa tentativa de que se adapte à maior gama de utilizadores possível. É necessário atender às questões de segurança e conforto, para que o veículo corresponda ao que são as suas pretensas utilizações, mas também às características do utilizador.

O resultado dimensional do velocípede surge do correto estudo ergonómico e antropométrico, necessários para um correto desenho, obrigando a uma correta definição dos seus potenciais utilizadores e um grande foco nas características físicas. Atualmente as marcas de bicicletas começaram a adotar tamanhos padronizados no desenvolvimento dos seus quadros, tal como apresentado na figura 91. Esta foi uma medida que procura corresponder às necessidades dos seus utilizadores e otimizar os seus produtos.

¹³Juliane Neuss - Membro da Associação Alemã da Bicicleta (ADFC Allgemeiner Deutscher Fahrradclub), trabalha no comite técnico da ADFC na procura de soluções para os clientes. O seu trabalho na área da ergonomia tem mais de 20 anos.

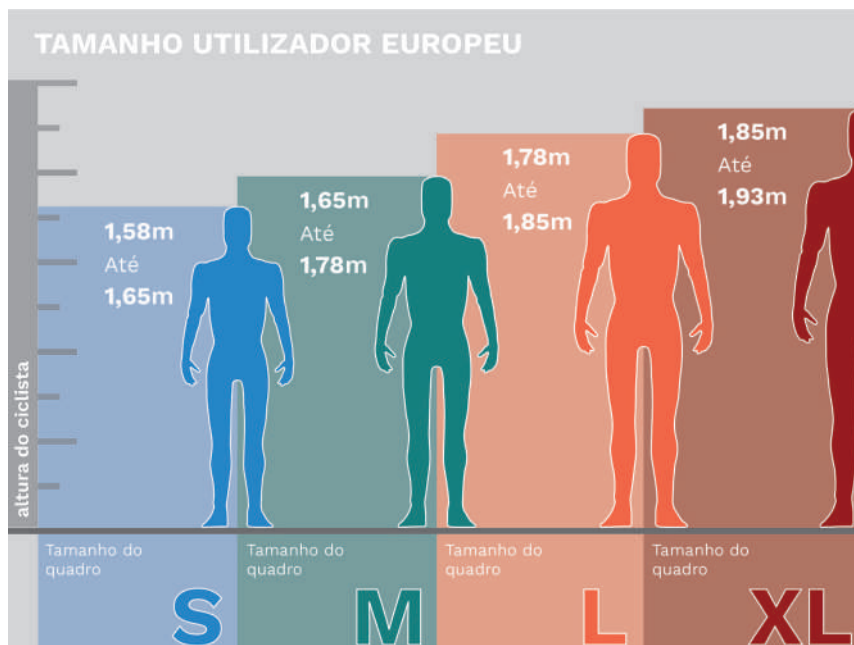


fig. 91 - Tamanho de quadros tendo em conta o tamanho do utilizador europeu

O conceito foi desenvolvido tendo em consideração a população Centro-Norte da Europa como mercado principal, servindo uma faixa alargada de utilizadores, sendo considerado o percentil entre 5 e 95, procurando desenvolver nesta fase para o maior número de utilizadores possível. Como referência para o desenvolvimento dimensional e sua definição foram utilizados valores da população dos Países Baixos entre os 20-60 anos de idade (Peasant, 1996). A referência e escolha pela fisionomia masculina não tem qualquer justificação concreta nem causa preocupações ergonómicas pois as dimensões femininas também são consideradas, tendo em conta a necessidade de variações dimensionais do conceito produzido para que seja abrangente a outras dimensões humanas.

Deste modo, Peasant (1996) apresenta os valores de referência do percentil 50 para um Homem dos Países Baixos com as seguintes dimensões médias:

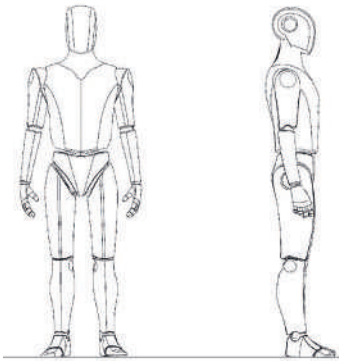


fig. 92 - Representação da vista frontal e lateral do utilizador do sexo masculino pertencente ao percentil 50 dos Países Baixos

- Estatura – 1795 mm
- Altura dos olhos – 1670 mm
- Altura dos ombros – 1495 mm
- Anca – 960 mm
- Altura do Joelho – 565 mm
- Cotovelo / Dedos – 490 mm
- Ombro / Cotovelo – 375 mm
- Ombro / Pega da mão – 685 mm
- Tamanho Pé – 275 mm
- Peso – 76 kg

As definições destas dimensões permitiram desenvolver, de um modo preciso, as fases seguintes do projeto para corporizar o conceito explorado.

Postura estática e biomecânica (anatomia e fisiologia) (Posturas de Utilização)

Obtida a caracterização do utilizador e suas possíveis variáveis, deu-se início à observação e estudo das posturas de utilização e necessidades. Estabeleceram-se algumas diretrizes prioritárias e essenciais que comandam as necessidades do utilizador nos contextos de utilização idealizados. Com o velocípede a ser desenhado para uma utilização maioritariamente cidadina, estabeleceram-se três necessidades que permitam definir a postura do utilizador, tendo em conta um cenário de utilização e apontando como necessário:

- Chegar sem grande dificuldade com os dois pés no chão;
- Ter um campo de visão alargado;

- Conjugar a dinâmica das Pernas com o espaço de carga idealizado;

Para que a postura de utilização seja alcançada, tendo em conta os critérios pretendidos e sem que o mesmo comprometa a funcionalidade e utilização do velocípede, o seu posicionamento é determinado por três importantes momentos. Neuss (2012) identifica as três áreas de maior atenção, desde as posições de pega e de sentar, ao movimento de pedalar. Konz e Stephan (2008) afirmam que o esqueleto humano está dividido, ao nível da ergonomia, em “sub-assemblies” sendo eles a coluna vertebral, a extremidade superior e a extremidade inferior, indo de encontro ao que é referido por Neuss (2012). Este facto leva-nos a que o selim seja o ponto de referência na arquitetura da postura de condução ainda que este tenha uma variação.

Contudo, existem já posições de utilização genéricas, estando inclusive relacionadas com a tipologia do velocípede (figura 94). Destes pensamentos destacam-se a posição Racing ou Sportive Bike, direccionada para a competição e velocidade em modalidades de estrada ou de pavilhão, a All Purpose Travelling Bike, com foco em utilizações relacionadas com práticas de aventura e de utilização em distâncias mais longas e a Old Dutch Position, desenhada para a utilização citadina e pequenas deslocações que não exijam grande esforço de locomoção. Por último surge a Modern Comfort Thinking ou City Bike Position que resulta de um pensamento sobre a posição ideal para condução em cidade



fig. 93 - Gráfico de esforços biomecânicos do utilizador, Neuss (2012)

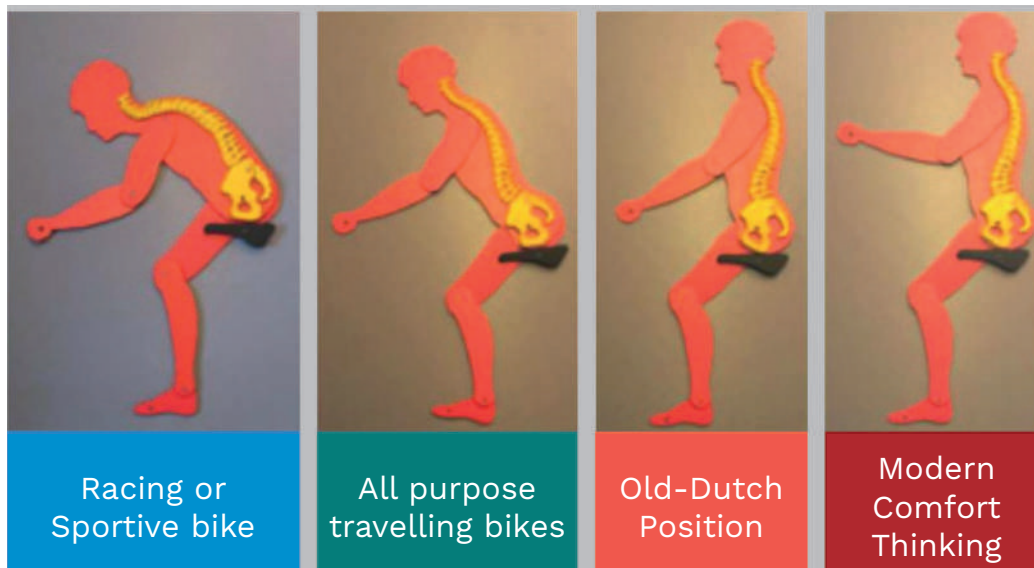


fig. 94 - Representação da postura nas diferentes posições de utilização, Neuss (2012)

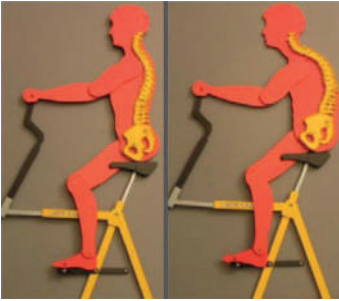


fig. 95 - Representação da postura inicial à esquerda da imagem e 5 minutos depois à direita da imagem, Neuss (2012)

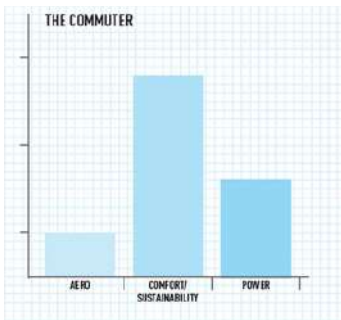


fig. 96 - Gráfico de prioridades na performance do veículo, Burt (2014)

fig. 97 - Representação da posição All Purpose Travelling Bike e os respetivos ângulos para uma correta postura, Burt (2014)



Embora o contexto de utilização seja maioritariamente citadino, o velocípede desenvolvido aproxima-se de uma tipologia Commuter Bike. Além das necessidades de utilização identificadas, e que devem ser tidas em consideração no conceito, dever-se-á também ter em conta outros cenários, como por exemplo a realização de pequenas aventuras todo o terreno. A duração do tempo de utilização previsto pode, conforme nos revela a corrente do Modern Comfort Thinking relativamente às City-Bikes, dar origem a problemas resultantes do relaxamento muscular neste tipo de arquitetura, gerando, após alguns instantes de utilização, posturas que não são adequadas, tal como ilustrado na figura 95.

Tendo em consideração a tipologia de Commuter Bike (figura 96) e as características e pilares de prioridade apresentados por Burt (2014), considera-se o conforto e o equilíbrio como os coeficientes de maior associação a esta tipologia, seguindo-se a potência gerada como o elemento seguinte e, por último, a aerodinâmica, tal como se pode ver na figura 97.

As observações das posturas e dinâmicas de utilização e a definição do utilizador discutidos no capítulo anterior permitem, com base nos dados antropométricos, definir aquela que será a postura de utilização do velocípede desenhado. Com base na investigação realizada, construímos as tolerâncias dimensionais

do quadro do velocípede, respeitando as necessidades e dimensões conforme definido previamente e da forma ilustrada na figura 98, 99, 100 e 101.

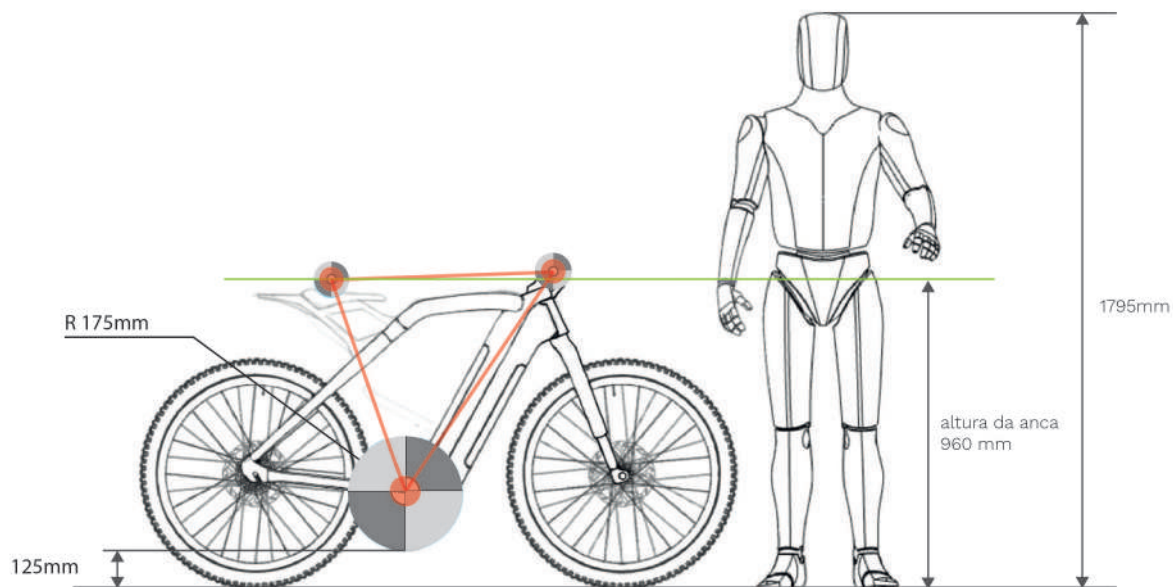


fig. 98 - Representação das restrições dimensionais iniciais

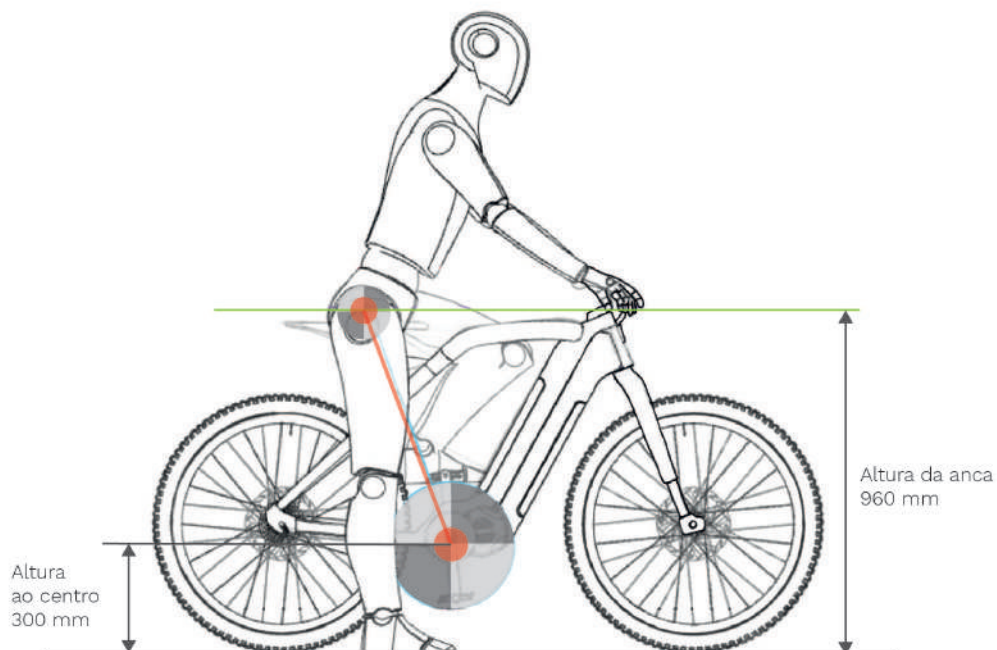


fig. 99 - Visualização da posição de descanso com o velocípede imobilizado

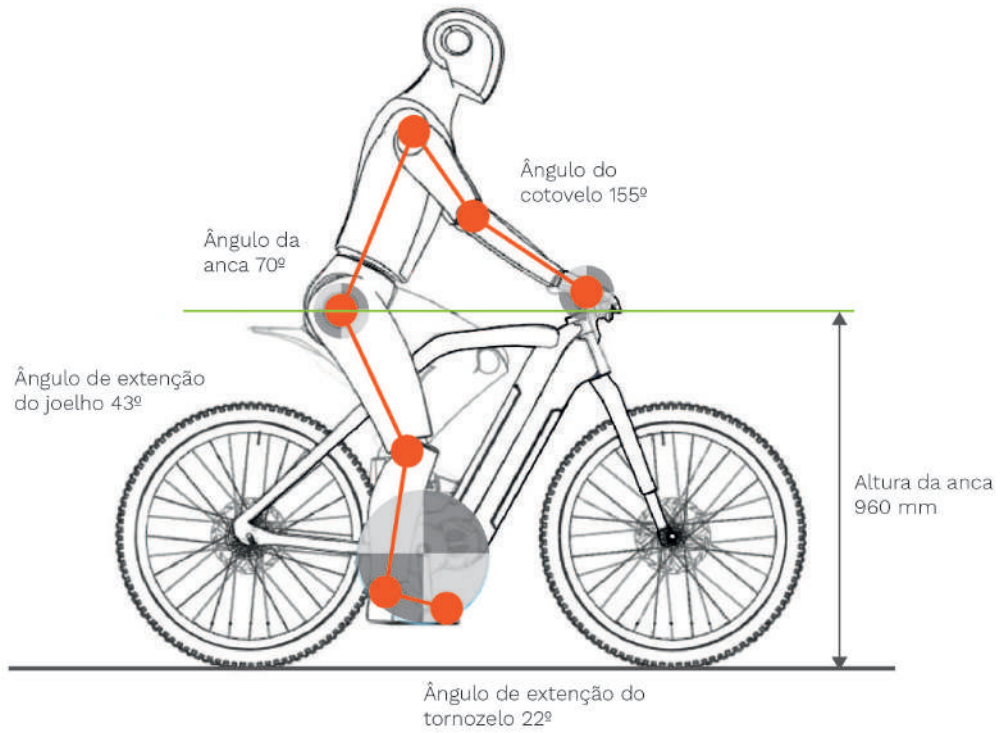


fig. 100 - Visualização da posição do utilizador em posição marcha no velocípede

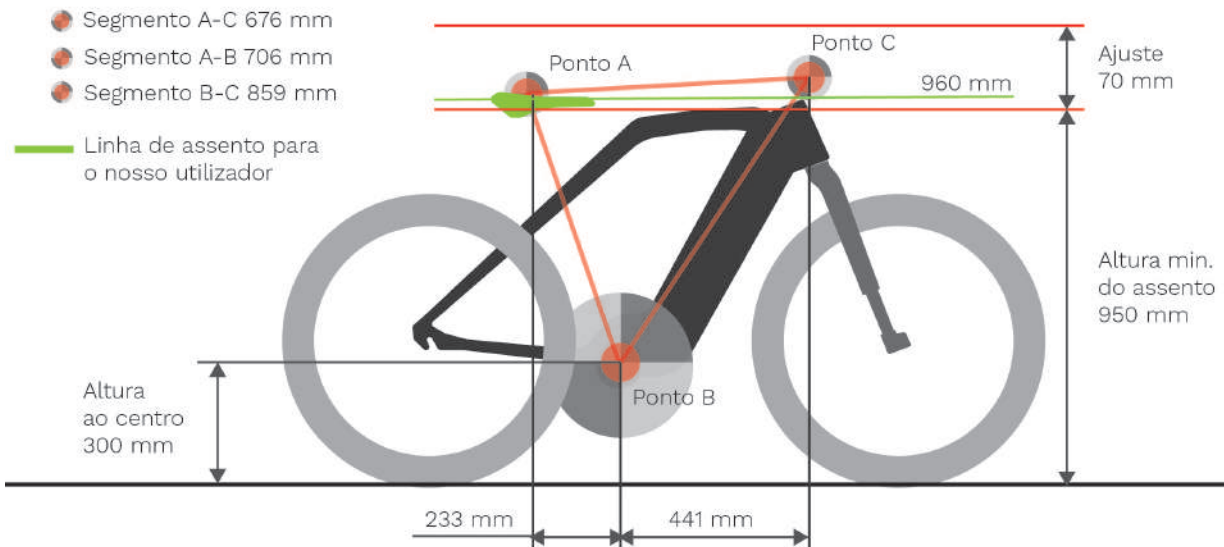


fig. 101 - Valores de referência para o desenvolvimento do produto final

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

04.

O Produto Final

4.1. Composição do produto final _____	pág. 84
4.2. Arquitetura de produto	
4.2.1. Materiais e processos_____	pág. 87
4.2.2. Componentes standard e funcionalidades_____	pág. 99
4.3. Validação conceptual e detalhe _____	pág. 106
4.4. Proposta final _____	pág. 113

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

4.1. Composição do produto final

Com base no trabalho desenvolvido no capítulo anterior foi realizado um rendering manual do conceito, projetando uma ideia do que seria o resultado final pretendido. Estas ilustrações, como apresentado na figura 102, facilitam a compreensão do que será a fase final de detalhe e refinamento do produto final.



fig. 102 - Desenho de detalhe do conceito proposto

A ilustração apresentada dá a partida para o início da escolha dos componentes e funcionalidades a utilizar no conceito. Simultaneamente, os esboços ajudam a imaginar os materiais e os seus processos de fabrico previstos no conceito. No seu processo de desenvolvimento foram necessários desenhos adicionais que permitiram integrar corretamente os restantes elementos que compunham o conjunto, sem comprometer os valores estéticos da e-bike e speedbike. Inicialmente foi dada uma maior importância ao quadro visto que é o elemento fundamental entre ambos os produtos que dele resultam.



fig. 103 - Desenho exemplificativo do conceito para o quadro

Seguindo as ideias desenvolvidas e os os conhecimentos adquiridos nas fases anteriores, inicia-se assim a introdução ao desenvolvimento do modelo tridimensional criado por um software CAD. Todo o processo de desenvolvimento do produto decorreu de uma forma progressiva, tal como é detalhado nos capítulos seguintes, até se atingir o produto final.



fig. 104 - Evolução do modelo 3D do produto final

4.2. Arquitetura de Produto

4.2.1. Materiais e Processos

O quadro

No setor das duas rodas a escolha do tipo de material a usar na produção do quadro é de extrema importância. A escolha do material final vai ditar o posicionamento do velocípede e qual o seu segmento de mercado. Atualmente, consideram-se, no fabrico e produção industrial de quadros de bicicletas, três materiais principais, o aço, o alumínio e, por último, compósito.

Tal como cited in Azevedo (2018) o alumínio é o segundo material utilizado em todo o mundo, juntamente com o aço que lidera os materiais mais usados. O recurso ao alumínio é muito visível em indústrias como a dos transportes devido às suas capacidades, na construção, em embalagens alimentares e por último na indústria eletrónica. Esta utilização deve-se às suas propriedades extremamente versáteis

O alumínio foi o material idealizado para o desenvolvimento do quadro. A escolha deste material deve-se por ser muito leve em comparação com o aço, mais concretamente 1/3 mais leve que o aço. Ainda que não seja tão durável como o aço, tem propriedades mecânicas em tudo semelhantes. Em comparação com os compósitos, não alcança a sua leveza mas é relativamente mais económico. Outro fator importante na escolha é a sustentabilidade do material. Aqui o alumínio e o aço oferecem vantagens na sua capacidade de reciclagem, sendo integralmente e infinitamente reciclados, contrariando os compósitos que, apesar da sua excelente performance, não é um material reciclável. Para a produção de quadros em alumínio a gama mais utilizada é a especificação **6061 T6**, este número correspondendo a dois indicadores tal como ilustrado na figura 105.

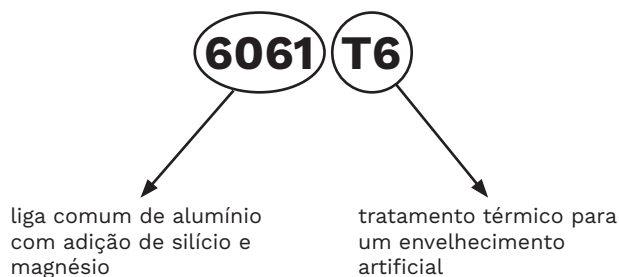


fig. 105 - Exemplificação da especificação do tipo de alumínio

Deste modo, a utilização do alumínio na construção do quadro garante a performance necessária às necessidades dos dois produtos finais, e-bike e speedbike. Outra vantagem deve-se ao facto de atualmente ser um material com o qual a indústria nacional está relativamente familiarizada, apresentando provas quanto a sua capacidade, qualidade e eficiência de produção, como referido na secção 2.3. O ensaio industrial.

O esboço do quadro apresentado no capítulo anterior serviu de base ao desenho do modelo, recriando aqueles que seriam os passos necessários ao correto fabrico. Com base no pretendido, para alcançar a forma desejada do quadro, foram selecionados dois processos de fabrico necessários à sua correta produção. Os processos indicados para a sua produção são, numa primeira fase, a Hidroformagem e, numa segunda fase, a soldadura por TIG (Tungsten inert gas).

Hidroformagem

As técnicas de produção com recurso à hidroformagem são comuns na transformação de materiais, tais como o aço e o alumínio. A sua aplicação tem sido diversificada e utilizada na produção de diversos produtos. A hidroformagem surge de uma necessidade industrial, na melhoria e optimização de processos, mas também na redução do material utilizado na sua execução. Deste processo resultam peças mais leves e resistentes, fatores muito valorizados pela indústria automóvel e aeronáutica onde esta técnica tem uma larga utilização.

“O processo de hidroformagem, consiste em produzir conformação plástica de um material, através da implementação de uma pressão hidráulica no interior da peça, associada a um deslocamento progressivo, até ser atingida a forma desejada, por imposição da geometria física da matriz.” (Teixeira, 2007)

Para a produção de elementos metálicos ou produtos semi-acabados é necessário um molde negativo das peças das quais queremos obter uma cópia ou repetição. No desenvolvimento de tubos por hidroformagem são necessários dois moldes onde, no seu interior, é colocado o tubo pronto a ser hidroformado, tal como ilustra a figura 106. Dependendo da complexidade da peça pode ser necessária uma pré-moldagem do tubo ao perfil do molde onde vai ser sujeito ao processo de transformação.

A sua transformação é concretizada pela pressão exercida pela água ou óleo, no interior do tubo, contra as paredes do molde fechado. Desta pressão contra as paredes do molde surge a forma

e geometria pretendidas, tal como é ilustrado pela figura 107.

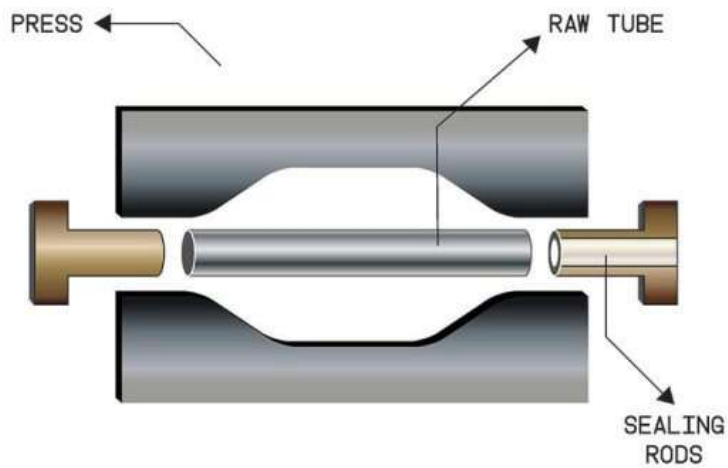


fig. 106 - Molde aberto com o tubo preparado para ser hidroformado

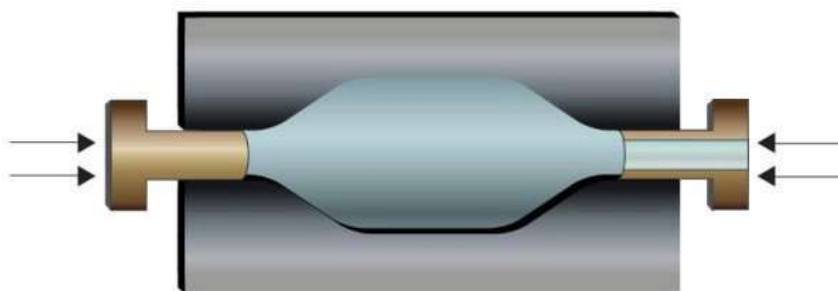


fig. 107 - Molde fechado realizando o processo de hidroformagem



fig. 108 - Exemplo de peças hidroformadas

A utilização da hidroformagem possibilita a obtenção de peças mais ou menos complexas, como ilustrado anteriormente pela figura 108. A peça obtida no processo necessita sempre de algum tipo de acabamento para a remoção do material em excesso, localizado por norma na zona de injeção da água e óleo no tubo.

TIG (Tungsten inert gas)

“The TIG welding process (or GTAW) is used when a good weld appearance and a high quality of the weld are required. In this process, an electric arc is formed between a tungsten electrode and the base metal. The arc region is protected by an inert gas or mixture of gases. The tungsten electrode is heated to temperatures high enough for the emission of the necessary electrons for the operation of the arc.” (Modenesi et all, 2000)

Este é um método de ligação permanente utilizado pela indústria metalúrgica, sobretudo utilizado em processos de soldadura de precisão. O seu domínio quando executado manualmente requer uma grande prática e conhecimento técnico por parte do soldador. Assim, é possível garantir uma soldadura correta e capaz de efetuar a ligação permanente necessária à correta união dos elementos. Atualmente, com a automação industrial, esta técnica tem vindo a ser adaptada a robôs autônomos que realizam todo o processo de solda com uma elevada precisão. A solda por TIG pode ser utilizada em quase todos os metais e é utilizada na indústria metalúrgica maioritariamente na solda de alumínio e de aço inoxidável. O processo decorre do arco elétrico que derrete o material e permite realizar a adição de novo material por intermédio de um filamento ou vareta dependendo do método utilizado, tal como ilustrado na figura 109. O arco elétrico é protegido por um gás inerte, geralmente árgon ou hélio, e por vezes pode conter alguma adição de hidrogénio para soldas mais técnicas.

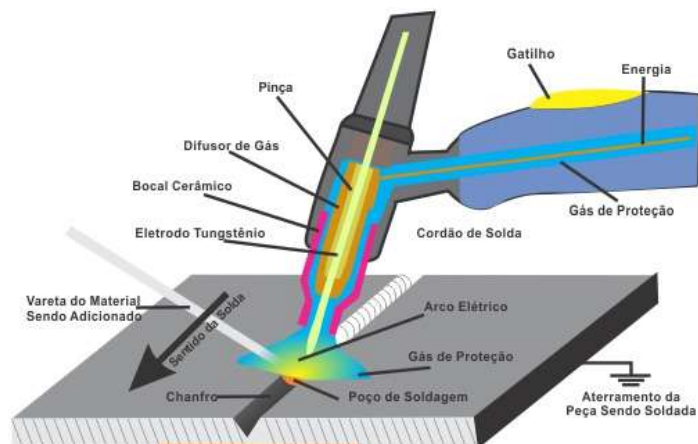


fig. 109 - Exemplo do funcionamento geral do processo de Solda por TIG

Processo de Fabrico do Quadro

O processo de fabrico do quadro inicia-se com a transformação de tubos em alumínio com recurso a hidroformagem, apresentada anteriormente, em peças para o quadro tal como ilustra a figura 109. Apesar de este ser o processo mais dominante, os dois apoios traseiros de ligação ao eixo da roda, destacados a cor de laranja na figura 110, necessitam de um meio alternativo ao processo. Estes elementos podem ser obtidos por meio de Fresagem por CNC.

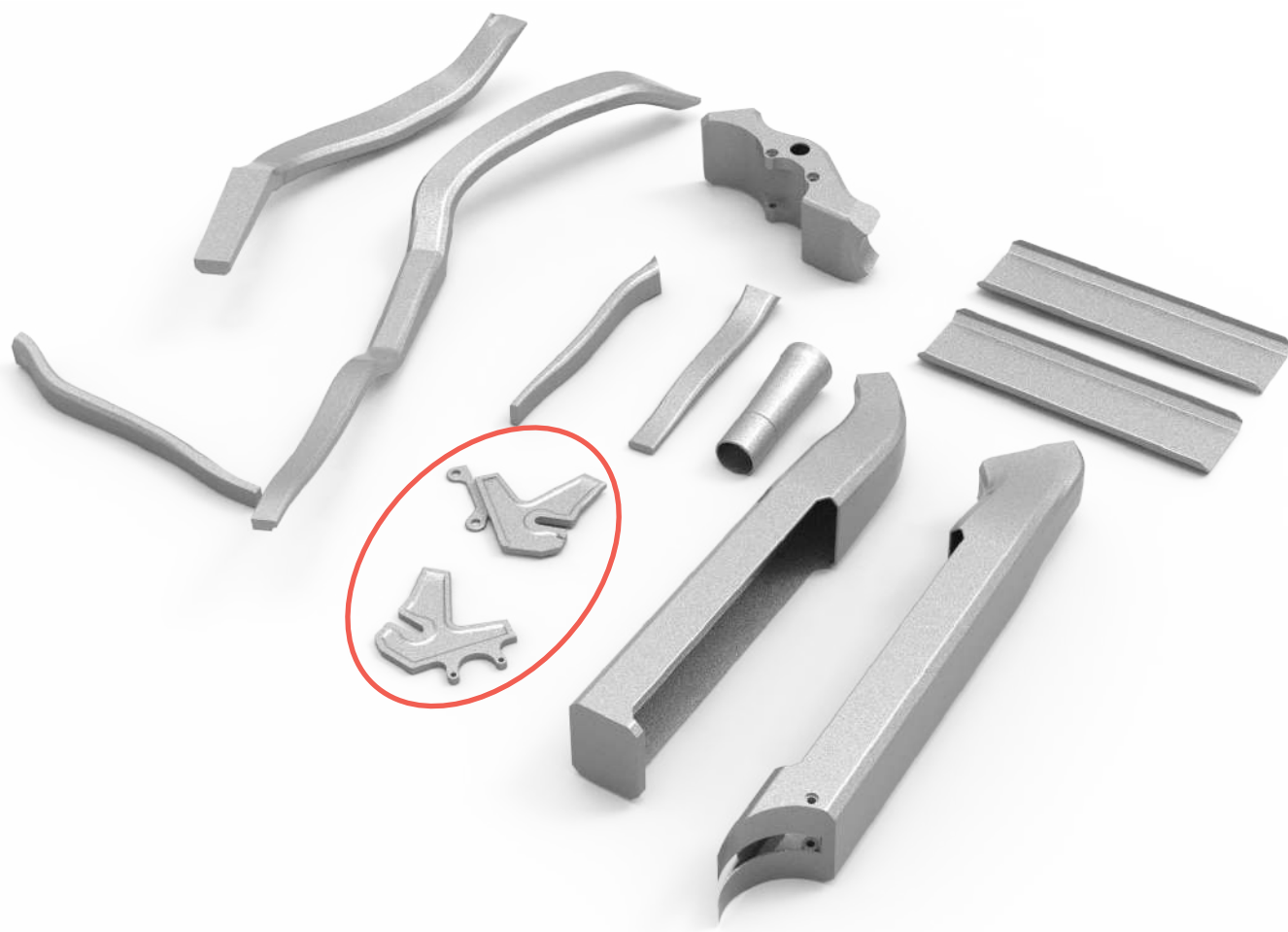


fig. 110 - Elementos do quadro prontos para a montagem final.

A execução do quadro é concluída com as operações de solda por TIG. Essa sequência de montagem será descrita passo a passo para uma fácil compreensão de todo o processo. O processo idealizado deverá ser desenvolvido por recurso a um robot automatizado (figura 111) equipado com equipamento



fig. 111 - Robot de Soldadura Automatizado

TIG, operado por um suporte de montagem por gabarit (figura 112), garantindo a qualidade e a uniformidade entre os quadros produzidos.



fig. 112 - Exemplo de gabarit

Na ilustração apresentada na figura 113, à esquerda é visível o tubo inferior hidroformado já preparado, e à direita a abertura realizada para a entrada e localização das baterias. Estas operações posteriores são realizadas por recurso a um sistema de corte Laser 3D. O mesmo processo é semelhante para as outras peças que necessitem de acabamento.



fig. 113 - Exemplo do resultado da hidroformação e acabamento das peças

Na figura 114 é ilustrada uma vista lateral daquela que seria disposição de metade do quadro no gabarit de montagem para uma primeira solda de todos os pontos necessários à interligação entre os tubos previamente hidroformados.



fig. 114 - Visualização de metade do quadro fabricado

De seguida é montada a segunda metade do quadro, repetindo as mesmas operações na outra metade do quadro, tal como ilustrado pela figura 115. Deste modo o processo base da construção do quadro fica completo.

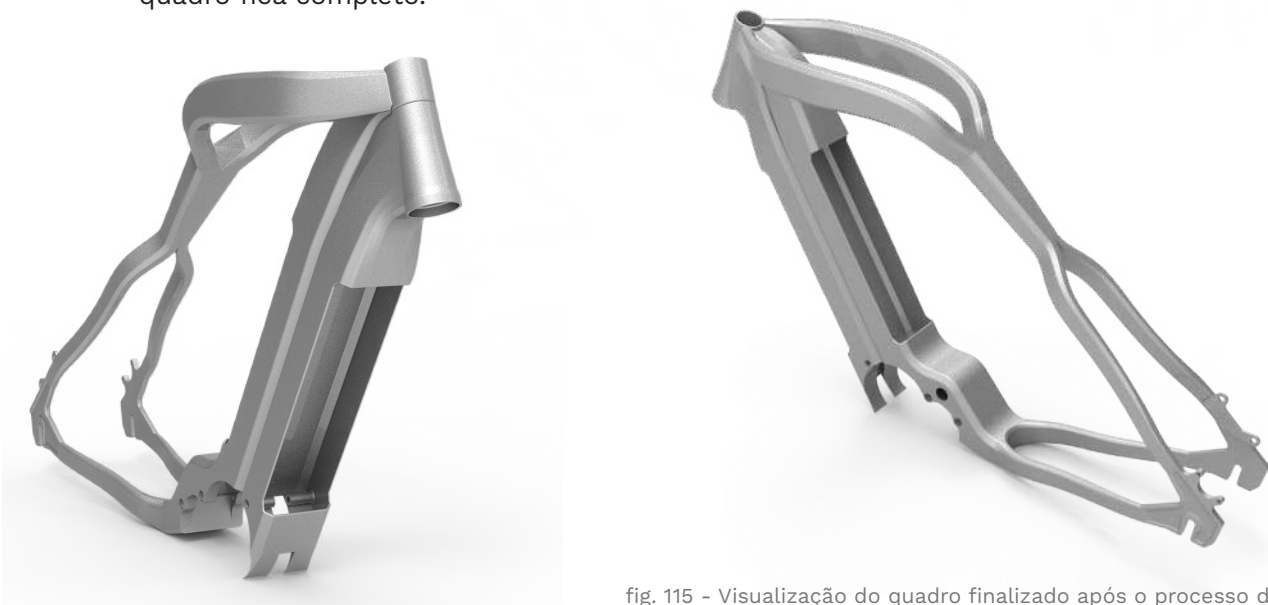


fig. 115 - Visualização do quadro finalizado após o processo de solda

O processo de acabamento do quadro é realizado por recurso a uma pintura eletrostática. Este tipo de pintura é caracterizada pela sua resistência ao tempo e qualidade no acabamento, permitindo uma diversa opção de cores a aplicar (figura 116).



fig. 116 -Quadro com diferentes acabamentos de cor

Guarda Lamas e Suporte do Selim

Para a produção dos Guarda-lamas e do suporte do Selim optou-se por materiais que permitam obter leveza e resistência, valorizando o produto final pela sua qualidade. A produção de componentes ou quadros em compósito está a dar os primeiros passos na indústria portuguesa. Assim, a escolha por um compósito possibilita uma aprendizagem sobre as suas técnicas produtivas, começando em peças pouco complexas. Revela-se assim como um pequeno complemento, com uma perspetiva para o futuro, a aplicar em outros projetos. E assim permite valorizar e alargar as nossas capacidades produtivas em outros materiais utilizados pela indústria dos transportes.

Introduzindo os materiais compósitos, eles são formados pela conjugação de dois ou mais materiais base, sendo sempre necessário um elemento matriz e um de reforço. Neste caso estamos na presença de um compósito de matriz polimérica no qual a resina oferece as características referenciadas

anteriormente. O material de reforço neste caso são as fibras de carbono laminadas.

O processo de fabrico do compósito que dá origem aos componentes necessários, oferecendo a melhor qualidade do processo, tem por base a tecnologia RTM (Resin Transfer Molding), ou transferência em molde fechado, como ilustrado na figura 117.

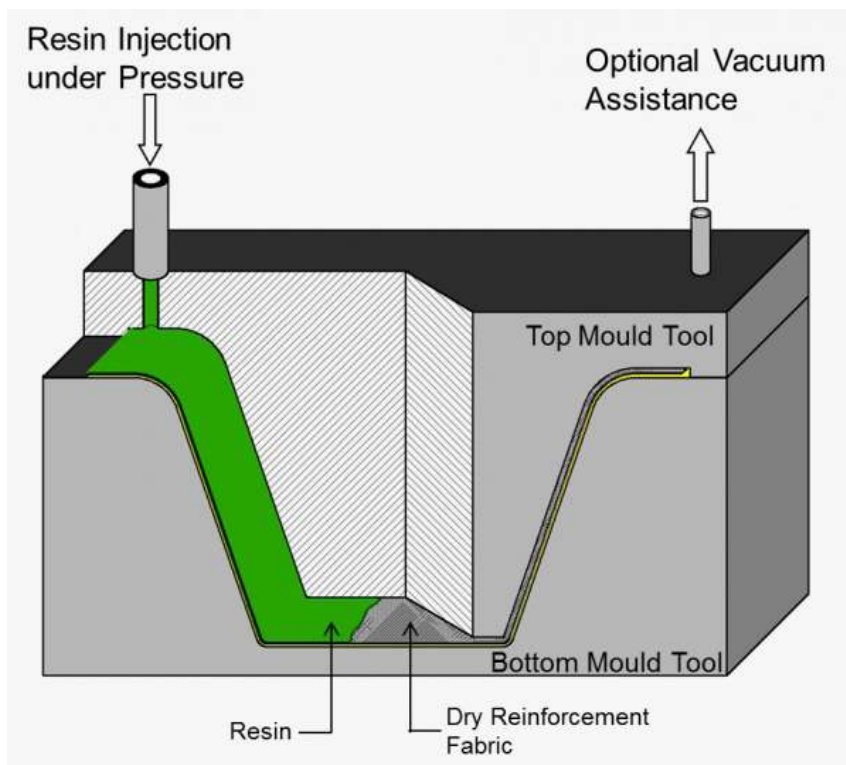


fig. 117 - Exemplo de tecnologia RTM (Resin Transfer Molding)

O processo decorre da colocação do material de reforço, a fibra de carbono, num molde fechado, de seguida é injetada resina sob pressão no molde para uma impregnação das fibras. Começa-se o processo de cura do material numa fase inicial dentro do molde. Este processo permite um excelente acabamento das peças em todas as suas superfícies.

Para uma correta finalização e garantia de qualidade da peça é realizado um processo auxiliar em Autoclave (figura 118). O recurso à Autoclave permite conjugar pressão, vácuo e temperatura, seguindo um processo delineado para a cura, melhorando as propriedades mecânicas dos componentes produzidos (figura 119).



fig. 118 - Autoclave

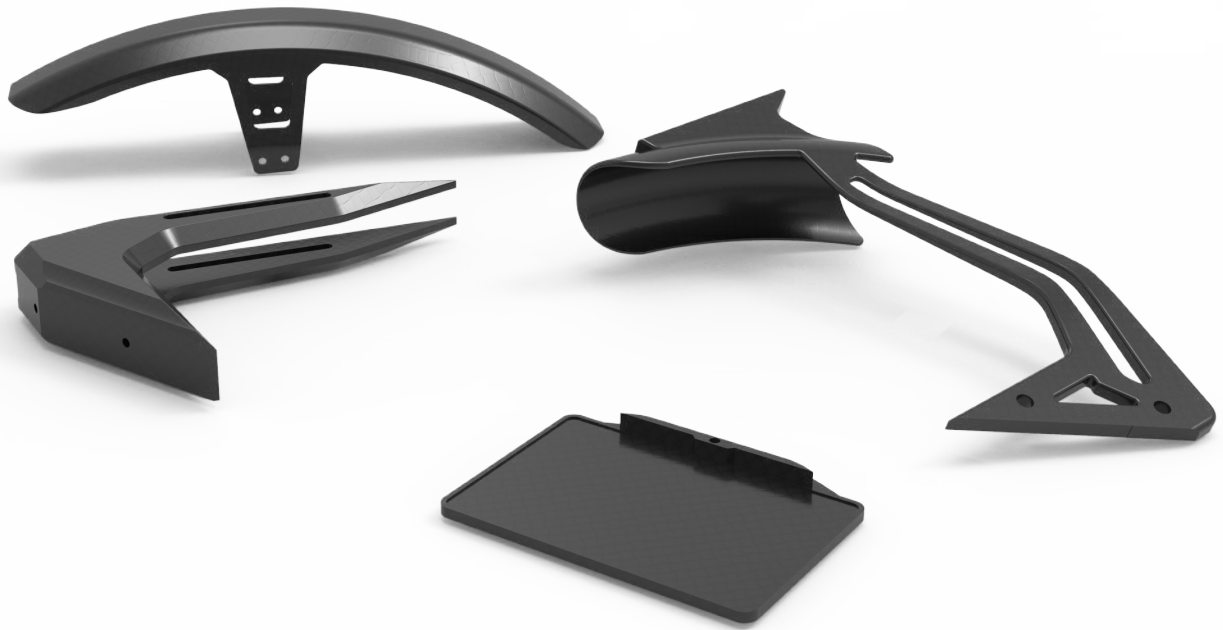


fig. 119 - Componentes do conceito produzidos em material compósito

A mochila

A mochila é um dos elementos principais no que respeita à utilização dos velocípedes desenvolvidos enquanto veículos utilitários. O desenvolvimento da mochila assume a dimensão de um pequeno projeto dentro do projeto principal. Procuraram-se materiais que conferissem alguma garantia ao utilizador ao nível da sua resistência e de proteção do que se possa transportar. A mochila desenvolvida é composta por dois materiais diferentes e principais na sua construção.



fig. 120 - Exemplo das capacidades do Airbump

O primeiro material é já utilizado nos Airbump (figura 120) desenvolvidos pela Citroen para a sua gama C4 Cactus. Oferece uma proteção 360º ao automóvel contra arranhões e embates. Este é um material composto por poliuretano e bolsas de ar. A combinação de ambos forma uma estrutura extremamente leve e resistente, oferecendo a proteção desejada ao saco.

Sendo este um veículo que consome energia elétrica, o saco foi considerado como uma boa opção para a aplicação de um sistema que rentabilize a regeneração elétrica dos velocípedes.

Procuraram-se exemplos de tecidos tecnológicos e foi possível descobrir diversos protótipos e tecidos de produção com a aplicação de sistemas de captação de energia dos mais variados tipos. O mais comum, e em consequência, selecionado para o fabrico da mochila, foi um tecido com pequenas células fotovoltaicas ocultas. Esta opção seguiu o trabalho realizado por Wirtanen (2018), onde refere que o futuro e a margem de evolução de tecidos fotovoltaicos são inimagináveis no presente. No seu trabalho apresenta diversas opções viáveis de tecidos com tecnologia fotovoltaica e quais as combinações que melhor resultam. Refere que os tecidos que permitem uma melhor captação de energia são os mais claros e translúcidos pois facilitam a chegada da radiação solar até às células colocadas sobre o tecido, tal como ilustra a figura 121.



fig. 121 - Exemplo do tecido fotovoltaico

Na figura 122 é ilustrada a aplicação do poliuretano para oferecer uma carapaça mais rígida ao saco, permitindo a proteção dos objetos transportados no seu interior e, simultaneamente, dando origem a um mochila mais estruturada de forma a manter o seu desenho mais facilmente. O tecido solar ocupa uma área menor da superfície da mochila, com a sua aplicação nos bolsos devido à sua maleabilidade e a se localizarem nas zonas mais privilegiadas para uma boa captação de energia.



fig. 122 - Vista explodida da mochila



fig. 123 - Interior com capacidade máxima



fig. 124 - Interior com divisória

A combinação dos tecidos na construção da mochila é realizada por costuras que estão posicionadas de modo a garantirem a forma pretendida sempre que está montado na e-bike ou na speedbike. Para os fechos é utilizado um sistema zipper de passo largo que facilita a utilização e que se torna fácil de costurar aos restantes elementos da mochila. Internamente a mochila está dividida em dois volumes, uma parte superior de menor dimensão e uma parte inferior de maior volume. Ainda assim, esta divisória pode ser aberta internamente colocando-se objetos de maior dimensão ou que necessitem extravasar as dimensões da mochila (figura 125).



fig. 125 - Visualização da mochila



fig. 126 - Exemplos Sistema de engate

A sua fixação à estrutura do velocípede é efetuada por apertos rápidos como ilustrado na figura 126. Estes apertos permitem uma facilidade de utilização no momento de colocar e retirar do quadro a mochila, considerando que este é um objeto para uso fora do conjunto.

Com a pesquisa realizada foi possível perceber que a energia produzida neste tipo de tecidos não seria suficiente para justificar a sua utilização para recarga das baterias do veículo associadas à motorização. Mais ainda, uma tentativa de efetuar essa ligação podia causar outros constrangimentos de desenvolvimento com o fornecedor do sistema de motorização, tal como discutido no ponto seguinte. Assim, a mochila foi vista como um ótimo sistema para apoio à segurança do condutor. Integrando uma luz led no

seu interior, capaz de trespassar o tecido fotovoltaico, a mochila funciona à noite não só como um elemento refletor mas também como um emissor de luz, sinalizando a presença do velocípede. Para garantir a energia necessária para alimentar a luz led, a mochila poderia estar equipada com um pequeno powerbank, ou uma bateria, que irá armazenar a energia recolhida por efeito fotovoltaico durante o dia.



fig. 127 - Mochila em utilização noturna

4.2.2. Componentes standard e funcionalidades

Na presente secção pretende-se apresentar os componentes que existem disponíveis no mercado para a execução e produção do velocípede. Procurou-se utilizar componentes standard que facilitassem a sua integração no produto final, reduzindo assim os custos de criação. A utilização de componentes standard, já testados exaustivamente, cria também confiança na sua integração.

Uma larga maioria de componentes, sobretudo os mais comuns, punhos, selim, luzes, guiador, entre outros, são fáceis de encontrar em produção e de desenvolver na indústria nacional. Nesta secção o foco concentra-se nos componentes de maior dimensão e maior complexidade para a execução do produto.

Motor, Bateria e sistemas tecnológicos

A versatilidade e facilidade de adaptação do sistema a implementar tinham de permitir uma fácil incorporação nos veículos de ambas as tipologias. A opção para o projeto passou pela escolha de um sistema de motorização embutido Bosch. Este permite ter uma montagem de motor semelhante entre as duas tipologias do produto final. Os motores são em tudo semelhantes com as diferenças a residirem nas potências e na sua limitação de auxílio à pedalada.

Para o modelo e-bike o motor selecionado foi a versão Bosch Performance Line CX (MY20), ilustrado na figura 128. Este oferece uma excelente performance em todos os tipos de ambiente de utilização. O motor tem como características uma potência máxima de 250 W, alcançando uns 75 Nm e um sistema S-Pedelec com assistência até aos 25 km/h.



fig. 128 - Motor Bosch Performance Line CX (MY20)

Na Speedbike foi utilizado um motor da mesma linha do referido anteriormente, também da Bosch, mas desenhado com mais potência e para uma maior performance. O motor escolhido é a versão Bosch Performance Line Speed (MY 20), ilustrado na figura 129. Tem como características uma potência máxima de 350 W, alcançando uns 60Nm, valor este ligeiramente inferior ao anterior. Integra também um sistema S-Pedelec, agora com assistência até aos 45 km/h.



fig. 129 - Motor Bosch Performance Line Speed (MY20)

Ambos os motores têm encaixes de quadro semelhantes, e pertencem à mesma família de desenvolvimento de motores da Bosch da linha MY20, partilhando uma arquitetura elétrica de 36V. Esta partilha permite que o sistema Bosch utilize as mesmas baterias em ambos os motores, logo também os painéis de controlo desenhados para a gestão de ambos e, por último, os carregadores.

No caso das baterias foi aproveitada a solução oferecida pela marca, tendo optado pela bateria PowerTube 500 (figura 130) que possibilita a utilização de um sistema Dual Battery, aumentando assim a capacidade de armazenamento. Este fator é de extrema importância sobretudo no segmento da Speed Bike onde o consumo energético é superior, atendendo a uma maior potência do motor.



fig. 130 - Baterias Bosch PowerTube 500 Dual Battery

O recurso a um sistema de motorização e de baterias da Bosch permite, utilizando um simulador on-line desenvolvido pela marca, calcular a autonomia de cada um dos conjuntos. No teste simulado para e-bike podemos calcular com base no conjunto utilizado, com uma velocidade de 25km/h constante,

uma autonomia de 257 km no modo ECO. Simulando no modo TURBO a autonomia alcançada fica nos 129 km. Já no teste para a Speedbike, a uma velocidade de 45 km/h constante, é possível obter valores inferiores, compreendidos entre 96 km de autonomia no modo ECO e 52 km no modo TURBO. Em ambas as simulações considerou-se sempre o uso de duas baterias, ainda que seja possível utilizar apenas uma.

Já o painel de controlo seria utilizado também o desenvolvido pela Bosch, concretamente os componentes do sistema NYON (figura 131), os quais seriam adaptados à estética do velocípede. Simultaneamente a sua interface sofreria adaptações tal como previsto e ilustrado na figura 132.



fig. 131 - Painel de Controlo Bosch Nyon



fig. 132 - Painel de controlo desenhado e respetiva interface

O mesmo tipo de opção acontece com o carregador, para o qual o modelo escolhido foi o Bosch Fast Charger (figura 133), também já desenvolvido pela marca. Para que seja aplicado será adaptado de acordo com as necessidades da imagem da marca e do utilizador (figura 134).



fig. 133 - Carregador Fast Charger Bosch



fig. 134 - Adaptação dos carregadores a marca, na versão wallbox e carregador portátil

Sistema de Suspensão dianteira



fig. 135 - RockShox RS1

Considerando o desenho de um quadro rígido, a escolha da suspensão é um ponto importante. A opção para o produto passou por um sistema de suspensão invertida que oferece uma melhor qualidade de amortecimento. Aqui é proposto um sistema já existente no mercado, desenvolvido pela Rockshox, uma das melhores marcas de soluções de suspensão disponíveis. O modelo de suspensão escolhido foi o RockShox RS1 (Bikeinn, n.d.), ilustrado na figura 135. Esta é uma das melhores suspensões dianteiras, pela sua qualidade e características, a sua construção em fibra de carbono permitindo um peso de aproximadamente 1,7 kg. A RockShox RS1 tem um funcionamento de hastes independente, que promove uma melhor adaptação da suspensão aos diferentes tipos de terreno e em curva.

Estas características são importantes para uma utilização off-road, mas também em velocidades superiores como as atingidas pela versão Speedbike.

Rodas, Sistema de Travagem e Transmissão



fig. 136 - Rodi TRYP 35 29er/32H

A escolha da roda passou pela escolha de um produto fabricado em Portugal pela Rodi Rims&Wheels, em concreto o modelo TRYP 35 29er | 32H, apresentado na figura 136. Esta é uma roda de tamanho 29 polegadas e desenvolvida para e-bikes e para receber pneus de um perfil superior, com aptidões para utilizações off-road.

No sistema de travagem foi escolhido um sistema Shimano RT-EM300, com um disco de 180mm que oferece um elevado poder de travagem, o qual foi desenvolvido para e-bikes, sendo fabricado de série com sensor de velocidade incorporado. O restante conjunto seria composto por manetes e pinças de travão hidráulico da gama Shimano BR-MT200 (figura 137).



fig. 137 - Shimano BR-MT200

O sistema de transmissão dianteiro, a cremalheira, será utilizado um sistema desenvolvido pela Miranda Bike Parts, que fabrica em Portugal as transmissões que já equipam as motorizações elétricas Bosch como a aplicada no conceito. Este sistema é de Cremalheira única estando disponível com variação entre 12 e 22 dentes. As pedaleiras também são fornecidas pela respetiva marca, do modelo KAPPA 0, com um desenho que corresponde aos valores estéticos do velocípede e que foram desenvolvidas para estas motorizações de e-bike.



fig. 138 - Conjunto pedaleira Miranda Bike Parts numa motorização Bosch

No caso do conjunto de transmissão traseiro, este é composto por cassete de mudanças SLX M7100 Series da Shimano de 12 velocidades e um desviador de corrente SHADOW RD+ SLX - de 2x12V.

Sistemas de Integrados e de Mobilidade

Estão previstos uma série de elementos de segurança que estão assentes num trabalho de eletrónica embarcada a desenvolver para o produto. Estão previstos para ambos os velocípedes um sistema de GPS, vídeo, alarme, carregamento de dispositivos e de conectividade. A questão de incorporar elementos de eletrónica nos velocípedes pode, no entanto, ser delicada pois muitas vezes o fabricante dos conjuntos motor bateria não autoriza a ligação de elementos de terceiros, seja para evitar danos nos seus sistemas, seja para evitar perceções de desempenho mais reduzido do que o anunciado, por exemplo ao nível de autonomia. Assim, a questão de ir buscar energia às baterias para funções de carga de dispositivos está fora do âmbito deste trabalho e carece de intervenção de especialistas em eletrónica, para além das negociações com o fabricante.

A proposta de instalação de um sistema de GPS procura oferecer uma segurança adicional ao utilizador, permitindo um maior controlo sobre a localização do seu veículo, sendo um excelente auxiliar à sua recuperação em caso de tentativa de roubo.

O sistema de vídeo, instalado na parte frontal e traseira, permite a gravação dos trajetos e obter imagens em tempo real. Estas cameras de vídeo permitem a gravação de aventuras e dos passeios realizados, mas também são úteis, em casos de extrema gravidade tais como acidentes, como elemento de prova, podendo proteger o utilizador (figura 139 e 140).

Está previsto nos velocípedes um sistema de alarme que emite um alerta para o utilizador em caso de roubo e, simultaneamente,



fig. 139 - Câmera instalada na frente do velocípede



fig. 140 - Câmera instalada na traseira do velocípede



fig. 141 - Detalhe porta USB instalada no Painel de Controlo

ativa um sinal sonoro de alerta no próprio veículo.

Em simultâneo, a necessidade de acedermos aos nossos dispositivos portáteis em qualquer lugar é um requisito do presente e ainda mais do futuro, como anteriormente referido, alargando as capacidades de mobilidade. Deste modo, estão previstas duas saídas de alimentação para dispositivos diferentes, transformando o velocípede num “powerbank sobre rodas”. No painel de controlo, como ilustra a figura 141, está disponível uma Porta USB dedicada ao carregamento de Smartphone em caso de necessidade.



fig. 142 - Tomada adaptador de corrente

Outra função é o carregamento de computadores com uma ficha adaptada que permita realizar a reconversão da corrente elétrica para a ligação aos transformadores dos portáteis, tal como ilustrado na figura 142. Este acessório compacto serve de conexão ao ponto de carregamento da bateria do velocípede, permitindo extrair energia elétrica daí e assim trabalhar ou realizar outras atividades em qualquer lugar com o computador pessoal. As duas possibilidades apresentadas promoveriam uma grande versatilidade na utilização, enquanto velocípede elétrico utilitário.

Por último, foi pensada uma aplicação para permitir conectar o smartphone com o velocípede. A app é o meio de comunicação entre o utilizador e o velocípede usado, permitindo receber os alertas emitidos por uma eletrónica embarcada no veículo como anteriormente sugerido, sem necessidade de incluir ecrãs no veículo. Esta ligação visa obter um conhecimento em tempo real do velocípede, oferecendo uma garantia de segurança ao seu utilizador. Dadas as competências existentes, foi desenvolvido e desenhado um sistema de UI/UX para a referida aplicação como ilustrado nas figuras seguintes. São apresentadas todas aquelas que serão as linhas de comunicação da App e as suas funcionalidades (figura 143).

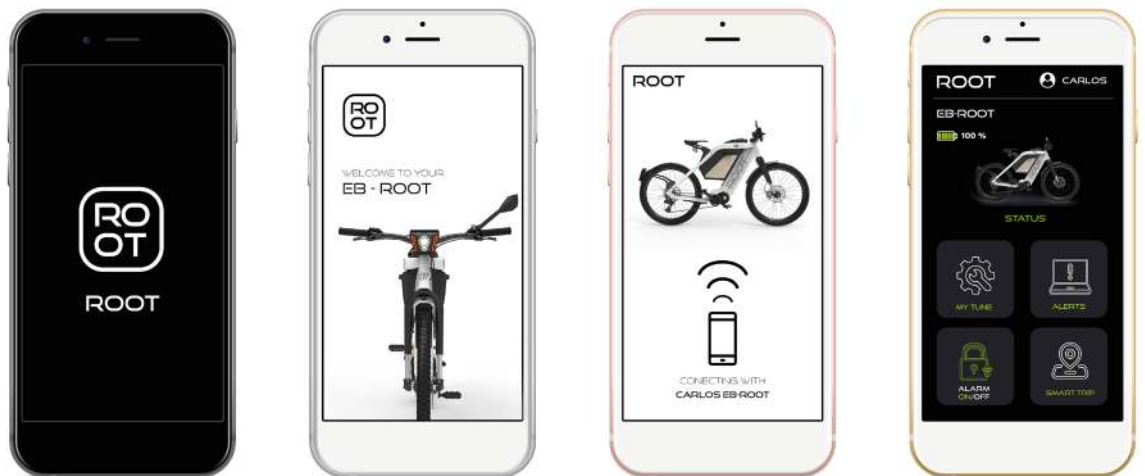


fig. 143 - ROOT App

Tal como referido, este é um campo relacionado com a eletrónica e terá de ser deixado para trabalhos futuros, recorrendo a especialistas da área para o desenvolvimento do referido sistema. Até porque os sistemas eletrónicos embarcados em veículos apresentam complexidade adicional face à dureza do ambiente onde têm de funcionar, sujeitos a temperaturas com amplitudes significativas, vibrações, exposição solar, vandalismo, etc. Atendendo a esta necessidade foi considerado o espaço necessário à integração destes elementos no projeto, prevendo assim a sua implementação num futuro próximo. Na ilustração apresentada na figura 144 está representado o esquema de localização destes componentes nos velocípedes.

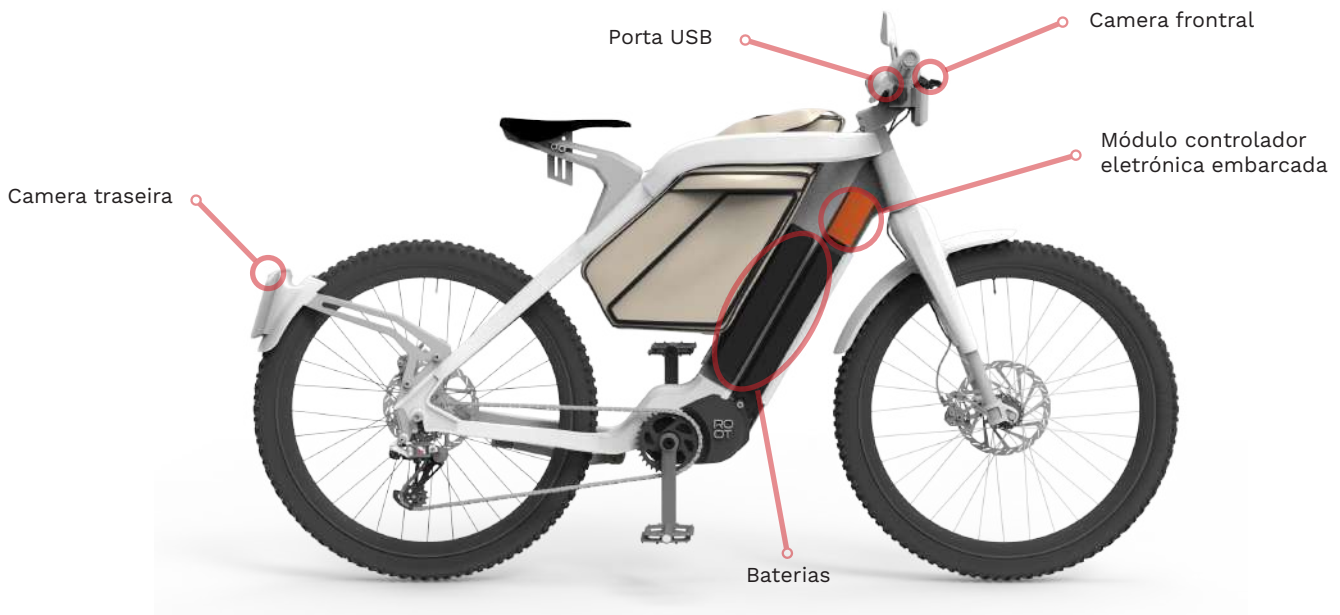


fig. 144 - Esquema de localização de componentes eletrónicos



4.3. Validação conceptual e detalhe

Nesta secção é realizada uma análise e validação do velocípede elétrico produzido. Esta avaliação prende-se na modelação realizada num software 3D como ilustrado na figura 145. Este trabalho permitiu criar cenários entendendo melhor todos os aspetos do funcionamento do velocípede, e assim, avaliar a sua prestação ao nível da sua usabilidade.



fig. 145 - CAD 3D do velocípede elétrico

No desenvolvimento e refinamento da proposta foi preponderante em toda a otimização do desenho da parte central do quadro. A importância da interação com o utilizador representou desde o princípio um esforço de desenho, procurando não comprometer as dimensões estabelecidas na subsecção 3.2.3., considerando um quadro de tamanho L. Em trabalhos futuros será necessário desenvolver os restantes tamanhos, e assim alargar os percentis de utilização. Na figura 146 são visíveis as dimensões gerais do velocípede, na sua versão de e-bike e speedbike. Aqui é visível uma concordância nos valores apresentados com os definidos inicialmente.

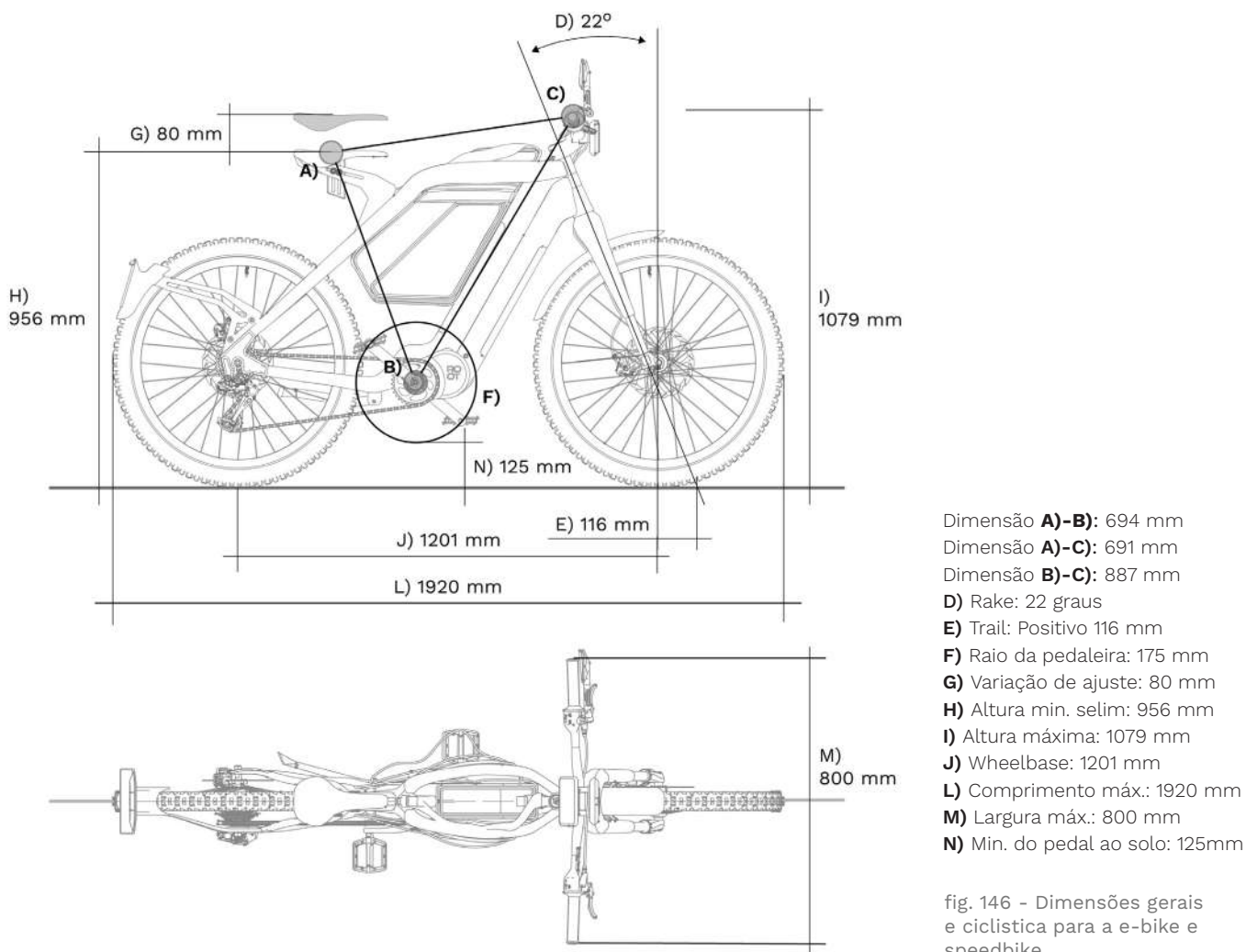
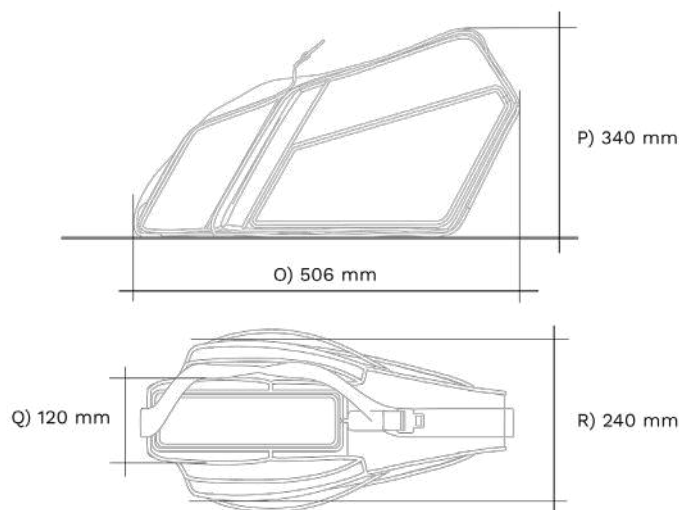


fig. 146 - Dimensões gerais e ciclistica para a e-bike e speedbike

A funcionalidade do velocípede e a sua utilização prática indicavam que a sua ergonomia tinha de ser devidamente desenvolvida. Um dos pontos mais fundamentais, a distância do selim ao solo, está respeitada e não ultrapassa os valores previstos. Foi possível reduzir o seu ponto mínimo em 4mm, pode não parecer um valor impactante mas considerando uma utilização cidadina num cenário de para-arranca, a facilidade com que o utilizador se apoia no solo é de extrema importância no design do velocípede. Do ponto de vista do comportamento dinâmico do veículo os valores foram cumpridos considerando a morfologia idealizada. Um dos valores mais importantes o Rake e o Trail, no primeiro encontra-se dentro dos valores estabelecidos entre os 5 e os 23º, apresentando um valor de 22º. O Trail apresenta um offset positivo indicando um bom comportamento da direção. Numa fase seguinte seria importante um trabalho mais profundo na otimização do centro de massas e na sua correta definição.

Tendo por base o desenvolvimento de um veículo utilitário, a necessidade de aproximação ao utilizador revela-se um fator essencial ao sucesso do produto. O desenho do quadro onde a sua parte superior surge numa procura de aproximar o utilizador ao seu lado utilitário. A abertura superior que surge da influência da exploração por recurso à biónica, cria aqui um acesso direto e prático à zona de carga. Esta relação de proximidade e na sua interação de utilização, cria uma proposta que é disruptiva com as propostas tradicionais, onde a carga é geralmente disposta na parte traseira ou dianteira do velocípede. As possibilidades que esta abertura superior no quadro criara, permitiu o desenvolvimento ajustado da mochila como um elemento agregador na ligação utilizador-velocípede (figura 147).



- O) Comprimento máx: 506 mm
- P) Altura máx: 340 mm
- Q) Largura mín: 120 mm
- R) Largura máx: 240 mm

fig. 147 - Dimensões gerais da mochila desenvolvida para a e-bike e speedbike

A mochila desenvolvida e ilustrada pela figura 147 como já referido é um elemento de interligação. A vantagem de poder ser utilizada como um objeto autónomo, permite ao utilizador uma flexibilidade necessária numa rotina agitada, transportando os seus bens de uma forma prática e com múltiplas finalidades de utilização. Quando utilizada no velocípede, a mochila proporciona uma rápida montagem e fácil acesso com os seus bolsos laterais, destacando-se o bolso superior que permite um rápido acesso em qualquer circunstância. Ainda assim, a segurança da mochila terá que ser mais trabalhada, visto que em termos de segurança não será aconselhável deixar a mochila no velocípede em locais públicos correndo o risco de vandalização ou furto.

O compromisso de que este tipo desenho não iria afetar a dinâmica do funcionamento e funcionalidade do veículo teve que ser assegurado. Existiu sempre no seu desenvolvimento uma preocupação para com as pernas do utilizador e da sua postura. Foi realizada uma simulação como ilustrado na figura 148 e 149, para uma melhor perceção do seu funcionamento e interação.

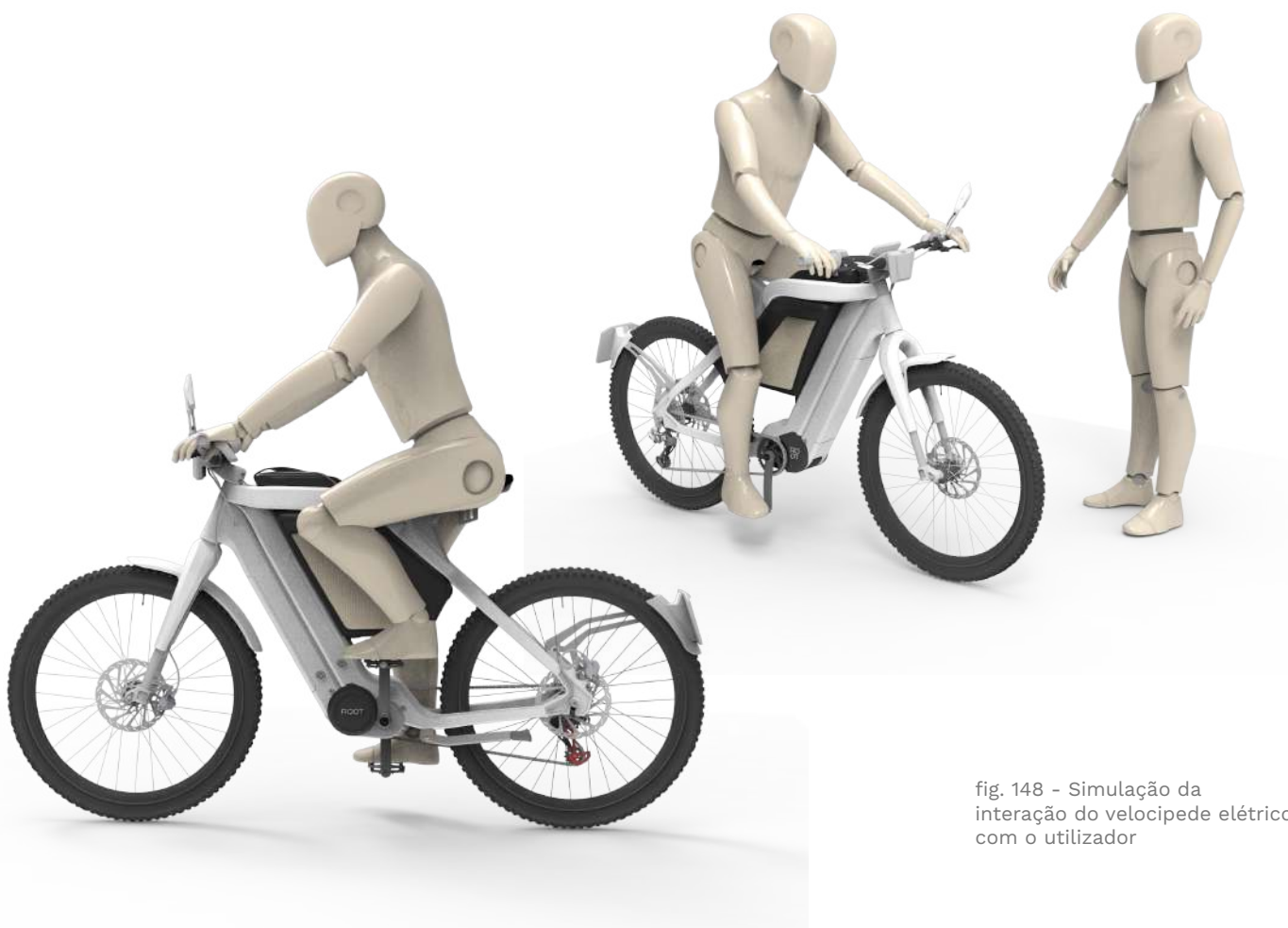


fig. 148 - Simulação da interação do velocípede elétrico com o utilizador

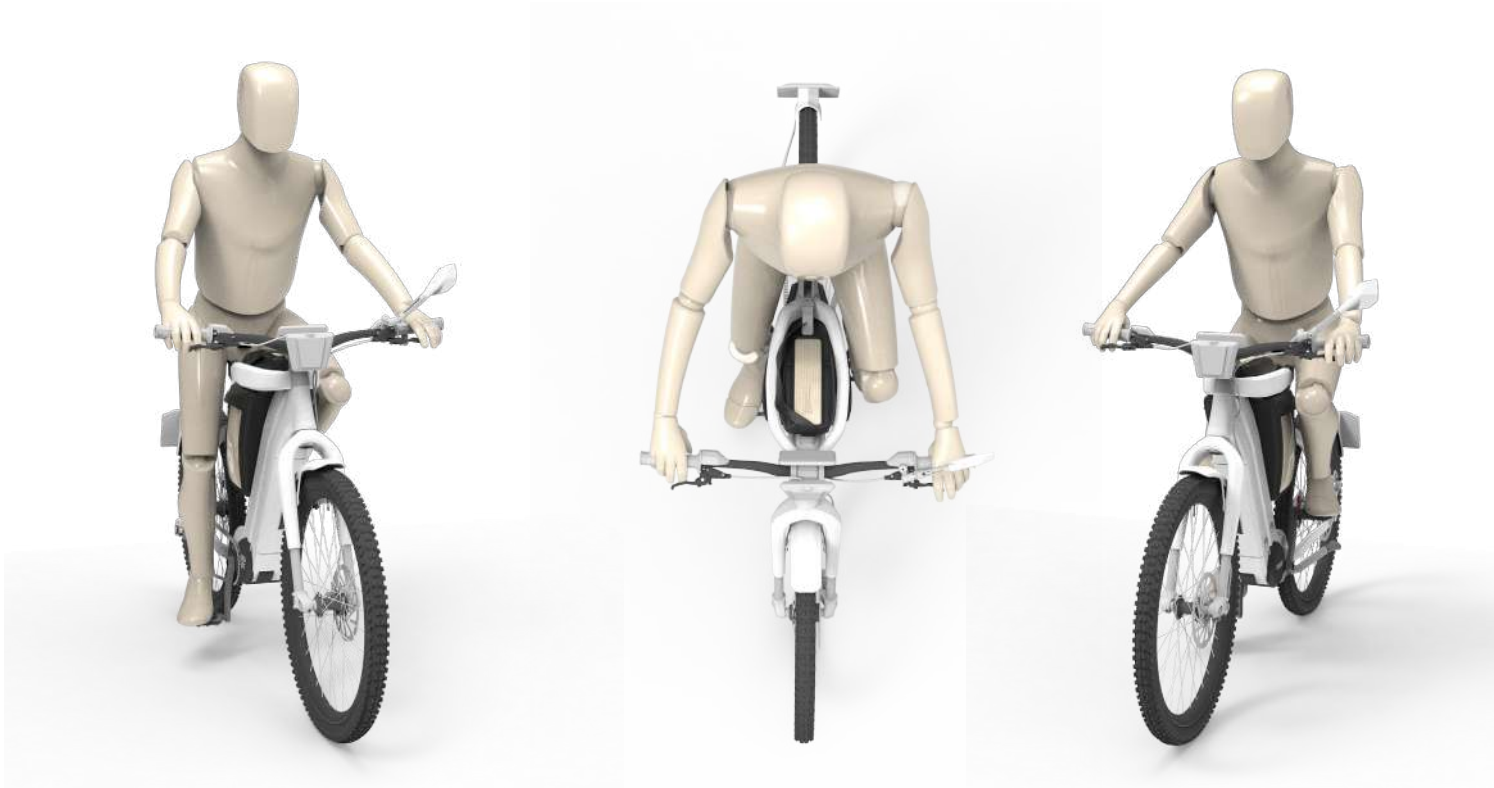


fig. 149 - Simulação de utilização do velocípede elétrico com posturas dinâmicas

Com as simulações apresentadas é possível verificar como a dinâmica do movimento gerado pelas pernas não é afetado. No entanto, qualquer possível esforço que possa vir a existir é certamente anulado pela motorização.

Num segundo momento procurou-se avaliar a interação no momento de colocar e retirar a mochila do velocípede, ação importante para garantir funcionalidade pretendida para o utilizador e necessária à proposta. Observando a figura 150, onde é simulada a ação referida anteriormente, é notória a funcionalidade pretendida e a facilidade de ação. O utilizador tem a liberdade de remover a mochila pelo lado que lhe seja mais conveniente e prático, as pegas laterais são fundamentais como apresentadas para suportar o peso e executar o movimento, até que seja possível a colocação a tiracolo. Num movimento contrário, na sua fixação ao quadro as pegas permitem uma fácil acomodação na parte superior, onde o desenho da mochila foi desenvolvido para encaixar de forma natural. No entanto com este é um objeto pensado a medida numa fase futura de prototipagem será necessário proceder eventuais ligeiras correções que permitam otimizar ainda mais a sua usabilidade e facilidade de utilização.



fig. 150 - Exemplificação da utilização da mochila

Por último, uma validação visual e estética do produto onde por recurso a software de renderização foram desenvolvidas imagens foto realistas do produto. Simularam-se os materiais e cores para o produto na sua versão E-Bike e Speedbike. Este trabalho permitiu construir e apresentar na secção final **4.4. O produto final**, aquela que será a maneira correta de comunicar e promover o produto.



fig. 151 - Renderização da gama completa de E-Bike e Speedbike



fig. 152 - Renderização de vista de detalhe do produto

4.4 Proposta Final

O conceito **ROOT** surge como uma nova marca, na ideia de criação de marcas com potencial e de valor acrescentado para a indústria portuguesa. A nova marca apresenta-se com uma linguagem que a diferencia e que procura aproximar-se dos utilizadores. Os seus dois produtos, a **EB-Root** e a **SP-Root**, apresentam uma linguagem sóbria e diferenciada, numa alternativa aos atuais velocípedes elétricos.

ROOT

Na essência do seu nome ROOT, tem ambição de trazer de volta as pessoas às suas raízes. E assim, criar uma nova ligação ao que foi para muitos o seu primeiro veículo.

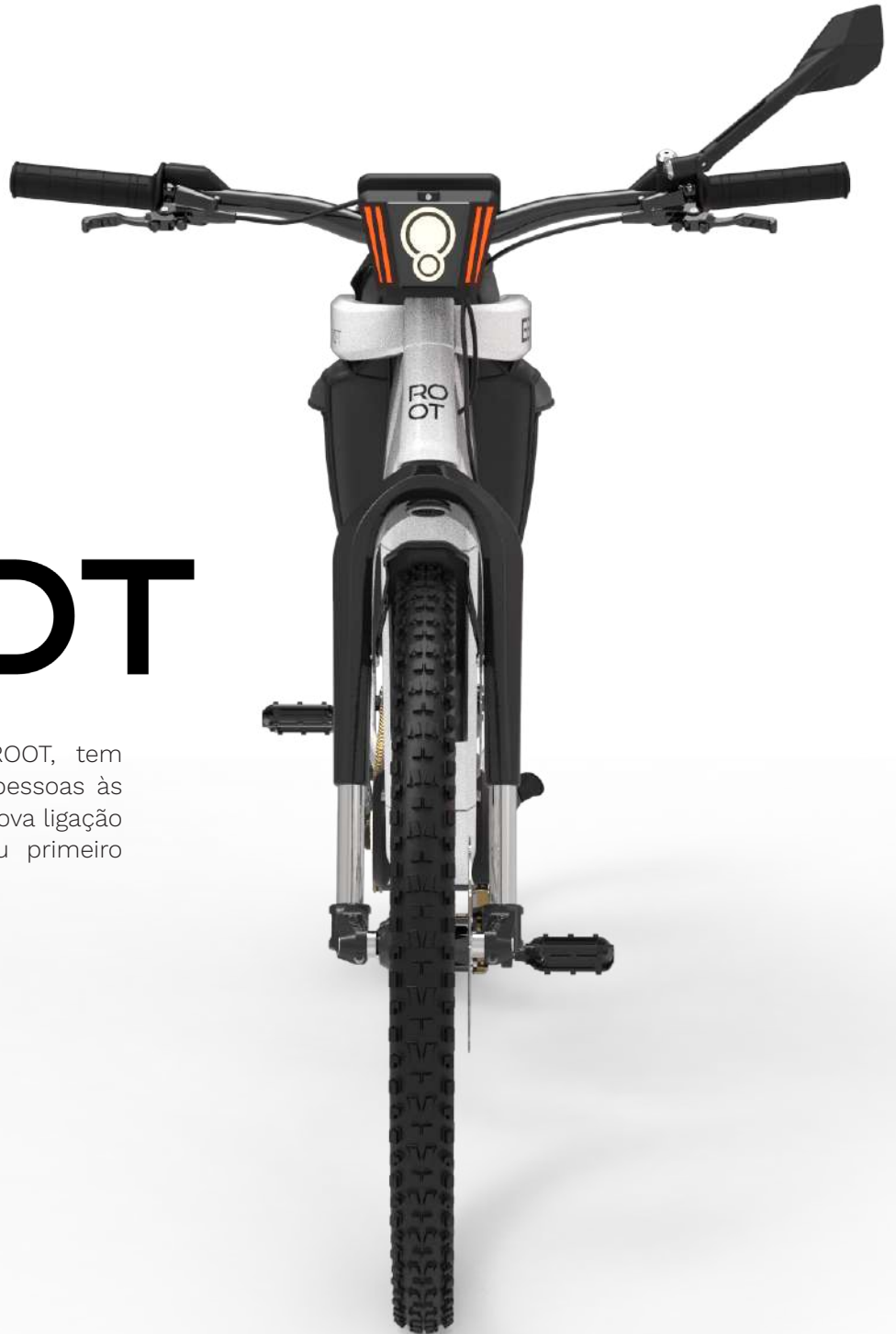


fig. 153 - Visualização da parte frontal do veículo



EB ROOT

fig. 154 - Vista lateral da e-bike e speedbike

Desenvolvidas sobre as mesmas premissas, surgem dois veículos, a e-bike EB-Root e a speedbike SP-Root. Ambas partilham a mesma ideia, sendo práticas e utilitárias, desenhadas para se aproximarem do utilizador e das suas necessidades.



SP ROOT

EB ROOT

Características técnicas:

Tipo de Veículo: E-bike (L1e-A)
Potência do Motor: 250 W
Sistema de propulsão: S-Pedalec
Velocidade Máx Assistida 25 km/h
Autonomia: 257 km
Peso do veículo: Aprox. 34 kg



fig. 155 - Possibilidade de modelo disponível em cor branco

EB-ROOT uma e-bike desenhada para a cidade e para superar as dificuldades do meio urbano. Procura tirar o proveito de todas as infra estruturas de mobilidade existentes. O seu desenho mais minimalista traz uma estrutura simples e funcional necessária à sua utilização e adaptada ao seu condutor.



fig. 156 - Possibilidade de modelo disponível em cor creme



SP ROOT

Características técnicas:

Tipo de Veículo: Speedbike (L1e-B)
 Potência do Motor: 350 W
 Sistema de propulsão: S-Pedalec
 Velocidade Máx Assistida 45 km/h
 Autonomia: 96 km
 Peso do veículo: 34kg

fig. 157 - Possibilidade de modelo disponível em cor azul

SP-ROOT uma speedbike desenvolvida a pensar em aproximar-se dos motociclos e ciclomotores de baixa cilindrada. Apresenta uma versatilidade muito superior à dos motociclos por ser mais compacta e leve. As suas baterias permitem a aventura em distâncias mais longas e algum prazer fora de estrada.



fig. 158 - Possibilidade de modelo disponível em cor preta



Todo o desenho do quadro foi desenvolvido para uma fácil interação e usabilidade. A localização central da zona de carga proporciona uma melhor dinâmica do veículo e aproxima o utilizador na sua relação com o produto. Ambos os modelos oferecem uma mochila prática e desenhada para o dia-a-dia com uma rápida fixação.



fig. 159 - Visualização dos veículos com e sem a mochila



fig. 160 - Visualização do conjunto em interação com o utilizador



A localização da mochila e o desenho do quadro proporcionam uma relação de proximidade na sua utilização. A facilidade de transporte de objetos ou outros permitem uma versatilidade e fácil utilização. A abertura superior que permite levar objetos de pequenas dimensões permite também ultrapassar as dimensões da mochila quando necessário.

fig. 161 -Visualização do utilizador a transportar o seu computador portátil



fig. 162 - Visualização da utilização do bolso superior da mochila com um smartphone guardado e o adaptador portátil

carlos pires mestrado em engenharia e design de produto universidade de aveiro



fig. 163 - Visualização do transporte de elementos que ultrapassam as dimensões da mochila



fig. 164 - Iluminação em contexto noturno na e-bike e speedbike



fig. 165 - Visualização do refletor traseiro superior e mochila

Uma das grandes preocupações nos velocípedes elétricos é a sua segurança. A EB-Root e a SP-Root estão equipadas com iluminação LED para uma economia de energia e uma otimização da visibilidade. Na parte traseira dos dois produtos encontramos um duplo reforço da visibilidade com a implementação de dois refletores traseiros. A mochila uma vez mais vem reforçar a presença dos veículos seja pela iluminação própria, como pela dimensão física que cria. Existem ainda as câmeras traseiras que permitem uma salvaguarda pessoal no caso de acidente. O espelho surge como uma obrigatoriedade para as Speedbikes mas é um importante elemento para a segurança.



fig. 166 - Visualização do refletor traseiro, piscas e câmera



fig. 167 - Visualização da da iluminação frontal LED, piscas e câmera



fig. 168 - Visualização dos comandos do punho esquerdo



fig. 169 - Vista do painel de controlo

Os velocípedes têm um painel de controlo touch que permite fazer um controlo das suas funções manualmente ou remotamente via ROOT app. Nos Controlos de punho esquerdo é possível gerir a iluminação, piscas e buzina. No punho direito são controladas as velocidades permitindo aumentar ou diminuir o esforço, mudando de mudanças. É possível ainda acionar o botão de impulso para facilitar a mobilidade quando necessário empurrar manualmente o velocípede.



fig. 170 - Visualização dos comandos do punho direito



fig. 171 - EB-ROOT em contexto de utilização cidadina

A existência da aplicação permite um acompanhamento instantâneo de qualquer necessidade existente. É possível escolher uma gestão inteligente da bateria entre viagens, verificar o estado da bateria, a localização do veículo e aceder remotamente às suas câmaras. Uma das grandes vantagens é a possibilidade de gravar vídeos das aventuras realizadas utilizando as câmaras instaladas.

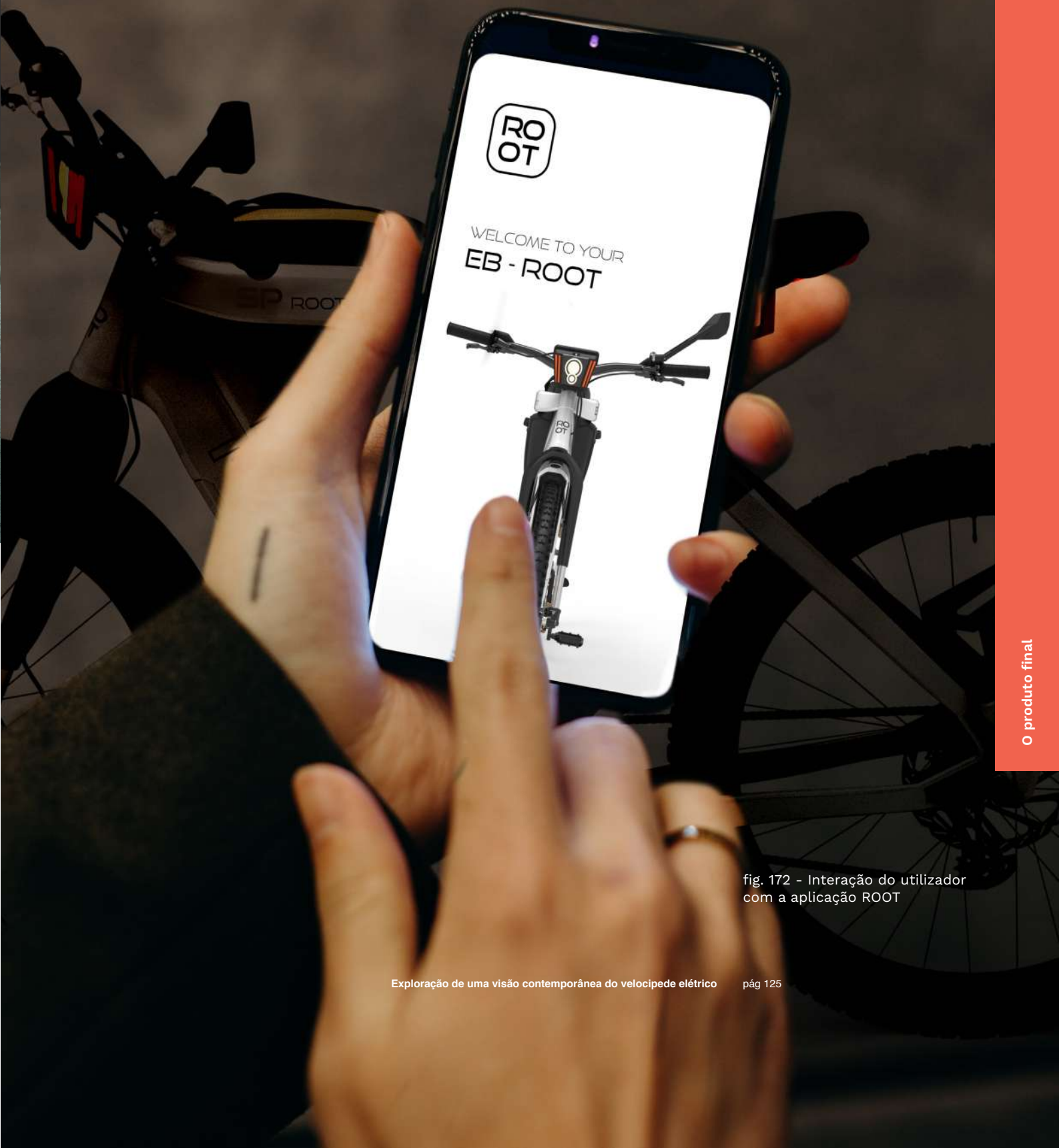


fig. 172 - Interação do utilizador com a aplicação ROOT



fig. 173- Wallbox ROOT para carregamento das baterias ou diretamente ao veículo



fig. 174 - Entrada de carregamento das baterias

fig. 175 - Utilização do transformador para fornecer energia aos dispositivos móveis

A mobilidade no trabalho é um elemento importante num estilo de vida acelerado, a ROOT possibilita o carregamento dos dispositivos moveis com telemóvel ou computador portátil e assim poder trabalhar remotamente em qualquer lugar.



fig. 176 - Contexto de utilização da ROOT para carregar o computador

FIND YOUR NEW
ADVENTURE...

**RO
OT**



EB ROOT

fig. 177 - EB-ROOT em contexto de apresentação Off-Road

ROOT



EB ROOT



SP ROOT

fig. 178 - EB-ROOT e SP-ROOT

05.

Conclusões

5.1. Objetivos alcançados _____	pág. 131
5.2. Conclusões _____	pág. 132
5.3. Trabalhos futuros _____	pág. 134

5.1. Objetivos alcançados

Este projeto foi o resultado da vontade de explorar novas propostas para área da mobilidade, em proveito do momento de transformação por que este setor atravessa. O foco nos velocípedes elétricos surge da vontade pessoal, procurando conjugar um interesse pelas duas rodas com o gosto do autor de se desafiar e colocar à prova. Neste pressuposto, este trabalho de dissertação permitiu alcançar muito mais do que apenas o realizar de uma vontade pessoal.

A dissertação permite obter uma visão e leitura macro das cidades ao nível da mobilidade suave, tendo em conta a sociedade atual e, em particular, os velocípedes. Esta interligação permite perceber o momento e as transformações existentes em cada uma destas. Sendo ainda realizado um trabalho extenso junto da indústria, indo de um olhar macro para um micro onde foram auscultadas e debatidas as questões existentes no setor nacional das duas rodas.

O estudo destes campos era necessário para alimentar a vontade de procurar alternativas da parte do Design. As alternativas propostas pretendem contribuir para a sociedade com o desenvolvimento de um produto em resposta às transformações que se anteveem para o futuro. Para tal, foi apresentada uma visão e indicadas algumas opções industriais que podem revelar-se, no futuro, apostas com valor no contexto nacional. Aproveitando o bom momento do mercado, que apresenta um crescimento sustentado pelas mudanças já visíveis, e por um conseqüente crescimento da procura por novas alternativas mais sustentáveis e promotoras de melhores hábitos de mobilidade, as propostas apresentadas são, na nossa opinião, viáveis e enriquecedoras seja

para a indústria que venha a produzir estes veículos seja para os cidadãos que os venham a utilizar.

Foi realizada uma abordagem exploratória, como idealizado inicialmente, utilizando diferentes perspetivas para a exploração de forma base dos veículos. Esta larga experimentação permitiu tomar decisões, compreender vantagens e desvantagens de cada uma das abordagens, e avaliar a sua pertinência para o conceito.

O trabalho desenvolvido por meio da exploração de conceito, tornou possível obter uma proposta de dois produtos similares com objetivos de mercado diferentes. A proposta final contém também uma visão para a indústria, ao nível da economia de recursos, já que se sustenta num quadro pensado para duas aplicações não muito distintas. Apresentando uma proposta no segmento das e-bikes e uma num recente segmento de mercado denominado de speedbike, está-se a trabalhar no que de mais atual está a ocorrer neste mercado. O resultado permite uma proposta de maior rentabilização dos custos de desenvolvimento e apresenta propostas capazes de gerar valor e retorno ao setor. Ambos os produtos focam-se nas necessidades dos utilizadores, perspetivando uma utilização intensiva destes veículos de base elétrica na substituição dos meios de mobilidade tradicionais.

5.2. Conclusões

Nos últimos anos tem-se assistido a uma necessidade clara de mudar os nossos hábitos de vida, adotando comportamentos mais sustentáveis e responsáveis, que promovam a melhoria da qualidade de vida e que contribuam para uma maior coesão social.

Os velocípedes elétricos são claramente uma solução ganhadora para promover uma transição para uma mobilidade mais sustentável. Tornaram-se amplamente visíveis na atualidade, reunindo um largo consenso. A gestão das cidades e a procura na melhoria dos seus ecossistemas, importantes para o futuro, veem nos velocípedes elétricos uma parte importante da solução. É assim visível o significativo trabalho que tem sido realizado em prol da sua promoção. Com base nesse trabalho espera-se que, num futuro próximo, um significativo aumento dos meios de transporte ligados aos velocípedes elétricos e a outros meios de mobilidade suave, reduzindo a predominância do automóvel. Como tal, espera-se dos velocípedes elétricos um contributo para garantir a estabilidade na gestão das cidades.

As alternativas elétricas foram emergindo cada vez mais em consequência de mudanças no paradigma social. Essas mudanças comportamentais surgem de uma forte consciencialização pelo impacto do estilo de vida existente na sociedade atual. A sua necessidade de transformação, garantindo um futuro sustentável, contrariando as alterações climáticas que colocam a existência de vida no planeta em causa, contribuíram para a mudança de paradigmas comportamentais e sociais, reduzindo o estigma presente em algumas sociedades perante os velocípedes. Assim, já se torna perceptível a sua aceitação como um meio capaz de mitigar os impactos do estilo de vida atual.

Graças a esta mudança de paradigma, a indústria mundial do setor das duas rodas está a atravessar um bom momento, pois a procura por velocípedes, principalmente elétricos, tem crescido em larga escala. A indústria nacional não tem sido diferente, e até tem liderado a produção no contexto europeu, catapultando-se para o maior produtor de bicicletas neste continente. A indústria tem uma reconhecida experiência e qualidade na produção de velocípedes elétricos, devendo aproveitar o bom momento atual e devendo investir no desenvolvimento de produto próprio com valor acrescentado, capaz de trazer um maior retorno. Para tal é importante um investimento significativo em áreas tais como o design industrial e o marketing, com vista à criação de produtos e marcas com presença e destaque nos diferentes mercados.

O desenvolvimento de toda a pesquisa e conhecimento obtido durante o trabalho conducente a esta dissertação foi de extrema importância para o desenho de todo o projeto, nas suas mais diversas fases. A exploração de velocípedes elétricos, procurando diferentes abordagens, encontrando diferentes cenários e alternativas, deram ao projeto uma abrangência que permite abrir um novo espaço nesta área dos velocípedes elétricos. A maturação de ideias, necessária em qualquer projeto, é visível e foi resultado de uma metodologia aplicada ao longo de todo o projeto que permitiu chegar-se a dois produtos complementares que respondem às necessidades atuais e que podem vir a responder a necessidades futuras. De facto, esta convicção é suportada pelo facto de a mobilidade elétrica, onde se incluem os velocípedes elétricos, já fazer parte e ser fundamental para a nossa realidade diária.

5.3. Trabalhos Futuros

O projeto desenvolvido encontra ainda um longo caminho de desenvolvimento pela sua frente. No futuro este projeto está ainda dependente de muito trabalho de análise às necessidades de desenvolvimento do produto para um contexto de produção. Necessitar-se-á, nas fases seguintes, de um aprofundar da engenharia mecânica e da engenharia eletrónica que permitam a concretização de todos os objetivos a que os velocípedes se propõem. Ainda assim, de uma perspetiva do Design, existe sempre margem para melhorar e otimizar as características dos produtos.

Como objetivos de trabalhos futuros, para além das grandes linhas referidas no parágrafo anterior, pode-se determinar alguns pontos a desenvolver num objetivo de concretização física e real de ambos os produtos, os quais são enumerados de seguida.

-É necessária uma nova interação com a ABIMOTA LEA para obter uma validação final do projeto. Esta é a entidade que permite a comercialização do produto e a garantia da sua regularização e homologação no mercado atual.

-Na engenharia é necessária uma revisão e elaboração de um projeto detalhado de produção, definindo todas as necessidades previstas em termos de equipamentos e ferramentas industriais. Nesse trabalho pode-se integrar uma otimização de algumas opções de desenho que possam sofrer melhorias, e resultem em melhores prestações e comportamentos do velocípede. Tem também de se efetuar uma escolha detalhada dos componentes mecânicos já disponíveis para implementação nos velocípedes.

-É desejável procurar-se uma parceria com a Bosch para uma possível autorização para interligação da eletrónica e das partes elétricas dos velocípedes ao sistema elétrico motorizado com o qual se pretende equipar os nossos modelos da e-bike e da speedbike. Na impossibilidade de se conseguir tal integração, terão de ser previstos outros parceiros para a concretização do projeto.

-Ao nível da engenharia eletrónica é necessário o desenvolvimento de elementos para a operacionalização de todas as funcionalidades previstas para os sistemas integrados e de mobilidade. Tal requer um trabalho que garanta uma arquitetura eletrónica capaz de resistir às adversidades impostas aos equipamentos no seu contexto de aplicação.

-Por último, deve-se terminar o desenvolvimento de um primeiro protótipo dos produtos, importante para uma última validação e para a procura de potenciais investidores no projeto da marca ROOT.

O momento atual do desenvolvimento do produto e o resultado alcançado abrem as portas à sua evolução. Com empenho, procurar-se-á trazer à realidade o conceito, aproveitando todo o esforço já realizado. Assim espera-se contribuir com as capacidades obtidas na área do Design e da Engenharia, e aproveitando o conhecimento sobre realidade atual e prospetiva para o futuro do setor das duas rodas, para fazer surgir novas propostas para uma mobilidade sustentável.

- (ADAC, 2017) ALLGEMEINER DEUTSCHER AUTOMOBUL-CLUB - **The Evolution of Mobility**, 2017 [Consult. Jan. 2020]. Disponível em WWW:<URL: <https://www.adac.de/-/media/pdf/dko/adac-studie-evolution-der-mobilitaet-englisch.pdf>
- Adventure Tourism Market Study (n.d.)** ADVENTURE TOURISM MARKET SYUDY - **Adventure Tourism Market, Opportunities and Forecasts, 2019-2026**, (n.d) [Consult. Mar. 2020]. Disponível em WWW:<URL:<https://www.alliedmarketresearch.com/adventure-tourism-market>
- AMA cited in Consumer Reports** CONSUMER REPORTS - **E-Scooter Ride-Share Industry Leaves Injuries and Angered Cities in its Path** [Em linha]. Ryan Felton, 2019, fev. 5. [Consult. Abril. 2020]. Disponível em WWW:<URL:<https://www.consumerreports.org/product-safety/e-scooter-ride-share-industry-leaves-injuries-and-angered-cities-in-its-path/>
- Barbosa (2018)** BARBOSA, E. - **Catálogo Less is More**. Águeda, Municipio de Águeda/Centro de Artes de Águeda, 2018. ISBN 978-972-9131-27-1.
- (Barbosa, 2019) BARBOSA, E (2019, dezembro 7 – Abril 26). **Bicicleta Motorizada – Águeda e a Democratização da mobilidade individual** (Abstract da exposição). Centros de Artes de Águeda, Águeda, Aveiro, Portugal.
- Boardman et al. (2015)** BOARDMAN, C. and SIDWELLS, C. **Chris Boardman: The Biography of the Modern Bike** [Em linha]. 1st. ed. Great Britain: Octopus Publishing Group Ltd, 2015. eISBN 978-1-84403-847-3
- Burt (2015)** BURT, Phil - **Bike Fit - Optimise your bike position for high performance and injury avoidance**. 1st ed. Londres: Bloomsbury, 2014. ISBN 978-1-4081-9030-2
- (Munari, 1982) MUNARI, B. - **Das Coisas Nascem Coisas**, 1st. ed. Lisboa: Edições 70, 2008 ISBN: 9789724413631
- (Chen et al., 2005) CHEN, C., KHOO, L., YAN, W. **PDCS—a product definition and customisation system for product concept development, Expert Systems with Applications** [Em linha], Volume 28, Issue 3, 2005, [Consult. Nov. 2020]. Disponível em WWW:<URL:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417404001642>>.ISSN 0957-4174

- Sociedade Civil. (2020)** CIVIL, S. (2020, junho 19). (Temporada 16, Episodio 120). Castro. L (Apresentação); Sociedade Civil; Rádio Televisão Portuguesa (RTP 2) Disponível em WWW:<URL:https://www.rtp.pt/play/p6714/e479108/sociedade-civil
- (Diário da República Portuguesa, 2013)** DIÁRIO DA RÉPUBLICA PORTUGUESA - **Código da Estrada (Publicação n.º 169/2013, Série I de 2013-09-03)**, (2013) [Consult. Abril. 2020]. Disponível em WWW:<URL:https://dre.pt/web/guest/legislacao-consolidada/-/lc/117121508/201901221306/73639216/diploma/indice/3
- Eurostat, (2020)** EUROSTAT - **Which EU country is the biggest producer of bicycles?**, (2020, agosto 13) [Consult. Nov. 2020]. Disponível em WWW:<URL:https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/DDN-20200813-2?inheritRedirect=true&redirect=%2Feurostat%2Fhome%3F
- (Gonzaga, 2006)** GONZAGA, L. - **Motociclos Portugueses: um olhar do design sobre 50 anos de produção**. Aveiro: Universidade de Aveiro, 2006. Dissertação de Mestrado [Consult. Abril 2020]. Disponível em WWW:<URL:http://hdl.handle.net/10773/4754
- (IMT, 2012)** INSTITUTO DAS MOBILIDADES E DOS TRANSPORTES - **Ciclando Plano de Promoção da Bicicleta e Outros Modos Suaves 2013-2020**, 2012 [Consult. Abril 2020]. Disponível em WWW:<URL:http://www.imt-ip.pt/sites/IMTT/Portugues/Planeamento/DocumentosdeReferencia/PlanoNacionalBicicleta/Documents/PPBOMS_Final.pdf
- INE (2017)** INSTITUTO NACIONAL DE ESTATÍSTICAS - **60% das despesas das famílias são em habitação, transportes e alimentação - 2015 / 2016**. (2017, julho 17) Instituto Nacional de Estatística. [Consult. Abril 2020]. Disponível em WWW:<URL:https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_destaques&DESTAQUESdest_boui=281136861&DESTAQUESmodo=2
- Neuss (2007)** NEUSS, J. - **Bike Ergonomics for All People**. 2007 [Consult. Dez. 2019]. Disponível em WWW:<URL: http://www.junik-hpv.de/assets/download/Bike_Ergonomics_for_All_People.pdf

- (Julián et al., 2005) JULIÁN, F., ALBORRACÍN, J. - **Desenho para designers industriais**, 1st. ed., Lisboa: Publicado por Editorial Estampa, Lda. 2005. ISBN: 972-33-2202-1
- Harper (2018) HARPER. K - **Aesthetic Sustainability: Product Design and Sustainable Usage**. 1st. ed. New York: Routledge, 2018 [Consult. Dez. 2020]. Disponível em WWW:<URL: https://books.google.pt/books?hl=pt-PT&lr=&id=qC82DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT15&dq=minimalist+design+aesthetic&ots=rvidlgy7-sQ&sig=GynETAE_zIJ25GzqrV-L6BkpTs8&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false>. ISBN 978-1-315-19041-9.
- (Modenesi et al., 2000) MODENESI, P., APOLINÁRIO, E., PEREIRA, I. - **TIG welding with single-component fluxes**, **Journal of Materials Processing Technology** [Em linha], Volume 99, 2000. [Consult. Dez. 2020]. Disponível em WWW:<URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924013699004355>>.ISSN 0924-0136
- Mordor Intelligence, (2019) MORDOR INTELLIGENCE - **Bicycle Market Growth, Trends and Forecasts (2020-2025)**, 2019 [Consult. Dez. 2020]. Disponível em WWW:<URL: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/bicycle-market>
- Neun et all, (2016) NEUN. M., HaBOLD H. - **The EU Cycling Economy – Arguments for an integrated EU cycling policy**. European Cyclists' Federation, Bruxelas, dezembro 2016 [Consult. Abril. 2020]. Disponível em WWW:<URL: https://ecf.com/sites/ecf.com/files/FINAL%20THE%20EU%20CYCLING%20ECONOMY_low%20res.pdf>.
- cited in Azevedo (2018) NORGATE et al., (2007) in LIU & MULLER, (2012) cited in AZEVEDO, A. - **Análise do Ciclo de Vida de quadros de bicicleta em aço, alumínio e fibra de carbono**. Lisboa: Universidade Nova de Lisboa, 2018. Dissertação de Mestrado [Consult. Dez. 2020]. Disponível em WWW:<URL: https://run.unl.pt/bitstream/10362/63684/1/Azevedo_2018.pdf>.
- Noronha (2017) NORONHA, E. - **Integração Vertical do Design na Indústria: redesenho do produto, da comunicação e do serviço da NCP**. Aveiro: Universidade de Aveiro, 2017. Tese de Doutoramento [Consult. Abril 2020]. Disponível em WWW:<URL:<http://hdl.handle.net/10773/21543>>.

- Pheasant (1996)** PHEASANT, S. - **Body Space – Anthropometry, Ergonomics and Design of Work**, 2nd ed., Londres: Publicado por Taylor & Francis, 2003. ISBN: 0-203-48265-4
- (Portugal Bike Value, 2020)** PORTUGAL BIKE VALUE - **Dados Estatísticos**, 2020. [Consult. Abril 2020]. Disponível em WWW:<URL: <https://portugalbikevalue.pt/0/pt/dados-estatisticos/>>.
- (Relvas, 2017)** RELVAS, C. - **Design & Engenharia- Da Ideia ao Produto, 1st. ed., Porto**: Publicado por Plubindústria, Edições Técnicas, 2017. ISBN: 978-989-723-240-4
- (Teixeira, 2007)** TEIXEIRA, L. - **Simulação do processo de Hidroformagem**. Porto: Universidade do Porto, 2007. Dissertação de Mestrado [Consult. Abril 2020]. Disponível em WWW:<URL: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/11533/2/Texto%20integral.pdf>>.
- Veríssimo, (2012)** VERÍSSIMO, R. - **Design & Metalomecânica: A Indústria Metalomecânica na perspetiva do design**. Lisboa: Universidade de Lisboa, 2012. Dissertação de Mestrado [Consult. Abril 2020]. Disponível em WWW:<URL: https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/12024/2/ULFBA_TES%20723.pdf>.
- (Wilde, 1893)** WILDE, O. - **A Woman of No Importance**. [Consult. Mar. 2020]. Disponível em WWW:<URL:<https://citacoes.in/citacoes/583384-oscar-wilde-para-um-homem-ou-para-uma-nacao-o-descontentament/>>
- cited in Publico, 2018, Maio 17)** WILMOTH. J, cited in PUBLICO - **Em 2030, o mundo terá mais megacidades e Nova Deli será a mais populosa do mundo**, 2018, Maio 17. Público. Disponível em WWW:<URL:<https://www.publico.pt/2018/05/17/mundo/noticia/e-em-2030-o-mundo-tera-mais-megacidades-e-deli-mais-pessoas-que-toquio-1830383>>.
- Wirtanen (2018)** WIRTANEN, S. - **Solar Cells Inside Woven Textiles. Helsinquia**: Aalto University School of Arts, 2018. Dissertação de Mestrado [Consult. Dezembro 2020]. Disponível em WWW:<URL:https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/35870/master_Wirtanen_Sandra_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

fig. 1 - Framework Double Diamond idealizado

Fonte: imagem do autor

fig. 2 - Framework Double Diamond concretizado

Fonte: imagem do autor

fig. 3 - Fluxo de trabalho do projeto

Fonte: imagem do autor

fig. 4 - Imagem representativa de Budapeste na Hungria, 6º lugar no ranking mundial (1º lugar da UE) das cidades mais congestionadas em 2018, elaborado pela Tom Tom com dados reais dos seus utilizadores.

Fonte: https://bordalo.observador.pt/500x,q85/https://s3.observador.pt/wp-content/uploads/2015/04/455473692_770x433_acf_cropped.jpg

fig. 5 - Exemplo de ciclovias em Helsínquia, Finlândia

Fonte: imagem do autor

fig. 6 - Visão do Terreiro do Paço até 1997

Fonte: <https://www.am-lisboa.pt/imgs/imagens/1453397005W3uDY8vh6Pf77YZ2.jpg>

fig. 7 - Visão atual (2020) do Terreiro do Paço

Fonte: <https://nit.pt/wp-content/uploads/2018/09/f587152777d0a5b424ad01a2bf560bb6-754x394.png>

fig. 8 - BMW Vision iNEXT conceito em realidade aumentada 2019

Fonte: https://i.ytimg.com/vi/9I_BSlu_YhY/maxresdefault.jpg

fig. 9 - Samsung Smart Windshield 2016

Fonte: <http://www.motocultura.com.br/home/wp-content/uploads/2017/07/p03pf67m-1024x512.jpg>

fig. 10 - Drone de Entregas AMAZON 2019

Fonte: <https://transportup.com/wp-content/uploads/2019/06/amazon-prime-air-remars-june-2019.jpg>

fig. 11 - Imagem de prática de desporto de Aventura

Fonte: <https://media.istockphoto.com/photos/cheerful-couple-riding-bicycle-together-picture-id668927974?k=6&m=668927974&s=612x612&w=0&h=4E-rCfzQxe2N8HQXsOxfKargaBIMNsiYVkiNBJ9QtH4=>

fig. 12 - Locomotiva a Vapor, um dos símbolos da Revolução Industrial

Fonte: <https://media.istockphoto.com/photos/treno-a-vapore-picture-id661914638?k=6&m=661914638&s=612x612&w=0&h=Q5n6q6Zvq4WU0k3xGk-YHx7LsLnyQGMZXFLSJt-dwii=>

fig. 13 - ENIAC Electronic Numerical Integrator And Compute, o primeiro computador surge em 1946

Fonte: <https://tecnoblog.net/56910/eniac-primeiro-computador-do-mundo-completa-65-anos/>

fig. 14 - E-scooters Wyse Mobility 2019

Fonte: <https://revistaveiculoseltricos.pt/wp-content/uploads/2019/07/wyzemobility.png>

fig. 15 - Eurostat 2011

Fonte: imagem do autor

fig. 16 - Dados European Cyclists Federation (2016)

Fonte: imagem do autor

fig. 17 - Gráfico de distribuição de veículos por agregado familiar, dados do INE

Fonte: imagem do autor

fig. 18 - Carro de alavancas invenção de Dr. Eric Richard

Fonte: <https://docplayer.com.br/7311625-A-evolucao-da-bicicleta.html>

fig. 19 - Celerífero de Conde Sirvac

Fonte: <https://www.timetoast.com/timelines/la-historia-de-la-bicicleta-ab70bfbfd-0e89-4b4d-b264-1b2dc26fcf13>

fig. 20 - Drasiana (1816-17)

Fonte: https://elcenicerdo.files.wordpress.com/2016/01/4855323567_eace3b2f31.jpg

fig. 21 - Velocípede de Michaux

Fonte: <https://tageswoche.ch/wp-content/uploads/2017/02/cms-image-004736651.jpg>

fig. 22 - Bicicleta Penny Farthing ou “high wheel”

Fonte: <https://clickamericana.com/wp-content/uploads/See-high-wheel-bicycles-penny-farthing-bikes-from-the-1890s.jpg>

fig. 23 - Rover Safety Bicycle 1885

Fonte: <https://www.roverclub.nl/home/Brochure%20Rover%20Owners%20Club%20Holland.pdf>

fig. 24 - Velocípede a vapor de Ernest Michaux

Fonte: <https://motorcyclimeline.files.wordpress.com/2019/03/1868-michaux-perreaux.png>

fig. 25 - Motociclo de Gottlieb Daimler e Wilhelm Maybach 1885

Fonte: https://images.cdn.yle.fi/image/upload//w_1199,h_817,f_auto,fl_lossy,q_auto:eco/13-3-7908760.jpg

fig. 26 - Ilustração do Triciclo elétrico de Gustav Trouvé

Fonte: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/a/a0/Capture_d%E2%80%99%C3%A9cran_2016-10-14_%C3%A0_21.26.28.png/220px-Capture_d%E2%80%99%C3%A9cran_2016-10-14_%C3%A0_21.26.28.png

fig. 27 - Desenho de Ogden Bolton Jr. 1895

Fonte: <https://cyclehistory.wordpress.com/2015/04/29/cycling-patents-of-yesteryear-no-5-ogden-bolton-jrs-electrical-bicycle-1895>

fig. 28 - Ilustrações do velocípede elétrico Libbey 1897

Fonte: <https://electric-bike-store.co.uk/images/postspics/ebike-history.jpg>

fig. 29 - Tandem elétrico desenvolvido pela Hamber 1897

Fonte: https://miro.medium.com/max/1920/0*0TldC4hqNJXRpkK6.jpg

fig. 30 - Sistema de tração por fricção de John Schnepf 1899

Fonte: <https://i2.wp.com/www.electricbike.com/wp-content/uploads/2013/11/Patent6.png?resize=609%2C803&ssl=1>

fig. 31 - Velocípede elétrico Philips Simplex 1932

Fonte: <https://www.payszpz.ml/ProductDetail.aspx?iid=32237333&pr=72.99>

fig. 32 - Panasonic E-Bike 1975

Fonte: https://image.itmedia.co.jp/gg/articles/1110/12/_wk_111012pana02.jpg

fig. 33 - Sistema de motorização Hercules Eletra 1989

Fonte: <https://www.pedelecforum.de/forum/index.php?attachments/p3132553-jpg.10381/>

fig. 34 - Sanyo Enacle 1989

Fonte: <https://img.aucfree.com/g360888430.1.jpg>

fig. 35 - Protótipo de Michael Kutter em ensaio num modelo da marca Cannondale 1990

Fonte: http://www.twikeklub.ch/images/1_07_Velocity_classic_gelb_800.jpg

fig. 36 - Yamaha Electric Bike PAS 1993

Fonte: https://global.yamaha-motor.com/design_technology/technology/electronic/005/img/mainimg.jpg

fig. 37 - Cargo-Bike Riese & Müller Load 60 Touring HS

Fonte: <https://fahrrad.vitbikes.de/hosted/images/25/c931c86dd74add88afb86a7169aa16/Load60-frei-16-9.png>

fig. 38 - Representação da evolução estética dos velocípedes elétricos

Fonte: imagem de autor

- fig. 39 - Specialized Turbo Vado SL 4.0**
Fonte: https://www.lenamotos.pt/wp-content/uploads/2020/05/93920-32_VADO-SL-50-EQ-BRSH-BLKREFL_HERO.jpg
- fig. 40 - Detalhe entrada tomada de carregamento**
Fonte: imagem de autor
- fig. 41 - Detalhe do indicador de bateria incorporado no quadro e do seletor de modos de condução no lado esquerdo do guiador**
Fonte: <https://s7d5.scene7.com/is/image/>
- fig. 42 - Specialized Turbo Levo Hardtail 29**
Fonte: <https://www.cyclesolutions.co.uk/images/264064289563-3.jpg>
- fig. 43 - Detalhe da Bateria montada no quadro**
Fonte: imagem de autor
- fig. 44 - Controlador com botão de auxílio**
Fonte: imagem de autor
- fig. 45 - App Mobile Mission Control em contexto de uso**
Fonte: <https://media.flowmountainbike.com/wp-content/uploads/2020/02/07092737/Specialized-Mission-Control-App-06854.jpg>
- fig. 46 - Audi E-Bike Concept**
Fonte: <https://1.bp.blogspot.com/-Hpj665i4bjg/T7ZdLi7xfGI/AAAAAAAAA7A/u5-qwT8uHqA/s1600/Audi-e-bike-Worthersee-Concept-02.jpg>
- fig. 47 - Peugeot AE21 Hybrid Bike**
Fonte: <https://www.carbodydesign.com/media/2013/07/Peugeot-AE21-Hybrid-Bike-01-720x540.jpg>
- fig. 48 - E-Bike GasGas EC 11.0**
Fonte: https://www.ruedasgordas.es/uploads/images/image-bicicleta_electrica_gasgas_enduro_cross.jpg
- fig. 49 - Xiaomi QI Cycle XL**
Fonte: <https://www.india.com/wp-content/uploads/2016/12/xiaomi-mijia-qicycle-folding-electric-bike-006.jpg>
- fig. 50 - Esquema de representativo da Categoria L1e**
Fonte: imagem do autor
- fig. 51 - Exemplo de Trotinete elétrica**
Fonte: <https://digitirso.com/image/cache/data/products/w-530-530-articles-25-256789-cecotec-bongo-serie-a-advance-connected-max-patinete-electrico-3958746b-fd6a-4760-bb0e-17eb4d8d7503-550x550.jpg>
- fig. 52 - Exemplo de Scooter elétrica com sistema de pedais**
Fonte: https://www.motoccs.com/fileuploads/Produtos/SCOOTERS/Vortex/Bicicletas%20El%C3%A9ctricas/_motoccs_motas_botas_capacetes_aceleras_vespas_vortex_goose_two.jpg
- fig. 53 - Gráfico visual dos mercados de maior dimensão fornecido pela Mordor Intelligence (2019)**
Fonte: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/bicycle-market>
- fig. 54 - Valores de crescimento de mercado das E-bike no período 2012-2018, dados fornecidos em Portugal Bike Value**
Fonte: <https://portugalbikevalue.pt/0/pt/dados-estatisticos/>
- fig. 55 - Lógotipo do projeto Portugal Bike Value criado pela ABIMOTA LEA**
Fonte: <https://www.abimota.org/images/logoPBV.jpg>
- fig. 56 - Visita à exposição Bicicleta Motorizada - Águeda e a democratização da mobilidade individual, da curadoria de Emanuel Barbosa**
Fonte: imagem de autor
- fig. 57 - Modelo desenvolvido pela Órbita para o Sistema de Bike-Sharing Gira promovido pela EMEL para a Cidade de Lisboa**
Fonte: <https://www.gira-bicicletasdelisboa.pt/wp-content/themes/gira/resources/assets/images/>

- fig. 58 - Modelo BEEQ C800 TREKKING apresentado em julho de 2020**
Fonte: <https://de.beeq-bicycles.com/home>
- fig. 59 - Mapa conceptual do utilizador desenvolvido para o projeto**
Fonte: imagem do autor
- fig. 60 - Cenário de utilização desenvolvido para o projeto**
Fonte: imagem do autor
- fig. 61 - Matiz de posicionamento por tipologia para o projeto**
Fonte: imagem do autor
- fig. 62 - Tipologia desconstruída da E-bike Convencional**
Fonte: imagem do autor
- fig. 63 - Posicionamento de utilização desenhado para o conceito**
Fonte: imagem do autor
- fig. 64 - Exemplificação da aproximação do conceito aos motociclos**
Fonte: imagem do autor
- fig. 65 - Exemplificação do cruzamento entre tipologias**
Fonte: imagem do autor
- fig. 66 - Esquema de ideias base para o conceito**
Fonte: imagem do autor
- fig. 67 - Esboços de exploração de conceito**
Fonte: imagem do autor
- fig. 68 - Esboços de detalhe do conceito**
Fonte: imagem do autor
- fig. 69 - Casal Futurmatic**
Fonte: imagem do autor
- fig. 69 - Esboços de experimentação com a biónica**
Fonte: imagem do autor
- fig. 71 - Esboços de evolução do conceito**
Fonte: imagem do autor
- fig. 72 - Esboços de refinamento da forma**
Fonte: imagem do autor
- fig. 73 - Esboços da forma com cor e texturas**
Fonte: imagem do autor
- fig. 74 - Esboços de representação das capacidades**
Fonte: imagem do autor
- fig. 75 - Ilustração do conceito apresentado na reunião com a Abimota Lea**
Fonte: imagem do autor
- fig. 76 - Apontamentos da retirados da reunião**
Fonte: imagem do autor
- fig. 77 - Esboço primário sobre o conceito reformulado**
Fonte: imagem do autor

fig. 78 - Visão macro da estratégia realizada para o conceito reformulado

Fonte: imagem do autor

fig. 79 - Primeiros esboços para o novo conceito

Fonte: imagem do autor

fig. 80 - Esboços de detalhe do quadro desenhado para o conceito

Fonte: imagem do autor

fig. 81 - Evolução do conceito até ao quadro final

Fonte: imagem do autor

fig. 82 - Evolução do espaço de cargo e da mochila

Fonte: imagem do autor

fig. 83 - Ilustração do wheelbase, caster angle e trail

Fonte: imagem do autor

fig. 84 - Influência da posição da caixa de direção no trail

Fonte: imagem do autor

fig. 85 - Variação do caster angle e o seu resultado num offset positivo e negativo

Fonte: imagem do autor

fig. 86 - Efeito do trail no comportamento em curva

Fonte: imagem do autor

fig. 87 - Influência do posicionamento do centro de gravidade na força centrífuga em curva

Fonte: imagem do autor

fig. 88 - Representação do momento de Pitch

Fonte: imagem do autor

fig. 89 - Representação do momento de Roll

Fonte: imagem do autor

fig. 90 - Representação do momento de Yaw

Fonte: imagem do autor

fig. 91 - Tamanho de quadros tendo em conta o tamanho do utilizador europeu

Fonte: imagem do autor

fig. 92 - Representação da vista frontal e lateral do utilizador do sexo masculino pertencente ao percentil 50 dos Países Baixos

Fonte: imagem do autor

fig. 93 - Gráfico de esforços biomecânicos do utilizador, *Bike Ergonomics for All People, 2012*

Fonte: http://www.junik-hpv.de/assets/download/Bike_Ergonomics_for_All_People.pdf

fig. 94 - Representação da postura nas diferentes posições de utilização, *Bike Ergonomics for All People, 2012*

Fonte: http://www.junik-hpv.de/assets/download/Bike_Ergonomics_for_All_People.pdf

fig. 95 - Representação da postura inicial à esquerda da imagem e 5 minutos depois à direita da imagem, *Bike Ergonomics for All People, 2012*

Fonte: http://www.junik-hpv.de/assets/download/Bike_Ergonomics_for_All_People.pdf

- fig. 96 - Gráfico de prioridades na performance do veículo, *Bike Fit*, 2014**
Fonte: http://www.junik-hpv.de/assets/download/Bike_Ergonomics_for_All_People.pdf
- fig. 97 - Representação da posição All Purpose Travelling Bike e os respetivos ângulos para uma correta postura, *Bike Fit*, 2014**
Fonte: http://www.junik-hpv.de/assets/download/Bike_Ergonomics_for_All_People.pdf
- fig. 98 - Representação das restrições dimensionais iniciais**
Fonte: imagem do autor
- fig. 99 - Visualização da posição de descanso com o velocípede imobilizado**
Fonte: imagem do autor
- fig. 100 - Visualização da posição do utilizador em posição marcha no velocípede**
Fonte: imagem do autor
- fig. 101 - Valores de referência para o desenvolvimento do produto final**
Fonte: imagem do autor
- fig. 102 - Desenho de detalhe do conceito proposto**
Fonte: imagem do autor
- fig. 103 - Desenho exemplificativo do conceito para o quadro**
Fonte: imagem do autor
- fig. 104 - Evolução do modelo 3D do produto final**
Fonte: imagem do autor
- fig. 105 - Exemplificação da especificação do tipo de alumínio**
Fonte: imagem do autor
- fig. 106 - Molde aberto com o tubo preparado para ser hidroformado**
Fonte: <https://i1.wp.com/americanhydroformers.com/wp-content/uploads/2014/06/hydrostep1.jpg?fit=600%2C365&ssl=1>
- fig. 107 - Molde fechado realizando o processo de hidroformagem**
Fonte: <https://i1.wp.com/americanhydroformers.com/wp-content/uploads/2014/06/hydrostep1.jpg?fit=600%2C365&ssl=1>
- fig. 108 - Exemplo de peças hidroformadas**
Fonte: <https://cdn.thomasnet.com/insights-images/f02bd359-e732-4571-b641-f8e5dd50ec06/750px.png>
- fig. 109 - Exemplo do funcionamento geral do processo de Solda por TIG**
Fonte: <https://metalrio.com.br/wp-content/uploads/2020/01/processo-solda-tig.jpg>
- fig. 110 - Elementos do quadro prontos para a montagem final.**
Fonte: imagem do autor
- fig. 111 - Robot de Soldadura Automatizado**
Fonte: <https://www.directindustry.com/pt/prod/fanuc-europe-corporation/product-32007-1499653.html>
- fig. 112 - Exemplo de gabarit**
Fonte: <https://projetechns.com.br/cases/dispositivos-de-montagem-e-solda.html>

fig. 113 - Exemplo do resultado da hidrofomação e acabamento das peças

Fonte: imagem do autor

fig. 114 - Visualização de metade do quadro fabricado

Fonte: imagem do autor

fig. 115 - Visualização do quadro finalizado após o processo de solda

Fonte: imagem do autor

fig. 116 - Quadro com diferentes acabamentos de cor

Fonte: imagem do autor

fig. 117 - Exemplo de tecnologia RTM (Resin Transfer Molding)

Fonte: <https://www.nal.res.in/en/techniques/resin-transfer-moulding-processes>

fig. 118 - Autoclave

Fonte: <http://portuguese.aac-autoclave.com/sale-1116454-high-temperature-laminated-glass-autoclave-safety-in-automotive-industrial.html>

fig. 119 - Componentes do conceito produzidos em material compósito

Fonte: imagem do autor

fig. 120 - Exemplo das capacidades do Airbump

Fonte: <https://www.caradisiac.com/future-citroen-c3-avec-protection-laterale-airbump-107195.htm>

fig. 121 - Exemplo do tecido fotovoltaico

Fonte: <http://bandfabrics.com/fabric/novelty-photovoltaic-cotton-blend-faille>

fig. 122 - Vista explodida da mochila

Fonte: imagem do autor

fig. 123 - Interior com capacidade máxima

Fonte: imagem do autor

fig. 124 - Interior com divisória

Fonte: imagem do autor

fig. 125 - Visualização da mochila

Fonte: imagem do autor

fig. 126 - Exemplos Sistema de engate

Fonte: imagem do autor

fig. 127 - Mochila em utilização noturna

Fonte: imagem do autor

fig. 128 - Motor Bosch Performance Line CX (MY20)

Fonte: <https://www.bosch-ebike.com/en/products/performance-line-cx/>

fig. 129 - Motor Bosch Performance Line Speed (MY20)

Fonte: <https://ebike-mtb.com/en/bosch-cargo-line-performance-cruise-speed-2020/>

fig. 130 - Baterias Bosch PowerTube 500 Dual Battery

Fonte: <https://www.bosch-ebike.com/de/vorlage-c-sprachen/vorlage-englisch/products/batteries/>

fig. 131 - Painel de Controlo Bosch Nyon

Fonte: <https://www.e-bikelovers.com/e-bike-portugal/acessorios/displays-motores/display-bosch-nyon/>

fig. 132 - Painel de controlo desenhado e respetiva interface

Fonte: imagem do autor

fig. 133 - Carregador Fast Charger Bosch

Fonte: <https://www.bike24.com/p2364185.html>

fig. 134 - Adaptação dos carregadores a marca, na versão wallbox e carregador portátil

Fonte: imagem do autor

fig. 135 - RockShox RS1

Fonte: <https://esmtb.com/horquilla-rockshox-rs1-xc/>

fig. 136 - Rodi TRYP 35 29er/32H

Fonte: <https://cycling.rodi.pt/product/rodas/tryp-35-3/>

fig. 137 - Shimano BR-MT200

Fonte: <https://cdn.bike24.net/i/mb/05/b9/39/369680-00-d-797906.jpg>

fig. 138 - Conjunto pedaleira Miranda Bike Parts numa motorização Bosch

Fonte: <https://mirandabikeparts.com/en/products/ebike-parts/>

fig. 139 - Câmera instalada na frente do velocípede

Fonte: imagem do autor

fig. 140 - Câmera instalada na traseira do velocípede

Fonte: imagem do autor

fig. 141 - Detalhe porta USB instalada no Painel de Controlo

Fonte: imagem do autor

fig. 142 - Tomada adaptador de corrente

Fonte: imagem do autor

fig. 143 - ROOT App

Fonte: imagem do autor

fig. 144 - Esquema de localização de componentes eletrônicos

Fonte: imagem do autor

fig. 145 - CAD 3D do velocípede elétrico

Fonte: imagem do autor

fig. 146 - Dimensões gerais e ciclística para a e-bike e speedbike

Fonte: imagem do autor

fig. 147 - Dimensões gerais da mochila desenvolvida para a e-bike e speedbike

Fonte: imagem do autor

fig. 148 - Simulação da interação do velocípede elétrico com o utilizador

Fonte: imagem do autor

fig. 149 - Simulação de utilização do velocípede elétrico com posturas dinâmicas

Fonte: imagem do autor

- fig. 150 - Exemplificação da utilização da mochila**
Fonte: imagem do autor
- fig. 151 - Renderização da gama completa de E-Bike e Speedbike**
Fonte: imagem do autor
- fig. 152 - Renderização de vista de detalhe do produto**
Fonte: imagem do autor
- fig. 153 - Visualização da parte frontal do veículo**
Fonte: imagem do autor
- fig. 154 - Vista lateral da e-bike e speedbike**
Fonte: imagem do autor
- fig. 155 - Possibilidade de modelo disponível em cor branco**
Fonte: imagem do autor
- fig. 156 - Possibilidade de modelo disponível em cor creme**
Fonte: imagem do autor
- fig. 157 - Possibilidade de modelo disponível em cor azul**
Fonte: imagem do autor
- fig. 158 - Possibilidade de modelo disponível em cor preta**
Fonte: imagem do autor
- fig. 159 - Visualização dos veículos com e sem a mochila**
Fonte: imagem do autor
- fig. 160 - Visualização do conjunto em interação com o utilizador**
Fonte: imagem do autor
- fig. 161 - Visualização do utilizador a transportar o seu computador portátil**
Fonte: imagem do autor
- fig. 162 - Visualização da utilização do bolso superior da mochila com um smartphone guardado e o adaptador portátil**
Fonte: imagem do autor
- fig. 163 - Visualização do transporte de elementos que ultrapassam as dimensões da mochila**
Fonte: imagem do autor
- fig. 164 - Iluminação em contexto noturno na e-bike e speedbike**
Fonte: imagem do autor
- fig. 165 - Visualização do refletor traseiro superior e mochila**
Fonte: imagem do autor
- fig. 166 - Visualização do refletor traseiro, piscas e câmara**
Fonte: imagem do autor
- fig. 167 - Visualização da iluminação frontal LED, piscas e câmara**
Fonte: imagem do autor
- fig. 168 - Visualização dos comandos do punho esquerdo**
Fonte: imagem do autor

fig. 169 - Vista do painel de controlo

Fonte: imagem do autor

fig. 170 - Visualização dos comandos do punho direito

Fonte: imagem do autor

fig. 171 - EB-ROOT em contexto de utilização citadina

Fonte: imagem do autor

fig. 172 - Interação do utilizador com a aplicação ROOT

Fonte: imagem do autor

fig. 173 - Wallbox ROOT para carregamento das baterias ou diretamente ao veículo

Fonte: imagem do autor

fig. 174 - Entrada de carregamento das baterias

Fonte: imagem do autor

fig. 175 - Utilização do transformador para fornecer energia aos dispositivos móveis

Fonte: imagem do autor

fig. 176 - Contexto de utilização da ROOT para carregar o computador

Fonte: imagem do autor

fig. 177 - EB-ROOT em contexto de apresentação Off-Road

Fonte: imagem do autor

fig. 178 - EB-ROOT e SP-ROOT

Fonte: imagem do autor

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

Anexo 1 Interface da aplicação ROOT App



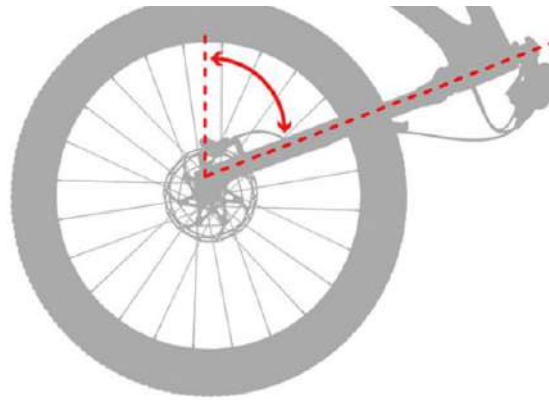
Interface da aplicação ROOT App

Anexo 2



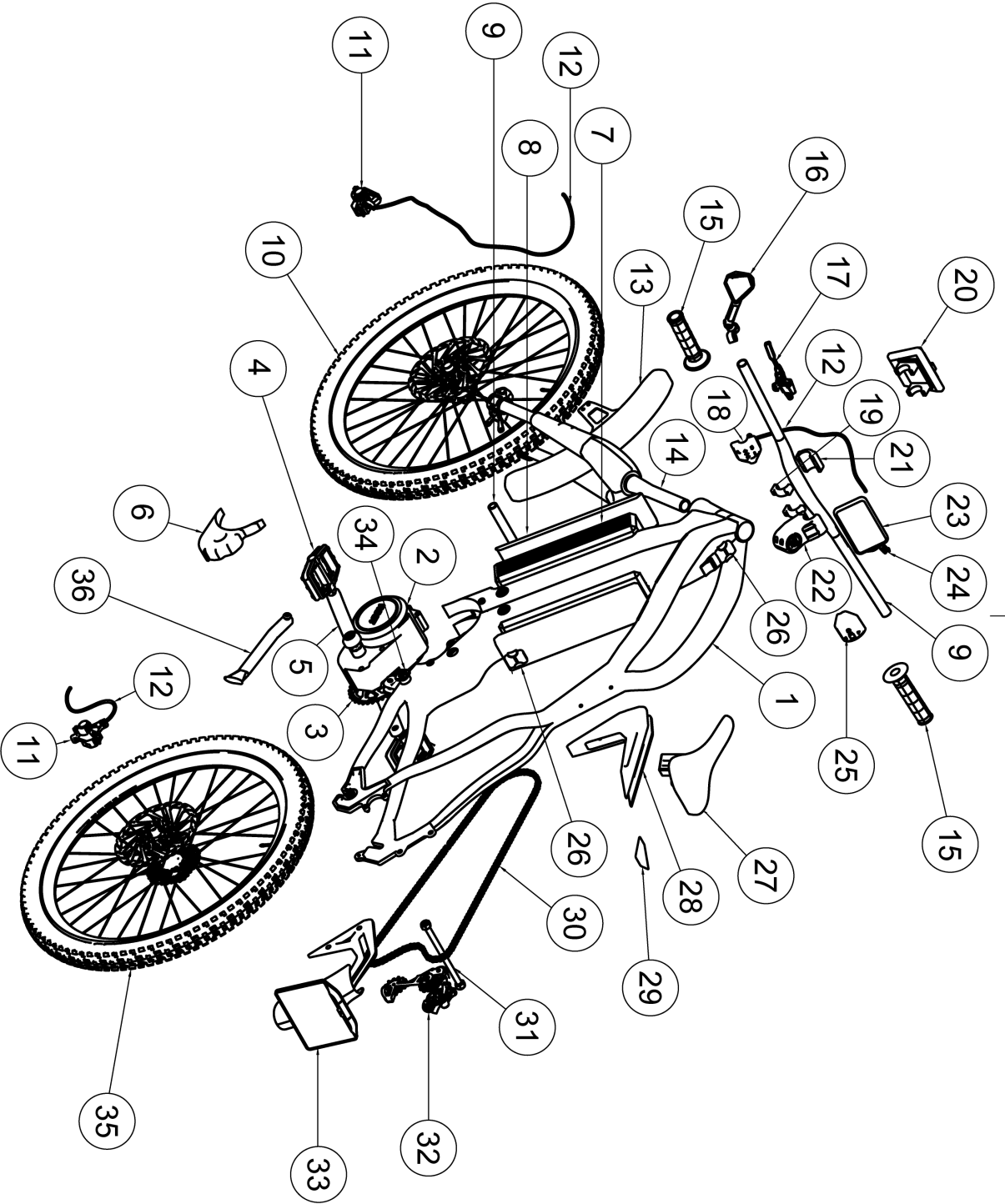
Anexo 3 Dimensões Caster Angle Specialized

Fonte: <https://www.specialized.com/pt/pt/turbo-levo-hardtail-comp/p/184391?color=299720-184391&searchText=95120-5201>



	XS	S	M	L
COMPRIMENTO DO CRANQUE	165mm	165mm	165mm	165mm
COMPRIMENTO DO AVANÇO	45mm	45mm	60mm	60mm
ESPIGÃO DE SELIM	350mm	350mm	380mm	400mm
SADOLE WIDTH	155mm	143mm	143mm	143mm
COMPRIMENTO DO GUIADOR	720mm	750mm	750mm	750mm
TUBO SUPERIOR, HORIZONTAL	566mm	574mm	606mm	631mm
REACH	385mm	400mm	420mm	440mm
DISTÂNCIA ENTRE EIXOS	1121mm	1140mm	1164mm	1190mm
STACK	596mm	607mm	616mm	630mm
COMPRIMENTO DA ESCORA INFERIOR	450mm	450mm	480mm	490mm
BB DROP	55mm	55mm	55mm	55mm
BB HEIGHT	308mm	308mm	308mm	308mm
ÂNGULO DO TUBO DE DIREÇÃO	67°	67°	67°	67°
COMPRIMENTO DO TUBO DE DIREÇÃO	100mm	110mm	100mm	115mm
ÂNGULO DO TUBO VERTICAL (EFECTIVO)	74°	74°	73°	73°
TUBO VERTICAL - CENTRO AO TOPO	390mm	394mm	434mm	470mm
FORK LENGTH - FULL	510mm	510mm	530mm	530mm
ALTURA DO TUBO HORIZONTAL AO SOLO	688mm	756mm	786mm	812mm

Anexo 4
Desenho de vista
explodida



Dept:	Technical reference	Created by	Approved by
		Carlos Pires	11/12/2020
		Document type	Sheet Size
			A3
		Title	Scale:
		EB-ROOT / SP-ROOT	1:10
		Lista de Componentes	Rev.
			Date of Issue
			Sheet
			1/2

ROOT

EB-ROOT / SP-ROOT
 Lista de Componentes

1:10

Rev. Date of Issue Sheet
 1/2

Parts List				
Item	Qty	Part Number	Description	Material
1	1	Quadro		Alumínio
2	1	Motor Elétrico	EB-Root - Bosch Performance Line CX SP-Root - Bosch Performance Line Speed	n.d.
3	1	Cramalhadeira de Ataque		Aço
4	2	Pedal		Alumínio
5	2	Pedaleira		Steel
6	1	Capa de proteção motor		ABS
7	2	Bateria	Bosch Powertube 500	n.d.
8	2	Tampa Bateria		Alumínio
9	1	Eixo Dianteiro		Steel
10	1	Conjunto Roda Dianteira	Tamanho 29'	n.d.
11	2	Piça de Travão	Sistema Shimano	n.d.
12	2	Mangueira hidráulica		n.d.
13	1	Guarda-Lamas Dianteiro		Compósito
14	1	Suspensão	RockShox RS1	n.d.
15	2	Punhos		n.d.
16	1	Espelho		n.d.
17	1	Manete esquerda	Sistema Shimano	n.d.
18	1	Controlador Esq.		n.d.
19	2	Braçadeira Suporte		Alumínio
20	1	Luminária Frontal		n.d.
21	1	Braçadeira Avanço		Alumínio
22	1	Avanço		Alumínio
23	1	Painel de Controlo		n.d.

24	1	Manete direita	Sistema Shimano	n.d.
25	1	Controlador Dir.		n.d.
26	3	Suporte Mochila		n.d.
27	1	Selim		n.d.
28	1	Suporte Selim		Compósito
29	1	Iluminação traseira		n.d.
30	1	Corrente		Steel
31	1	Eixo Traseiro		Steel
32	1	Desviador de mudanças	Sistema Shimano	n.d.
33	2	Guarda-Lamas Traseiro		Compósito
34	2	Tampa carregador		ABS
35	1	Conjunto Roda Traseira	Tamanho 29'	n.d.
36	1	Descanso		n.d.

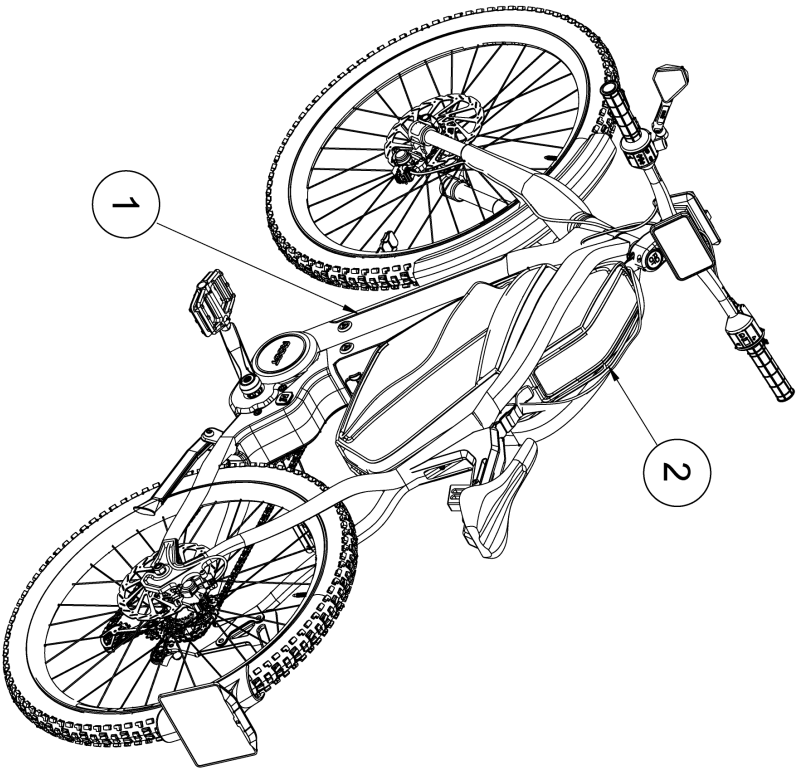
Anexo 5

Desenho de vista explodida

Dept.	Technical reference	Created by Carlos Pires	11/12/2020	Approved by
		Document type		Sheet Size A3
	ROOT	Title	EB-ROOT / SP-ROOT Lista de Componentes	Scale: 1:10
		Rev.	Date of issue	Sheet 2/2

Anexo 6

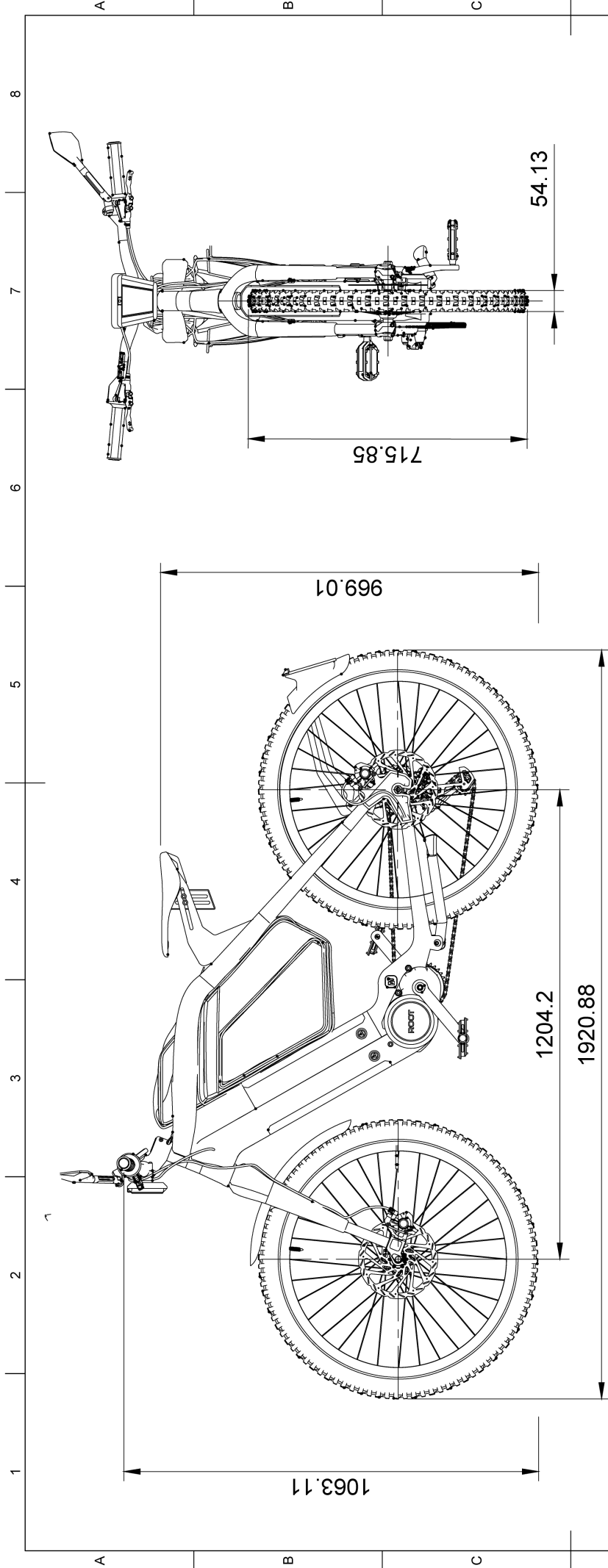
Desenho de representação de conjunto



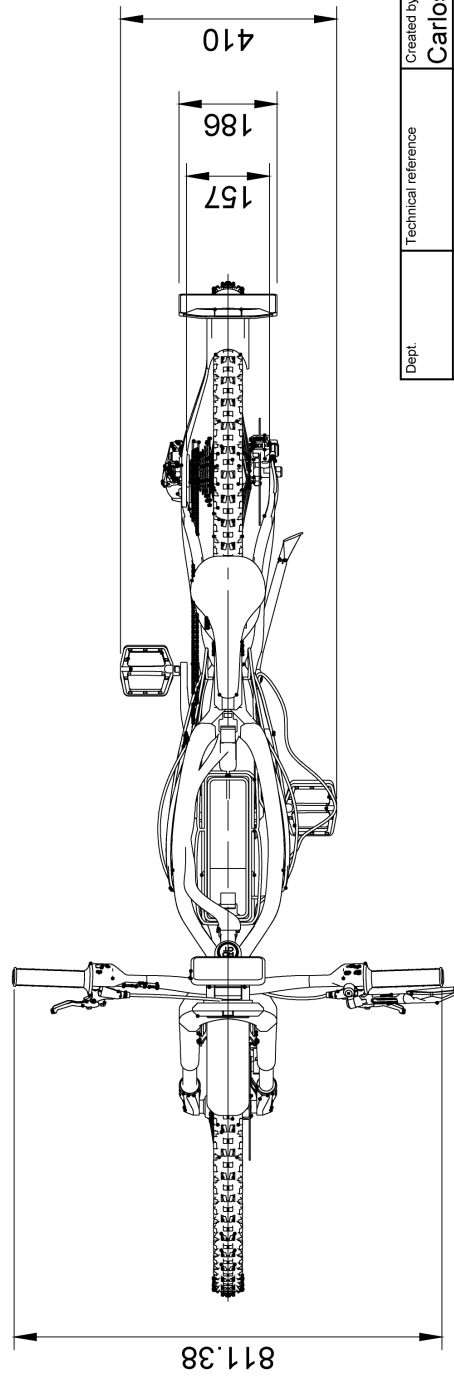
Parts	
1	E-Bike/Speedbike ROOT
2	Mochila

Dept:	Technical reference	Created by	Approved by
		Carlos Pires	
		11/12/2020	
		Document type	Sheet Size
			A3
		Title	Scale
		EB-ROOT / SP-ROOT	1:10
		Rev.	Date of issue
		Sheet	1/3

ROOT



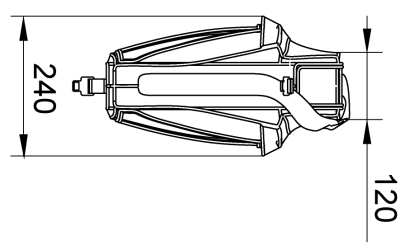
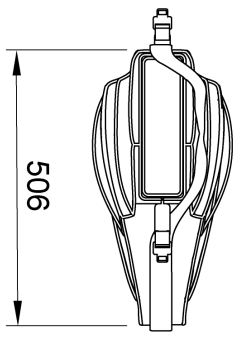
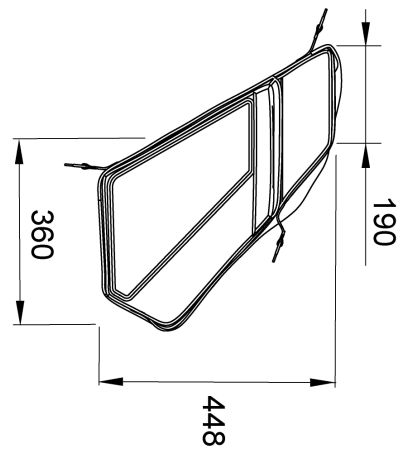
Anexo 7
Desenho técnico
dimensões gerais



Dept.	Technical reference	Created by Carlos Pires	Approved by 11/12/2020
ROOT		Document type	Sheet Size A3
		Title EB-ROOT / SP-ROOT	Scale 1:10
		Rev.	Date of issue
		Sheet 2/3	

1 2 3 4 5 6 7 8

A B C D E F



Anexo 8
Desenho técnico
dimensões gerais

Dept	Technical reference	Created by	Approved by	Rev.	Date of issue	Sheet
		Carlos Pires				3/3
ROOT		Document type	11/11/2020			
		Title	Mochila	Scale	1:10	
		Sheet Size	A3			

A B C D E F

Esta página foi intencionalmente deixada em branco