U.PORTO

MESTRADO

DESIGN INDUSTRIAL E DE PRODUTO

Bicicleta.

DOIS EM UM: ANTIRROUBO E TRANSPORTE DE MERCADORIAS

Juliano Branquinho Mourão

M

2018

U.PORTO

BICICLETA.

DOIS EM UM: ANTIRROUBO E TRANSPORTE DE MERCADORIAS

Juliano Branquinho Mourão

Proposta de dissertação para a obtenção do grau de Mestre
em Design Industrial e de Produto nas Faculdades de Belas Artes
e Engenharia da Universidade do Porto

Dissertação Orientada por
Professor Doutor Rui Jorge Leal Ferreira Mendonça da Fonseca

U.PORTO

MESTRADO EM DESIGN INDUSTRIAL E DE PRODUTO
UNIVERSIDADE DO PORTO

O JÚRI

PRESIDENTE

Doutor Fernando Jorge Lino Alves

PROFESSOR ASSOCIADO DA FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

ORIENTADOR

Doutor Rui Mendonça

PROFESSOR AUXILIAR DA FACULDADE DE BELAS ARTES DA UNIVERSIDADE DO PORTO

ARGUENTE

Doutora Teresa Franqueira Baptista

PROFESSORA ASSOCIADA DA UNIVERSIDADE DE AVEIRO

19

12 NOVEMBRO 2018

MESTRE Juliano Mourão
MDIP/**54**

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais pelas oportunidades e pelo apoio incondicional durante a concretização dos meus estudos.

À minha companheira Inês pela motivação, carinho e paciência em aturar os meus delírios.

Aos amigos, pelo apoio, em especial Diana, Emanuel, Fábio, João, Marta e Sara.

Ao meu orientador, o professor Rui Mendonça, pela forma como me conseguiu guiar, pela honestidade e inteligência nos seus argumentos, para além do conhecimento extenso e métodos de trabalho que levo comigo para o futuro.

Às empresas A.L. Antunes e Santiago & Tavares, pela ajuda na realização do protótipo.

RESUMO

A bicicleta, invenção do passado, modo de transporte do futuro. Num mundo dominado pelo automóvel a bicicleta pedala o seu crescimento anualmente, com as cidades a apostarem em infraestruturas e legislação a favor da bicicleta. Os benefícios da sua utilização são amplamente conhecidos, desde benefícios económicos, sociais, ambientais e de saúde. No entanto, o furto de bicicletas passa despercebido às massas e é incontestado, sendo considerado um crime leve judicialmente.

Os objetivos passam por procurar identificar as práticas dos utilizadores e dos criminosos, e as características dos dispositivos antirroubo das bicicletas, de forma a aumentar a função de um dos dispositivos antirroubo, tendo em conta aspetos fundamentais como o transporte, segurança e praticabilidade.

A investigação tenta ser ampla e abrangente, abordando o local, veículo, utilizador, criminoso e dispositivo dissuasor, recorrendo à leitura e visionamento de referências, mas também a visitas de campo de forma a comprovar o que foi estudado.

Esta investigação culmina no desenvolvimento de um produto que tenta colmatar os aspetos do transporte e praticabilidade dos cadeados em U. A resultante deste desenvolvimento faseado é atribuir uma dupla função ao dispositivo antirroubo, cadeado e porta-bagagens, com a ajuda de um suporte compatível com uma variedade de cadeados em U do mercado e bicicletas.

A concretização de um protótipo visa verificar e comprovar a utilização deste suporte.

Palavras chave: Bicicleta, Re-design, Porta-bagagem, Cadeado, Roubo

ABSTRACT

The bicycle, invention of the past, transportation mode of the future. In a world dominated by the automobile, the bicycle pedals its growth annually, with cities creating infrastructures and legislation favouring the bicycle. The benefits of its use are widely known, from economic, social, environmental and health benefits. However, bicycle theft goes unnoticed by the majority of the population and is unchallenged, being considered a low crime judicially.

The objectives aim at identifying the practices of the user and the offender, and the characteristics of bicycle anti-theft devices, in order to increase the function of one of the anti-theft devices taking into account fundamental aspects such as transport, safety and practicality.

The research tries to be broad and comprehensive, addressing the local, vehicle, user, offender and deterrent device, resorting to reading and viewing of references but also field visits in order to verify what was studied.

This research culminates in the development of a product that tries to improve transport and practicality aspects of U-locks. The result of this phased development is to assign a dual function to the anti-theft device, such as, lock and carrier, with the help of a rack compatible with a wide variety of market U-locks and bicycles.

The implementation of a prototype is aimed at checking and verifying the use of this support.

Key Words: Bicycle, Re-design, Rear rack, Lock, Theft

ÍNDICE

BICICLETA.

15 1. Introdução
17 1.1 Pertinência
17 1.2 Objetivos
18 1.3 Metodologia

21 2. Estado da Arte
21 2.1 Espaço urbano
26 2.1.1 Observação direta
30 2.2 Bicicleta
32 2.2.1 Bicicletas atuais
35 2.2.2 Componentes
38 2.2.3 Anatomia da bicicleta
39 2.3 Utilizador
41 2.4 Ladrão
47 2.5 Dispositivos antirroubo
48 2.5.1 Dispositivos atuais
50 2.5.2 Estudo de mercado
72 2.5.3 Alternativas
76 2.5.4 Os cadeados *smart*
78 2.6 Suportes para cadeado em U

81 3. Projeto
81 3.1 Definição do problema
82 3.2 Considerações
85 3.2.1 Suportes de bagagem
88 3.3 Desenvolvimento conceptual
90 3.4 Arquitetura do produto
90 3.4.1 Fase 1
92 3.4.2 Fase 2
102 3.4.3 Fase 3
120 3.5 Protótipo
124 3.5.1 Testes
134 3.5.2 Alterações
137 3.5.3 Sumário da proposta

143 4. Conclusão
143 4.1 Considerações finais
145 4.2 Trabalhos futuros

147 Bibliografia
152 Índice de figuras
161 Índice de tabelas
162 Lista de Abreviaturas
165 Anexos

INTRODUÇÃO

A bicicleta, outrora recreio de aristocratas com a produção em serie faz parte essencial na vida das classes operadoras, trouxe a liberdade de viajar para o trabalho e para lazer, grande independência e eventualmente, igualdade (DK 2016).

Atualmente, o automóvel é o veiculo dominante resultante de politicas e marketing agressivo desde a sua invenção, que guiaram o desenvolvimento urbano e sociedade em torno de uma cultura centrada neste meio de transporte.[1]

No entanto, a bicicleta tem sofrido um crescimento substancial no uso, isto deve-se a vários fatores, nomeadamente, o aumento de investimentos e melhorias em infraestruturas como redes públicas de partilha de bicicletas, ciclovias e políticas em favor da bicicleta. Nos anos 70 em alguns países nórdicos, com o aumento de acidentes mortais relacionados com o carro e com a crise do petróleo, alterou-se a mentalidade das pessoas em proveito da bicicleta, desde então cidades como Amesterdão e Copenhaga são estudos de caso do sucesso da bicicleta como modo principal de transporte, influenciando politicas de outros países.[1][2][3]

Outros fatores são, melhorar a saúde do praticante [4][5], os benefícios económicos para os ciclistas, bem como o crescimento económico na área onde são feitos investimentos municipais em benefício

1. van Goeverden, K., Nielsen, T. A. S., Harder, H., & van Nes, R. (2015). Interventions in Bicycle Infrastructure, Lessons from Dutch and Danish Cases. Transportation Research Procedia, 10, 403-412.

2. Pucher, John, e Ralph Buehler. 2008. «Making cycling irresistible: Lessons from the Netherlands, Denmark and Germany». Transport Reviews.

3. Ministry of Transport/ Public Works and Water Management. 1999. "The Dutch Bicycle Master Plan." Water Management, 131.

4. Garrard, Jan, Chris Rissel, e Adrian Bauman. 2012. «Health Benefits of Cycling». Em City Cycling.

5. Hartog, Jeroen Johan de, Hanna Boogaard, Hans Nijland, e Gerard Hoek. 2010. «Do the health benefits of cycling outweigh the risks?» Environmental Health

da bicicleta[6][7], a redução no congestionamento[8], o aumento pela consciência ambiental com a melhoria da qualidade do ar e redução dos gases de efeito de estufa[9], num planeta onde a humanidade esgota os recursos naturais mais cedo para um dado ano[10], a evolução tecnológica com as bicicletas elétricas em crescimento, facilitando o seu uso em zonas íngremes[11].

Prevê-se que em 2050, 68% da população viverá em áreas urbanas[12], assim é necessário criar condições para um futuro sustentável e habitável. Percebe-se que a bicicleta é o meio de transporte para atingir um espaço urbano sustentável, a par do automóvel elétrico[13],contudo, este ainda terá de evoluir tecnologicamente ,pois, apesar de não emitir gases de efeito de estufa diretamente, o ciclo de vida do produto produz demasiado desperdício, nomeadamente as baterias de lítio.[14]

No entanto, apesar da bicicleta pedalar a um futuro promissor, há que ter em conta que existem alguns entraves no caminho, um destes é o furto de bicicletas. Em média, todos os dias em Portugal são furtadas 2,3 bicicletas, os distritos de Lisboa, Porto, Setúbal e Aveiro são os mais afetados nas zonas de jurisdição da PSP, enquanto que Faro, Aveiro e Setúbal nas zonas da GNR (Pinto, 2017). No resto da Europa os valores são ainda mais elevados em países com maior uso, na Grã -Bretanha em 2010/2011 foram furtadas cerca de 100 000 bicicletas (Sidebottom 2012). Na Holanda são 311 bicicletas roubadas todos os dias de acordo com o ANWB (Lundberg 2016).

Contudo, estes dados estão sub-representados pela polícia, o International Crime Victim Survey (2000) demonstra que nos 17 países inquiridos, em média, apenas 56% dos roubos de bicicletas foram reportados à polícia.

O furto de bicicletas é visto como um crime de baixa prioridade, o seu impacto e magnitude é muitas vezes negligenciado porque a polícia frequentemente considera incidentes caso a caso. O cenário é constantemente enganoso, no entanto, quando é visto ao nível agregado, os furtos de bicicletas representam um problema de grande escala, com efeitos nocivos para a economia e sociedade (Johnson, Sidebottom, e Thorpe 2008).

Na Inglaterra um estudo demonstra que 24% dos ciclistas que foram vítimas de furto deixou de utilizar a bicicleta e 66% anda menos de bicicleta com receio que seja furtada (DFT 2004).

6. "Science for Environment Policy": European Commission DG Environment News Alert Service, edited by SCU, The University of the West of England, Bristol.

7. Blondiau, Thomas, Bruno Van Zeebroeck, e Holger Haubold. 2016. «Economic Benefits of Increased Cycling». Em Transportation Research Procedia.

8. FLOW Project (2016). The Role of Walking and Cycling in Reducing Congestion: A Portfolio of Measures. Brussels. Available at http://www.h2020-flow.eu.

9. Lindsay, Graeme, Alexandra Macmillan, e Alistair Woodward. 2011. «Moving urban trips from cars to bicycles: Impact on health and emissions». Australian and New Zealand Journal of Public Health.

10. Estudo realizado pela Global Footprint Network revela que o "*Earth Overshoot Day*" que representa o dia em que num dado ano os recursos naturais ficam esgotados para esse mesmo ano tem vindo a antecipar, em 2000 estaria a finais de Setembro em 2017 vai em 2 de Agosto, se a *trend* continuar em 2030 serão necessários dois planetas para satisfazer as necessidades do ser humano.

11. McLoughlin, I. V., I. K. Narendra, L. H. Koh, Q. H. Nguyen, B. Seshadri, W. Zeng, e C. Yao. 2012. «Campus Mobility for the Future: The Electric Bicycle». Journal of Transportation Technologies. jtts.2012.21001.

12. UN DESA (2018). 68% of the world population projected to live in urban areas by 2050, says UN | UN DESA | United Nations Department of Economic and Social Affairs. [online].

13. DEFRA, e DfT. 2017. «UK plan for tackling roadside nitrogen dioxide concentrations: An overview», n. July: 1–11.

14. Gould, Jane, e Thomas F. Golob. 1998. «Clean air forever? A longitudinal analysis of opinions about air pollution and electric vehicles». Transportation Research Part D: Transport and Environment.

Os ciclistas não reportam o crime porque duvidam que a policia vá agir a este tipo de crimes, preferindo recorrer a meios online para encontrarem a sua bicicleta (van Lierop, Grimsrud, e El-Geneidy 2015).

A segurança da bicicleta está dependente de diversas variáveis: Localização geográfica, ambiente do estacionamento, tipo de sistema de parqueamento, tipo de dispositivo antirroubo e o tipo de bloqueio.

1.1 PERTINÊNCIA

O design está sempre interligado com outras áreas, este estudo visa interligar o design com a criminalidade, nomeadamente o furto de bicicletas.

> "Uma das características mais curiosas do mundo moderno é a maneira como o design foi amplamente transformado em algo banal e inconsequente. Em contraste, quero argumentar que, se considerado com seriedade e usado responsavelmente, o design deve ser a bigorna crucial sobre a qual o ambiente humano, em todos os seus detalhes, é moldado e construído para a melhoria e o prazer de todos. Isso vai contra a ampla cobertura dos media, atribuindo ao design um papel leve e decorativo de pouca importância." [15]

15. John Heskett. 2005. «Design -A Very Short Introduction». Oxford University Press.

É com este foco de criar valor ao design, excluindo o supérfluo, trazendo soluções capazes de resolver problemas reais, que o projecto se centra. O furto de bicicletas é um desses problemas reais, onde o medo do crime, impede os ciclistas de usufruírem da bicicleta sem receio.

1.2 OBJETIVOS

Os objetivos para a dissertação, passam por procurar identificar as práticas dos utilizadores e dos criminosos, e as características dos dispositivos antirroubo das bicicletas.

Na componente prática os objetivos centram-se em aumentar a função de um dos dispositivos antirroubo, tendo em conta aspectos fundamentais como o transporte, segurança e praticabilidade.

1.3 METODOLOGIA

A metodologia projectual abordada foi ampla e vasta, uma das abordagens foi a denominada "arroz verde" de Munari.

> "O método projectual não é mais do que uma série de operações necessárias, dispostas dor ordem lógica, ditada pela experiência. O seu objectivo é o de se atingir o melhor resultado com o menor esforço."[16]

16. Munari, Bruno, and José Manuel de Vasconcelos. 2014 (1982). Das Coisas Nascem Coisas. Lisboa: Edições 70.

Entendeu-se que os seus princípios e procedimentos fariam sentido no seguimento do projeto no entanto não descartando a experimentação e o sentido emotivo.

Através de um processo heurístico, identificou-se um problema intrínseco da bicicleta que é a propensão de a furtar.

Posto isto, procedeu-se à recolha de evidências que definiam o problema sobre diferentes eixos. Inicialmente o estado atual do espaço urbano no contexto da bicicleta, tanto no uso como no bloqueio, complementando com a realização de uma visita de campo a três cidades diferentes, Genebra, Porto e Aveiro, para verificar o que foi evidenciado no estado da arte. Posteriormente, analisou-se o contexto histórico e tecnológico da bicicleta até aos dias de hoje, categorizando os diferentes veículos tendo em conta essa análise histórica. Tentou-se perceber os elementos que compõem a bicicleta e analisaram-se sobre a perspectiva criminal. Em relação ao utilizador, identificaram-se os hábitos e tendências de utilização de dispositivos antirroubo. No contexto do criminoso, além da leitura, recorreu-se ao visionamento de vídeos com entrevistas a criminosos, já que não foi possível realizar uma entrevista pessoal com algum, identificaram-se os diferentes métodos de intrusão e ferramentas usadas, tendências criminais, factores que influenciam os atos de crime e para entender localmente as tendências entrevistou-se informalmente o Subcomissário Gabriel da PSP de Aveiro na Esquadra de Investigação Criminal. Pesquisaram-se os diferentes dispositivos antirroubo não descartando o contexto histórico e catalogaram-se quarenta dispositivos antirroubo atuais, de forma a serem examinados sobre três pontos, segurança, transporte e praticabilidade. Identificaram-se dispositivos alternativos de forma a obter um panorama integral das soluções anti-intrusão. Destacaram-se as formas de transporte para o dispositivo com mais défices nesse aspecto.

Na componente prática tendo em atenção os precedentes,

> "o existente é o núcleo no qual se forma o pensamento criativo e onde se vai buscar o estímulo" [17]

A exploração criativa e experimentação foram o fio condutor desta etapa. Sem descartar o utilizador e elementos ergonómicos da proposta. A arquitetura do produto foi faseada em três partes, na primeira identificaram-se as variáveis do produto (componentes do problema). Na segunda fase procurou-se dar solução aos diferentes problemas levantados na fase anterior. A terceira fase foi um refinamento da fase anterior com pequenas alterações, estudos *CMF* (cores, materiais e acabamentos) e uma preocupação com processos de fabrico e aspectos técnicos. Todas estas fases foram acompanhadas de desenhos bidimensionais e validações através de *mock-ups*, as duas ultimas fases foram também acompanhadas com desenhos tridimensionais.

A resultante destas fases é um protótipo a fim de validar o projeto prático. Foram contactadas várias empresas para a criação deste protótipo, conseguindo a ajuda de duas empresas em dois processos de fabrico, a A.J.Antunes Lda. e a Santiago & Tavares Lda..

17. Manzini, Ezio. 1993.«A matéria da invenção»
Centro Português de Design.
ISBN: 972944501X.

ESTADO DA ARTE

A investigação tenta ser ampla e abrangente, abordando o local, veículo, utilizador, criminoso e dispositivo dissuasor, recorrendo à leitura e visionamento de referências mas também a visitas de campo de forma a comprovar o que foi estudado.

2.1 ESPAÇO URBANO

O espaço urbano atual, na maioria das cidades é dominado pelo automóvel, desde a infraestrutura à cultura, causa poluição, congestão e problemas de saúde.

Em teoria, as cidades podem empreender uma ampla gama de medidas de forma a tornar os sistemas de transportação mais sustentáveis. No entanto, as áreas urbanas que foram desenhadas com o carro em mente, ou que foram modificadas para acomodar os automóveis, têm de superar um problema estrutural profundamente enraizado. Estas áreas normalmente sofrem de expansão que faz dos automóveis o único meio prático de transporte (Gardner, et al. 2016).

Uma peça fundamental para o transporte sustentável é providenciar segurança e espaços atrativos para os ciclistas e peões. Isto requer uma série de medidas, incluindo a produção da densidade, desaceleração do trafego motorizado, ruas fechadas, tanto inteiramente ou em certos períodos, ao transito em partes importantes da cidade, dando prioridade aos pedestres e velocípedes e construindo infraestruturas de suporte (2016).

Algumas cidades já sofrem estas transformações, pioneiras foram as cidades de Copenhaga e Amesterdão.

É necessário perceber quais são as infraestruturas para o devido parqueamento da bicicleta.

Quando se fala em parqueamento ou bloqueio, refere-se a bicicletas deixadas desacompanhadas. Este evento é descrito pelas seguintes combinações de fatores que influenciam o risco do furto, o ambiente do parqueamento, os sistemas de parqueamento, *Flyparking*, a forma de bloqueio (como o ciclista utiliza o cadeado) (ver tópico 2.3) e o tipo de dispositivo antirroubo usado (ver tópico 2.5) (Johnson, et al. 2008).

O ambiente do parqueamento, descreve o contexto que rodeia o sistema de parqueamento, desde acessos, duração do parqueamento, altura do dia, luz, vigilância, sinalização sobre a forma apropriada do uso do sistema de parqueamento e a forma de bloqueio, e manutenção.

Se a bicicleta for colocada numa rua com pouco movimento, o facto de não haver ninguém por perto pode influenciar o criminoso a atuar, assim como a altura do dia, as bicicletas são mais frequentemente furtadas durante a noite (37%) do que na manhã (9%), tarde (32,3%) ou anoitecer (21.7%) (van Lierop, et al. 2015). A manutenção é outro aspecto importante, quando existem bicicletas ou cadeados abandonados nos sistemas de parqueamento, os utilizadores têm tendência a não considerar esses elementos como seguros e os criminosos podem ser encorajados a realizar os crimes nessa área.

Os sistemas de parqueamento, são elemento do mobiliário urbano desenhados de forma a ancorarem a bicicleta, tentando com que esta não seja roubada. Perceber quais os adequados requer uma compreensão do contexto local de uso e abuso (2008).

Existem diferentes tipos, e combinação infindáveis, podem estar fixos ao chão através do chumbamento ao chão ou aparafusado, os mais comuns são os básicos U invertido (fig.1), dependendo da geo-

Figura 1. Sistema de parqueamento em U invertido.

metria conseguem prender as duas rodas e oferecem bom suporte à bicicleta.

Os sistemas de parqueamento em onda (fig.2), apesar de serem uma boa forma de acondicionar várias bicicletas num espaço reduzido, apenas permitem o bloqueio do quadro, estando as rodas vulneráveis. Outro problema é o facto de as bicicletas estarem tão próximas uma da outra, como o apoio é reduzido algumas bicicletas podem ter tendência a tombarem.

Existem os sistemas de parqueamento decorativos (fig.3), este assumem, predominantemente uma função estética e só depois funcional.

Existem também os com o intuito de só colocarem a roda (fig.4), estes além de serem muito inseguros, já que não é possível prender algo além da roda, ou seja o resto da bicicleta pode ser retirada, não suportam a bicicleta, estando muitas vezes o aro a suportar o peso todo da bicicleta, isso leva a consequências como aros empenados ou raios partidos.

Os sistemas de parqueamento com cobertura (fig.5), são desenhados com o intuito do criminoso não conseguir ver a bicicleta, se não consegue ver a bicicleta, não percebe se esta é valiosa ou não. Por norma no seu interior têm algum tipo de U invertido para que seja possível utilizar dispositivos dissuasores. Têm a contrapartida de só poderem acondicionar uma bicicleta.

Com o mesmo principio mas com método diferente, são os cacifos para bicicletas (fig.6), estes também têm o objecto de a bicicleta não ser vista. No entanto acondicionam mais bicicletas, mas têm a contrapartida de serem muito volumosos, não podendo ser colocados em qualquer local da cidade.

Os de deck duplo (fig.7), utilizados em cidades onde há muita afluência de bicicletas, permitem a colocação de muitas bicicletas num espaço reduzido. Encontram-se muitas vezes presentes em espaços subterrâneos, destinados a bicicletas. No entanto dependendo do desenho destes, se forem mal desenhados apenas permitem prender uma das rodas.

O *Design Against Crime (DAC)*, é um projeto de pesquisa de design conduzido pela prática, que tem como foco a criminalidade.

Iniciada na *Central Saint Martins*, em 2004, o projecto mais tarde formalmente reconhecido como *Design Against Crime Reasearch*

Figura 2. Sistema de parqueamento em onda.

Figura 3. Sistema de parqueamento decorativo.

Figura 4. Sistema de parqueamento de fenda.

Figura 5. Sistema de parqueamento com cobertura.

Figura 6. Sistema de parqueamento em cacifo.

Figura 7. Sistema de parqueamento em deck duplo.

Figura 8. Sistema de parqueamento *caMden stands*.

Figura 9. Autocolante informativo.

Figura 10. Sistema de parqueamento Cyclehoop.

Centre, inova e abre caminhos de investigação que combina os mundos do design com o da criminalidade, com vários projectos reconhecidos mundialmente.

Um destes projectos foi a criação de um sistema de parqueamento denominado caMden stands (fig.8). Este sistema promove um seguro comportamento de bloqueio porque facilitam com que a bicicleta fique numa posição direita e permite bloquear ambas as rodas e o quadro, a sua forma reduz o risco do ciclista prender a bicicleta inseguramente.

A criação também de métodos de comunicação que informam os utilizadores sobre questões de segurança e métodos de bloqueio da bicicleta, estes sob a forma de autocolante informativo (fig.9), que é colocado no sistema de parqueamento.

O *Cyclehoop* (fig.10) foi criado em resposta ao *Reiventing the Bike Shed brief* de 2006, permite utilizar os postes encontrados na rua como forma de bloqueio mais segura de bloquear duas bicicletas. Os dois arcos permitem bloquear ambas as rodas e o quadro, no entanto, em bicicletas mais longas esta tarefa torna-se mais complicada.

O *Flyparking* termo conotado por Thorpe, descreve o bloqueio de bicicletas em mobiliário urbano não destinado a esse propósito. Estes podem ser, corrimãos, postes de iluminação, bancos e até mesmo árvores. *Flyparking* é importante para compreender os problemas locais, por várias razões. Em primeiro, o mobiliário urbano não desenhado para acondicionar a bicicleta pode não conter os princípios necessários ao bloqueio seguro da bicicleta. Por exemplo, uma bicicleta bloqueada a um poste de sinalização na maioria das vezes apenas fixa uma das rodas. Alguns elementos urbanos não estão propriamente fixos ao chão e podem ser levantados, criando um maior risco para as bicicletas em *Flyparking*, comparando com bicicletas bloqueadas a elemento desenhados propositadamente para essa função (nem todos os sistemas de parqueamento são iguais como foi referido anteriormente, assim, é necessário uma averiguação anterior ao bloqueio da bicicleta) (Johnson, et al. 2008).

O *Flyparking* pode também ser um indicador de números reduzidos de sistemas de parqueamento na zona, se o sistema de parqueamento for acima dos 50 metros do destino que é pretendo, tem tendência a ser menos usado (2008).

O *Flyparking* deve ser evitado sobretudo a elemento naturais, já que

facilmente estes podem ser cortados com uma serra e a bicicleta levantada.

Foi possível através do visionamento de vídeos online (fig.11), perceber que este problema é frequente, o criminoso recorre ao uso de uma serra para madeira e corta a árvore, sem problemas nenhuns, nem preocupação sobre o que está à sua volta.

Na visita de campo efectuada nas cidades portuguesas (ver tópico 2.1.1), observou-se que o *Flyparking* é um grave problema com cerca de 42% das bicicletas observadas a estarem fixas a elementos que não são destinados ao bloqueio de bicicletas.

Em Genebra, o número de bicicletas é tão grande, que era impossível quantificar todas as que se encontram em *Flyparking*.

Figura 11. Câmara de videovigilância com criminoso a cortar árvore.

Figura 12. Empresa de aluguer de bicicletas.

Figura 13. Bicicleta bloqueada no sistema de parqueamento 1.

Figura 14. Sistema de parqueamento 2.

Figura 15. Sistema de parqueamento 3.

Figura 16. Sistema de parqueamento 1 danificado.

2.1.1 OBSERVAÇÃO DIRETA

Para se tentar perceber o comportamento dos utilizadores quando utilizam dispositivos antirroubo e que tipo de elementos na cidade são usados como âncora para a bicicleta, foi feito um estudo de campo através da observação direta onde houve um registo fotográfico (ver anexo A) sobre o que foi observado. Foi possível observar três cidades europeias, duas em Portugal e uma na Suíça. As escolhas não foram ao acaso, o Porto como sendo uma grande metrópole portuguesa, onde as pessoas viajam das áreas metropolitanas para o centro, tendo assim grandes movimentos pendulares. Aveiro como uma cidade plana propicia para o uso da bicicleta, com uma iniciativa por parte da autarquia, bem como pela Universidade de Aveiro para aumentar o uso da bicicleta. E Genebra onde o uso da bicicleta é mais frequente já que a Suíça é o quinto pais da Europa com maior número de ciclistas (Kurt, V. H. 2008).

PORTO

No Porto é frequente ver ciclistas na marginal da Ribeira até à Foz, desde recreativos, turistas, aos utilizadores diários. É comum encontrar na zona da Ribeira empresas de aluguer de bicicletas (fig.12), já que o Porto não possui uma rede publica de partilha de bicicletas. Algumas empresas possuem bicicletas eléctricas que auxiliam nas subidas. Também é comum encontrar bicicletas nas faculdades da Universidade do Porto.

Existem três predominantes sistemas de parqueamento, foram denominados numericamente para facilitar a comunicação, sendo o 1 a figura 13, 2 a figura 14 e 3 a figura 15.

Apenas o sistema 1 permite bloquear a roda traseira e frontal (fig.13), os restantes a orientação da bicicleta influenciará qual das rodas prender. O sistema 1 encontra-se abundantemente a substituir lugares de estacionamento de automóveis, o ponto positivo é que não afeta os peões com mobilidade reduzida ou invisuais, mas no entanto estão sujeitos a condutores distraídos embaterem neles (fig.16). O sistema 2 (fig.14) não permite bloquear as duas rodas, mas é possível utilizar a escora da corrente da bicicleta como ponto de bloqueio, bloqueando assim a roda traseira e quadro. Contudo, facilita muitos

erros de utilização, por exemplo prender somente a roda frontal, não oferecendo qualquer apoio à bicicleta, estando a roda a aguentar com o peso todo, podendo causar danos na roda, o que não acontece com os outros dois sistemas. O sistema 3 (fig.15) permite bloquear somente uma roda e o quadro, idealmente, deveria ser a roda traseira, no entanto, é mais cómodo colocar a roda frontal, sendo o que a maioria dos utilizadores faz.

Em algumas zonas os motociclos invadem a zona dos sistemas de parqueamento, tendo os ciclistas de as contornar para efetuarem o bloqueio (fig.17).

A presença destes sistemas é frequente na zona histórica do Porto, junto à estação ferroviária e zonas comerciais, porem, encontram-se muitas bicicletas em *Flyparking*, utilizando elementos do mobiliário urbano para bloquear a bicicleta (fig.18), nem todos os elementos são apropriados para a segurar como é o caso de elementos naturais (fig.19).

Os dispositivos antirroubo usados, na maioria são os cabo de aço, também se encontram alguns cadeados em U e algumas correntes.

A maioria das bicicletas encontradas apenas prendem o quadro, estando as rodas vulneráveis a ataques.

Figura 17. Exemplo de uso indevido por parte dos motociclos.

Figura 18. Bicicleta bloqueada a tubo de escoamento de águas.

Figura 19. Bicicleta bloqueada a árvore.

AVEIRO

Em Aveiro, onde se encontram mais ciclistas e bicicletas são na Universidade de Aveiro, na estação e em zonas comerciais. Aveiro tem implementado a BUGA (fig.20), um sistema de partilha publico de bicicletas gratuito, que funciona das 10h ás 19h, havendo assim limitações na sua utilização. Nos seus inícios era frequente atos de vandalismo e roubo das bicicletas devido ao anonimato do processo de utilização da BUGA, atualmente é necessário a requisição numa loja física, afastando a sua utilização diária e adaptando-se e sugerindo uma utilização mais turística. Existem bastantes zonas cicláveis, com linhas delimitadoras para ciclovias (fig.21), no entanto em algumas zonas as linhas estão completamente apagadas.

Assim como no Porto, Aveiro também tem três sistemas de parqueamento predominantes, serão assinalados com números seguintes aos do Porto para não criar confusão, sendo o 4 a figura 22, o 5 a figura 23 e o 6 a figura 24 na página seguinte.

Figura 20. Loja BUGA e bicicletas.

Figura 21. Ciclovia em Aveiro.

Figura 22. Sistema de parqueamento 4.

Figura 23. Sistema de parqueamento 5.

Figura 24. Sistema de parqueamento 6.

Figura 25. Bicicleta bloqueada a poste de sinalização.

Figura 26. Bicicleta bloqueada a árvore.

Figura 27. Saturação dos sistemas de parqueamento.

O sistema de parqueamento 4 é o mais utilizado pela cidade, permite bloquear as duas rodas bem como o quadro, o único ponto negativo é o facto de não estar chumbado ao chão, havendo assim mais facilidade em o retirar. Ele encontra-se muitas vezes em substituição dos lugares de estacionamento de automóveis, tendo assim, os mesmos pontos salientados em relação ao sistema de parqueamento 1 no Porto. O sistema 5 é o segundo que se encontra com mais frequência, principalmente na universidade e em zonas comerciais como o Fórum de Aveiro. Está desenhado para acomodar mais bicicletas, havendo dois níveis para que os guiadores não entrem em conflito. Além de limitar a forma como é possível bloquear a bicicleta, sendo o objetivo só bloquear a roda frontal, não acondiciona todo o tipo de rodas, com pneus mais largos por exemplo. Outro ponto negativo é a pressão e força exercida na roda para que a bicicleta não caia, pode causar danos nos raios e aros, também o facto do cadeado estar perto do chão é negativo, já que permite um apoio no chão, exercendo o intruso mais pressão sobre o cadeado, sendo assim mais fácil de o quebrar. O sistema 6 é o menos frequente, é semelhante ao sistema 5, mas este a roda não fica por cima do suporte, no entanto sofre dos mesmos problemas de só prenderem a roda e apoiarem mal a bicicleta.

Apesar de haverem bastantes sistemas de parqueamento espalhados pela cidade, encontram-se frequentemente bicicletas em *Flyparking* (fig.25). Assim como no Porto, em Aveiro também se encontram bicicletas presas a elementos naturais (fig.26).

Os dispositivos antirroubo usados, são na maioria cabos de aço e correntes, raramente se encontram cadeados em U. Os cadeados encontrados, prendem apenas a roda da frente ou o quadro.

GENEBRA

De um modo geral do que foi observado percebe-se que há uma maior infraestrutura comparando com as outras cidades analisadas. O número de ciclovias e ciclistas é muito elevado e existe uma maior preocupação com a segurança da bicicleta, mas como a afluência de velocípedes é maior observa-se uma saturação dos sistemas de parqueamento (fig.27) espalhados por algumas partes da cidade, nomeadamente junto a estações de metro, isto faz com que muitas vezes as bicicletas sejam presas a outros elementos de mobiliário ur-

bano junto destas estações.

Os elementos de ancoragem dos diversos sistemas de parqueamento encontrados permitem prender juntamente a roda traseira e o quadro da bicicleta, à exceção de um dos observados que apenas tem uma ranhura (fig.28) para se colocar a roda, este está intervalado por altura para que as bicicletas não colidam uma com a outra. Percebe-se que os utilizadores mais atentos não colocam a roda e preferem prender pelo quadro.

Algo que não foi visto nas outras duas cidades são parques fechados para bicicletas (fig.29). Estes encontram-se junto de estações de metro com grande afluência e perto de zonas comerciais.

Verificam-se muitas bicicletas em Flyparking (fig.30) como já foi referido anteriormente, inclusive a elementos naturais (fig.31).

Quanto aos cadeados usados denota-se uma grande variedade, categorizando-se em quatro grandes grupos: cadeados em U, semi-flexíveis, correntes e os de cabo de aço.

Em relação à forma como são usados, a grande maioria prende o quadro e uma das rodas a um elemento imóvel, mas frequentemente também se encontram bicicletas apenas ou com uma das rodas presas ou apenas com o quadro preso. Alguns casos presenciou-se o uso de cadeados secundários, bloqueando assim as duas rodas e o quadro a um elemento imóvel.

Figura 28. Sistema de parqueamento 7.

Figura 29. Parque fechado para bicicletas.

Figura 30. Bicicleta bloqueada a caixote do lixo.

Figura 31. Bicicleta bloqueada a árvore.

Figura 32. Réplica da *Laufmaschine*, Karl Drais, 1817.

Figura 33. Michaux Velocipede, 1865.

Figura 34. Ordinary bicycle, 1880.

Figura 35. Ilustração da Rover Safety bicycle, John Starley, 1885.

18. A mais relevante *Safety bicycle* introduzida em 1885 foi a *Rover*, por John Kemp Starley, teve tanto sucesso que a palavra bicicleta em polaco é *"Rower"* com o "w" a ser pronunciado como um "v" (fig.35).

Figura 36. Safety bicycle, Humber, 1884.

2.2 BICICLETA

É imperativo que quando se tenta proteger algo é necessário conhecer os aspetos fundamentais desse objeto, de forma a saber as suas desvantagens para o melhor defender. Este sub-capitulo irá debruçar-se na compilação da história, evolução tecnológica e a resultante desses antecedentes no contexto da bicicleta.

A *Laufmaschine* (fig.32) em 1817, invenção e patente de Karl Drais, foi o ponto de partida para o transporte pessoal sobre duas rodas, estão presentes os três principais princípios da bicicleta, entre eles o método de locomoção, balanço e direção. O passageiro avançava quando propulsionava com os pés no chão enquanto direcionava com o guiador para manter o balanço.

O próximo grande passo surgiu em 1865 quando a empresa Michaux modificou a *Laufmaschine* com uma pedaleira fixa à roda frontal, propulsionando-a agora com os pés fora do chão (fig.33). Estes velocípedes tinham a roda frontal ligeiramente mais elevada que a traseira para favorecer a ação mecânica do ciclista. Eram incrivelmente pesadas e tinham a tendência de se partirem devido à sua construção em ferro fundido, posteriormente foram substituídas por quadros em ferro forjado, ficando assim mais leves e fortes. Ficaram apelidadas de *boneshacker*, por serem pesadas e terem rodas em madeira e pneus de ferro que somando às estradas em calçada proporcionavam um passeio acidentado e desconfortável .

Esta evolução fez com que em 1870s, junto com a invenção de quadros em tubo metálico e o surgimento de rodas com raios em arame e aros metálicos, as bicicletas aumentassem drasticamente o diâmetro da roda dianteira tanto para permitir um passeio mais suave como também para cobrir uma maior distancia com menos pedaladas, eram denominadas *Ordinary, High Wheeler*, ou na gíria ficaram conhecidas como *Penny-Farthing* (fig.34). Contudo eram extremamente perigosas na eventualidade de uma queda, já que o ciclista era atirado de cabeça para o chão.

O perigo das *High Wheeler*, levou à ascensão das novas bicicletas apelidadas *Safety bicycle*[18], ou bicicletas seguras entre 1884 e 1885 (Herlihy 2004). Por volta de 1893, as *High-Wheeler* deixavam de ser produzidas em massa. As *Safety bicycle* revolucionaram o panorama, uma ideia importante no desenvolvimento da bicicleta segura foi aplicar a tracção à roda traseira através de uma corrente que conec-

tava a pedaleira, agora ao centro, com o cubo traseiro e controlo de direcção à roda frontal (Hadland and Lessing 2014). Nesta fase surgiu também o quadro em formato de diamante (fig.36) e a invenção dos pneumáticos com câmaras de ar permitia um maior conforto no uso, assim era possível diminuir o diâmetro das rodas, este aspecto mais os referidos anteriormente são os aspectos fundamentais presentes na bicicleta moderna.

Por esta altura com a *Safety bicycle,* desenvolveu-se a bicicleta de senhora, um exemplo é a *Lady Rover* em 1889 (fig.37), estas bicicletas não tinham a barra horizontal no quadro para facilitar o uso com saia, a postura da ciclista era mais direita e tinha um "guarda-saias", um elemento que impedia a saia de entrar em contacto com a roda traseira.

O séc. XX viu um aumento no uso da bicicleta na classe operadora, isto deve-se à redução de custos, resultante da propagação da produção em massa e da melhoria nas técnicas de manufactura. Os avanços tecnológicos e inovadores eram abundantes, os sistemas de transmissão com mudanças estavam disponíveis no inicio do século. Os quadros ficavam mais fortes e leves com evoluções tecnológicas nas ligas de aço projectadas para a aviação nos anos 30. A bicicleta deixa de ser usada só na recriação e uso pessoal, mas também nos serviços de correios, patrulhas policiais, usos militares (fig.38), etc.

Nos anos 60 a Moulton Deluxe (fig.39), marca um radical afastamento dos quadros em formato de diamante da época, com a sua arquitetura em "F", desenhada para a vida urbana, as rodas mais pequenas proporcionam um centro de gravidade baixo, e suspensão frontal em borracha para contrariar a dureza das rodas pequenas.

Nos anos 80 surgem as primeiras bicicletas todo-o-terreno, um dos primeiros exemplos foi a Stumpjumper (fig.40), uma das primeiras desenvolvidas por um fabricante, com pneus cardados trouxe o *off-road* às massas. Só mais tarde, nos anos 90, surgem as primeiras bicicletas com suspensão total (fig.41), ao inicio com ceticismo, mas eventualmente mudam a forma como as bicicletas todo-o-terreno eram usadas.

O séc. XXI tem sido uma consolidação na manufatura e uso da bicicleta, com o progresso a ocorrer em melhoramentos graduais em vez de repentinas alterações. A variedade pura nos tipos de ciclismo levou a um cruzamento de tecnologia, com avanços feitos num campo filtrando-se gradualmente noutros (DK 2016).

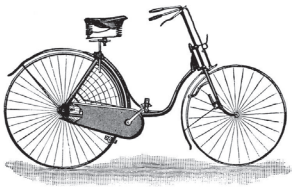


Figura 37. Ilustração de uma bicicleta de senhora Rover, 1889.

Figura 38. Royal Enfield Rifle Bike c. 1940.

Figura 39. Moulton Deluxe 1962.

Figura 40. Specialized Stumpjumper 1981.

Figura 41. AMP Research B4 1995.

2.2.1 BICICLETAS ATUAIS

As bicicletas contemporâneas podem-se categorizar em três grandes grupos, as utilitárias, de estrada e todo-o-terreno.

As bicicletas utilitárias (fig.42) são concebidas para uso diário e não para atividades desportivas, oferecem uma combinação ideal de conforto, fiabilidade e durabilidade mas são mais pesadas que as bicicletas de competição. Usam frequentemente componentes simples e robustos, assim como por vezes, tecnologia antiga.

Figura 42. Tipos de bicicletas utilitárias, da esquerda para a direita e de cima para baixo:

Bicicleta Urbana, Bicicleta Urbana de Senhora.

Bicicleta híbrida, Bicicleta Fixa/ Velocidade Única.

Bicicleta Dobrável, Bicicleta de Carga.

Figura 43. Postura do ciclista de uma bicicleta urbana.

Possuem selins almofadados, guiadores planos, a posição do ciclista é ereta (fig.43), assim aumentando o conforto. Alguns modelos apresentam suspensão frontal para absorver as irregularidades do pavimento. Também de forma a serem mais práticas algumas contam com porta-bagagens frontal e/ou traseiro, no caso das bicicletas de carga é esse o seu objectivo principal. As rodas podem ir de 12" (300mm) de diâmetro até ás 29" (735mm) sendo que frequentemente se encontra bicicletas com 26" (660mm).

As bicicletas de estrada (fig.44) são criadas essencialmente a pensar na velocidade, dando prioridade à performance sobre o conforto. Possuem tecnologia de ponta, de forma a ficarem extremamente leves e ágeis. Sacrificam o conforto e a durabilidade ao encontro da velocidade. Possuem pneus finos e rodas leves bons para a aerodinâmica mas conferem pouca proteção a lombas e irregularidades da estrada, enquanto que os selins estreitos e leves oferecem uma almofada mínima, muitos ciclistas optam por calções almofadados para algum conforto.

Figura 44. Tipos de bicicletas de estrada, da esquerda para a direita e de cima para baixo:

Bicicleta de Passeio/*Touring*, Bicicleta de *Endurance*.

Bicicleta de Pista, Bicicleta Contrarrelógio.

Bicicleta de Ciclocrosse, Bicicleta de Competição.

A posição do ciclista também sofre em termos de conforto, sendo uma posição mais horizontal (fig.45). Os quadros podem ser em fibra de carbono, alumínio, titânio ou aço leve. As rodas são 700C, variando somente de espessura.

Figura 45. Postura do ciclista de uma bicicleta de estrada.

As bicicletas de todo-o-terreno (fig.46) têm uma grande variedade de modelos, os mais básicos, concebidos para trilhos simples de terra, a bicicletas desenvolvidas para descidas de montanhas íngremes e rochosas. Estão equipadas com pneus cardados e largos, com ou sem câmara de ar, oferecem boa aderência e tracção. A maioria dispõe de suspensão dianteira e algumas têm também suspensão traseira que absorve os impactos. O curso da suspensão varia consoante o propósito da bicicleta, pode ir desde os 100mm nas bicicletas de *Cross-Country*, até aos 203mm presentes nas bicicletas de *Downhill*.

Figura 46. Tipos de bicicletas todo-o-terreno, da esquerda para a direita e de cima para baixo:

Bicicleta *Hardtail*, Bicicleta *Cross-Country*.

Bicicleta *Downhill*, Bicicleta *Fat*.

Bicicleta de *Trail/Enduro*, Bicicleta *Bmx* ou *Dirt Jump*.

Os quadros por norma são em alumínio, fibra de carbono ou aço. As rodas frequentemente são de 26” (660mm) 27,5”(700mm) e 29” (735mm) variando de espessura, principalmente nas bicicletas *Fat*, com o propósito de serem usadas em lama ou neve. A maioria possui travões de disco, de cabo ou hidráulicos. Alguns modelos têm espigão de selim telescópico para ser mais fácil ajustar a altura do selim no momento do uso.

2.2.2 COMPONENTES

A bicicleta moderna, independentemente da categoria a que se encaixa, é um conjunto de componentes modulares entre si, muitos dos componentes são standard e podem ser utilizados entre marcas e categorias de bicicletas diferentes utilizando as mesmas ferramentas para montar/ desmontar.

O quadro é o esqueleto da bicicleta, enquanto que os pontos chave de contacto, selim, pedais e guiador, formam uma interface táctil entre a bicicleta e o ciclista. Os travões e mecanismos de mudanças, permitem o controlo de aceleração e desaceleração, enquanto que as rodas transmitem esse esforço para o chão (DK 2016).

Figura 47. Desconstrução de uma bicicleta de estrada, separando os diferentes componentes.

Com a multitude de componentes presentes na bicicleta (fig.47) é necessário perceber quais os de mais fácil acesso e oportunidade, no caso de roubo, bem como o tipo de ferramenta necessária para os retirar.

O quadro é por norma o elemento mais valioso na bicicleta, dependendo do material e complexidade com que é desenvolvido, quando são usados materiais como fibra de carbono o valor ultrapassa por vezes os 3000€ como é o caso do quadro da figura 48. Todos os ou-

Figura 48. Quadro bicicleta de estrada RIDLEY Noah SL Disc 2018.

Figura 49. Rodas MAVIC COSMIC PRO CARBON DISC para Pneus 700x25c (6 Furos).

Figura 50. Exemplo de chaveta de libertação rápida.

Figura 51. Exemplo de contraporca.

Figura 52. Exemplo de contraporca com porca borboleta.

Figura 53. Selim Brooks England B17 SPECIAL TITANIUM.

Figura 54. Exemplo de parafuso sextavado interior.

Figura 55. Exemplo de parafuso sextavado exterior.

tros componentes conectam-se a este, desta forma, é necessário que para evitar o roubo seja bloqueado a algum elemento exterior imóvel.

As rodas são os componentes mais dispendiosos a seguir ao quadro. A roda traseira costuma ter um preço mais elevado que a dianteira, já que possui a cassete de mudanças. Os preços podem ultrapassar os 1000€ como é o caso das rodas da figura 49 em fibra de carbono.

As rodas muitas vezes são presas ao quadro através de chavetas de libertação rápida (fig.50) ou *Quick-Release*. Estes elementos, permitem facilmente retirar as rodas para facilidade de armazenamento ou substituição de roda sem qualquer uso de ferramenta. Também é possível encontrar principalmente em bicicletas mais antigas ou em algumas bicicletas urbanas o sistema de contraporca (fig.51), este sistema funciona basicamente como uma porca e parafuso. É necessário assim, usar uma ferramenta para retirar a roda, esta pode ser algum tipo de chave inglesa, ou chave de bocas. Excepcionalmente esta contraporca pode ser uma porca borboleta (fig.52) que neste caso funciona como uma chaveta de libertação rápida.

Pode-se assim considerar que as rodas são elementos desejáveis e de pouco esforço para se retirar, principalmente se estiverem equipadas com chavetas de libertação rápida.

O conjunto de transmissão (desviadores frontal e traseiro, conjunto de rodas pedaleiras) também pode ser dispendioso quando se soma o conjunto dos componentes, mas estes elementos já requerem uma maior sabedoria onde por vezes são necessárias ferramentas especificas (ver anexo B), assim, não têm tanto um sentido de oportunidade e pode ser uma tarefa demorada.

O selim e espigão de selim são componentes pouco dispendiosos, a não ser que sejam de marcas *premium* como o exemplo da figura 53 da marca Brooks que pode custar cerca de 230€. Os selins são fixados ao espigão de selim com parafusos sextavados (fig.54). Já o espigão de selim é preso ao quadro através de uma braçadeira de espigão, este elemento pode ser fixado através de uma chaveta de libertação rápida, parafuso sextavado interior (fig.54) ou parafuso sextavado exterior (fig.55). Estes dois últimos necessitam de ferramenta para ser retirado o espigão de selim, no parafuso sextavado exterior é usada uma chave Allen e no parafuso sextavado exterior é usada uma chave de bocas ou chave inglesa.

O guiador dependendo do material de construção pode ter um custo

elevado, é fixo ao avanço que por sua vez é fixo ao eixo de direcção. Para prender o guiador ao avanço é usado nas bicicletas modernas um fixador do avanço (fig.56), utiliza quatro parafusos sextavados interiores, nas bicicletas clássicas o próprio avanço já incorpora o fixador (fig.57), este utiliza apenas um parafuso sextavado para fixar o guiador. Em ambos os casos é necessário o uso de uma chave Allen para se retirar o guiador. Mas, como o guiador possui vários elementos com cabos agarrados, conectados à manete de travão e à manete de mudanças (estes também são fixos ao guiador com parafusos sextavados interiores), torna-se um trabalho demoroso retirar este componente.

Os acessórios como é o caso de porta-bidões, alguns guarda-lamas, luzes e porta-bagagens por norma também são fixos com parafusos sextavados interiores, assim facilmente podem ser removidos com o uso de uma chave Allen. No caso de algumas luzes (fig.58) podem ser retiradas do seu suporte sem ser necessário ferramenta através de um mecanismo de *Quick-release*.

A grande maioria dos alforges é encaixada no porta-bagagens e presa com uma fita de *velcro*, as bolsas presas com braçadeiras em tecido, os bidões de água e a bomba de quadro presente em alguns modelos de bicicleta clássicos, são também encaixados nos seus respetivos acondicionamentos. Todos estes acessórios podem ser facilmente retirados sem necessidade de ferramentas. As cadeiras de criança por norma têm um suporte que é fixo usando uma braçadeira (fig.59) que prende ao tubo do selim ou ao tubo de direcção caso seja uma cadeira de uso frontal. Estas usam parafusos sextavados internos. A cadeira prende a este suporte ou a um porta-bagagens com umas pinças que pode usar parafusos sextavado ou uma mola para fazer a pressão das pinças. As cadeiras da marca Bobike podem vir com um cadeado como acessório para que a cadeira não seja furtada, como é o caso da figura 60.

Figura 56. Exemplo de avanço com fixador de avanço.

Figura 57. Exemplo de avanço clássico com fixador incorporado.

Figura 58. Exemplo de sistema de luzes com mecanismo Quick-release.

Figura 59. Cadeira de criança Polisport GROOVY 29".

Figura 60. Bobike Exclusive Mini com cadeado Maxi combination lock.

2.2.3 ANATOMIA DA BICICLETA

Perceber a anatomia da bicicleta, não só ajuda a compreender melhor como ela funciona, mas saber a terminologia dos componentes é importante, para uma clareza na informação apresentada, portanto este tópico irá descrever os componentes e terminologia presentes na bicicleta.

Figura 61. Anatomia da bicicleta.

Quadro
1. Tubo superior
2. Tubo do selim
3. Tubo inferior
4. Tubo da direção
5. Escora do selim
6. Escora da corrente
7. Forqueta

Selim
8. Selim
9. Guias do selim
10. Braçadeira do selim
11. Espigão do selim
12. Braçadeira do espigão do selim

Direção
13. Avanço
14. Guiador

Controlos da bicicleta
15. Manete do travão e manete das mudanças
16. Travão dianteiro
17. Travão traseiro

Roda Pedaleira
18. Corrente
19. Cremalheira
20. Cranque
21. Pedal
22. Desviador dianteiro
23. Desviador traseiro
24. Roldanas do desviador
25. Cassete
26. *Dropout*

Roda
27. Cubo traseiro
28. Chaveta de libertação rápida
29. Cubo dianteiro
30. Chaveta de libertação rápida
31. Raio
32. Aro
33. Pneu (Câmara de ar no interior)

2.3 UTILIZADOR

Existem dois tipos de utilizadores da bicicleta. Os que a usam como transporte e os recreativos.

Comparando os que usam a bicicleta para transporte, com movimentos pendulares regulares, aos que usam a bicicleta de forma recreativa durante pouco tempo, denota-se que os ciclistas que pedalam o ano inteiro têm uma probabilidade de serem vitimas de roubo de bicicleta 90.3% mais elevada que ciclistas que não pedalam todos os meses do ano. Estes fatores indicam que quanto mais a bicicleta é exposta, maior a probabilidade desta ser furtada (van Lierop, et al. 2015).

Os ciclistas na maioria das vezes utilizam mal os dispositivos antirroubo, como foi possível observar durante a visita de campo descrita no tópico 2.1.1. Bloqueando constantemente apenas a roda frontal ou apenas o quadro, que lidam a cenários como a figura 62 e figura 63. Johnson et al. (2008) relatam que na Universidade de Wisconsin, 22% das bicicletas furtadas, apenas o cadeado e a roda permaneceram no local do crime. A investigação sugere que os criminosos desmembram as bicicletas vendendo os componentes, em vez da bicicleta completa. Um criminoso reportou que se vendesse a bicicleta inteira recebia 10% do preço de lista mas recebia 25% do preço de lista por peças individuais. Desta forma, bicicletas mal bloqueadas por parte dos utilizadores, com componentes soltos, são um chamariz para os criminosos, já que requerem menos esforço e se as partes corretas forem roubadas, apresentam recompensas similares a roubar a bicicleta completa.

Figura 62. Bicicleta com as rodas furtadas.

Figura 63. Bicicleta furtada onde apenas permanece a roda bloqueada ao suporte.

Outro aspecto que foi possível notar durante a visita de campo, foram os tipos de dispositivos antirroubo usados. Em Portugal nota-se uma falta de preocupação ou ignorância quanto à eficácia dos dispositivos, sendo recorrente a utilização de cabos de aço. Segundo van Lierop et al. (2015), num inquérito na cidade de Montreal, Canada, reporta que 66,4% dos inquiridos usam cadeados em U, sendo furtadas 6,8% das bicicletas presas com este dispositivos. Para as correntes 5,5% utilizam este dispositivo, sendo furtadas 9,5% das bicicletas. Para cadeados em cabo de aço, 29,9% dos ciclistas usam estes dispositivos, sendo furtadas 37,5% das bicicletas. Ainda 4,3% utilizam outro tipo de dispositivos, sendo furtadas 5,2% das bicicle-

tas que utilizam tais dissuasores. Incrivelmente, 0,9% das bicicletas sem qualquer tipo de segurança, 8,5% destas foram furtadas. É possível que estas estivessem no interior, já que o modelo não conta com variáveis como o local.

Como constata a literatura, os cabos de aço são inseguros, apesar de serem dos tipos de dispositivos mais usados pelos ciclistas. Em Portugal, apesar de não haver dados estatísticos, das bicicletas presenciadas na visita de campo 42% destas utilizavam cabos de aço como forma principal de bloqueio, apenas 10% utilizavam cadeados em U. Possivelmente, o custo de dispositivos em cabo de aço e conveniência atrai utilizadores. Também o desconhecimento dos dispositivos dissuasores existentes no mercado, aliados à não existência de outros opções[19] em grandes superfícies de desporto como é o caso da Sportzone até à data, influenciarão a escolha.

A forma correcta de prender a bicicleta deve seguir a seguinte figura:

19. Falando pessoalmente, quando tentei adquirir o meu cadeado em U, na cidade de Espinho, algumas das lojas de bicicletas, nem sabiam do que falava quando referi o cadeado em U, só perceberam através da descrição e reportaram que nunca venderam esse tipo de dispositivos.

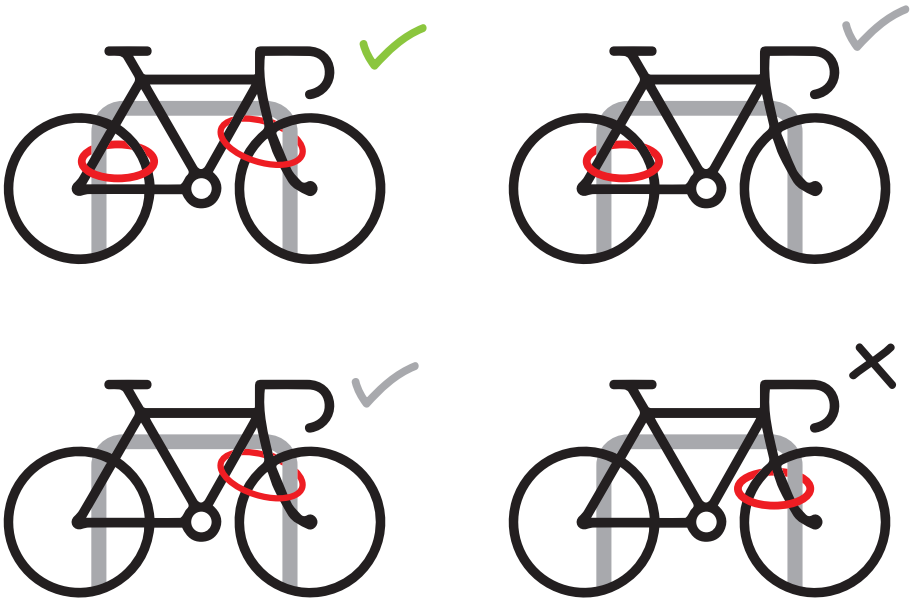


Figura 64. Forma de prender a bicicleta ao sistema de parqueamento.

Sempre que possível deve-se prender a bicicleta envolvendo o quadro e as duas rodas como demonstra a imagem superior esquerda (fig.64). São aceitáveis as formas de bloqueio com marcas a cinzento, preferencialmente deve-se colocar o cadeado na roda traseira e quadro, já que a roda traseira é mais valiosa que a frontal. Nunca se deve prender apenas a roda ao elemento imóvel, assim como apenas o quadro.

2.4 LADRÃO

A maioria dos ladrões rouba porque precisam do dinheiro rapidamente. Consequentemente atrás do dinheiro, que é o artigo mais frequentemente roubado, os ladrões tendem a tomar como alvo uma série de produtos conotados *hot products* por Clarke (1999).

É possível usar a sigla CRAVED criada por Clarke para identificar se um produto é potencialmente alvo de roubo.

Ocultável *(Concealable),* a facilidade com que após o roubo, o produto é ocultável ou durante o ato, este seja imperceptível. Produtos fáceis de identificar posteriormente ao roubo, têm menos probabilidade de serem furtados. Um bom exemplo é o facto de os ladrões de automóveis não furtarem carros Rolls Royce para uso próprio, iria chamar demasiado à atenção.

Removível *(Removable)*, produtos que são facilmente retirados e transportados, especialmente com a pessoa, têm uma maior probabilidade de serem furtados.

Disponível *(Available)*, é uma condição necessária ao roubo, se os produtos estão à mostra, num local escondido ou se não estiverem a ser vigiados, aumentam as probabilidades de roubo.

Valioso *(Valuable)*, produtos que são valiosos, principalmente se forem para venda, ou tiverem valor pessoal para quem os rouba.

Agradável *(Enjoyable)*, quando um produto é divertido de usar, ou pode ser trocado por dinheiro para criar a diversão ao ladrão.

Descartável *(Disposable)*, já que muitos produtos são roubados com o intuito de serem vendidos, os criminosos selecionam produtos com facilidade de venda.

A bicicleta encaixa perfeitamente nestes princípios, já que muitas vezes os crimes são imperceptíveis, havendo a facilidade de guardar a bicicleta. Não envolvem destreza para o roubo quando utilizam dispositivos dissuasores fracos e são facilmente transportadas, tanto à mão como montadas. No meio urbano existem centenas de bicicletas bloqueadas, umas mais vulneráveis que outras, principalmente se estiverem em locais pouco vigiados e escondidos. São relativamente valiosas, podendo perfeitamente ultrapassar os 2000€. Além de que são divertidas de usar e têm um propósito. E a procura de bicicletas é alta, frequentemente recorre-se a plataformas online para se proceder à venda.

Figura 65. Técnica de levantamento.

Figura66. Técnica de alavancagem.

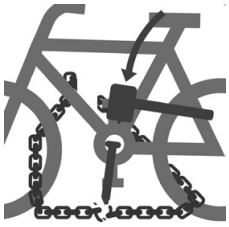


Figura 67. Técnica de pancada.

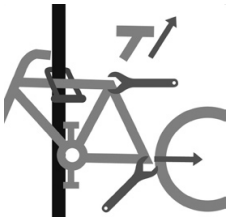


Figura 68. Técnica de desaparafusar.

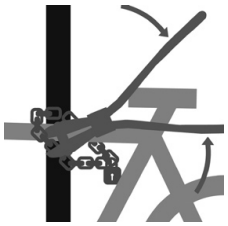


Figura 69. Técnica de corte.

Figura 70. Técnica de retanha.

Quando a bicicleta é protegida por dispositivos antirroubo o ladrão recorre a diversas técnicas dependendo desse dispositivo e da forma que este é colocado na bicicleta. Para se compreender as técnicas, além da leitura de referências, visionaram-se vídeos com a participação de ladrões, em que eles explicam as técnicas.

As técnicas mais comuns são, a técnica de levantamento (fig.65), recorrente em bicicletas em *Flyparking*, o ladrão levanta a bicicleta e o cadeado sobre o topo do poste ao qual a bicicleta está segura. No caso de sinais da estrada os ladrões podem remover o sinal para retirar a bicicleta. Por vezes o poste não está chumbado ao chão, facilitando o levantamento do mesmo sobre a bicicleta.

A técnica de alavancagem (fig.66), o ladrão usa o espaçamento entre o elemento de ancoragem e a bicicleta, quando o cadeado é colocado de forma a ficar com alguma folga. Os ladrões recorrem a pés de cabra e macacos de forma a torcer a fechadura até que esta quebre. Por vezes até usam o próprio quadro da bicicleta como alavanca através de rotação contra o elemento de fixação, partindo ou a bicicleta ou o cadeado. É utilizada esta técnica em cadeados em U e cabos de aço.

A técnica de pancada (fig.67), é utilizada quando o ciclista deixa o cadeado, normalmente corrente, tocar o chão, o ladrão utiliza o chão como apoio e um martelo e formão para dividir a corrente.

A técnica de desaparafusar (fig.68), o ladrão utiliza as mesmas ferramentas usadas na manutenção da bicicleta, desapertando componentes não seguros. Se o ciclista prende apenas a roda, tudo o resto pode ser roubado, se o ciclista prende apenas o quadro, as rodas podem ser levadas.

A técnica de corte (fig.69), utiliza desde alicates de corte, cisalhas, serra de arco, entre outras ferramentas, por vezes eléctricas, para cortar o cadeado. Se o cadeado estiver perto do chão o ladrão pode usar o chão como apoio ao corte com cisalha, conseguindo colocar mais força. É utilizada em todos os tipos de dispositivos antirroubo. Principalmente em cabos de aço, em que o corte é feito em segundos.

A técnica de retanha (fig.70), para cadeados que usem fechaduras com chave, os ladrões podem recorrer ao uso de chaves falsas, entre outros elementos para conseguirem abrir a fechadura. Por norma esta técnica envolve alguma perícia por parte do ladrão ou a fechadura é de fraca qualidade.

No inquérito realizado em Montreal, a maioria das vitimas, 52,3% não sabe como é que o crime ocorreu. Uma minoria considerável de 20,5%, reportam que a bicicleta foi simplesmente pegada e movida, dai a importância do uso de dispositivos dissuasores. Outros meios foram 10,3% alicates de corte, 4,5% serras ao arco e pés de cabra com 2,3%. No que toca ao roubo de componentes, 27,6% não sabe como se sucedeu, no entanto, 8,5% reporta o uso de chaves de fenda, 4,1% o uso de chaves inglesas e chaves Allen. Mas 51,5% reporta que apenas foi necessário retirar o componente, sem recurso a nenhuma ferramenta. E 60,6% dos inquiridos deixam componentes removíveis desbloqueados na bicicleta. Uma redução substancial na redução do roubo de componentes seria o uso recorrente de dispositivos antirroubo (van Lierop et al. 2015).

Um factor determinante nas motivações que os criminosos têm é que mesmo que sejam apanhados no ato, saem impunes ou com penas muito baixas, assim pode-se considerar o roubo de bicicletas um crime de baixo risco com alta recompensa.

Em Portugal, existem três tipos de crime, sendo estes, publico, semi-público e particular.

O crime público "é um crime para cujo procedimento basta a sua notícia pelas autoridades judiciárias ou policiais, bem como a denúncia facultativa de qualquer pessoa. As entidades policiais e funcionários públicos são obrigados a denunciar os crimes de que tenham conhecimento no exercício de funções. Nos crimes públicos o processo corre mesmo contra a vontade do titular dos interesses ofendidos."[20] É crime publico quando o artigo no Código Penal que prevê o crime nada refere como por exemplo o homicídio.

O crime semi-público "é um crime para cujo procedimento é necessária a queixa da pessoa com legitimidade para a exercer. As entidades policiais e funcionários públicos são obrigados a denunciar esses crimes, sem embargo de se tornar necessário que os titulares do direito de queixa exerçam tempestivamente o respectivo direito. Nos crimes semi-públicos é admissível a desistência da queixa." [20]

Existe o crime semi-público quando o artigo no Código Penal que prevê o crime refere ser necessária a apresentação de queixa como por exemplo o crime de furto.

E o crime particular, "cujo procedimento depende da prévia constituição como assistente da pessoa com legitimidade para tal e da

20. Procuradoria-Geral Distrital do Porto.

oportuna dedução da acusação particular por essa pessoa." [20]

É crime particular quando o artigo no Código Penal que prevê o tipo crime, refere ser necessária a acusação particular, como por exemplo o crime de difamação. É necessário o pagamento da taxa da justiça no caso de crime particular.

No Código Penal existem dois artigos para o furto, sendo eles o artigo 203.º Furto e o 204.º Furto qualificado. Judicialmente existe distinção entre furto e roubo, o furto presume que não existe violência.

O artigo 203.º Furto, tem três pontos, sendo eles:

> "1 - Quem, com ilegítima intenção de apropriação para si ou para outra pessoa, subtrair coisa móvel alheia, é punido com pena de prisão até 3 anos ou com pena de multa.
>
> 2 - A tentativa é punível.
>
> 3 - O procedimento criminal depende de queixa."

O artigo 204.º Furto qualificado refere:

> "1 - Quem furtar coisa móvel alheia:
>
> a) De valor elevado;
>
> b) Colocada ou transportada em veículo ou colocada em lugar destinado ao depósito de objectos ou transportada por passageiros utentes de transporte colectivo, mesmo que a subtracção tenha lugar na estação, gare ou cais;
>
> c) Afecta ao culto religioso ou à veneração da memória dos mortos e que se encontre em lugar destinado ao culto ou em cemitério;
>
> d) Explorando situação de especial debilidade da vítima, de desastre, acidente, calamidade pública ou perigo comum;
>
> e) Fechada em gaveta, cofre ou outro receptáculo equipados com fechadura ou outro dispositivo especialmente destinado à sua segurança;
>
> f) Introduzindo-se ilegitimamente em habitação, ainda que móvel, estabelecimento comercial ou industrial ou espaço fechado, ou aí permanecendo escondido com intenção de furtar;
>
> g) Com usurpação de título, uniforme ou insígnia de empregado público, civil ou militar, ou alegando falsa ordem de autoridade pública;
>
> h) Fazendo da prática de furtos modo de vida; ou
>
> i) Deixando a vítima em difícil situação económica;
>
> j) Impedindo ou perturbando, por qualquer forma, a exploração de serviços de comunicações ou de fornecimento ao público de água, luz, energia, calor, óleo, gasolina ou gás;
>
> é punido com pena de prisão até cinco anos ou com pena de multa até 600 dias.

2 - Quem furtar coisa móvel alheia:

a) De valor consideravelmente elevado;
b) Que possua significado importante para o desenvolvimento tecnológico ou económico;
c) Que por sua natureza seja altamente perigosa;
d) Que possua importante valor científico, artístico ou histórico e se encontre em colecção ou exposição públicas ou acessíveis ao público;
e) Penetrando em habitação, ainda que móvel, estabelecimento comercial ou industrial ou outro espaço fechado, por arrombamento, escalamento ou chaves falsas;
f) Trazendo, no momento do crime, arma aparente ou oculta; ou
g) Como membro de bando destinado à prática reiterada de crimes contra o património, com a colaboração de pelo menos outro membro do bando;
é punido com pena de prisão de dois a oito anos.

3 - Se na mesma conduta concorrerem mais do que um dos requisitos referidos nos números anteriores, só é considerado para efeito de determinação da pena aplicável o que tiver efeito agravante mais forte, sendo o outro ou outros valorados na medida da pena.

4 - Não há lugar à qualificação se a coisa furtada for de diminuto valor.

Por norma, as bicicletas furtadas na via pública recaem no artigo 203.º, se assim for é necessária apresentação de queixa, o que como foi referido na Introdução, apenas metade dos furtos em que é necessária a apresentação de queixa se sucede.

Foi feita uma entrevista informal com o subcomissário Gabriel da PSP de Aveiro na Esquadra de Investigação Criminal, para se perceber o panorama da zona no que toca a roubos de bicicletas.

O subcomissário referiu que as técnicas eram rudimentares, isto também porque o tipo de cadeados são pouco robustos, onde ás vezes os criminosos nem usam nenhum tipo de ferramentas, simplesmente puxam pelo cadeado e a fechadura de pouca qualidade cede. Os cadeados usados são normalmente os de cabo de aço.

As zonas mais propicias a estes acontecimentos em Aveiro são junto da Universidade, centros comerciais e perto da estação ferroviária.

Relatou um aumento no numero de velocípedes eléctricos furtados, possivelmente se deve ao aumento na procura e também ao aumento de exposição que estes veículos estão sujeitos na via publica.

Mencionou três principais motivos para os furtos, o furto de uso, onde o criminoso rouba a bicicleta para uso no momento e posteriormente até revende ou descarta a bicicleta. Para venda ao peso, das matérias primas, como o caso do alumínio. Nas bicicletas eléctricas por causa das baterias.

No que toca à videovigilância, existe, mas muitas das vezes é impossível identificar o criminoso já que a qualidade de imagem é muito fraca e o arquivo de vídeo apenas permanece guardado por 30 dias.

Referiu ainda que muitas vezes o criminoso não é punido, já que grande partes dos casos requerem apresentação de queixa, ao qual não é efetuada. E por norma é aplicada a pena mais baixa que no caso de furto é a multa.

Relatou que por vezes os criminosos invadem as casas para furtar as bicicletas, constituindo assim furto qualificado, no entanto, se o objecto furtado for no valor inferior a 102€, o crime deixa de constituir furto qualificado.

Em São Francisco, um programa por parte da policia local, utiliza as redes sociais, e criou uma campanha, usando bicicletas isco com um sistema GPS, que quando são furtadas, facilmente a policia consegue interceptar os criminosos, além disso distribuem autocolantes para colar na bicicleta (fig.71) criando duvida nos criminosos se devem ou não furtar essa bicicleta. Várias outras cidades seguem o exemplo.

Figura 71. Campanha *Is this a bait bike?*

2.5 DISPOSITIVOS ANTIRROUBO

Desde que a bicicleta nos seus primórdios, se tornou relativamente popular e desejável, os dispositivos antirroubo também se tornaram populares, já que os ciclistas não queriam os seus pertences furtados.

Os primeiros dispositivos antirroubo para velocípedes, consistiam numa corrente com um comprimento desejável e um cadeado de aço (fig.72). Os dois elos finais da corrente eram presos juntos com a manilha do cadeado. A corrente prendia a bicicleta a uma estrutura imóvel.

Os finais do séc. XIX e inícios do séc. XX foram um período de grande experimentação, assim como com as bicicletas, foram patenteadas enumeras soluções (ver anexo C), entre elementos que bloqueavam a direcção, a pedaleira, a roda traseira ou frontal, ou seja, eram dispositivos que imobilizavam a bicicleta, impediam o uso por parte de terceiros mas que não impediam desta ser levantada e roubada.

Em 1971 Stan Kaplan desenvolve o primeiro cadeado em U (fig.74), e cria a marca Kryptonite em conjunto com Michael Zane, o cadeado foi criado com o objectivo de deter cisalhas e alicates de corte, até então eram usados dispositivos em cabo de aço e correntes que não conseguiam resistir a estas ferramentas.

Este dispositivo permitia bloquear a roda traseira e o quadro a um objecto imóvel, a manilha do cadeado era uma barra de aço para impedir ser cortada por cisalhas e alicates do género, tinha um compartimento onde se colocava o aloquete para impedir que este também fosse cortado. A terceira versão deste dispositivo, K3, já incluía uma fechadura interna. Os cadeados Kryptonite eram desenhados para encaixar no porta-bagagens Pletscher, um dos porta bagagens traseiros mais usados em 1970s (fig.75).

Em 1972, John Allen um estudante no MIT, cria um dispositivo que faz concorrência à Kryptonite, Ray Seakan que liderou o marketing do projecto do MIT, funda a Citadel. Este dispositivo (fig.76) era mais aproximado aos usados hoje em dia, a manilha do cadeado era uma barra de aço redonda, era mais prática no uso, já que a manilha encaixava suavemente na fechadura transversal, como acontece nas fechaduras contemporâneas. A fechadura era incorporada no cadeado, a Kryptonite só em 1974 é que incorpora a sua fechadura no cadeado.

Figura 72. Exemplo dos primeiros dispositivos antirroubo, corrente e cadeado.

Figura 73. Cadeado alemão do séc. XX, era fixo à escora do selim e bloqueava a roda traseira.

Figura 74. Primeiro cadeado em U, Kryptonite, 1971.

Figura 75. Cadeado em U, *Kryptonite K3* no porta-bagagens *Pletscher,* 1974.

Figura 76. Cadeado em U, *Citadel "ultra high security"*, 1972.

2.5.1 DISPOSITIVOS ATUAIS

Actualmente, há distintas categorias de dispositivos antirroubo, alguns demonstram uma clara evolução e influência de dispositivos desenvolvidos nos finais do séc. XIX e séc. XX, estas são as mais relevantes, onde há concorrência entre marcas e são as mais usadas:

Figura 77. Dispositivos antirroubo atuais, da esquerda para a direita e de cima para baixo:

Cabo de aço, Corrente, Em "U" ou "D".

Semi-flexível, Fixo ou de Quadro.

Figura 78. Cadeado Abus IVERA STEEL-O-FLEX™ 7200.

Figura 79. Cadeado Abus STEEL-O-CHAIN™ 9808.

O dispositivo em cabo de aço, é constituído por um interior em cabo de aço, o diâmetro do cabo varia consoante o modelo, assim como o comprimento, é revestido com um plástico ou borracha para proteger a bicicleta de riscos, a fechadura é incorporada. Os mecanismos da fechadura são normalmente acedidos por chave ou combinação. Algumas variantes aumentam a resistência a ataques por corte, como é o caso do Abus Ivera (fig.78) ao terem uma armadura interna articulada, de tubos de aço sobrepostos, no caso deste, 22mm de diâmetro, e é coberto por uma manga em tecido sintético, outros casos é usado um plástico ou borracha.

As correntes são compostas por elos interligados entre si, em aço endurecido, alguns casos usam aço manganês, as espessuras dos elos podem variar assim como o comprimento da corrente. É possível encontrar modelos com fechaduras incorporadas (fig.79) ou aloquetes em separado (fig.77).

O cadeado em "U" é composto por uma barra curvada/manilha em "U" por norma é em aço temperado e/ou cementado, pode variar em comprimento e espessura, esta barra é revestida por uma manga plástica ou borracha para não riscar a bicicleta. A caixa da fechadura

também por norma é em aço, estes dois componentes desconectam-se um do outro para a sua utilização. A fechadura pode prender os dois lados da barra (fig.80) ou em alguns casos apenas prende um e o outro tem uma dobradiça (fig.80) ou a ponta da barra é curvada. Os cadeados em U não têm qualquer tipo de flexibilidade e o único componente móvel é a fechadura.

O cadeado semi-flexível tenta incorporar aspectos positivos dos cadeados em U e das correntes, é constituído por placas em aço, conectadas entre si por rebites. Os rebites permitem que estas placas sejam articuladas de forma a que o cadeado seja guardado de modo compacto (fig.81) mas quando em uso seja totalmente desdobrado e envolvido na bicicleta. As placas podem ter diferentes espessuras e comprimentos, são revestidas com plástico ou borracha para não causar riscos. Em alguns casos as placas em vez de serem rectas, formam uma espiral (fig.82). O tipo de mecanismo de fechadura é por chave (fig.77) ou por combinação (fig.83).

O cadeado fixo é aparafusado directamente ao quadro na escora do selim, prende somente a roda traseira, com uma barra circular em aço temperado, que permanece dentro de um compartimento, no corpo do dispositivo quando a bicicleta está em utilização. Quando a bicicleta não está a ser usada e é acionada a fechadura, esta barra sai do compartimento e atravessa a roda traseira. Alguns modelos possuem um acessório (fig.84) para bloquear a bicicleta a um elemento urbano imóvel, já que sem ele a bicicleta pode ser levantada. Este acessório pode ser uma corrente ou um cabo de aço.

Existem no mercado empresas e instituições que testam os dispositivos antirroubo de forma independente, já que os testes realizados pela própria empresa que fabrica os dispositivos, podem criar uma predisposição para que os testes sejam mais brandos.

Os principais certificados são o Sold Secure, na Inglaterra que aprova os dispositivos com *bronze*, *silver* ou *gold*, dependendo da resistência a ataques.

E a ART foundation na Holanda, que aprova os dispositivos de 1 a 5 estrelas, dependendo da resistência aos ataques.

Estes dois tentam simular situações de furto, recorrendo às técnicas usadas frequente e atualmente (ver anexo D).

Os dispositivos que não são aprovados, não recebem certificado nenhum.

Figura 80. Exemplo de cadeado com fechadura dupla e outro com eixo.

Figura 81. Modo compacto do cadeado semi-flexivel *Abus Bordo 6000/75*.

Figura 82. Cadeado semi-flexivel *Giant Folding Lock 3*.

Figura 83. Cadeado semi-flexivel *Abus Combo™ 6100 White*

Figura 84. Acessório para cadeado fixo, *AXA RLC100 PLUS Plug-in chain.*

Figura 85. Certificado Sold Secure e ART, respectivamente.

2.5.2 ESTUDO DE MERCADO

Para se perceber qual destas distintas categorias de dispositivos antirroubo se iria trabalhar foi feita uma analise de *benchmarking* onde se poderia perceber os pontos fortes e fracos destes produtos.

Para a elaboração do estudo foram analisadas as principais marcas internacionais já que ao nível nacional a presença de marcas neste mercado é inexistente.

Os critérios de avaliação para o estudo de mercado foram a segurança, transporte, praticabilidade, é possível perceber estes critérios através de algumas características como materiais, dimensões, peso, entre outras. A segurança refere-se à resistência com que o dispositivo subsiste ao ladrão. O transporte concirna à forma como é possível transportar o dispositivo, caso seja um entrave, ou uma mais valia. Por ultimo a praticabilidade diz respeito ao ato de bloquear a bicicleta, se permite alguma flexibilidade por parte do dispositivo em adaptar-se ao objecto imóvel ou se é necessário ter em conta a forma do objecto imóvel.

Marca	Produto	Caracteristicas			
Abus	IVERA STEEL-O-FLEX 7200/85	Dimensões 85 cm	Espessura 22 mm	Materiais Cabo de aço Aço temperado	Preço 46€
		Peso 700g	Fechadura Chave		
		Pontuação			
			Marca 7/15	Sold Secure -	ART -
Avaliação				Observações	
Segurança 4	Transporte 7	Praticabilidade 7		+ Reforço com armadura interna articulada e manga estética. - Perda de flexibilidade em relação a um cadeado de cabo convencional.	

Marca	Produto	Caracteristicas			
Abus	Granit STEEL-O-FLEX 1000/80	Dimensões 80 cm	Espessura 25 mm	Materiais Cabo de aço Aço temperado	Preço 87€
		Peso 1550g	Fechadura Chave		
		Pontuação			
			Marca 10/15	Sold Secure Silver	ART -
Avaliação				Observações	
Segurança 5	Transporte 4	Praticabilidade 7		+ Reforço com armadura interna articulada. - Perda de flexibilidade e maior peso.	

Marca	Produto	Caracteristicas			
Decathlon	100 B'Twin	Dimensões 100 cm	Espessura -	Materiais Cabo de aço Polipropileno	Preço 2.5€
		Peso 200g	Fechadura Chave		
		Pontuação			
			Marca 1/10	Sold Secure -	ART -
Avaliação				Observações	
Segurança 1	Transporte 10	Praticabilidade 10		+ Facilidade no transporte e flexibilidade no bloqueio. - Segurança nula	

Marca	Produto	Caracteristicas			
Abus	STAR 4508C/150/8 BLACK	Dimensões 150 cm	Espessura 8 mm	Materiais Cabo de aço	Preço 18€
		Peso 330g	Fechadura Combinação		
		Pontuação			
			Marca 2/15	Sold Secure -	ART -
Avaliação				Observações	
Segurança 1	Transporte 10	Praticabilidade 10		+ Sem necessidade de chave. - Não oferece qualquer resistência a ataques.	

Marca	Produto	Caracteristicas			
Kryptonite	KRYPTOFLEX 1265 COMBO CABLE - NAVY BLUE	Dimensões: 65 cm	Espessura: 12 mm	Materiais: Cabo de aço	Preço: 20€
		Peso: 226g	Fechadura: Combinação		
		Pontuação			
			Marca: -/10	Sold Secure: -	ART: -
Avaliação				Observações	
Segurança: 1	Transporte: 10	Praticabilidade: 9		+ - Não oferece resistência a qualquer tipo de ataques.	

Marca	Produto	Caracteristicas			
Master Lock	Python 8413DPF	Dimensões: 180 cm	Espessura: 10mm	Materiais: Cabo de aço	Preço: 27€
		Peso: 453g	Fechadura: Chave		
		Pontuação			
			Marca: 4/10	Sold Secure: -	ART: -
Avaliação				Observações	
Segurança: 1	Transporte: 9	Praticabilidade: 10		+ Leve e comprimento prático. - Segurança nula, tanto na fechadura como no cabo em si.	

Marca	Produto	Caracteristicas			
Hiplok	FLX: BLACK	Dimensões	Espessura	Materiais	Preço
		100 cm	-	Cabo de aço	33€
		Peso	Fechadura		
		100g	Combinação		
		Pontuação			
			Marca	Sold Secure	ART
			2/5	-	-

Avaliação			Observações
Segurança	Transporte	Praticabilidade	
1	10	10	+ Clip para prender a cinto ou alça, luz de presença traseira, cabo retráctil. - Segurança muito reduzida.

Marca	Produto	Caracteristicas			
Abus	STEEL-O-CHAIN™ 9808/85 BLACK	Dimensões	Espessura	Materiais	Preço
		85 cm	8 mm	Aço temperado	62€
		Peso	Fechadura		
		1832g	Chave		
		Pontuação			
			Marca	Sold Secure	ART
			11/15	-	2

Avaliação			Observações
Segurança	Transporte	Praticabilidade	
7	3	6	+ -

Marca	Produto	Caracteristicas			
Abus	IVY CHAIN 9100/85 BLACK	Dimensões 85 cm	Espessura 10 mm	Materiais Aço temperado	Preço 74€
		Peso 2450g	Fechadura Chave		
		Pontuação			
			Marca 13/15	Sold Secure Gold	ART 3

Avaliação			Observações
Segurança 8	Transporte 2	Praticabilidade 7	+ - Peso elevado.

Marca	Produto	Caracteristicas			
Kryptonite	EVOLUTION SERIES 4 1090 INTEGRATED CHAIN	Dimensões 90 cm	Espessura 10 mm	Materiais Aço manganês	Preço 74€
		Peso 2770g	Fechadura Chave		
		Pontuação			
			Marca 8/10	Sold Secure Gold	ART 3

Avaliação			Observações
Segurança 8	Transporte 2	Praticabilidade 7	+ - Peso elevado

Marca	Produto	Caracteristicas			
Kryptonite	NEW YORK FAHGETTA-BOUDIT CHAIN 1410	Dimensões: 100 cm	Espessura: 14 mm	Materiais: Aço manganês	Preço: 125€
		Peso: 4900g	Fechadura: Chave		
		Pontuação			
			Marca: 10/10	Sold Secure: Gold	ART: -
Avaliação				Observações	
Segurança: 9	Transporte: 1	Praticabilidade: 7		+ Cadeado muito robusto. - Extremamente pesado.	

Marca	Produto	Caracteristicas			
Hiplok	GOLD: ALL BLACK	Dimensões: 85 cm	Espessura: 10 mm	Materiais: Aço temperado	Preço: 94€
		Peso: 2400g	Fechadura: Chave		
		Pontuação			
			Marca: 5/5	Sold Secure: Gold	ART: -
Avaliação				Observações	
Segurança: 8	Transporte: 3	Praticabilidade: 7		+ Permite ser colocada à cintura para facilitar o transporte. -	

Marca	Produto	Caracteristicas			
Trelock	BC 515	Dimensões 85 cm	Espessura 8 mm	Materiais Aço temperado	Preço 44€
		Peso 1660g	Fechadura Chave		
		Pontuação			
			Marca 5/6	Sold Secure -	ART -
Avaliação				Observações	
Segurança 7	Transporte 3	Praticabilidade 6		+ -	

Marca	Produto	Caracteristicas			
Onguard	Mastiff #8019L	Dimensões 180 cm	Espessura 10 mm	Materiais Aço temperado	Preço 106€
		Peso 4790g	Fechadura Chave		
		Pontuação			
			Marca 92	Sold Secure Gold	ART -
Avaliação				Observações	
Segurança 8	Transporte 1	Praticabilidade 10		+ Comprimento prático. - Peso muito elevado.	

Marca	Produto	Caracteristicas			
AXA	Newton Promoto+ 2 100/9	Dimensões 100 cm Peso 2430g	Espessura 9 mm Fechadura Chave	Materiais Aço temperado	Preço 52€

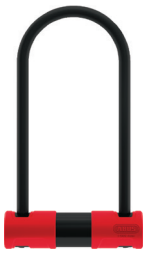
Pontuação			
	Marca	Sold Secure	ART
	15/15	Bronze	2

Avaliação			Observações
Segurança	Transporte	Praticabilidade	+
7	1	6	-

Marca	Produto	Caracteristicas			
Abus	ULTRA 410/170HB230 GN SH34	Dimensões 11cm x 23 cm Peso 1020g	Espessura 12 mm Fechadura Chave	Materiais Aço temperado	Preço 43€

Pontuação			
	Marca	Sold Secure	ART
	8/15	Silver	-

Avaliação			Observações
Segurança	Transporte	Praticabilidade	+ Facilidade em prender a objectos maiores.
7	2	3	- Tamanho dificulta o transporte e espessura da manilha reduzida.

Marca	Produto	Caracteristicas			
		Dimensões	Espessura	Materiais	Preço
Abus	 440A/150HB160 USH ALARM	8.5 cm x 16 cm Peso 1100g	12 mm Fechadura Chave	Aço temperado	89€

Pontuação		
Marca	Sold Secure	ART
8/15	Silver	-

Avaliação			Observações
Segurança	Transporte	Praticabilidade	+ Equipado com alarme de 110dB. - Espessura da manilha reduzida.
8	4	2	

Marca	Produto	Caracteristicas			
		Dimensões	Espessura	Materiais	Preço
Abus	GRANIT XPLUS™ 540/160HB230	10.8 cm x 23 cm Peso 1450g	13 mm Fechadura Chave	Aço temperado	129€

Pontuação		
Marca	Sold Secure	ART
15/15	Gold	3

Avaliação			Observações
Segurança	Transporte	Praticabilidade	+ Qualidade de construção. - Preço
9	3	2	

Marca	Produto	Caracteristicas			
Kryptonite	NEW YORK LOCK STANDARD	Dimensões: 10.2cm x 20.3cm Peso: 2020g	Espessura: 16 mm Fechadura: Chave	Materiais: Aço temperado	Preço: 90€

Pontuação			
	Marca	Sold Secure	ART
	9/10	Gold	4

Avaliação			Observações
Segurança	Transporte	Praticabilidade	+
9	3	2	-

Marca	Produto	Caracteristicas			
Kryptonite	NEW YORK FAHGETTA-BOUDIT MINI	Dimensões: 8.3cm x 15.3cm Peso: 2060g	Espessura: 18 mm Fechadura: Chave	Materiais: Aço temperado	Preço: 100€

Pontuação			
	Marca	Sold Secure	ART
	10/10	Gold	4

Avaliação			Observações
Segurança	Transporte	Praticabilidade	+ Cadeado muito robusto.
10	4	1	- Sem flexibilidade

Marca	Produto	Caracteristicas			
		Dimensões	Espessura	Materiais	Preço
Kryptonite	KEEPER STANDARD	10.2 cm x 20.3 cm Peso 930g	12 mm Fechadura Chave	Aço temperado	44€

Pontuação		
Marca	Sold Secure	ART
5/10	Silver	-

Avaliação			Observações
Segurança	Transporte	Praticabilidade	
7	5	2	+ Cadeado leve para a categoria - Espessura reduzida para ataques com cisalha.

Marca	Produto	Caracteristicas			
		Dimensões	Espessura	Materiais	Preço
Kryptonite	EVOLUTION SERIES 4 STANDARD	10.2 cm x 22.9 cm Peso 1700g	14 mm Fechadura Chave	Aço temperado	71€

Pontuação		
Marca	Sold Secure	ART
8/10	Gold	3

Avaliação			Observações
Segurança	Transporte	Praticabilidade	
9	3	1	+ -

Marca	Produto	Caracteristicas			
		Dimensões	Espessura	Materiais	Preço
Trelock	BS 650	10.8 cm x 14; 23 ou 30 cm Peso 1085 a 1480g	16 mm Fechadura Chave	Aço temperado	47€
		Pontuação			
			Marca	Sold Secure	ART
			6/6	Gold	-
Avaliação				Observações	
Segurança	Transporte	Praticabilidade			
9	3	2		+ -	

Marca	Produto	Caracteristicas			
		Dimensões	Espessura	Materiais	Preço
Zéfal	K-Traz U17	11.5 cm x 23 cm Peso 1470g	14 mm Fechadura Chave	Aço temperado	45€
		Pontuação			
			Marca	Sold Secure	ART
			17/20	Gold	-
Avaliação				Observações	
Segurança	Transporte	Praticabilidade			
9	3	2		+ Com acessório de fixação universal. -	

Marca	Produto	Caracteristicas			
Decathlon	920 B'Twin	Dimensões - x 25 cm Peso 1600g	Espessura - Fechadura Chave	Materiais Aço cementado Polipropileno	Preço 25€
		Pontuação			
			Marca 8/10	Sold Secure -	ART -

Avaliação			Observações
Segurança 8	Transporte 3	Praticabilidade 1	+ Inclui acessório de fixação universal. - Espessura demasiado grande, pode causar problemas no bloqueio.

Marca	Produto	Caracteristicas			
OnGuard	Brute LS #8000	Dimensões 11.1cm x 26 cm Peso 2200g	Espessura 16.8 mm Fechadura Chave	Materiais Aço temperado	Preço 70€
		Pontuação			
			Marca 97	Sold Secure Gold	ART -

Avaliação			Observações
Segurança 9	Transporte 2	Praticabilidade 2	+ Cadeado muito robusto. - Pesado

Marca	Produto	Caracteristicas			
AXA	Newton Pro	Dimensões - 19 cm Peso 1500g	Espessura 17mm Fechadura Chave	Materiais Aço temperado	Preço 52€
		Pontuação			
			Marca 15/15	Sold Secure Gold	ART 3
Avaliação				Observações	
Segurança 10	Transporte 3	Praticabilidade 2		+ -	

Marca	Produto	Caracteristicas			
Hiplok	D : ALL BLACK	Dimensões 13.5 cm x 7 cm Peso 1000g	Espessura 13 mm Fechadura Chave	Materiais Aço temperado	Preço 55€
		Pontuação			
			Marca 4/5	Sold Secure Silver	ART -
Avaliação				Observações	
Segurança 8	Transporte 6	Praticabilidade 2		+ Clip que permite transportar o cadeado no cinto ou alça. - Tamanho pequeno dificulta o bloqueio em objectos imóveis.	

Marca	Produto	Caracteristicas			
Onguard	Bulldog LS #8009	Dimensões 11.5 cm x 29.2 cm Peso 1360g	Espessura 13 mm Fechadura Chave	Materiais Aço temperado	Preço 34€
		Pontuação			
			Marca 63	Sold Secure Silver	ART -
Avaliação				Observações	
Segurança 7	Transporte 2	Praticabilidade 3		+ -	

Marca	Produto	Caracteristicas			
Decathlon	B'Twin 500	Dimensões - x 16.5 cm Peso 540g	Espessura - Fechadura Chave	Materiais Aço	Preço 10€
		Pontuação			
			Marca 4/10	Sold Secure -	ART -
Avaliação				Observações	
Segurança 3	Transporte 7	Praticabilidade 2		+ Cadeado muito leve - Questionável segurança, com apenas 1 perno de bloqueio.	

Marca	Produto	Caracteristicas			
Squire	SNAPLOK 260	Dimensões 10.4 cm x 26 cm	Espessura 15mm	Materiais Aço temperado	Preço 59€
		Peso 848g	Fechadura Combinação		
		Pontuação			
			Marca 9/10	Sold Secure Silver	ART -

Avaliação			Observações
Segurança 5	Transporte 6	Praticabilidade 3	+ Baixo peso para um cadeado em U - Os pontos da dobradiça podem comprometer a segurança.

Marca	Produto	Caracteristicas			
Abus	BORDO GRANIT XPLUS ™ 6500/85 BLACK SH	Dimensões 85 cm	Espessura 5.5 mm	Materiais Aço temperado	Preço 129€
		Peso 1580g	Fechadura Chave		
		Pontuação			
			Marca 15/15	Sold Secure Gold	ART 2

Avaliação			Observações
Segurança 7	Transporte 9	Praticabilidade 7	+ Muito compacto para transporte - Rebites de ligação são o ponto fraco do cadeado.

Marca	Produto	Caracteristicas			
Kryptonite	KEEPER 810 FOLD	Dimensões: 100cm	Espessura: 8 mm	Materiais: Aço temperado	Preço: 58€
		Peso: 1380g	Fechadura: Chave		
		Pontuação			
			Marca: 5/10	Sold Secure: Silver	ART: -
Avaliação				Observações	
Segurança: 5	Transporte: 10	Praticabilidade: 8		+ Facilidade no transporte com o suporte para fixar ao quadro. - Fragilidade a ataques com cisalha.	

Marca	Produto	Caracteristicas			
Kryptonite	KRYPTOLOK 610 FOLD	Dimensões: 100 cm	Espessura: 5 mm	Materiais: Aço temperado	Preço: 87€
		Peso: 1200g	Fechadura: Chave		
		Pontuação			
			Marca: 6/10	Sold Secure: -	ART: -
Avaliação				Observações	
Segurança: 5	Transporte: 9	Praticabilidade: 7		+ Facil transporte. - Espessura das placas muito fina para ataques com cisalha.	

Marca	Produto	Caracteristicas			
Trelock	FS 360 CODE	Dimensões 85 cm	Espessura -	Materiais Aço temperado	Preço 69€
		Peso 980g	Fechadura Combinação		
		Pontuação			
			Marca 3/6	Sold Secure -	ART -
Avaliação				Observações	
Segurança 5	Transporte 9	Praticabilidade 7		+	

Marca	Produto	Caracteristicas			
Trelock	FS 500 TORO	Dimensões 90 cm	Espessura -	Materiais Aço temperado	Preço 99€
		Peso 1500g	Fechadura Chave		
		Pontuação			
			Marca 5/6	Sold Secure Gold	ART -
Avaliação				Observações	
Segurança 7	Transporte 9	Praticabilidade 8		+	

Marca	Produto	Caracteristicas			
AXA	BC 515	Dimensões 100 cm	Espessura 7 mm	Materiais Aço temperado	Preço 70€
		Peso 950g	Fechadura Chave		
		Pontuação			
			Marca 9/15	Sold Secure Bronze	ART -
Avaliação				Observações	
Segurança 5	Transporte 9	Praticabilidade 8		+ -	

Marca	Produto	Caracteristicas			
Abus	SHIELD™ PLUS 5750L NR BK OE	Dimensões 7.8 cm x 10.9 cm	Espessura 8.5 mm	Materiais Aço temperado	Preço 37€
		Peso 600g	Fechadura Chave		
		Pontuação			
			Marca 9/15	Sold Secure -	ART 2
Avaliação				Observações	
Segurança 4 (7*)	Transporte 10	Praticabilidade 10		+ Muito prático. - Acessório para prender a objectos imóveis vendido em separado.	

* Quando é usado o acessório de corrente para prender a bicicleta a objectos fixos.

Marca	Produto	Caracteristicas			
Trelock	SL 460 SMARTLOCK	Dimensões: 15.6 cm x 17 cm Peso: -	Espessura: - Fechadura: Smartphone	Materiais: Aço temperado	Preço: 90€

Pontuação			
	Marca	Sold Secure	ART
	4/6	-	-

Avaliação			Observações
Segurança	Transporte	Praticabilidade	+ Sem necessidade de chave. - Necessário adquirir um acessório para que a bicicleta fique presa a um objecto imóvel.
4(6*)	10	10	

* Quando é usado o acessório de corrente para prender a bicicleta a objectos fixos.

Marca	Produto	Caracteristicas			
AXA	Victory (silver)	Dimensões: - Peso: 640g	Espessura: 8.5mm Fechadura: Chave	Materiais: Aço temperado	Preço: 38€

Pontuação			
	Marca	Sold Secure	ART
	14/15	-	2

Avaliação			Observações
Segurança	Transporte	Praticabilidade	+
5(7*)	10	10	-

* Quando é usado o acessório de corrente para prender a bicicleta a objectos fixos.

ESTUDO DE MERCADO: SÍNTESE

Após concluída a análise de *benchmarking* foi possível averiguar que o mercado está bastante saturado mas com algumas marcas *premium* a liderar o mercado, nomeadamente Abus e Kryptonite.

Percebe-se que as marcas lançam vários produtos na mesma categoria com preços diferentes, esse factor irá influenciar principalmente a segurança, sendo que um dispositivo mais caro irá ter um melhor desempenho .

Os cadeados em cabo de aço são bastante convenientes, mas não oferecem qualquer resistência a qualquer tipo de ataques assim, devem ser evitados como dispositivo principal.

As correntes são dos dispositivos mais pesados, sofrendo assim no transporte, mas também podem ser dos mais seguros dependendo do tratamento do material e da sua espessura, são muito práticos já que são bastante flexíveis e em média têm um comprimento que favorece quando o objecto imóvel a que se tenta prender a bicicleta é demasiado largo.

Os cadeados em U, são até ao momento os mais seguros, oferecem alta resistência à grande variedade de ataques, no entanto se a manilha estiver comprometida no material, isto é, não receber nenhum tipo de tratamento de endurecimento, pode fazer com que o dispositivo seja bastante frágil. Apesar de serem os mais seguros, nos outros dois aspectos sofrem consideravelmente, devido à sua rigidez. No transporte, o peso e o formato dificultam a sua transportação, bem como o facto de nem todos estes dispositivos incluírem um suporte com o cadeado. Na praticabilidade a rigidez da manilha, elimina quaisquer tipos de objectos imóveis acima da largura interior do cadeado.

Os cadeados flexíveis apresentam bons valores em todos os aspectos,bastante compactos e fáceis de transportar, no entanto no que toca à segurança os rebites de ligação podem ser o tendão de Aquiles desta categoria de dispositivos antirroubo.

Os cadeados fixos, são os mais práticos e fáceis de transportar, devido ao facto de passarem a ser um componente da bicicleta, no entanto, para aumentar o aspecto da segurança é necessário uma corrente como acessório, já que sem este a bicicleta pode simplesmente ser levantada e descartada do cadeado num local menos conspícuo.

Figura 87. Bicicleta Evo Urban Utility bike.
Pormenor do cadeado incorporado no quadro.

Figura 88. Bicicleta dobrável de Kevin Scott.

Figura 89. Bicicleta VanMoof Nº5.7.

Figura 90. Bicicleta VanMoof Electrified S.

2.5.3 ALTERNATIVAS

Existem no mercado soluções alternativas ao que foi apresentado no tópico 2.5, estas soluções apresentam uma perspectiva diferente na questão de segurança da bicicleta, através da alteração de certos componentes usados na bicicleta ou contemplam as soluções anteriores de dispositivos antirroubo.

Estas soluções podem passar directamente pela bicicleta como é o caso da Evo Urban Utility Bike (fig.87), que se trata de uma bicicleta utilitária com acessórios modulares desenhada para um ciclista regular, o cadeado é incorporado no quadro, é em cabo de aço e permite envolver a roda traseira a um objecto imóvel e fechar-se junto ao quadro (fig.87).

A bicicleta dobrável (fig.88) de Kevin Scott, estudante da Universidade de Montfort no Reino Unido, desenvolve uma bicicleta capaz de se prender através de um mecanismo de roquete que permite colocar o quadro flexível para envolver um elemento imóvel. Assim, não há a necessidade de um dispositivo antirroubo. Quando a bicicleta é solta do elemento imóvel, é necessário voltar a colocar o quadro rígido para ser possível utiliza-la. Este projecto venceu o prémio, *Runner-up* no Reino Unido *Business Design Centre New Designer of the Year Award.*

Em conjunto com a Abus, a empresa Van Moof, desenvolve uma bicicleta urbana (fig.89) com um cadeado incorporado no quadro, além do cadeado a fechadura é também integrada, permite prender a bicicleta a um elemento imóvel, bem como a roda frontal. O cadeado é composto por uma corrente com uma manga em tecido para proteger a pintura da bicicleta.

Outra bicicleta da mesma empresa é a Electrified S (fig.90), trata-se de uma bicicleta urbana eléctrica, que além do cadeado em corrente Abus, permite bloquear e desbloquear a bicicleta por *bluetooth*, tem um sensor de movimento para detectar alguma intrusão, parafusos antirroubo para que não sejam roubados os componentes, um sistema de GPS que localiza a bicicleta caso as medidas anteriores sejam ineficazes. Com este sistema GPS a própria empresa assegura o retorno da bicicleta através do programa Bike Hunter, que funciona globalmente. Elementos da empresa localizam a bicicleta e devolvem-na ao proprietário. Até ao momento o sucesso do programa conseguiu encontrar 70% das bicicletas VanMoof roubadas dentro

de duas semanas. Comparando com a média europeia que ronda os 4% de bicicletas recuperadas por parte das autoridades.

Algumas soluções passam por assumir uma dupla função com os componentes. São utilizados para a sua função original, bem como algum tipo de dissuasão ao roubo.

O Seatylock (fig.91), é um selim que incorpora um cadeado semi-flexível na sua base estrutural. Conecta-se ao espigão de selim com um adaptador universal. O cadeado tem um metro de comprimento e na sua génese assemelha-se a um cadeado semi-flexível como descrito no ponto 2.5.1. Tenta apresentar uma solução ao roubo de selins, bem como uma alternativa aos dispositivos antirroubo frequentes.

O Galatea (fig.92) desenvolvido pela Kreima é um suporte de bidon com um cadeado em cabo de aço incorporado, o cadeado fica enrolado à volta do suporte quando está guardado e desenrola-se quando for necessário, o cadeado tem cerca de um metro de comprimento e permite enrolar a roda traseira e a um objecto imóvel. Outra característica é, caso hajam varias bicicletas com este dispositivo, é possível prende-las em cadeia e uma delas a um objecto imóvel.

Outro componente desenvolvido pela Kreima com uma dupla função é o Heimdallr, trata-se de um sistema de luzes de presença (fig.93), frontal e traseira, que quando não estão em uso, estes dois elementos, frontal e traseiro, podem ser bloqueados um ao outro para formar um cadeado em U (fig.94). O dispositivo é composto por aço inox com 10mm de espessura. A luz frontal pesa 400g e a traseira 270g. Assim, este dispositivo tem o objectivo de proteger o ciclista e a bicicleta.

O Interlock (fig.95) é um cadeado que vem incorporado num espigão de selim. O cadeado é em cabo de aço com 8mm de espessura, quando não está em uso é recolhido para o interior do espigão de selim e em uso pode ser estendido até 62cm.

Para que não sejam furtadas as rodas e o selim existem no mercado soluções como Lock'N Roll (fig.96) da Zéfal que substituem os convencionais sistemas de chaveta de libertação rápida. Esta solução apenas permite que os componentes sejam retirados se a bicicleta for virada ao contrário, já que possui um perno que bloqueia o mecanismo quando a bicicleta se encontra na posição normal.

Um exemplo adicional deste tipo de dispositivo é a Gravity Wheelnutz (fig.97) desenvolvida pela Kryptonite, o mecanismo é o mesmo,

Figura 91. Cadeado Seatylock em uso.

Figura 92. Cadeado Kreima Galatea.

Figura 93. Sistema de luzes frontal e traseiro + cadeado Kreima Heimdallr.

Figura 94. Kreima Heimdallr em uso.

Figura 95. Interlock seatpost bike lock.

Figura 96. Zefal Lock'N Roll.

Figura 97. Kryptonite Gravity Wheelnutz.

Figura 98. Pijama bike bag.

Figura 99. Spybike trackers.

Figura 100. Cadeado Tex-lock.

Figura 101. Cadeado Litelok.

Figura 102. Interior do cadeado Litelok.

neste caso é necessário usar uma chave Allen e uma chave de bocas para retirar a roda.

Outras soluções assumem um papel indirecto na protecção da bicicleta, como por exemplo o Bike bag (fig.98) desenvolvido pela Pijama em colaboração com IRIDE Modena, trata-se de um saco em neoprene no para ser possível levar a bicicleta para qualquer lado, não ficando desta forma exposta na rua. Será necessário desmontar alguns componentes, não sendo assim muito prático para o dia-a-dia.

Outro exemplo de soluções de protecção indirectas são os *trackers*, estes são dispositivos que permitem saber a localização da bicicleta por GPS através do telemóvel ou computador.

No caso da Spybike (fig.99), desenvolveu três componentes de bicicleta , uma luz traseira de presença, uma tampa do avanço e um espigão de selim, em que nos seus interiores existe um dispositivo que localiza a bicicleta por GPS. Tem também sensores de movimento caso a bicicleta seja movida envia uma SMS para o utilizador. É impossível ao ladrão perceber que estes dispositivos têm esta tecnologia já que os dispositivos cumprem a sua função normal, não parecendo haver diferenças entre estes e componentes semelhantes sem tecnologia.

Finalmente, as alternativas podem passar pelo próprio dispositivo antirroubo que alteram algum aspecto aos dispositivos convencionais presentes no mercado.

O Tex-lock (fig.100) é um cadeado que aproveita as características de um cadeado em cabo de aço, tais como a leveza e a flexibilidade, mas usa fibras de *kevlar* e *nomex* no seu núcleo e é revestido com tecido protector contra poeiras. Existem três comprimentos diferentes, 80, 120 e 160cm. Os ilhós são em aço temperado com 12mm de espessura. É necessário o uso de um aloquete para que o Tex-lock funcione. Consegue resistir a ataques com cisalha, fogo ou pés de cabra. Infelizmente, até à data desta dissertação, o cadeado tem uma vulnerabilidade catastrófica onde é possível usar uma serra ao arco comum para cortar o tecido em cerca de 32 segundos, tornando o cadeado ineficaz.

O Litelok (fig.101) apresenta-se como um cadeado leve, flexível e com selo *gold* da Sold Secure. É composto de um material compósito que a empresa denomina *Boaflexicore*, é possível perceber na figura 102 que um dos materiais para este compósito é cabo de aço, neste caso seis, os restantes materiais não são possíveis de perceber. Na

configuração de 100cm o cadeado pesa 1400g. Apesar da obtenção do selo Sold Secure *gold*, e de testes apresentados pela empresa, há a possibilidade de uma falha na ligação entre o material compósito e o mecanismo de fechadura, aplicando torção com um pé de cabra. Esta falha foi publicada nas redes sociais por Josh Weinstein onde se consegue ver um ladrão a aplicar esta técnica e o cadeado a ceder. A figura 102 é a resultante desse acontecimento.

O TiGr Bow (fig.103) é um cadeado que tenta ser uma alternativa aos típicos cadeados em U, o seu perfil é achatado para tornar ineficaz ataques com cisalha é produzido com uma liga em titânio, assim pesa apenas 760g a versão standard com 61cm de comprimento. Permite prender o quadro e as duas rodas a um objecto imóvel atendendo que este não seja muito largo. Existe ainda o TiGr mini (fig.105), com 10cm de largura e 17cm de comprimento, possibilita prender a roda traseira e o quadro a um objecto imóvel.

O cadeado Skunklock (fig.106) é um cadeado em U com o objectivo de dissuadir o ladrão a cortar o cadeado. Quando o tentam cortar ele emite através de uma câmara pressurizada com um químico concentrado no seu interior, um odor que irá causar náuseas e vómitos ao ladrão, evitando assim que ele complete o corte.

O dispositivo antirroubo também pode assumir uma dupla função como é o caso do cadeado Hiplok Superbright (fig.107) que pode ser usado na cintura como reflector de alta visibilidade, para aumentar a segurança do ciclista enquanto pedala durante a noite (fig.108). O cadeado é em corrente com 10mm de espessura em aço temperado, pesa 2400g e tem 85cm de comprimento.

Figura 103. Cadeado TiGr Bow Standard.

Figura 104. Cadeado TiGr Bow Standard em uso.

Figura 105. Cadeado TiGr mini.

Figura 106. Cadeado Skunklock.

Figura 107. Cadeado Hiplok Gold: Superbright.

Figura 108. Cadeado Hiplok Gold: Superbright em uso.

2.5.4 OS CADEADOS *SMART*

É de notar que desde que o *smartphone* se tornou um objecto indispensável no quotidiano de cerca de 2,32 mil milhões de pessoas e com tendências para aumentar (eMarketer), vários são os produtos que tentam tirar partido deste dispositivo para desempenhar alguma função, em paralelo com a bicicleta, desde o uso do GPS, como localizador, ou em conjunto com uma aplicação como a Runtastic, que permite simular um ciclocomputador GPS multifuncional.

No caso dos cadeados *smart* os dispositivos deixam os mecanismos mecânicos e utilizam mecanismos electrónicos para bloquear e desbloquear a bicicleta, através do *smartphone*, que passa assim a deixar de ser necessário uma chave.

Figura 109. Cadeado smart Lattis Ellipse.

O cadeado Ellipse (fig.109), desenvolvido pela Lattis, assume a forma de um cadeado em U, este dispositivo permite o desbloqueio pelo *smartphone* através de *bluetooth*, também caso o telemóvel fique sem bateria tem um *touchpad* para digitar um código para a fechadura abrir. Tem um painel solar para carregar a bateria quando está no exterior e é possível recarregar também por meio de um carregador *micro-USB*. O cadeado vem incorporado com um sistema que deteta movimentos e envia ao utilizador uma notificação através de Bluetooth, tem a contrapartida do utilizador não estar ao alcance do sinal não receber a notificação. O acelarómetro também permite detetar acidentes e enviar notificações aos contactos de emergência estabelecidos pelo utilizador. A manilha do cadeado tem 17mm de espessura para impedir o corte por cisalhas ou alicates. O preço do cadeado são 199$ (cerca de 172€).

Figura 110. Cadeado smart Linka.

O cadeado Linka (fig.110) desempenha a mesma função que um cadeado fixo, bloqueia apenas a roda traseira e assim como o cadeado anterior usa o telemóvel como chave de bloqueio/ desbloqueio através de *bluetooth*. Outras características são desbloquear caso o telemóvel fique sem bateria, premendo um botão o numero de vezes definidas na aplicação. Este cadeado também tem um sistema que deteta movimento e ativa um alarme sonoro com 110 dB se o movimento for detectado, bem como envia uma notificação para o telemóvel do utilizador se ainda se encontrar dentro do alcance do *bluetooth*. A barra do cadeado é em aço temperado. O preço do cadeado são 169€.

O cadeado Bisecu (fig.111) é um cadeado fixo que bloqueia a roda frontal, este dispositivo bloqueia e desbloqueia a bicicleta com o *smartphone*, esta operação pode ser automática, já que o cadeado consegue calcular a distância a que o utilizador se encontra, bloqueando e desbloqueando a uma dada distância. Quando o telemóvel fica sem bateria é possível desbloquear o cadeado recorrendo a um botão, premindo o numero de vezes definidas. Tem também um sistema de deteção de movimento que quando ativo, dispara um sinal sonoro com 100 dB e envia uma notificação ao utilizador, mas apenas se este se encontrar a 30 metros da bicicleta. Existe um acessório (fig.112) em cabo de aço, que conecta o dispositivo a um elemento imóvel, para que seja mais dificil roubar a bicicleta. O preço deste cadeado são 149$ (cerca de 128€).

O cadeado Deeper (fig.113) é um cadeado fixo, prende a roda traseira, bloqueia e desbloqueia com o *smartphone*, caso o telemóvel fique sem bateria, utiliza um cartão NFC que vem com o dispositivo. O dispositivo tem dois painéis solares que carregam a sua bateria mas caso seja necessário também possui um carregador micro-USB. A diferenciação deste dispositivo para os restantes é possuir um localizador GPS que é ativado quando o cadeado bloqueado deteta movimento, além desta característica, também ativa um alarme sonoro com 110 dB e notifica o utilizador para o telemóvel que consegue seguir a localização da bicicleta. A barra do cadeado é em aço temperado com 12mm de espessura.

Foi possível verificar que muitos destes dispositivos apresentam funções similares entre eles e que o mercado para este tipo de cadeados está a aumentar, muitos são os artigos apresentados em websites de noticias, design e tecnologia como o DesignBoom, Forbes, entre outros, que geram visibilidade para os dispositivos. Os cadeados *smart* não aparentam que vão substituir os cadeados convencionais devido ao seu preço elevado. Outro ponto a notar é o facto de muitos destes dispositivos serem primeiros produtos de *startups* com financiamento através de websites de *crowdfunding*. O cadeado Deeper (fig) que se encontrava também em *crowdfunding* acabou por ser cancelado no desenvolver desta dissertação, já que não reuniu o financiamento que pretendia. Apesar de parecer um produto com boas características comparativamente a outros do mesmo sector nem sempre esse factor é importante, mas sim o marketing à volta dos produtos, em tentar gerar *hype*[21] e consequentemente vendas.

Figura 111. Cadeado smart Bisecu.

Figura 112. Acessório para cadeado Bisecu para fixar a elemento imóvel.

Figura 113. Cadeado smart Deeper Pro +.

21. Promover ou publicitar um produto ou ideia intensamente, por vezes exagerando os seus benefícios. (https://en.oxforddictionaries.com/definition/hype)

Figura 114. Suporte de cadeado Zéfal incluido.

Figura 115. Suporte de cadeado Kryptonite Transit FlexFrame U-Bracket.

Figura 116. Suporte de cadeado Faraday.

Figura 117. Suporte de cadeado Walnut u-lock holster.

Figura 118. Suporte de cadeado Walnut u-lock holster rack.

2.6 SUPORTES PARA CADEADO EM U

O transporte é um dos problemas dos cadeados em U, devido à sua rigidez e tamanho, para atenuar este défice existem alguns produtos no mercado. Alguns cadeados no mercado incluem um suporte que se fixa ao quadro, por norma no tubo superior, tubo do selim ou tubo inferior, no entanto estes podem entrar em conflito com outros elementos presentes como por exemplo o porta-bidões ou alforges.

O suporte presente na figura 114 é todo em plástico e vem incluído num cadeado da marca Zéfal, este, requer um diâmetro mínimo do tubo do quadro de 16mm, para se retirar o cadeado é aplicada uma força rotacional no cadeado enquanto se pressiona o botão vermelho. Noutros casos o suporte é incluído em alguns cadeados da marca ou comprado em separado como o da figura 115, o cadeado é retirado deslizando-o, este permite ser fixo em quadros entre os 25 e 80mm no entanto a fita em nylon ao longo do uso vai ganhando folga e deixa de desempenhar a função no seu melhor.

Outro tipo de suportes são os coldres, estes por norma são em couro para impedir que o quadro seja riscado e têm constrangimentos tanto no tipo de quadro, mas também no cadeado.

O suporte Faraday (fig.116) apenas se fixa a bicicletas da marca Faraday Porteur, tem uma bolsa para colocar outros pertences como chaves e pequenas ferramentas durante o passeio, a fivela permite diferentes larguras de cadeados em U.

O suporte da Walnut (fig.117) só é recomendado usar com o cadeado Kryptonite Mini-Evo 5, permite ser usado em quadros em forma de diamante, prendendo ao tubo superior e ao tubo do selim.

Outro suporte da Walnut (fig.118) permite ser fixado ao suporte de bagagem, no entanto este também é recomendado apenas ser usado com o cadeado Kryptonite Mini-Evo 5.

Outro tipo de soluções são suportes vestíveis normalmente usados à cintura, estes são práticos mas limitam o que o ciclista pode vestir.

As calças Levi's 511 (fig.119), foram desenvolvidas com o utilizador de viagens pendulares em mente, permitem transportar o cadeado em U na cintura, o material das calças é repelente à agua e tem uma fita reflectora de alta visibilidade. Possivelmente quando o cadeado é maior do que o que é apresentado na figura 119, causará algum incomodo ao utilizador enquanto pedala.

O cinto da Fabric Horse (fig.120) possui um coldre que permite colocar o cadeado em U, este possui dois formatos o pequeno para cadeados com larguras mais pequenas e o grande para cadeados com larguras maiores, assim como o produto anterior poderá causar algum incomodo enquanto se pedala quando o cadeado é grande.

Algumas mochilas possuem uma alça no exterior ou um compartimento para o cadeado como é o exemplo da The Sanction (fig.121), desenvolvida para a vida quotidiana com características como à prova de agua e compartimento para computador.

Existem ainda cadeados com suporte que assumem uma multipla função como é o caso do Trelock (fig.122). Este cadeado em U, possui um suporte que é montado no espigão do selim que o permite tornar-se num porta-bagagens.

Outro exemplo é o Ruphus Slim(fig.123), este produto consente apenas o uso do cadeado Kryptonite Keeper 12LS, formando em conjunto um porta-bagegens, é montado na ponte do travão traseira.

Existem ainda, já fora do mercado, soluções de desenrasque, partilhadas em plataformas online de *DIY (do-it-yourself)*, por exemplo *instructables.com*, utilizando todo o tipo de materiais, desde tubos de pvc a couro, um desses exemplos é o da figura 124, em que é usado um tubo de pvc serrado e duas braçadeiras para fixar o cadeado ás guias do selim.

Figura 119. Calças Levi's Commuter 511.

Figura 120. Cinto com coldre Fabric Horse.

Figura 121. Mochila Mission Workshop The Sanction.

Figura 122. Cadeado e porta-bagagens Trelock LL400.

Figura 123. Porta-bagagens Ruphus Slim.

Figura 124. Exemplo de solução DIY.

PROJETO

3.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Com o objectivo traçado de aumentar a função de um dos dispositivos antirroubo, considerando os aspectos da segurança, transporte e praticabilidade

> "é necessário portanto começar pela definição do problema, que servirá também para definir os limites dentro dos quais o projectista deverá trabalhar."[22]

Tendo em conta os dispositivos antirroubo analisados no capitulo anterior optou-se pelo cadeado em U como ponto central deste projecto, já que a investigação até ao momento sugeriu este o dispositivo que confere melhor segurança à bicicleta. O problema consiste no desenvolvimento de uma solução que tente colmatar os défices nos aspectos do transporte e praticabilidade.

22. Munari, Bruno, and José Manuel de Vasconcelos. 2014 (1982). Das Coisas Nascem Coisas. Lisboa: Edições 70.

3.2 CONSIDERAÇÕES

Haviam dois caminhos possíveis para o desenvolvimento do produto, criar um novo dispositivo antirroubo ou aproveitar um já existente e desenvolver de forma a o poder melhorar.

Optou-se pelo segundo caminho de aproveitar um dispositivo já existente, já que, um dos objectivos do projecto era realizar um prototipo funcional. Os meios disponíveis para o desenvolvimento do projecto influenciaram a escolha, pois, para que fosse possível desenvolver um novo dispositivo antirroubo com segurança a par dos cadeados em U, eram necessários metodos de produção ao qual não eram acessíveis e em Portugal não existem empresas consolidadas no mercado de dispositivos antirroubo para bicicletas.

Figura 1. Exemplo de cadeado em U com fechadura em eixo.

O facto dos cadeados em U estarem testados quanto à eficácia da sua segurança, consolidou esta escolha, sendo necessário agora colmatar os outros dois eixos do transporte e praticabilidade.

É de salientar que o projecto a ser desenvolvido não irá ser compatível com cadeados em U com fechadura com eixo (fig.1) já que estes não são tão seguros, o eixo é uma debilidade, assim como só ter uma fechadura, contrariamente aos com dupla fechadura que é necessário, se este for bem desenvolvido, ter o dobro do trabalho para transpor a dissuasão deste dispositivo.

Resultante da investigação apresentada no capitulo anterior, foram considerados dois produtos para uma analise aprofundada, pois, estes exibiram aspectos próximos aos objectivos para o produto em desenvolvimento.

Case study 1
Rhupus Slim

Figura 2. Porta-bagagens Ruphus Slim.

Este produto tem três características diferentes, suporte de cadeado, porta-bagagens traseiro e guarda-lamas. Apresenta uma estética simples onde é o material a fazer a diferenciação, é possível escolher três madeiras diferentes, bambo, bordo e nogueira. Este suporte foi desenhado para o cadeado Kryptonite Keeper 12LS, é exequível usar outro cadeado em U desde que tenha as mesmas especificações que este modelo da Kryptonite. Devido ao suporte apenas ser encaixado na ponte do travão traseiro, além de limitar o tipo de bicicleta a que pode ser fixo, não confere muita estabilidade nem consegue sustentar muito peso. Outro ponto negativo é o facto de só permitir ser usado em bicicletas com travões de disco, de tambor ou de pedal.

Adicionalmente, tem o problema de depender do ângulo da escora do selim. Para contornar este problema a marca apresenta três tamanhos diferentes *small*, *medium* e *large*, em que a diferença é o ângulo com que se fixa à escora do selim (fig.3), tendo 51º, 56º e 61º respetivamente, não devendo ultrapassar 2 ou 3 graus do ângulo na escora do selim. Existe a possibilidade de colocar anilhas entre os pontos de fixação para nivelar o suporte. O preço deste produto são 81€.

Figura 3. Ângulo da escora do selim.

Case study 2
Trelock LL400

Figura 4. Cadeado e porta-bagagens Trelock LL400.

O cadeado *LL 400 (lock & luggage)* é um cadeado em U, vem com um suporte (BZ 400) que torna o cadeado num porta-bagagens, apenas este cadeado funciona com o suporte. O cadeado mede 10,6 por 26cm, incluindo o suporte 44cm, tem 15mm de espessura, pesa 1630g e a marca apresentando uma pontuação de segurança de 4 em 6. O suporte fixa-se ao espigão do selim, incluindo 2 acessórios caso o espigão tenha um diâmetro mais pequeno, naturalmente se o ciclista usar o selim na altura mínima irá interferir com o suporte. O suporte consegue aguentar até 10kg no entanto aparenta ter uma estética brutalista para o obter. Possui também um elástico para que os objectos não saltem enquanto se pedala. A capa protectora pode ser usada como guarda-lamas. O preço deste produto pode variar entre os 80 e 100€.

3.2.1 SUPORTE DE BAGAGEM

Foi necessário nesta fase também realizar uma análise que se debruçava sobre os suportes de bagagens, percebeu-se que o suporte seria o caminho a seguir. Assim, a fim do conceito e arquitectura do produto poderem competir com os produtos existentes no mercado foram estudados os tipos de porta-bagagens, que cargas aguentam e que tipos de bicicleta podem ser usadas.

Existem duas principais localizações para o suporte de bagagem, frontal e traseira, dentro destas existem inúmeras categorias e cargas possíveis.

Nos frontais, podem fazer parte do guiador como é o caso do Bike porter (fig.5), que se trata de um cesto incorporado no guiador, este pesa 1638g e é construído em alumínio.

Existem também, cestos que encaixam no guiador e fixam ao tubo da direcção (fig.6), o Bell Tote, pesa 1065g e suporta cargas até 6,8kg, tem uma asa pratica que pode ser levada com o utilizador para compras.

Há ainda suportes que são apoiados pelo eixo frontal (fig.7), o Origin8 é ajustável para as seguintes rodas, 26", 27", 29" e 700c, pesa 952g e suporta 24,9kg com construção em aluminio.

O suporte frontal da Surly, (fig.8) destina-se a *touring*, utiliza dois apoios, um no eixo e outro a meio da forqueta, assim é necessário que a bicicleta seja compatível já que nem todas têm elementos de fixação na forqueta, é adaptado para ser usado com alforges, o suporte pesa 1382g, consegue aguentar 32kg e é construído em aço CroMoly.

O 8-pack também da Surly (fig.9), foi criado com o propósito de um uso casual, diário, utiliza os mesmo elementos de fixação que o suporte anterior, pesa 640g e permite carregar 13,6kg é construído também com aço CroMoly.

Existem ainda os chamados *low-rider*, são suportes para alforges. O suporte da Axiom (fig.10), desenhado para ser compativél com forquetas com suspensão e travões de disco, pesa 734g e suporta 18kg. É construido em aluminio.

Figura 5. Bike porter, Copenhagen Parts.

Figura 6. Cesto frontal Bell Tote 510.

Figura 7. Suporte frontal Origin8 Classique Cargo HD.

Figura 8. Suporte frontal Surly.

Figura 9. Suporte frontal 8-pack, Surly.

Figura 10. Axiom Journey Suspension and Disc Low-rider

Figura 11. Suporte de bagagem Arkel Seatpacker 15.

Figura 12. Suporte de bagagem Arkel Seatpacker 15 com alforge.

Figura 13. Suporte de bagagem Axiom FLIP-FLOP LX SEATPOST RACK.

Figura 14. Suporte de bagagem Axiom FLIP-FLOP DLX SEATPOST RACK.

Figura 15. Suporte de bagagem Thule Tour.

Figura 16. Suporte de bagagem Decathlon 100 24-28" B'TWIN.

Figura 17. Suporte de bagagem Blackburn Grid 2 Top deck..

No que toca aos porta-bagagens traseiros, encontram-se os que são fixos ao espigão de selim. O Arkel Seatpacker (fig.11), em alumínio é desenhado para incorporar um alforge (fig.12). O suporte pesa 280g e o alforge 440g, no total é possível transportar 5kg de carga.

O Flip-Flop (fig.13) é um suporte de bagagem em alumínio, compatível com a maioria das bicicletas. Pesa 826g e tem uma capacidade de 15kg. É possível remover a plataforma através de um sistema de *Quick-release*. Existe a variante DLX (fig.14) que permite a utilização de alforges, através de apoios laterais. Esta pesa 1110g e também tem uma capacidade de 15kg.

Existem também suportes que são desenvolvidos especificamente para funcionarem com bicicletas de dupla suspensão. O Thule Tour (fig.15) permite ser usado como suporte frontal ou traseiro, o seu sistema de fixação utiliza apoios de borracha e é fixo à escora do selim ou forqueta. Pesa 1100g e permite transportar quando usado frontalmente 10kg e na traseira 11kg. A sua construção usa aço e alumínio.

Outros suportes são um desenvolvimento dos suportes clássicos, com fixação no *dropout* e escora do selim. A Decathlon possui o B'Twin 100 (fig.16), este suporte em alumínio, pesa 1220g e tem uma capacidade de 10kg. É compatível com rodas 24" a 28". Alem deste suporte a Decathlon possui outros dois com as mesmas fixações, mas as cargas suportadas são diferentes. Um em alumínio, pesa 700g e permite transportar 18kg em bicicletas com rodas 26" a 28". O outro suporte permite o uso em bicicletas com travão de disco, o quadro é em aço, pesa 1600g e tem uma capacidade de 25kg, compativel com rodas 26" a 28".

Alguns caso de suportes para não interferirem com os travões de disco, estendem a fixação ao *dropout*, como é o caso do Grid 2 (fig.17), este suporte construído em alumínio, permite transportar até 20 kg.

Outros como por exemplo o Axiom Streamliner (fig.18), além de possuir a extensão da fixação ao *dropout*, vem incluído com uma chaveta de libertação rápida longa, caso a bicicleta não tenha elementos de fixação. Este suporte é compatível com rodas 700c, pesa 510g e tem uma capacidade de carga de 50kg, a sua construção é em alumínio. O seu estreito perfil, centra a carga mais próxima à roda, melhorando a estabilidade e manuseio da bicicleta.

Procedeu-se a uma investigação de normas sobre os suportes, até ao momento está em vigor o ISO 11243:2016.

Esta norma internacional foi desenvolvida em resposta à demanda mundial, e o objectivo é garantir que os suportes de bagagem fabricados em conformidade com esta, sejam tão seguros quanto é praticamente possível. Os testes foram projectados para garantir a resistência e durabilidade do porta-bagagens, e levando em consideração aspectos de segurança desde a fase de projeto.

O alvo foi limitado a considerações de segurança e evita especificamente a padronização de componentes.

Alem disso, a norma especifica requisitos de segurança e de desempenho para o projecto e teste dos suportes de bagagem destinados à montagem (com ou sem ferramenta) acima e ao lado das rodas da bicicleta e estabelece linhas guia para instruções sobre o uso e cuidados a ter com os suportes de bagagem.

Esta norma não se aplica a bagagem removível (como é o caso dos cestos frontais referidos no inicio deste tópico). O porta-brinquedos destinado a ser montado em bicicletas para criança pequenas no âmbito da ISO 8098 também não é abrangido por esta norma internacional (ISO 2016).

Em Portugal, a ABIMOTA (Associação Nacional das Indústrias de Duas Rodas, Ferragens, Mobiliário e Afins) é após um protocolo com o IPQ (Instituto Português da Qualidade) o Organismo de Normalização Sectorial, para o domínio dos veículos em duas rodas, entre outros. Coordenando as comissões técnicas nacionais CT 103 - Veiculos de duas rodas, esta associação, assegura o acompanhamento dos trabalhos dos correspondentes Comités Técnicos internacionais CEN/ TC 333 – Cycles;, entre outros não relevantes para este projeto.

Infelizmente o acesso a esta norma internacional não foi possível.

Figura 18. Suporte de bagagem Axiom STREAMLINER ROAD DLX.

3.3 DESENVOLVIMENTO CONCEPTUAL

O desenho e esquissos estiveram sempre presentes durante o projecto, desde a idealização de conceitos, estudos de forma, estudos de soluções técnicas, até durante o desenvolvimento de desenhos tridimensionais.

Refletindo na investigação realizada, percebeu-se que o caminho estaria em tentar colmatar os aspectos do transporte e praticabilidade.

Atentando aos casos de estudo, analisou-se que estes estavam limitados a um modelo de cadeado em U, estando o *case study 1* ainda mais limitado em termos da compatibilidade da bicicleta com o produto. Averiguou-se também que não é possível transportar muito peso com estes produtos, ou no caso do *case study 2*, torna-se um produto bruto para o conseguir.

Assim, a ideia é criar um suporte que seja compatível utilizar com diferentes modelos de cadeados em U, havendo a necessidade de este suporte permitir o ajuste da largura, comprimento e espessura conforme o tamanho do cadeado. O conjunto dos dois objectos, permite deste modo transportar mercadorias quando o dispositivo antirroubo está apoiado no suporte, tendo utilidade também quando não está a cumprir a sua função original de dissuasor.

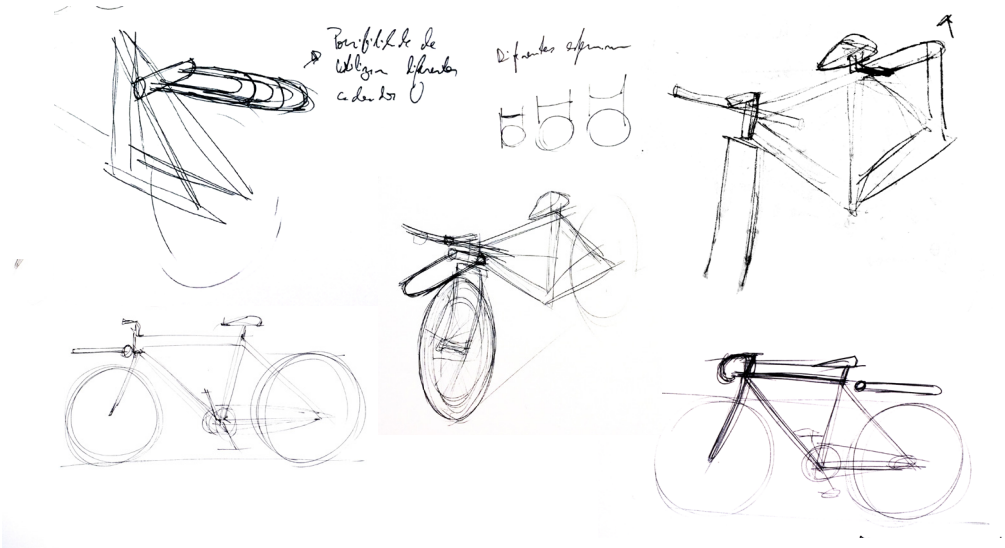


Figura 19. Desenhos conceptuais que visam explorar o posicionamento do suporte.

Questionou-se o suporte ser frontal, traseiro ou ambos, optando pelo suporte ser traseiro, para que não interferisse com a direcção ou, adicionando peso ao suporte, fosse mais complicado manter o equilíbrio e agilidade.

Outro ponto a ser estudado foi o da carga e geometria do suporte. Percebeu-se que nos casos de estudo os suportes não tinham vários pontos de fixação na bicicleta, apenas utilizam um, no case study 1 a escora do selim e no case study 2 o espigão do selim, isto faz com que o peso oscile durante a pedalada, para combater isso estudaram-se diferentes métodos de geometria do suporte.

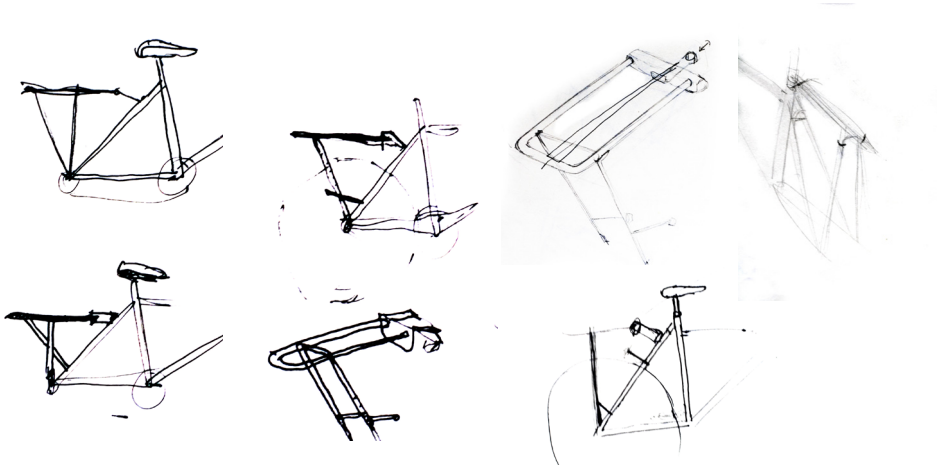


Figura 20. Desenhos conceptuais de exploração da geometria do suporte.

Durante este processo definiu-se que o objectivo seria ultrapassar os 10kg de carga e que o suporte parece-se seguro e solido, sem oscilações, mas não sendo necessário uma estética brutalista para obter estes objectivos.

3.4 ARQUITECTURA DO PRODUTO

Durante este processo a proposta passou por diferentes iterações, estando dividida em três fases que culmina no desenvolvimento de um prototipo.

3.4.1 FASE 1

Após estar definido o conceito geral, concebeu-se uma *mock-up* para se perceber melhor os problemas e as variáveis que o projecto requer.

A *mock-up* foi feita à escala real, para ser instalada na bicicleta e perceber se em combinação com o cadeado em U, aguentaria com a carga desejável. Como só serviria de teste, os materiais usados foram os mais em conta possível, mas que funcionassem para o objectivo, foram usados tubos de ferro com 14mm de diâmetro, duas placas de junção em aço galvanizado, parafusos com fenda cruzada (philips) e fenda simples.

Figura 21. Exemplo de bicicleta com travões de disco em que os travões ocupam ambos os ilhós.

Conseguiu-se averiguar vários problemas na construção, entre eles, o diâmetro do tubo era demasiado grande e tornava o produto muito robusto. Como seria o elemento de ligação à bicicleta na base do suporte, qual seria o ângulo de abertura das hastes que suportam o cadeado, se era necessário haver vários ajustes, já que diferentes cadeados têm diferentes comprimentos. Também qual e como seria o elemento a segurar o cadeado. As bicicletas com travões de disco podem não possuir ilhós na zona dos *dropouts* (fig.21) e o espaçamento entre *dropouts* varia de 110mm a 160mm (Brown 2018). Na escora do selim, pode haver elementos de fixação (*braze-on*) para porta-bagagens (fig.22) mas nem todos os quadros os têm, tendo de ser necessário recorrer a outros meios de fixação nessa zona do quadro. E ainda os diferentes tamanhos de rodas.

Figura 22. Exemplo de quadro com elementos de fixação (*braze-on*) para porta bagagens na escora do selim.

Um elemento que se percebeu que era essencial era um elemento de ligação ao quadro (fig.23), além da base, para que o suporte não oscila-se.

Figura 23. Exemplo de elemento de ligação ao quadro na escora do selim assinalado a vermelho.

Nesta fase questionou-se se os dois lados do suporte deveriam estar juntos permanentemente ou separados e ligados com alguma "ponte".

Figura 24. *Mock-up* de suporte para cadeado em ferro com elementos em aço galvanizado.

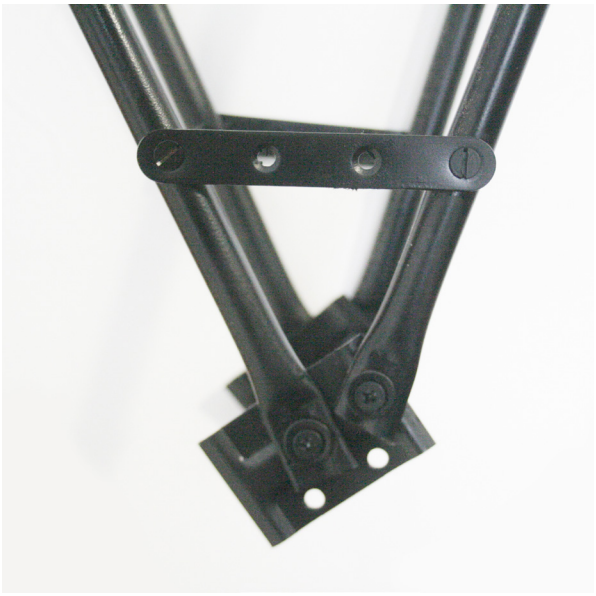


Figura 25. Pormenores de construção da *mock-up*.

Figura 26. Simulação de carga na bicicleta.

3.4.2 FASE 2

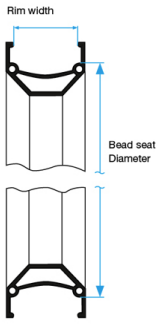


Figura 27. As medidas ETRTO consideram a medida onde o pneu encaixa (*Bead seat Diameter=BSD*) como medida standard para o tamanho dos pneus.

Nesta fase, estudou-se a forma do objecto e tomaram-se decisões aos problemas que se manifestaram na fase 1, entre elas, definiu-se que o suporte iria ser compatível com rodas com 26" até às 29", para isso consultaram-se as medidas de um fabricante de pneus, neste caso a Schwalbe e determinaram-se as medidas que era necessário para que o produto não interferisse com a roda. As medidas ETRTO (ISO) utilizam medidas internas dos pneus (fig.27), e a medida externa tenta-se aproximar das polegadas referidas no pneu, por exemplo uma roda com 26" tem aproximadamente esta medida alterando o diâmetro interno e diâmetro do aro.

Assim as medidas variam entre os 660mm e 754mm, no entanto só interessam as medidas de metade do eixo, neste caso 330mm e 377mm, havendo assim uma diferença de 47mm, contudo definiu-se 65mm de diferença, para haver uma margem de distância entre o pneu e suporte.

Outro ponto importante a ser definido era a ligação da base do suporte com a bicicleta, já que nem todas as bicicletas têm ilhós na zona dos *dropouts* optou-se por solucionar uma ligação ao eixo da roda. Também era importante que esta ligação não interferisse com bicicletas com travões de disco.

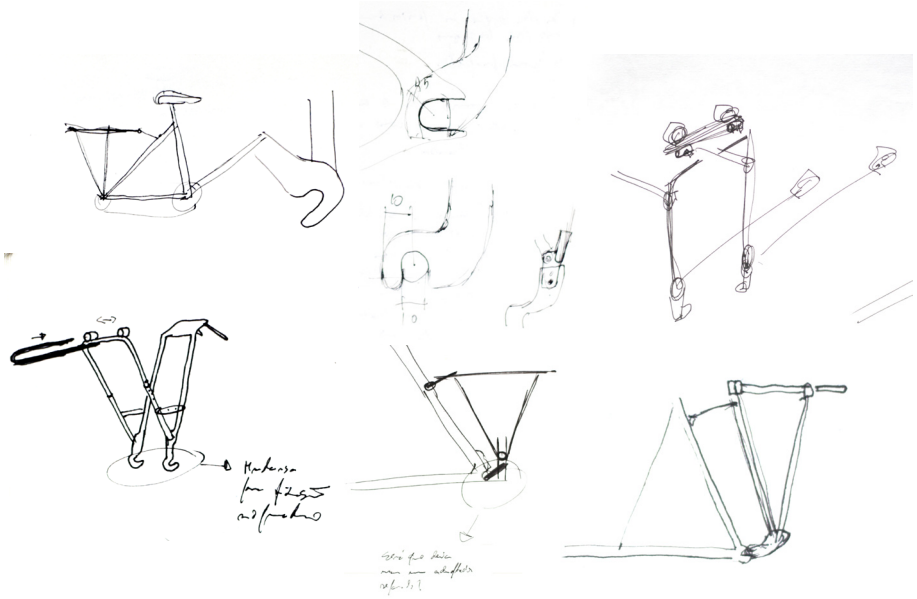


Figura 28. Estudos de forma do modo de fixação do suporte ao eixo da roda da bicicleta.

Ponderou-se na ergonomia, no acto de retirar e colocar o cadeado no suporte, consideraram-se as possibilidades do cadeado encaixar directamente no suporte ou ser deslizado em ilhós. Concluiu-se que iríamos seguir pela segunda opção, então, para facilitar este movimento o suporte deveria fechar, já que assim, os ilhós que mantêm a manilha do cadeado no lugar, estariam mais próximos um do outro, demorando menos o processo de colocar e retirar o cadeado.

Ao ter esta dobradiça o suporte também seria mais fácil de distribuir pelas lojas e de acondicionar em loja, os atuais ocupam demasiado espaço (fig.29).

Figura 29. Disposição de suportes para bagagens em loja.

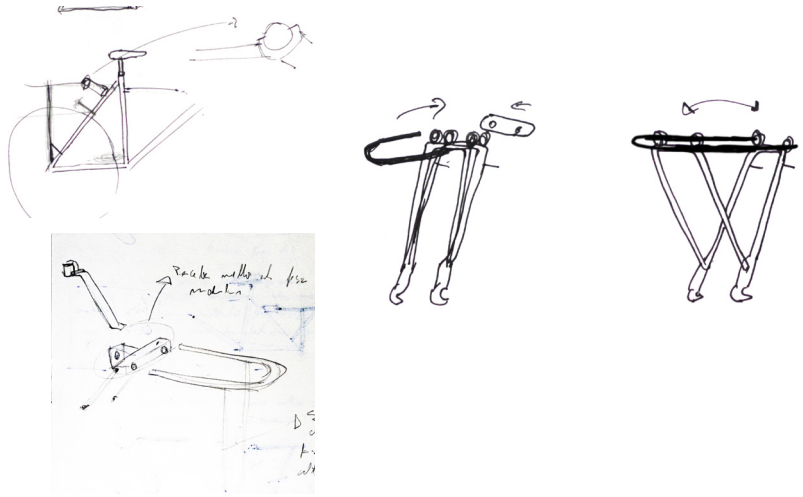


Figura 30. Estudos da ergonomia do movimento de colocar o cadeado no suporte.

Consequentemente, foi necessário estudar como a dobradiça do suporte iria funcionar, tanto visualmente como mecanicamente. Foram consideradas várias opções, optou-se por destacar este elemento, já que parecia um dos pontos focais do produto.

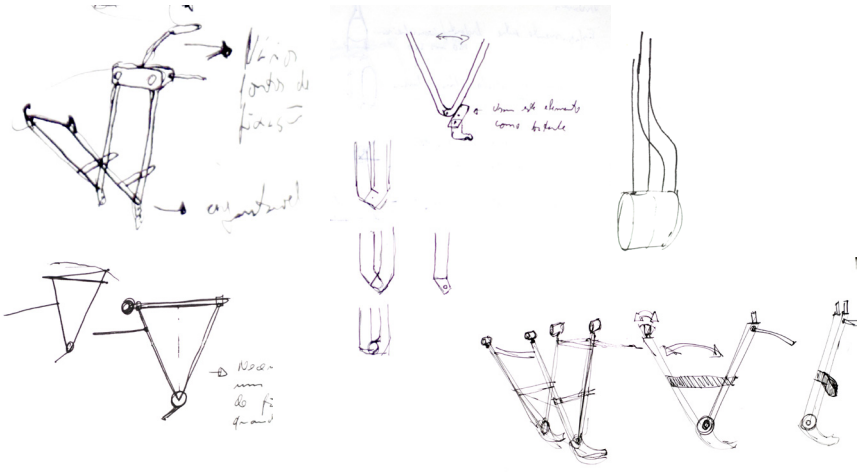


Figura 31. Estudos formais da dobradiça.

Neste momento também se definiu que o ângulo de abertura ia ser fixo, considerou-se haver várias medidas de ajuste, para os diferentes comprimentos de cadeado. No entanto, percebeu-se que era necessário o cadeado ter um comprimento razoável para que fosse possível transportar mercadorias. Assim, revendo várias medidas dos cadeados em U estudados durante o estado da arte, definiu-se que a abertura máxima do suporte iria ser 200mm.

Transpuseram-se alguns conceitos das dobradiças para desenho tridimensional para haver uma melhor percepção das volumetrias nos desenhos e para facilmente simular o funcionamento da dobradiça.

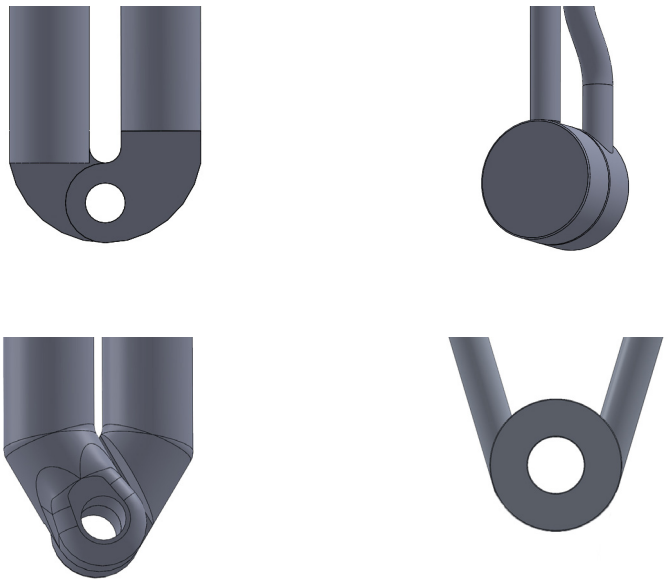


Figura 32. Exemplos das dobradiças consideradas para desenvolvimento.

Optou-se pelo quarto conceito da figura anterior, esteticamente este pareceu o mais apelativo com a dobradiça oca ao centro sendo um ponto de foco. Nas duas posições, fechado e aberto, continuava com coerência visual, o que os outros três conceitos não conseguiam. Também resolvia logo o problema de fixação à bicicleta, já que seria mais fácil encaixar um extensor para diferentes tamanhos sem que arruína-se o visual do suporte.

Seguidamente, realizou-se um desenho em tamanho real (fig.33), com os parâmetros de variação do diâmetro dos pneus e abertura máxima do suporte. Com o objectivo de se definirem proporções e pequenos ajustes dimensionalmente, já que os desenhos tridimensionais podem dar uma perspectiva errada em relação ao tamanho dos objectos, além de ser mais rápido corrigir medidas. Este desenho acabou por contribuir para a agilização na criação dos desenhos tridimensionais posteriores.

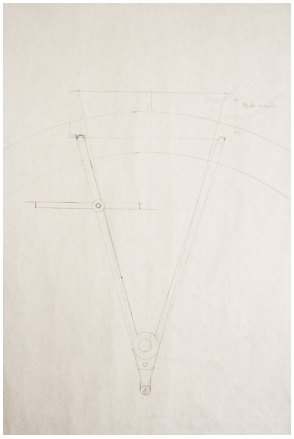


Figura 33. Desenho do suporte em tamanho real.

O próximo problema era como seria o componente que segurava o cadeado, sabia-se que iria ser através de ilhós, mas era necessário que estes pudessem ter algum movimento de dobradiça ou *pivot*, já que se fossem rígidos seria impossível realizar o movimento desejado. Neste problema também se refletiu como seria o elemento de fixação na escora do selim, pois os ilhós podiam estar envolvidos nessa fixação.

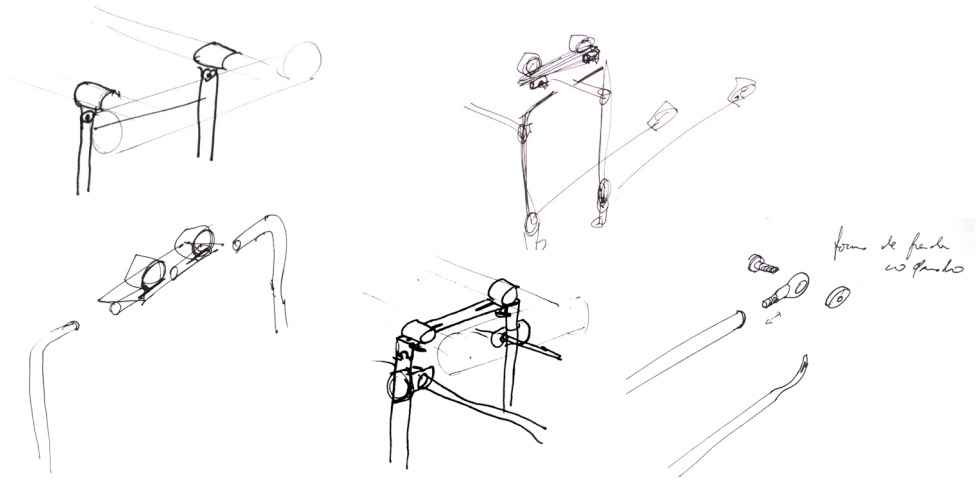


Figura 34. Estudo do componente que segura o cadeado.

Após a solução de alguns dos problemas na arquitectura do produto e com algumas noções de como iria ser o produto visualmente, decidiu-se transpor estes conceitos e ideias, utilizando as dimensões definidas no desenho em escala real, para desenhos tridimensionais, já que, esta ferramenta iria demonstrar novos problemas e decisões a tomar.

Projectou-se faseadamente da base do suporte até aos ilhós que seguram o cadeado.

Primeiramente a dobradiça, definiu-se como iria funcionar, havendo um corpo principal não móvel, que agregava a fixação ao eixo da bicicleta, seguido de um aro que funciona como parte móvel e de uma tampa que fixa ao corpo principal e que possui o eixo em que o aro roda.

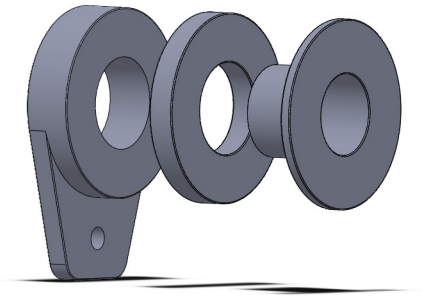


Figura 35. Vista explodida da dobradiça.

É de salientar que nesta fase a forma como se iriam fixar estes elementos aos tubos ficou em aberto, sendo resolvida na fase 3 do capitulo seguinte.

A dobradiça facilitou a decisão do elemento que conecta ao eixo da roda, definiu-se que este elemento que denominamos extensor, deveria tanto funcionar com os ilhós do quadro como conectar ao eixo da roda, no entanto este ultimo só iria funcionar em bicicletas com eixos com chavetas de libertação rápida. O extensor respeitou a variação de medidas dos pneus e cria-se uma compensação para não interferir com as bicicletas com travão de disco. Os furos dos ajustes são M4, assim como o corpo principal da dobradiça e o de fixação à bicicleta é M5.

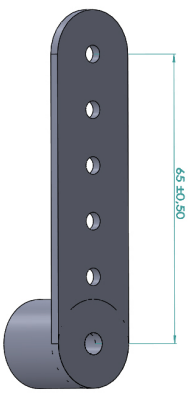


Figura 36. Extensor com os diferentes ajustes em altura possíveis.

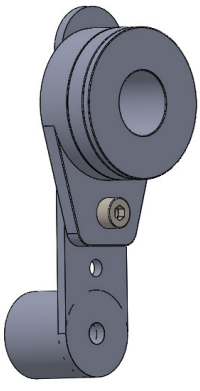


Figura 37. Dobradiça e Extensor conectados com parafuso sextavado interior M4 e porca M4.

Os tubos foram adicionados, de forma a manterem-se no mesmo plano e para que apenas um deles possuísse movimento, apenas metade do tubo pode estar conectado com a peça principal da dobradiça e outra metade do outro tubo estar conectado com o aro. Na parte superior eram curvados para encaixarem o elemento que segura o cadeado. A parte inferior do corpo principal da dobradiça foi desenhada com o mesmo ângulo que os tubos têm quando estão estendidos 200mm. Determinou-se que os dois lados do suporte deviam ser separados, dado que seria possível, desta forma, adaptar às diferentes larguras de *dropouts* referidas na fase 1. Se estes tivessem juntos o ajuste só seria possível forçado o suporte a alargar.

Figura 38. Vista frontal onde se percebe a continuação da linha dos tubos no corpo principal da dobradiça.

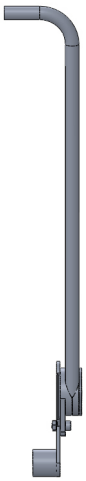


Figura 39. Vista lateral onde se visualiza a curvatura dos tubos.

O elemento que segura o cadeado, chamou-se a este plataforma (fig.40), seria a "ponte" de união entre os dois lados. Nesta fase ainda não havia ajuste de largura para as diferentes larguras de cadeado.

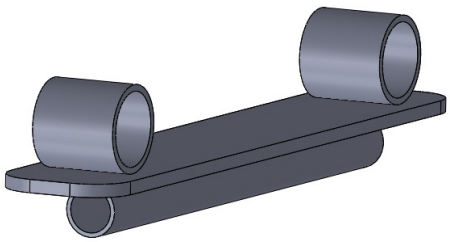


Figura 40. Plataforma que segura o cadeado.

Por ultimo determinou-se o elemento de fixação à escora do selim. Definiu-se que este seria modular de forma a permitir mais opções de fixação para diferentes bicicletas. Seria colocado no tubo fixo ao corpo principal da dobradiça e permite ser ajustado ao logo do tubo. A forma de bloqueio é através da peça que abraça o tubo principal e é cruzado com o tubo que fixa à escora do selim, a peça tem um perno M6 que cria pressão nos dois tubos bloqueando assim qualquer movimento. Esta peça para continuar a coerência visual da dobradiça seguiu o mesmo desenho cilíndrico, parecendo que este elemento pertencia ao interior da dobradiça. O final do tubo que fixa à escora do selim é roscado para permitir o uso de um parafuso com ilhó que prende ao *braze-on* na escora do selim, alternativamente caso não haja *braze-ons* este parafuso pode ser substituído por um grampo que prende diretamente na escora do selim.

Figura 41. Vista frontal dos elementos de fixação no tubo principal do suporte.

Figura 42. Vista explodida dos elementos que constituem a fixação à escora do selim.

Após a criação dos diferentes componentes fez-se a assemblagem de forma a simular-se o suporte com o cadeado e subsequentemente uma simulação na bicicleta.

Figura 43. Simulação do movimento do cadeado no suporte.

Foram criadas uma série de simulações de modo a perceber se os componentes funcionavam em conjunto.

Figura 44. Vista lateral do suporte.

Figura 45. Vista tridimensional do suporte.

Figura 46. Simulação do suporte fechado para se retirar encaixar o cadeado.

Figura 47. Simulação do suporte na bicicleta.

Com a intenção de validar o que foi projectado tanto no papel como no computador, foi realizada uma *mock-up* funcional em balsa à escala real.

Desde logo percebeu-se alguns problemas, o Extensor não mantinha uma posição ereta, tendo de ser necessário criar um canal para este componente deslizar. O facto de não haver um limitador de amplitude das duas hastes fez com que o suporte não se mantivesse nos 200mm de abertura definidos anteriormente. A plataforma ao não ter nenhum tipo de batente, não mantém a posição horizontal para encaixar o cadeado.

Figura 48. *Mock-up* de suporte para cadeado em balsa.

Figura 49. Pormenores dos elementos da base do suporte.

3.4.3 FASE 3

Durante esta fase, tentou-se resolver aspectos técnicos da proposta, tolerâncias, bem como tentou-se resolver problemas levantados durante a fase 2.

Inicialmente, reviu-se a interacção entre a dobradiça e o extensor, para que o extensor não andasse livremente, colocando dificuldades durante a instalação do suporte na bicicleta, criou-se um canal que mantinha o extensor vertical.

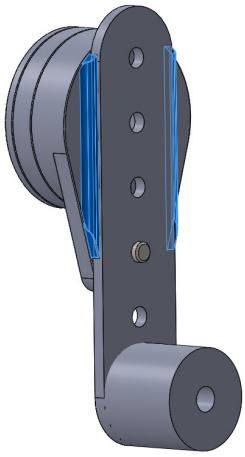


Figura 50. Alteração na conexão entre o corpo principal da dobradiça e o extensor.

Posteriormente, atendeu-se ao encaixe entre a dobradiça e os tubos das hastes. Decidiu-se estender a partir da dobradiça um cilindro onde o tubo encaixava (fig.51). Neste processo também se definiu como iria ser o encaixe entre as peças da dobradiça.

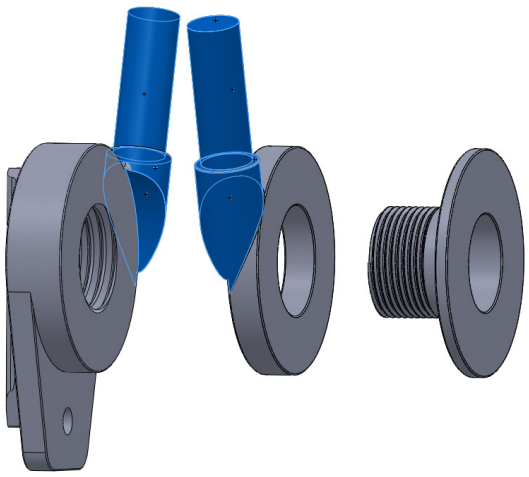


Figura 51. Vista explodida da dobradiça, a azul estão assinalados os cilindros que servem de encaixe aos tubos.

As peças da dobradiça encaixam através de uma rosca, neste caso M17, a tampa da dobradiça possui um batente para permitir que se chegue ao limite da rosca e haja folga para o aro conseguir movimentar-se livremente.

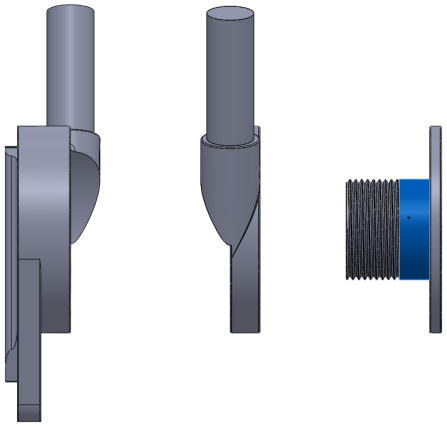


Figura 52. Vista de perfil explodida onde está assinalado a azul o batente que limita a rosca.

Procedeu-se também à alteração do tubo, já compensando com a solução técnica anterior, nesta solução os tubos são todos iguais, na solução que é apresentada na fase 2, os tubos teriam de ter um corte na base que dependia da posição em que estavam, ou seja eram necessários dois tubos diferentes. O tubo tinha o raio de curvatura mínimo, sem haver deformações, isto é, o dobro do diâmetro, 20mm. Outro aspecto foi a criação de uma segunda curvatura na base para estreitar a largura do suporte no topo, apesar de ser uma curvatura com cerca de 2.5º, influência a percepção visual que temos do objecto. A inclinação não podia ser maior, pois se fosse iria entrar em conflito com a plataforma no topo.

Figura 53. Vista lateral do tubo onde é perceptível a inclinação do tubo.

O problema com o ângulo de abertura resolveu-se recorrendo a um limitador, em forma de tesoura, este tinha um batente ligeiramente deslocado do eixo, assinalado a azul (fig.54) que limita o movimento além da posição desejada. Foi colocado na parte inferior, já que assim permite que sirva de trave onde sejam usados elásticos para prender objectos ao suporte. O material dos dois elementos é em chapa de alumínio com 1,5mm de espessura e as dobras são feitas por quinagem (ver processos de fabrico).

Figura 54. Vista frontal da tesoura com batente assinalado a azul.

Figura 55. Simulação do movimento da tesoura.

Outra preocupação foi colocar uma das peças no mesmo plano da outra para não haver problemas na ligação aos tubos, pois, se não tivesse sido considerado, o movimento iria gerar uma torção sobre estes elementos.

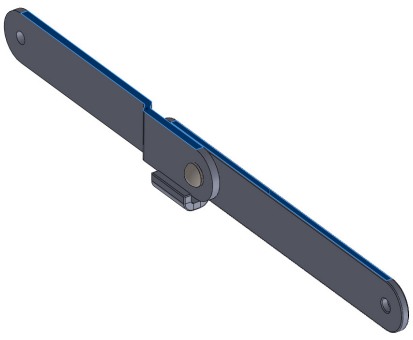


Figura 56. Vista com percepção da deslocação de uma das peças para terem o mesmo plano no movimento.

A plataforma sofreu alterações, visto que a que foi apresentada na fase 2 não permitia ajustes em largura, nem diferentes espessuras de cadeados.

Assim, desenvolveu-se uma plataforma que estava pensada utilizando um perfil de dobradiça em alumínio (fig.60), mas seriam necessários alguns ajustes, nomeadamente um rasgo para acondicionar os ilhós que seguram o cadeado e cortes nas laterais para que as hastes do suporte pudessem encaixar.

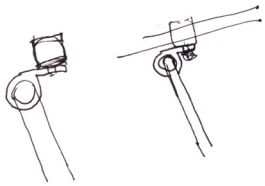


Figura 57. Desenhos de exploração de novo conceito para a plataforma

Figura 60. Exemplo de perfil de dobradiça em alumínio.

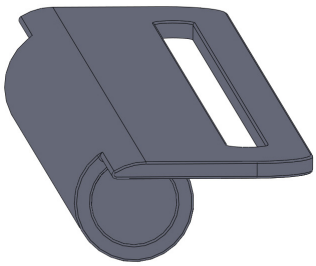


Figura 58. Plataforma com rasgo para acomodar os ilhós que seguram o cadeado.

Figura 59. Vista lateral da plataforma.

Posteriormente desenvolveram-se os ilhós, estes tinham um batente para permanecerem sempre na posição desejada e tinham uma rosca M5. Foi pensado para ser vendido em diferentes tamanhos, consoante o que o utilizador pretende, fazendo sentido aumentar em incrementos de 2mm, sendo 12mm, 14mm, 16mm até aos 20mm de espessura interior. Esta modularidade evita que seja necessário desenvolver um sistema de grampo que além de tornar o elemento mais complexo, certamente iria aumentar o custo de produção.

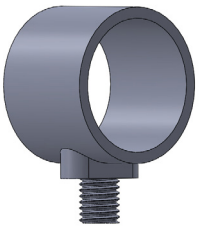


Figura 61. Ilhó que segura o cadeado.

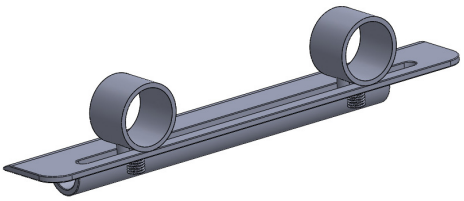


Figura 62. Simulação dos dois elementos juntos.

Foi criada uma simulação com o cadeado para perceber se esta nova plataforma funcionava como era devido, mas notou-se que quando o cadeado não estava presente a plataforma iria cair, criando dificuldades para o movimento de colocar o cadeado no suporte.

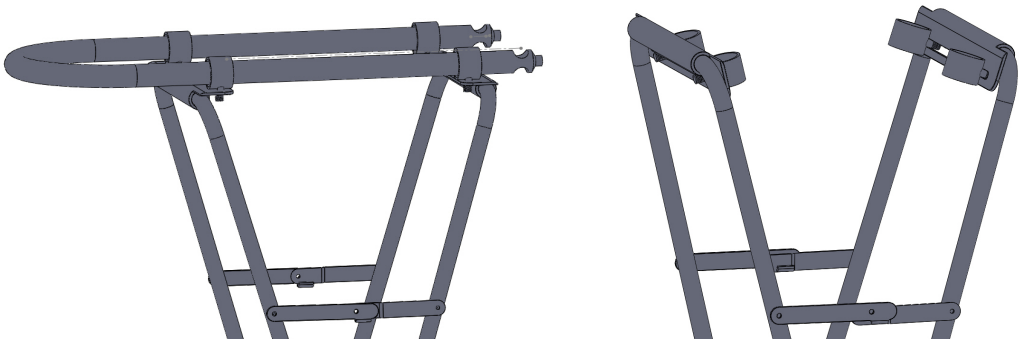


Figura 63. Simulação com e sem cadeado.

Posto isto era necessário criar um batente que fixasse o ângulo da plataforma. Também decidiu-se alterar a forma da plataforma, pensando no seu processo de fabrico, decidiu-se que a criação da plataforma iria ser por quinagem de chapa (ver processos de fabrico).

Para se determinar qual seria o ângulo do batente da plataforma, calculou-se através da posição fechada e aberta, e chegou-se à conclusão, como demonstra a figura 64 que na posição aberta existe um ângulo de 73º e na posição fechada a plataforma assume 88º.

Um dos pontos a alterar foi o rasgo para os ilhós, achou-se que o rasgo continuo era desnecessário, já que não se encontrou nenhum cadeado em U com largura abaixo dos 67mm, tendo assim o rasgo uma medida mínima de 65mm.

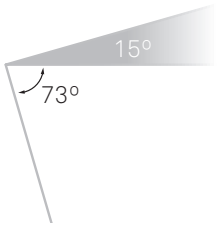


Figura 64. Variação do ângulo da plataforma quando as hastes são abertas e fechadas.

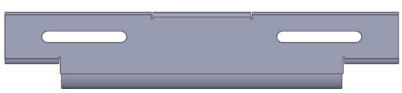


Figura 65. Vista superior da plataforma.

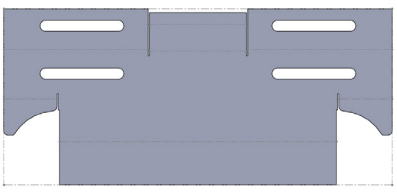


Figura 66. Plano de corte da plataforma.

Também para aumentar a rigidez da chapa optou-se por duplicar o material através de uma dobragem na zona dos rasgos.
O elemento na frente serve de batente para as duas plataformas ficarem presas uma na outra.
Por ultimo criam-se os batentes com ângulo 73º para as plataformas não descerem abaixo da medida desejada.

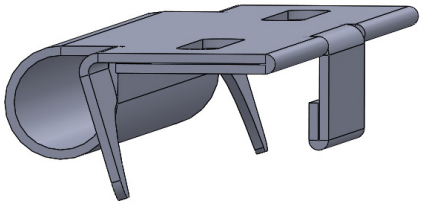


Figura 67. Plataforma em perspectiva para ser perceptível as diferentes dobragens da chapa.

Os ilhós também sofreram uma alteração, havendo um *offset* do batente que desliza no rasgo da plataforma para permitir cadeados mais largos.

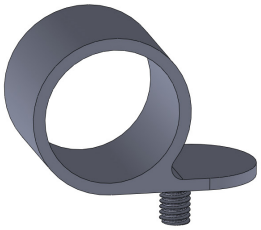


Figura 68. Ilhó com ligeiro desvio do batente.

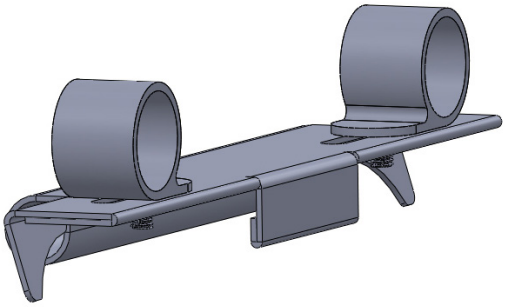


Figura 69. Simulação da interação entre a plataforma e os ilhós.

TOLERÂNCIAS

Durante a fase 3 foi necessário deixar as medidas nominais e considerar em alguns componentes, as folgas e tolerâncias para que as partes encaixassem como previsto. Esta fase seria importante para a prototipagem.

A tolerância é o valor de variação permitida em dimensões ou superfícies de peças maquinadas.

Existem três tipos de encaixes, a folga, a relação entre as peças montadas quando a folga ocorre em todas as condições de tolerância. A interferência, a relação entre as peças montadas quando a interferência ocorre em todas as condições de tolerância. E a transição, a relação entre peças montadas em que tanto a folga como a interferência podem resultar, dependendo das condições das peças correspondentes (Oberg et al. 2012).

Foram utilizados os standards ISO, inicialmente reviu-se a tolerância e encaixe entre o extensor e o corpo principal da dobradiça. Era necessário que as duas partes tivessem folga, portanto, consultou-se a tabela 1 e determinou-se que a classe da folga deveria ser a H7/g6, este correspondia ao objectivo como diz na tabela, ajuste de deslize, não pode correr livremente, mas mover-se e virar-se livremente e localizá-lo com precisão.

Tabela 1. Descrição das preferências de encaixe.

	ISO SYMBOL		DESCRIPTION	
	Hole Basis	Shaft Basis		
Clearance Fits	H11/c11	C11/h11	*Loose running* fit for wide commercial tolerances or allowances on external members.	↑ More Clearance
	H9/d9	D9/h9	*Free running* fit not for use where accuracy is essential, but good for large temperature variations, high running speeds, or heavy journal pressures.	
	H8/f7	F8/h7	*Close Running* fit for running on accurate machines and for accurate moderate speeds and journal pressures.	
	H7/g6	G7/h6	*Sliding fit* not intended to run freely, but to move and turn freely and locate accurately.	
	H7/h6	H7/h6	*Locational clearance* fit provides snug fit for locating stationary parts; but can be freely assembled and disassembled.	
Transition Fits	H7/k6	K7/h6	*Locational transition* fit for accurate location, a compromise between clearance and Interference.	
	H7/n6	N7/h6	*Locational transition* fit for more accurate location where greater interference is permissible.	
Interference Fits	H7/p6[a]	P7/h6	*Locational interference* fit for parts requiring rigidity and alignment with prime accuracy of location but without special bore pressure requirements.	More Interference ↓
	H7/s6	S7/h6	*Medium drive* fit for ordinary steel parts or shrink fits on light sections, the tightest fit usable with cast iron.	
	H7/u6	U7/h6	*Force* fit suitable for parts which can be highly stressed or for shrink fits where the heavy pressing forces required are impractical.	

[a] Transition fit for basic sizes in range from 0 through 3 mm.

Seguidamente, determinou-se qual seriam os valores para a classe de encaixes H7/g6, em que a medida nominal seria 20mm.

A tabela seguinte reflete os valores para a classe de encaixe desejada.

Tabela 2. Diferentes encaixes de folga para buraco nominal 20mm.

Basic Size[a]		Loose Running			Free Running			Close Running			Sliding			Locational Clearance		
		Hole H11	Shaft c11	Fit[b]	Hole H9	Shaft d9	Fit[b]	Hole H8	Shaft f7	Fit[b]	Hole H7	Shaft g6	Fit[b]	Hole H7	Shaft h6	Fit[b]
20	Max	20.130	19.890	0.370	20.052	19.935	0.169	20.033	19.980	0.074	20.021	19.993	0.041	20.021	20.000	0.034
	Min	20.000	19.760	0.110	20.000	19.883	0.065	20.000	19.959	0.020	20.000	19.980	0.007	20.000	19.987	0.000

Determinou-se assim que o extensor pode ter uma variação de medidas entre os 19.980mm e os 19.993mm e o corpo principal da dobradiça pode ter uma variação entre os 20mm e os 20.021mm, estando o encaixe entre os 0.007mm de tolerância mínima, até aos 0.041mm de tolerância máxima.

A plataforma e os tubos têm a classe de encaixe G7/h6, é a mesma classe que a anterior mas dá prioridade ás medidas do eixo. A medida nominal é 10mm.

Tabela 3. Diferentes encaixes de folga para eixo nominal 10mm.

Basic Size[a]		Loose Running			Free Running			Close Running			Sliding			Locational Clearance		
		Hole C11	Shaft h11	Fit[b]	Hole D9	Shaft h9	Fit[b]	Hole F8	Shaft h7	Fit[b]	Hole G7	Shaft h6	Fit[b]	Hole H7	Shaft h6	Fit[b]
10	Max	10.170	10.000	0.260	10.076	10.000	0.112	10.035	10.000	0.050	10.020	10.000	0.029	10.015	10.000	0.024
	Min	10.080	9.910	0.080	10.040	9.964	0.040	10.013	9.985	0.013	10.005	9.991	0.005	10.000	9.991	0.000

Assim a plataforma pode variar entre os 10.005mm e os 10.020mm e os tubos podem variar entre os 9.991mm e os 10mm, estando o encaixe entre os 0.005mm de tolerância mínima, até aos 0.029mm de tolerância máxima.

Em relação à rosca na dobradiça, a que estava presente até agora era M17, no entanto esta é uma rosca invulgar nos *standards* (tabela 4) e preferiu-se utilizar uma rosca mais convencional, sendo esta M18 com um *pitch* de 2.

Tabela 4. British Standard ISO Metric Screw Threads — Diameter/Pitch Combinations BS 3643:Part 1:1981 (R2004).

Nominal Diameter Choices			Coarse Pitch	Fine Pitch	Constant Pitch
1st	2nd	3rd			
16	…	…	2	1.5	1
…	…	17	…	…	1.5, 1
…	18	…	2.5	1.5	2, 1
20	…	…	2.5	1.5	2, 1

Assim, esta rosca também ia ajudar com problemas de espessuras que foram encontrados no macho da tampa da dobradiça, como demonstra a figura 70.

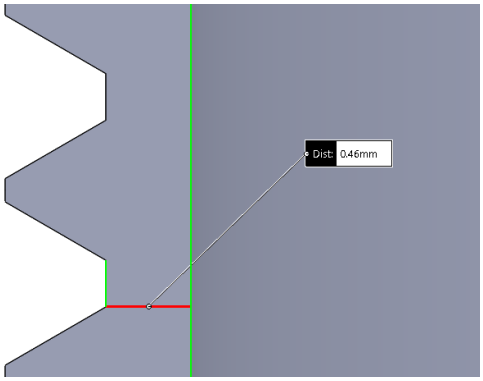


Figura 70. Espessura da rosca na tampa da dobradiça.

Foi possível verificar que a espessura era apenas de 0.46mm o que faria com que a rosca fosse extremamente frágil ou sofresse fissuras durante a sua construção.

Desta forma optou-se por se refazer esta utilizando uma rosca M18, com o perfil básico ISO 68 da figura abaixo.

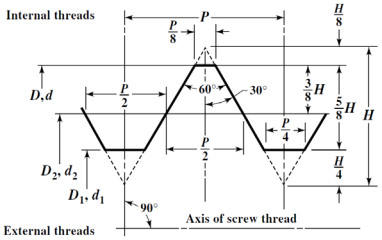


Figura 71. Perfil de rosca basico ISO 68.

Para os cálculos da rosca, recorreu-se a uma calculadora online onde é possível introduzir a medida nominal, o *pitch* e os tipos de classes para o macho e fêmea, no entanto era necessário saber que classes de tolerâncias se iam escolher.

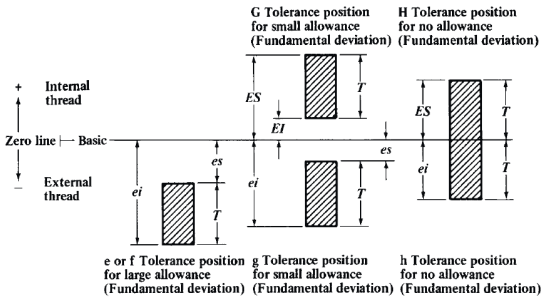


Figura 72. Sistema métrico de tolerâncias para roscas.

Existem três qualidades de tolerância: fino, para roscas de precisão quando pequenas variações de encaixe são necessárias. Médio, para propósitos gerais e grosso para quando pode existir dificuldades na manufactura.

Tabela 5. Classes de tolerâncias para parafusos e porcas.

Tolerance Classes for Nuts						
Tolerance Quality	Tolerance Position G			Tolerance Position H		
	Short	Normal	Long	Short	Normal	Long
Fine	…	…	…	4H[b]	5H[b]	6H[b]
Medium	5G[a]	6G[c]	7G[c]	5H[a]	6H[a,d]	7H[a]
Coarse	…	7G[c]	8G[c]	…	7H[b]	8H[b]

Tolerance Classes for Bolts												
Tolelance Quality	Tolerance Position e			Tolerance Position f			Tolerance Position g			Tolerance Position h		
	Short	Normal	Long	Short	Normal	Long	Short	Normal	Long	Short	Normal	Long
Fine	…	…	…	…	…	…	…	…	…	3h4h[c]	4h[a]	5h4h[c]
Medium	…	6e[a]	7e6e[c]	…	6f[a]	…	5g6g[c]	6g[a,d]	7g6g[c]	5h6h[c]	6h[b]	7h6h[c]
Coarse	…	…	…	…	…	…	…	8g[b]	9g8g[c]	…	…	…

[a] Primeira escolha.
[b] Secunda escolha.
[c] Terceira escolha; Estes devem ser evitados.
[d] Para roscas de parafusos e porcas comerciais.

Optou-se por usar tolerâncias com propósitos gerais, comercialmente usados. Sendo assim a fêmea é da classe 6H e o macho da classe 6g.
Os cálculos foram gerados (tabela 6) e transpuseram-se essas medidas para a criação da rosca.

Tabela 6. Dimensões para rosca M18x2.

Note	Calculations are done according to tolerance tables given in ISO 965-1.		
Designation	--	M18x2	---
Tolerance Class for Bolt	--	6g	
Tolerance Class for Nut	--	6H	
Screw Thread Series	--	N/A	
Pitch	P	2	mm
LIMITS OF SIZES FOR EXTERNAL THREADS (BOLTS)			
Maximum Major Diameter	d_{max}	17.962	mm
Minimum Major Diameter	d_{min}	17.682	
Maximum Pitch Diameter	d_{2max}	16.663	
Minimum Pitch Diameter	d_{2min}	16.503	
Maximum Rounded Root Minor Diameter	d_{3max}	15.742	
Minimum Rounded Root Minor Diameter	d_{3min}	15.271	
Minimum Root Radii	R_{min}	0.25	
Minimum Truncation	C_{min}	0.25	
Maximum Truncation	C_{max}	0.485	
LIMITS OF SIZES FOR INTERNAL THREADS (NUTS)			
Minimum Major Diameter	D_{min}	18.000	mm
Maximum Pitch Diameter	D_{2max}	16.913	
Minimum Pitch Diameter	D_{2min}	16.701	
Maximum Minor Diameter	D_{1max}	16.210	
Minimum Minor Diameter	D_{1min}	15.835	
BASIC DIMENSIONS			
Basic Major Diameter	d , D	18	mm
Basic Pitch Diameter	d_2 , D_2	16.701	
Basic Minor Diameter	d_1, D_1	15.835	
Fundamental Triangle Height	H	1.732000	

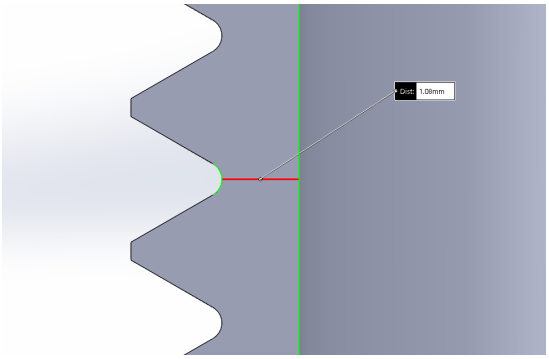


Figura 73. Espessura modificada na tampa da dobradiça.

Conseguindo assim aumentar ligeiramente a espessura da tampa da dobradiça.

Outro ponto a ter em conta seria o batente para que o aro pudesse rodar, este tinha uma medida nominal de 5mm de espessura, era necessário então ver as folgas de acordo com esta medida.

Tabela 7. Diferentes encaixes de folga para eixo nominal 5mm.

Basic Size[a]		Loose Running			Free Running			Close Running			Sliding			Locational Clearance		
		Hole H11	Shaft c11	Fit[b]	Hole H9	Shaft d9	Fit[b]	Hole H8	Shaft f7	Fit[b]	Hole H7	Shaft g6	Fit[b]	Hole H7	Shaft h6	Fit[b]
5	Max	5.075	4.930	0.220	5.030	4.970	0.090	5.018	4.990	0.040	5.012	4.996	0.024	5.012	5.000	0.020
	Min	5.000	4.855	0.070	5.000	4.940	0.030	5.000	4.978	0.010	5.000	4.988	0.004	5.000	4.992	0.000

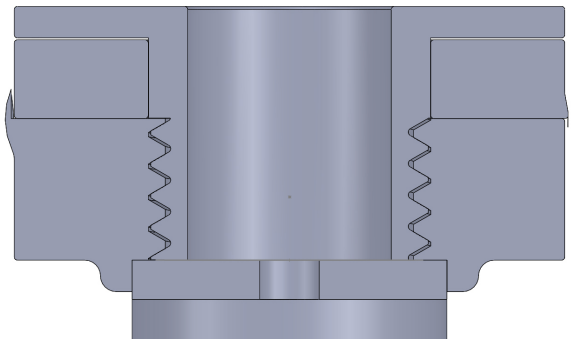


Figura 74. Vista de secção da dobradiça onde é possível perceber as diferentes folgas.

O resultado destas tolerâncias são perceptíveis na figura 74.

Por ultimo acrescentou-se uma tolerância com 0,2mm (fig.75) nos cilindros que conectam os tubos para que estes não interferissem com o movimento do aro. Esta tolerância é maior já que o peso no suporte pode fazer com que haja elasticidade nestes cilindros, e haja interferência, assim, mesmo que com peso, esta compensação impede que as peças interfiram.

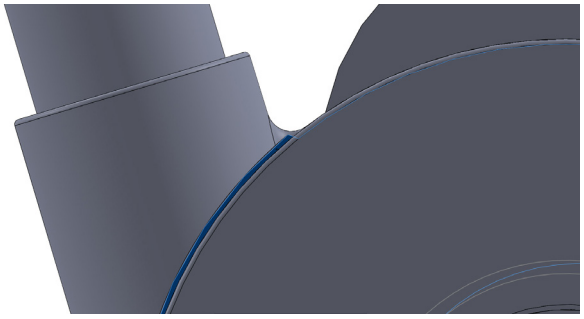


Figura 75. Folga entre os cilindros e o aro da dobradiça, assinalado a azul.

MATERIAIS E PROCESSOS

Os materiais foram tidos em conta para o desenvolvimento da proposta, já que também influenciariam o prototipo.

Inicialmente foi considerada a densidade x preço, pois, o peso do suporte deve ser reduzido já que influência o esforço que o ciclista necessita de fazer para se deslocar e o preço do material influencia o custo que o produto irá ter. Apenas se considerou metais, já que compósitos como fibra de carbono são notórios pelo seu preço.

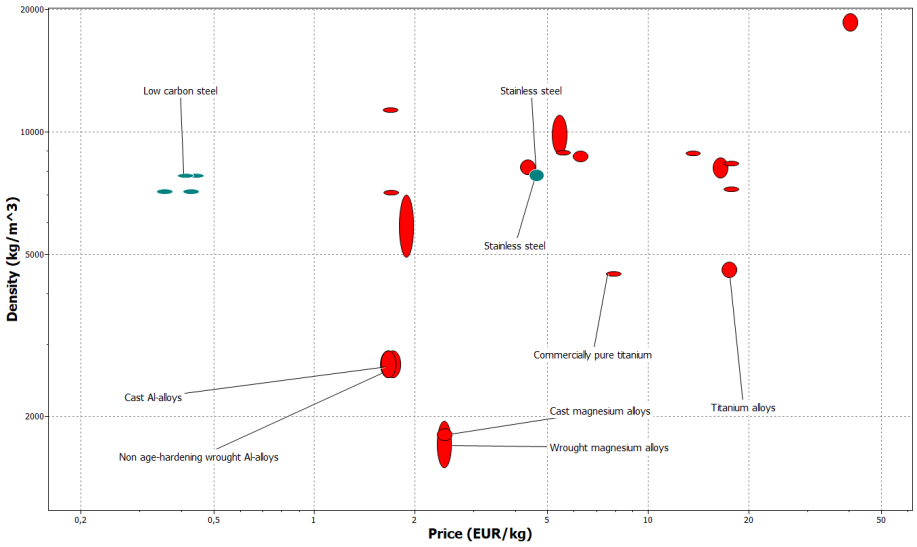


Figura 76. Relação preço/ densidade para os metais selecionados.

Consideraram-se neste parâmetro as ligas de alumínio, já que têm uma boa relação densidade/preço. No entanto ainda teriam de ser considerados a fatiga do material, rigidez e resistência à corrosão, parâmetros importantes para um suporte de bagagem.

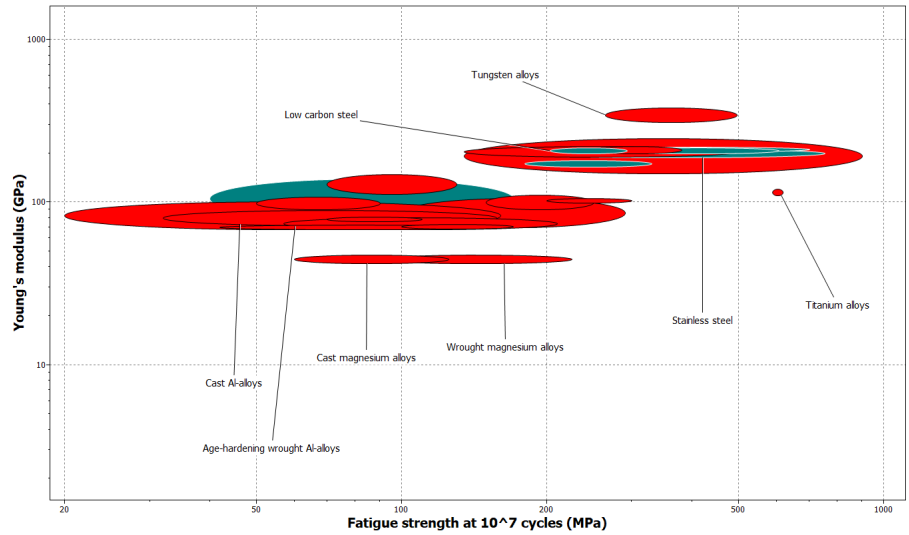


Figura 77. Relação entre a rigidez e a fadiga.

Realizou-se posteriormente uma comparação entre a rigidez do material x a resistência à fatiga do material (fig.77).

Pode-se concluir que as ligas de titânio aparentam ter a melhor resistência à fadiga, no entanto, o seu preço é relativamente elevado. As ligas de alumínio têm os mesmo níveis de resistência à fadiga que as ligas de magnésio, no entanto têm uma rigidez mais elevada. O aço inox também era uma boa opção, mas o seu preço e densidade são elevados.

Por ultimo foram comparados os materiais sobre as propriedades de resistência à corrosão.

Dos materiais considerados, segundo o CES EduPack 2015, o titânio tem muito boa resistência à corrosão, o aço inox também, as ligas de alumínio têm uma boa resistência à corrosão e as ligas de magnésio, dependem dos diferentes elementos presentes no metal.

Concluindo, optou-se pelas ligas de alumínio, já que apresentam uma maior versatilidade nos campos comparados, uma boa relação entre custo e densidade, a rigidez é relativamente boa em comparação com outros metais selecionados, no entanto a resistência à fadiga fica um pouco a desejar, já que apresenta uma grande amplitude entre boa resistência e má.

Posteriormente, selecionaram-se os processos de fabrico dos diferentes componentes.

Para os tubos considerou-se a dobragem/ curvatura de tubo, já que, era uma característica quando se pensou no desenho do produto. Há dois tipos principais de dobragem de tubo e secção, que são a calandragem e dobragem com mandril (fig.79). A calandragem é geralmente usada para curvaturas continuas e maiores em tubos e perfis extrudidos. A dobragem com mandril serve para fazer curvaturas pequenas nos tubos. Para isso utiliza um mandril que é inserido no tubo de metal para prevenir que este colapse (Thompson 2015).

No entanto uma das curvaturas com apenas 2.76º de ângulo é complicada de fazer, segundo a consulta de especialistas durante a fase de prototipagem, pois há a possibilidade de haver algumas variações no ângulo.

Para a plataforma e elementos da tesoura, estes elementos são em chapa de alumínio, utilizam o corte a laser e a quinagem.

Os dois principais tipos de laser usados são CO_2 e Nd:YAG. Ambos funcionam, focando energia térmica num ponto com 0.1mm por

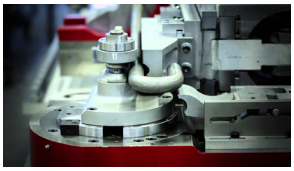


Figura 78. Exemplo de maquina de dobragem de tubo.

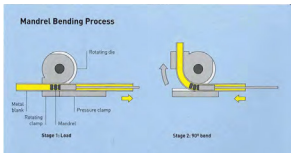


Figura 79. Processo de dobragem com mandril.

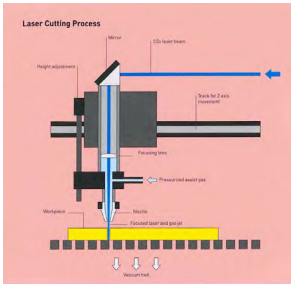


Figura 80. Processo corte a laser.

por 0.1mm e derretem ou vaporizam o material. Ambos operam a altas velocidades com tolerâncias precisas e produzem partes exatas com um uma borda muito bem acabada. A principal diferença entre estes tipos de laser é que os laser CO_2 produzem um comprimento de onde de infravermelhos com 10 microns e os Nd:YAG produzem um comprimento de onda de infravermelhos com 1 micron (Thompson 2015).

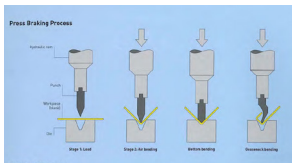


Figura 81. Processo de quinagem de chapa.

A quinagem consiste na deformação plástica de chapa que permite obter geometrias cilíndricas, cónicas ou prismáticas. Têm tendência a serem operadas manualmente e são usadas para peças únicas ou pequenos volumes ou lotes com produção até às 5000 unidades. A pressão é aplicada por uma prensa hidráulica que força o metal a dobrar sobre um eixo entre a punção e a cunha (Thompson 2015).

As restantes peças, da dobradiça, o extensor, o batente para o tubo de fixação à bicicleta, os ilhós e os parafusos especiais, são produzidas através de fundição injectada.

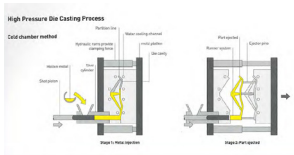


Figura 82. Processo de fundição injetada.

A fundição injectada de alta pressão é um processo versátil e o método mais rápido de formar peças metálicas não ferrosas. O metal derretido é forçado a alta pressão para a cavidade do molde para formar a peça. A alta pressão significa que pequenas partes, finas paredes, detalhes minuciosos e acabamento de superfícies fino podem ser concretizados. As ferramentas e equipamento tem um custo elevado, assim o processo só é aconselhado para a produção de grandes volumes (Thompson 2015).

Para a criação das roscas é necessário um processo secundário de maquinação, já que a fundição injectada apresenta limitações nesse aspecto.

Posteriormente foram criadas simulações virtuais do produto com a bicicleta, a fim de estudar cores e acabamentos de materiais.

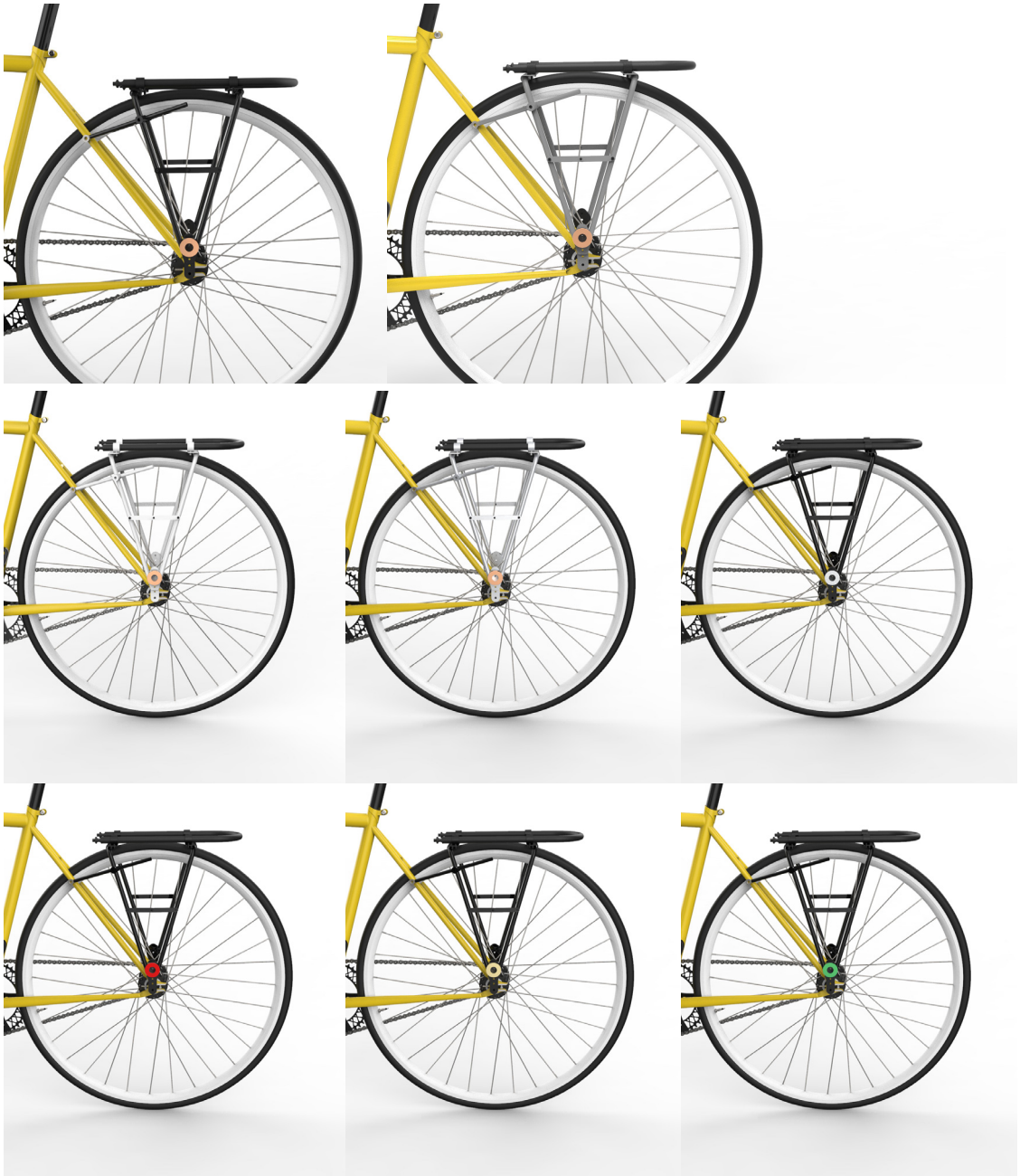


Figura 83. Estudo de combinações de cor, tanto no suporte em si, como apenas na tampa da dobradiça, achou-se que seria importante visualmente dar destaque a este elemento.

Figura 84. Pormenor da dobradiça com a tampa num tom cobre.

Figura 85. Vista traseira, denotou-se que os tubos de fixação não podiam ser rectos, já que interferiam com movimento das hastes.

Figura 86. Pormenor dos elementos de fixação à escora do selim.

Figura 87. Simulação do movimento para colocar o cadeado.

Figura 88. Componentes da dobradiça e Extensor maquinadas em CNC.

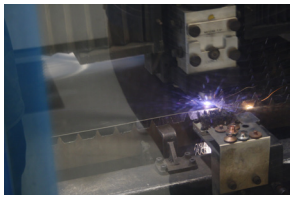


Figura 89. Processo da chapa a ser cortada na empresa.

Figura 90. Chapa da plataforma cortada a laser.

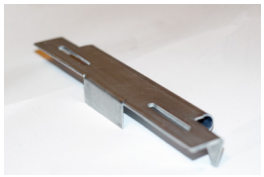


Figura 91. Processo de quinagem completo

Figura 92. Empresa Santiago & Tavares, Lda.

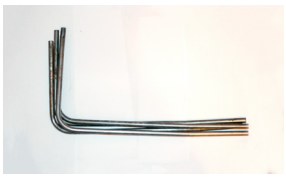


Figura 93. Tubos em ferro com 28mm de raio.

Figura 94. Ferramenta para dobragem de tubos manual.

3.5 PROTÓTIPO

O objectivo da criação do protótipo foi para conseguir testar e verificar se o que foi projectado funcionava como desejado.
Queríamos criar o prototipo nos materiais e processos o mais próximos aos de produção, no entanto sem descartar métodos de prototipagem rápida como é o caso de impressão 3D, neste caso, o processo usado foi *Fused Deposition Modeling* (FDM). Esta fase, envolveu alguma experimentação, já que algumas ideias de soluções técnicas não funcionaram como esperado.

Para a criação da dobradiça e extensor, considerou-se a maquinação CNC de alumínio, contactaram-se diversas empresas nacionais e internacionais de modo a conseguir uma parceria no desenvolvimento destas peças, algumas nacionais estavam dispostas mas os custos de produção de um exemplar, acabaram por retrair qualquer colaboração. Recorreu-se ao mercado chinês, onde os preços são muito competitivos e realizou-se a prototipagem (fig.88), o capitulo das tolerâncias veio a ser fundamental nestes componentes.

Seguidamente, procurou-se empresas no ramo da quinagem, para a realização da plataforma. Mais uma vez os custos de produção de dois exemplares e necessidade um punção especial para realizar a dobra cilíndrica, tornaram inviável este caminho. Assim, através de uma parceria com a empresa A.J.Antunes, Lda. especialistas no corte a laser (fig.89), foi possível cortar a planificação da plataforma (fig.90). Contudo, a quinagem, teria de ser feita manualmente (fig.91), criando algumas imperfeições, o que não era o caso se fossem utilizadas máquinas.

Para os tubos contactaram-se diversas empresas, a empresa Santiago & Tavares, Lda. (fig.92), concordou em fornecer os tubos, no entanto, haviam limitações em relação ao raio que não poderia ser 20mm mas 28mm, por ser o adaptador mais pequeno que possuíam para tubos com 10mm e os tubos teriam de ser em ferro (fig.93).

Posteriormente, encontrou-se uma ferramenta capaz de dobrar os tubos com 20mm de raio (fig.94). Adquiriu-se tubos em aluminio com 10mm de diâmetro e foi possível curvar com as especificações do projeto (fig.95).

Esta ferramenta também veio a ajudar na dobragem dos tubos de fixação à escora do selim (fig.96). Para enroscar os parafusos especiais, utilizou-se um mandril M6 nas pontas dos tubos.

Os restantes componentes (fig.99), não sendo estruturais e para retenção de custos foram criados utilizando FDM, atualmente é uma tecnologia muito utilizada no mercado da prototipagem, os resultados são rápidos e os custos reduzidos.

Durante o desenvolvimento deste processo foi necessário recorrer a outros métodos de prototipagem, já que com este processo alguns componentes não conseguiam cumprir a sua função, nomeadamente os fixadores dos tubos da figura 97 e as tesouras da figura 98.

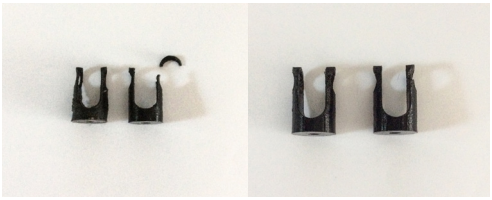


Figura 97. Fixadores dos tubos em FDM.

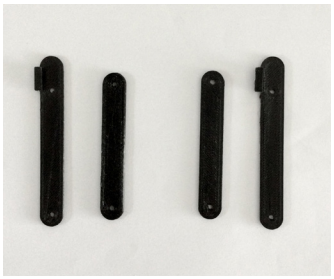


Figura 98. Tesouras em FDM.

Os fixadores sofreram uma alteração entre fases de FDM (fig.97), com o intuito de os tornar mais robustos a fim de não quebrarem, este processo acabou por não funcionar, mas preferiu-se visualmente os fixadores à direita na figura 97, sendo agora essas as medidas finais.

Para os fixadores utilizou-se alumínio em um processo de maquinação com o auxilio de uma fresadora, resultou numa peça com bom acabamento e estruturalmente solida (fig.100).

As tesouras, decidiu-se criar no processo final, recorrendo à quinagem de chapa de alumínio. O corte e quinagem foram manuais (fig.101).

Apenas permanecem em FDM os ilhós que seguram o cadeado e os parafusos especiais para a fixação na escora do selim (fig.102).

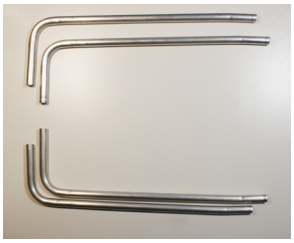


Figura 95. Tubos em aluminio com 20mm de raio.

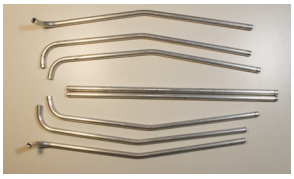


Figura 96. Estudos de curvatura dos tubos de fixação à escora do selim.

Figura 99. Componentes criados em impressão 3D FDM.

Figura 100. Fixadores fresados em aluminio.

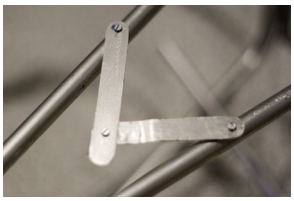


Figura 101. Tesouras em chapa de aluminio.

Figura 102. Ilhós e parafusos especiais em FDM com polímero PLA.

A montagem dos componentes trouxe alguns desafios, nomeadamente a ligação entre os tubos e a dobradiça.

Para que os tubos não saíssem da sua posição na dobradiça, considerou-se utilizar uma fita de neopreno para bloquear o tubo na posição desejada, já que esteticamente o tubo ficava liso, no entanto, verificou-se que o espaçamento entre o tubo e o cilindro que encaixa era demasiado pequeno para o neopreno realizar a sua função.

Assim, optou-se por um parafuso M2 de cabeça cilíndrica com fenda (fig.103). Este foi colocado no interior do suporte para não ser tão intrusivo visualmente, quando o suporte está instalado na bicicleta, os parafusos são quase imperceptíveis e não arruínam a estética do suporte.

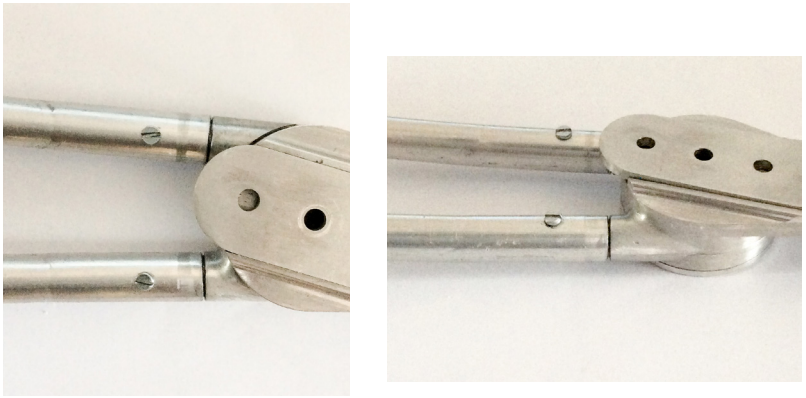


Figura 103. Ligação entre os tubos e a dobradiça com parafuso.

Figura 104. Porca de rebite.

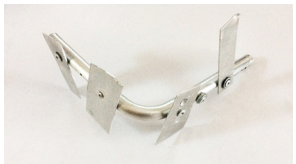


Figura 105. Experimentação dos diferentes modos de fixação.

Figura 106. Rebite cego.

Figura 107. Rebite semi-tubular.

Outro componente que foi necessária experimentação foram as tesouras, já que não queríamos que esta fixação atravessasse o tubo, foi então essencial encontrar um modo de fixação cego. Existem no mercado porcas de rebite (fig.104) que permitem que posteriormente seja roscado um parafuso, mas, as dimensões encontradas, neste caso,não funcionariam. Após alguma experimentação (fig.105) a solução técnica encontrada foi utilizar um rebite cego (fig.106) e posteriormente criar uma rosca M2 no seu interior. Aqui, foi utilizado o mesmo tipo de parafuso de cabeça cilíndrica com fenda referido anteriormente.

Para o eixo da tesoura considerou-se utilizar um rebite semi-tubular, no entanto não se encontrou um rebite com um diâmetro suficientemente pequeno para o propósito. A solução técnica encontrada foi usar um parafuso M2 com porca. Para que o parafuso não saísse com o movimento, o limitador de movimento na tesoura serve de batente.

Figura 108. Solução técnica para a ligação entre os tubos e as tesouras.

Para que os parafusos não se soltassem devido a vibrações enquanto se pedala, foi usado um fixador de roscas (fig.109), evitam o afrouxamento e fixam quaisquer parafusos roscados contra vibrações e impactos.

São produtos líquidos muito fluidos que preenchem a folga entre as flanges das roscas. São adesivos monocomponentes líquidos e semisólidos. Curam à temperatura ambiente, formando um plástico termoendurecível sólido e duro quando aplicado entre as superfícies de aço, alumínio, latão e muitos outros metais. Curam na ausência de ar. O adesivo preenche completamente os espaços existentes entre as roscas, para fixar roscas e juntas (Henkel 2018).

Para fixar os ilhós que seguram o cadeado, utilizam-se porcas de mama (fig.110), já que assim, as roscas ficam no interior destas, sendo mais confortável o seu ajuste.

Figura 109. Fixador de roscas Loctite.

Figura 110. Porca de mama, forma alta.

3.5.1 TESTES

Após terminada a construção do protótipo, realizaram-se testes para validar o que foi projetado.

Figura 111. Suporte montado na bicicleta.

A montagem na bicicleta revelou-se fácil, havendo só alguns pontos mais complicados que foram contornados da seguinte forma: Primeiramente, conecta-se a plataforma aos tubos. Deixando uma ligeira margem de manobra.

Figura 112. Conexão entre os tubos e a plataforma.

Posteriormente, para facilitar o processo, fixa-se apenas um dos elementos de fixação ao *dropout* ou eixo, dependendo da bicicleta, não apertando totalmente para haver a possibilidade de ajuste.

Figura 113. Fixação no *dropout* da bicicleta.

Figura 114. Movimento para empurrar os tubos para o interior da plataforma.

Figura 115. Nivelação do suporte.

E de seguida empurram-se os tubos para o interior da plataforma até que o elemento de fixação ao *dropout* do lado que não foi fixo coincida com o *dropout*, fixando esse também, nivela-se o suporte (fig.115) e apertam-se os parafusos na totalidade.

Figura 116. Elemento de fixação entre os tubos.

Figura 117. Fixação da escora do selim com parafuso especial.

Termina-se colocando o tubo de fixação e o elemento de fixação entre os tubos, aperta-se ligeiramente mas com folga, ajustam-se os tubos até coincidirem com os elementos na escora do selim, apertam-se esses parafusos e volta-se ao elemento de fixação entre os tubos e aperta-se firmemente.

Depois dos testes de montagem, partem-se para os testes de utilização.

A colocação do cadeado aparenta alguma facilidade, no entanto, o facto de os ilhós serem num material quebradiço, faz com que haja alguma hesitação na colocação da manilha.

Figura 118. Sequência de colocação do cadeado.

Outros pontos a notar são o facto de as tolerâncias entre o tubo e a plataforma dificultarem o movimento dos componentes. Possivelmente deve-se ao facto da quinagem da plataforma ter sido feita manualmente.

Os ilhós causam alguma resistência devido à fricção criada entre a protecção da manilha e o PLA que apresenta irregularidades na deposição de camadas, possivelmente no material final não aconteceria, já que este iria estar sem irregularidades na superfície.

Testou-se a resistência ao peso (fig.119), o suporte aguentou confortavelmente com 16kg (fig.122), valor acima dos objectivos definidos. Contudo, não é aconselhável este peso ficar no topo da bicicleta, já que cria instabilidade, é preferível considerar o uso de alforges para pesos elevados pois baixam o centro de gravidade.

O único problema que se notou foi uma ligeira flexão nas plataformas (fig.123), isto deve-se à chapa de alumínio ser um pouco flexível.

Verificou-se o peso total do suporte de forma a comparar com outros suportes convencionais do mercado. Este suporte pesa 400g, ligeiramente abaixo dos verificados no mercado.

Testou-se o uso de elásticos para prender objectos.

Figura 120. Colocação dos elásticos na tesoura.

Figura 121. Elásticos presos na tesoura.

Estes funcionaram bem para o objectivo, no entanto, assim como acontece na plataforma, a chapa apresenta demasiada maneabilidade. Uma solução para estes problemas, poderia ser usar chapa em aço inox, iria acrescentar um pouco de peso, mas a rigidez iria ser maior.

Figura 124. Suporte com mercadoria.

Figura 119. Teste de resistência ao peso.

Figura 122. Total de peso testado.

Figura 123. Flexão da plataforma.

Testou-se o suporte durante a utilização, para se perceber se existia algum tipo de ruídos criados pelo suporte, ao qual constatou-se que não quando o suporte transporta carga, mas quando o suporte vai só com o cadeado, em estradas mais sinuosas a folga entre os ilhós e o cadeado causa um ligeiro ruído.

Figura 125. Teste de utilização durante a pedalada.

Testa-se quando a bicicleta é bloqueada a um elemento imóvel.

Notou-se que o suporte pode ser usado como auxilio ao cadeado a ficar numa posição elevada, dificultando potenciais ataques, já que o criminoso não tem o apoio do chão para exercer mais força sobre a ferramenta que está a usar.

Figura 126. Bicicleta bloqueada a elemento imóvel.

Quando o cadeado não está presente as duas plataformas conectam-se e através de um íman de neodímio permanecem juntas.

Por ultimo testa-se o suporte com outras bicicletas.

Figura 127. Bicicleta de montanha roda 26" sem suspensão.

Os tubos de fixação à escora permitem um bom ajuste de uma bicicleta para a outra, apesar dos travões traseiros serem um obstáculo, com os necessários ajustes foi possível contorná-los. Foi necessário colocar o extensor no tamanho mínimo.

Figura 128. Bicicleta de montanha roda 26" com dupla suspensão e travão de disco.

É possível o suporte funcionar em bicicletas como a da figura anterior, já que a escora do selim é fixa, não afetando a suspensão, em bicicletas que a escora do selim influência a suspensão não é recomendado o uso deste suporte.

Apesar deste quadro não possuir elementos de fixação de porta-bagagens, é possível usar a rosca para travões ferradura na "ponte" da escora do selim (fig.129). No entanto, se os pneus forem bastante largos podem entrar em conflito com os tubos de fixação.

Figura 129. Rosca de travões ferradura a ser usada como elemento de fixação do suporte.

No caso dos travões de disco, com a solução implementada na arquitectura do produto, existe espaço entre o extensor e os travões, não criando qualquer conflito (fig.130).

No entanto, era uma mais valia o espaçador do extensor ser ligeiramente mais pequeno em diâmetro, já que se encontra no limite antes de criar interferência com outras partes (fig.131).

Figura 130. Espaçamento entre suporte e travão de disco.

Figura 131. Espaçador do extensor toca na chaveta de libertação rápida.

Figura 132. Suporte sem cadeado.

Figura 133. Suporte com cadeado.

3.5.2 ALTERAÇÕES

Além das alterações do material da chapa de alumínio que passava a ser em aço inox e da atenção necessária à tolerância entre os tubos e a plataforma.

Quatro alterações que iriam facilitar o uso são: uma alteração na plataforma, nas porcas que prendem os ilhós, no corpo principal da dobradiça e no espaçador do extensor. Apenas se considerou uma alteração estética.

Notou-se durante a montagem que era complicado colocar os ilhós paralelos uns aos outros e simétricos na plataforma, assim, a proposta era colocar linhas guias em baixo relevo para facilitar o alinhamento destes ilhós, como demonstra a figura abaixo.

Figura 134. Alterações na plataforma.

Estas linhas seriam feitas através de gravura a laser, durante o processo do corte da chapa.

Figura 135. Renderização para percepção das linhas guia.

Outra alteração, seria a substituição das porcas de mama que prendem os ilhós à plataforma por porcas borboleta (fig.136). O ajuste ao cadeado tornou-se mais complicado porque era sempre necessário o uso de uma chave de bocas para apertar e desapertar. Eliminando o uso de ferramentas, o processo de ajuste dos ilhós ao cadeado deve tornar-se mais simples.

Figura 136. Exemplo de porca borboleta.

Observou-se que para fazer o ajuste em altura era um pouco complicado já que por vezes o corpo principal da dobradiça saia do canal que mantinha o extensor vertical. Para isso a criação de um batente é fundamental.

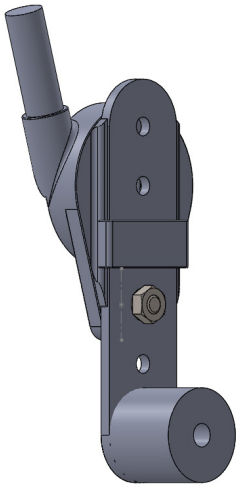


Figura 137. Corpo da dobradiça com ranhura para extensor.

Figura 138. Render da dobradiça.

O espaçador do extensor deve ter o diâmetro reduzido, ou afunilado (fig.139) desta forma, o risco de causar interferência entre partes é reduzido.

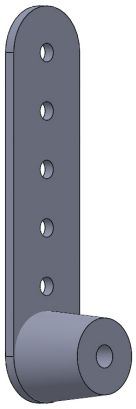


Figura 139. Extensor afunilado com 5º.

Por ultimo, uma alteração estética. Os ímanes no prototipo estão colados no interior da plataforma, mas são visíveis. A proposta é a extensão do batente para fechar os ímanes no interior da plataforma. E a criação de uns tampões num polímero para finalizar os cantos do batente.

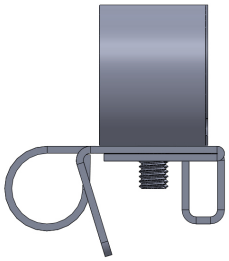


Figura 140. Plataforma com alteração no batente.

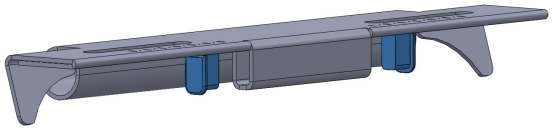


Figura 141. Vista explodida da plataforma com os tampões assinalados a azul.

Figura 142. Renderização para percepção do tampão na plataforma.

3.5.3 SUMÁRIO DA PROPOSTA

A proposta é um suporte que auxilia o cadeado em U a assumir uma dupla função, cadeado e porta-bagagens.

O suporte é compatível com grande parte dos cadeados em U acima dos 12mm de espessura (fig.144). Para bicicletas que não possuam elementos de fixação nos *dropouts* há a possibilidade de utilizar uma chaveta de libertação rápida. Também é compatível com bicicletas com travão de disco.

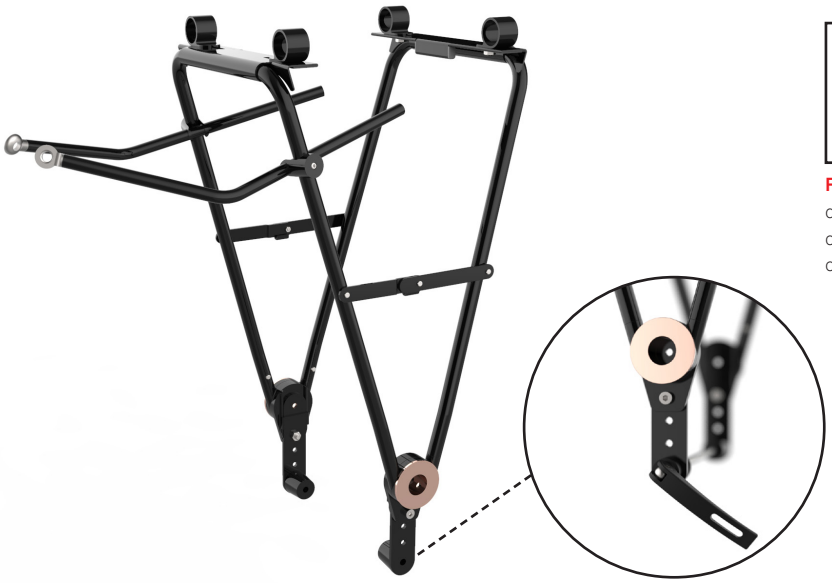


Figura 143. Suporte para cadeado em U. Pormenor da utilização de chaveta de libertação rápida.

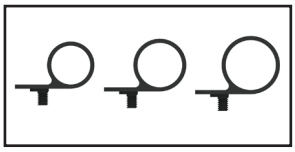
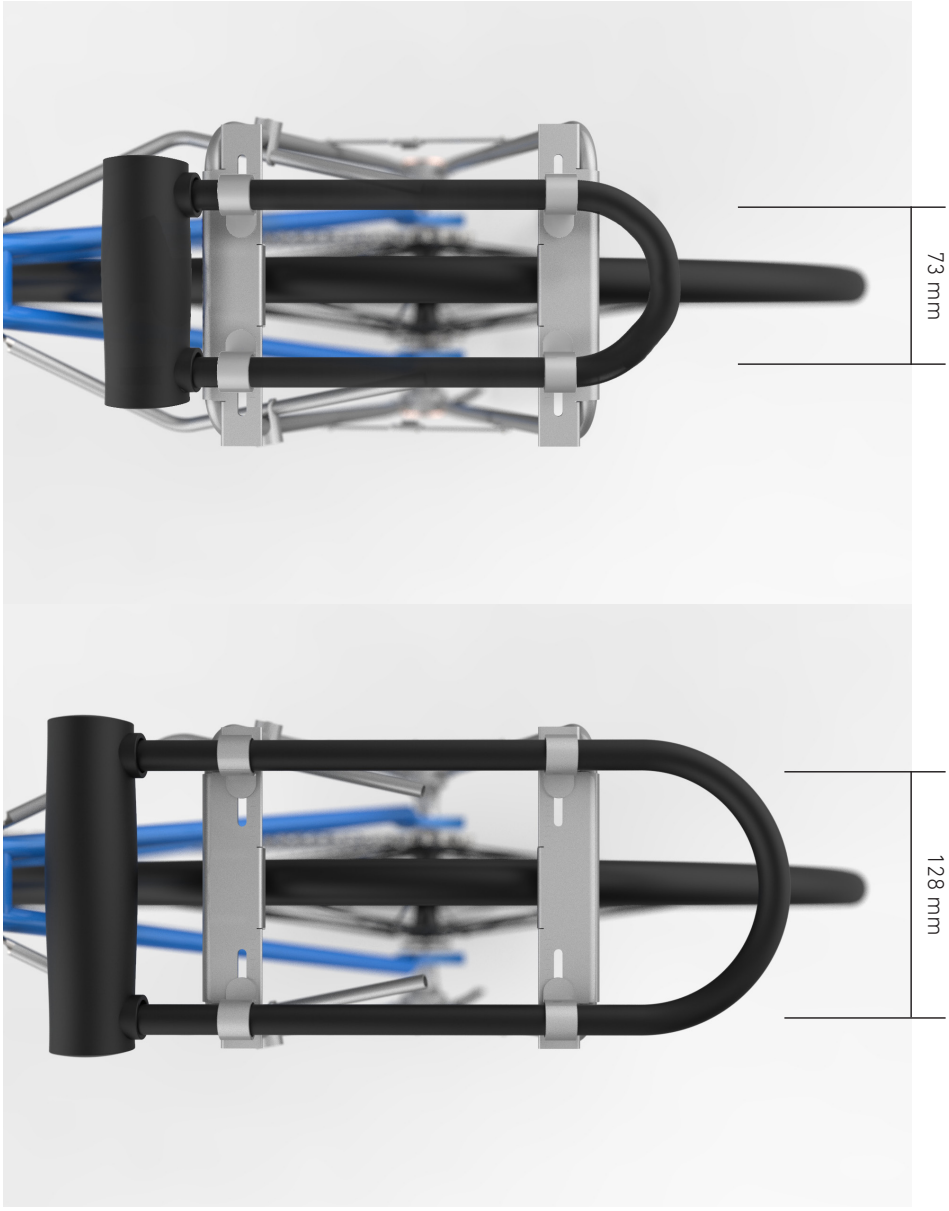


Figura 144. Diferentes diâmetros de ilhós para compatibilidade com cadeados entre os 12mm e os 20mm.

Figura 145. Suporte para cadeado em U fechado. Pormenor da colocação do cadeado[23].

23. Para facilitar a ergonomia da colocação do cadeado o suporte fecha para que os ilhós fiquem próximos. Quando não está em utilização o suporte mantém-se fechado devido a ímanes nas plataformas.

Figura 146: Simulação das larguras mínimas e máximas para os cadeados.



Permite a utilização da maioria dos cadeados em U, com 73mm até 128mm de largura. Para facilitar o ajuste dos ilhós, a plataforma tem em baixo relevo linhas que servem de guia para o cadeado ficar simétrico em relação ao suporte.

O suporte é construído em alumínio e pesa 400g, Para fixar à bicicleta vêm incluídos parafusos M5, tanto para os *dropouts,* como também para a escora do selim.

Figura 147. O suporte tem vários niveis de altura, para ser compatível com bicicletas com rodas 26", 27,5", 28" e 29".

Figura 148. Para transportar objectos que seja necessário o recurso a elásticos, estes podem ser presos no espaçador que funciona como tesoura.

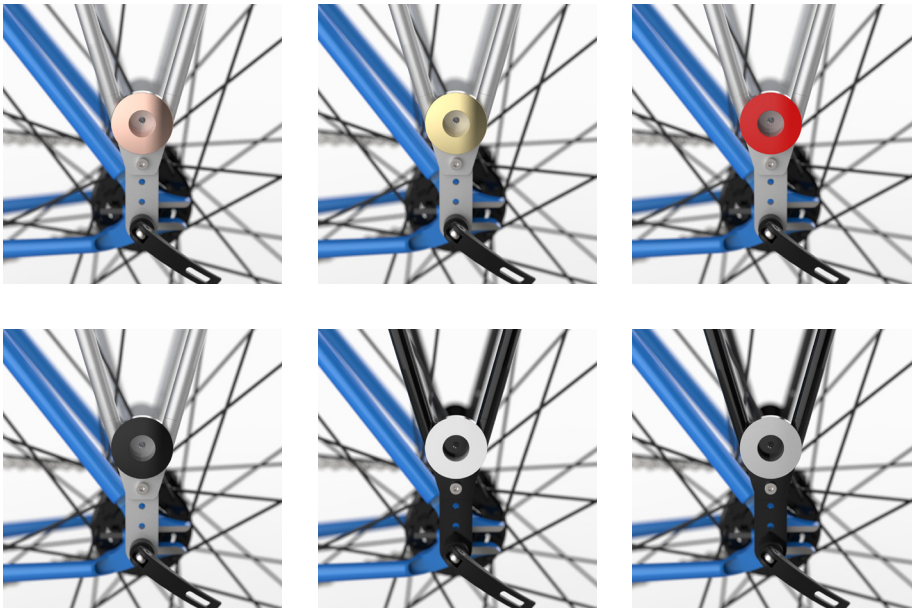
Pode ter três cores diferentes:

Figura 149. Cores disponíveis

Preto, para quem gosta de ser discreto. Cinzento metalizado, relembrando os suportes *vintage* e branco para quem quer dar destaque.

A dobradiça é o elemento que se quer destacado, assim pode assumir diferentes cores, entre eles, cobre, bronze, prata, vermelho, branco e preto (para suportes que não são pretos, assim como com as outras cores, já que anulava o objetivo de criar destaque).

Figura 150. Cores disponíveis para a dobradiça.



Estes conjuntos de cores sucedem-se já que, a cultura da personalização está bem presente no mundo das bicicletas.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

CONCLUSÃO

4.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Despoletada pela curiosidade pelo mundo das bicicletas fez-se uma recolha e análise de vários aspectos que definiam o estado atual deste meio de transporte e a problemática do furto das bicicletas, principalmente o facto deste problema impedir as pessoas de desfrutarem a bicicleta.

Procedeu-se à recolha de evidências procurando abordar o local, veiculo, utilizador, criminoso e dispositivo antirroubo, a fim de compreender as práticas dos utilizadores e dos criminosos e as características dos dispositivos antirroubo, de forma a encontrar falhas possíveis de colmatar interligando a interdisciplinaridade do Design com a investigação criminal.

Inicialmente abordou-se o local, foram identificados diversos problemas no espaço urbano, dos quais os factores como o ambiente do parqueamento, em que o local onde se encontra o sistema de parqueamento, a altura do dia, luz, duração do parqueamento, vigilância, manutenção influenciam o furto da bicicleta. Também factores relacionados com os sistemas de parqueamento, se estes forem mal desenhados, o ciclista pode criar um erro de utilização e a bicicleta ser furtada, ou podem danificar a bicicleta. O *Flyparking*

ser recorrente quando os sistemas de parqueamento são escassos ou têm más condições.

Além da análise bibliográfica, recorreu-se à observação directa de três cidades, Porto, Aveiro e Genebra, onde foi possível constatar e comprovar a leitura bibliográfica.

Seguidamente foi feita uma compilação histórica da tecnologia da bicicleta e a categorização das bicicletas atuais. Identificaram-se as possibilidades de furto dos componentes.

Em relação ao utilizador, identificou-se que utilizadores regulares têm uma maior probabilidade de serem furtados que utilizadores ocasionais. Identificou-se os padrões de bloqueio da bicicleta, por parte dos ciclistas, e analisou-se que a maioria utiliza cadeados de cabo de aço e apenas bloqueia uma das rodas ou apenas o quadro.

Analisou-se as técnicas mais usadas pelos criminosos, recorrendo à leitura bibliográfica e ao visionamento de vídeos. E identificou-se um dos problemas para os ladrões perpetuarem estes crimes que é o facto da recompensa ser elevada para as consequências dos seus atos. Analisou-se o Código Penal e destacou-se dois artigos relevantes para o projecto, o artigo 203.º Furto e o artigo 204.º Furto qualificado. Entrevistou-se o Subcomissário Gabriel da PSP de Aveiro e percebeu-se os problemas locais.

Examinou-se o contexto histórico dos dispositivos antirroubo e categorizou-se os dispositivos atuais, consequência desta pesquisa foram listados 40 dispositivos antirroubo que foram examinados sobre três aspectos, segurança, transporte e praticabilidade. Concluindo-se que os cadeados em U, eram os mais seguros mas sofriam nos outros dois aspectos. Identificaram-se dispositivos alternativos de forma a obter o panorama integral das soluções dissuasoras.

Concluindo com a pesquisa de soluções ao transporte de cadeados em U.

Depois desta investigação essencial para a percepção dos problemas, bem como para potencializar a criatividade do designer na procura de soluções, definiu-se que o projecto iria centrar-se em col-

matar os défices do transporte e praticabilidade dos cadeados em U, procedeu-se ao desenvolvimento conceptual e à arquitectura do produto, esta foi faseada em três partes, sendo a primeira, a definição das variáveis para percepção de problemas de construção. A segunda fase, definiu a estética e a utilização da proposta. Terminando com a terceira fase onde se procedeu a alterações às falhas encontradas nas fases anteriores, a soluções de construção e tolerâncias. Durante esta fase, estudou-se também os materiais e processos.

Este processo terminou com a realização de um prototipo, em que foi possível testar a funcionalidade e percepcionar a estética da proposta. Após os testes foram feitas as devidas alterações e um sumário da proposta.

Fundamental para a concretização do protótipo foi a ajuda do meu pai, a A.J.Antunes Lda. e a Santiago & Tavares Lda., sem eles não teria sido possível a sua concretização.

A proposta apresenta uma solução válida com pequenas inovações, nomeadamente a compatibilidade com diferentes cadeados em U do mercado e diferentes bicicletas, onde se considerou o ato de retirar e colocar o cadeado do suporte, respondendo assim aos objectivos iniciais de aumentar a função de um dispositivo antirroubo.

4.2 TRABALHOS FUTUROS

Em termos de perspectivas futuras, a concretização dos melhoramentos após os testes efetuados é um caminho a seguir, sendo posteriormente necessários novos testes e análises a fim de perceber se o produto estará finalizado ou não.

Uma possibilidade era encontrar um parceiro/marca nesta área para finalizar os ajustes de produção e associar o produto a essa marca. Para o produto entrar no mercado era necessário os testes em conformidade com o standard ISO No. 11243:2016.

Outro ponto de desenvolvimento poderá ser um alforge que funcionasse como mochila também, criando uma família de produtos à volta deste suporte.

BIBLIOGRAFIA

Blondiau, Thomas, Bruno Van Zeebroeck, e Holger Haubold. 2016. «Economic Benefits of Increased Cycling». Em Transportation Research Procedia, Vol. 14, p. 2306–13. https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.247.

Brown, Sheldon. 2018. «Bicycle Frame/Hub Spacing». Sheldonbrown.Com. https://www.sheldonbrown.com/frame-spacing.html.

Clarke, Ronald V. 1999. «Hot products: Understanding, anticipating, and reducing demand for stolen goods». Editado por Barry Webb. Police Research Series Paper 112. ISBN: 1-84082-278-3.

DEFRA, e DfT. 2017. «UK plan for tackling roadside nitrogen dioxide concentrations: An overview», n. July: 1–11. Disponível em: www.nationalarchives.gov.uk/doc/open-government-licence/version/3/%0Awww.gov.uk/government/publications%0Awww.gov.uk/defra%0Awww.nationalarchives.gov.uk/doc/open-government-licence/version/3/%0Awww.gov.uk/government/publications.

DFT (Department for Transport) 2004. «DfT Bike and Rail Policy». London. p. 24.

Dorling Kindersley(DK). 2016. «Bicycle: The Definitive History». DK ISBN: 78-1-4654-4393-9.

Dorling Kindersley (DK). 2018. «Grande Manual de Reparação e Manutenção de Bicicletas». 1ª Edição. Traduzido por Lufada de Letras. Texto Editores - Portugal. ISBN: 978-972-47-5142-9.

FLOW Project. 2016. «The Role of Walking and Cycling in Reducing Congestion: A Portfolio of Measures». Brussels. Disponível em: http://www.h2020-flow.eu.

Gamman, Lorraine, Adam Thorpe, e Marcus Willcocks. 2004. «Bike Off! tracking the design terrains of cycle parking: Reviewing use, misuse and abuse». Crime Prevention and Community Safety. https://doi.org/10.1057/palgrave.cpcs.8140199.

Gardner, Gary, Tom Prugh, e Renner Michael. 2016. «Can A City Be Sustainable?». Editado por Lisa Mastny. Island Press. p.177-8. ISBN: 978-1-61091-755-1.

Garrard, Jan, Chris Rissel, e Adrian Bauman. 2012. «Health Benefits of Cycling». Em City Cycling. p.31-3. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.20851/cycling-futures.

Gould, Jane, e Thomas F. Golob. 1998. «Clean air forever? A longitudinal analysis of opinions about air pollution and electric vehicles». Transportation Research Part D: Transport and Environment.

Hadland, Tony, e Hans-Erhard Lessing. 2014. «Bicycle Design: An Illustrated History». The MIT Press. ISBN: 978-0-262-02675-8.

Hartog, Jeroen Johan de, Hanna Boogaard, Hans Nijland, e Gerard Hoek. 2010. «Do the health benefits of cycling outweigh the risks?». Environmental Health Perspectives. https://doi.org/10.1289/ehp.0901747.

Henkel. 2018. «Fixadores De Roscas LOCTITE - Loctite». Loctite.Pt. Disponível em: http://www.loctite.pt/fixacao-de-roscas-9499.htm.

Herlihy, David V. 2004. «Bicycle the history». Yale University Press. ISBN: 0300104189

International Organization for Standardization. 2016. «Cycles -- Luggage carriers for bicycles -- Requirements and test methods (ISO No. 11243:2016)» Disponível em: https://www.evs.ee/products/iso-11243-2016.

John Heskett. 2005. «Design -A Very Short Introduction». Oxford University Press. p.1-2. ISBN : 9780192854469

Johnson, Sd, A Sidebottom, e A Thorpe. 2008. «Bicycle Theft». U.S. Department of Justice. ISBN: 1-932582-87-8. Disponível em: http://discovery.ucl.ac.uk/56016/.

Kestern, J. van, P Mayhew, e Paul Nieuwbeerta. 2000. «Criminal Victimization in Seventeen Industrialised Countries: Key Findings from the 2000 International Crime Victims Survey». WODC. p.66-92. ISBN: 90-74797-14-8.

Kurt, Van Hout. 2008. «Annex I : Literature search bicycle use and influencing factors in Europe .», n. July.

Lierop, Dea van, Michael Grimsrud, e Ahmed El-Geneidy. 2015. «Breaking into bicycle theft: Insights from Montreal, Canada». International Journal of Sustainable Transportation 9 (7): 490–501. https://doi.org/10.1080/15568318.2013.811332.

Lindsay, Graeme, Alexandra Macmillan, e Alistair Woodward. 2011. «Moving urban trips from cars to bicycles: Impact on health and emissions». Australian and New Zealand Journal of Public Health. https://doi.org/10.1111/j.1753-6405.2010.00621.x.

Lundberg, Thomas. 2016. «How Not To Get Your Bike Stolen In The Netherlands». Iamexpat.Nl. Disponível em: https://www.iamexpat.nl/expat-info/dutch-expat-news/how-not-get-your-bike-stolen-netherlands.

Manzini, Ezio. 1993.«A matéria da invenção». Centro Português de Design. ISBN: 972944501X.

McLoughlin, I. V., I. K. Narendra, L. H. Koh, Q. H. Nguyen, B. Seshadri, W. Zeng, e C. Yao. 2012. «Campus Mobility for the Future: The Electric Bicycle». Journal of Transportation Technologies. jtts.2012.21001.

Ministry of Transport/ Public Works and Water Management. 1999. «The Dutch Bicycle Master Plan». Water Management.

Munari, Bruno, and José Manuel de Vasconcelos. 2014 (1982). «Das Coisas Nascem Coisas». Lisboa: Edições 70. p.20-42. ISBN: 978-972-

44-1363-1.

Oberg, Erik, Franklin D Jones, Holbrook Lynedon Horton, Henry H Ryffel, and Christopher J McCauley. 2012. «Machinery's Handbook». 29th ed. New York: Industrial Press. ISBN-13: 978-0831129002.

«Past Earth Overshoot Days». 2018. Earth Overshoot Day. Acedido: Setembro 16. Disponível em: https://www.overshootday.org/newsroom/past-earth-overshoot-days/.

Pinto, Reis. 2017. «Redes Organizadas Para Roubar Bicicletas De Luxo». JN. Acedido: Janeiro 18. Disponível em: https://www.jn.pt/justica/interior/redes-organizadas-para-roubar-bicicletas-de-luxo-8716245.html.

Pucher, John, e Ralph Buehler. 2008. «Making cycling irresistible: Lessons from the Netherlands, Denmark and Germany». Transport Reviews. https://doi.org/10.1080/01441640701806612.

«Science for Environment Policy»: European Commission DG Environment News Alert Service, edited by SCU, The University of the West of England, Bristol.

Sidebottom, Aiden. sem data. «Bicycle theft: Crime overview», 4853.

Sidebottom, a, a Thorpe, e Sd Johnson. 2009. «Using targeted publicity to reduce opportunities for bicycle theft: A demonstration and replication». European Journal of Criminology 6 (3): 267–86. https://doi.org/10.1177/1477370809102168.

«Thief In China Cuts Down A Tree To Steal A Bike». 2016. Stuff. Disponível em: https://www.stuff.co.nz/world/asia/83065635/thief-in-china-cuts-down-a-tree-to-steal-a-bike.

Thompson, Rob. 2015. «Manufacturing Processes For Design Professionals». London: Thames & Hudson.

«Tire Sizes». 2018. Tire Sizes. Disponível em: https://www.schwalbe.com/en/groessenbezeichnung.html.

UK Design Council. 2011. «Designing out crime: A designers ' guide». Design & Technology Alliance Against Crime.

UN DESA. 2018.« 68% of the world population projected to live in urban areas by 2050, says UN» | UN DESA | United Nations Department of Economic and Social Affairs. Disponível em: https://www.un.org/development/desa/en/news/population/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html

van Goeverden, K., Nielsen, T. A. S., Harder, H., & van Nes, R. 2015. «Interventions in Bicycle Infrastructure, Lessons from Dutch and Danish Cases». Transportation Research Procedia, 10, 403-412.

Villalobos, Greg, and Martin Orton. 2006. «Know The Enemy». Video. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=0Y1ykH3DDTQ

ÍNDICE DE FIGURAS

ESTADO DA ARTE

Figura 1. Sistema de parqueamento em U invertido. Fonte: http://www.ridetvc.com/wp-content/uploads/2018/02/bicycle-u-lock-best-of-2017-bike-lock-suggestion-of-bicycle-u-lock.jpg
Figura 2. Sistema de parqueamento em onda. Fonte: https://www.theparkcatalog.com/wave-bike-racks
Figura 3. Sistema de parqueamento decorativo. Fonte: https://i2.wp.com/velofahrer.ch/wp-content/uploads/2012/01/120106_byrne-bike-rack-flickr-a-j-kandy.jpg
Figura 4. Sistema de parqueamento de fenda. Fonte: http://i0.wp.com/i.pinimg.com/736x/d0/28/74/d02874ddcb1b458b4a41df59e0a86e7b--street-furniture-concrete-bench.jpg
Figura 5. Sistema de parqueamento com cobertura. Fonte: https://bikelid.com/
Figura 6. Sistema de parqueamento em cacifo. Fonte: https://docplayer.dk/docs-images/56/38809723/images/48-0.jpg
Figura 7. Sistema de parqueamento em deck duplo. Fonte: http://www.metalco.it/prodotto/biplano-bike-racks/?lang=en
Figura 8. Sistema de parqueamento caMden stands. Fonte: http://www.desig-nagainstcrime.com/projects/camden-stands/
Figura 9. Autocolante informativo. Fonte: http://ualresearchonline.arts.ac.uk/681/1/CONFERENCE_Dont_Give_Thieves_An_Easy_Ride.pdf
Figura 10. Sistema de parqueamento Cyclehoop. Fonte: https://www.cyclehoop.com/
Figura 11. Câmara de videovigilância com criminoso a cortar árvore. Fonte: https://www.stuff.co.nz/world/asia/83065635/thief-in-china-cuts-down-a-tree-to-steal-a-bike
Figura 12. Empresa de aluguer de bicicletas. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 13. Bicicleta bloqueada no sistema de parqueamento 1. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 14. Sistema de parqueamento 2. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 15. Sistema de parqueamento 3. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 16. Sistema de parqueamento 1 danificado. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 17. Exemplo de uso indevido por parte dos motociclos. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 18. Bicicleta bloqueada a tubo de escoamento de águas. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 19. Bicicleta bloqueada a árvore. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 20. Loja BUGA e bicicletas. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 21. Ciclovia em Aveiro. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 22. Sistema de parqueamento 4. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 23. Sistema de parqueamento 5. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 24. Sistema de parqueamento 6. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 25. Bicicleta bloqueada a poste de sinalização. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 26. Bicicleta bloqueada a árvore. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 27. Saturação dos sistemas de parqueamento. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 28. Sistema de parqueamento 7. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 29. Parque fechado para bicicletas. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 30. Bicicleta bloqueada a caixote do lixo. Fonte: Arquivo pessoal

Figura 31. Bicicleta bloqueada a árvore. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 32. Réplica da Laufmaschine, Karl Drais, 1817. Fonte: https://cdn.20m.es/img2/recortes/2016/07/14/315278-944-621.jpg
Figura 33. Michaux Velocipede, 1865. Fonte: Dorling Kindersley(DK). 2016. Bicycle: The Definitive History.
Figura 34. Ordinary bicycle, 1880. Fonte: Dorling Kindersley(DK). 2016. Bicycle: The Definitive History.
Figura 35. Ilustração da Rover Safety bicycle, John Starley, 1885. Fonte: https://blog.e-bikerig.com/wp-content/uploads/2016/06/Rover-Safety-Bicycle.jpg
Figura 36. Safety bicycle, Humber, 1884. Fonte: https://www.gettyimages.pt/
Figura 37. Ilustração de uma bicicleta de senhora Rover, 1889. Fonte: http://bikejon.win/wp-content/uploads/2018/04/bicycle-vintage-bike-wheel-drawing-clip-art-vector-graphics-clipart-me-rhpinterestcom-free-image-download-unusual-walking-the-rhthegraphicsfairycom-free-vintage-bike.jpg
Figura 38. Royal Enfield Rifle Bike c. 1940. Fonte: Dorling Kindersley(DK). 2016. Bicycle: The Definitive History.
Figura 39. Moulton Deluxe 1962. Fonte: Dorling Kindersley(DK). 2016. Bicycle: The Definitive History.
Figura 40. Specialized Stumpjumper 1981. Fonte: https://www.bike-magazin.de/uploads/tx_saltnews/3e/3e018d31bc6c287c06c2e84747f207b1523e7167.jpg
Figura 41. AMP Research B4 1995. Fonte: Dorling Kindersley(DK). 2016. Bicycle: The Definitive History.
Figura 42. Tipos de bicicletas utilitárias, da esquerda para a direita e de cima para baixo: Bicicleta Urbana, Bicicleta Urbana de Senhora. Bicicleta híbrida, Bicicleta Fixa/Velocidade Única. Bicicleta Dobrável, Bicicleta de Carga. Fonte: https://www.specialized.com/pt/pt/ https://www.raleigh.co.uk/ http://www.sebikes.com/bikes/cat/urban-series/lager https://triobike.com/
Figura 43. Postura do ciclista de uma bicicleta urbana. Fonte: https://images.huffingtonpost.com/2013-11-20-Iladora-thumb.jpg
Figura 44. Tipos de bicicletas de estrada, da esquerda para a direita e de cima para baixo: Bicicleta de Passeio/Touring, Bicicleta de Endurance. Bicicleta de Pista, Bicicleta Contrarrelógio. Bicicleta de Ciclocrosse, Bicicleta de Competição. Fonte: https://dawescycles.com/ http://www.simplon.com/en/products/road-bike/ https://www.corima.com/ https://www.cervelo.com/ https://www.specialized.com/pt/pt/ https://www.trekbikes.com/pt/pt_PT/
Figura 45. Postura do ciclista de uma bicicleta de estrada. Fonte: https://images.jg-cdn.com/image/611fe580-3031-44e6-9f87-31398ed0ab42.jpg?template=fundraisingpagegalleryxl
Figura 46. Tipos de bicicletas todo-o-terreno, da esquerda para a direita e de cima para baixo: Bicicleta Hardtail, Bicicleta Cross-Country. Bicicleta Downhill, Bicicleta Fat. Bicicleta de Trail/Enduro, Bicicleta Bmx ou Dirt Jump. Fonte: https://www.scott-sports.com/pt/pt/products/bike-bikes-mountain https://www.santacruzbicycles.com/en-US
Figura 47. Desconstrução de uma bicicleta de estrada, separando os diferentes componentes. Fonte: http://ciclicolonia.de/wp-content/uploads/2018/07/deRosa_Kit.jpg
Figura 48. Quadro bicicleta de estrada RIDLEY Noah SL Disc 2018. Fonte: https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/71qNpnIckQL._SL1500_.jpg
Figura 49. Rodas MAVIC COSMIC PRO CARBON DISC para Pneus 700x25c (6 Furos). Fonte: https://www.cyclerepublic.com/mavic-cosmic-pro-carbon-disc-center-lock-

disc-wheelset-2018.html
Figura 50. Exemplo de chaveta de libertação rápida. Fonte: https://static.bike-components.de/cache/p/z1/5/6/DT-Swiss-RWS-Nabenschnellspanner-Stahl-mit-Alu-Hebel-black-5-x-130-mm-56464-176146-1489077129.jpeg
Figura 51. Exemplo de contraporca. Fonte: http://www.ridetvc.com/wp-content/uploads/2018/02/bicycle-wheel-and-axle-new-pair-26-mountain-bike-wheels-with-5-speed-freewheel-cog-solid-axle-of-bicycle-wheel-and-axle.jpg
Figura 52. Exemplo de contraporca com porca borboleta. Fonte: https://vizionbikes.files.wordpress.com/2014/06/dera5g.jpg?w=640
Figura 53. Selim Brooks England B17 SPECIAL TITANIUM. Fonte: https://www.brooksengland.com/
Figura 54. Exemplo de parafuso sextavado interior. Fonte: https://dy5bctajj6i3s.cloudfront.net/300x300/din_912.jpg
Figura 55. Exemplo de parafuso sextavado exterior. Fonte: https://entaban.es/160-cart_default/tornillo-hexagonal-din-933-cincado-88.jpg
Figura 56. Exemplo de avanço com fixador de avanço. Fonte: https://static.evanscycles.com/production/components/stems/product-image/Original/fsa-energy-alloy-stem-black-EV207903-8500-1.jpg
Figura 57. Exemplo de avanço clássico com fixador incorporado. Fonte: http://www.fixiedreams.com/2352-large/potencia-clasica-uno-inclinada.jpg
Figura 58. Exemplo de sistema de luzes com mecanismo Quick-release. Fonte: https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/81CmUxHP3pL.jpg
Figura 59. Cadeira de criança Polisport GROOVY 29". Fonte: https://www.polisport.com/
Figura 60. Bobike Exclusive Mini com cadeado Maxi combination lock. Fonte: https://bobike.com/en
Figura 61. Anatomia da bicicleta. Fonte: https://www.purecycles.com/
Figura 62. Bicicleta com as rodas furtadas. Fonte: https://f.ptcdn.info/482/049/000/olxekev44rCcG81se6N-o.jpg
Figura 63. Bicicleta furtada onde apenas permanece a roda bloqueada ao suporte. Fonte: https://i.pinimg.com/originals/e7/c7/ad/e7c7adcd8c14126635c9592a0b1dd16d.jpg
Figura 64. Forma de prender a bicicleta ao sistema de parqueamento. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 65. Tecnica de levantamento. Fonte: Johnson, Sd, A Sidebottom, e A Thorpe. 2008. Bicycle Theft.
Figura66. Tecnica de alavancagem. Fonte: Johnson, Sd, A Sidebottom, e A Thorpe. 2008. Bicycle Theft.
Figura 67. Tecnica de pancada. Fonte: Johnson, Sd, A Sidebottom, e A Thorpe. 2008. Bicycle Theft.
Figura 68. Tecnica de desaparafusar. Fonte: Johnson, Sd, A Sidebottom, e A Thorpe. 2008. Bicycle Theft.
Figura 69. Tecnica de corte. Fonte: Johnson, Sd, A Sidebottom, e A Thorpe. 2008. Bicycle Theft.
Figura 70. Tecnica de retanha. Fonte: Johnson, Sd, A Sidebottom, e A Thorpe. 2008. Bicycle Theft.
Figura 71. Campanha Is this a bait bike? Fonte: https://i1.wp.com/electricbikereport.com/wp-content/uploads/2014/06/bait-bike-sticker.jpg?ssl=1
Figura 72. Exemplo dos primeiros dispositivos antirroubo, corrente e cadeado. Fonte: https://www.historicallocks.com/en/site/h/other-locks/bike-locks/locks-for-bicycles/

Figura 73. Cadeado alemão do sec.XX, era fixo à escora do selim e bloqueava a roda traseira. Fonte: https://www.historicallocks.com/en/site/h/other-locks/bike-locks/locks-for-bicycles/
Figura 74. Primeiro cadeado em U, Kryptonite, 1971. Fonte: https://www.kryptonitelock.com/content/dam/kryt-us/history/oldlock.1.png
Figura 75. Cadeado em U, Kryptonite K3 no porta-bagagens Pletscher, 1974. Fonte: https://www.sheldonbrown.com/kryptonite.html
Figura 76. Cadeado em U, Citadel "ultra high security", 1972. Fonte: https://i.ytimg.com/vi/74e9h2x-UJk/maxresdefault.jpg
Figura 77. Dispositivos antirroubo atuais, da esquerda para a direita e de cima para baixo: Cabo de aço, Corrente, Em "U" ou "D". Semi-flexivel, Fixo ou de Quadro. Fonte: Kryptonitelock.com Abus.com
Figura 78. Cadeado Abus IVERA STEEL-O-FLEX™ 7200. Fonte: Abus.com
Figura 79. Cadeado Abus STEEL-O-CHAIN™ 9808. Fonte: Abus.com
Figura 80. Exemplo de cadeado com fechadura dupla e outro com eixo. Fonte: https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/71bgqHm3hbL.jpg
Figura 81. Modo compacto do cadeado semi-flexivel Abus Bordo 6000/75. Fonte: Abus.com
Figura 82. Cadeado semi-flexivel Giant Folding Lock 3. Fonte: https://www.velocity.fr/6340-large_default/antivol-giant-folding-lock-3.jpg
Figura 83. Cadeado semi-flexivel Abus Combo™ 6100 White. Fonte: Abus.com
Figura 84. Acessório para cadeado fixo, AXA RLC100 PLUS Plug-in chain. Fonte: https://www.axasecurity.com/bike-security/en-gb/products/locks/8?page=1
Figura 85. Certificado Sold Secure e ART, respectivamente. Fonte: Soldsecure.com https://www.stichtingart.nl/faq/
Figura 87. Bicicleta Evo Urban Utility bike Pormenor do cadeado incorporado no quadro. Fonte: http://www.evoutilitybike.com/
Figura 88. Bicicleta dobrável de Kevin Scott. Fonte: http://www.toxel.com/wp-content/uploads/2010/07/bbike01.jpg
Figura 89. Bicicleta VanMoof Nº5.7. Fonte: https://www.vanmoof.com/en_pt/
Figura 90. Bicicleta VanMoof Electrified S. Fonte: https://www.vanmoof.com/en_pt/
Figura 91. Cadeado Seatylock em uso. Fonte: https://seatylock.com/collections/seatylock
Figura 92. Cadeado Kreima Galatea. Fonte: https://bike-lock.ready-online.com/images/galatea_kc001-02.jpg
Figura 93. Sistema de luzes frontal e traseiro + cadeado Kreima Heimdallr. Fonte: http://www.poweredbicycles.co.uk/photos/1.698803heimdallr-unlock2.jpg
Figura 94. Kreima Heimdallr em uso. Fonte: http://www.poweredbicycles.co.uk/photos/1.698803heimdallr-unlock2.jpg
Figura 95. Interlock seatpost bike lock. Fonte: https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSO-rYDHxlm0ydsMc2AoxltY8ib3yKMzFbsawWqiSChvJh6qVOH
Figura 96. Zefal Lock'N Roll. Fonte: http://www.zefal.com/
Figura 97. Kryptonite Gravity Wheelnutz. Fonte: Kryptonitelocks. com/
Figura 98. Pijama bike bag. Fonte: https://valentinarossini.com/pijama-bike-collection
Figura 99. Spybike trackers. Fonte: http://www.spybike.com/
Figura 100. Cadeado Tex-lock. Fonte: https://www.tex-lock.com/en/
Figura 101. Cadeado Litelok. Fonte: https://www.litelok.com/
Figura 102. Interior do cadeado Litelok. Fonte: http://i.imgur.com/Xv3flyo.jpg

Figura 103. Cadeado TiGr Bow Standard. Fonte: http://tigrlock.com/
Figura 104. Cadeado TiGr Bow Standard em uso. Fonte: http://tigrlock.com/
Figura 105. Cadeado TiGr mini. Fonte: http://tigrlock.com/
Figura 106. Cadeado Skunklock. Fonte: http://skunklock.com
Figura 107. Cadeado Hiplok Gold: Superbright. Fonte: hiplok.com/product/
Figura 108. Cadeado Hiplok Gold: Superbright em uso. Fonte: hiplok.com/product/
Figura 109. Cadeado smart Lattis Ellipse. Fonte: https://lattis.io
Figura 110. Cadeado smart Linka. Fonte: http://cdn.gadgetreview.com/wp-content/uploads/2015/06/this-automatic-bike-lock-has-a-100-db-siren.jpeg
Figura 111. Cadeado smart Bisecu. Fonte: https://bisecu.com
Figura 112. Acessório para cadeado Bisecu para fixar a elemento imóvel. Fonte: https://bisecu.com
Figura 113. Cadeado smart Deeper Pro +. Fonte: http://deeperlock.com/wp-content/uploads/2016/10/deeper-lock-render-min.jpg
Figura 114. Suporte de cadeado Zéfal incluido. Arquivo pessoal
Figura 115. Suporte de cadeado Kryptonite Transit FlexFrame U-Bracket. Fonte: Kryptonite.com
Figura 116. Suporte de cadeado Faraday. Fonte: https://faradaybikes.com/electric-bikes/accessories/
Figura 117. Suporte de cadeado Walnut u-lock holster. Fonte: http://walnutstudiolo.com/products/leather-bike-u-lock-holst
Figura 118. Suporte de cadeado Walnut u-lock holster rack. Fonte: http://walnutstudiolo.com/products/leather-bike-u-lock-holst
Figura 119. Calças Levi's Commuter 511. Fonte: https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQzqERMMyszkHx1_T2sMU33C4D5A4tYAHK3_PWfnXijr0dE7TZH
Figura 120. Cinto com coldre Fabric Horse. Fonte: https://fabrichorse.com/
Figura 121. Mochila Mission Workshop The Sanction. Fonte: https://missionworkshop.com/products/the-sanction-vx-rucksack-backpack
Figura 122. Cadeado e porta-bagagens Trelock LL400. Fonte: https://www.trelock.de/
Figura 123. Porta-bagagens Ruphus Slim. Fonte: http://www.ruphus.net/goods/rack-deux
Figura 124. Exemplo de solução DIY. Fonte: https://www.instructables.com/id/A-stronger-Mini-u-Bike-holder/

PROJETO

Figura 1. Exemplo de cadeado em U com fechadura em eixo. Fonte: https://www.decathlon.pt/
Figura 2. Porta-bagagens Ruphus Slim. Fonte: http://www.ruphus.net/goods/rack-deux
Figura 3. Ângulo da escora do selim. Fonte: http://www.ruphus.net/goods/rack-deux
Figura 4. Cadeado e porta-bagagens Trelock LL400. Fonte: https://www.trelock.de/
Figura 5. Bike porter, Copenhagen Parts. Fonte: https://www.copenhagenparts.com/products/bike-porter
Figura 6. Cesto frontal Bell Tote 510. Fonte: https://www.amazon.com/Bell-Front-Basket-Handle-Bicycle/dp/B01MQ4HHUN
Figura 7. Suporte frontal Origin8 Classique Cargo HD. Fonte: https://www.amazon.com/Origin8-Classique-Cargo-Front-Rack/dp/B00B135SSE

Figura 8. Suporte frontal Surly. Fonte: https://surlybikes.com/parts
Figura 9. Suporte frontal 8-pack, Surly. Fonte: https://surlybikes.com/parts
Figura 10. Axiom Journey Suspension and Disc Low-rider. Fonte: https://www.axiomgear.com/products/racks/
Figura 11. Suporte de bagagem Arkel Seatpacker 15. Fonte: https://www.arkel-od.com/en/seatpacker-15-bikepacking-seat-bag.html
Figura 12. Suporte de bagagem Arkel Seatpacker 15 com alforge. Fonte: https://www.arkel-od.com/en/seatpacker-15-bikepacking-seat-bag.html
Figura 13. Suporte de bagagem Axiom FLIP-FLOP LX SEATPOST RACK. Fonte: https://www.axiomgear.com/products/racks/
Figura 14. Suporte de bagagem Axiom FLIP-FLOP DLX SEATPOST RACK. Fonte: https://www.axiomgear.com/products/racks/
Figura 15. Suporte de bagagem Thule Tour. Fonte: https://www.thule.com/pt-pt/pt/bike-accessories/rear-bike-racks/thule-tour-rack-_-100090
Figura 16. Suporte de bagagem Decathlon 100 24-28" B'TWIN. Fonte: https://www.decathlon.pt/
Figura 17. Suporte de bagagem Blackburn Grid 2 Top deck. Fonte: https://www.blackburndesign.com/
Figura 18. Suporte de bagagem Axiom STREAMLINER ROAD DLX. Fonte: https://www.axiomgear.com/products/racks/
Figura 19. Desenhos conceptuais que visam explorar o posicionamento do suporte. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 20. Desenhos conceptuais de exploração da geometria do suporte. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 21. Exemplo de bicicleta com travões de disco em que os travões ocupam ambos os ilhós. Fonte: https://i0.wp.com/bike198.com/wp-content/uploads/2009/03/rear-caliper-installed.jpg
Figura 22. Exemplo de quadro com elementos de fixação (braze-on) para porta bagagens na escora do selim. Fonte: https://velo-orange.com/pages/fenders-on-disc-brake-bikes
Figura 23. Exemplo de elemento de ligação ao quadro na escora do selim assinalado a vermelho. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 24. Mock-up de suporte para cadeado em ferro com elementos em aço galvanizado. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 25. Pormenores de construção da mock-up. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 26. Simulação de carga na bicicleta. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 27. As medidas ETRTO consideram a medida onde o pneu encaixa (Bead seat Diameter=BSD) como medida standard para o tamanho dos pneus. Fonte: https://www.schwalbe.com/en/groessenbezeichnung.html
Figura 28. Estudos de forma do modo de fixação do suporte ao eixo da roda da bicicleta. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 29. Disposição de suportes para bagagens em loja. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 30. Estudos da ergonomia do movimento de colocar o cadeado no suporte. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 31. Estudos formais da dobradiça. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 32. Exemplos das dobradiças consideradas para desenvolvimento. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 33. Desenho do suporte em tamanho real. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 34. Estudo do componente que segura o cadeado. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 35. Vista explodida da dobradiça. Fonte: Arquivo pessoal

Figura 36. Extensor com os diferentes ajustes em altura possiveis. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 37. Dobradiça e Extensor conectados com parafuso sextavado interior M4 e porca M4. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 38. Vista frontal onde se percebe a continuação da linha dos tubos no corpo principal da dobradiça. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 39. Vista lateral onde se visualiza a curvatura dos tubos. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 40. Plataforma que segura o cadeado. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 41. Vista frontal dos elementos de fixação no tubo principal do suporte. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 42. Vista explodida dos elementos que constituem a fixação à escora do selim. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 43. Simulação do movimento do cadeado no suporte. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 44. Vista lateral do suporte. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 45. Vista tridimensional do suporte. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 46. Simulação do suporte fechado para se retirar encaixar o cadeado. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 47. Simulação do suporte na bicicleta. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 48. Mock-up de suporte para cadeado em balsa. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 49. Pormenores dos elementos da base do suporte. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 50. Alteração na conecção entre o corpo principal da dobradiça e o extensor. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 51. Vista explodida da dobradiça, a azul estão assinalados os cilindros que servem de encaixe aos tubos. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 52. Vista de perfil explodida onde está assinalado a azul o batente que limita a rosca. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 53. Vista lateral do tubo onde é perceptível a inclinação do tubo. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 54. Vista frontal da tesoura com batente assinalado a azul. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 55. Simulação do movimento da tesoura. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 56. Vista com percepção da deslocação de uma das peças para terem o mesmo plano no movimento. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 57. Desenhos de exploração de novo conceito para a plataforma. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 58. Plataforma com rasgo para acomodar os ilhos que seguram o cadeado. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 59. Vista lateral da plataforma. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 60. Exemplo de perfil de dobradiça em aluminio. Fonte: https://media.bahag.com/assets/resp_product/10/36/1036083_22007219.jpg
Figura 61. Ilhó que segura o cadeado Fonte: Arquivo pessoal
Figura 62. Simulação dos dois elementos juntos. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 63. Simulação com e sem cadeado. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 64. Variação do angulo da plataforma quando as hastes são abertas e fechadas. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 65. Vista superior da plataforma Fonte: Arquivo pessoal
Figura 66. Plano de corte da plataforma. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 67. Plataforma em perspectiva para ser perceptivel as diferentes dobragens da chapa. Fonte: Arquivo pessoal

Figura 68. Ilhó com ligeiro desvio do batente. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 69. Simulação da interação entre a plataforma e os ilhós. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 70. Espessura da rosca na tampa da dobradiça. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 71. Perfil de rosca basico ISO 68. Fonte: Oberg, Erik, Franklin D Jones, Holbrook Lynedon Horton, Henry H Ryffel, and Christopher J McCauley. 2012. Machinery's Handbook. 29th ed. New York: Industrial Press.
Figura 72. Sistema métrico de tolerancias para roscas. Fonte: Oberg, Erik, Franklin D Jones, Holbrook Lynedon Horton, Henry H Ryffel, and Christopher J McCauley. 2012. Machinery's Handbook. 29th ed. New York: Industrial Press.
Figura 73. Espessura modificada na tampa da dobradiça. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 74. Vista de secção da dobradiça onde é possível perceber as diferentes folgas. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 75. Folga entre os cilindros e o aro da dobradiça, assinalado a azul. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 76. Relação preço/ densidade para os metais selecionados. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 77. Relação entre a rigidez e a fadiga. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 78. Exemplo de maquina de dobragem de tubo. Fonte: https://i.ytimg.com/vi/WHK7FH3a1NA/maxresdefault.jpg
Figura 79. Processo de dobragem com mandril. Fonte: Thompson, Rob. 2015. Manufacturing Processes For Design Professionals. London: Thames & Hudson.
Figura 80. Processo corte a laser. Fonte: Thompson, Rob. 2015. Manufacturing Processes For Design Professionals. London: Thames & Hudson.
Figura 81. Processo de quinagem de chapa. Fonte: Thompson, Rob. 2015. Manufacturing Processes For Design Professionals. London: Thames & Hudson.
Figura 82. Processo de fundição injetada. Fonte: Thompson, Rob. 2015. Manufacturing Processes For Design Professionals. London: Thames & Hudson.
Figura 83. Estudo de combinações de cor, tanto no suporte em si, como apenas na tampa da dobradiça, achou-se que seria importante visualmente dar destaque a este elemento. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 84. Pormenor da dobradiça com a tampa num tom cobre. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 85. Vista traseira, denotou-se que os tubos de fixação não podiam ser rectos, já que interferiam com movimento das hastes. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 86. Pormenor dos elementos de fixação à escora do selim. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 87. Simulação do movimento para colocar o cadeado. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 88. Componentes da dobradiça e Extensor maquinadas em CNC. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 89. Processo da chapa a ser cortada na empresa. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 90. Chapa da plataforma cortada a laser. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 91. Processo de quinagem completo Fonte: Arquivo pessoal
Figura 92. Empresa Santiago & Tavares, Lda. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 93. Tubos em ferro com 28mm de raio. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 94. Ferramenta para dobragem de tubos manual. Fonte: https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/71TZPbmvZOL._SY355_.jpg
Figura 95. Tubos em aluminio com 20mm de raio. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 96. Estudos de curvatura dos tubos de fixação à escora do selim. Fonte: Arquivo pessoal

Figura 97. Fixadores dos tubos em FDM. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 98. Tesouras em FDM. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 99. Componentes criados em impressão 3D FDM. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 100. Fixadores fresados em aluminio. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 101. Tesouras em chapa de aluminio. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 102. Ilhós e parafusos especiais em FDM com polimero PLA. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 103. Ligação entre os tubos e a dobradiça com parafuso. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 104. Porca de rebite. Fonte: http://megarota.com.br/sites/default/files/styles/original_otimizada/public/rebite-plusnut.jpg?itok=ImQ-zHMR
Figura 105. Experimentação dos diferentes modos de fixação. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 106. Rebite cego. Fonte: http://www.expoclima.net/foto/300/300/kkk_557_multi_alu_ac-inox.jpg
Figura 107. Rebite semi tubular. Fonte : http://www.crvindustrial.com/wp-content/uploads/img_post_rebite_solido_031.jpg
Figura 108. Solução tecnica para a ligação entre os tubos e as tesouras. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 109. Fixador de roscas Loctite. Fonte: https://images.uline.com/is/image//content/dam/images/HD/HD9000/HD10_8551.jpg?$UtilityRHD$&iccEmbed=1&icc=AdobeRGB
Figura 110. Porca de mama, forma alta. Fonte: https://media.wuerth.com/stmedia/shop/800px/1225549.jpg
Figura 111. Suporte montado na bicicleta. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 112. Conexão entre os tubos e a plataforma. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 113. Fixação no dropout da bicicleta. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 114. Movimento para empurrar os tubos para o interior da plataforma. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 115. Nivelação do suporte. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 116. Elemento de fixação entre os tubos. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 117. Fixação da escora do selim com parafuso especial. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 118. Sequência de colocação do cadeado. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 119. Teste de resistência ao peso. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 120. Colocação dos elasticos na tesoura. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 121. Elásticos presos na tesoura. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 122. Total de peso testado. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 123. Flexão da plataforma. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 124. Suporte com mercadoria. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 125. Teste de utilização durante a pedalada. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 126. Bicicleta bloqueada a elemento imóvel. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 127. Bicicleta de montanha roda 26" sem suspensão. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 128. Bicicleta de montanha roda 26" com dupla suspensão e travão de disco. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 129. Rosca de travões ferradura a ser usada como elemento de fixação do suporte. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 130. Espaçamento entre suporte e travão de disco. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 131. Espaçador do extensor toca na chaveta de libertação rápida. Fonte: Arquivo pessoal

Figura 132. Suporte sem cadeado. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 133. Suporte com cadeado. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 134. Alterações na plataforma. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 135. Renderização para percepção das linhas guia. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 136. Exemplo de porca borboleta. Fonte: https://lista.mercadolivre.com.br/ferramentas-construcao/ferramentas/porca-borboleta-m10
Figura 137. Corpo da dobradiça com ranhura para extensor. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 138. Render da dobradiça. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 139. Extensor afunilado com 5º. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 140. Plataforma com alteração no batente. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 141. Vista explodida da plataforma com os tampões assinalados a azul. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 142. Renderização para percepção do tampão na plataforma. Fonte: Arquivo pessoal Fonte: Arquivo pessoal
Figura 143. Suporte para cadeado em U. Pormenor da utilização de chaveta de libertação rápida. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 144. Diferentes diâmetros de ilhós para compatibilidade com cadeados entre os 12mm e os 20mm. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 145. Suporte para cadeado em U fechado. Pormenor da colocação do cadeado. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 146 Simulação das larguras mínimas e máximas para os cadeados. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 147. O suporte tem vários níveis de altura, para ser compatível com bicicletas com rodas 26", 27,5", 28" e 29". Fonte: Arquivo pessoal
Figura 148. Para transportar objectos que seja necessário o recurso a elásticos, estes podem ser presos no espaçador que funciona como tesoura. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 149. Cores disponíveis. Fonte: Arquivo pessoal
Figura 150. Cores disponíveis para a dobradiça. Fonte: Arquivo pessoal

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Descrição das preferências de encaixe. Fonte: Oberg, Erik, Franklin D Jones, Holbrook Lynedon Horton, Henry H Ryffel, and Christopher J McCauley. 2012. «Machinery's Handbook». 29th ed. New York: Industrial Press.
Tabela 2. Diferentes encaixes de folga para buraco nominal 20mm. Fonte: Oberg, Erik et al. (2012).
Tabela 3. Diferentes encaixes de folga para buraco nominal 10mm. Fonte: Oberg, Erik et al. (2012).
Tabela 4. British Standard ISO Metric Screw Threads - Diameter/Pitch Combinations BS 3643: Part 1:1981 (R2004). Fonte: Oberg, Erik et al. (2012).
Tabela 5. Classes de tolerâncias para parafusos e porcas. Fonte: Oberg, Erik et al. (2012).
Tabela 6. Dimensões para rosca M18x2. Fonte: https://www.amesweb.info/Screws/IsoMetricScrewThread.aspx
Tabela 7. Diferentes encaixes de folga para eixo nominal 5mm. Fonte: Oberg, Erik et al. (2012).

LISTA DE ABREVIATURAS

ABIMOTA - Associação Nacional das Indústrias de Duas Rodas, Ferragens, Mobiliário e Afins.

ANWB - Associação Turística Real Holandesa.

BUGA - Bicicleta de Utilização Gratuita de Aveiro.

CMF - Color, Materials, Finish (Cores, Materiais e Acabamentos).

CNC - Controlo Numérico Computorizado.

CRAVED - Concealable; Removable; Available; Valuable; Enjoyable; Disposable.

DAC - Design Against Crime.

DIY - Do It Yourself.

ETRTO - European Tyre and Rim Technical Organisation.

FDM - Fused Deposition Modeling.

GNR - Guarda Nacional Republicana.

GPS - Global Positioning System.

IPQ - Instituto Português de Qualidade.

ISO - International Organization for Standardization.

MIT - Massachusetts Institute of Technology.

NFC - Near Field Communication.

PLA - Poliácido láctico.

PSP - Policia de Segurança Publica.

SMS - Short Message Service.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

ANEXOS

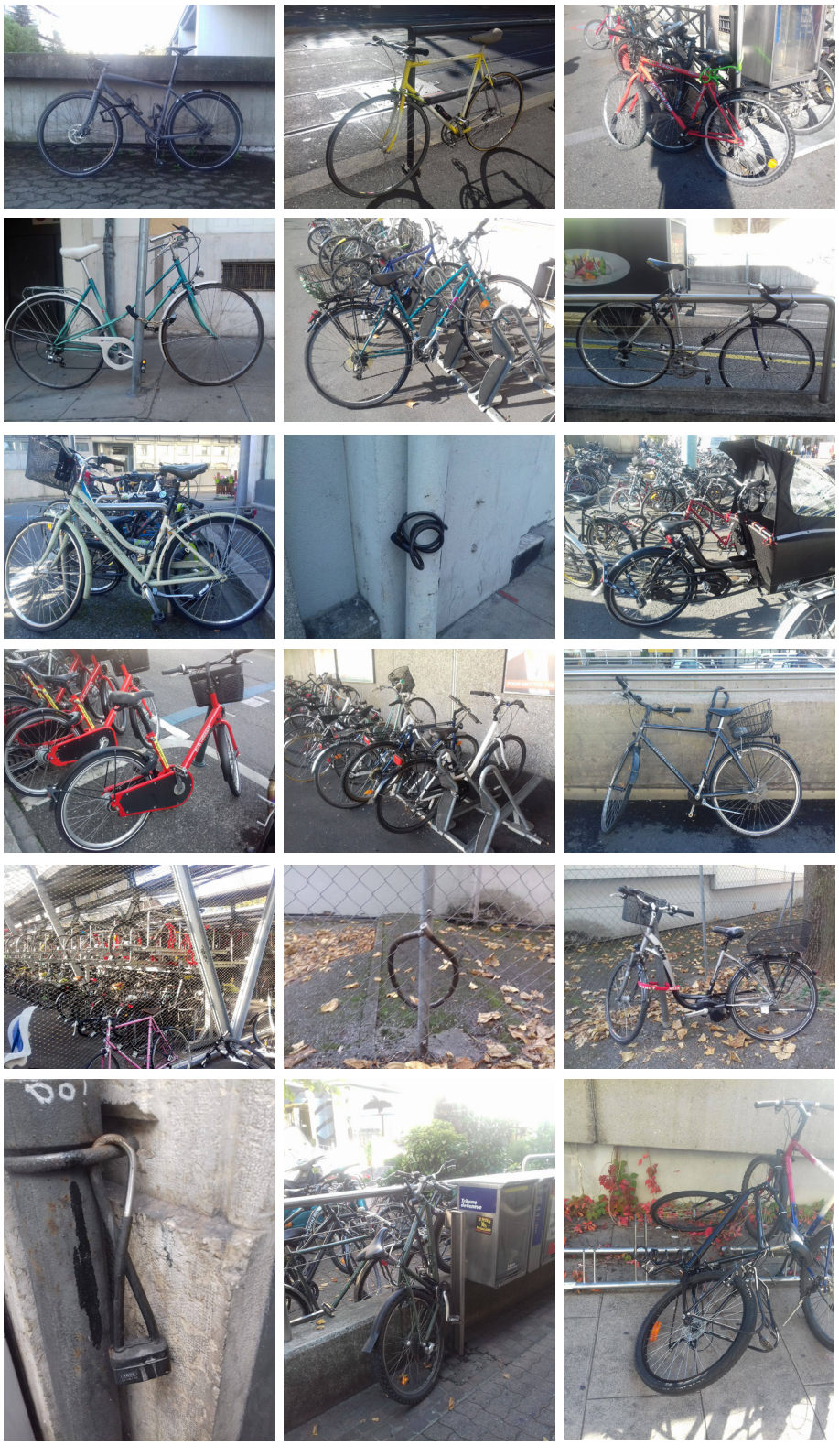
A REGISTO FOTOGRÁFICO

Os diversos registos fotográficos relevantes do tópico 2.1.1 podem ser observados neste anexo, de forma a economizar espaço no documento principal.

PORTO

AVEIRO

GENEBRA



Esta página foi intencionalmente deixada em branco

B
FERRAMENTAS DE OFICINA

Este anexo tenta esclarecer o tipo de ferramentas usadas nos componentes da bicicleta.

Alicate de pontas

Alicate universal

Corta-cabos

Chave de fendas

Chave de fendas cruzada

Chave para pedal

Chave-Inglesa

Chaves de bocas

Chaves Torx

Chaves de bocas/ lunetas

Chave dinamómetrica

Conjunto de chaves sextavadas (Allen)

Chicote de corrente

Descravador de corrente

Chave extratora do cranque

Chave para guiador

Chave para o movimento central

Ferramenta estriada para extração do cranque

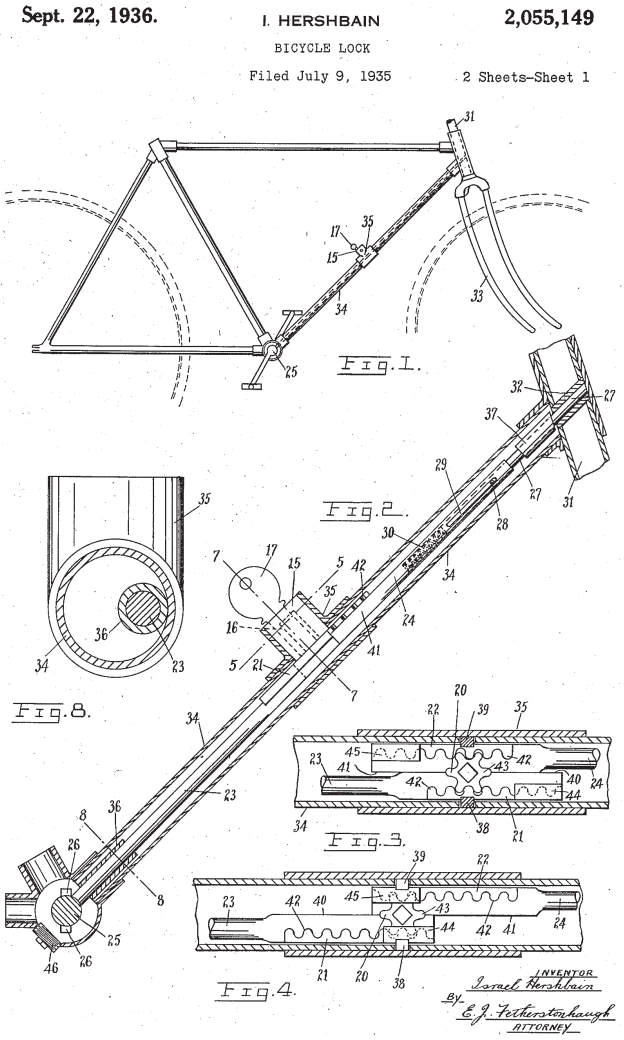
Extrator do cranque

Chave de eixos

Ferramenta multifunções

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

C
PATENTES



Sept. 22, 1936. I. HERSHBAIN 2,055,149

BICYCLE LOCK

Filed July 9, 1935 2 Sheets-Sheet 1

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 8.

Fig. 3.

Fig. 4.

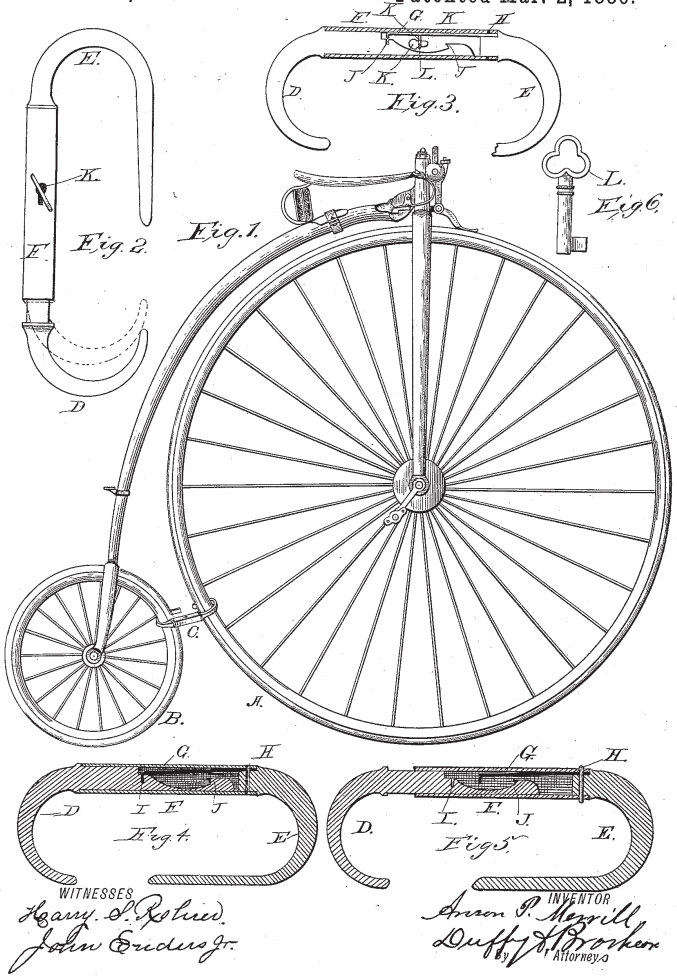
INVENTOR
Israel Hershbain
BY
E. J. Fetherstonhaugh
ATTORNEY

(No Model.)

A. P. MERRILL.

BICYCLE LOCK.

No. 337,183. Patented Mar. 2, 1886.



WITNESSES
Henry L. Roberts
John Enders Jr.

INVENTOR
Anson P. Merrill
By Duffy & Borden
Attorneys

N. PETERS, Photo-Lithographer, Washington, D. C.

PATENTED APR 2 1974 3,800,570

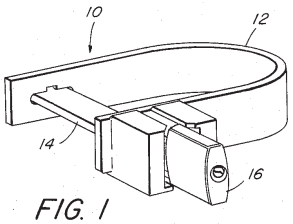


FIG. 1

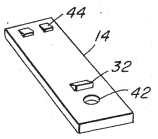


FIG. 2

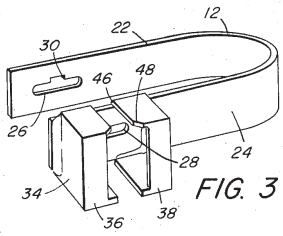


FIG. 3

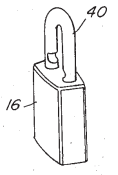


FIG. 4

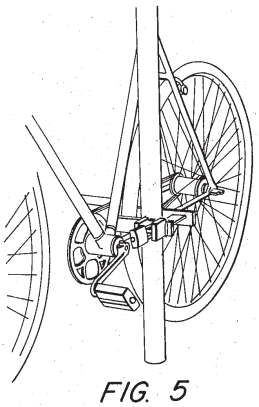


FIG. 5

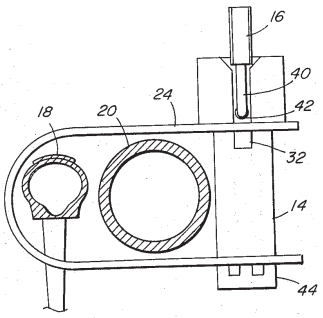


FIG. 6

(No Model.)

A. W. HALL.

BICYCLE LOCK.

No. 470,836. Patented Mar. 15, 1892.

Fig. 1.

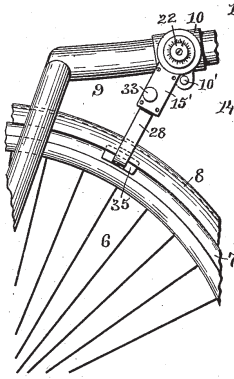


Fig. 2.

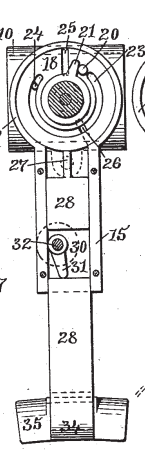


Fig. 3.

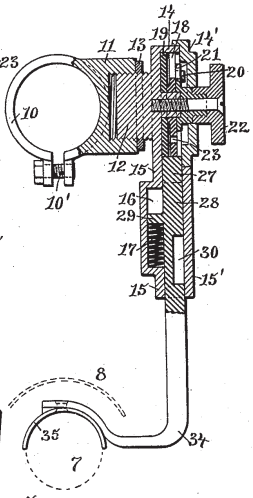


Fig. 4.

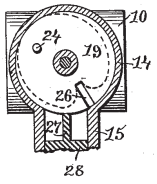
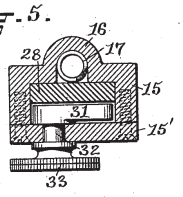


Fig. 5.



WITNESSES:

Henry J. Miller

Chas. H. Luetherss

INVENTOR:

Arthur W. Hall

by Joseph A. Miller & Co.

Attys

THE NORRIS PETERS CO., PHOTO-LITHO., WASHINGTON, D. C.

(No Model.)

J. W. CROSS.

BICYCLE LOCK.

No. 512,868. Patented Jan. 16, 1894.

Fig. 1.

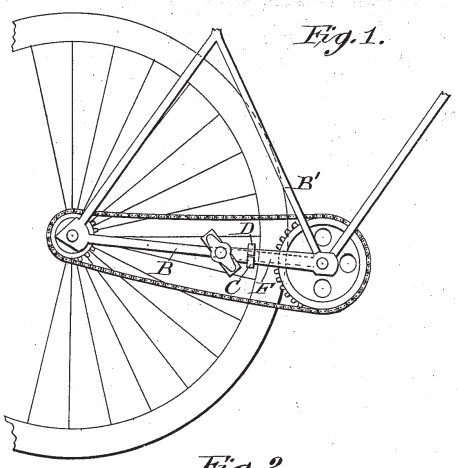


Fig. 2.

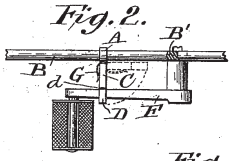


Fig. 3.

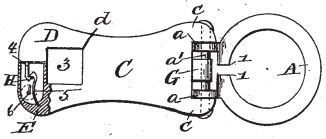
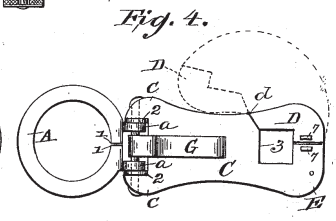


Fig. 4.



Witnesses
Josh H. Blackwood
G. M. Copenhaver.

Inventor
Joel W. Cross
By Wm. Hunter Myers,
Attorney

THE NATIONAL LITHOGRAPHING COMPANY,
WASHINGTON, D. C.

(No Model.)

C. C. FREE & N. F. HEATH

BICYCLE LOCK.

No. 527,418. Patented Oct. 16, 1894

Fig. 1

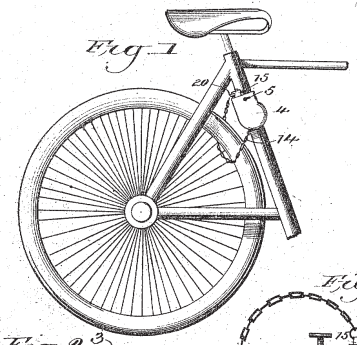


Fig. 2.

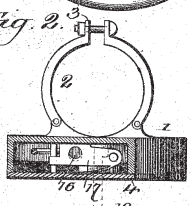


Fig. 3.

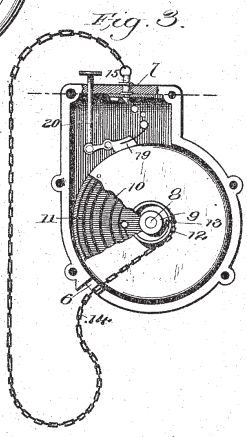


Fig. 4.

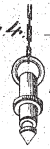
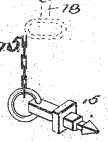


Fig. 5.



Witnesses
J. W. Reynolds
Chas. S. Hoyer

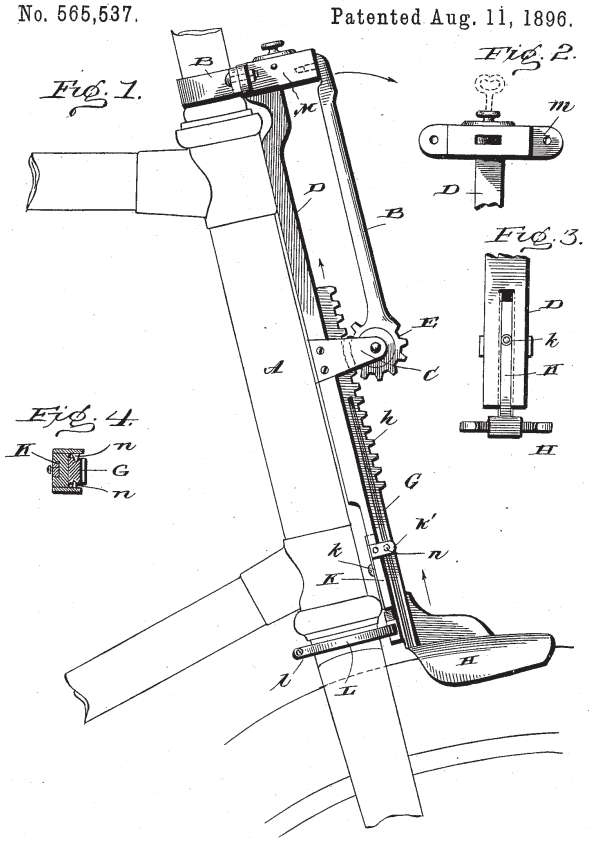
Inventors
Charles C. Free.
Ned F. Heath
By John Middleburn
Attorney

(No Model.)

G. H. GUNDERSON.

BICYCLE LOCK.

No. 565,537. Patented Aug. 11, 1896.



Witnesses:
L. C. Hillyer
A. L. Hough

Inventor:
G. H. Gunderson
by Franklin H. Hough
Atty.

THE NORRIS PETERS CO., PHOTO-LITHO., WASHINGTON, D. C.

(No Model.)

M. THOMSEN.

BICYCLE LOCK.

No. 583,638. Patented June 1, 1897.

Fig. 1.

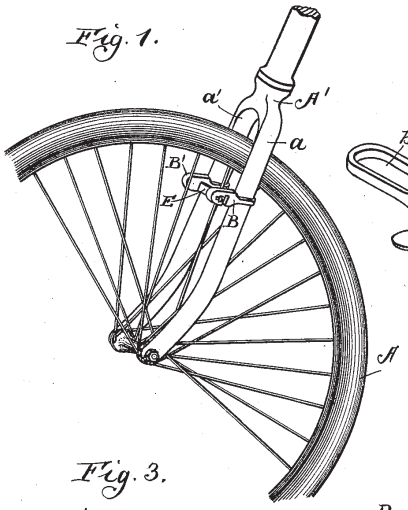


Fig. 2.

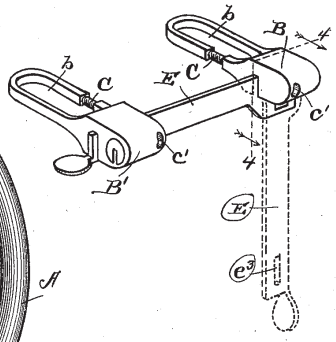


Fig. 3.

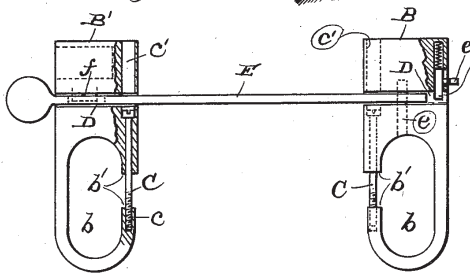


Fig. 4.

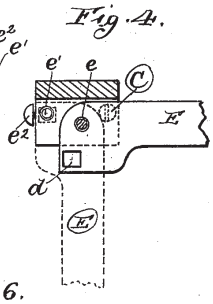


Fig. 5.

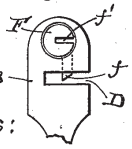
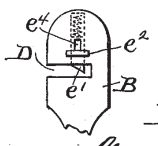


Fig. 6.



Witnesses:
R. J. Jacker.
O. T. Duggan.

Inventor:
Max Thomsen
By Chas. C. Tillman Atty.

THE NORRIS PETERS CO., PHOTO-LITHO., WASHINGTON, D. C.

D
SOLD SECURE

Este anexo refere o tipo de ferramentas usadas pela Sold Secure para o teste dos dispositivos antirroubo.

Sold Secure Complete Tool List

No	Old No	
Section A – Light Manual		
A01	4	Screwdriver 0.10m with slotted tip can be used as as a lever
A02	5	Screwdriver 0.15m with slotted tip can be used as a lever
A03	6	Screwdriver 0.20m with slotted tip can be used as a lever
A04	15	0.5kg ball peign hammer
A05	18	Miniature hand hacksaw frame to BS 7398:1991, Type A with integral tension
A06	26	Wrecking Bar - 300mm
A07	31	Steel tube 0.3m long with 32mm diameter
A08	36	Pair of pliers
A09	53	Allen Key Set - 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0, 8.0, 10.0mm
A10	54	Craft Knife
A11		Tweezers
A12		Hooks
A13		String
A14		Wire
A15		Adhesive Tape
A16		Plastic Coupon (Credit Card)
A17		Wedges (plastic/wood)
A18		Multiple Slip Joint Pliers (250mm)
A19	B18	Vice Grip Set (125mm & 250mm)
A20		Magnets (various sizes and strengths)
Section B – Medium Manual		
B01	1	Socket set approximately 30 piece 3/8 inch drive to BS 1224:1970. Service Condition No. 1
B02	2	Range of Combination Spanners 6mm - 30mm to BS 1224:1970 Service Condition No. 1
B03	3	20 piece Screwdriver Set, variety of sizes including slotted tip 3mm-12mm, Phillips No. 0-No. 3, Posidrive No. 0-No. 3 (unscrewing)
B04	8	Wood Chisels 6,12,18,25mm
B05	9	0.3m plumber's Stillsons grip wrench to BS 3594:Pt 1
B06	12	0.6m length of scaffolding pole
B07	17	Hand hacksaw frame to BS 7398:1991 and HSS hacksaw blade to BS 1919 Part 1:1993 with a 0.8mm pitch and either a staggered set or a wavy set
B08	20	Cold Chisel Set ranging from approximately 6mm - 25mm to BS3066:1995, 50mm Bolster Chisel (carbon steel), 220mm x 55mm x 35mm steel wedge.
B09	21	Parallel Punch Set (100/150mm) 3.2, 4.0, 4.8, 5.5, 6.4mm
B10	22	Side Cutters (heavy duty)
B11	23	Bolt Croppers 0.460m
B12	27	Wrecking Bar - 450mm
B13	29	Pry Bar 400mm
B14	32	Scissor Jack with 1.5 tonnes capacity
B15	33	Slide Hammer 1kg 0.3m
B16	39	18V Cordless Hand Drill
B17	41	Drill Bits HSS (1mm – 13mm)
Section C – Heavy Manual/ Light Electrical		
C01	7	Impactor Screwdrivers variety of slotted tip sizes 6,8,10,12mm
C02	10	0.45m plumber's Stillsons grip wrench to BS 3594:Pt 1
C03	11	B05 extended with 0.6m scaffold bar
C04	13	Additional 0.6m length of scaffolding poles which fits together concentrically with item B06 to form a lever of approximately 1.2m
C05	14	1.1kg club hammer to BS 876:1981
C06	16	Hand hacksaw frame to BS 7398:1991 and TCT hacksaw blade

C07	19	Freezing agent - can size 0.5 Litres.
C08	24	Bolt Croppers 0.610m
C09	25	Bolt Croppers 1.070m
C10	28	Wrecking Bar 600mm
C11	34	Slide Hammer 2kg 0.45m
C12	35	Grundman/Kaba "Knackerer"
C13	37	Shims (set of automotive feeler gauges 0.001-2mm)
C14	38	Picking tools (including a modified key blank)
C15	40	18 V Cordless Hand Drill
C16	43	Tank Cutter/ Core Cutter Bit 100mm HSS
C17	45	Hydraulic Bottle Jack (1.5 Tonnes) to BS AU 172b:1990
C18	48	Ball Joint Splitter/Separator Kit (to light commercial)
C19	49	Coil Spring Compressor (to 270mm jaw opening)
C21		Cable cutters 600mm with 30mm cutting capacity.
Section D – Very Heavy Manual/ Light Electrical		
D01	30	Builder's bar 1.5m
D02	42	Drill Bits TCT (1mm-13mm)
D03b		18V Cordless Grinder with 115mm Disc 350W 7,000 rpm with 2 batteries
D04		Pad Saw & HSS Blades
D05		Axe 350mm long 1.5kg
D06		Jigsaw (cordless) 18V dc
D07		Sledge Hammer
D08		General Purpose Saw
D09		Felling / Fire Axe 850mm long 3kg
D10		Plate Shears (300mm)
Section E – Medium Electrical		
E01		Circular Saw 200mm dia / 1100W
E02		Sledge Hammer 750mm 6kg
E03		Reciprocating Saw 500W
E04		Disc Grinder 125mm dia / 1100W
E05		Power Drill 750W
E06		Wood Boring Bits
Section F – Heavy Electrical		
F01		Circular Saw 300mm dia / 2100W
F02		Reciprocating Saw 2000W
F03		Disc Grinder 250mm dia / 2300W
F04		Power Drill 2000W
F05		Tube 1500mm / 75mm dia
F06		HSS & Carbide Drill Bits - 20mm
F07		Saffire “Portapak” Cutting Blowtorch Kit
Section S – Special Tools		
S01	46	Hydraulic Trolley Jack (2 Tonnes)
S02	51	Propane/Butane burner with 4m hose and regulator for use with the caravans gas supply
S03	52	Dead Blow Pendulum to PAS 24
S04	55	Torque Wrench (0-135Nm)
S05		Snap-On Blue Point Lock Nut Xtracta PORLNR 1000
S06		Kokon 21x24.5 Reverse Thread Extractor (female) 14124
S07		Snap-On Reverse Thread Multi Spline Extractors (male) REX25A
S08		Wilha Gripper Multi Pin Socket (RS Part No 279-3647)
S09		Jania Alufelgen-Offnungsset. Single pin socket set forwheel nut Removal
S10		Soft Body Impactor
S11		Hydraulic Wedge Spreader
S12		Petrol Disc Cutter

S13		24V Cordless Drill 13 mm chuck, 1500rpm max, 500 W max.
S14		Various screws and fixings
S15		Self Contained Blow Torch Propane/Butane (1650ºC)
Section P – Plant		
P01		Range of Combination Spanners 30mm-48mm to BS 1224:1970 Service Condition No. 1
P02		Range of half inch drive sockets from 24mm to 48mm
P03		Jack Hammer
P04		Drill Bits HSS 14-23mm
P05		Drill Bits TCT 14-23mm
P06		Portable welding kit.
P07		Hot air gun
P08		Trolley jack 2 tonne
P09		Trolley jack 10 tonne
Section V – Vehicle - Mechanical		
V01		Slim Jim Set
V02		Nylon Packaging Tape
V03		Wedges
V04		Mirror
V05		Lamp
V06		Files
V07		Life Hammer
Section I – Vehicle Electrical		
I01		Electrical Wire
I02		Wire Cutters
I03		Wire Strippers
I04		Electrical Connectors
I05		Power Supply
I06		Function Generator
I07		Piezo-electric Spark Generator
I08		Electromagnetic Field Generator
I09		Code Scanners
I10		Code Grabbers
I11		Multimeter
I12		Magnet
Section M – Asset Marking		
M01		Automotive body filler
M02		Automotive spray paint aerosols
M03		Bleach
M04		Cellulose thinners
M05		Cigarette lighter
M06		Cream cleaner
M07		Cyanoacrylate adhesive
M08		Diamond cutting paste
M09		Glass polishing kit
M10		Hot air gun
M11		Hot/cold water
M12		Ice packs
M13		Mallet
M14		Matches
M15		Metal polish
M16		Palette knife
M17		Pipette
M18		Pumice stone
M19		Rags and Swabs
M20		Razor blades

M21		Sanding block
M22		Scalpel
M23		Scouring powder
M24		Scriber
M25		Sharpening stone
M26		Smoothing plane
M27		Soldering iron and solder
M28		Steel wool
M29		Stitch cutter
M30		Stripping knives
M31		Surform plane
M32		Trimming knife
M33		WD 40
M34		Wet and dry rubbing paper 40 to 400 grit
M35		White spirit
M36		Wire brush
M37		Wood polish

* Where tools are given alternatives a and b, the tool is in the process of being upgraded or changed. As each individual specification is modified then the enhanced tool will be included in that specification.

4.4 Tools

Evaluation will be undertaken using tools detailed in the Sold Secure recognised tool list. During the attack test, the maximum number of tools that can be used in combination are:

Bronze	1 tool only per attack
Silver	A maximum combination of 3 tools per attack
Gold	Any realistic combination.

Bronze – Tool list A complete
Silver – Tool list A complete and part of tool list B including B05, B06, B07, B09, B10, B11
Gold – Tool list A complete and part of tool list B & C including B01, B02, B03, B05, B06, B07, B08, BO9, B10, B11, B14, B15 7 C01, C03, C04, C05, C06, C07, C08, C10, C13, C14, C21.

4.8 Categorisation

Products will undergo an evaluation using the methods detailed in this document, as applicable to the category being tested, for the appropriate time period. The products will be categorised into three areas depending upon the evaluation results:

Bronze Products offering theft resistance against the basic tool list (aimed at preventing opportunist crime) for a period of no less than 1 minute.

Silver Products offering theft resistance against an enhanced tool list (aimed at preventing more determined attacks) for a period of no less than 3 minutes.

Gold Products offering theft resistance against the full tool list (aimed at preventing dedicated attacks) for a period of no less than 5 minutes.

Bicicleta.

Juliano Branquinho Mourão

SEDE ADMINISTRATIVA

FACULDADE DE BELAS ARTES

FACULDADE DE ENGENHARIA