



UrbanB

Mobilidade Urbana: A Bicicleta como Meio de Transporte Diário

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Design Industrial

Ricardo Jorge Perdigão da Silva

Orientador: Professor Doutor José Luís Soares Esteves

Porto, Setembro 2012

U. PORTO
FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

Mobilidade Urbana: A Bicicleta como Meio de Transporte Diário

Ricardo Jorge Perdigão da Silva

Orientador: Professor Doutor José Luís Soares Esteves

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Em parceria com a

Escola Superior de Arte e Design

Departamento de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial

Tese de Mestrado para obtenção do Grau de Mestre em Design Industrial

Porto 2012

Agradecimentos

Em primeiro lugar, desejo agradecer a todas as pessoas que, ao longo deste trabalho, de forma direta ou indireta, proporcionaram as condições que me possibilitaram o desenvolvimento deste trabalho, e permitiram que este projeto se tornasse realidade.

O meu grande agradecimento ao Professor Doutor José Luís Soares Esteves, pelo acompanhamento prestado ao longo de todas as fases do processo de elaboração desta dissertação, pela sua disponibilidade permanente e pela valiosa ajuda com a contribuição de ideias e diferentes abordagens aos problemas, resultantes em soluções inovadoras para o projeto.

Aos meus pais, que desde início sempre me incentivaram e motivaram com os seus conselhos e opiniões de forma a levar avante este trabalho.

À minha namorada que desde sempre se manteve ao meu lado, disponível para o que fosse necessário, por dar sempre o seu parecer, força e incentivo diariamente de forma a eu concluir a dissertação.

Índice

AGRADECIMENTOS	2
ÍNDICE	3
ÍNDICE DE FIGURAS	6
LISTA DE TABELAS	12
ABSTRACT	13
RESUMO	14
1. PREFÁCIO	15
2. MOBILIDADE URBANA	16
2.1. Combustíveis alternativos	20
2.1.1. Gás Natural.....	20
2.1.2. Veículos a Hidrogénio (pilha de combustível)	22
2.1.3. Veículos elétricos.....	23
2.1.4. Veículos a Biodiesel	24
2.2. Os princípios para uma mobilidade urbana sustentável	25
3. A BICICLETA NA SOCIEDADE	27
3.1. Ciclovias e Percursos Pedestres.....	28
3.2. A Bicicleta como meio de transporte diário	28
3.3. Os benefícios associados ao uso da bicicleta.....	29
3.4. Os fatores que influenciam o uso da bicicleta	30
3.5. Princípios estratégicos para a implementação de uma rede para ciclistas	31
3.5.1. Dimensionamentos	33
3.5.1.1. Características gerais do ciclista.....	33
3.5.1.2. Espaço mínimo para a circulação do ciclista	34
3.5.2. Medidas de apoio aos ciclistas	34
3.5.2.1. Espaços Partilhados.....	34
3.5.2.2. Espaços independentes.....	36
3.6. Medidas de promoção do uso da bicicleta	37

3.7. Uma visão geral sobre as bicicletas	39
3.8. A realidade da bicicleta como meio de transporte	41
4. A BICICLETA DESDOBRÁVEL.....	43
4.1. História	44
4.2. Tamanhos e dimensões	66
4.3. Performance	67
4.4. Utilidade	68
4.5. Sistemas de desdobramento	69
5. TECNOLOGIAS DE TRANSMISSÃO.....	74
5.1. Sistema de corrente.....	74
5.2. Sistema de correia de borracha.....	74
5.3. Sistema por veio de transmissão.....	75
6 ETAPAS DO DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO	77
6.1 Definição da missão.....	77
6.1.1 Descrição do produto	77
6.1.2 Objetivos chave do produto	77
6.1.3 Pressupostos e constrangimentos.....	77
6.1.4 Mercado primário	78
6.1.5 Mercado secundário.....	78
6.1.6 Partes interessadas	78
6.2 Identificação das necessidades.....	78
6.3 Análise de Benchmarking	93
7. PROPOSTA.....	95
7.1 Conceito.....	95
7.2 Produto final	99
7.2.1 Sistema de desdobramento	104
7.2.1.1. Montagem do sistema de desdobramento.....	108
7.3 Processo de desdobramento.....	109
7.4 Portabilidade e arrumação	112

7.5 Dimensões da Bicicleta	115
8. CONCLUSÕES.....	117
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	119

Índice de Figuras

- Figura 1.** Emissões de gases provenientes do trânsito automóvel [3]. **Pág.16**
- Figura 2.** Transporte ferroviário [5]. **Pág.18**
- Figura 3.** Crescimento das estradas em Portugal [7]. **Pág.19**
- Figura 4.** Locais destinados a pessoas de mobilidade reduzida [8]. **Pág.20**
- Figura 5.** Autocarro movido a gás natural [12]. **Pág.21**
- Figura 6.** Logotipo do projeto “CUTE” [16]. **Pág.23**
- Figura 7.** Veículo elétrico Renault Twizy [17]. **Pág.24**
- Figura 8.** Combustível obtido a partir de óleos vegetais: Biodiesel [19]. **Pág.25**
- Figura 9.** Via destinada ao uso de velocípedes [22]. **Pág.28**
- Figura 10.** Dimensionamento do espaço de ocupação do ciclista [30]. **Pág.33**
- Figura 11.** Espaço partilhado por veículo e ciclista [31]. **Pág.35**
- Figura 12.** Vias com largura adicional destinadas a ciclistas [31]. **Pág.35**
- Figura 13.** Aproveitamento das bermas [31]. **Pág.36**
- Figura 14.** Pista para ciclistas [30]. **Pág.37**
- Figura 15.** Medidas de apoio aos ciclistas [30]. **Pág.38**
- Figura 16.** Transporte de bicicletas nos transportes públicos [30]. **Pág.38**
- Figura 17.** Transporte de bicicletas nos transportes públicos [30]. **Pág.39**
- Figura 18.** Evolução da bicicleta com linhas contemporâneas [34]. **Pág.40**
- Figura 19.** Roubo de bicicletas nos locais de estacionamento [35]. **Pág.42**
- Figura 20.** Roubo dos componentes da bicicleta [36]. **Pág.42**
- Figura 21.** Bicicleta Celerifere da autoria de Mede de Sivrac em 1790 [37]. **Pág.44**

- Figura 22.** Bicicleta Draisienne da autoria de Karl Von Drais em 1818 [38]. **Pág.45**
- Figura 23.** Bicicleta Velocipede da autoria dos irmãos Michaux em 1860 [39]. **Pág.45**
- Figura 24.** Bicicleta “Safety Bike” de 1885 [40]. **Pág.46**
- Figura 25.** Bicicleta “Penny-Farthing” [40]. **Pág.46**
- Figura 26.** Bicicleta desdobrável de William Grout de 1878 [41]. **Pág.47**
- Figura 27** Desenhos da patente da bicicleta desdobrável de Emmit G. Latta em 1887 [40]. **Pág.48**
- Figura 28** Desenhos da patente da bicicleta desdobrável de Emmit G. Latta em 1887 [40]. **Pág.49**
- Figura 29.** Desenhos da patente da bicicleta desdobrável de Michael B. Ryan em 1893 [40]. **Pág.50**
- Figura 30.** Desenhos da patente da bicicleta desdobrável de Michael B. Ryan em 1893 [40]. **Pág.50**
- Figura 31.** Desenhos da patente da bicicleta desdobrável de Michael B. Ryan em 1893 [40]. **Pág.51**
- Figura 32.** Desenhos da patente da bicicleta desdobrável de Julien Simon e Dussault Victor [40]. **Pág.52**
- Figura 33.** Desenhos da patente inglesa da bicicleta desdobrável de Gérard [40]. **Pág.53**
- Figura 34.** Fotografia da bicicleta desdobrável de Gérard [40]. **Pág.54**
- Figura 35.** Ilustração datada de 1897 da autoria de Revue Suisse demonstrando os homens de Gérard durante as manobras militares com a bicicleta desdobrável [40]. **Pág.54**
- Figura 36.** Desenhos da patente da bicicleta desdobrável de Faun [42]. **Pág.55**
- Figura 37.** Recorte do artigo publicado pelo New York Times referente à exibição de bicicletas desdobráveis militares [40]. **Pág.56**
- Figura 38.** Bicicleta desdobrável militar [40]. **Pág.56**
- Figura 39.** Versão feminina da bicicleta desdobrável [40]. **Pág.57**

- Figura 40.** Soldado a demonstrar a operação de dobrar a bicicleta [40].
Pág.57
- Figura 41.** Imagens da patente da bicicleta desdobrável de Michael B. Ryan [40]. **Pág.58**
- Figura 42.** Imagens da patente da bicicleta desdobrável de Michael B. Ryan [40]. **Pág.59**
- Figura 43.** Bicicleta desdobrável militar utilizada pelos para-quedistas [40].
Pág.60
- Figura 44.** Bicicleta Compax [40]. **Pág.60**
- Figura 45.** Bicicleta Compax desmontável em duas partes [40]. **Pág.61**
- Figura 46.** Imagem de um artigo sobre a bicicleta Le Petit-BI [40]. **Pág.61**
- Figura 47.** A bicicleta Le Petit-BI [40]. **Pág.62**
- Figura 48.** A bicicleta Moulton [40]. **Pág.62**
- Figura 49.** A bicicleta Raleigh Vinte Stowaway [40]. **Pág.63**
- Figura 50.** Imagem da bicicleta no catálogo Bickerton [40]. **Pág.64**
- Figura 51.** Bicicleta desdobrável Puch Pic-Nic [40]. **Pág.65**
- Figura 52.** Dr. Hon com a sua primeira bicicleta desdobrável: “Da Bike” [40].
Pág.65
- Figura 53.** Bicicleta “Dahon Limited Edition Mu XXV” produzida para celebrar os 25 anos da empresa [40]. **Pág.66**
- Figura 54.** Bicicleta “A-Bike” [43]. **Pág.69**
- Figura 55.** Pormenor da dobradiça da bicicleta “Dahon” [44]. **Pág.70**
- Figura 56.** Pormenor da alavanca de bloqueio da bicicleta “Dahon” [44].
Pág.70
- Figura 57.** Rebatimento do guiador da bicicleta “Dahon” [44]. **Pág.71**
- Figura 58.** Bicicleta “Genius” [45]. **Pág.72**
- Figura 59.** Desdobramento da bicicleta “Strida” [46]. **Pág.73**
- Figura 60.** Utilizador com bicicleta “Strida” [47]. **Pág.73**
- Figura 61.** Transmissão por corrente [48]. **Pág.74**

- Figura 62.** Transmissão por correia de borracha [49]. **Pág.75**
- Figura 63.** Transmissão por intermédio de um veio [50]. **Pág.76**
- Figura 64.** Cubo de engrenagens internas Shimano Nexus [51]. **Pág.76**
- Figura 65.** Questionário on-line realizado entre o dia 1 de Abril de 2012 e o dia 10 de Agosto de 2012. **Pág.81**
- Figura 66.** Percentagem referente ao sexo dos inquiridos. **Pág.82**
- Figura 67.** Número de respostas por idade. **Pág.82**
- Figura 68.** Número de respostas referentes às habilitações literárias dos inquiridos. **Pág.83**
- Figura 69.** Número e percentagem de respostas referentes ao meio de transporte utilizado nas deslocações diárias. **Pág.84**
- Figura 70.** Número e percentagem de respostas referentes à distância da viagem. **Pág.85**
- Figura 71.** Número e percentagem de respostas referentes à duração da viagem. **Pág.85**
- Figura 72.** Percentagem de respostas referentes à quantidade de trânsito nas deslocações. **Pág.86**
- Figura 73.** Percentagem de respostas referentes ao tipo de percurso utilizado. **Pág.86**
- Figura 74.** Percentagem de respostas referentes à utilização da bicicleta desdobrável como meio de transporte citadino. **Pág.87**
- Figura 75.** Percentagem de respostas referentes ao grau de adequação da bicicleta desdobrável face aos percursos citadinos. **Pág.87**
- Figura 76.** Percentagem de respostas referentes à funcionalidade das bicicletas desdobráveis. **Pág.88**
- Figura 77.** Percentagem de respostas referentes à importância atribuída ao fator Ergonomia. **Pág.88**
- Figura 78.** Percentagem de respostas referentes à importância atribuída ao fator Capacidade de arrumação. **Pág.89**
- Figura 79.** Percentagem de respostas referentes à importância atribuída ao fator Conforto. **Pág.89**

- Figura 80.** Percentagem de respostas referentes à importância atribuída ao fator Portabilidade. **Pág.90**
- Figura 81.** Percentagem de respostas referentes à importância atribuída ao fator Facilidade em dobrar. **Pág.91**
- Figura 82.** Percentagem de respostas referentes à importância atribuída ao fator Design. **Pág.91**
- Figura 83.** Desenho inicial referente ao tipo de rotação necessária para o desdobramento da bicicleta. **Pág.96**
- Figura 84.** Desenho elucidativo do posicionamento lado a lado de ambas as rodas. **Pág.96**
- Figura 85.** Desenho representativo dos mono-braços traseiro e dianteiro. **Pág.97**
- Figura 86.** Conceito de uma bicicleta desdobrável com roda de 24". **Pág.98**
- Figura 87.** Bicicleta com formas geométricas. **Pág.98**
- Figura 88.** Bicicleta com formas curvilíneas. **Pág.99**
- Figura 89.** Estudo final da bicicleta com formas curvilíneas. **Pág.99**
- Figura 90.** Bicicleta desdobrável "UrbanB": vista lateral. **Pág.100**
- Figura 91.** Bicicleta desdobrável "UrbanB": sistema de mono-braços. **Pág.101**
- Figura 92.** Bicicleta Cannondale Lefty com sistema mono-braço [52]. **Pág.102**
- Figura 93.** Sistema de fixação da roda no sistema de mono-braço [53]. **Pág.102**
- Figura 94.** Bicicleta desdobrável "UrbanB": Pormenor do travão de disco dianteiro. **Pág.103**
- Figura 95.** Bicicleta desdobrável "UrbanB": Pormenor do alojamento do veio de transmissão para a roda traseira. **Pág.103**
- Figura 96.** Bicicleta desdobrável "UrbanB": Pormenor do cubo traseiro onde se encontra o sistema de velocidades. **Pág.104**

- Figura 97.** Bicicleta desdobrável “UrbanB”: Pormenor do sistema de rosca utilizado para o desdobramento. **Pág.105**
- Figura 98.** Cálculos efetuados para se obter o ângulo da rosca utilizado no sistema de desdobramento. **Pág.106**
- Figura 99.** Bicicleta desdobrável “UrbanB”: Pormenor do botão de acionamento do sistema de desdobramento. **Pág.107**
- Figura 100.** Bicicleta desdobrável “UrbanB”: Pormenor da rampa para o deslize da cavilha de fixação. **Pág.108**
- Figura 101.** Bicicleta desdobrável “UrbanB”: Montagem do sistema de desdobramento. **Pág.109**
- Figura 102.** Bicicleta desdobrável “UrbanB”: Rebatimento do assento. **Pág.110**
- Figura 103.** Bicicleta desdobrável “UrbanB”: Rebatimento do guiador. **Pág.110**
- Figura 104.** Bicicleta desdobrável “UrbanB”: Rebatimento do guiador. **Pág.111**
- Figura 105.** Bicicleta desdobrável “UrbanB”: Processo de rotação. **Pág.111**
- Figura 106.** Bicicleta desdobrável “UrbanB”: Bicicleta no estado dobrado. **Pág.112**
- Figura 107.** Bicicleta desdobrável “UrbanB”: Modo de transportar. **Pág.113**
- Figura 108.** Bicicleta desdobrável “UrbanB”: Vista de topo. **Pág.114**
- Figura 109.** Bicicleta desdobrável “UrbanB”: Exemplificação da arrumação da bicicleta num espaço de trabalho. **Pág.114**
- Figura 110.** Bicicleta desdobrável “UrbanB”: Dimensões gerais da bicicleta no estado aberto. **Pág.115**
- Figura 111.** Bicicleta desdobrável “UrbanB”: Dimensões gerais da bicicleta no estado dobrado. **Pág.116**

Lista de Tabelas

- Tabela 1.** Tabela das necessidades e graus de importância. **Pág.92**
- Tabela 2.** Tabela de interpretação das métricas e graus de importância. **Pág.92**
- Tabela 3.** Tabela da relação das necessidades com as métricas. **Pág.93**
- Tabela 4.** Tabela de análise de Benchmarking de alguns produtos existentes. **Pág.94**

Abstract

The constant news regarding the increase of the hole in the ozone layer and appeals to the use of renewable and non-polluting energies, are increasing concerns that deserve attention from the society. It is essential to begin to change people's mentality and start looking for solutions to these problems.

The constant increase in the number of cars in big cities must stop, we must take measures that benefit not only the environment but also the health of the population.

This dissertation aims to help as response to these needs, through a research work on an effective mean of transportation for journeys within cities and that is environmentally friendly, the folding bike. This means of transport proves to be quite effective and versatile in travels home - work - home, being able to be combined with public transports due to its storage capacity.

The aim was then projecting a folding bike capable of meet these needs, emphasizing certain characteristics such as comfort, ease of use, portability, design, etc.

Resumo

As constantes notícias referentes ao aumento do buraco da camada de ozono e apelos à utilização das energias renováveis e não poluentes, são cada vez mais preocupações que merecem atenção por parte da sociedade. É fundamental começar de mudar a mentalidade das pessoas e começar a procurar soluções para estes problemas.

O constante aumento do número de automóveis nos grandes centros urbanos tem de parar, é preciso adotar medidas que beneficiem não só o meio ambiente, mas também a saúde da população.

Esta dissertação tem como objetivo ajudar na resposta a estas necessidades, através de um trabalho de investigação relativo a um meio de transporte eficaz nas deslocações dentro das cidades e que é amigo do ambiente, a bicicleta desdobrável. Este meio de transporte revela-se bastante eficaz e versátil em deslocações casa – trabalho – casa, sendo passível de ser combinado com transportes públicos devido á sua capacidade de arrumação.

O objetivo foi então projetar uma bicicleta desdobrável capaz de responder a estas necessidades, valorizando determinadas características como o conforto, facilidade de utilização, portabilidade, design, etc.

1. Prefácio

Este trabalho surge no âmbito da tese de dissertação do curso de Mestrado em Design Industrial pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto como forma de conclusão do referido curso. Desde logo prevaleceu a vontade de incluir neste trabalho uma componente prática, através da idealização de um produto, típica de um processo de Design Industrial, como resultado de uma reflexão e análise sobre problemáticas entretanto desenvolvidas numa componente mais teórica.

A escolha do tema a desenvolver está relacionada com o gosto e interesse pessoal neste mundo das bicicletas, bem como nas preocupações sobre temas da ecologia e meio ambiente.

Este tema foi resultante de uma prévia reflexão social que emerge nos dias de hoje, como é o caso da mobilidade sustentada. A importância do papel da bicicleta dentro desta problemática, bem como a minha própria paixão por este veículo de duas rodas, resultam numa abordagem a este tema que me seria próximo, aliciante e agradável de desenvolver.

Quando falamos em mobilidade urbana, rapidamente nos vem à ideia o caos do trânsito nas cidades, a dificuldade que é sentida muitas das vezes em conseguir chegar do ponto A ao ponto B. Ao aliar a bicicleta ao tema da mobilidade urbana, chega-se a uma solução quer a nível de deslocações, quer ao nível do contributo para o meio ambiente como para a saúde das pessoas.

Este trabalho pretende demonstrar os benefícios da utilização da bicicleta como meio de transporte diário, mais concretamente a bicicleta desdobrável, pela sua capacidade de arrumação e grande portabilidade.

De maneira a projetar uma bicicleta desdobrável que cumpra os requisitos de meio de transporte nos grandes centros urbanos, foi elaborado um questionário a um determinado grupo de pessoas de maneira a averiguar as necessidades e estabelecer um grupo de características essenciais à bicicleta.

O trabalho termina com a apresentação do projeto da bicicleta desdobrável, de todas as características e funcionalidades, bem como modo operacional da mesma, dando a conhecer todas as atributos que a diferenciam dos restantes modelos existentes no mercado, e acima de tudo, o que a tornam num veículo ideal e vocacionado para as deslocações urbanas.

2. Mobilidade Urbana

Muito se fala em mobilidade urbana e desde logo se pensa nos problemas gerados pelo excesso de veículos nas grandes metrópoles.

Mas afinal, do que se trata a mobilidade urbana? Quando numa cidade existem condições para mobilidade urbana, quer dizer que estão a ser reunidas as condições necessárias para o deslocamento fluido da população numa determinada área. Por outras palavras, ter mobilidade significa conseguir locomover de forma fácil nas suas deslocações diárias, quer seja de casa – trabalho – casa, ou então deslocações de lazer, ou para qualquer outro lugar que o cidadão tenha vontade ou necessidade de estar, independentemente do tipo de meio de transporte utilizado.

Os problemas relacionados com a mobilidade urbana são, hoje, uma das grandes preocupações dos cidadãos europeus.

Segundo os dados do Eurobarómetro (Comissão Europeia), 70% dos europeus estão agora cada vez mais preocupados com a qualidade do ar do que estavam em 1994 [1]. E a principal razão para essa preocupação no ambiente em que vivem é o tráfego rodoviário.

As principais questões que preocupam os cidadãos ao nível nacional, são também problemas ligados à mobilidade urbana. Segundo o "1º Inquérito Nacional sobre os Portugueses e o Ambiente", esses problemas que se agravaram nos últimos 10 anos, são o trânsito intenso, o ruído e a qualidade do ar (fumo dos escapes) [2].



Figura 1. Emissões de gases provenientes do trânsito automóvel [3].

Mesmo com todos estes problemas, o número de viaturas, principalmente nas vias urbanas, continua a crescer de forma considerável, causando assim mais ruído, mais poluição atmosférica, mais stress, e muitos outros fatores que reduzem a qualidade de vida de todos aqueles que vivem e frequentam as cidades.

O aumento do número de automóveis, do transporte rodoviário de mercadorias e do tráfego aéreo são os grandes causadores de emissão de Dióxido de Carbono (CO₂), que por sua vez constitui uma ameaça aos objetivos estabelecidos pela União Europeia (EU) no âmbito do Protocolo de Quioto, de redução de emissões de gases com efeito de estufa (GEE).

Ao longo dos últimos 20 anos, foram verificadas melhorias no que respeita às normas dos combustíveis automóveis, tendo feito reduzir a emissão de outros poluentes. A introdução de catalisadores nos veículos e as melhorias na qualidade dos combustíveis, levaram a uma redução significativa das emissões de Óxidos de Azoto (NO_x) provenientes de veículos de passageiros e de mercadorias. A eficiência ambiental dos automóveis novos também ajudou a esta melhoria, uma vez que os carros consomem menos combustível e são menos poluentes, comparativamente com os adquiridos há 15 anos atrás.

Apesar de tudo isto, em Portugal, os transportes rodoviários continuam a ser os principais responsáveis pela maioria das emissões de monóxido de carbono (CO), em cerca de 60%; apresentando a maior contribuição para as emissões de óxidos de azoto (NO_x), gases altamente tóxicos, (cerca de 45%) e participam significativamente nas emissões de dióxido de carbono (CO₂) [4].

Um dos problemas que se põe é o do aumento exponencial do número de automóveis particulares em circulação, pois este anula muitas das melhorias ambientais que se têm vindo a fazer. Enquanto que em 1980 havia um carro para cada quatro europeus, hoje a situação é diferente, havendo quase um automóvel para cada dois habitantes.

A circulação de elevado número de veículos não seria tão problemática se o seu uso fosse mais regrado, nomeadamente, com medidas de restrição, sobretudo no acesso aos grandes centros urbanos, medida esta que já é adotada em inúmeros países da Europa e agora também em Lisboa, onde é proibida a circulação de veículos sem catalisador na zona central de Lisboa.

Existe também quem coloque a questão de o crescimento do número de veículos automóveis particulares poder incentivar a expansão urbana e vice-versa. Isto devido, as pessoas percorrem distâncias cada vez maiores para as suas deslocações entre casa, o local de trabalho, os estabelecimentos comerciais, a escola e os centros de lazer. Como tal, de forma a dar resposta

aos novos problemas de tráfego, criam-se mais infraestruturas de transportes, nomeadamente autoestradas.

Em suma, a evolução dos últimos 20 anos apresenta um aumento de cerca de 70% da rede de autoestradas europeias, enquanto que os caminhos-de-ferro e as vias de transporte fluvial diminuíram 9%.

Se formos a comparar a situação entre os comboios e os carros particulares, a nível de comboios, a Alemanha lidera a rede ferroviária, com 26% da rede total europeia. De seguida encontra-se a França com 20% que possui a maior rede de ferrovias de alta velocidade (52% do total), seguida da Espanha, com 19%.



Figura 2. Transporte ferroviário [5].

Em contrapartida, na Grécia, a rede de autoestradas aumentou drasticamente (de 11 Km em 1970, para 470 km em 1996), e na Espanha (185 km para 7.747, no mesmo período). De facto, o automóvel é cada vez mais o meio de transporte eleito pelos europeus para efetuarem as suas deslocações para o emprego, tendo o Luxemburgo e a Itália atingido uma densidade automóvel maior do que os EUA.

Em Portugal, também se verifica um crescimento das estradas de ano para ano, tendo aumentado a rede de 587 km em 1994, para 1.252 km em 1998. Quanto ao número de veículos a circular, o crescimento é exponencial: em 12 anos (entre 1985 e 1997), o tráfego aumentou 390% (na Europa “dos 15”, em 12 anos, aumentou 140%) [6].

Especialistas apontam razões de vária ordem para este fenómeno, nomeadamente, ligadas à melhoria do nível económico; ao “status” social que é atribuído à posse de um carro; ao desinvestimento nos transportes públicos nas últimas décadas, com ênfase nas regiões interiores, entre outras.



Figura 3. Crescimento das estradas em Portugal [7].

Relativamente aos caminhos-de-ferro portugueses, que têm um século e meio de existência, estes estão cada vez mais reduzidos a dois eixos principais, o de Braga - Lisboa e a ligação da Beira Alta à Europa, sendo que as linhas do sul têm um carácter simplesmente regional.

A estratégia para um desenvolvimento sustentável passa assim, cada vez mais, pela otimização do sistema de transportes públicos e pelo incentivo de fontes de energia alternativa como combustível automóvel. A nível europeu, os objetivos de fontes de energia alternativas no consumo total de combustível para os transportes centra-se no aumento da quota para 7% até 2010 e 20% até 2020.

Mesmo com os incentivos da promoção dos combustíveis alternativos para os veículos (como, por exemplo, eletricidade, gás natural, células combustíveis e biocombustíveis), o seu peso no mercado ainda é diminuto.

No que confere à adesão dos portugueses aos transportes públicos, apenas uma percentagem da população (de 25% a 30%) admitem estar dispostos a adotar medidas para evitar o uso do carro nas suas deslocações diárias. Quando se fala num sistema urbano eficiente baseado na mobilidade e acessibilidade, está cada vez mais implícita a necessidade de garantir a todos os cidadãos, e de acordo com as suas necessidades, um modo de transporte rápido, barato, seguro, cómodo, intermodal e com stress reduzido [6].

Em conformidade dos métodos existentes em países como a Inglaterra e Holanda, este sistema passa pela combinação de transportes rodoviários, incluindo os públicos; de transportes ferroviários; do Metro; da bicicleta e da oferta de percursos pedestres.

A necessidade urgente de suprimir barreiras urbanísticas e arquitetónicas no nosso país, de maneira a permitir às pessoas com mobilidade reduzida o acesso a todos os sistemas e serviços da comunidade, tem juntado esforços de várias instituições a nível nacional.

Quanto aos princípios da Constituição Portuguesa, para além da igualdade, o direito à qualidade de vida, à educação, à cultura e ciência e à criação e fruição cultural, nela estão consagrados os direitos dos cidadãos com deficiência.



Figura 4. Locais destinados a pessoas de mobilidade reduzida [8].

Apenas com a eliminação de barreiras arquitetónicas, psicológicas e sociais poderá ser possível tornar as nossas cidades adequadas a todos os cidadãos, sem discriminações de qualquer natureza como a impossibilidade de frequentar locais públicos devido à falta de condições de acesso.

Ao abrigo do Decreto-Lei n.º 123/97, de 22 de Maio, foram criadas regras sobre o acesso e mobilidade dos edifícios e traçadas diretrizes em matéria de urbanismo, de forma a que possa permitir às pessoas com mobilidade reduzida o acesso total aos sistemas e serviços da comunidade [9].

2.1. Combustíveis alternativos

2.1.1. Gás Natural

O gás natural é uma mistura estável hidrocarbonetos leves encontrada no subsolo em que o constituinte principal é o Metano – CH_4 (83 a 99%). Trata-se de um combustível fóssil bastante mais limpo do que o petróleo e o carvão, e um dos combustíveis mais seguros: não é tóxico e é mais leve que o ar [10].

Como tal, as vantagens deste combustível para o sector dos transportes são várias, seja a nível económico, quer ambiental e de segurança, ou em termos de abundância deste recurso.

Em termos económicos, o gás natural custa cerca de 70% menos que o gasóleo, na base de um litro equivalente. Veículos a gás natural consomem um combustível limpo e que reduz a necessidade de manutenção no que diz respeito a trocas de óleo, por exemplo [11].



Figura 5. Autocarro movido a gás natural [12].

Sendo o gás natural o combustível fóssil menos poluente de todos, as vantagens ambientais diretas são várias. Diversas fontes indicam que as emissões de dióxido de carbono (CO_2) dos veículos a Gás Natural podem ser até 20% inferiores; as emissões de óxidos de azoto (NO_x) 40% inferiores; não emite dióxidos de enxofre (SO_x), e a sua contribuição para a formação de ozono troposférico é muito inferior. Além disso, o processo de transformação do metano em combustível é bastante menos exigente em termos energéticos comparativamente com o processo de transformação dos combustíveis convencionais derivados do petróleo. Assim, o gás natural é um combustível ambientalmente mais limpo, tanto ao nível de produção como do consumo [11].

Contrariamente ao que muita gente pensa, os veículos movidos a gás natural são tão ou mais seguros quanto os veículos que operam com combustíveis tradicionais como a gasolina. O gás natural, ao contrário dos combustíveis líquidos e do GPL, dissipa-se na atmosfera em caso de acidente, evitando-se os riscos de incêndio criados por poças de gasolina ou gasóleo no chão.

Quanto à abundância deste, o número de anos de consumo das reservas de gás natural é consideravelmente superior ao do petróleo. Há quem refira que mesmo depois de acabarem as reservas de petróleo recuperáveis do planeta ainda haverá gás natural disponível para mais 30 a 40 anos de consumo em todo o planeta.

Na ausência de uma rede de abastecimento convencional, tem vindo a ser usado preferencialmente em frotas cativas, com pouca exigência de autonomia e com abastecimento centralizado.

Uma grande desvantagem do gás face aos combustíveis tradicionais, relaciona-se com o facto de os reservatórios ocuparem 4 a 5 vezes mais espaço que os combustíveis tradicionais [13]. No caso dos autocarros, estes situam-se no tejadilho.

Diversos veículos a gás natural circulam já pelas nossas cidades. A Carris (Lisboa), por exemplo, tem ao seu serviço, desde Setembro de 2001, 20 autocarros de piso rebaixado, VOLVO B10L a gás natural comprimido, dispondo de motores de 244 cv (às 2000 r.p.m.), tendo em 2004, adquirido mais 20 autocarros a gás natural, no âmbito da renovação da sua frota.

2.1.2. Veículos a Hidrogénio (pilha de combustível)

Este elemento químico além de abundante, permite através de pilhas de combustível produzir eletricidade e retornar vapor de água, reduzindo desta forma a emissão de poluentes na produção de eletricidade. O rendimento é elevado, da ordem dos 50 a 60%, são silenciosas, não dispõem de órgãos mecânicos, o que faz reduzir os custos de manutenção, e também não produzem vibrações. O Hidrogénio, por outro lado, é praticamente inesgotável.

O princípio da pilha de combustível "fuel cell", baseia-se no processo eletroquímico que combina diretamente Hidrogénio com Oxigénio do ar, a uma temperatura da ordem dos 100°C, produzindo eletricidade e vapor de água [14].

A grande dificuldade deste processo é o facto de não se encontrar o hidrogénio isoladamente na natureza, pois encontra-se sempre combinado com outros elementos: oxigénio, carbono, etc. sob a forma de água, metanol, gasolina, ou gás natural. Portanto, o hidrogénio para ser obtido, tem de ser extraído. Este processo, embora mais eficiente que a combustão dos combustíveis fósseis liberta gases de efeito estufa, embora em menor quantidade.

Existem ainda muitos obstáculos quanto ao desenvolvimento desta tecnologia, que se relacionam com o custo de produção e armazenagem elevado; a pilha de combustível ainda tem um custo muito elevado, e o peso e volume por kw é ainda muito elevado; a autonomia do veículo é reduzida; bem como o custo do autocarro também elevado.

Em Portugal, as células de combustível ainda estão em fase de projeto, a nível dos Institutos de Investigação ou departamentos universitários, como o INETI (Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial), o IST (Instituto Superior Técnico) o INEGI (Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial) e a faculdade de Engenharia do Porto.

Um dos projetos com mais relevância nestas instituições foi o “Projeto CUTE” (Clean Urban Transport for Europe), em que o objetivo foi o desenvolvimento e demonstração de um sistema de transporte livre de emissões e com baixo ruído que, incluindo a despectiva infraestrutura energética, tem um grande potencial para reduzir a emissão de gases de efeito de estufa. O projeto CUTE teve à experiência 27 autocarros com célula de combustível abastecidos a hidrogénio durante 2 anos em 10 cidades Europeias [15].



Figura 6. Logotipo do projeto “CUTE” [16].

No âmbito da participação no projeto CUTE, a STCP (Sociedade de Transportes Coletivos do Porto, SA) dispôs de um total de 3 autocarros que circularam nas ruas do Porto. A alimentação é constituída por uma pilha de combustível com uma potência de 250 kW, que em conjunto com o restante do sistema está montado no teto do autocarro. O módulo de armazenamento consiste em 9 cilindros de 205 litros para uma capacidade total de 44 kg de hidrogénio a 350 bar.

2.1.3. Veículos elétricos

Os veículos elétricos, nos dias de hoje muito em voga, são veículos rodoviários que se diferenciam dos veículos usuais pelo facto de utilizarem um sistema de propulsão elétrico.

Em alternativa à solução comum, em que a propulsão tem por base um depósito de combustível, um motor de combustão interna (que converte a energia armazenada no combustível em energia mecânica) e um sistema de transmissão mecânica às rodas, os veículos elétricos utilizam motores elétricos, que convertem energia elétrica na energia mecânica necessária à sua propulsão.

A utilização dos veículos elétricos rodoviários surge como uma alternativa para determinadas aplicações de mobilidade e transporte. Hoje em dia, já é possível encontrar no mercado, desde veículos com duas rodas a veículos pesados com propulsão elétrica, passando por veículos utilitários, automóveis de passageiros, veículos comerciais, autocarros de passageiros e veículos variados de utilização específica.



Figura 7. Veículo elétrico Renault Twizy [17].

2.1.4. Veículos a Biodiesel

O biodiesel é um combustível obtido a partir de óleos vegetais principalmente de colza e girassol.

O biodiesel é uma energia renovável e como tal, uma alternativa aos combustíveis tradicionais, como o gasóleo, sendo também um combustível que reduz determinadas emissões poluentes, nomeadamente as de dióxido de carbono. Uma outra vantagem do biodiesel é o facto de promover o desenvolvimento da agricultura nas zonas rurais mais desfavorecidas, criando desta forma emprego e evitando a desertificação. Além disso, contribui para a redução da dependência energética do nosso planeta.



Figura 8. Combustível obtido a partir de óleos vegetais: Biodiesel [19].

O biodiesel pode utilizar-se em motores Diesel, em mistura com o Gasóleo (geralmente, na proporção de 5 a 30%) ou puro [18].

Em Portugal está a ser levada a cabo uma experiência que pretende chamar a atenção para a potencialidade do nosso país para a produção de biodiesel derivado do óleo de girassol, em certas zonas rurais, como o Alentejo, que apresentam condições propícias ao cultivo desta planta (em particular, na zona de regadio proporcionada pela Barragem do Alqueva). Quer-se também provar que o biodiesel assim obtido é tão aceitável como o derivado do óleo de colza.

O grande objectivo desta iniciativa é tornar viável o projeto de instalação de uma unidade de produção de biodiesel, a partir de óleo de girassol. Desta forma, estão já em circulação 18 autocarros da Carris com mistura de 10% de Biodiesel.

2.2. Os princípios para uma mobilidade urbana sustentável

De acordo com o *International Transport Forum*, o sector dos transportes é responsável por cerca de 1/4 das emissões dos chamados Gases do Efeito Estufa – GEE [20].

Na maioria dos casos, estes devem-se devido ao grande crescimento da frota de carros e caminhões, bem como o aumento do número de pessoas que utilizam frequentemente os transportes aéreos para se deslocarem.

Verificou-se um crescimento de 45% entre 1990 e 2007. Até aqui nada de novo, este assunto não é nenhuma novidade. Sabemos que a forma como transportamos mercadorias e a nós próprios tem um impacto considerável ao meio ambiente: quer seja na emissão dos GEE, na construção de autoestradas e na urbanização não planeada que este processo acarreta.

A inexistência de planeamento urbano é também uma agravante à sustentabilidade urbana: verifica-se portanto um crescimento que não considera condições básicas à nossa vida, e muito menos, a sustentabilidade. Podemos referir aqui o crescimento populacional nas grandes cidades: estima-se que em 2030, 60% da população mundial, cerca de 5 bilhões de pessoas, viverão em áreas urbanas – sendo que a maioria delas em países em desenvolvimento. Ou seja, é urgente criar condições para um equilíbrio entre habitação, transporte, circulação de carros e pedestres, manutenção de áreas verdes, etc.

Relativamente ao impacto do crescimento populacional na qualidade do transporte nas cidades, o *Institute for Transportation and Development Policy* (ITDP) desenvolveu uma publicação que apresenta 10 princípios para que as cidades possam encarar estes desafios e chegar a esse equilíbrio. “Our Cities Ourselves: 10 Principles for Transport in Urban Life” é uma publicação para auxílio em um planeamento urbano mais inteligente [21].

Os 10 princípios:

1. **Andar a pé:** é preciso garantir espaços seguros, desobstruídos e de qualidade aos pedestres;
2. **Não-poluentes:** devem-se criar condições ao uso de transportes não-poluentes, como a criação de ciclovias;
3. **Transporte público:** oferecer transporte público de qualidade, que corresponda às necessidades dos passageiros;
4. **Controle de tráfego:** criar restrições a carros em locais de grande circulação de pedestres;
5. **Serviços delivery:** fazer as entregas da forma mais segura e limpa possível;
6. **Integração:** é preciso integrar pessoas e construções, possibilitando lazer, trabalho e outras atividades em espaços próximos;
7. **Preencher espaços:** com o preenchimento de espaços vazios, como terrenos baldios, possibilita-se essa integração do item 6, tornando assim as atividades possíveis a pé, por exemplo;
8. **Preservação dos bens:** preservar a diversidade sociocultural, os ambientes e belezas naturais da cidade;
9. **Diminuir distâncias:** criar conexões entre lugares, possibilitando caminhos diretos e livres;
10. **Durabilidade:** planeamento e uso de materiais de qualidade e posterior manutenção.

3. A bicicleta na Sociedade

Versátil, leve, silenciosa, não poluente, a bicicleta é parte da solução para os problemas de transporte que se verificam nas grandes cidades, onde o seu uso, apesar de na maioria dos casos se verificar a inexistência de infraestruturas específicas.

A promoção da utilização da bicicleta como forma de transporte passou a ser considerada uma meta, pela necessidade de reduzir poluentes no ambiente e como promoção da saúde, que a sua utilização para viagens curtas e pequenas distâncias representam a médio/longo prazo. Desta forma é possível a redução de gastos familiares com transportes e diminui a distinção entre classes socioeconómicas, promovendo inclusão social.

Urbanisticamente, a utilização das bicicletas como meio de transporte nas cidades reduz níveis de ruído no sistema rodoviário, proporcionando uma igualdade na apropriação do espaço urbano destinado à circulação, reduzindo assim a necessidade de ampliação do sistema rodoviário, com menos custos para a cidade, libertando mais espaços públicos destinados ao lazer e atividades sociais e aumentando da qualidade de vida dos habitantes na promoção da saúde, bem como tráfego mais calmo, agradável e limpo.

A utilização do automóvel é hoje o maior responsável pela poluição do ar dos grandes centros urbanos, provocando efeitos no ambiente local, que afeta a saúde das pessoas e corrói os patrimónios públicos envolventes devido à chuva ácida e combinação de alguns destes poluentes, contribuindo para o efeito estufa na camada atmosférica.

A maior parte das mortes por acidentes de trânsito nas cidades, devem-se aos atropelamentos na via pública, e a média de internamentos hospitalares ocupados com vítimas de acidentes de trânsito rondam os 17%. Os gastos com acidentes de trânsito nas áreas urbanas ascendem a valores incompressíveis. As cidades continuam a ser planeadas para a utilização do veículo automóvel particular, quando a maioria da população não tem recursos para o mesmo.

O recurso ao transporte por meio de bicicletas facilita a consciencialização da sociedade, exigindo do poder público, auxílio para pressionar o governo a oferecer menos facilidades à indústria e comércio automobilístico e mais a indústria e comércio de bicicletas.

Torna-se evidente a necessidade de estimulação da mobilidade sustentável nas cidades baseada no caminhar, no pedalar e no transporte público.

3.1. Ciclovias e Percursos Pedestres

As ciclovias e percursos pedestres são cada vez mais parte essencial das grandes cidades.

Com os congestionamentos diários das principais vias de circulação, são cada vez mais aqueles que deixam os seus automóveis em casa e optam por um meio de transporte versátil e eficaz contra os engarrafamentos, a bicicleta.



Figura 9. Via destinada ao uso de velocípedes [22].

As ciclovias são ótimas alternativas para aqueles que efetuam pequenas deslocações diárias e se querem ver livre do trânsito. Destinadas a uso exclusivo de peões e bicicletas, as ciclovias permitem viajar livremente e em segurança nas áreas metropolitanas, permitindo aos seus utentes chegarem rapidamente e em segurança aos seus destinos.

Segundo a ONU, a bicicleta é o veículo mais rápido e prático para percursos de até seis quilómetros de distância.

3.2. A Bicicleta como meio de transporte diário

A redução da utilização do automóvel tornou-se quase como uma condição obrigatória e necessária para garantir a mobilidade urbana. Nas viagens de curta duração, a bicicleta pode perfeitamente substituir o automóvel com variadas vantagens tanto para o ciclista como para a comunidade em geral.

Cada vez mais se vê um maior número de ciclistas pelas ruas das cidades, e não são ciclistas desportivos, são sim cidadãos comuns, que decidiram deixar os carros em casa, em prol do seu bem-estar e da economia que é viajar de bicicleta.

Este movimento não se verifica apenas por ser verão, quem usa este meio de transporte diz que o número de pessoas que escolhe a bicicleta como meio de transporte na cidade está a aumentar.

Muitos optam pela combinação de transportes ferroviários + bicicleta. Desta forma consegue-se uma deslocação para zonas mais distantes por intermédio de um comboio ou metro, onde são permitidos o transporte de bicicletas. As pessoas deslocam-se assim até ao centro da cidade, onde depois, basta montarem na sua bicicleta e pedalar até ao destino.

Esta opção de deslocação para o trabalho de bicicleta, é apontada cada vez mais como uma solução para fugir ao trânsito bem como poupar nos combustíveis.

Os benefícios de andar de bicicleta são mais que muitos, mas no entanto, existem algumas adversidades.

Ainda são muitos os automobilistas que não respeitam este meio de transporte que anda por todo o lado. Muitos, por se tratar de um veículo de duas rodas e sem motor, ignoram-no, não cedendo passagem em cruzamentos ou rotundas, comprometendo desta forma a segurança dos ciclistas [23].

É nestes casos que as ciclovias são fundamentais e uma mais valia para as cidades, permitindo assim uma circulação livre e em segurança por parte de todos.

3.3. Os benefícios associados ao uso da bicicleta

São muitos os estudos científicos que focam a importância da prática do exercício físico de forma regular na saúde humana, que ao nível fisiológico quer psicológico.

A prática regular de exercício físico (cerca de trinta minutos, três vezes por semana) aumenta a expectativa de vida dos indivíduos, traduzida na diminuição de “stress” e fadiga, traduzindo-se assim num melhor controlo físico e equilíbrio emocional.

Estudos realizados com ex alunos da Universidade de Havard, apontam para um aumento de 60% da taxa de mortalidade devido a ataques cardíacos de alunos que não praticavam qualquer tipo de atividade física, relativamente aos que o praticam intensamente ou mesmo moderadamente.

Também um estudo incidente sobre uma amostra de operários fabris mostrou que indivíduos que andam regularmente de bicicleta apresentam uma menor propensão para desenvolver doenças cardiovasculares e apresentam um estado físico rejuvenescido e equivalente ao de uma pessoa até dez anos mais nova.

Outro estudo concluiu que aqueles que pedalam até 60 milhas por semana

desde a idade de 35 anos podem viver até mais dois anos e meio.

Mas a lista de benefícios potenciais ou comprovados da utilização da bicicleta são de natureza diversa abrangendo benefícios económicos, políticos, sociais, ecológicos etc.

De acordo com o FHWA (Federal Highway Administration) a deslocação quer de bicicleta quer em modo pedonal, em substituição do veículo automóvel, gera economias e benefícios consideráveis, tanto para o indivíduo como para a coletividade urbana. Estimam-se reduções de cerca de 5 a 22 centavos por milha, resultantes de custos relacionados com a diminuição da poluição ambiental, gasto de combustível e congestionamentos urbanos [29].

Assim o incentivo à utilização destes modos de transporte não motorizados pode resultar numa melhoria da qualidade de vida urbana, mediante a diminuição das taxas de ozono e de monóxido de carbono, da poluição sonora e do sentimento de insegurança geral dos utentes da via pública.

Tanto em forma de caminhada como em prática de ciclismo, podem constituir modos de transporte extremamente flexíveis, podendo ser usados desde a infância até à velhice, adaptando-se aos diferentes motivos de viagem, nomeadamente à rotina diária de viagens à escola, trabalho e de lazer.

No entanto, estas modalidades não têm sido devidamente protegidas nos espaços urbanos agravada pelo facto do veículo automóvel continuar a constituir a modalidade de transporte que mais atrai os utentes da via pública.

Importa como tal desenvolver estratégias para incentivar o uso de viagens a pé, bicicleta e transporte público, através de técnicas de gestão da mobilidade e da implantação de medidas físicas de apoio à circulação destas modalidades de transporte. Estas medidas não se devem cingir à simples adaptação da infraestrutura e da sua envolvente, mas sobretudo a definição de estratégias globais integrantes do planeamento estratégico dos centros urbanos.

3.4. Os fatores que influenciam o uso da bicicleta

Estudos recentes revelam que a escolha da bicicleta como meio de transporte depende tanto de fatores subjetivos – sentimento de insegurança, aceitação social, imagem de marca, reconhecimento da bicicleta como meio de transporte de adultos, etc. – como de fatores objetivos – rapidez, conforto, topografia, clima segurança, etc.

Muitas pessoas nunca consideraram, com seriedade, a possibilidade de se fazerem deslocar em bicicleta ou mesmo a pé. Entre os fatores objetivos desfavoráveis à utilização da bicicleta apenas os declives acentuados (superiores a 5% e em troços extensos), a persistência de vento, chuva ou altas temperaturas, são efetivamente bastante dissuasoras, sendo que as

condições favoráveis se encontram reunidas de forma sazonal, sem que tal contribua para o seu uso.

Um dos fatores mais evocados para a não utilização da bicicleta é a distância do percurso. Há estudos americanos que demonstram que os ciclistas apenas toleram percorrer distâncias máximas até os 15 kms, tornando a bicicleta compatível com a maioria das atividades diárias.

Outra das questões que influencia o uso da bicicleta, é o transporte de filhos à escola, compras, etc., pois esta é considerada um meio de transporte individual.

Uma das principais razões que contribui para a não utilização da bicicleta resulta da sensação de insegurança oferecida pela infraestrutura, nomeadamente no que concerne a ausência de uma infraestrutura própria ou a falta da adoção de técnicas de acalmia de tráfego que promovam a compatibilização da utilização dos espaços urbanos pelos diferentes utilizadores. A elaboração de planos integrados de transporte que integre o desenvolvimento de uma rede destinada aos ciclistas revela-se assim essencial à promoção do uso deste modo de transporte. Também o lançamento de campanhas de sensibilização tais como o dia “Bike to work” levadas a cabo em alguns estados americanos revelam-se essenciais à sensibilização das populações para o uso deste meio.

3.5. Princípios estratégicos para a implementação de uma rede para ciclistas

A implementação de medidas de segurança, de auxílio e de conveniência ao ciclista, revelam-se essenciais e fundamentais à promoção do uso da bicicleta como veículo diário. Por norma, as deslocações de bicicleta, geralmente atingem distâncias nunca inferiores aos 8km, sendo estes maioritariamente em espaços urbanos.

No que diz respeito aos princípios estratégicos presentes na base de um processo de implementação de uma rede para ciclistas, são na verdade, os mesmos as ter em conta na definição da rede viária (princípios de continuidade, de percurso, minimização das distancias e garantia de acessibilidade), embora assumam igualmente relevância aspetos relacionados com as condições de operação dos eixos (níveis de tráfego e velocidades praticadas) bem como a atratividade social e paisagística do percurso.

A promoção da utilização da rede ciclista, está então relacionada com a salvaguarda de 5 princípios fundamentais:

Acessibilidade e coerência – A pista destinada à prática de ciclismo deve formar um todo coerente bem como deve ligar os principais pontos de origem e

destino com interesse para os ciclistas (bibliotecas, museus, interfaces modais, centros históricos, de serviço/comércio, escolas, espaços de lazer, etc.). Isso quer dizer que ao nível das ligações e dispositivos de apoio previstos, o ciclista deve ser capaz de compreender a lógica da estrutura da rede que lhe é destinada e, por consequência, conseguir orientar-se sem qualquer tipo de dificuldade de forma a atingir o seu destino.

Minimização da extensão do percurso – O desempenho global da rede e, especialmente, a sua atratividade, depende da capacidade de ligar diferentes pontos de interesse, de forma rápida, suave e eficaz, não sendo necessário recorrer a percursos demasiado extensos, quando comparados com vias de extensão mais curta. De acordo com o Manual do Minnesota, deve evitar-se acrescer a extensão dos circuitos mais de 20 e 30% consoante se trate de vias estruturantes ou locais.

Continuidade – É importante que a rede ciclista, minimize o número e extensão de eventuais quebras nas diferentes ligações. Caso esse tipo de situações se verifique, estas nunca deverão ocorrer em espaços com segurança deficiente ou pouco aprazíveis.

Conforto e atratividade – A rede ciclista deve situar-se preferencialmente em locais cuja envolvente seja paisagisticamente agradável e, consequentemente, atrativa para o ciclista. Está-se a falar de aspetos ligados à separação física do tráfego automóvel, do impacto visual e estético e no sentimento de segurança pessoal por parte do utilizador, tanto ao nível da circulação como no estacionamento das bicicletas. Outro dos fatores com bastante importância, é a qualidade do pavimento de circulação e da iluminação, estes assumem um papel preponderante. Segundo o Manual do Minnesota a garantia do conforto de circulação, passa por limitar o número de locais em que o ciclista tem de ceder o direito de passagem a terceiros, sendo perfeitamente aceitáveis valores como 1 paragem por cada 1 ou 2 kms, consoante se trate de uma via principal ou secundária. Outro fator que é importante salvaguardar, são as condições uniformes de circulação, de forma a evitar características geométricas que resultem em variações acentuadas.

Segurança – A segurança do ciclista deve ser salvaguardada ao longo de toda a rede quer a nível pessoal, como para com os restantes utilizadores da via. Deve portanto minimizar-se a criação de zonas de conflito entre ciclistas e o tráfego motorizado, para que se possa usufruir de uma circulação fluida. Os níveis de tráfego e velocidades praticadas, patenteiam indicadores chave à seleção do tipo de medidas a adotar, mais concretamente a opção por partilhar ou segregar os subsistemas de transporte.

3.5.1. Dimensionamentos

3.5.1.1. Características gerais do ciclista

O ciclista diferencia-se de todos os restantes modos de transporte pela sua dimensão, vulnerabilidade e velocidade. Estas características devem portanto ser tidas em especial atenção na definição das regras e de medidas de apoio ao ciclista. Como forma de assegurar a segurança e o conforto dos ciclistas, as dimensões da bicicleta devem ser tidas em atenção, nomeadamente as suas exigências para manter o movimento. A figura 10 demonstra essas mesmas dimensões. O guiador é a parte mais larga da bicicleta, podendo atingir os 72cm de largura (isto para bicicletas de todo o terreno), sendo que maioritariamente as bicicletas de uso comum se situam nos 60cm. Quanto à largura dos pneus, esta pode variar entre os 20 e os 60mm, dependendo do tipo de piso dos mesmos, sendo que a superfície que fica em contacto com o pavimento corresponde a cerca de 3mm, isto para rodas 28" com pneus de competição. A superfície de contacto varia proporcionalmente à largura do pneu. Aqui se pode ver o baixo poder de tração deste tipo de veículos, nomeadamente face a pavimentos deformados ou molhados.

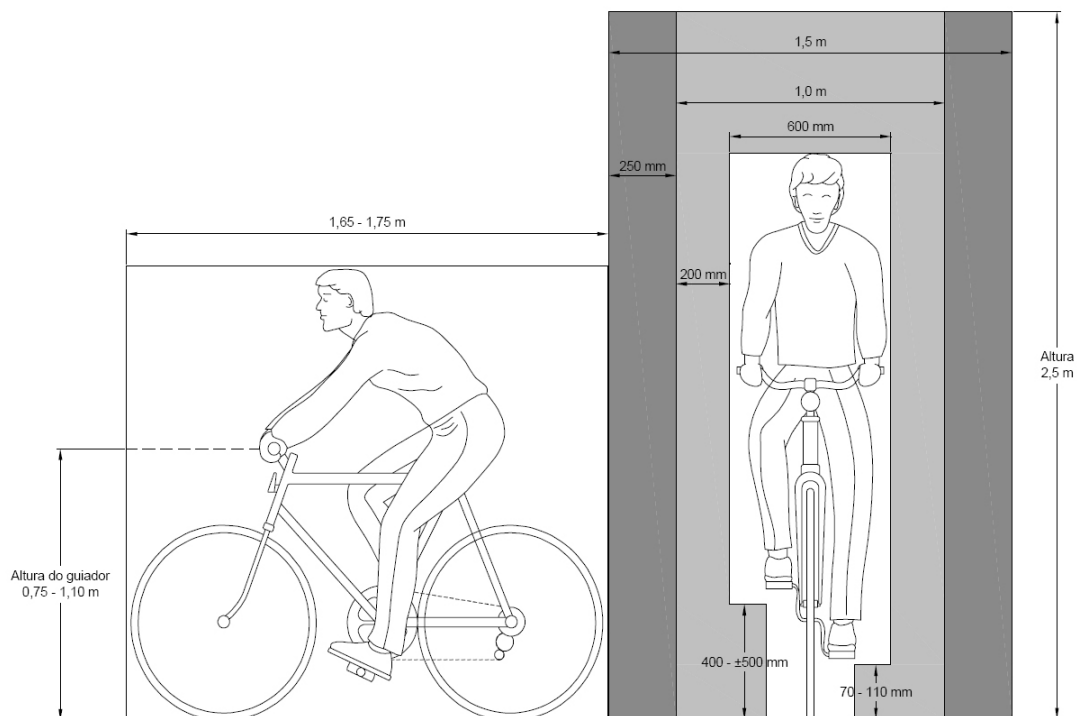


Figura 10. Dimensionamento do espaço de ocupação do ciclista [30].

Pelo facto de normalmente os ciclistas circulam pela direita, estes associam-se ainda a problemas de visibilidade, nomeadamente quando circulam em conjunto com automóveis nas mesmas vias de circulação à mercê de condições deficientes de luminosidade, tais como durante a noite, sob chuva e nevoeiro. Em grande parte dos casos (quando as condições são favoráveis), os ciclistas podem manter velocidades de cruzeiro compreendidas entre os 20 e os 30km/h, embora nas descidas essa velocidade possa facilmente atingir mais de 50km/h.

3.5.1.2. Espaço mínimo para a circulação do ciclista

Em circunstâncias normais, um ciclista na prática da modalidade, necessita de pelo menos uma faixa com 1 metro de largura, para que desta forma consiga acomodar em segurança os seus movimentos laterais. Para que se possa oferecer e assegurar níveis de conforto satisfatórios e garantir o contorno seguro de eventuais obstáculos físicos que possam surgir nos circuitos, deve ser disponibilizada uma faixa adicional de 0,25m de ambos os lados, resultando numa largura total da faixa de 1,5m em cada sentido de circulação (Figura 10).

Para que dois ciclistas que circulem em sentidos opostos, se possam cruzar em segurança, é desejável disponibilizar 3,0 metros de largura, com vista a salvaguardar espaço que permita ao ciclista reagir em segurança a eventuais e inesperadas manobras por parte dos restantes utilizadores. Quanto a altura, deve ser considerado um pé direito de pelo menos 2,5m de altura.

3.5.2. Medidas de apoio aos ciclistas

3.5.2.1. Espaços Partilhados

Vias Partilhadas - Correspondem a arruamentos ou estradas sem qualquer infraestrutura destinada aos ciclistas. Normalmente disponibilizam 3,6m ou menos, sem a existência de bermas, permitindo que os veículos ultrapassem em segurança os ciclistas, através da invasão da via adjacente destinada ao tráfego em sentido contrário.

Esta solução apenas deve ser aplicável em situações em que o volume de tráfego motorizado é pouco significativo e estamos perante velocidades de circulação moderadas (inferiores a 50km/h).



Figura 11. Espaço partilhado por veículo e ciclista [31].

Vias de tráfego com largura adicional - As vias de tráfego com largura adicional destinada à circulação de ciclistas, por norma, são aplicáveis a locais onde não seja possível adotar pistas segregadas. Neste tipo de situação, ciclistas e automobilistas partilham o mesmo espaço de circulação, sendo prevista uma largura adicional à via, de maneira a acomodar de forma segura a circulação dos ciclistas.

Vias como esta, devem disponibilizar no mínimo 4,2m de largura de maneira a evitar perturbações na circulação automóvel, bem como conflitos veículo-ciclista na partilha do mesmo espaço. Face a velocidades superiores a 65 km/h e sempre que o tráfego automóvel seja superior a 10 000 veículos, a largura da via deve aumentar para 4,5 a 4,8m de largura.

Este tipo de medidas, deve ser aplicado preferencialmente em zonas urbanas, onde se verifica a inexistência de espaço que possibilite a acomodação de pistas destinadas a ciclistas.

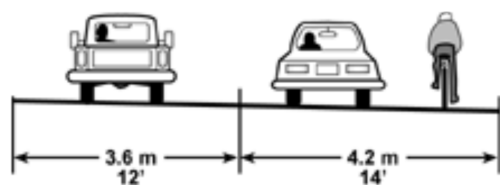


Figura 12. Vias com largura adicional destinadas a ciclistas [31].

Aproveitamento das bermas - As bermas têm-se revelado locais apropriados para a circulação de bicicletas desde que disponibilizem uma largura mínima de 1,2m. Para velocidades superiores a 65 km/h ou elevados volumes de tráfego de pesados, a largura deverá ser aumentada para 1,8m [32] (Figura 13).

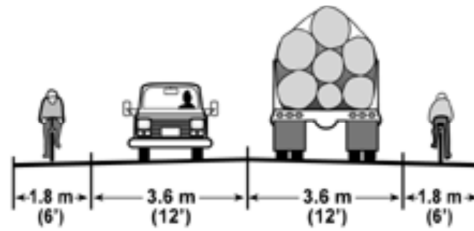


Figura 13. Aproveitamento das bermas [31].

Embora este tipo de solução possa ser utilizado em espaços urbanos, revela-se uma medida de baixo custo aplicável em espaços interurbanos.

Sempre que se verifique a utilização das bermas por parte dos ciclistas, estas devem ser sujeitas periodicamente a trabalhos de limpeza e manutenção.

3.5.2.2. Espaços independentes

Faixas para ciclistas - As faixas destinadas a uso exclusivo de ciclistas, designadas de “vias verdes”, constituem uma infraestrutura segregada e independente do traçado das vias de tráfego [32].

Muitas das vezes, estas desenvolvem-se em associação com os espaços pedonais, ou destinados a outras modalidades desportivas. Em maior parte das vezes, estas assumem os dois sentidos de circulação e devem disponibilizar pelo menos 3,0m de largura, sendo que o ideal sejam os 3,6m derivado a níveis de procura elevados. Nos casos em que asseguram apenas um único sentido de circulação, estas devem garantir a largura mínima de 1,5m.

Ciclovias – As ciclovias ou pistas para ciclistas representam uma via de circulação adjacente à faixa de rodagem destinada ao veículo automóvel. Por norma asseguram um só sentido de tráfego, o qual se deve processar (quando exista) no mesmo sentido de circulação em que se realiza o tráfego automóvel. Nos casos em que possa existir parque de estacionamento adjacente à via, a pista para ciclistas deve situar-se entre a faixa de rodagem e o estacionamento.

Já a utilização de pistas com os dois sentidos de circulação não é recomendável, uma vez que posiciona os ciclistas em sentido contrário ao da circulação automóvel. Quando em situações previamente estudadas, este tipo de pistas deve limitar-se apenas a ligações pouco extensas.



Figura 14. Pista para ciclistas [30].

Uma pista que apresente um só sentido de circulação, deverá assegurar uma dimensão mínima de 1,2 metros, preferencialmente 1,5 metros. Face a volumes de tráfego ou velocidades elevadas, esse valor deve aproximar-se dos 1,8m.

3.6. Medidas de promoção do uso da bicicleta

Pode ser definido um conjunto alargado de medidas complementares e de incentivo ao apoio do uso da bicicleta. Algumas dessas medidas passam por simultaneamente condicionar a circulação automóvel. Exemplo disso são a aplicação de algumas medidas de acalmia de tráfego com o objetivo de reduzir a velocidade de circulação dos automóveis ou mesmo dos volumes de tráfego que acedem a determinadas zonas mais congestionadas. A utilização de alterações aos alinhamentos verticais ou horizontais, de fechos totais (Figura 15) ou parciais de ruas ao trânsito automóvel, salvaguardando a passagem de peões, ciclistas e, por vezes, dos transportes coletivos, tem-se revelado bastante eficientes no incentivo à utilização destes modos de transporte, nomeadamente quando associados a deslocações de pequena duração.

Este tipo de medidas tem ainda aplicabilidade em vias locais, onde haja necessidade de compatibilizar os comportamentos dos diferentes utilizadores que ocupam em simultâneo um determinado espaço ou troço. Neste domínio, integram-se os espaços partilhados, como forma de obrigar o automobilista a adotar velocidades próximas das praticadas pelos ciclistas.



Figura 15. Medidas de apoio aos ciclistas [30].

Outro tipo de medidas de incentivo, passa pela coordenação dos diferentes subsistemas de transporte, nomeadamente pela criação de interfaces com os outros meios de transporte ambientalmente sustentáveis (autocarros, metro, comboio etc.). Um problema bastante frequente, é a falta de locais adequados para o estacionamento de bicicletas. No entanto, a criação de parques de estacionamento destinados ao estacionamento de curta e/ou longa duração (normalmente espaços vedados e cobertos), em espaços de fácil acessibilidade e com uma boa conexão à rede de transportes públicos, revela-se essencial à promoção da bicicleta em percursos de início e fim de viagem.

Alguns estados americanos têm desenvolvido programas de coordenação entre o uso da bicicleta e dos transportes públicos (normalmente as linhas urbanas de autocarros, metro e comboio), com sucesso na angariação de ciclistas com destino a zonas suburbanas. Este tipo de programas passam pela possibilidade do ciclista fazer transportar a sua bicicleta fora ou dentro dos transportes públicos (Figuras 16 e 17).



Figura 16. Transporte de bicicletas nos transportes públicos [30].



Figura 17. Transporte de bicicletas nos transportes públicos [30].

Também a criação de vestiários junto aos grandes parques de estacionamento de bicicletas tem contribuído em alguns estados americanos e países europeus para facilitar a troca de roupas e a guarda de haveres pessoais em condições de privacidade e segurança.

3.7. Uma visão geral sobre as bicicletas

A bicicleta ao longo de duzentos anos de história, pouco mudou na sua base e estrutura. Tendo vindo a desempenhar um papel de extrema importância, foi, e continua a ser, mais que um mero meio de transporte. A preservação dos modelos clássicos mantém-se, mas a corrida aos modelos mais recente e evoluídos tecnologicamente é fervorosa.

A bicicleta é um elemento que desde sempre esteve presente na sociedade. Esta foi introduzida no início do século XIX, e foi sempre evoluindo gradualmente, apesar de em termos da sua estrutura base, poucas alterações ter sofrido.

Tendo como principal função o transporte, desde início as suas qualidades sobressaíram. Totalizando cerca de um bilião em todo o mundo, as bicicletas são o principal meio de transporte em várias regiões, a ferramenta de trabalho de muitos e um elemento recreativo para todos. O seu grande impacto na sociedade é mais do que evidente, indo desde o seu carácter prático até à sua importância na emancipação feminina, dando uma mobilidade e liberdade sem precedentes à mulher. É ainda importante salientar que muitos dos componentes essenciais ao desenvolvimento do automóvel foram idealizados originalmente para a bicicleta.

Num mundo tecnológico e dominado pelo design, o desejo por bicicletas mais evoluídas só podia crescer. Nos últimos anos, o desenvolvimento da tecnologia e o recurso a novos materiais, como polímeros e fibras de carbono cada vez mais leves e resistentes, reinventaram a bicicleta. Surgiram modelos que se adequam a todas as necessidades; Hi-Tech, quer na construção, materiais e elementos que os constituem, quer nas funcionalidades que os distinguem. Desde a leveza, durabilidade e conforto necessários à deslocação, ou então à prática desportiva, aos extras que fazem qualquer amante da tecnologia vibrar. A lista de opções é imensa e o destaque vai claramente para as bicicletas que fogem um pouco ao modelo tradicional e marcam pela diferença.



Figura 18. Evolução da bicicleta com linhas contemporâneas [34].

A motorização, originando assim um elo de ligação entre bicicletas e motorizadas, foi sempre um ponto de interesse. Surgiram variadíssimos modelos de bicicletas conceptuais, autênticas obras de arte, onde o quadro toma as mais variadas formas, ou cuja posição sentada desafia as leis da física, a própria gravidade. O design, presente em todos os modelos, deu origem a linhas mais contemporâneas e a um apelo estético inerente à maioria dos produtos atuais. Os monociclos, comuns no circo, não são novidade, mas outra corrente importante na evolução da bicicleta é a vontade de lhe adicionar mais rodas, três, quatro...

As bicicletas são mais que meros objetos utilitários, são peças que trazem ao Homem alegria e diversão na sua utilização, mas também na sua criação. Tornaram-se elementos iconográficos capazes de subir montanhas ou carregar a bateria de um computador portátil. Elementos de sempre, e para sempre.

3.8. A realidade da bicicleta como meio de transporte

Conforme se pode constatar anteriormente, a bicicleta pode ser um excelente meio de transporte para as deslocações diárias. Esta revela-se bastante versátil e eficaz nas deslocações citadinas como forma de evitar os transtornos e sucessivos congestionamentos causados excessivo volume de veículos de transporte pessoais que circulam nas faixas citadinas.

Aliada a estes fatores, a bicicleta contribui ainda para a saúde e o bem-estar pessoal, fazendo com que o utilizador possa beneficiar de uma vida ativa e saudável.

Ao utilizar-se a bicicleta como meio de transporte, estamos a contribuir para a melhoria do nosso ecossistema, ao diminuir as taxas de ozono e de monóxido de carbono do nosso planeta.

Então se a bicicleta é um meio de transporte saudável e amigo do ambiente, por que razão não existe mais pessoas a usufruir deste meio de transporte? No meu ponto de vista, vivemos inseridos numa sociedade cada vez mais comodista, onde as pessoas optam pelo facilitismo e muitas vezes descuram fatores importantes como a saúde e bem-estar.

Outro motivo com particular relevância, é a insegurança em que vivemos, particularmente nos grandes centros urbanos onde os números relativos a furtos e criminalidade são deveras elevados.

Devido a este facto, muitos recusam-se a deixar as suas bicicletas estacionadas durante um dia inteiro, ou mesmo por curtos períodos de tempo, longe do seu olhar, ainda que num estacionamento destinado a esse efeito. Facilmente é possível observar nos parqueamentos bicicletas incompletas, devido à facilidade que existe em retirar um selim ou uma roda, ou muitas vezes apenas ficam as rodas porque são o elemento que está seguro com uma tranca de segurança (Figuras 19 e 20).



Figura 19. Roubo de bicicletas nos locais de estacionamento [35].



Figura 20. Roubo dos componentes da bicicleta [36].

Como forma de evitar este tipo de situações, a solução passa por transportar a bicicleta junto com utilizador até ao local de trabalho. Desta forma, não há o risco de a mesma poder ser roubada ou danificada, pois deixa de estar exposta a esse risco para passar a estar em segurança com o seu proprietário.

A bicicleta desdobrável, surge portanto, como a solução ideal para este mesmo propósito, o de a armazenar facilmente e de forma o mais compacta possível junto do local de trabalho.

4. A bicicleta desdobrável

Uma bicicleta desdobrável é, conforme o próprio nome indica, projetada com o intuito de se dobrar, de se transformar num objeto menos volumoso passível de ser armazenado de forma fácil e eficaz em espaços ou áreas reduzidos.

Variando de modelo para modelo, uns apresentam-se mais eficazes que outros no seu propósito, e para além de assumirem formas bastante compactas, são também munidas de sistemas realmente funcionais e eficazes aquando o ato de desdobramento, facilitando desta forma o seu manuseio.

A bicicleta desdobrável que é eficiente, é aquela que não oferece resistência ou dificuldade ao dobrar, que pode ser manuseada de forma quase intuitiva sem que se tenha de recorrer a um elevado número de mecanismos difíceis e complexos, podendo desta forma serem transportáveis eficazmente.

O objetivo deste meio de transporte tão peculiar, é que quando dobrado, possa ser facilmente transportado para o interior de edifícios, locais de trabalho, transportes públicos e serem facilmente acomodados em qualquer local sem causar incómodo.

Desta forma, torna-se prático transportar uma bicicleta desdobrável no interior de um carro, comboio, barco ou avião. Com todos os mecanismos de dobrar e encolher os diversos componentes, estas bicicletas tornam-se muito pequenas, compactas e fáceis de arrumar. Assim, é perfeitamente possível combinar este meio de transporte com outros transportes públicos quando estamos perante percursos de viagem mais elevados e distantes. Transportar este tipo de bicicletas dentro de um comboio, metro ou autocarro torna-se fácil e vantajoso.

Atualmente, existem no mercado variados modelos com diferentes mecanismos e diferentes objetivos, cada um com um propósito diferente. Estas bicicletas são caracterizadas pelo seu mecanismo de desdobramento, e consequentemente, aliado a este, os requisitos estruturais mais exigentes, um maior número de peças e uma maior complexidade de formas.

Por esse motivo, uma bicicleta desdobrável pode ser bastante mais dispendiosa, quando comparada com uma bicicleta comum.

4.1. História

Ao longo dos tempos, muitos eram aqueles que reivindicavam a invenção de uma bicicleta desdobrável. Ao que parece, num website de uma marca de bicicletas, alegam ter produzido a primeira bicicleta desdobrável do mundo no ano de 1873. Na verdade, a bicicleta desdobrável tem existência já há muito mais tempo do que muitas pessoas imaginam, e portanto, as alegadas declarações de ser o "primeiro" são facilmente contestadas.

Antes de mais, não se pode ter uma bicicleta desdobrável sem a invenção da bicicleta em si. Desta forma, e para haver um ponto de referência, é conveniente saber qual e quando a origem da bicicleta em si.

Aqui, surgem novamente algumas reivindicações sobre a disputa da invenção, e os historiadores provavelmente nunca serão capazes de identificar o momento exato da invenção. Por um período de tempo muitos alegavam ter sido Leonardo Da Vinci o inventor a bicicleta com base num desenho encontrado no seu Codex Atlanticus. No entanto, tempos mais tarde, este esboço foi determinado ser uma falsificação, apesar da existência de muitos relatos históricos escritos tempos antes da mesma ser descoberta, o crédito continuou a ser como Da Vinci o inventor da bicicleta.

Houve algumas "pré-bicicletas" inventadas antes do aparecimento do que se poderia reconhecer como uma bicicleta. A primeira destas foi provavelmente a "Celerifere", desenvolvida em 1790 por um conde francês denominado de Mede de Sivrac. Esta consistia em duas rodas ligadas por uma viga, e foi decorada para parecer um cavalo ou um leão (Figura 21) Não havia nenhum mecanismo de direcção ou pedais, esta era basicamente uma novidade lunática com o intuito de entreter os ricos ociosos.



Figura 21. Bicicleta Celerifere da autoria de Mede de Sivrac em 1790 [37].

Em 1818, o Barão Karl Von Drais da Alemanha mostrou sua "Draisienne" para o mundo, em Paris. A Draisienne (Figura 22) tinha direção, mas ainda sem pedais.

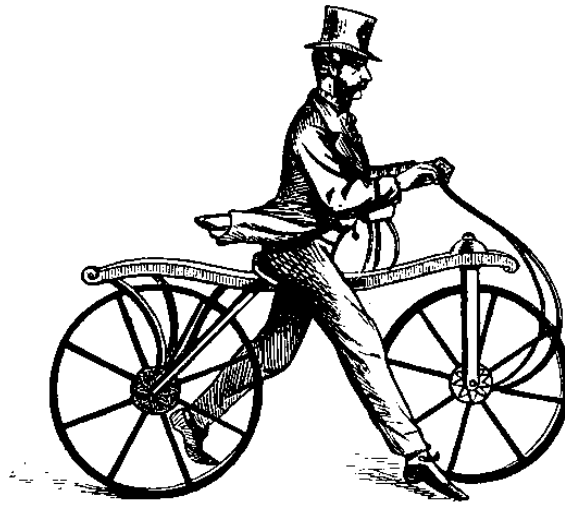


Figura 22. Bicicleta Draisienne da autoria de Karl Von Drais em 1818 [38]

Em 1860, o francês Ernest Michaux e o seu irmão Pierre, adicionaram uma manivela e pedais à roda dianteira da sua "Velocipede" (Figura 23).



Figura 23. Bicicleta Velocipede da autoria dos irmãos Michaux em 1860 [39].

Nos anos que se seguiram, os Ingleses foram responsáveis pelo impulsionamento da tecnologia da bicicleta em diante, culminando assim na "Safety Bike" (Figura 24) em 1885, esta que se assemelha bastante às bicicletas dos dias de hoje, tanto na forma como em função.

A "Safety Bike" ou bicicleta de segurança, foi assim denominada pois era mais segura e mais fácil de usar do que as bicicletas de grandes rodas que a precederam, principalmente a "Penny-Farthing" (Figura 25). Estas bicicletas de grandes rodas foram também chamadas de "ordinary bicycles".



Figura 24. Bicicleta "Safety Bike" de 1885 [40].



Figura 25. Bicicleta "Penny-Farthing" de 1883 [40].

Assim, com todas estas invenções, somos levados à bicicleta desdobrável, e aqui é onde a história fica um pouco mais escura por um par de razões. Primeiro, há a questão do que constitui exatamente uma bicicleta de "dobrar". Há algumas referências históricas para as chamadas bicicletas desdobráveis, mas as descrições destas soam mais como bicicletas com "capacidade de desmontar" em vez de realmente desdobráveis, onde o quadro realmente desmonta de alguma forma ao ainda permanecer ligado a si mesmo. Por outro lado, há alegações de concorrentes inventores de diferentes países que competem para ser o primeiro inventor da bicicleta desdobrável. A maioria desses pedidos não podem ser documentados de forma convincente, mas isso não quer dizer que eles não sejam necessariamente verdadeiros. O atual primeiro inventor da bicicleta desdobrável pode nunca ser conhecido com certeza absoluta, no entanto existem alguns concorrentes a tal título.

Curiosamente, talvez anteriormente à bicicleta desdobrável, existem algumas patentes arquivadas que fazem referência a dobrar "triciclos" que datam da década de 1880 de empresas como a Bayliss Thomas na Inglaterra e Papa Manufacturing Company nos EUA.

Ao Inglês William Gout é muitas vezes dado o crédito por inventar a primeira bicicleta desdobrável em 1878, mas da maioria das vezes, a sua bicicleta (uma penny farthing design) (Figura 26) teve uma roda dianteira dobrável e uma armação que desmontava. Tem sido mais corretamente designada por uma bicicleta "portátil" em vez de uma bicicleta dobrável de verdade.

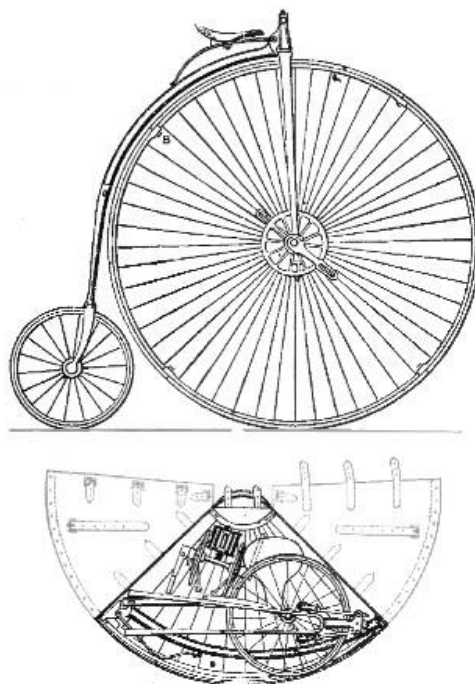


Figura 26. Bicicleta desdobrável de William Gout de 1878 [41].

Um dos primeiros, se não o primeiro mesmo, autor credivelmente documentado de uma bicicleta desdobrável diz respeito a um americano, Emmitt G. Latta. Ele registrou uma patente nos EUA a 16 de Setembro de 1887 e foi emitida a 21 de Fevereiro de 1888. Num pequeno extrato da patente lê: "O objeto da presente invenção é proporcionar uma máquina que é segura, forte, e operacional, e mais facilmente direcionável face às máquinas já existentes, e também para construir a máquina de tal modo que esta possa ser dobrada quando não for necessária para o uso, de modo a requerer pouco armazenamento e facilitar o seu transporte. " Latta vendeu esta patente ao Pope Manufacturing Company que comprou dezenas de patentes relacionadas com a bicicleta, incluindo a primeira patente dos EUA referente ao pedal de bicicleta, emitido a Pierre Lallement, em 1866.

Pope vendeu bicicletas com a marca Columbia. Não é conhecido se a bicicleta Latta nunca terá sido comercializada por Pope, uma vez que não foram ainda encontrados exemplos existentes.

Latta também inventou um par de triciclos desdobráveis por volta da mesma altura da sua bicicleta desdobrável, vendendo também as patentes ao Pope. Desenhos retirados da patente da bicicleta de Latta, evidenciam a complexidade dos mecanismos adotados (Figuras 27 e 28).

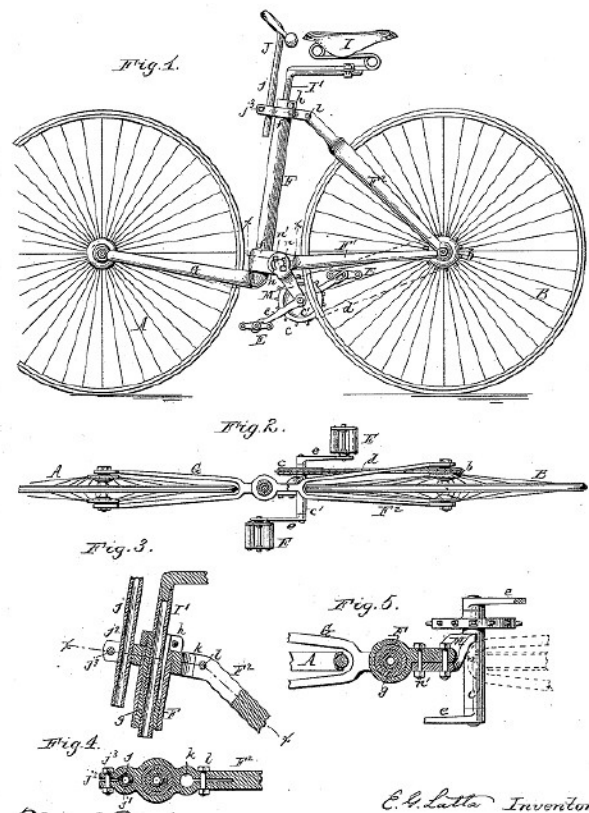


Figura 27 Desenhos da patente da bicicleta desdobrável de, Emmitt G. Latta em 1887 [40].

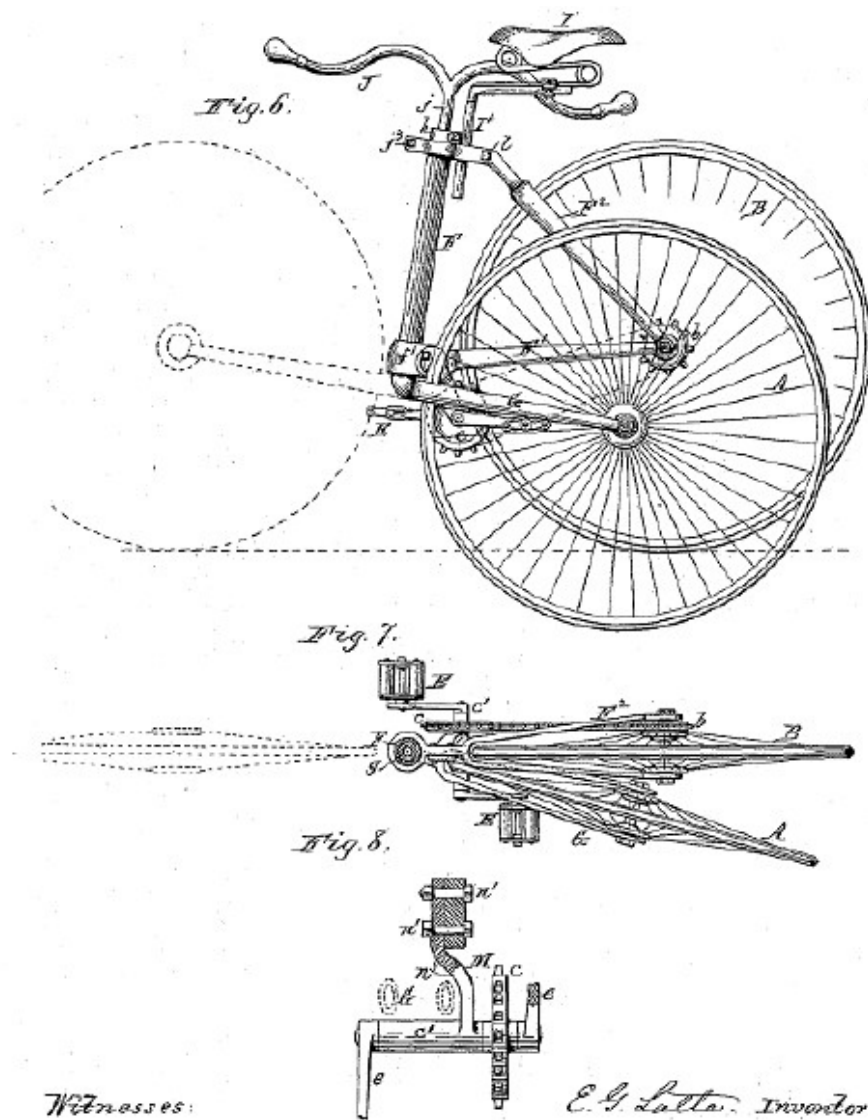
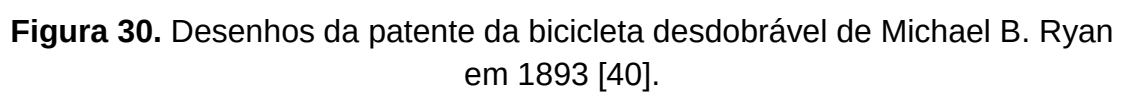
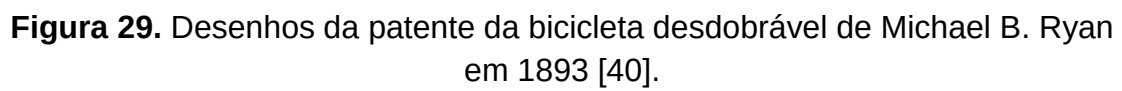


Figura 28. Desenhos da patente da bicicleta desdobrável de Emmet G. Latta em 1887 [40].

Outra das invenções recentemente documentada de uma bicicleta desdobrável, diz respeito a um americano, Michael B. Ryan, constado no depósito de patentes nos EUA datado de 26 de Dezembro de 1893 e emitido em 17 Abril de 1894 com o número de patente 518.330. Num excerto da patente pode ler-se: "O principal objeto da minha presente invenção é produzir uma bicicleta, construída de modo que ela possa ser facilmente dobrada, e portanto, ocupando menos espaço em comprimento, quando não em uso, ou quando transportada ou armazenada" (Figuras 29 a 31).



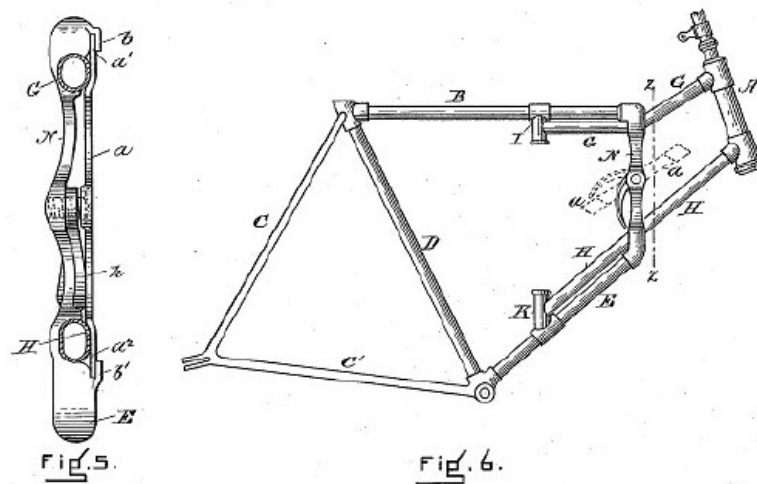


Figura 31. Desenhos da patente da bicicleta desdobrável de Michael B. Ryan em 1893 [40].

A primeira bicicleta desdobrável em paralelo foi provavelmente inventada por Julien Simon e Dussault Victor, ambos de Paris, França. Na sua aplicação de patente datado de 10 de maio de 1895 descreveram uma bicicleta regular dobrável que pode ser convertida para um conjunto de 2 com a adição de outro quadro e as peças de ligação necessárias à combinação das duas. Desenhos desta mesma patente apresentados abaixo (Figura 32).

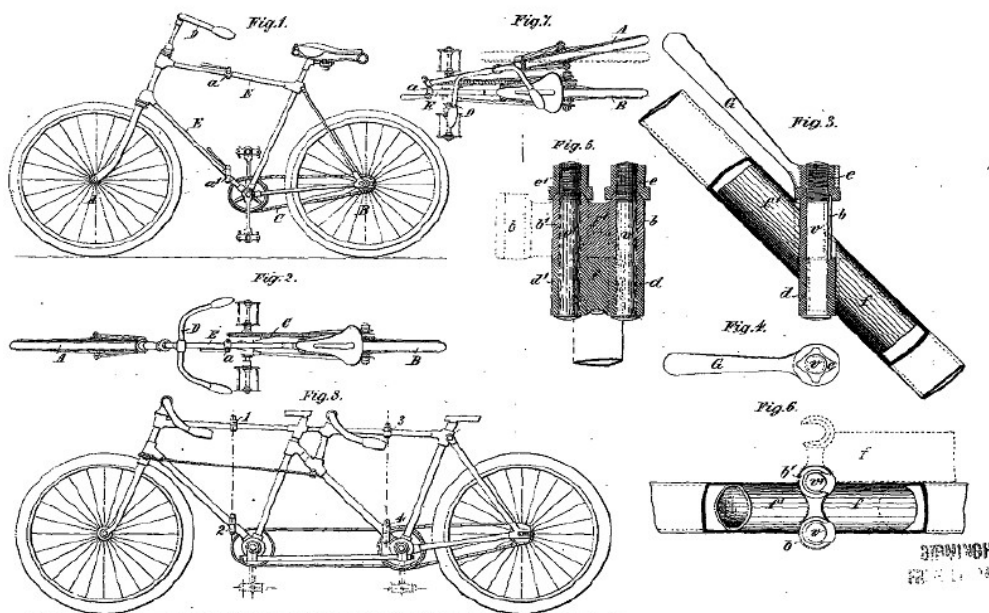


Figura 32. Desenhos da patente da bicicleta desdobrável de Julien Simon e Dussault Victor [40].

Alguns textos históricos, afirmam ter sido um oficial militar francês o inventor da primeira bicicleta desdobrável. O militar a quem é dado tamanho crédito trata-se do capitão Gérard. Tal facto simplesmente não é verdade, mas, no entanto há uma história fascinante por trás deste equívoco. No livro de Jean-Pierre Borgis intitulado "Charles Morel - dauphinois CONSTRUCTEUR sous la troisième République", encontra-se a história de tal engano.

De forma resumida, trata-se do seguinte: Charles Morel, um rico industrial francês, ficou de tal forma encantado com a recente mania das bicicletas que terá decidido criar uma bicicleta desdobrável, tendo vindo a construir um protótipo da mesma em 1892. Independentemente, em 1893, um tenente do exército francês chamado Henry Gérard, imaginava o uso de uma bicicleta desdobrável pelo exército, de forma que solicitou uma patente para uma, através de seu pai Henri Noel em 27 de Junho de 1893. O problema foi que essa bicicleta foi um fiasco total em que basicamente esta não funcionava. Enquanto procurava ajuda para que pudesse corrigir as falhas do seu projeto, ele foi apresentado a Carlos Morel. O Sr. Morel mostrou o protótipo da sua bicicleta a Gérard e sugeriu-lhe que se encontrasse com um dos seus mecânicos, nomeadamente Dulac, de forma a obter a sua ajuda no aperfeiçoamento do seu projeto da bicicleta desdobrável. Dulac foi bem-sucedido neste esforço, e assim, de 5 de Outubro de 1894 em diante, Charles Morel e o Tenente Gérard entraram num acordo para fabricar e comercializar uma bicicleta desdobrável. Morel financiaria e supervisionaria o fabrico da bicicleta e Gérard iria promovê-la. A produção da bicicleta começou em Abril de 1895 e foi um sucesso imediato, com encomendas rapidamente a superar a capacidade de produção. Em Outubro de 1895 foi aberta uma loja de retalho em Paris, com o propósito de vender a bicicleta ao público. Gérard foi encarregado do mercado para os militares franceses que foram posteriormente fornecidos com 25 bicicletas de teste. Os exércitos Russo e Romano também encomendaram bicicletas para os seus militares. O tenente Gérard foi bem-sucedido com a ideia de usar bicicletas desdobráveis no exército acabando assim por ser colocado no comando de um regimento de soldados equipados com estas bicicletas. Sucessivamente acabou por ser promovido ao posto de capitão, tudo graças à famosa bicicleta desdobrável. Charles Morel deixou que Gérard se tornasse a face pública das suas ideias conjuntas das bicicletas, levando todos a acreditar que o capitão Gérard era o pai da ideia, quando na verdade o Sr. Morel foi quem teve a ideia primeiro. Passado um tempo, o capitão Gérard começou a acreditar-se ele mesmo neste exagero e processou o Sr. Morel para que este deixasse o negócio com a sua parte dos lucros. Isso causou um desentendimento entre os dois homens que culminaram com a dissolução da parceria. As patentes para a bicicleta desdobrável acabaram por ser vendidas a um consórcio da Peugeot, Michelin, sendo que acabaria por ser o exército francês quem viria a assumir a produção da bicicleta em 1899. Esta bicicleta desdobrável apareceu pela primeira vez no catálogo de vendas da

Peugeot em 1899, o que levou alguns historiadores a acreditarem erroneamente que esta tinha sido inventada pela Peugeot.

Então, o que se tornou amplamente conhecido como o "A bicicleta desdobrável do capitão Gérard" não era realmente a primeira bicicleta dobrável, uma vez que a bicicleta de Emmet Latta o tenha precedido por uma série de anos, nem foi na verdade inventada pelo capitão Gérard. No entanto, esta foi provavelmente a primeira bicicleta desdobrável a ser fabricada num volume relativamente grande. Foi encontrado um pedido de patente feito na Inglaterra para a "A bicicleta desdobrável do capitão Gérard", datado de 18 de Janeiro de 1896 (dois anos depois do que mencionava a patente francesa). Henry Gérard está listado como o coinventor da patente, juntamente com Charles Morel.

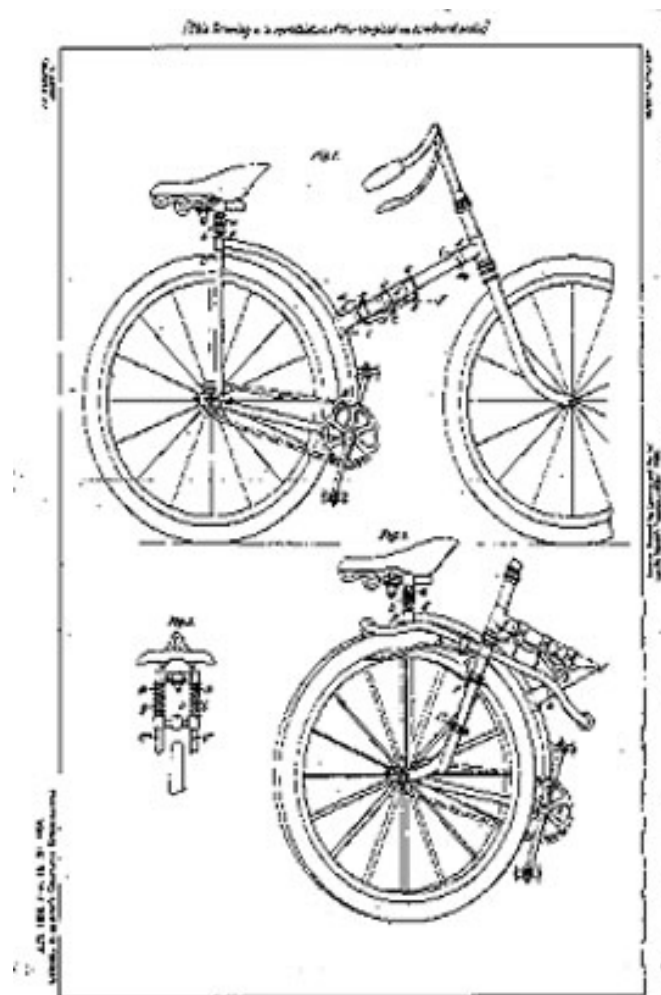


Figura 33. Desenhos da patente inglesa da bicicleta desdobrável de Gérard [40].

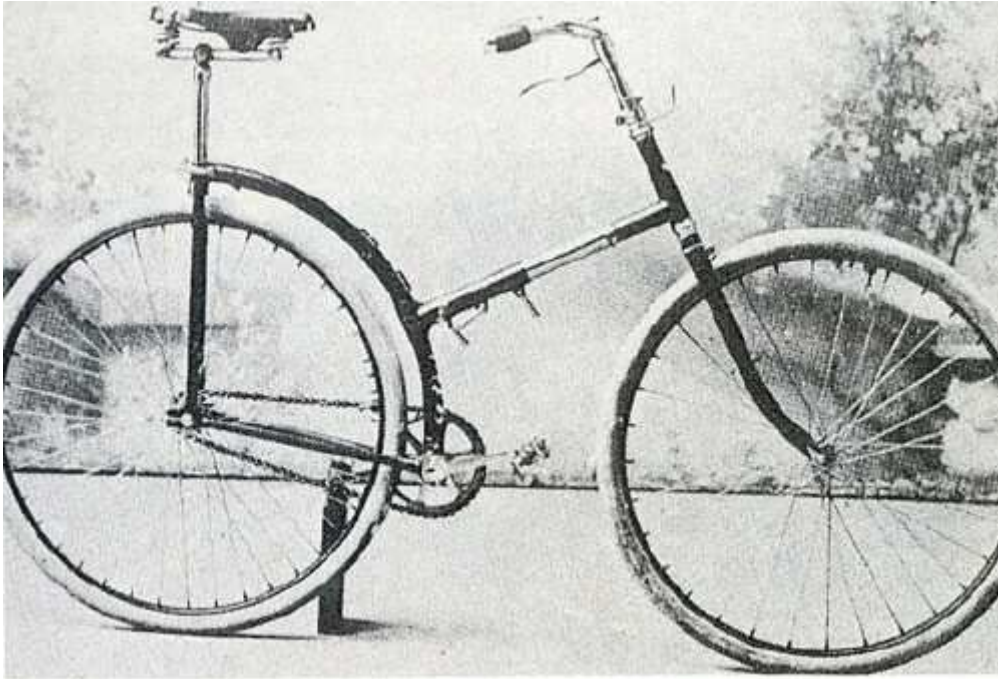


Figura 34. Fotografia da bicicleta desdobrável de Gérard [40].



Cyclistes en reconnaissance porteurs de la bicyclette Gérard.

Figura 35. Ilustração datada de 1897 da autoria de Revue Suisse demonstrando os homens de Gérard durante as manobras militares com a bicicleta desdobrável [40]

Outra das bicicletas desdobráveis iniciais que é por vezes erradamente creditada como a primeira bicicleta desdobrável foi a Faun Folding Cycle produzida em Inglaterra em 1896. Embora não fosse a primeira bicicleta desdobrável, a novidade da bicicleta era que esta rebatia o guiador que integrava um mecanismo de travões. Esta inovação foi inventada por William Crowe, tendo sido emitida uma patente para ele a 18 de Março de 1899 (Figura 36).



FIG. 1.



FIG. 2.

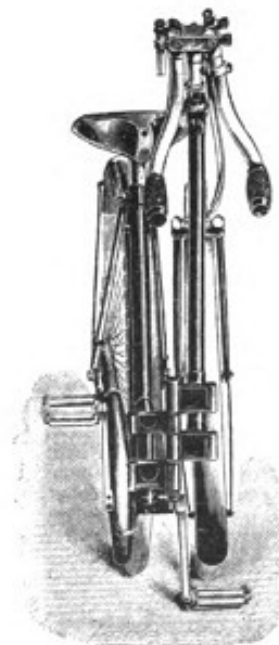


FIG. 3.

THE FAUN FOLDING BICYCLE.

Figura 36. Desenhos da patente da bicicleta desdobrável de Faun [42].

A França não foi o único país a reconhecer o potencial de uso militar das bicicletas desdobráveis. Um artigo do New York Times (Figura 37) datado de 07 de Fevereiro de 1897, informava sobre bicicletas desdobráveis militares sendo exibidas pela “The Dwyer Folding Bicycle Company”, de Danbury, Connecticut, na “Third National Cycle Exhibition” realizada no Palácio da Indústria Grand Central em Nova York.

Military Folding Bicycles.

A decided novelty in the show is the display of military folding bicycles, made by the Dwyer Folding Bicycle Company of Danbury, Conn., one design is similar to that adopted by the French Army, and the other is like that in use in the Mexican Army. A ladies' folding bicycle is also shown, and this will be sure to attract much attention from the women.

Figura 37. Recorte do artigo publicado pelo New York Times referente à exibição de bicicletas desdobráveis militares [40].

Abaixo são apresentadas imagens referentes ao catálogo de vendas “The Dwyer Folding Bicycle Company”. A primeira é a bicicleta desdobrável militar (embora esta também fosse vendida ao público), e a segunda é a versão da bicicleta destinada às senhoras. De notar que a versão feminina é praticamente idêntica à bicicleta desdobrável de Faun mencionada anteriormente. A terceira imagem diz respeito a um artigo sobre a bicicleta desdobrável Dwyer na revista “Scientific American” datada 13 de Março de 1897.

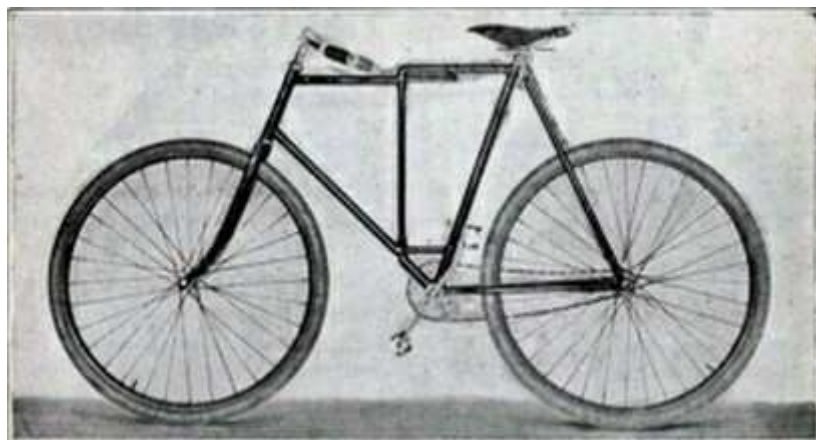


Figura 38. Bicicleta desdobrável militar [40].



Figura 39. Versão feminina da bicicleta desdobrável [40].



Figura 40. Soldado a demonstrar a operação de dobrar a bicicleta [40].

A bicicleta desdobrável de Dwyer era mais como se tivesse sido concebida por Michael B. Ryan, mencionado anteriormente nesta cronologia histórica. A prova é que em 13 de Outubro de 1896 ele solicitou uma patente para uma bicicleta desdobrável que foi uma melhoria no seu projeto anterior, e os números da patente carregam uma semelhança impressionante com a bicicleta Dwyer. Além disso, num folheto de vendas, Dwyer menciona que as suas bicicletas estão equipadas com "Guiador Ryan ajustável" em que Michael B. Ryan detinha a patente. Ryan continuou a fazer melhorias e arquivos de patentes referentes às bicicletas desdobráveis, um dos quais pode ter sido a base para outras bicicletas desdobráveis militares que apareceram na Europa, uma vez que são bastante semelhantes em termos de design.

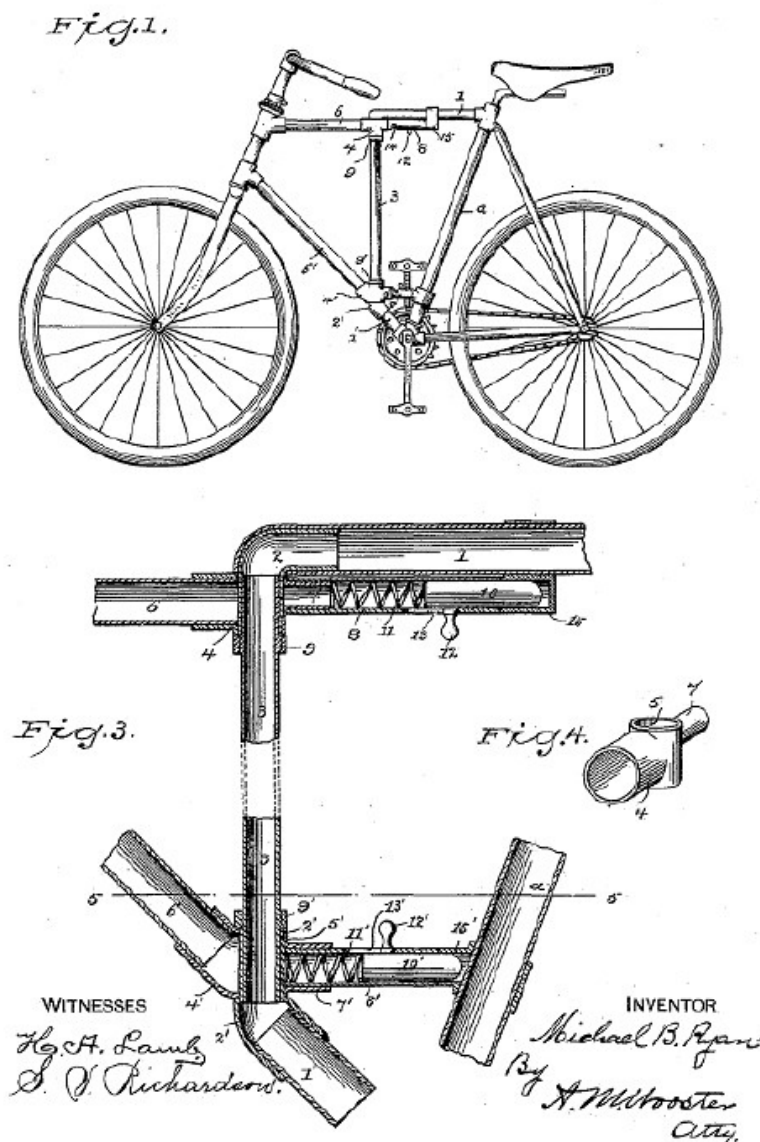


Figura 41. Imagens da patente da bicicleta desdobrável de Michael B. Ryan [40].

Fig.2.

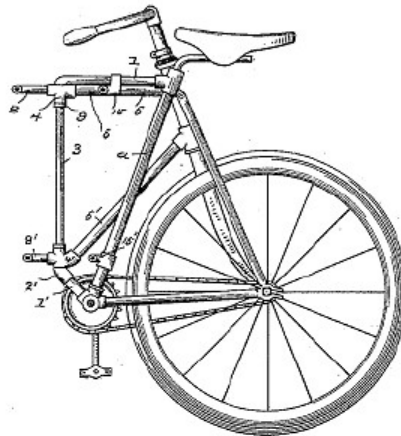


Fig.5.

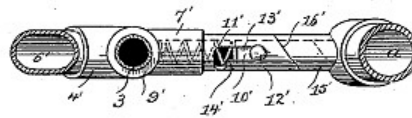


Fig.6.

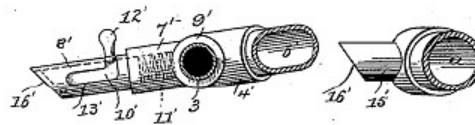


Figura 42. Imagens da patente da bicicleta desdobrável de Michael B. Ryan [40].

Vários países utilizaram bicicletas desdobráveis nas suas forças armadas e houve muitos fabricantes destas a começar em 1890, como é o caso da Dursley-Pedersen (Inglaterra), Faun (Inglaterra), Fongers (Holanda), Peugeot (França), Bianchi (Itália), Leitner (Rússia), entre outros. O mais proeminente dos fabricantes de bicicletas militares foi nomeadamente a empresa inglesa BSA (Birmingham Small Arms). Eles produziram bicicletas desdobráveis aos milhares para a Primeira Guerra Mundial e Segunda Guerra Mundial. Abaixo está um exemplo precoce de uma bicicleta desdobrável militar BSA que foi usado pelos para-quedistas (Figura 43).

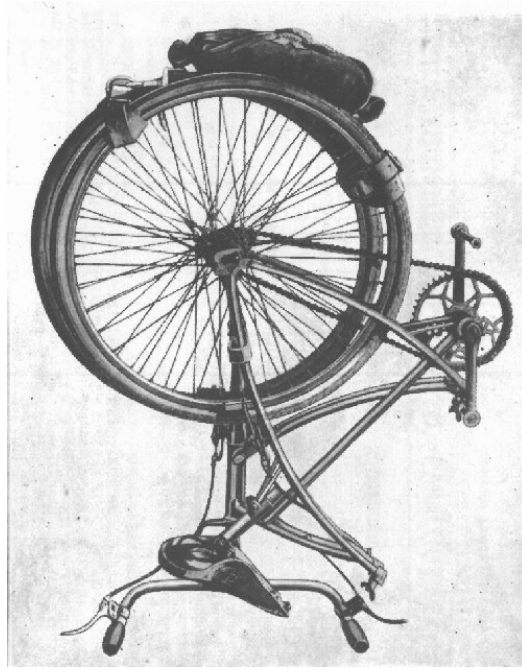


Figura 43. Bicicleta desdobrável militar utilizada pelos para-quedistas [40].

Nos EUA, a Colômbia produziu uma bicicleta por volta de 1942 denominada Compax para uso militar, destinada a para-quedistas. Esta bicicleta, (Figura 44) foi por vezes referida como uma bicicleta desdobrável. No entanto, ele não chegou a dobrar, em vez disso, o quadro era desmontado em duas partes, como mostrado abaixo, e em segundo lugar a versão civil da bicicleta.



Figura 44. Bicicleta Compax [40].



Figura 45. Bicicleta Compax desmontável em duas partes [40].

Perto do final da Segunda Guerra Mundial, Raleigh, na Inglaterra também projetou uma bicicleta desdobrável militar, mas apenas um protótipo foi feito e nunca entrou em produção.

Imediatamente após a Segunda Guerra Mundial, não havia muitas bicicletas desdobráveis produzidas. Um artigo interessante acerca das bicicletas desdobráveis militares foi postado pelo francês Le Petit Bi mostrado abaixo num anúncio de revista. A data exata e o tempo de fabrico é desconhecido, mas esta bicicleta foi provavelmente comercializada por volta de 1946. O projeto foi baseado numa versão não-desdobrável patenteada em 1939. A significância desta bicicleta era de que esta foi uma das primeiras bicicletas dobráveis documentada que usou as rodas pequenas.

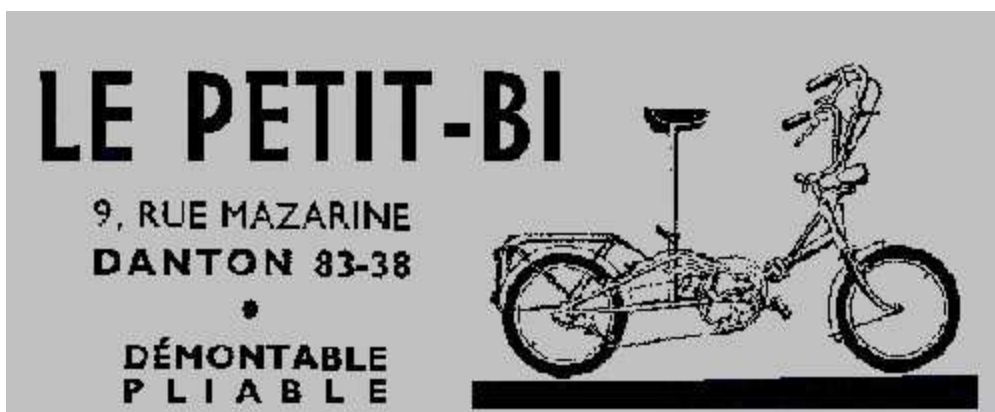


Figura 46. Imagem de um artigo sobre a bicicleta Le Petit-BI [40].



Figura 47. A bicicleta Le Petit-BI [40].

Os anos de 1950 foram um período relativamente tranquilo na história da bicicleta desdobrável uma vez que durante esta década, o ciclismo em geral estava em declínio em todo o mundo devido à popularidade do automóvel e, em certa medida dos motociclos.

A década de 1960 viu o renascimento do interesse em bicicletas desdobráveis. Grande parte do ímpeto deste interesse tem sido creditado com a introdução da bicicleta Moulton em 1962. Embora não seja uma bicicleta desdobrável, a Moulton (Figura 48) com suas pequenas rodas, serviu de inspiração para diversos modelos de bicicletas desdobráveis que se seguiram.



Figura 48. A bicicleta Moulton [40].

Até a década de 1970, o interesse em bicicletas desdobráveis tinha realmente ganho força com dezenas de fabricantes em muitos países produzindo estes modelos. Uma bicicleta desdobrável muito popular a partir desta década foi a Raleigh Vinte Stowaway (Figura 49), introduzida em 1971 e produzida na década de 80. Esta bicicleta foi notável desde que foi produzida em quantidades muito grandes e também porque ajudou a popularizar o cubo interno de mudanças, especificamente as Sturmey-Archer hub de 3 velocidades.



Figura 49. A bicicleta Raleigh Vinte Stowaway [40].

Outra bicicleta desdobrável notável de fabrico Inglês foi a portátil Bickerton, projetada pelo inventor Harry Bickerton. A bicicleta era constituída por um quadro de alumínio leve e, quando dobrada, esta tornava-se bastante compacta para que pudesse ser transportada com relativa facilidade, um aspeto não atribuído a bicicletas dobráveis anteriores. Esta bicicleta foi significativa não só por ser dotada de um design inovador (apesar da função um tanto questionável), mas também serviu como uma das inspirações para Andrew Ritchie na criação de sua bicicleta desdobrável Brompton alguns anos mais tarde, já que ele era conhecido por ter visto a bicicleta e pensou que poderia fazer melhor. O Portable Bickerton foi produzido a partir de 1971 até 1991, com cerca de 150.000 de unidades a serem vendidas. Uma foto de catálogo das Bickerton com o seu saco de transporte incluído é mostrado abaixo (Figura 50).



Figura 50. Imagem da bicicleta no catálogo Bickerton [40].

A década de 1970 viu bicicletas desdobráveis provenientes de França (Peugeot, Motobecane, Astra), Itália (Bianchi, Graziella, Formicone), Áustria (Puch, Dusika), Alemanha (Falter, Hercules, Maxim, Staiger), Holanda (Gazelle), a Bridgestone (Japão), Brasil (Caloi), URSS (Салют - "Salute" em russo), etc Na verdade, a maioria das empresas de bicicletas teve uma oferta de bicicleta desdobrável, nesta década, levando alguns a chamarem de "Idade de Ouro das bicicletas desdobráveis". Houve também uma avalanche de bicicletas desdobráveis da Europa Oriental chamadas de "U-frame" derivado à forma do quadro ao ser moldado como a letra U) durante a década de 70, muitas vendidas através de correio ou em lojas de departamento e estações de serviço. A maioria delas carregavam marcas artificiais que deram pouca indicação da sua verdadeira origem de fabrico. Muitos destes modelos U-frame foram baseados no desenho da bicicleta desdobrável Puch Pic-Nic (Figura 51).

Johan Puch realmente pioneira no único tubo U-frame (não desdobrável) no final de 1800 enquanto trabalhava na Companhia de bicicleta Síria na Áustria. A Puch Pic-Nic foi significativa não só porque o seu projeto foi amplamente copiado, mas também porque suas falhas foram o que inspirou Harry Bickerton a projetar o que ele considerava uma melhor bicicleta desdobrável.



Figura 51. Bicicleta desdobrável Puch Pic-Nic [40].

A década de 1980 começou com dois eventos significativos na história da bicicleta desdobrável. Em primeiro lugar, Andrew Ritchie começou a produzir sua bicicleta desdobrável Brompton, em 1981. Então, em 1982, Dr. David Hon iniciou a produção da primeira bicicleta desdobrável Dahon. Ambos Bromptons e Dahons ainda são marcas bastante populares da atualidade. Dahon passou a ser o maior fabricante do mundo de bicicletas desdobráveis com uma quota de mercado estimada em 60%.



Figura 52. Dr. Hon com a sua primeira bicicleta desdobrável: “Da Bike” [40].



Figura 53. Bicicleta “Dahon Limited Edition Mu XXV” produzida para celebrar os 25 anos da empresa [40].

A popularidade das bicicletas desdobráveis tem sido relativamente lenta em desenvolvimento ao longo dos anos, mas tem aumentado nos últimos tempos com o seu uso como um componente de transporte multimodal, especialmente na Europa, Ásia e nas grandes cidades nos Estados Unidos. Hoje existem mais de 100 fabricantes de bicicletas desdobráveis e seu número continua a crescer.

4.2. Tamanhos e dimensões

Por norma, as bicicletas desdobráveis apresentam-se com uma ampla gama de ajustes face às bicicletas convencionais de forma a poderem ser utilizados por diferentes pessoas de estatutos diferentes. De uma forma geral, os quadros são de tamanho único, sendo os restantes componentes personalizáveis de acordo com o tamanho de cada um. O eixo do guiador e assento podem estender-se até quatro vezes mais comparativamente com uma bicicleta normal. Para uma maior amplitude de tamanhos e melhor adaptação aos utilizadores, existem no mercado de pós-venda, itens de maiores dimensões para adaptar na bicicleta e desta forma compensar a diferença de estaturas. Enquanto as bicicletas desdobráveis são de forma geral menores em tamanho total do que as bicicletas convencionais, a distância entre os eixos das pernas,

a parte superior do assento, o guiador, os principais elementos que determinam o enquadramento da bicicleta no seu utilizador, são geralmente semelhantes às dimensões das bicicletas convencionais. Alguns fabricantes estão atualmente a produzir bicicletas desdobráveis em que o sistema destas permite a utilização de rodas 26" de maiores dimensões.

Existem ainda as chamadas bicicletas desdobráveis micro, que devido às suas dimensões bastante reduzidas, são bastante compostas e apresentam uma portabilidade bastante elevada e grande capacidade de armazenamento. Um exemplo deste tipo de bicicletas são a A-Bike (Figura 54). e a Strida (Figura 59) que apresentam rodas diminutas. Quando olhamos para certas bicicletas, rapidamente nos apercebemos que o conforto não é a sua principal característica. Como apresentam rodas pequenas, essas não são capazes de absorver as imperfeições da estrada, fazendo com que as vibrações se propaguem ao longo de toda a estrutura.

No entanto, em termos de portabilidade enquanto bicicleta no estado dobrado, estes modelos são invencíveis, pois podem ser facilmente transportadas dentro de um saco de dimensões reduzidas.

4.3. Performance

Destinadas para fins de transporte utilitário e citadino, as bicicletas desdobráveis dão ênfase ao conforto, robustez e consistência.

As restrições ao nível do Design, que possibilitam que essas bicicletas se transformem em pequenos pacotes dobrados, como é o caso das rodas pequenas e uma distância mais curta entre eixos, podem dar origem a um passeio mais "aspro" e mais duro. Para minimizar e compensar esta falta de suavidade, os construtores recorrem a pneus mais largos e macios, e em determinados modelos são implementados sistemas de suspensão traseira e dianteira.

Atualmente os construtores deste tipo de bicicletas debatem-se para desafiar os compromissos estruturais. Na maior parte dos casos as bicicletas dobram-se perto do ponto médio do quadro, ou apresentam alongamentos do assento e volante, o que origina diversas tensões estruturais podendo por vezes dar-se o colapso. Para o utilizador, estes elementos esguios podem traduzir-se em desconforto na forma de pedalar, ou seja, como o quadro/estrutura da bicicleta estão próximos do solo e o guiador e assento estão bastante elevados, o utilizador poderá ter uma sensação de flexão e instabilidade.

Como forma de compensar esse desconforto, as bicicletas tornam-se mais pesadas e com mais elementos estruturais acoplados ao quadro.

4.4. Utilidade

As bicicletas desdobráveis são meios de transporte particularmente adequados para aqueles que frequentam os meios urbanos e que têm necessidade de se transportar de forma rápida e versátil, evitando filas de trânsito intermináveis.

Estas tornam-se ideais quando utilizadas como transporte misto, ou seja, uma utilização combinada com outros meios de transporte. É cada vez mais frequente observarem-se pessoas que, nas suas deslocações diárias, começam a deixar os automóveis em casa, em parte devido ao constante aumento do preço dos combustíveis, e passam a frequentar os transportes públicos. Uma bicicleta desdobrável aliada a um comboio, pode ser um excelente meio de transporte, visto que a maior distância do percurso pode ser percorrida de comboio e o restante ser de bicicleta. Uma bicicleta desdobrável que seja funcional e prática, facilmente pode ser dobrada/arrumada de forma a ocupar o mínimo de espaço possível no interior de um comboio, autocarro, metro, etc.

Outra grande vantagem deste tipo de bicicleta, é a facilidade de arrumação da mesma, tornando-se viável arrumar a bicicleta dentro de casa, mesmo que seja um pequeno apartamento, ou então, até no próprio local de trabalho. Depois de dobrada/arrumada, estas bicicletas tornam-se bastante compactas, ocupando cerca de um terço do espaço de arrumação necessário para uma bicicleta comum.

Em termos de portabilidade, quando dobradas, a maioria dos modelos não permite deslocações com facilidade devido ao facto de serem pesadas, e não poderem rolar sobre as próprias rodas. Alguns modelos, projetados especificamente a pensar num transporte fácil aquando na sua forma mais compacta, apresentam rodas diminutas e dimensões estruturais bastante pequenas, tudo com o objetivo de ocupar o mínimo de espaço possível bem como pesar o menos possível. Exemplo disso, é a bicicleta “A-Bike”, em que os seus construtores afirmam ser a bicicleta desdobrável mais pequena e mais leve do mundo (Figura 54).



Figura 54. Bicicleta “A-Bike” [43].

4.5. Sistemas de desdobramento

Existem no mercado diversos modelos de bicicletas desdobráveis, dotados de diferentes métodos e sistemas de desdobramento que altamente variáveis, uns mais eficazes e outros nem tanto.

Vulgarmente deparamo-nos com o sistema do tipo dobradiça, sendo este o mais comum adotado pelas marcas das grandes superfícies comerciais, e o principal motivo é o facto de este cumprir perfeitamente a função para o qual é destinado, e acima de tudo, é um sistema isento de tecnologia avançada, logo bastante acessível em termos monetários. Este sistema é bastante semelhante ao utilizado nas portas das habitações onde basicamente 2 elementos metálicos curvilíneos são unidos por intermédio de uma cavilha.

Um ótimo exemplo deste sistema são as bicicletas comercializadas pela empresa Dahon já referida anteriormente. O quadro de alumínio é basicamente dividido em duas metades, estando interligadas por intermédio de uma dobradiça (Figura 55). Este mecanismo apresenta uma espécie de pequena alavanca que permite o bloqueio do mesmo de maneira a impedir que a bicicleta se abra enquanto o utilizador for montado (Figura 56).



Figura 55. Pormenor da dobradiça da bicicleta “Dahon” [44].



Figura 56. Pormenor da alavanca de bloqueio da bicicleta “Dahon” [44].

No que confere ao guiador, este apresenta um sistema semelhante, o que permite que o veio que dá altura ao mesmo, possa ser rebatido para que a bicicleta se torne ainda mais compacta (Figura 57).



Figura 57. Rebatimento do guiador da bicicleta “Dahon” [44].

Existem ainda as bicicletas que se desdobram no sentido longitudinal das suas rodas, quero eu com isto dizer que, o desdobramento, contrariamente ao exemplo anterior, não é feito na parte lateral.

Por norma, este tipo de mecanismo é adotado por modelos de bicicletas mais pequenos, em que as rodas não ocupam um espaço significativo, e portanto, permitem que toda a bicicleta encolha num só sentido. Estes modelos são particularmente vocacionados para necessidades de grande portabilidade pois assumem formas muito compactas e são bastante práticas de se arrumarem.

Exemplo deste tipo de bicicleta desdobrável é a “Genius” (Figura 58), que com todas as suas articulações, torna-se bastante versátil. No entanto, o facto de apresentar elevadas extensões do assento e guiador, leva a que haja uma grande propagação de vibrações causando uma sensação de instabilidade para o utilizador, levando a que esta bicicleta apenas possa ser utilizada em curtas distancias em que o piso se apresenta regular.



Figura 58. Bicicleta “Genius” [45].

Uma outra solução encontrada de fazer com que estas bicicletas se possam tornar bastante compactas, é a desmontagem de determinados elementos das mesmas. Este processo de desmontagem, pode implicar alguma falta de resistência na estrutura da bicicleta. Um bom quadro é aquele que é constituído como um todo, no entanto, já se sabe que neste tipo de bicicletas isso não é possível, há a necessidade de haver pontos móveis e desmontáveis.

No caso da bicicleta desdobrável “Strida” (Figura 59), foi adotada uma forma triangular para o quadro, mas este com a particularidade de apresentar um dos vértices virado para cima, ao contrário da forma triangular das bicicletas comuns em que o vértice encontra-se virado para baixo. Assim sendo, no vértice superior encontra-se o guiador e nos vértices inferiores encontram-se as rodas. Para o seu desdobramento, a solução encontrada foi a desmontagem da secção inferior da forma triangular do quadro, soltando o tubo na parte frontal da bicicleta. Os restantes cantos/ângulos que constituem a forma triangular, apresentam mecanismos de dobradiça para permitir que todo o conjunto possa ser rebatido.

De notar que, independentemente das dobras e mecanismos implementados nestas bicicletas, por norma o eixo pedaleiro está sempre interligado com a roda traseira. Esta é a secção da bicicleta que não pode ser desmontada pelo facto de ser onde está alojada a transmissão de forças desde a pedaleira até à roda traseira, seja por intermédio de correntes ou veios de transmissão.



Figura 59. Desdobramento da bicicleta “Strida” [46].



Figura 60. Utilizador com bicicleta “Strida” [47].

5. Tecnologias de transmissão

5.1. Sistema de corrente

As bicicletas apresentam sistemas de transmissão visivelmente simples. Acionado por força motora, o movimento das bicicletas dá-se por intermédio das transmissões de corrente (Figura 61). Esta capta o movimento dos pedais, que ao serem movidos fazem girar coroas dentadas e assim a força é transmitida para a roda traseira. Aqui é feita uma desmultiplicação de forças através de um pinhão constituído por um determinado número de rodas dentadas de diferentes tamanhos. Cada roda dentada equivale a uma velocidade. Quanto menor esta for, menor será o numero de dentes e maior será a velocidade.



Figura 61. Transmissão por corrente [48].

5.2. Sistema de correia de borracha

Outro sistema de transmissão, embora muito pouco utilizado nas bicicletas, é o da correia de borracha (Figura 62). Este tem como particularidade o facto de não necessitar de lubrificação, logo não origina sujidade causada pelo óleo. A grande desvantagem deste sistema é o facto de apenas permitir uma velocidade, não podendo a correia variar entre rodas dentadas a fim de fazer a desmultiplicação.

Em termos de benefícios, estas correias podem ser muito mais baratas quando comparadas com as correntes metálicas, bem como muito mais leves, pesando apenas 70g enquanto as metálicas pesam cerca de 300g. O seu funcionamento é muito mais suave e em termos de durabilidade, estas duram sensivelmente o dobro das corrente normais.



Figura 62. Transmissão por correia de borracha [49].

5.3. Sistema por veio de transmissão

Um sistema relativamente recente e revolucionário é o sistema denominado de direct drive. Este funciona por intermédio de um veio de transmissão em vez de uma corrente metálica ou correia de borracha.

O princípio de funcionamento do sistema direct drive é semelhante ao dos automóveis. Este utiliza um veio que vai ser acionado por dois conjuntos de engrenagens helicoidais cónicas de forma a transferir a energia da rotação da pedaleira para a roda traseira (Figura 63).



Figura 63. Transmissão por intermédio de um veio [50].

Este sistema permite que as bicicletas usufruam de uma aparência elegante e moderna e acima de tudo isentas de sistemas desviadores e tensores de corrente. Desta forma não existe a necessidade de afinações e problemas de a corrente metálica saltar da roda dentada.

Os veios de transmissão possibilitam a utilização de um sistema de engrenagens interno, ou seja, as velocidades passam a ser operadas no interior do cubo traseiro (sistema Shimano Nexus (Figura 64)).

Mais uma vez, aqui o sistema de engrenagens é bastante semelhante ao utilizado nas caixas de velocidades dos automóveis e permite que as velocidades sejam engrenadas mesmo com a bicicleta parada.

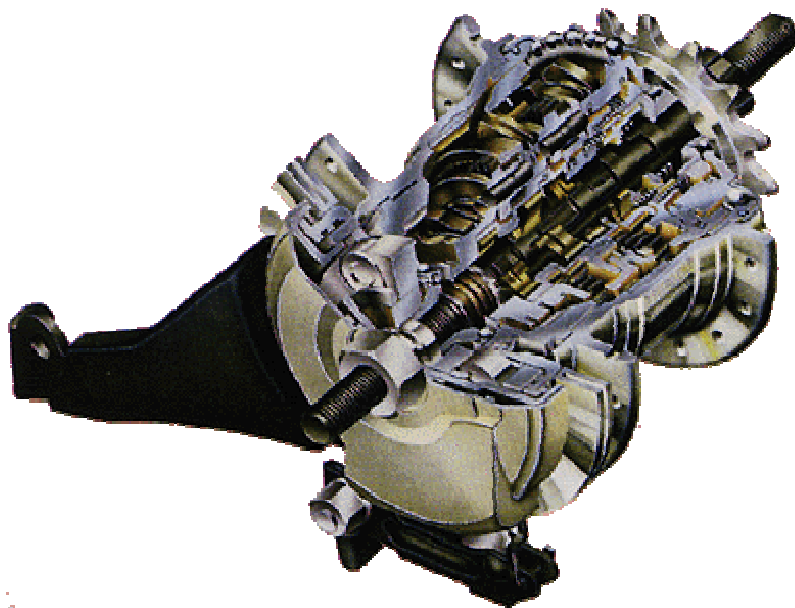


Figura 64. Cubo de engrenagens internas Shimano Nexus [51].

6 Etapas do Desenvolvimento do Produto

Com base nos conhecimentos adquiridos, resultantes das pesquisas efetuadas sobre os temas da mobilidade urbana e bicicletas, pretende-se desenvolver uma bicicleta desdobrável capaz de responder às necessidades de utilizadores que se desloquem diariamente nos grandes centros urbanos. Pretende-se criar uma bicicleta dotada de um sistema de desdobramento simples e de fácil manuseio, que possa ser transportada e arrumada sem dificuldade, e que seja confortável e atraente em termos formais.

6.1 Definição da missão

6.1.1 Descrição do produto

Bicicleta desdobrável, portátil, confortável e de fácil arrumação.

6.1.2 Objetivos chave do produto

Proporcionar ao utilizador uma viagem agradável e confortável. Facilidade de utilização dos diferentes mecanismos de desdobramento. Capacidade de se poder transportar a bicicleta fechada sem ter necessidade de carregar com o peso da mesma. Possibilidade de se tornar o mais compacta possível de maneira a poder ser arrumada no interior de uma habitação.

6.1.3 Pressupostos e constrangimentos

Desdobramento de forma fácil e eficaz, portabilidade, conforto durante a utilização.

6.1.4 Mercado primário

Todos aqueles que tenham necessidade de se deslocarem nos grandes centros urbanos de forma rápida e eficaz, e necessitem de transportar a bicicleta consigo quer seja no interior de autocarros, comboios ou metros, como também para o interior de habitações ou então para os postos de trabalho (ex: escritórios).

6.1.5 Mercado secundário

Público em geral.

6.1.6 Partes interessadas

Empresas de venda de artigos de desporto, lojas de ciclismo, empresas de aluguer de bicicletas, indústrias de conceção e fabrico.

6.2 Identificação das necessidades

Nesta etapa do desenvolvimento do produto foi elaborado um questionário on-line (Figura 65) com o objetivo de recolher informação referente às opiniões dos utilizadores face às bicicletas desdobráveis e avaliar as necessidades dos mesmos. Desta forma pode-se assegurar um resultado orientado para as carências dos utilizadores e evitando que nenhuma falhe ou fique desprezada.

O questionário foi realizado de forma a manter o anonimato de todos os inquiridos e com base em respostas de escolha múltipla para que este fosse respondido num curto espaço de tempo. O inquérito foi realizado entre o dia 1 de Abril de 2012 e o dia 10 de Agosto de 2012, ao qual foram obtidas 390 respostas.

Questionário sobre uso e opinião das bicicletas desdobráveis

No âmbito do curso de Mestrado em Design Industrial da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, gostaria que me ajudasse na elaboração da minha dissertação respondendo a um breve questionário sobre o uso e opinião relativamente às bicicletas desdobráveis.

*** Required**

Sexo? *

- ☐ Homem
- ☐ Mulher

Idade (anos) *

- ☐ 16-20
- ☐ 21-30
- ☐ 31-40
- ☐ 41-50
- ☐ 51-60
- ☐ 61-70
- ☐ +70

Habilitações Literárias *

- ☐ 4º ano
- ☐ 9º ano
- ☐ 12º ano
- ☐ Licenciatura
- ☐ Mestrado
- ☐ Doutoramento

Qual o seu meio de transporte utilizado nas deslocações diárias? *

- ☐ Carro
- ☐ Mota
- ☐ Autocarro
- ☐ Comboio
- ☐ Metro
- ☐ Bicicleta
- ☐ Desloco-me a pé

Em média, qual a distancia da sua viagem? *

- ☐ - 5 km
- ☐ 6-10 km
- ☐ 11-20 km
- ☐ 21-30 km
- ☐ + 30 km

Em média, qual a duração da sua viagem? *

- ☐ - 5 min.
- ☐ 6-10 min.
- ☐ 11-20 min.
- ☐ 21-40 min.
- ☐ 41-60 min.
- ☐ +60 min.

Costuma apanhar muito trânsito nas suas deslocações? *

- ☐ nenhum
- ☐ pouco
- ☐ algum
- ☐ muito

Nas suas deslocações que tipo de percursos utiliza? *

- ☐ centro urbano
- ☐ estradas nacionais
- ☐ auto-estradas

Utilizaria uma bicicleta desdobrável como meio de transporte citadino? *

- ☐ Não
- ☐ Talvez
- ☐ Sim

Qual considera ser o grau de adequação de uma bicicleta desdobrável face aos percursos citadinos? *

- ☐ Nada adequada
- ☐ Pouco adequada
- ☐ Adequada
- ☐ Bastante adequada
- ☐ Muito adequada

Considera as bicicletas desdobráveis funcionais *

Considere aspectos como portabilidade, arrumação e facilidade de utilização

- ☐ Nada funcionais
- ☐ Pouco funcionais
- ☐ Funcionais
- ☐ Bastante funcionais
- ☐ Muito funcionais

Qual o grau de importância que atribui aos seguintes factores: - Ergonomia *

Adequação da bicicleta ao corpo humano.

- ☐ Nada Importante
- ☐ Pouco Importante
- ☐ Importante
- ☐ Bastante Importante
- ☐ Muito Importante

- Capacidade de arrumação *

- ☐ Nada Importante
- ☐ Pouco Importante
- ☐ Importante
- ☐ Bastante Importante
- ☐ Muito Importante

- Conforto *

- ☐ Nada Importante
- ☐ Pouco Importante
- ☐ Importante
- ☐ Bastante Importante
- ☐ Muito Importante

- Portabilidade *

- ☐ Nada Importante
- ☐ Pouco Importante
- ☐ Importante
- ☐ Bastante Importante
- ☐ Muito Importante

- Facilidade em dobrar *

- ☐ Nada Importante
- ☐ Pouco Importante
- ☐ Importante
- ☐ Bastante Importante
- ☐ Muito Importante

- Design *

- ☐ Nada Importante
- ☐ Pouco Importante
- ☐ Importante
- ☐ Bastante Importante
- ☐ Muito Importante

Figura 65. Questionário on-line realizado entre o dia 1 de Abril de 2012 e o dia 10 de Agosto de 2012.

De um total de 405 inquiridos, 67% representam o sexo masculino e 33% representam o sexo feminino (Figura 66), sendo que a maior incidência de respostas verificou-se em indivíduos com faixa etária compreendida entre os 21 e os 30 anos (Figura 67). Quanto ao nível de habilitações literárias, a maioria dos inquiridos (44%) possuía o grau de Mestrado (Figura 68).

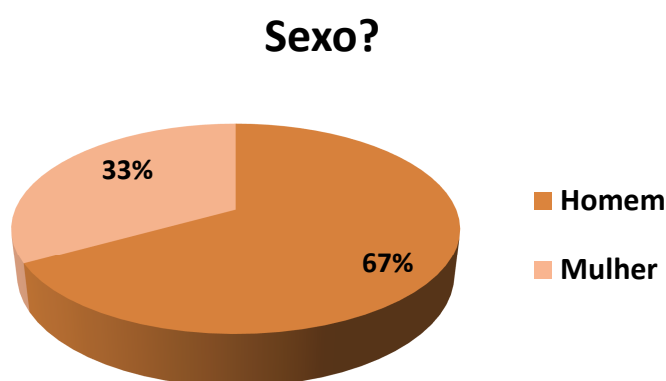


Figura 66. Percentagem referente ao sexo dos inquiridos.

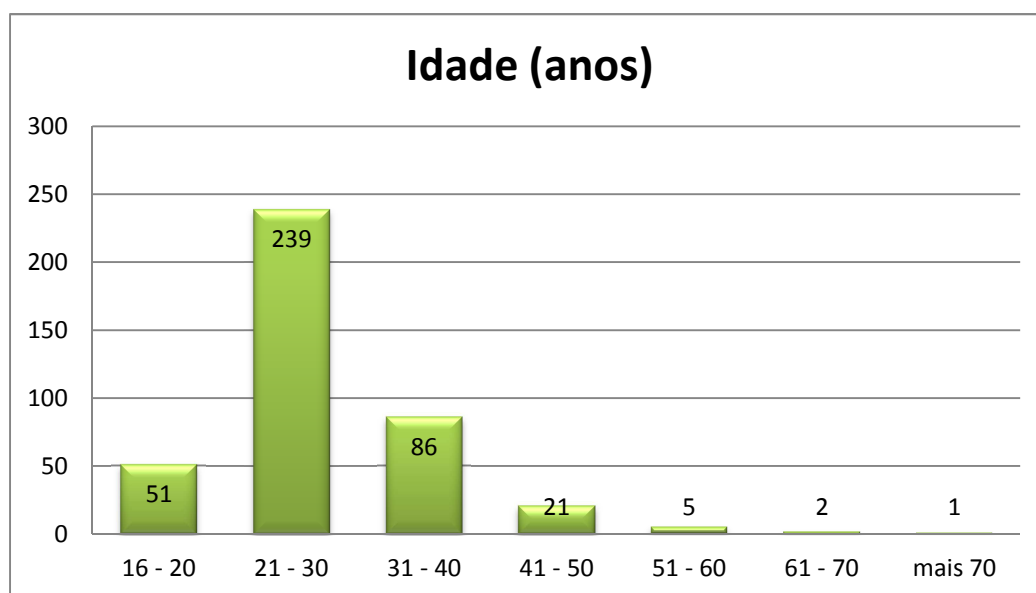


Figura 67. Número de respostas por idade.

Habilitações literárias

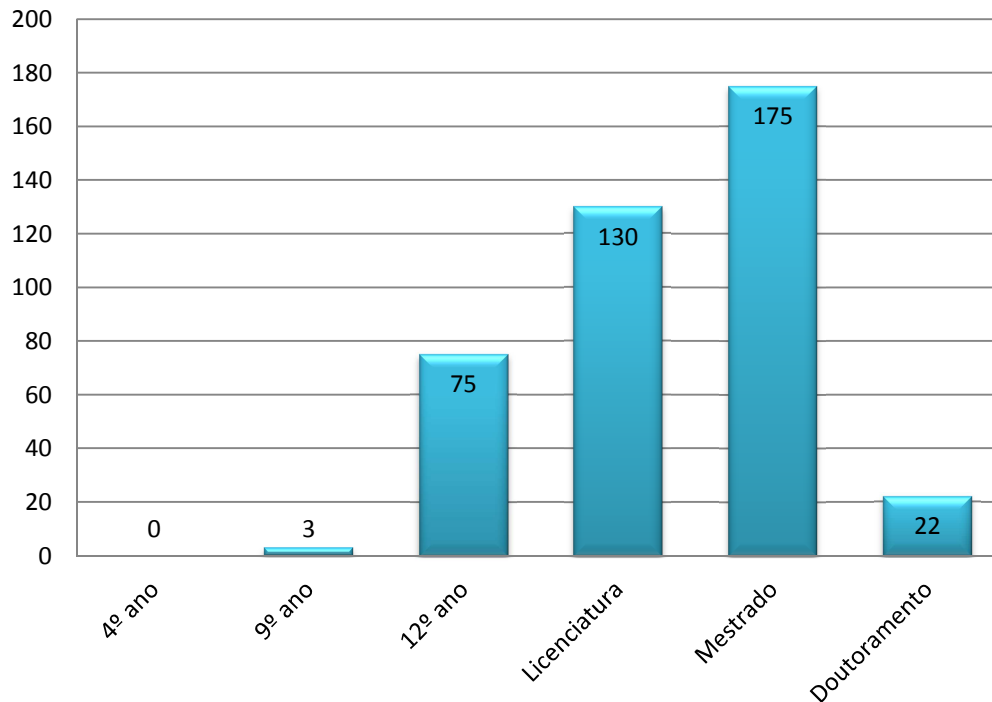
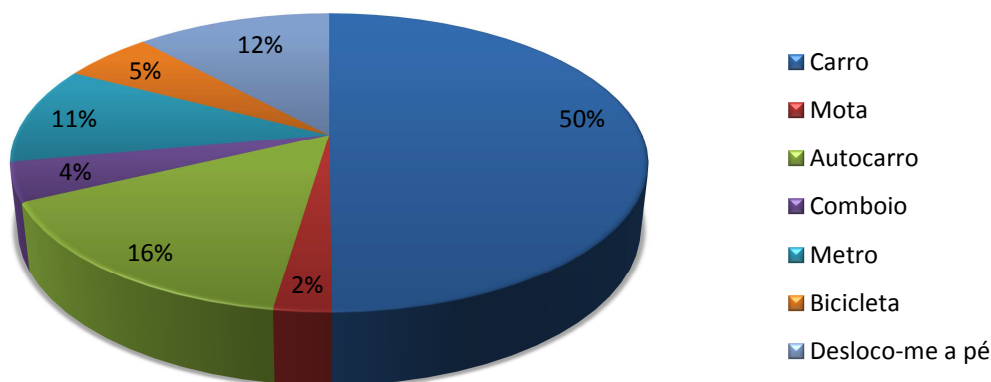


Figura 68. Número de respostas referentes às habilitações literárias dos inquiridos.

Quando é questionado às pessoas sobre qual o seu meio de transporte utilizado para as deslocações diárias (Figura 69), aqui como seria de esperar, o carro ganha com 50% das respostas, seguindo-se as deslocações em autocarro com 16% e depois as deslocações a pé com 12%. As deslocações de bicicleta ocupam o quinto lugar com 5% das pessoas a utilizar este meio de transporte.

Qual o seu meio de transporte utilizado nas deslocações diárias?



Carro	202	50%
Mota	10	2%
Autocarro	63	16%
Comboio	17	4%
Metro	43	11%
Bicicleta	22	5%
Desloco-me a pé	48	12%

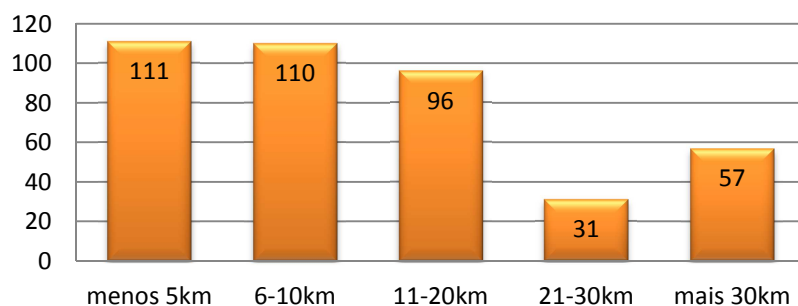
Figura 69. Número e percentagem de respostas referentes ao meio de transporte utilizado nas deslocações diárias.

No que diz respeito a distância da viagem, como é possível observar no gráfico abaixo (Figura 70), predominam as curtas distâncias, tendo as deslocações com menos de 5km e as deslocações de 6-10km a mesma percentagem de 27%.

Já no tempo de duração da viagem (Figura 71), obteve-se uma percentagem de 35% para deslocações que durem de 11-20 min. seguido das deslocações com duração de 21-40 min.

Aqui podemos constatar que apesar das distâncias serem relativamente curtas, o tempo para as percorrer revela-se mais alargado, e isto deve-se ao facto da existência de algum trânsito (Figura 72) sendo esta a resposta de 42% dos inquiridos.

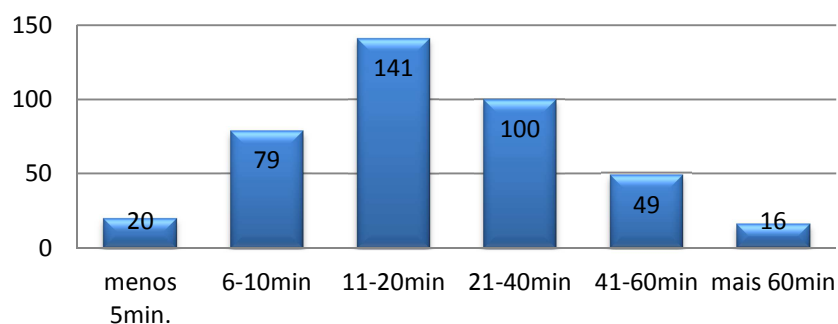
Em média qual a distancia da sua viagem?



Menos 5km	111	27%
6-10km	110	27%
11-20km	96	24%
21-30km	31	8%
Mais 30km	57	14%

Figura 70. Número e percentagem de respostas referentes à distância da viagem.

Em média qual a duração da sua viagem?



Menos 5min.	20	5%
6-10min.	79	20%
11-20min.	141	35%
21-40min.	100	25%
41-60min.	49	12%
Mais 60min.	16	4%

Figura 71. Número e percentagem de respostas referentes à duração da viagem.

Costuma apanhar muito trânsito nas suas deslocações?

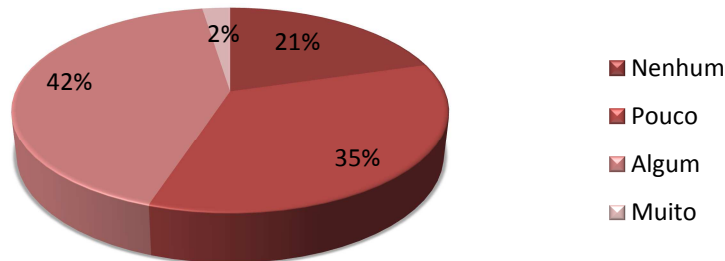


Figura 72. Percentagem de respostas referentes à quantidade de trânsito nas deslocações.

No que diz respeito ao tipo de percursos utilizados nas deslocações dos inquiridos, verifica-se uma clara maioria em utilização dos centros urbanos, (Figura 73) totalizando 62% das respostas. De seguida seguem-se as autoestradas com 21% e as estradas nacionais com 17% das respostas.

Quando lhes é questionado se utilizariam uma bicicleta desdobrável como meio de transporte citadino, a resposta maioritária é o “talvez”, totalizando 47% das respostas (Figura 74), o que demonstra que muito ainda não estão familiarizados com a ideia de se fazerem transportar de bicicleta. Em seguida temos 33% de respostas afirmativas e 20% de respostas negativas.

Nas suas deslocações que tipo de percurso utiliza?

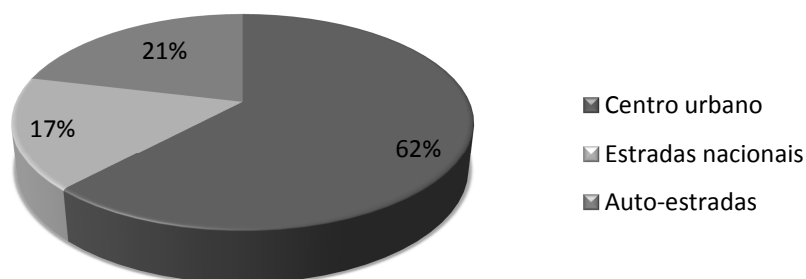


Figura 73. Percentagem de respostas referentes ao tipo de percurso utilizado.

Utilizaria uma bicicleta desdobrável como meio de transporte citadino?

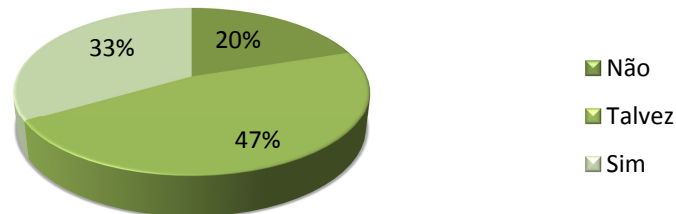


Figura 74. Percentagem de respostas referentes à utilização da bicicleta desdobrável como meio de transporte citadino.

Relativamente às perguntas sobre o grau de adequação da bicicleta desdobrável face aos percursos citadinos (Figura 75), 49% dos inquiridos afirmam ser adequada, seguidamente de 20% dizendo que esta é bastante adequada.

Quanto às opiniões sobre o funcionamento das bicicletas desdobráveis (Figura 76), 49% afirmam ser funcionais, seguindo-se de 28% dizendo que são muito funcionais.

Qual considera ser o grau de adequação de uma bicicleta desdobrável face aos percursos citadinos?

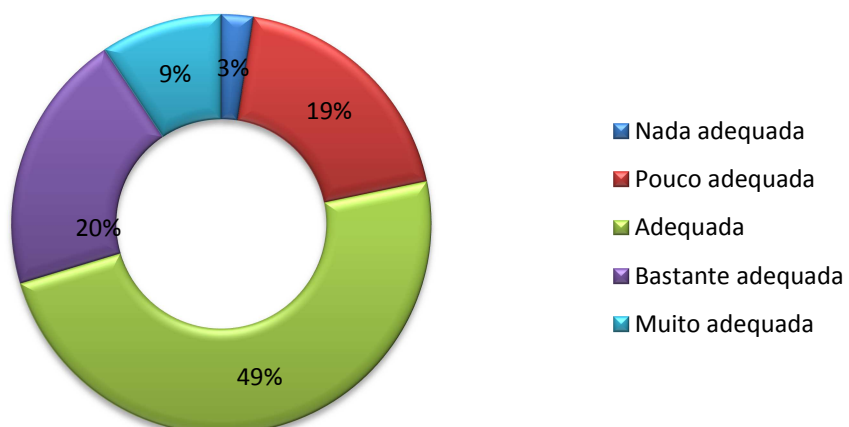


Figura 75. Percentagem de respostas referentes ao grau de adequação da bicicleta desdobrável face aos percursos citadinos.

Considera as bicicletas desdobráveis funcionais?

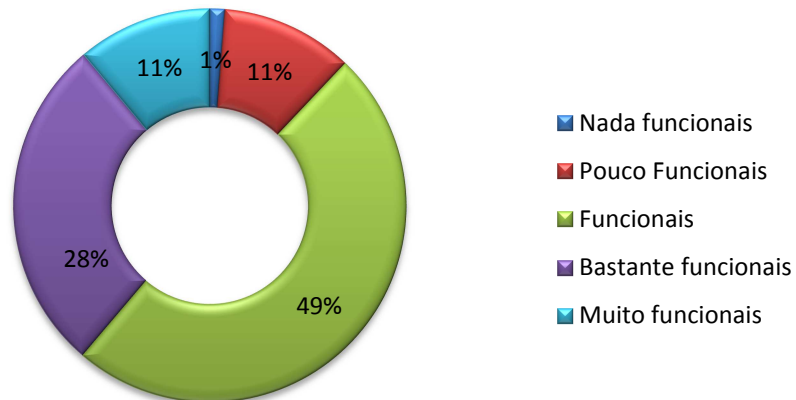


Figura 76. Percentagem de respostas referentes à funcionalidade das bicicletas desdobráveis.

Torna-se fundamental analisar a importância atribuída pelos inquiridos a diferentes fatores que se relacionam com as bicicletas desdobráveis, tais como: ergonomia, arrumação, conforto, portabilidade, facilidade em dobrar e design.

Relativamente ao fator ergonomia, 40% dos inquiridos referem este fator como sendo bastante importante, e 34% admitem ser um fator muito importante (Figura 77). Desta forma torna-se evidente que a bicicleta deve ser dimensionalmente bastante ergonómica.

Ergonomia

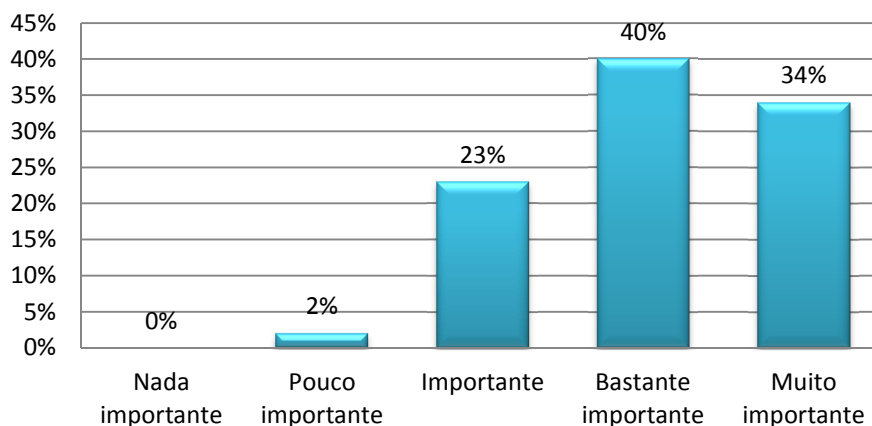


Figura 77. Percentagem de respostas referentes à importância atribuída ao fator Ergonomia.

Outro fator questionado, foi o da capacidade de arrumação da bicicleta, e aqui deu-se um empate de percentagens, em que 31% responderam era muito importante e outros 31% responderam que era importante (Figura 78).

Capacidade de arrumação

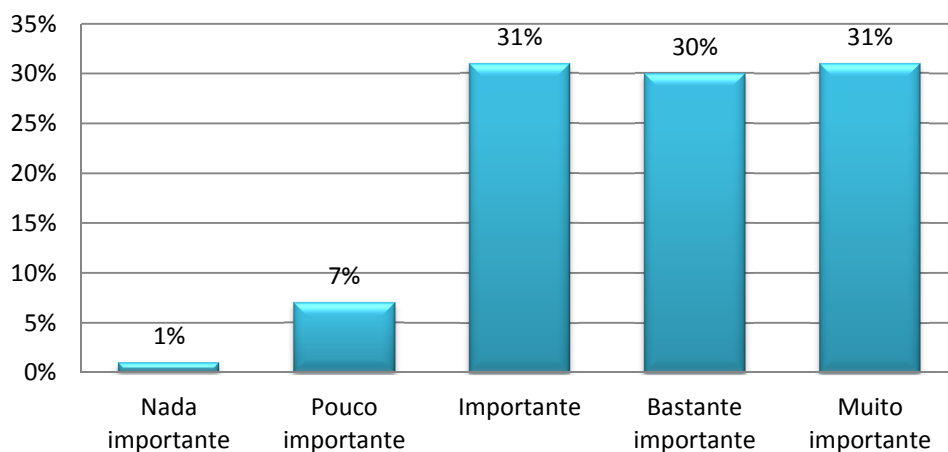


Figura 78. Percentagem de respostas referentes à importância atribuída ao fator Capacidade de arrumação.

No que diz respeito ao fator conforto, 40% dos inquiridos referem-se a este como sendo bastante importante, e 33% afirmam ser muito importante (Figura 79). Como tal, e contrariamente a muitas das bicicletas desdobráveis existentes no mercado, esta deverá prezar o conforto do utilizador.

Conforto

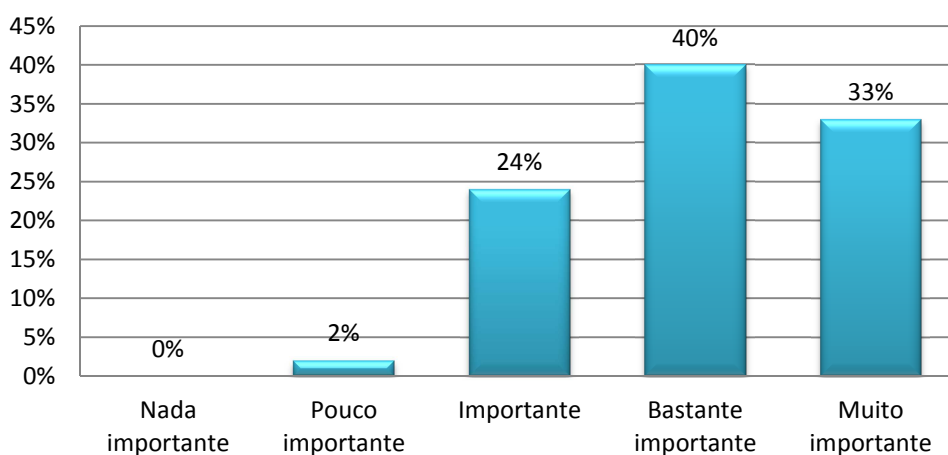


Figura 79. Percentagem de respostas referentes à importância atribuída ao fator Conforto.

Quanto ao fator portabilidade, verifica-se que 37% das respostas descrevem este como sendo um fator muito importante, seguido de 30% que o referem como bastante importante (Figura 80).

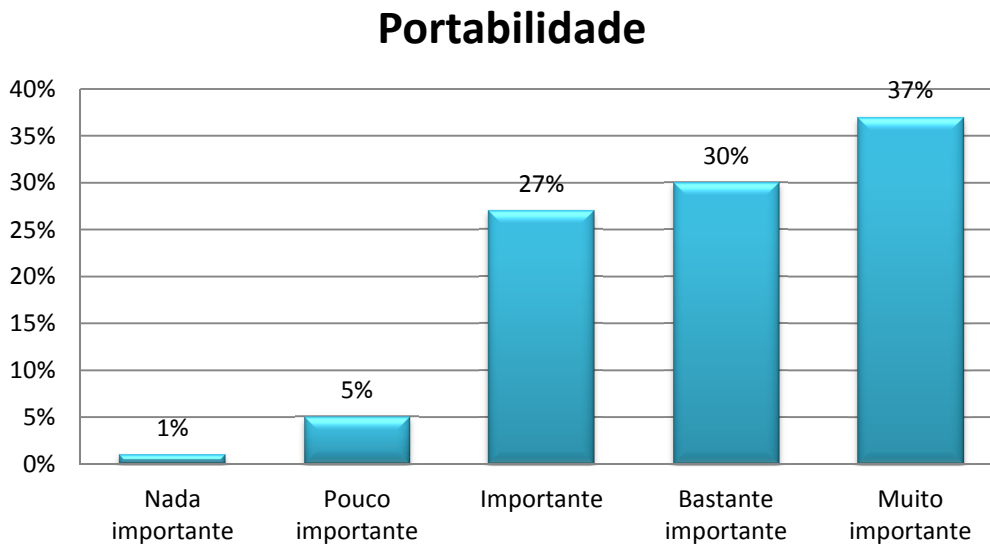


Figura 80. Percentagem de respostas referentes à importância atribuída ao fator Portabilidade.

Já no que diz respeito às respostas referentes ao fator sobre a facilidade em dobrar a bicicleta, 31% dos inquiridos afirmam-no como sendo muito importante e 30% como sendo importante (Figura 81). Na minha opinião, considero este um fator crucial para que a utilização da bicicleta possa ser o mais agradável, fácil e funcional possível, pois este vai ditar a rapidez e eficácia com que se arruma ou transporta a bicicleta.

Relativamente à aparência da bicicleta, quando é questionado aos inquiridos qual a importância do fator design, 43% dizem ser importante e 28% pouco importante (Figura 82). Aqui é evidente que acima de uma boa aparência está a funcionalidade, não devendo esta ser comprometida a fim de ter um bom design.

Facilidade em dobrar

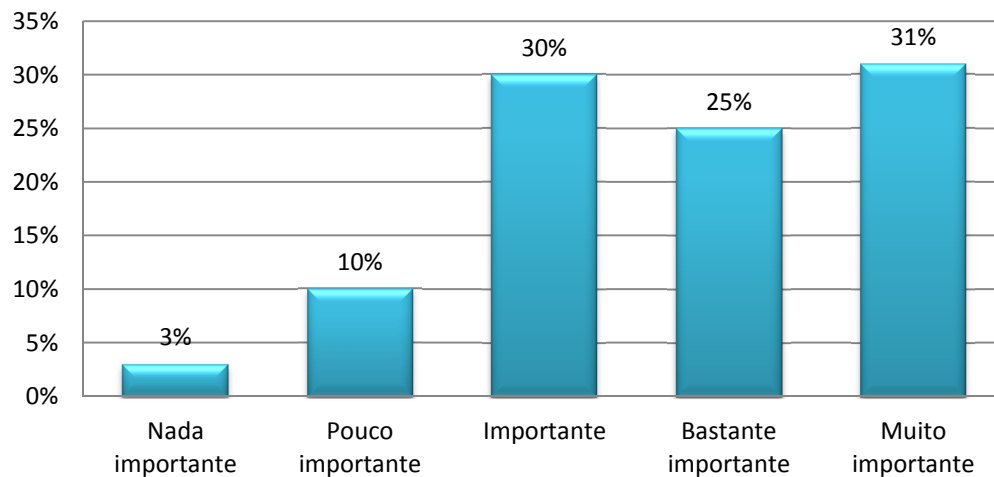


Figura 81. Percentagem de respostas referentes à importância atribuída ao fator Facilidade em dobrar.

Design

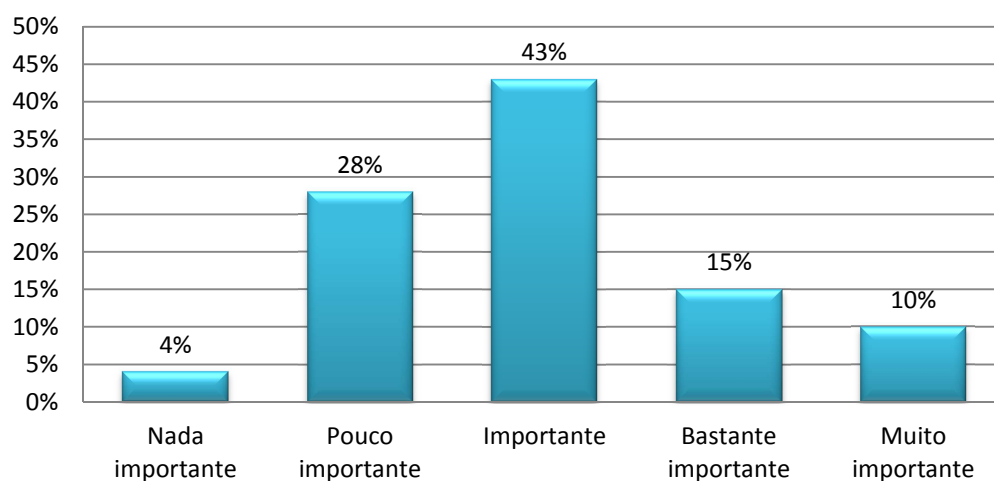


Figura 82. Percentagem de respostas referentes à importância atribuída ao fator Design.

Após análise dos resultados obtidos no inquérito realizado passa-se à fase seguinte, onde as necessidades para a construção da bicicleta desdobrável vão ser hierarquizadas de acordo com o grau de importância, criando desta forma uma escala de 1 a 5 sendo que 1 significa nada importante e o 5 muito importante (Tabela 1).

Foi também elaborada uma tabela (Tabela 2) referente às métricas correspondentes às necessidades estabelecidas anteriormente. Desta forma facilita-se a medição das características do produto.

Tabela 1. Tabela das necessidades e graus de importância.

Número	Necessidade	Grau de Importância
1	Conforto	4
2	Portabilidade	5
3	Leveza	3
4	Aparência / Design	3
5	Facilidade em dobrar	5
6	Nível de compactação	3
7	Tamanho	4
8	Capacidade de arrumação	4
9	Ergonomia	3
10	Funcionalidade	4

Tabela 2. Tabela de interpretação das métricas e graus de importância.

Número da métrica	Número da necessidade	Métrica	Grau de Importância	Unidade
1	2,5,6,7,8	Dimensões	5	cm
2	2,3,5	Peso	4	Kg
3	1,7,9	Conforto / Ergonomia	4	cm
4	4,6,10	Estética	3	---
5	3	Resistência material	3	Mpa

Em seguida foram cruzadas as informações referentes às necessidades e as métricas, apresentando assim a interligação entre estas (Tabela 3).

Tabela 3. Tabela da relação das necessidades com as métricas.

		Métricas	1	2	3	4	5
			Dimensões	Peso	Conforto Ergonomia	Estética	Resistência material
Necessidades							
1	Conforto		X		X		
2	Portabilidade		X	X			
3	Leveza			X			X
4	Aparência / Design					X	
5	Facilidade em dobrar					X	
6	Nível de compactação		X			X	
7	Tamanho		X				
8	Capacidade de arrumação		X				
9	Ergonomia				X		
10	Funcionalidade					X	

6.3 Análise de Benchmarking

Foi elaborada uma tabela de benchmarking (Tabela 4) baseada em necessidades de forma a verificar os níveis de satisfação dos produtos existentes no mercado. É possível assim a análise dos produtos com os níveis de satisfação mais altos correspondentes a cada necessidade do utilizador. Estes dados são importantes para o desenvolvimento do produto de forma a ir ao encontro das necessidades do utilizador.

Tabela 4. Tabela de análise de Benchmarking de alguns produtos existentes no mercado.

Número	Necessidade	Importância	 Dahon	 Strida	 Genius	 If Mode
1	Conforto	4	000	00	0	00000
2	Portabilidade	5	00	0000	00000	0000
3	Leveza	3	000	0000	0000	00
4	Aparência / Design	3	00	0000	00	00000
5	Facilidade em dobrar	5	0	000	000	0000
6	Nível de compactação	3	000	00000	0000	000
7	Tamanho	4	000	0000	00000	0
8	Capacidade de arrumação	4	0000	0000	00000	000
9	Ergonomia	3	000	00	0	0000
10	Funcionalidade	4	0	00	0000	0000

Na tabela 4 pode-se fazer uma comparação entre os principais produtos existentes no mercado, sendo estes as bicicletas Dahon, Strida, Genius e If Mode. Estes modelos diferenciam entre si nos mais variados aspetos e cada um se adequa a uma determinada necessidade. Cada uma destas bicicletas não satisfaz por completo todas as necessidades, pois umas prezam mais o conforto na sua utilização, e outras prezam mais a arrumação e portabilidade. Com a análise dos mais variados produtos existentes no mercado e as suas características, é possível identificar lacunas e incrementar melhorias com o objetivo de criar uma melhor solução com base nas necessidades referidas acima.

7. Proposta

7.1 Conceito

Com a análise das respostas obtidas no inquérito e necessidades daí obtidas, fica mais claro saber o tipo de bicicleta desdobrável a desenvolver. Desta forma é possível retirar vários elementos do estudo e análise previamente estudados.

Para a elaboração do conceito para esta proposta, desde início tomou-se em linha de conta três necessidades que no meu ponto de vista, são fundamentais para que a bicicleta desdobrável cumpra a sua função, sendo estas a facilidade em dobrar, a portabilidade e o conforto proporcionado ao utilizador aquando a sua utilização.

Partindo destes três requisitos rapidamente cheguei à conclusão que a bicicleta não poderia ser dotada com o mesmo tipo de sistema de desdobramento como os que equipam a maioria das bicicletas desdobráveis existentes no mercado, estou a falar do desdobramento lateral por intermédio de uma dobradiça. Na minha opinião, este é um sistema que se torna bastante complicado para o utilizador de operar/manobrar, isto porque obriga a um deslocamento lateral de uma das partes da bicicleta de forma a gerar a rotação necessária para que ambas as rodas fiquem lado a lado. Como o movimento de desdobramento é lateral, logo este é contrário ao sentido da rotação das rodas, o que obriga a levantar a bicicleta de forma a que as rodas não estejam em contacto com o solo não causando atrito durante a rotação. Portanto este é um processo pouco funcional, pois implica carregar com o peso da bicicleta para a dobrar, e quando falamos de bicicletas desdobráveis, estamos a falar de bicicletas pesadas, o que não facilita a tarefa.

Desta forma, a solução encontrada para este problema relativo ao desdobramento, foi efetuar a deslocação necessária para o mesmo no sentido das rodas, ou seja, aproveitar a rotação destas de forma a facilitar a arrumação da bicicleta como é demonstrado num dos desenhos iniciais (Figura 83).

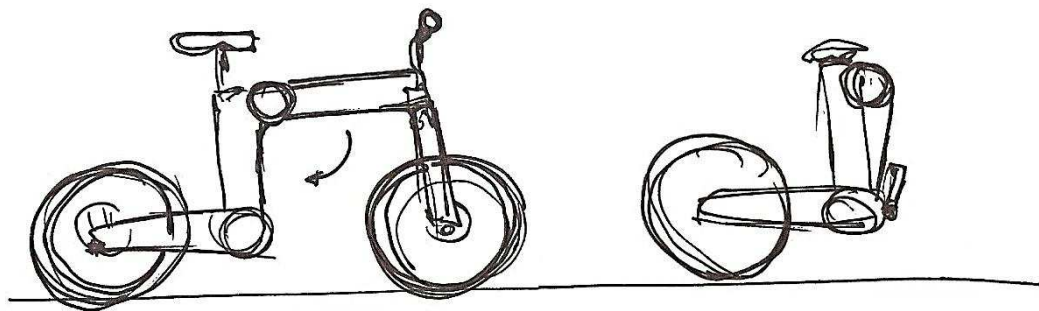


Figura 83. Desenho inicial referente ao tipo de rotação necessária para o desdobramento da bicicleta.

Para que esta solução se tornasse viável, houve necessidade de resolver o problema da colisão de ambas as rodas, pois devido ao alinhamento destas, quando se fosse a efetuar a rotação de desdobramento, a roda frontal iria colidir com a roda traseira.

Para tal não acontecer, teria de haver uma deslocação lateral á medida que a rotação fosse gerada, de forma a proporcionar o afastamento lateral necessário para que a roda da frente ficasse posicionada lateralmente à roda de trás como indica a figura 84.

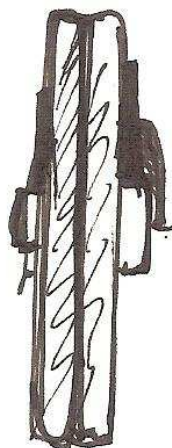


Figura 84. Desenho elucidativo do posicionamento lado a lado de ambas as rodas.

De maneira a ser possível este posicionamento das rodas lateralmente, foi necessário adotar-se um sistema de mono-braço para a fixação das mesmas. Assim sendo a roda traseira ficaria suportada por um mono-braço direito e a roda dianteira seria suportada por um mono-braço esquerdo. Desta forma é possível o encaixe das rodas e situa-las lado a lado sem que haja qualquer tipo de elementos estruturais entre elas (Figura 85).

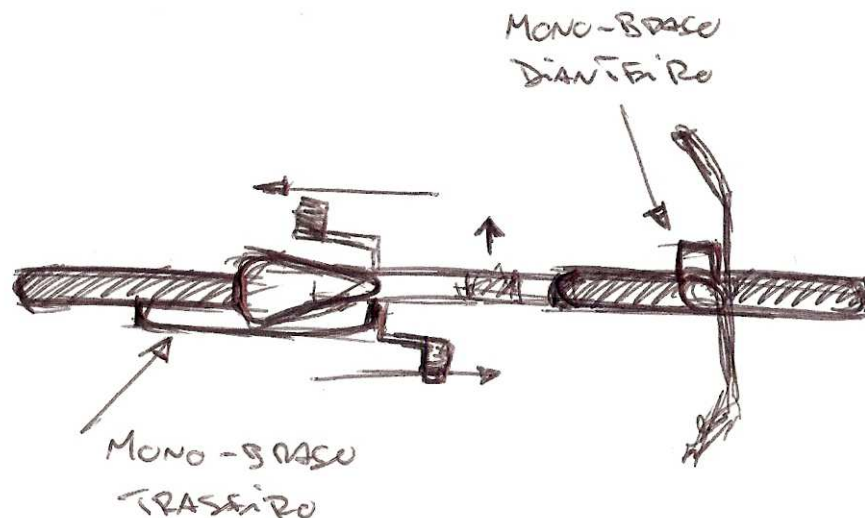


Figura 85. Desenho representativo dos mono-braços traseiro e dianteiro.

Após estarem definidos os aspetos gerais relativos às funcionalidades e composição da bicicleta, passou-se ao estudo dos dimensionamentos e formas desta, para que fosse conseguida a solução ideal de compromisso entre o tamanho e capacidade de se tornar o mais compacta possível para uma melhor arrumação e maior portabilidade.

Inicialmente começou-se por estudar a hipótese de adotar rodas de tamanho 24" como demonstra a figura 86. O objetivo da utilização deste tipo de rodas é a redução de espaço aquando a bicicleta assume a forma dobrada, o que proporciona maiores níveis de compactação e consequentemente melhor arrumação.

No entanto este tipo de solução trás desvantagens em termos de conforto para o utilizador, uma vez que toda a bicicleta se torna mais pequena e acanhada com a finalidade da minimização do espaço.

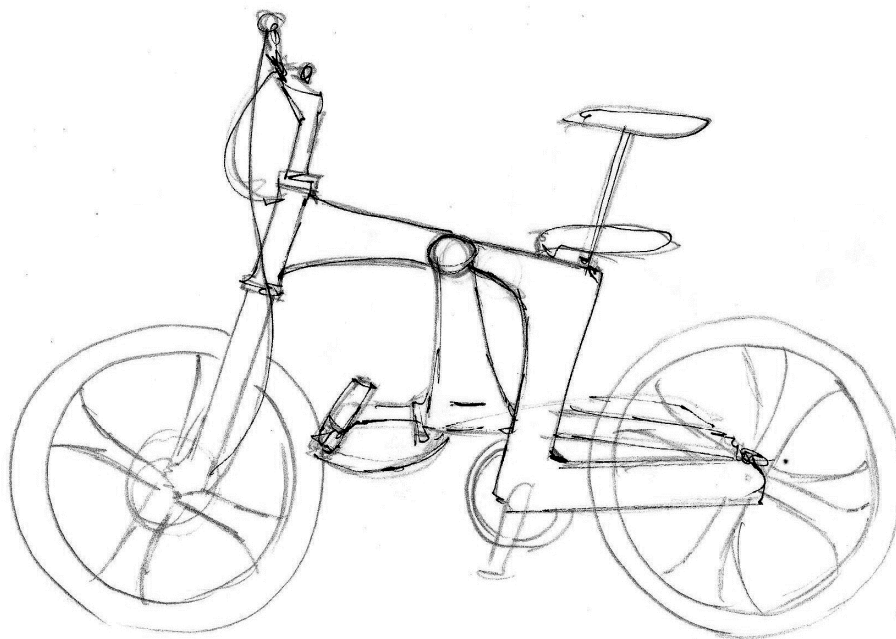


Figura 86. Conceito de uma bicicleta desdobrável com roda de 24”.

De seguida começou-se a estudar a utilização de rodas maiores com o objetivo de tornar a bicicleta mais confortável e agradável de andar sendo desta forma menos suscetível a irregularidades e imperfeições do pavimento.

Em termos formais, inicialmente começou-se por abordar uma estética mais geométrica e retilínea como é possível observar na figura 87. De seguida foram estudadas também formas mais orgânicas e curvilíneas, transmitindo à bicicleta uma sensação de movimento e leveza (Figuras 88 e 89).

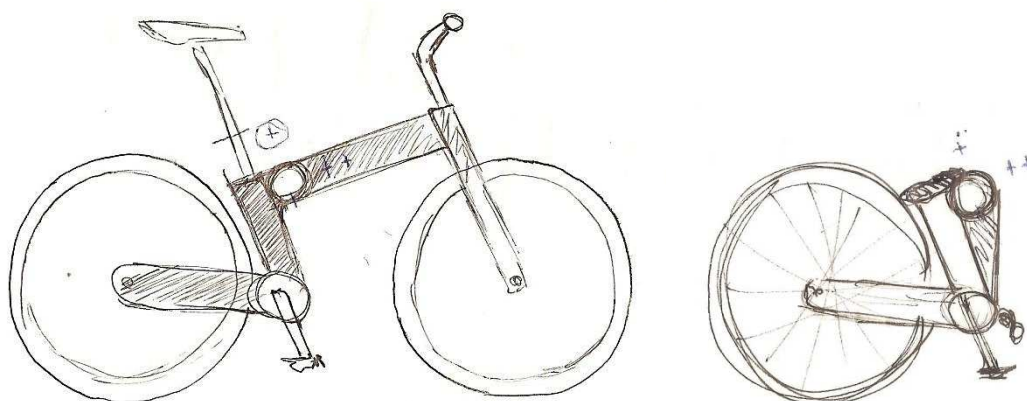


Figura 87. Bicicleta com formas geométricas.

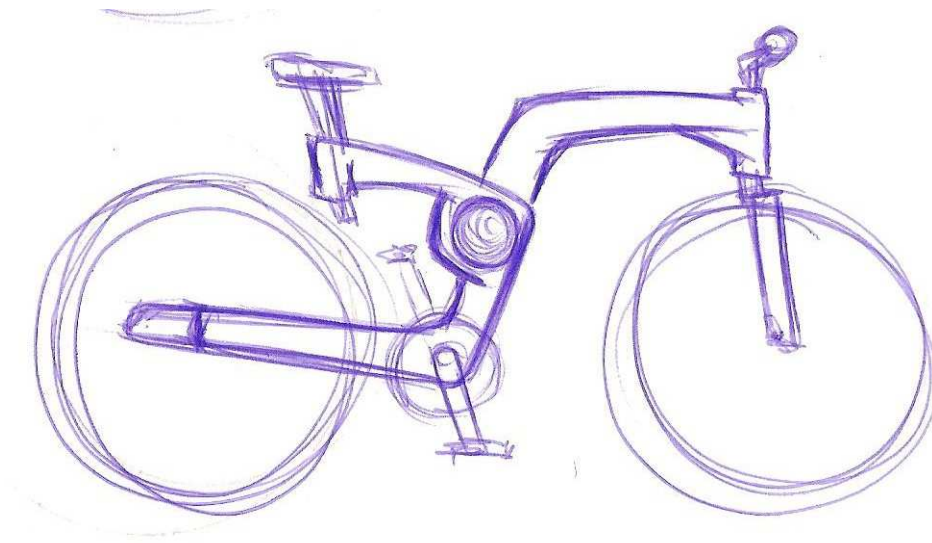


Figura 88. Bicycleta com formas curvilíneas.

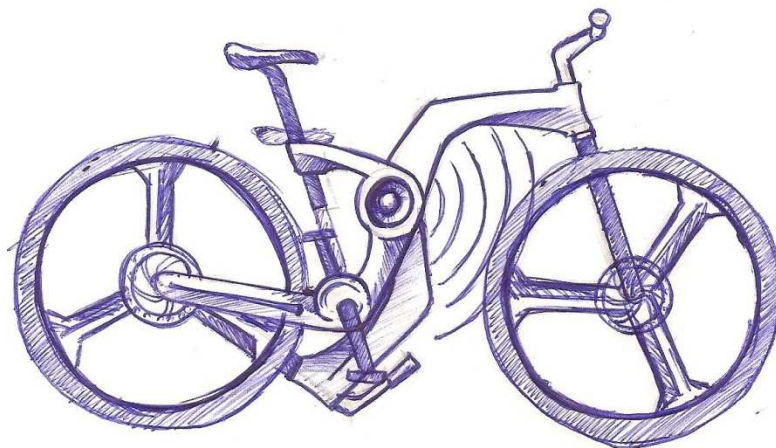


Figura 89. Estudo final da bicycleta com formas curvilíneas.

7.2 Produto final

Após análise dos conceitos previamente estudados, foi desenvolvido o conceito para uma bicycleta desdobrável onde o conforto e a facilidade de desdobramento são aspetos prioritários. Indo um pouco de encontra às tendências do mercado, em que praticamente apenas se utilizam rodas de dimensões reduzidas nas bicycletas desdobráveis, foi idealizada uma bicycleta

de dimensões “normais”, ou seja, com um tamanho de roda utilizado nas bicicletas de BTT ou de lazer, roda 26”. Rodas maiores significam maior conforto e estabilidade para o utilizador, pois a postura de pedalada é completamente diferente da que é adotada por bicicletas de rodas pequenas, em que para serem obtidos dimensionamentos minimamente ergonómicos, são criadas extensões do guiador e assento, o que vai originar uma sensação de instabilidade e maior propagação de vibrações.

O produto final, denominado de Urban B (Urban Bike), apresenta os mesmos dimensionamentos, quer ao nível das rodas como ao nível estruturais, de uma bicicleta comum do estilo BTT, proporcionando conforto e segurança na pedalada (Figura 90).



Figura 90. Bicicleta desdobrável “UrbanB”: vista lateral.

A “UrbanB” apresenta um design minimalista, com formas simples e curvilíneas que fazem a ligação dos diferentes elementos. Na parte central do quadro, está evidenciado o sistema de desdobramento, sendo este o ponto fulcral desta bicicleta que vai permitir o bom funcionamento da mesma.

Outra particularidade é o facto desta bicicleta em termos estruturais ser composta por dois mono-braços, tanto na roda dianteira como na roda traseira (Figura 91).



Figura 91. Bicicleta desdobrável “UrbanB”: sistema de mono-braços.

Apesar de este sistema aparentar alguma instabilidade, na verdade revela-se bastante resistente, sendo já utilizado em bicicletas de todo o terreno em que estas estão constantemente sujeitas a esforços e todo o tipo de pancadas.

Uma marca de bicicletas de renome internacional que utiliza este sistema de mono-braço é a Cannondale, onde o seu modelo “Lefty” apresenta a roda frontal com uma suspensão composta apenas pelo braço esquerdo (Figura 92). Na figura 93 pode-se verificar mais em concreto o sistema de aperto e fixação da roda ao mono-braço.



Figura 92. Bicicleta Cannondale Lefty com sistema mono-braço [52].

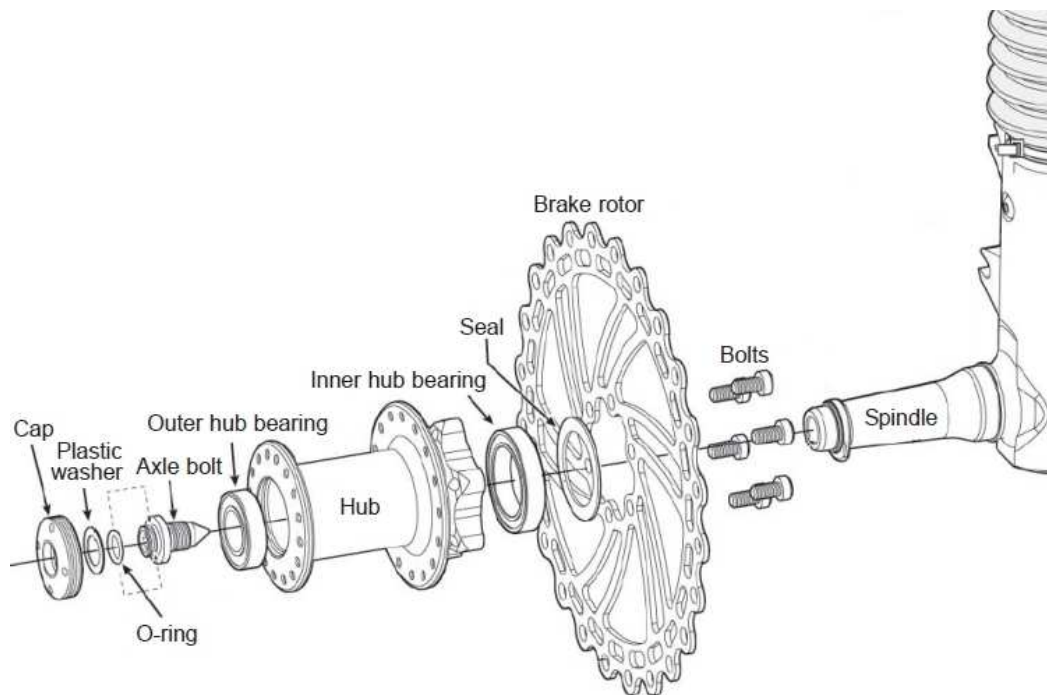


Figura 93. Sistema de fixação da roda no sistema de mono-braço [53].

Ambas as rodas são dotadas de sistemas de travão de disco, pois estes conferem uma maior segurança na travagem e maior fiabilidade nas mais diversas condições climáticas (Figura 94 e 95).



Figura 94. Bicicleta desdobrável “UrbanB”: Pormenor do travão de disco dianteiro.

Uma particularidade da “UrbanB” é o facto de não usar corrente para a transmissão da força exercida nos pedais para a roda traseira. Com o objetivo de se minimizar o número de manutenções e evitar possíveis problemas, foi implementado o sistema de transmissão por intermédio de um veio, como já foi apresentado anteriormente. Desta forma, todo o sistema está embutido no interior do mono-braço traseiro, fazendo a transmissão do movimento rotacional da pedaleira até ao cubo traseiro da bicicleta (Figura 95).



Figura 95. Bicicleta desdobrável “UrbanB”: Pormenor do alojamento do veio de transmissão para a roda traseira.

Com este sistema de transmissão, as velocidades da bicicleta vão processar-se no interior do cubo traseiro (Figura 96), este que tem necessidade de ser de maiores dimensões para que possa alojar o sistema de engrenagens.

O disco traseiro vai fixar-se na lateral do cubo junto ao mono-braço, disco esse que tem necessidade de ter uma furação mais alargada para que se possa adaptar ao maior diâmetro do cubo.



Figura 96. Bicicleta desdobrável “UrbanB”: Pormenor do cubo traseiro onde se encontra o sistema de velocidades.

7.2.1 Sistema de desdobramento

O movimento rotacional existente durante o desdobramento da bicicleta deve-se a um sistema inovador que permite que durante o percurso de rotação da parte frontal da bicicleta, esta sofra uma deslocação lateral, permitindo assim que a roda frontal se posicione lateralmente à roda traseira.

Este tipo de movimento deve-se a um sistema de rosca (Figura 97), este implementado no centro da bicicleta, e como referido anteriormente, o facto de esta ser constituída por dois mono-braços situados em lados opostos, permitindo assim o encosto perfeito de ambas as rodas.



Figura 97. Bicicleta desdobrável “UrbanB”: Pormenor do sistema de rosca utilizado para o desdobramento.

Para se obter o afastamento certo, ou seja, numa determinada rotação a bicicleta afastar uma determinada distancia, houve necessidade de se calcular o passo da rosca. Sabendo que numa rotação de 135° teríamos de obter 55mm de afastamento, considerou-se a tangente do angulo do parafuso e depois uma regra de três simples. Se der uma volta completa de 360° o perímetro percorrido é de $2\pi R$, para andar o mesmo afastamento de 55mm num ângulo menor de 135° , calculou-se o comprimento que se vai andar ao longo da rosca em 135° , o que dá um resultado de 94,25mm. De seguida foi calcular o novo ângulo que vai dar um valor de $30,11^\circ$, e a rosca do parafuso vai ter um passo de 146,66mm (Figura 98).

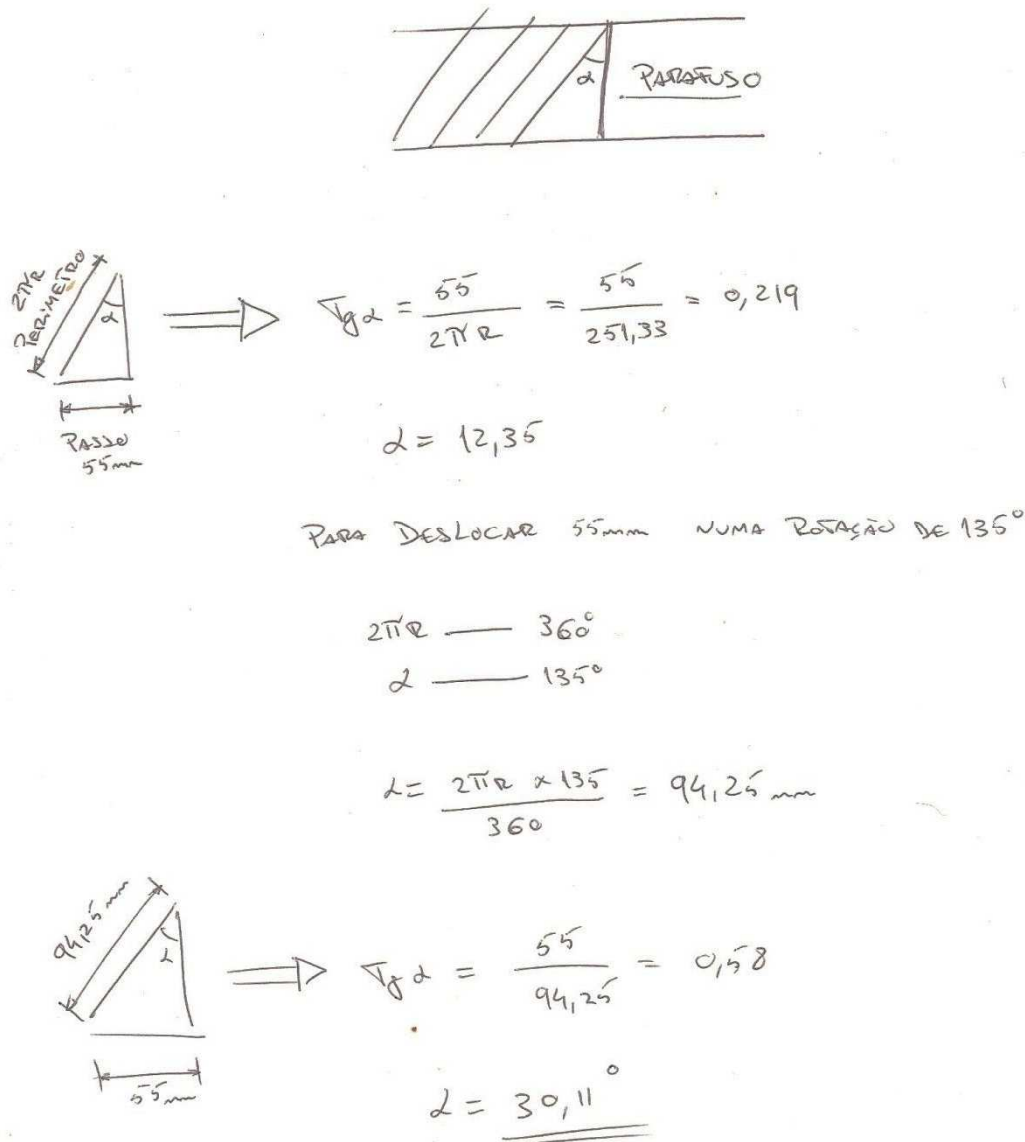


Figura 98. Cálculos efetuados para se obter o ângulo da rosca utilizado no sistema de desdobramento.

Este sistema de rosca fica alojado entre as duas partes da bicicleta, a dianteira e traseira, conectados por intermédio de parafusos para que caso haja necessidade, possa ser efetuada a devida manutenção.

Para que ambas as partes do sistema de rosca não se separem quando esta chegar ao limite do seu curso, existem uns batentes situados nas extremidades da mesma, o que vai impedir que esta salte fora quando aberta totalmente.

Para que a bicicleta mantenha a sua integridade estrutural, de forma a não se dobrar em pleno andamento, foi adicionado uma cavilha de segurança. Esta, situada no centro do sistema de rosca, é acionada pelo utilizador a fim de se poder “destrancar” a bicicleta para a sua arrumação. Assim sendo, esta mesma cavilha está conectada a um botão na face exterior direita da bicicleta (Figura 99), que quando puxado, vai soltar a cavilha do orifício interior, e desta forma, permitir o início de rotação da mesma.



Figura 99. Bicicleta desdobrável “UrbanB”: Pormenor do botão de acionamento do sistema de desdobramento.

Na zona do orifício onde a cavilha se vai fixar, existe uma rampa com um declive proporcional ao afastamento gerado aquando a rotação (Figura 100), o que vai permitir que ao mesmo tempo que se dobra a bicicleta, a cavilha deslize por essa mesma rampa até ao próximo orifício de fixação, ou seja, a bicicleta fica travada na posição dobrada, facilitando a portabilidade da mesma.

Acoplado à cavilha está uma mola, esta vai exercer pressão contra a outra metade da bicicleta empurrando a cavilha para a cavidade de fixação ficando esta constantemente sobre tensão.

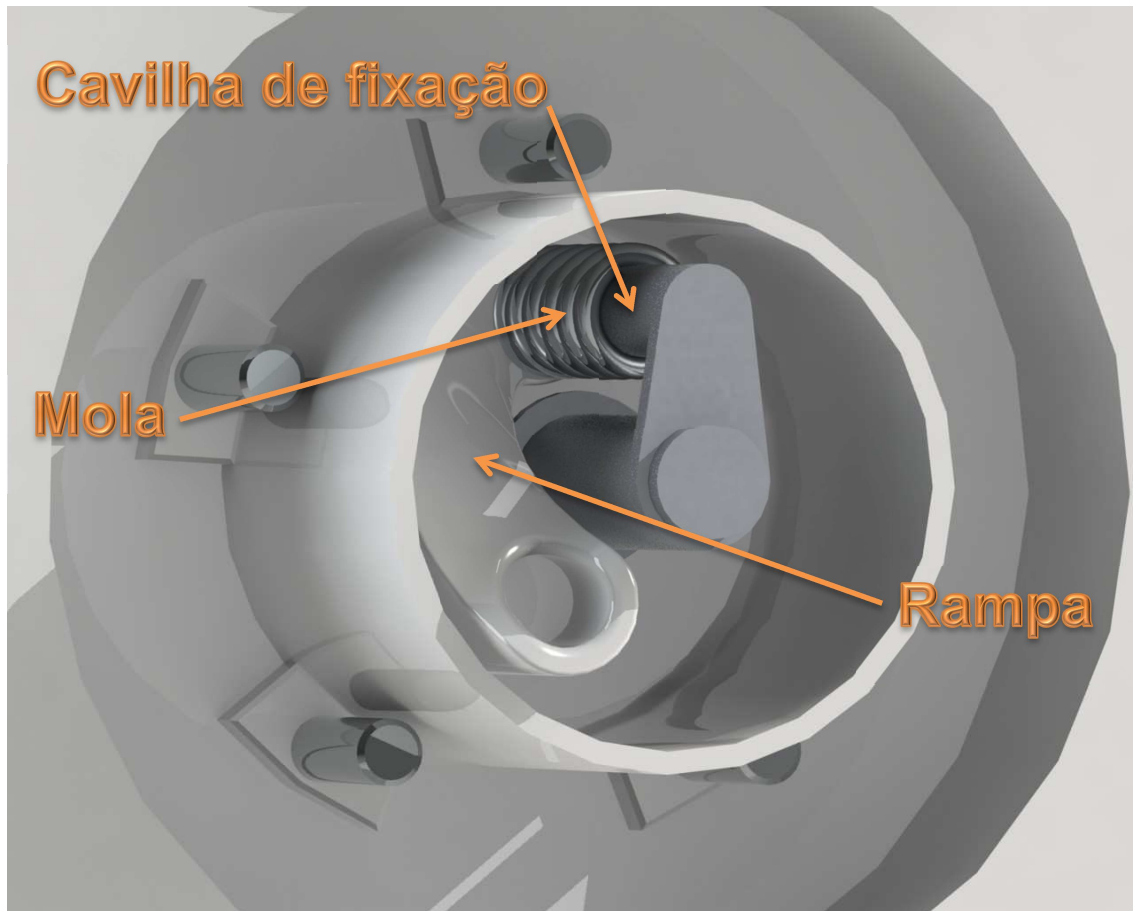


Figura 100. Bicicleta desdobrável “UrbanB”: Pormenor da rampa para o deslize da cavilha de fixação.

7.2.1.1. Montagem do sistema de desdobramento

Como referido anteriormente, todo o sistema é montado entre as duas partes da bicicleta, sendo este o único elemento de ligação entre elas, daí ser uma peça robusta de forma a oferecer bastante resistência.

Como método de fixação deste sistema ao quadro da bicicleta, são utilizados 5 parafusos “umbrako” de elevada resistência em ambos os lados (Figura 101), mantendo a integridade estrutural e resistência da bicicleta mesmo quando sujeita a grandes esforços.



Figura 101. Bicicleta desdobrável “UrbanB”: Montagem do sistema de desdobramento.

7.3 Processo de desdobramento

O processo de desdobramento foi pensado para ser o mais simples e fácil de usar possível, para que esta tarefa seja realizada rápida e comodamente.

A sequência de desdobramento começa com o rebater do assento, para esse efeito basta soltar a alavanca do aperto rápido e deslizar o assento até baixo e voltar a apertar a mesma (Figura 102).

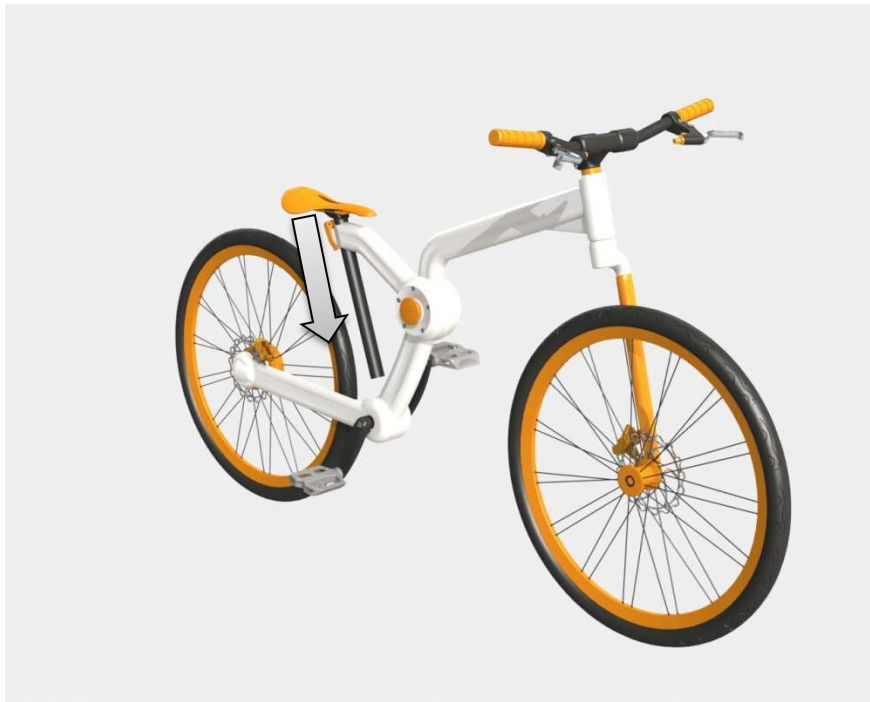


Figura 102. Bicicleta desdobrável “UrbanB”: Rebatimento do assento.

De seguida é rebatido o guiador, para esse efeito basta pressionar um pino de destravamento e girar ambas as partes para trás até se situarem junto do quadro da bicicleta (Figura 103).



Figura 103. Bicicleta desdobrável “UrbanB”: Rebatimento do guiador.

O passo seguinte diz respeito ao sistema de desdobramento já abordado anteriormente. De forma a destrancar a bicicleta e permitir que esta possa iniciar o processo de rotação, puxa-se o botão laranja em direção ao exterior, soltando assim a cavilha de fixação situada no interior do mecanismo.

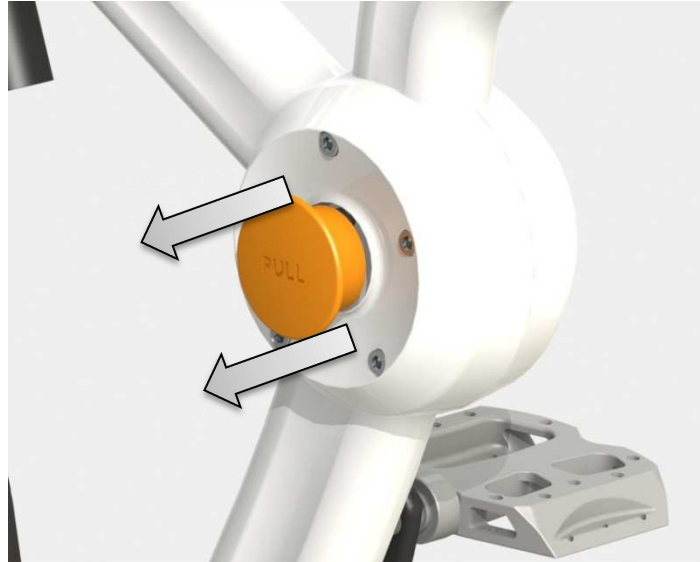


Figura 104. Bicicleta desdobrável “UrbanB”: Rebatimento do guiador.

Com a cavilha de segurança solta, basta agora segurar na metade traseira da bicicleta junto do ponto de rotação fazer um movimento elevatório. Desta forma a dianteira começa a girar para baixo em direção à roda traseira (Figura 105).

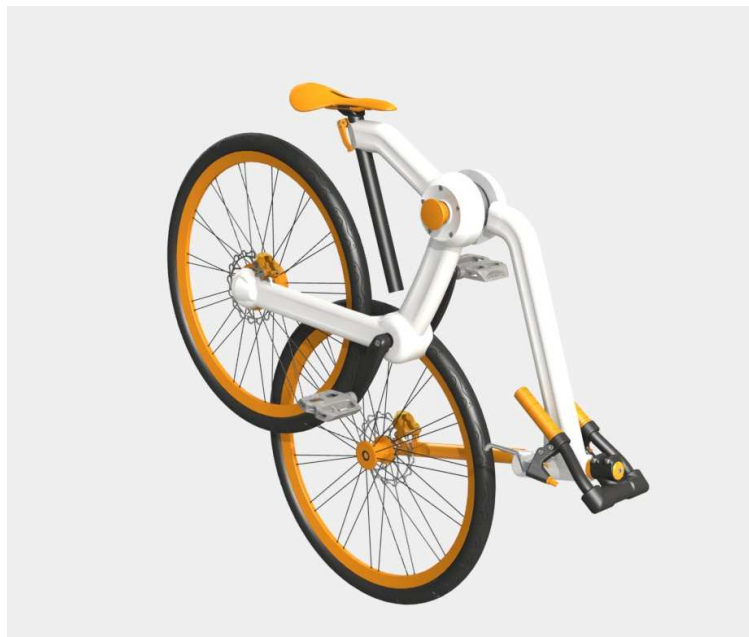


Figura 105. Bicicleta desdobrável “UrbanB”: Processo de rotação.

O processo de rotação termina com a roda dianteira encostada lateralmente à roda traseira, ficando ambas perfeitamente paralelas uma à outra (Figura 106).



Figura 106. Bicicleta desdobrável “UrbanB”: Bicicleta no estado dobrado.

7.4 Portabilidade e arrumação

A principal característica da “UrbanB” é o facto de apresentar aproximadamente as mesmas dimensões de uma bicicleta normal, ou seja, de uma bicicleta não desdobrável, com o objetivo de a tornar o mais confortável possível. No entanto, em termos de arrumação e de portabilidade, este pode ser um fator prejudicial, visto as rodas serem de 26” e toda a estrutura ser demasiado grande, daí as bicicletas desdobráveis existentes no mercado serem praticamente todas elas com rodas e dimensões estruturais reduzidas.

Para contornar este fator prejudicial à portabilidade, a “UrbanB” apresenta um conceito de bicicleta desdobrável diferente, onde através do sistema de desdobramento demonstrado anteriormente, é possível posicionar as rodas da mesma paralelamente uma ao lado da outra, o que vai permitir deslocá-la apenas com o simples empurrar, não sendo necessário carregar o peso da bicicleta. Na figura 107 está exemplificado a maneira de se transportar a bicicleta.



Figura 107. Bicicleta desdobrável “UrbanB”: Modo de transportar.

No que diz respeito à arrumação da mesma, apesar de não apresentar dimensões não tão reduzidas quanto algumas das bicicletas desdobráveis existentes no mercado, a bicicleta torna-se bastante compacta, sendo bastante estreita (Figura 108) e possível de ser arrumada num canto do interior de uma habitação, ou até mesmo de um local de trabalho (Figura 109).



Figura 108. Bicicleta desdobrável “UrbanB”: Vista de topo.



Figura 109. Bicicleta desdobrável “UrbanB”: Exemplificação da arrumação da bicicleta num espaço de trabalho.

7.5 Dimensões da Bicicleta

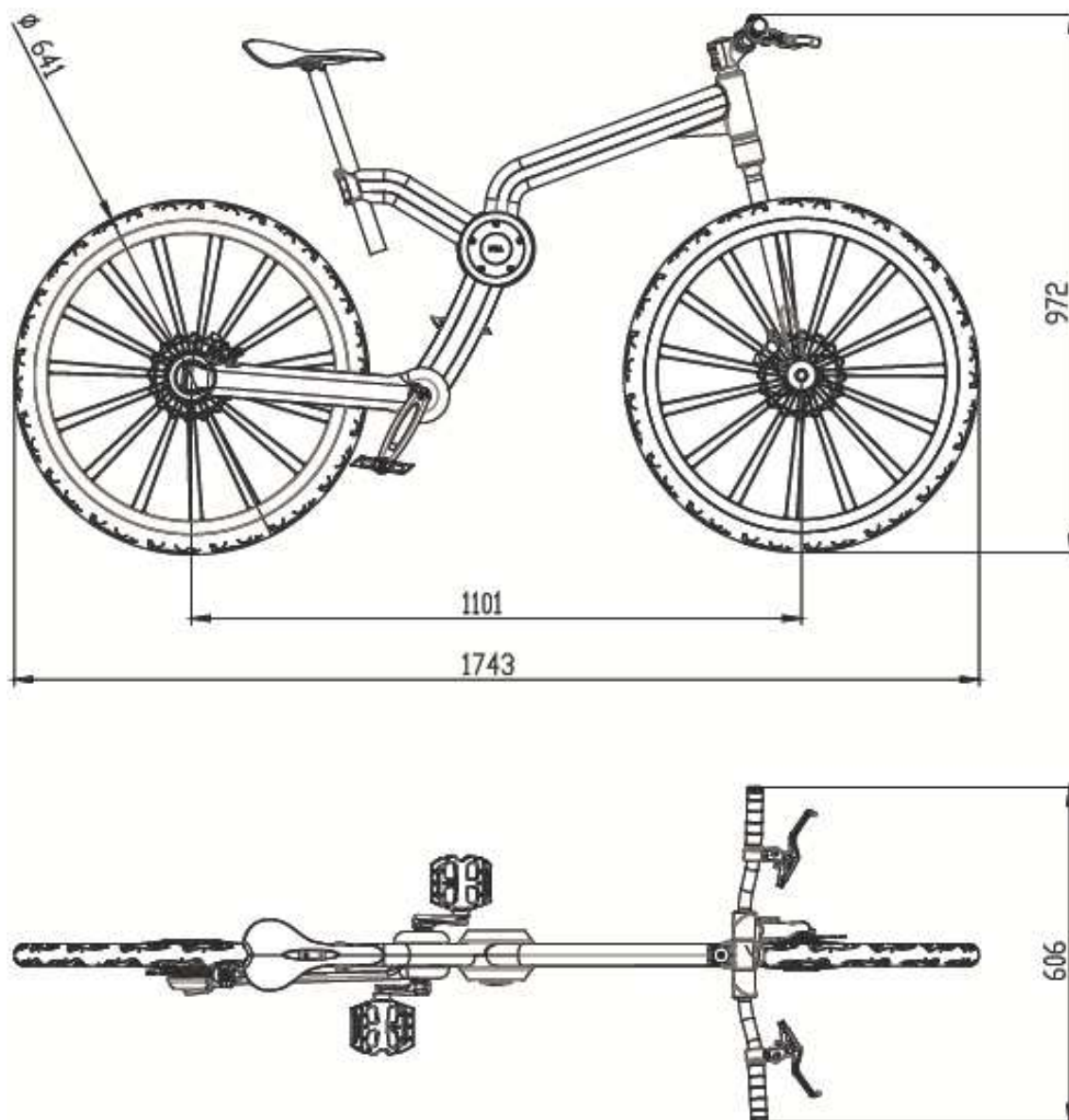


Figura 110. Bicicleta desdobrável “UrbanB”: Dimensões gerais da bicicleta no estado aberto.

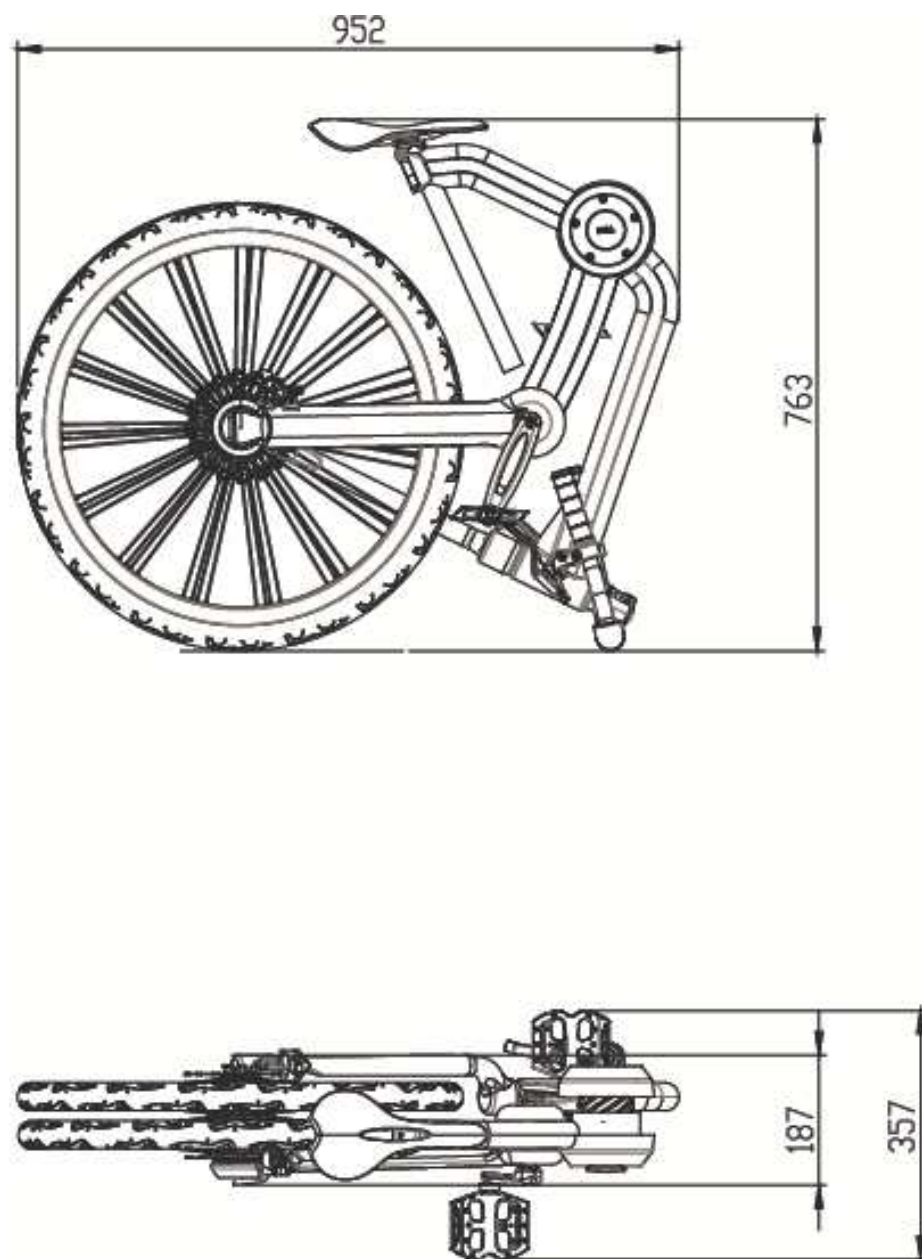


Figura 111. Bicicleta desdobrável “UrbanB”: Dimensões gerais da bicicleta no estado dobrado.

8. Conclusões

A ideia inicial desta dissertação, surgiu com a necessidade de resolução de um dos grandes problemas verificado nos grandes centros urbanos, a mobilidade. Com o crescente aumento do trânsito automóvel, cresce também o número de emissões de gases que contribuem para o efeito de estufa, como tal é preciso travar este crescimento e incutir isso na mentalidade das pessoas.

Este projeto vem responder a estas necessidades de deslocação nas grandes cidades, e pelo facto de ser um veículo não motorizado, vai contribuir para redução de gases de efeito estufa, bem como para a saúde do seu utilizador que ao estar a deslocar-se, está também a praticar exercício e a beneficiar de um estilo de vida saudável.

Com a necessidade de bases e referências para a elaboração do projeto, procedeu-se a uma investigação e estudo da história e origens da bicicleta, particularmente da bicicleta desdobrável. O seu percurso histórico permitiu compreender a razão da existência de tão famoso meio de transporte bem como as sucessivas evoluções sofridas ao longo das décadas. É interessante verificar que na origem da bicicleta desdobrável, para além do objetivo da redução do espaço ocupado, pois na altura as bicicletas apresentavam dimensões avultadas, foi essencialmente utilizado como veículo de operações militares, sendo bastante versátil e fácil de ser transportado pelos soldados de forma discreta.

Para este trabalho foi crucial tanto a análise dos diversos modelos de bicicletas existentes no mercado, bem como a opinião recolhida do público em geral, através de um questionário realizado on-line. Analisadas as respostas dos inquiridos, chegou-se à conclusão que os principais requisitos a ter em conta na idealização da bicicleta desdobrável eram a facilidade em dobrar, a portabilidade, o conforto proporcionado ao utilizador, a capacidade de arrumação e a funcionalidade.

Reunidos os requisitos, foi projetada com sucesso uma bicicleta desdobrável de fácil utilização, recorrendo a um mecanismo de desdobramento inovador em forma de rosca, permitindo ao utilizador dobrar a bicicleta em poucos segundos e sem complicações.

Uma conclusão fruto da investigação efetuada, foi que a fixação das rodas da bicicleta, não tem necessariamente de ser efetuada em ambas as extremidades do eixo da mesma. Pode ser adotado um sistema de mono-braço

onde as forças são suportadas apenas de um dos lados do eixo da roda. Esta tecnologia foi implementada em ambas as rodas da bicicleta, o que permite que quando dobrada a bicicleta, as rodas encostem lado a lado, proporcionando uma maior otimização do espaço.

Apesar da impossibilidade de testar de forma prática os resultados da implementação de todos estes sistemas inovadores, crê-se que este projeto possa vir a contribuir para a evolução do mercado das bicicletas desdobráveis, demonstrando que para se dobrar uma bicicleta de forma a torna-la mais compacta, não é obrigatório recorrer apenas a sistemas de dobradiça, pois existem outros sistemas que podem tornar a tarefa mais fácil para o utilizador como demonstrado neste projeto.

Referencias Bibliográficas

[1] http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_166_finrep_portugal.pdf

Consultado em Maio 2011

[2] www.icea.pt/Actas/21_15h30m_Aida%20Valadas.pdf

Consultado em Maio 2011

[3] <http://www.culturamix.com/meio-ambiente/poluicao/poluicao-carros>

Consultado em Maio 2011

[4] <http://www.ambiente.maiadigital.pt> Consultado em Maio 2011

[5] <http://www.pnr.pt/2011/11/26/pela-defesa-do-comboio-como-factor-de-progresso/> Consultado em Maio 2011

[6] <http://ambiente.maiadigital.pt/ambiente/mobilidade>

Consultado em Julho 2012

[7] <http://www.onoticiasdatrofa.pt/nt/index> Consultado em Maio 2011

[8] <http://m.publico.pt/Detail/1553474> Consultado em Julho 2012

[9] www.idesporto.pt/DATA/DOCS/LEGISLACAO/Doc001.pdf

Consultado em Maio 2011

[10] <http://www.brasilecola.com/geografia/fontes-gas-natural.htm>

Consultado em Maio 2011

[11] <http://www.apvgn.pt/faqs/faqs.htm> Consultado em Maio 2011

[12] <http://www.carris.pt/pt/fotos-autocarros/> Consultado em Agosto 2012

[13] <http://www.informaction.org/index> Consultado em Agosto 2012

[14] <http://www.energiasrenovaveis.com/DetailheConceitos.asp>

Consultado em Maio 2011

[15] <http://www.stcp.pt/pt/stcp/investiga.htm> Consultado em Julho 2012

[16] <http://grupoulisses.blogspot.pt/> Consultado em Maio 2011

[17] <http://pt.automobile.de/dl/hersteller-typ/renault/twizy.html>

Consultado em Maio 2011

[18] <http://www.biodiesel.org/> Consultado em Agosto 2012

[19] <http://cienciamax.no.sapo.pt/Quimica12U2APL.htm>

Consultado em Maio 2011

[20] <http://www.internationaltransportforum.org/>

Consultado em Julho 2012

[21] http://www.itdp.org/documents/2010-OurCitiesOurselves_Booklet.pdf

Consultado em Agosto 2012

[22] www.ciclovias.pt Consultado em Maio 2011

[23] <http://noticias.sapo.pt/info/artigo/1170020>

Consultado em Agosto 2012

[24] Macário, Rosário, *Managing Urban Mobility Systems*, Emerald Group Publishing, 2011

[25] Majundar, Sukanta, *Sustainable Urban Mobility Services Systems*, Lambert Academic Publishing, 2011

[26] Patankar, P. G., *Urban Mobility in Developing Countries*, Popular Prakashan, 1978

[27] Duarte, Fábio; Libardi, Rafaela, *Introdução à Mobilidade Urbana*, Jurua Editora

[28] <http://007blog.net/conheca-os-beneficios-que-andar-de-bicicleta-traz-a-sua-saude/> Consultado em Maio 2011

[29] <http://www.fhwa.dot.gov/> Consultado em Maio 2011

[30] <http://www.hidro.ufcg.edu.br/twiki/pub/CienciasdoAmbiente>

Consultado em Maio 2011

[31] Oregon Department of Transportation, *Oregon bicycle and pedestrian plan – An Element of the Oregon Transportation Plan*, 1995

[32] FHWA, *Selecting Roadway Design Treatments to Accommodate Bicycles* FHWA-RD-92-073, U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, 1992

[33] Comissão Europeia, *Cidades para bicicletas, Cidades de Futuro*, Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades Europeias, Luxemburgo, 2000

[34] <http://www.behance.net/gallery/Worlds-Cooler-Bicycles/212989>

Consultado em Agosto 2012

[35] <http://bostonbiker.org/2009/07/15/boston-rolls-out-stolen-bicycle-registry/>

Consultado em Maio 2011

[36] <http://www.picshag.com/stolen-bike.html>

Consultado em Julho 2012

[37] <http://bicycling.about.com/od/thebikelife/ss/History.htm>

Consultado em Julho 2012

[38] http://monod-perenchies.pagesperso-orange.fr/techno/3/Site_web_Marquis-Dubus/Draisienne.html

Consultado em Maio 2011

[39] http://www.parisvelo.fr/page/velocipede_michaux.html

Consultado em Maio 2011

[40] <http://www.foldingcyclist.com/folding-bike-history.html>

Consultado em Agosto 2012

[41] <http://www.bicycle-and-bikes.com/history-of-bicycles.html>

Consultado em Maio 2011

[42] <http://bsamuseum.wordpress.com/beginnings-of-war-machines/>

Consultado em Junho 2011

[43] <http://www.ecogeek.org/content/view/397/> Consultado em Maio 2011

[44] <http://www.dirtragemag.com/node/80233> Consultado em Junho 2011

[45] <http://www.electricfoldingbike.org.uk/electric-folding-bike-review/mobiky-genius-folding-bike-review-the-best-in-foldable-electric-bikes/>

Consultado em Junho 2012

[46] <http://www.curbside.on.ca/blog/archives/82>

Consultado em Agosto 2012

[47] <http://www.popwuping.com/gear/strida-foldable-bike.php>

Consultado em Agosto 2012

[48] <http://www.dreamstime.com/stock-photos-bicycle-chain-image12323033>

Consultado em Agosto 2012

[49] <http://theinquisition.eu/wordpress/2008/bicycles/belt-drive-bicycles/>

Consultado em Julho 2012

[50] <http://hight3ch.com/chainless-bike/> Consultado em Agosto 2012

[51] <http://theinquisition.eu/wordpress/2008/bicycles/belt-drive-bicycles/>

Consultado em Agosto 2012

[52] <http://bicicletasblog.blogspot.pt/2010/07/horquillas-suspension-lefty-cannondale.html> Consultado em Agosto 2012

[53] <http://www.vintagecannondale.com/cannondale/headshok/lefty.html>

Consultado em Agosto 2012