



universidade  
de aveiro  
2018

Departamento de Engenharia Mecânica  
Departamento de Comunicação e Arte

**Filipe Jesus Costa Pereira**    **Estudo exploratório de sistema de mudanças automático para bicicleta citadina.**





universidade  
de aveiro  
2018

Departamento de Engenharia Mecânica  
Departamento de Comunicação e Arte

**Filipe Jesus Costa Pereira    Estudo exploratório de sistema de mudanças automática para bicicleta citadina.**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Design de Produto, realizada sob a orientação científica do Doutor Paulo Alexandre Lomelino de Freitas Tomé Rosado Bago d’Uva, Professor do Departamento de Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro, e sob a co-orientação do Doutor Rui António da Silva Moreira, Professor do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro.



Dedico este trabalho ao meu pai e à minha mãe.



o júri

**presidente**

**Prof. Doutor Gonçalo João Ribeiro Gomes**

Professor Auxiliar do Departamento de Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro

**arguente**

**Prof. Doutor António Manuel de Amaral Monteiro Ramos**

Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro

**arguente**

**Prof. Doutor Eduardo Jorge Henriques Noronha**

Professor Auxiliar Convidado Departamento de Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro

**orientador**

**Mestre Paulo Alexandre Lomelino de Freitas Tomé Rosado  
Bago D'Uva**

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





## **agradecimentos**

Deixo aqui uma palavra de apreço e agradecimento a todos os que de uma forma ou de outra contribuíram para o meu bom estado de espírito ao longo da execução desta dissertação.



**palavras-chave**

bicicleta; sistemas de mudanças; transmissão de potência; automação; design; mobilidade urbana

**resumo**

O paradigma do crescimento da cidade caracterizada pelo elevado número de aglomerados urbanos reflete o lado negro daquele que é considerado o grande núcleo de oportunidades para os indivíduos, onde as consequências provenientes dos excessos causam efeitos negativos não só no presente mas também comprometem a qualidade de vida das gerações futuras.

A constante movimentação agitada da massa humana, engloba toda a rede de fluxos da mobilidade urbana, que atualmente opera, e daí surgem os congestionamentos, as emissões de gases, o uso desmedido do solo para construção de infraestruturas e estradas...

A consciencialização destas questões conduz à execução deste projeto, passando pela criação de uma bicicleta cidadina que contribua para o desenvolvimento sustentável.

O projeto acenta numa base de investigação de sistemas de transmissão de mudanças aliada à perspectiva de automação para integrar na proposta final.

Atende-se ao sentido estético da bicicleta, projetando-se um produto com sentido de simplificação elevado, prevendo uma realidade formalmente menos complexa, relacionando-a com sistemas tecnologicamente avançados e inteligentes como a automação. Surge assim esta alternativa para a mobilidade urbana do dia-a-dia cidadão, que atende às questões formuladas e assume o compromisso perante o desenvolvimento sustentável.



**keywords**

bicycle; drivetrain systems; power transmission; automation; design; urban mobility

**abstract**

The paradigm of city growth characterized by the high number of urban clusters reflects the dark side of what is considered the greatest number of opportunities for individuals, where the consequences of surpluses cause more or less of future generations.

An amount that can be loaded once and for all, such as gas emissions, the uncontrolled use of the ground for the construction of infrastructures and roads ...

Awareness is focused on the execution of projects, such as the creation of a bicycle that contributes to sustainable development.

The project is a research base from alias transmission systems to the perspective of automation to integrate the final proposal.

Given the aesthetic sense of the bicycle, designing a product with a sense of high simplification, predicting a formally less complex reality, relating them to a technologically advanced and intelligent system as an automation.

This is the result of urban day-to-day mobility, which responds to the issues raised and is committed to sustainable development.

# ÍNDICE

## **1. INTRODUÇÃO AO PROJETO**

1.1	— A paixão e influência das duas rodas	29
1.2	— Problemáticas inerentes e objetivos	29
1.3	— Abordagem metodológica	31
1.4	— Estrutura do documento	31

## **2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO**

2.1	— <b>A bicicleta</b>	
2.1.1	— Contextualização/enquadramento	33
2.1.2	— Ciclismo, desporto e inovação	37
2.1.3	— Lazer e utilitarismo	47
2.1.4	— Tipologias de bicicletas	49
2.2	— <b>O mundo citadino</b>	
2.2.1	— A cidade — urbe	57
2.2.2	— Mobilidade urbana, crescimento e consequências	59
2.2.3	— Movimento Massa Crítica	63
2.3	— <b>Mobilidade suave para o desenvolvimento sustentável</b>	
2.3.1	— Consciencialização política e indícios	67
2.3.2	— A bicicleta como meio de transporte	75

## **3. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO PRÁTICO**

3.1	— Introdução ao projeto prático	85
3.2	— Arquitetura de produto	101
3.2.1	— Casos de estudo e exploração	101
3.2.2	— Reflexão	115
3.2.3	— Procura de soluções	117
3.2.4	— Formulação de hipóteses	121
3.2.5	— A automação e parâmetros significativos	123
3.3	— Desenvolvimento conceptual	135
3.4	— Materiais e processos de fabrico	161
3.5	— Proposta final	165

## **4. CONCLUSÃO**

4.1	— Considerações finais	177
4.2	— Desenvolvimentos futuros	183

## **5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

184

## **6. ANEXOS**

190

## ÍNDICE DE IMAGENS



<b>fig. 1 - celerífero (1690)</b>	33
Fonte: <a href="https://2.bp.blogspot.com/-1lIREnYCe8/WSEn-842lBVV/AAAAAAAAABY8/kBlg3f7Mo8AOoxP_B2SWE-G3Xr2KbuZ11wCLcB/w1200-h630-p-k-no-nu/3.bp_.blogspot.com_.jpg">https://2.bp.blogspot.com/-1lIREnYCe8/WSEn-842lBVV/AAAAAAAAABY8/kBlg3f7Mo8AOoxP_B2SWE-G3Xr2KbuZ11wCLcB/w1200-h630-p-k-no-nu/3.bp_.blogspot.com_.jpg</a>	
<b>fig. 2 - John Kemp Starley na bicicleta safety</b>	34
Fonte: <a href="http://histografy.pl/wp-content/uploads/2016/08/jak-s-tarley.jpg">http://histografy.pl/wp-content/uploads/2016/08/jak-s-tarley.jpg</a>	
<b>fig. 3 - drasiana (1813)</b>	35
Fonte: <a href="https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd-9GcTxpkRJ2g_qxkPO_CEBczSo5IT2HeRnOImK50Pvgyp2o8b2_qPW">https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd-9GcTxpkRJ2g_qxkPO_CEBczSo5IT2HeRnOImK50Pvgyp2o8b2_qPW</a>	
<b>fig. 4 - bicicleta michaux (1855)</b>	35
Fonte: <a href="http://blog.gobybike.eu/wp-content/uploads/2015/05/Bicihome-Michaux.jpg">http://blog.gobybike.eu/wp-content/uploads/2015/05/Bicihome-Michaux.jpg</a>	
<b>fig. 5 - bicicleta penny farthing</b>	35
Fonte: <a href="https://i2.wp.com/www.mortaljourney.com/main/wp-content/uploads/Penny_Farthing_thumb.png?zoom=1.25&amp;resize=240%2C226">https://i2.wp.com/www.mortaljourney.com/main/wp-content/uploads/Penny_Farthing_thumb.png?zoom=1.25&amp;resize=240%2C226</a>	
<b>fig. 6 - bicicleta safety</b>	35
Fonte: <a href="http://www.imeche.org/images/default-source/agenda-images/rover_450x250.jpg?sfvrsn=0">http://www.imeche.org/images/default-source/agenda-images/rover_450x250.jpg?sfvrsn=0</a>	
<b>fig. 7 - revista de 1869, Le velocípede Illustré</b>	37
Fonte: <a href="https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/e/e7/Premier_n%C2%B0.JPG/1280px-Premier_n%C2%B0.JPG">https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/e/e7/Premier_n%C2%B0.JPG/1280px-Premier_n%C2%B0.JPG</a>	
<b>fig. 8 - 1ª edição do tour de França 1903</b>	39
Fonte: <a href="https://mult-kor.hu/image/article/main/.630x1260/39131.jpg">https://mult-kor.hu/image/article/main/.630x1260/39131.jpg</a>	
<b>fig. 9 - exemplar usado em 1903</b>	39
Fonte: <a href="http://www.oldbike.eu/museum/1902-2/c1902-tour-de-france-style-french-racer/">http://www.oldbike.eu/museum/1902-2/c1902-tour-de-france-style-french-racer/</a>	
<b>fig. 9 a) - pormenor da transmissão</b>	38
Fonte: <a href="http://www.oldbike.eu/museum/1902-2/c1902-tour-de-france-style-french-racer/">http://www.oldbike.eu/museum/1902-2/c1902-tour-de-france-style-french-racer/</a>	
<b>fig. 9 b) - fichas técnicas de partes</b>	38
Fonte: <a href="http://www.oldbike.eu/museum/1902-2/c1902-tour-de-france-style-french-racer/">http://www.oldbike.eu/museum/1902-2/c1902-tour-de-france-style-french-racer/</a>	
<b>fig. 10 - bicicleta corrida Colnago, anos 80</b>	39
Fonte: <a href="https://i.pinimg.com/originals/f8/eb/ba/f8ebba57f6fa18ad51f775c2ce59a598.jpg">https://i.pinimg.com/originals/f8/eb/ba/f8ebba57f6fa18ad51f775c2ce59a598.jpg</a>	
<b>fig. 11- bicicleta corrida Colnago, atualidade</b>	39
Fonte: <a href="https://www.colnago.com/en/bikes/v2r/">https://www.colnago.com/en/bikes/v2r/</a>	

<b>fig. 12</b> - pormenores da Colnago e respetivo desenho CAD Fonte: <a href="https://www.colnago.com/en/bikes/v2r/">https://www.colnago.com/en/bikes/v2r/</a>	40
<b>fig. 13</b> - zonas do quadro que recebem a transmissão e respetivos desenhos CAD Fonte: <a href="https://www.colnago.com/en/bikes/v2r/">https://www.colnago.com/en/bikes/v2r/</a>	40
<b>fig. 14</b> - Charlie Kelly numa mountain bike, anos 70 - Califórnia Fonte: <a href="https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQE8sliC_wHslCssyD6oSlxJRLGKnEhWT3h2b_kfQY0mdl-tFs7b">https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQE8sliC_wHslCssyD6oSlxJRLGKnEhWT3h2b_kfQY0mdl-tFs7b</a>	41
<b>fig. 15</b> - bicicleta de montanha Specialized anos 70 Fonte: <a href="https://i.pinimg.com/236x/83/46/40/834640aa6b90cf-c797e09374bdb8a7b9--specialized-stumpjumper-vintage-retro.jpg">https://i.pinimg.com/236x/83/46/40/834640aa6b90cf-c797e09374bdb8a7b9--specialized-stumpjumper-vintage-retro.jpg</a>	41
<b>fig. 16</b> - bicicleta de downhill Specialized da atualidade Fonte: <a href="https://www.moldedfiberglass.com/sites/default/files/user/images/MFG_rtm%20_0.jpg">https://www.moldedfiberglass.com/sites/default/files/user/images/MFG_rtm%20_0.jpg</a>	41
<b>fig. 17</b> - percurso da 1ª volta a Portugal em bicicleta Fonte: <a href="https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/14/Mapa_da_Volta_1927.png/220px-Mapa_da_Volta_1927.png">https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/14/Mapa_da_Volta_1927.png/220px-Mapa_da_Volta_1927.png</a>	43
<b>fig. 18</b> - "volta a Portugal em bicicleta" na capa do Diário de Notícias Fonte: <a href="https://c1.staticflickr.com/1/659/23117827190_b30f1b7dbe.jpg">https://c1.staticflickr.com/1/659/23117827190_b30f1b7dbe.jpg</a>	43
<b>fig. 19</b> - revista de velocípeda "A Bicycleta" Fonte: <a href="https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/86/A_Bicycleta_-_Revista_Quinzenal_de_Velocipedia.jpg/330px-A_Bicycleta_-_Revista_Quinzenal_de_Velocipedia.jpg">https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/86/A_Bicycleta_-_Revista_Quinzenal_de_Velocipedia.jpg/330px-A_Bicycleta_-_Revista_Quinzenal_de_Velocipedia.jpg</a>	43
<b>fig. 20</b> - imagem da UVP-FPC Fonte: <a href="https://www.acmadeira.pt/media/k2/items/cache/5f9e-c0b2e765a617089a13fe6f9b5c6d_XL.jpg">https://www.acmadeira.pt/media/k2/items/cache/5f9e-c0b2e765a617089a13fe6f9b5c6d_XL.jpg</a>	45
<b>fig. 21</b> - "ciclismo vai à escola" em Santo Tirso Fonte: <a href="http://www.fpciclismo.pt/imagenssite/26062018183801.jpg">http://www.fpciclismo.pt/imagenssite/26062018183801.jpg</a>	45
<b>fig. 22</b> - alunos deslocando-se para a escola de bicicleta, Gafanha da Nazaré Fonte: <a href="https://bttlobo.com/wp-content/uploads/2018/09/ABIMOTA-quer-seguro-escolar-a-cobrir-desloca%C3%A7%C3%B5es-de-bicicleta-5.jpg">https://bttlobo.com/wp-content/uploads/2018/09/ABIMOTA-quer-seguro-escolar-a-cobrir-desloca%C3%A7%C3%B5es-de-bicicleta-5.jpg</a>	47
<b>fig. 23</b> - deslocação para o trabalho de bicicleta Fonte: <a href="https://www.bikecitizens.net/wp-content/uploads/2017/06/dailycommuterbag.jpg">https://www.bikecitizens.net/wp-content/uploads/2017/06/dailycommuterbag.jpg</a>	47

<b>fig. 24</b> - passeio em família de bicicleta	47
Fonte: <a href="http://gestao.personalitur.com.br/upload/Produtos/Passeio-de-bicicleta-em-fam%C3%ADlia-iStock.jpg">http://gestao.personalitur.com.br/upload/Produtos/Passeio-de-bicicleta-em-fam%C3%ADlia-iStock.jpg</a>	
<b>fig. 25</b> - deslocação numa cargo bike, Copenhaga	47
Fonte: <a href="https://shifter.pt/wp-content/uploads/2017/09/copenhaga-bicicleta_03.jpg">https://shifter.pt/wp-content/uploads/2017/09/copenhaga-bicicleta_03.jpg</a>	
<b>fig. 26</b> - patente de Ogden Bolton registada em 1895	52
Fonte: <a href="https://cyclehistory.files.wordpress.com/2015/04/us552271-0.png?w=661&amp;h=1024">https://cyclehistory.files.wordpress.com/2015/04/us552271-0.png?w=661&amp;h=1024</a>	
<b>fig. 27</b> - specialized turbo s (pedelec - motor auxiliar na roda traseira)	52
Fonte: <a href="https://www.specialized.com/us/en/turbo-s/p/106434">https://www.specialized.com/us/en/turbo-s/p/106434</a>	
<b>fig. 28</b> - specialized turbo vado (nível de assistência do motor a cargo do ciclista)	52
Fonte: <a href="https://www.specialized.com/us/en/turbo-vado-familypage">https://www.specialized.com/us/en/turbo-vado-familypage</a>	
<b>fig. 29</b> - ideia de velocidade de movimentação na cidade de Berlim	57
Fonte: <a href="https://www.fotomagazin.de/sites/www.fotomagazin.de/files/fm/2015/02_hr-recklinghausen-la-by-night_1.jpg">https://www.fotomagazin.de/sites/www.fotomagazin.de/files/fm/2015/02_hr-recklinghausen-la-by-night_1.jpg</a>	
<b>fig. 30</b> - autoestrada portuguesa	59
Fonte: <a href="https://img.blogs.es/circulaseguropt/wp-content/uploads/2017/07/Autoestrada1-1024x576.jpg">https://img.blogs.es/circulaseguropt/wp-content/uploads/2017/07/Autoestrada1-1024x576.jpg</a>	
<b>fig. 31</b> - limite e medição real de emissões de Nox na Europa em 2014 (Carslaw, 2011) / (ICCT, 2014)	60
Fonte: European vehicle market statistics, pocketbook 2014	
<b>fig. 32</b> - formação de massa crítica na China	63
Fonte: imagem de <a href="https://www.youtube.com/watch?v=K1DUaW-J6KGc">https://www.youtube.com/watch?v=K1DUaW-J6KGc</a>	
<b>fig. 33</b> - massa crítica em Lisboa, 2011	65
Fonte: <a href="https://images52.fotki.com/v641/photos/3/193123/9775421/DSC_1700-vi.jpg">https://images52.fotki.com/v641/photos/3/193123/9775421/DSC_1700-vi.jpg</a>	
<b>fig. 34</b> - dimensões alusivas à sustentabilidade	68
Fonte: UITP, 2005; Machado 2010; Silva, 2015	
<b>fig. 35</b> - mistura de trânsito em Portland, perigo percebido	77
Fonte: <a href="https://bikeportland.org/wp-content/uploads/2018/05/26211163234_376b50afa1_h-800x532.jpg">https://bikeportland.org/wp-content/uploads/2018/05/26211163234_376b50afa1_h-800x532.jpg</a>	
<b>fig. 36 a)</b> - parque de bicicletas na estação central de Amesterdão	79
Imagem do autor	
<b>fig. 36 b)</b> - parque de bicicletas na estação central de Amesterdão	79
Imagem do autor	

<b>fig. 37</b> - ciclovia separada do trânsito automóvel na calçada de Berlim Fonte: <a href="https://cdn-cv.r4you.co/wp-content/uploads/2017/03/15470445801_9453726903_k-1068x710.jpg">https://cdn-cv.r4you.co/wp-content/uploads/2017/03/15470445801_9453726903_k-1068x710.jpg</a>	81
<b>fig. 38</b> - ciclovia separada do trânsito automóvel em Amesterdão Fonte: <a href="http://www.dlegend.com.br/blog/wp-content/uploads/2016/06/amsterdam-ciclovia-960x642.jpg">http://www.dlegend.com.br/blog/wp-content/uploads/2016/06/amsterdam-ciclovia-960x642.jpg</a>	81
<b>fig. 39</b> - estação de bicicletas Gira próxima do parque das Nações Imagem do autor	83
<b>fig. 40</b> - estação de bicicletas Buga, junto da ria de Aveiro Fonte: <a href="http://viajaremfamilia.com/wp-content/uploads/2015/01/img_6655.jpg">http://viajaremfamilia.com/wp-content/uploads/2015/01/img_6655.jpg</a>	83
<b>fig. 41</b> - painel da 1ª análise de mercado em contexto de sala de aula Imagem do autor	92
<b>fig. 42</b> - ilustração do movimento do ciclista	101
<b>fig. 43 a)</b> - bicicleta A: Agattu 21 Fonte: <a href="https://www.kalkhoff-bikes.com/en_gb/kh0130021v-2019-agattu-21">https://www.kalkhoff-bikes.com/en_gb/kh0130021v-2019-agattu-21</a>	102
<b>fig. 43 b)</b> - sistema de transmissão A Fonte: <a href="https://www.kalkhoff-bikes.com/en_gb/kh0130021v-2019-agattu-21">https://www.kalkhoff-bikes.com/en_gb/kh0130021v-2019-agattu-21</a>	102
<b>fig. 44 a)</b> - bicicleta B: Vanmoof Smart S Fonte: <a href="https://www.vanmoof.com/en_us/smart-s">https://www.vanmoof.com/en_us/smart-s</a>	102
<b>fig. 44 b)</b> - sistema de transmissão B Fonte: <a href="https://www.vanmoof.com/en_us/smart-s">https://www.vanmoof.com/en_us/smart-s</a>	102
<b>fig. 45</b> - Vanmoof Smart S estacionada no centro de Amesterdão Imagem do autor	102
<b>fig. 46</b> - pedais convencionais Fonte: <a href="http://loja.nucleobike.com.br/wp-content/uploads/pedal-aluminio-preto-rosca-grossa-916-venzo-600x600.jpg">http://loja.nucleobike.com.br/wp-content/uploads/pedal-aluminio-preto-rosca-grossa-916-venzo-600x600.jpg</a>	105
<b>fig. 47</b> - ilustração de funcionamento dos sistemas Fonte: elaboração própria baseada em <a href="http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/upload/conteudo/bicicleta-convencional.jpg">http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/upload/conteudo/bicicleta-convencional.jpg</a>	105
<b>fig. 48</b> - pormenor desviador traseiro Fonte: <a href="https://guides.wiggle.co.uk/sites/default/files/styles/770x-480crop/public/hero/campagnolo_rear_derailleur.jpg?itok\u003dV9V0YmCV">https://guides.wiggle.co.uk/sites/default/files/styles/770x-480crop/public/hero/campagnolo_rear_derailleur.jpg?itok\u003dV9V0YmCV</a>	106
<b>fig. 49</b> - pormenor desviador frontal Fonte: <a href="http://forums.mtbr.com/attachments/drivetrain-shifters-">http://forums.mtbr.com/attachments/drivetrain-shifters-</a>	106

-derailleurs-crank/925350d1411330716-adjusting-front-derailleur-not-working-road-bike-2014-09-21-12.13.11.jpg

- fig. 50** - pormenor interior cubo de engrenagens 106  
Fonte: <https://www.sheldonbrown.com/images/Alfine-11xc1.png>
- fig. 51** - pormenor eixo controlador do cubo de engrenagens 106  
Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=2k0T2HFQTbl>
- fig. 52** - cubo montado 106  
Fonte: [https://cdn.road.cc/sites/default/files/styles/main\\_width/public/images/Shimano%20Alfine%2011%20hub%20gear/Shimano%20Alfine%2011%20Hub%20gear.jpg?itok=AKyH\\_bLt](https://cdn.road.cc/sites/default/files/styles/main_width/public/images/Shimano%20Alfine%2011%20hub%20gear/Shimano%20Alfine%2011%20Hub%20gear.jpg?itok=AKyH_bLt)
- fig. 53** - prato frontal único 106  
Fonte: [https://singletrackworld.com/wp-content/blogs.dir/18/files/2018/01/Pinnacle-Arkose-First-Look\\_4-1.jpg](https://singletrackworld.com/wp-content/blogs.dir/18/files/2018/01/Pinnacle-Arkose-First-Look_4-1.jpg)
- fig. 54** - relações possíveis usáveis 108  
Imagem do autor
- fig. 55** - única relação possível usável 108  
Imagem do autor
- fig. 56** - relações de potência do sistema A 110  
Fonte: <http://www.gear-calculator.com/>
- fig. 57** - relações de potência do sistema B 110  
Fonte: <http://www.gear-calculator.com/>
- fig. 58** - manípulo Shimano Alfine (sistema B) 113  
Fonte: [https://bike.shimano.com/content/dam/global/cg1SHIC-Cycling/final/products/cg2SHICComponent/cg3SHICShiftLever/cg4SHICShiftLever/P-SL-S7000-8\\_3256\\_1.jpg/\\_jcr\\_content/renditions/P-SL-S7000-8\\_3256\\_1\\_750\\_750.jpeg](https://bike.shimano.com/content/dam/global/cg1SHIC-Cycling/final/products/cg2SHICComponent/cg3SHICShiftLever/cg4SHICShiftLever/P-SL-S7000-8_3256_1.jpg/_jcr_content/renditions/P-SL-S7000-8_3256_1_750_750.jpeg)
- fig. 59** - manípulos Shimano Tourney com manetes de travão mecânico (sistema A) 113  
Fonte: <http://www.mbike.com.br/wp-content/uploads/2018/08/ALAVANCA-ST-EF41.jpg>
- fig. 60** - exemplo de posicionamento do manípulo no guiador 113  
Fonte: <https://i.ytimg.com/vi/dil-Lyr3bPI/maxresdefault.jpg>
- fig. 61** - cubo Sram automatix 119  
Fonte: <https://www.sram.com/sram/urban/products/automatix>
- fig. 62** - Shimano Di2 119  
Fonte: <https://bike.shimano.com/en-EU/product/component/xtr-m9050-di2.html>
- fig. 63** - cubo NuVinci 119  
Fonte: <https://www.fallbrooktech.com/nuvinci-technology>

<b>fig. 64</b> - ilustração de funcionamento do cubo Fonte: <a href="https://www.fallbrooktech.com/nuvinci-technology">https://www.fallbrooktech.com/nuvinci-technology</a>	119
<b>fig. 65</b> - bicicleta cidadina Vanhawks Fonte: <a href="https://uploads-ssl.webflow.com/5abad8a160e600034bd0cf11/5abad8a160e6009391d0cf69_build_black_red-cut.png">https://uploads-ssl.webflow.com/5abad8a160e600034bd0cf11/5abad8a160e6009391d0cf69_build_black_red-cut.png</a>	120
<b>fig. 66</b> - aplicação do cubo NuVinci Fonte: <a href="https://uploads-ssl.webflow.com/5abad8a160e600034bd0cf11/5abad8a160e600f342d0d003_huge.png">https://uploads-ssl.webflow.com/5abad8a160e600034bd0cf11/5abad8a160e600f342d0d003_huge.png</a>	120
<b>fig. 67</b> - CVT aplicado a scooter Fonte: <a href="https://mazped.files.wordpress.com/2013/03/rumah-roller.jpg">https://mazped.files.wordpress.com/2013/03/rumah-roller.jpg</a>	120
<b>fig. 68</b> - ilustração de componentes do CVT em desenho CAD Fonte: <a href="http://www.multibody.net/wp-content/uploads/Exploded_View.jpg">http://www.multibody.net/wp-content/uploads/Exploded_View.jpg</a>	120
<b>fig. 69</b> - ilustração de funcionamento Fonte: <a href="https://media.ed.edmunds-media.com/non-make/fe/fe_91117_717.jpg">https://media.ed.edmunds-media.com/non-make/fe/fe_91117_717.jpg</a>	120
<b>fig. 70</b> - robot de automação automobilística industrial Fonte: <a href="https://zdnet4.cbsistatic.com/hub/i/r/2018/07/07/4a-431e8d-6cdf-43f6-a49e-acb5cfe2fd8d/resize/770xauto/26bb-da2f6373dc5d7b141e1191279bca/industrial-robot.jpg">https://zdnet4.cbsistatic.com/hub/i/r/2018/07/07/4a-431e8d-6cdf-43f6-a49e-acb5cfe2fd8d/resize/770xauto/26bb-da2f6373dc5d7b141e1191279bca/industrial-robot.jpg</a>	125
<b>fig. 71</b> - imagem do filme "Tempos Modernos" 1936 Fonte: <a href="https://www.livornosera.it/wp-content/uploads/2018/01/2-678x381.jpg">https://www.livornosera.it/wp-content/uploads/2018/01/2-678x381.jpg</a>	125
<b>fig. 72</b> - robot de cozinha Bimby Fonte: <a href="https://www.deco.proteste.pt/-/media/edideco/images/home/eletrodomesticos/equipamentos-cozinha/news/2016/thumb-bimby-vs-moulinex.jpg?rev=63ea-7b2c-f61c-45b1-bb42-1219a74ce495&amp;la=pt-PT&amp;h=-270&amp;w=480&amp;mw=480&amp;hash=31584E407C29C2E2F0B-90C28B6EF9DCBB72B3735">https://www.deco.proteste.pt/-/media/edideco/images/home/eletrodomesticos/equipamentos-cozinha/news/2016/thumb-bimby-vs-moulinex.jpg?rev=63ea-7b2c-f61c-45b1-bb42-1219a74ce495&amp;la=pt-PT&amp;h=-270&amp;w=480&amp;mw=480&amp;hash=31584E407C29C2E2F0B-90C28B6EF9DCBB72B3735</a>	125
<b>fig. 73</b> - esquema de princípios de automação Fonte: <a href="https://slideplayer.com.br/slide/12445168/74/images/7/L%C3%B3gica+do+processo+de+automa%C3%A7%C3%A3o.jpg">https://slideplayer.com.br/slide/12445168/74/images/7/L%C3%B3gica+do+processo+de+automa%C3%A7%C3%A3o.jpg</a>	126
<b>fig. 74</b> - ciclocomputador (transdutor de velocidade) Fonte: <a href="https://ae01.alicdn.com/kf/HTB1mAA_XfOzK1Rjt_jqq-6z0hVXa9/1Set-Cycle-Computers-GPS-Waterproof-15-Function-LCD-Bike-Bicycle-Odometer-Speedometer-Cycling-Speed-Meter-Bicycle.jpg_640x640.jpg">https://ae01.alicdn.com/kf/HTB1mAA_XfOzK1Rjt_jqq-6z0hVXa9/1Set-Cycle-Computers-GPS-Waterproof-15-Function-LCD-Bike-Bicycle-Odometer-Speedometer-Cycling-Speed-Meter-Bicycle.jpg_640x640.jpg</a>	126
<b>fig. 75</b> - controlador de servo motor Fonte: <a href="https://img.dxcn.com/productimages/sku_365592_1.jpg">https://img.dxcn.com/productimages/sku_365592_1.jpg</a>	126

<b>fig. 76</b> - servo motor (atuador)	126
Fonte: <a href="https://5.imimg.com/data5/VX/LV/MY-54678031/brushless-servo-electric-motor-500x500.jpg">https://5.imimg.com/data5/VX/LV/MY-54678031/brushless-servo-electric-motor-500x500.jpg</a>	
<b>fig. 77</b> - pormenores de conexão do cabo (sistema A)	128
Fontes: <a href="https://www.merlincycles.com/blog/wp-content/uploads/2015/07/P1050081.jpg">https://www.merlincycles.com/blog/wp-content/uploads/2015/07/P1050081.jpg</a> <a href="https://www.parktool.com/assets/img/repairhelp/Figure_9-9.jpg">https://www.parktool.com/assets/img/repairhelp/Figure_9-9.jpg</a>	
<b>fig. 78</b> - pormenores de conexão do cabo (sistema B)	128
Fontes: <a href="https://i5.walmartimages.com/asr/c15f2582-cbf-4-450c-96a9-e62c98411012_1.c09b5c604b9cc171b487f-1132440c42d.jpeg?odnHeight=450&amp;odnWidth=450&amp;odnBg=FFFFFF">https://i5.walmartimages.com/asr/c15f2582-cbf-4-450c-96a9-e62c98411012_1.c09b5c604b9cc171b487f-1132440c42d.jpeg?odnHeight=450&amp;odnWidth=450&amp;odnBg=FFFFFF</a> <a href="https://www.cube.eu/media ftp/BIKE_Bilder_2017/839000/details/839000-H-025.jpg">https://www.cube.eu/media ftp/BIKE_Bilder_2017/839000/details/839000-H-025.jpg</a> <a href="https://drauh.typepad.com/.a/6a00d8342008e353ef01b8d13d6fff970c-600wi">https://drauh.typepad.com/.a/6a00d8342008e353ef01b8d13d6fff970c-600wi</a>	
<b>fig. 79</b> - pormenores de conexão do cabo (sistema C)	128
Fontes: <a href="http://www.ebikeportal.com/wp-content/uploads/2015/12/nuvinci-n380-detail.jpg">http://www.ebikeportal.com/wp-content/uploads/2015/12/nuvinci-n380-detail.jpg</a> <a href="https://image.jimcdn.com/app/cms/image/transf/none/path/s897bd54ee48c46e3/image/ice18601651a80676/version/1459347661/image.jpg">https://image.jimcdn.com/app/cms/image/transf/none/path/s897bd54ee48c46e3/image/ice18601651a80676/version/1459347661/image.jpg</a>	
<b>fig. 80</b> - identificação dos componentes	129
Fonte: <a href="http://data-cache.abuledu.org/512/systeme-de-transmission-de-l-energie-a-bicyclette-5174fd1a.jpg">http://data-cache.abuledu.org/512/systeme-de-transmission-de-l-energie-a-bicyclette-5174fd1a.jpg</a>	
<b>fig. 81</b> - ilustração de zonas de posicionamento de componentes	129
Imagem do autor	
<b>fig. 82</b> - zona da pedaleira e eixo	131
Fonte: <a href="http://www.cybervelo.com/14102-thickbox/enduro-boitier-de-pedalier-adaptateur-pf30-axe-de-24mm.jpg">http://www.cybervelo.com/14102-thickbox/enduro-boitier-de-pedalier-adaptateur-pf30-axe-de-24mm.jpg</a>	
<b>fig. 83</b> - zona traseira	131
Fonte: <a href="https://guides.wiggle.co.uk/sites/default/files/styles/770x480crop/public/hero/campagnolo_rear_derailleur.jpg?itok\u003dV9V0YmCV">https://guides.wiggle.co.uk/sites/default/files/styles/770x480crop/public/hero/campagnolo_rear_derailleur.jpg?itok\u003dV9V0YmCV</a>	
<b>fig. 84</b> - tubo central	131
Fonte: <a href="https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd-9GcROi1xuf01iHD7-fJvyK_aYJO6bT-9SwwlmRUjn45Ks7YSEIVEZ">https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd-9GcROi1xuf01iHD7-fJvyK_aYJO6bT-9SwwlmRUjn45Ks7YSEIVEZ</a>	
<b>fig. 85</b> - ilustração de possível disposição de componentes para automação dos sistemas B e C	130
Imagem do autor	
<b>fig. 86</b> - ilustração da identificação das medidas essenciais	134
Imagem do autor	

<b>fig. 87</b> - bicicleta citadina Koga F3 7.0 Fonte: <a href="https://www.koga.com/en/bikes/city-and-touring/collection-2018/f3-7-0.htm?frame=H">https://www.koga.com/en/bikes/city-and-touring/collection-2018/f3-7-0.htm?frame=H</a>	134
<b>fig. 88</b> - medidas do quadro, tamanho médio Fonte: <a href="https://www.koga.com/en/bikes/city-and-touring/collection-2018/f3-7-0.htm?frame=H">https://www.koga.com/en/bikes/city-and-touring/collection-2018/f3-7-0.htm?frame=H</a>	134
<b>fig. 89</b> - mapeamento de tipologias 1 Imagem do autor	138
<b>fig. 90</b> - mapeamento de tipologias 2 Imagem do autor	139
<b>fig. 91</b> - formas simples com geometria convencional Imagem do autor	142
<b>fig. 92</b> - acentuação de formas - velocidade (1) Imagem do autor	142
<b>fig. 93</b> - acentuação de formas - velocidade (2) Imagem do autor	142
<b>fig. 94</b> - formas fechadas Imagem do autor	143
<b>fig. 95</b> - formas opostas a geometrias vulgares Imagem do autor	143
<b>fig. 96</b> - exploração de ângulos e geometrias Imagem do autor	146
<b>fig. 97</b> - primeiros conceitos tridimensionais Imagem do autor	147
<b>fig. 98</b> - simplificação de zona traseira Imagem do autor	147
<b>fig. 99</b> - simplificação de zona traseira e frontal (1) Imagem do autor	147
<b>fig. 100</b> - simplificação de zona traseira e frontal (2) Imagem do autor	148
<b>fig. 101</b> - conceito simplificado selecionado Imagem do autor	148
<b>fig. 102</b> - variações A, B, C, D, E, F e G Imagem do autor	150
<b>fig. 103</b> - estudos do conceito escolhido Imagem do autor	151
<b>fig. 104</b> - geração da primeira geometria sobre o conceito final Imagem do autor	152



<b>fig. 105</b> - comparação da 1ª geometria com o quadro Koga Imagem do autor	152
<b>fig. 106</b> - comparação da 2ª geometria com o conceito digital Imagem do autor	152
<b>fig. 107</b> - comparação entre a 1ª geometria (preto) e a 2ª geometria refinada (vermelho) Imagem do autor	152
<b>fig. 108</b> - 3 fases da maquete bidimensional em papel Imagem do autor	153
<b>fig. 109</b> - medidas do quadro Imagem do autor	153
<b>fig. 110</b> - identificação das zonas críticas Imagem do autor	155
<b>fig. 111</b> - execução da maquete em esferovite Imagem do autor	155
<b>fig. 112</b> - Vista geral da maquete Imagem do autor	156
<b>fig. 113</b> - Detalhes construtivos e ligações da maquete Imagem do autor	157
<b>fig. 114</b> - bicicleta Trek FX Sport 6 Fonte: <a href="https://www.trekbikes.com/pt/pt_PT/bicicletas/bicicletas-h%C3%ADbridas/bicicletas-de-fitness/fx/fx-sport-6/p/21563/?colorCode=black">https://www.trekbikes.com/pt/pt_PT/bicicletas/bicicletas-h%C3%ADbridas/bicicletas-de-fitness/fx/fx-sport-6/p/21563/?colorCode=black</a>	159
<b>fig. 115</b> - promenor no quadro da zona da direção Fonte: <a href="https://www.trekbikes.com/pt/pt_PT/bicicletas/bicicletas-h%C3%ADbridas/bicicletas-de-fitness/fx/fx-sport-6/p/21563/?colorCode=black">https://www.trekbikes.com/pt/pt_PT/bicicletas/bicicletas-h%C3%ADbridas/bicicletas-de-fitness/fx/fx-sport-6/p/21563/?colorCode=black</a>	159
<b>fig. 116</b> - promenor do quadro na ligação ao tubo central Fonte: <a href="https://www.trekbikes.com/pt/pt_PT/bicicletas/bicicletas-h%C3%ADbridas/bicicletas-de-fitness/fx/fx-sport-6/p/21563/?colorCode=black">https://www.trekbikes.com/pt/pt_PT/bicicletas/bicicletas-h%C3%ADbridas/bicicletas-de-fitness/fx/fx-sport-6/p/21563/?colorCode=black</a>	159
<b>fig. 117</b> - promenor da forquilha Fonte: <a href="https://www.trekbikes.com/pt/pt_PT/bicicletas/bicicletas-h%C3%ADbridas/bicicletas-de-fitness/fx/fx-sport-6/p/21563/?colorCode=black">https://www.trekbikes.com/pt/pt_PT/bicicletas/bicicletas-h%C3%ADbridas/bicicletas-de-fitness/fx/fx-sport-6/p/21563/?colorCode=black</a>	159
<b>fig. 118</b> - moldes para injeção Fonte: <a href="https://www.trekbikes.com/pt/pt_PT/story/treks_carbon_story/#comp_BeneathPainText1">https://www.trekbikes.com/pt/pt_PT/story/treks_carbon_story/#comp_BeneathPainText1</a>	160
<b>fig. 119</b> - quadros em fibra de carbono da Trek Fonte: <a href="https://www.trekbikes.com/pt/pt_PT/story/treks_carbon_story/#comp_BeneathPainText1">https://www.trekbikes.com/pt/pt_PT/story/treks_carbon_story/#comp_BeneathPainText1</a>	160



<b>fig. 120</b> - ilustração do processo de injeção Fonte: <a href="https://www.moldedfiberglass.com/sites/default/files/user/images/MFG_rtm%20_0.jpg">https://www.moldedfiberglass.com/sites/default/files/user/images/MFG_rtm%20_0.jpg</a>	160
<b>fig. 121</b> - 1ª modelação tridimensional em cinema 4D Imagem do autor	162
<b>fig. 122</b> - vista lateral direita Imagem do autor	164
<b>fig. 123</b> - vista frontal e de topo Imagem do autor	165
<b>fig. 124</b> - promenor da zona traseira Imagem do autor	166
<b>fig. 125</b> - promenor da zona dianteira Imagem do autor	167
<b>fig. 126</b> - vista traseira aproximada Imagem do autor	168
<b>fig. 127</b> - promenor construtivo do quadro Imagem do autor	169
<b>fig. 128</b> - promenor da ligação entre a traseira e o tubo central Imagem do autor	170
<b>fig. 129</b> - promenor da relação do quadro com a forquilha Imagem do autor	171
<b>fig. 130</b> - exploração cromática da bicicleta – Amarelo Imagem do autor	172 — 173
<b>fig. 131</b> - exploração cromática da bicicleta – Azul Imagem do autor	174 — 175

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>tabela 1</b> - venda de ebikes na Europa entre 2006 e 2016 Fonte: the statistics portal, 2018	54
<b>tabela 2</b> - componentes de cada sistema Tabela do autor	104
<b>tabela 3</b> - possibilidades de mudanças da cassette (sistema A) Tabela do autor	108
<b>tabela 4</b> - possibilidades de mudanças dos pratos frontais (sistema A) Tabela do autor	108
<b>tabela 5</b> - vantagens e desvantagens dos sistemas A e B Tabela do autor	112
<b>tabela 6</b> - ações a automatizar e componentes intervenientes Tabela do autor	127
<b>tabela 7</b> - identificação de ações para automação Tabela do autor	129

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>gráfico 1</b> - venda de ebikes na Europa entre 2006 e 2016 Fonte: the statistics portal, 2018	54
<b>gráfico 2</b> - percentagem do género feminino quanto ao deslocamento de bicicleta Fonte: German Federal Ministry of Transport (2003); U.S. Department of Transportation (2003); Danish Ministry of Transport (2005); Statistics Netherlands (2005); Australian Bureau of Statistics (2007); Department of Transport (2007) and information provided directly by bike planners in Canadian provinces and cities; Pucher et al (2008)	76
<b>gráfico 3</b> - tendência de km percorridos por dia, por habitante, na Holanda, Dinamarca, Alemanha e Reino Unido Fonte: Danish Ministry of Transport (2007); Department for Transport (2007); German Federal Ministry of Transport (2007); Netherlands Ministry of Transport (2007); Pucher et al (2008)	78
<b>gráfico 4</b> - km percorridos por habitante, por dia na Europa e EUA Fonte: European Union (2002); U.S. Department of Transportation (2003); Pucher et al., (2008)	82
<b>gráfico 5</b> - distribuição dos principais meios de transporte para o trabalho, por cidades capital (2015) Fonte: Eurostat (2015)	82
<b>gráfico 6</b> - frequências de resposta de importância por características da bicicleta Fonte: Inquérito	90

## **1. INTRODUÇÃO AO PROJETO**



## 1.1 A paixão e influência das duas rodas

A par da educação e crescimento, a necessidade de alargar horizontes e explorar o mundo em redor vê-se limitada pelo meio de deslocação primário, ( “deslocação a pé” ), que não satisfaz mais essa vontade incansável de ir mais além. Surge então a bicicleta como meio de alcançar o desconhecido. O objeto de lazer e desporto que acompanha toda a infância, estende-se até aos dias de hoje como sendo o principal causador da paixão pela adrenalina, superação e liberdade. Usada por todo o mundo em diferentes contextos, e disciplinas desportivas, a bicicleta torna-se num objeto multidisciplinar que deste modo, passa a ser o impulsionador desta dissertação e o fio condutor para convergir duas diferentes áreas, nomeadamente a Engenharia Mecânica e o Design, num documento que desafiará os conhecimentos para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Design de Produto.

## 1.2 Problemáticas inerentes e objetivos

Partindo do gosto pessoal e procura pela conquista de objetivos referido em I.I, são postos em causa os atuais meios de transportes refletores da mobilidade global. O estudo realizado e o enraizamento da bicicleta no mundo credibiliza este produto nos mercados. Numa era de ascensão tecnológica fortemente marcada pelo modo como os sistemas de transporte que permitem as relações interpessoais operam, levantam-se questões que levam à reflexão do seu impacto no presente e futuro das gerações. Essas questões conduzem à proposta aqui apresentada, que parte do objeto “bicicleta” como o principal potenciador da mobilidade sustentável urbana.

— Como pode o projeto auxiliar de forma positiva a resolução das problemáticas estudadas no ambiente citadino?

— Quais são as necessidades específicas dos potenciais utilizadores?

— Qual a relação da sociedade face às novas medidas protetoras da sustentabilidade?

— Como executar o projeto dentro dos padrões de desenvolvimento tecnológicos existentes projetando um futuro mais sustentável?

Esta dissertação ambiciona ainda ir mais além, na procura de soluções para questões ambientais, sociais e económicas, através da investigação que compoem a componente teórica e a exploração prática criativa e tecnológica aqui exposta.



### 1.3 Abordagem metodológica

Segundo Bomfim (1995), a metodologia reflete ferramentas e aplicações inerentes numa sequência de passos essenciais coerentes para se atingir uma solução plausível para um determinado problema.

“(...) as regras do método não bloqueiam a personalidade do projetista, mas pelo contrário, estimulam-no a descobrir coisas (...)” Munari (1981).

Os métodos aplicados nesta dissertação tem como base a metodologia de Munari (1981) atendendo à pertinência das várias fases do desenvolvimento do projeto encontradas na sua ideologia.

De modo a completar e enriquecer o mais possível a investigação, associado ao projeto prático encontram-se também algumas etapas da metodologia de Ulrich e Eppinger.

### 1.4 Estrutura do documento

A estrutura da presente dissertação é composta por seis capítulos principais: I. Introdução ao projeto; II. Enquadramento teórico, que apresenta um panorama geral do estado de arte relativo ao tema; III. Desenvolvimento do projeto prático, correspondente à componente prática da investigação; e VI. Conclusão, apresentando-se em último lugar a Bibliografia e os Anexos

Todos os capítulos foram subdivididos em secções, com o intuito de criar uma narrativa lógica, sequenciando de forma ordeira e coerente a comunicação de todo o processo.

I. Introdução, contemplando as motivações, intuições pessoais e problemática que indicaram o caminho a seguir, seguido da abordagem utilizada para a construção de uma solução.

II. Enquadramento teórico, onde se encontra o estado de arte em relação à problemática. Aqui abordam-se as temáticas acerca da bicicleta, onde é feito um enquadramento histórico do objeto até aos dias de hoje, explorando a sua versatilidade no mundo citadino agitado, submerso em problemas. É abordada a consciencialização política para o desenvolvimento sustentável e a mobilidade suave referenciada como parte dessa solução.

III. Desenvolvimento do projeto prático, expondo a visão mais prática de uma possível proposta, partindo não só do enquadramento teórico como referência de conhecimento, mas também do estudo de casos práticos e análise objetiva de parâmetros técnicos. A conjugação destas variáveis com o processo criativo e exploração formal entende-se como o culminar de todo o método de investigação refletido na proposta final aqui apresentada.

IV. A conclusão encontra-se dividida em duas partes. A primeira são descritas as principais conclusões sobre a investigação e a segunda aponta possíveis caminhos futuros para o projeto. O capítulo V contém as referências bibliográficas e o VI os anexos.

## **2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO**

## 2.1 Bicicleta

### 2.1.1 Contextualização



fig. 1 - celerífero (1690)

A necessidade de deslocação do ser humano conduz à criação dos meios de transporte e o seu desenvolvimento refletiu marcos históricos da sociedade.

Segundo o Dicionário Priberam da Língua Portuguesa (2018), a palavra “bicicleta” provém do francês “bicyclette” e designa um velocípede de duas rodas, de igual diâmetro, sendo a da retaguarda acionada por um sistema de pedais que atua sobre uma corrente.

Assumida como um objeto contemporâneo e moderno no século XXI, nem sempre a bicicleta teve este carácter banal, comum a todos.

Vários historiadores e cientistas indicam que o primeiro relato sobre a origem da bicicleta possa datar a séculos XV e XVI, com esboços audaciosos de Leonardo da Vinci, alegando conterem manivelas, pedais e engrenagem com transmissão por corrente. Uma vez que não existem dados que possam comprovar a veracidade dos factos, não é possível chegar a um consenso no que diz respeito á sua real origem. Desta forma, o único dado concreto aponta a invenção do primeiro objeto que mais tarde daria origem à bicicleta para o século seguinte, ano de 1690, pela mão do Conde Francês Mende de Sivrac.

Designado por “celerífero”, este foi o primeiro veículo primitivo com duas rodas a ser construído com os meios e técnicas existentes na época. Estas encontravam-se ligadas por uma espécie de ponte em madeira em formato de cavalo e o modo de funcionamento era por acionamento por impulso alternado dos pés sobre o chão, resultando numa deslocação em solavancos.



fig. 2 - John Kemp Starley na bicicleta safety



fig. 3 - drasiana de 1818

fig. 4 - bicicleta michaux de 1855

fig. 5 - bicicleta penny farthing

fig. 6 - bicicleta safety

A sua construção não é ao acaso. Estudos comprovam que o celerífero foi projetado para a agricultura, para substituir os animais que morreram à fome, consequência de um mau ano de colheitas.

A segunda versão melhorada do celerífero do Conde Mende de Sivrac surgiu em 1816 pela mão do barão alemão Karl Drais onde a colocação de um eixo na roda dianteira conferiu a esta engenhoca melhorada a capacidade de ser dirigida pelo homem através de um guiador. Apesar dos esforços reunidos, a chamada “draisiana” continuava a ser movida pelo esforço de empurrar os pés no chão.

Apenas no ano de 1855, o francês Ernest Michaux, apropriando-se da “draisiana” já conseguida até então atreve-se a instalar o primeiro conjunto de pedais na roda dianteira. Esta invenção de seu nome “velocípede” não só foi um marco importante na evolução dos meios de transporte do Homem como foi a razão para ser criada a primeira fábrica de velocípedes construídos em ferro, pela mão do pai do francês, dando origem à Bicicleta Michaux.

Em busca de atingir maiores velocidades, o desafio imposto pelo homem dá origem à bicicleta alta. O francês Eugene Meyer aumenta a roda dianteira do anterior “velocípede” para permitir velocidades mais elevadas ao passo que diminui a roda traseira para reduzir o peso total do conjunto, originando as “bicicletas comuns” ou “Penny Farthing”.

A visão que temos da bicicleta ordinária é o resultado da evolução da “safety bicycle” nascida a 1885 pelo inglês John Kemp Starley. O nome é-lhe atribuído devido ao seu carácter mais seguro e ao facto de ser mais fácil de manusear em comparação com a “Penny Farthing” anterior. Esta vingou ainda pela capacidade de manter um processo de produção simplificado com duas rodas do mesmo tamanho e já com transmissão de pedais tracionando a roda traseira.

Embora o processo de evolução e inovação para atingir uma tipologia padrão da bicicleta, tenha sido lento, acredita-se que o seu sucesso se concentra na combinação entre a simplicidade, carácter funcional e dinâmico do objeto quanto à sua forma e a capacidade de satisfazer necessidades primárias de deslocação do Homem. Assim se identifica a primeira motivação do objeto bicicleta como meio de transporte, que é confortável, eficiente, seguro e descomplicado.





## 2.1.2 Ciclismo, Desporto e Inovação



fig. 7 - revista de 1869,  
Le velocípede Illustré

### - visão global

Segundo a Infopédia (2018), “ciclismo” é um desporto/ atividade desportiva baseada em corridas de bicicleta; velocipedismo. Já o Dicionário Online de Português (2018) afirma que o ciclismo é a prática de andar de bicicleta por vontade ou como meio de transporte. Esta distinção é um claro indício de que existem diferentes motivações para o uso da bicicleta. Designadamente, neste caso, a motivação desportiva e a motivação de cariz utilitário pessoal.

Através do artigo “Evolução da bicicleta: materiais, design e mobilidade”, de Santos (2018), o conceito do ciclismo enquanto desporto nasce imediatamente após o aparecimento das primeiras bicicletas, com a criação de um evento em Saint Cloud, nos arredores de Paris, no ano de 1868, por parte da Michaux Company para a promoção das suas bicicletas face à concorrência.

Contudo, a corrida Internacional do ano seguinte, 1869, promovida pelo jornal desportivo “Le Vélocipède Illustré”, representa hoje um marco histórico igualmente importante, em relação àquilo que se viria a tornar o ciclismo. Esta consistia em percorrer uma distância total de 123km entre Rouen e Paris. O inglês James Moore foi o grande vencedor, completando a corrida em 10 horas, a uma velocidade média de 12km/h. Apesar de nascer desta forma o ciclismo desportivo, existia nos organizadores da corrida, a clara intensão de demonstrar o potencial da bicicleta enquanto meio de transporte para longas distâncias. (Richard & Karlsruhe, 1875)

Durante século XIX e o século XX, a bicicleta foi estrategicamente inovada a par com a evolução do ciclismo. Até 1885, os travões de mola nos aros, inventados por Belvalette, o mecanismo com corrente horizontal de Vaucausson e os pneumáticos descobertos pelo escocês John Boyd Dunlop foram inputs que tornaram a bicicleta capaz de percorrer, nesta fase, distâncias aproximadas de 100km em 4h40’.

Era visível a procura pela performance à medida que o gosto pelas corridas crescia a passos largos no mundo, com a organização de mais eventos e a criação da International Cycling Union (ICU) fundada em Paris, com a ingressão das federações da Bélgica, França, Itália, Suíça e Estados Unidos.

E. DECOUSE, 20 Rue Rochambeau, Paris

### Série Française

FABRICATION TRÈS SOIGNÉE — QUALITÉ GARANTIE

17 Pédalier nickelé, avec pignon vissé interchangeable  
La pièce ..... 17.25  
Se fait avec post central, ou avec post à deux tubes  
en 27, 23, 21, 25, 25, 28, 28, 30 dents.  
Diamètre des tubes 28 x 28

18 Raccord de selle avec boudin  
nickelé, diam. des tubes 28 x 28 ..... 1.25

19 Pattes d'arrière et tendeurs  
pour tube ovalé. La paire 2.50

178 Pédales à soles corps moyen  
La paire ..... 5.00  
Les soles, av. écrous, la p<sup>re</sup> 5.25  
(Article recommandé.)

**Fourniture complète d'une Bicyclette en pièces "FRANÇAISES"**

Pédalier, complet nickelé de 22 à 26 dents.....	17.25
Direction, tête de fourche, genre américaine, 19° sur 25 mm.....	10.00
Raccord de selle, avec boudin.....	1.25
Pattes d'arrière, avec tendeurs pour tube ovalé.....	2.50
Moyeux spéciaux, recouvrements vissés, billes 6/32.....	8.75
Pédalier à soles, corps moyen.....	5.00
Chaîna à double roueaux J. G., nickelés (50 mailles).....	6.25
Jeu complet de 11 tubes "Anglais" pour le cadre.....	8.00
Fourreaux brasés, 1 <sup>er</sup> qualité.....	1.10
Selles à file, mailles.....	4.25
80 Rayons nickelés, 2 rendants n° 11 X 43 et 80 écrous n° 43.....	3.00
Poignées liège ou bois.....	0.65
Pneumatiques "H. LOUX" à triangles, jantes Gibernia.....	24.00
Total de la Fourniture complète..... 112.00	

NOTA. — La composition des pièces de cette série peut être modifiée au gré des Clients.

E. DECOUSE, 20 Rue Rochambeau, Paris

### Nouvelle Série U.S.A. Modèle de Luxe

Série Recommandée pour sa LÉGERETÉ

TOUTES PIÈCES GARANTIES

11 Pont U.S.A.  
Se donne gratuitement avec chaque série.  
Tubes de 28 ou de 26 mm de diamètre et 28 ou 26 mm de diamètre.

12 Raccord de Selle U.S.A.  
Avec boudin..... 1.20  
Diamètre des tubes 28 x 28

13 Pattes d'arrière U.S.A. La p<sup>re</sup> 3.00

Pédalier U.S.A. de Course, nickelé  
19° sur 25 mm de diamètre, pignon pas Hunter 23, ou à roueaux pas 12.7. Diam. des tubes 28 x 28 et 26 x 26.  
Les Pignons au pas 25.4 se font en 23, 25, 26, 28, 30, 32 et 35, 38 et 50 dents.

14 Pignon U.S.A. de Course, nickelé  
19° sur 25 mm de diamètre, pignon pas Hunter 23, ou à roueaux pas 12.7. Diam. des tubes 28 x 28 et 26 x 26.

15 Direction U.S.A. avec tête de fourche américaine ou à pignettes  
19 et 25 mm de diamètre..... 10.00

**Fourniture complète d'une Bicyclette en pièces U.S.A.**

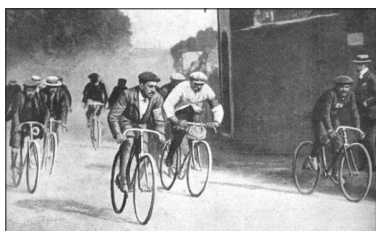
Pédalier complet, nickelé, jusqu'à 26 ou 32 dents.....	20.00
Direction tête de fourche américaine ou à pignettes 19 et 25 mm de diamètre.....	10.00
Raccord de selle avec boudin.....	1.20
Pattes d'arrière pour tube ovalé.....	3.00
Pont U.S.A. (fourni avec chaque série).....	0.00
Moyeux spéciaux, recouvrements vissés, Billes 8/32.....	8.75
Pédalier à soles genre Américain (Anno-Moore).....	5.00
Chaîna double roueaux, nickelés, "Penguin" ou J.G., (50 mailles).....	6.25
Jeu complet de 11 tubes "Anglais" pour le cadre.....	8.00
Fourreaux brasés, première qualité.....	1.10
Selle B 95, mailles à file, avec écrous.....	4.25
80 Rayons nickelés, 2 rendants et 80 écrous.....	3.00
Poignées liège ou bois.....	0.65
Pneumatiques "H. LOUX" à triangles jantes Weymouth.....	24.00
TOTAL de la Fourniture complète..... 109.00	

Équipement de 0.40 par dent de pédalier au-dessus de 26 jusqu'à 32 dents.  
— 0.60 pour avoir le même nombre de dents.  
— 0.60 pour avoir le même nombre de dents.  
— 0.60 sur 2 pignons de selle et guidon dynamo.

NOTA. — La composition des pièces de cette série peut être modifiée au gré des Clients.



fig. 9 a) - fichas técnicas de partes  
fig. 9 b) - pormenor da transmissão



Surge em 1903 a primeira edição do Tour de France. A mais antiga e emblemática prova de três semanas de duração do Grand Tour do ciclismo que ainda hoje é realizada anualmente. Esta prova, assim como o Giro d'Itália e a Vuelta a Espanha são os melhores exemplos de que a bicicleta ultrapassara barreiras e a sua popularidade aumentara significativamente diante do público.



Os anos que se seguem do séc XX são de maior desenvolvimento voltado para os sistemas de transmissão das bicicletas com pelo menos, e de acordo com as pesquisas, quatro marcos importantes. O primeiro dá-se nos anos 20, com o aparecimento do primeiro sistema de mudanças de velocidade intitulado de “Vitória” construído pela empresa italiana dos irmãos Neddu. O segundo nos anos 40, com um sistema que melhora o leque de desmultiplicação da bicicleta, ao assumir uma roda pedaleira dupla. O terceiro marco dá-se nos anos 50 com a possibilidade da roda livre através de um pinhão ou “cassete” de 5 engrenagens e o quarto marco situa-se nos anos 60 quando o pinhão de seis rodas dentadas é institucionalizado.



fig. 8 - 1ª edição do tour de França (1903)

fig. 9 - exemplar usado em 1903

fig. 10 - bicicleta corrida Colnago, anos 80

fig. 11 - bicicleta corrida Colnago, atualidade

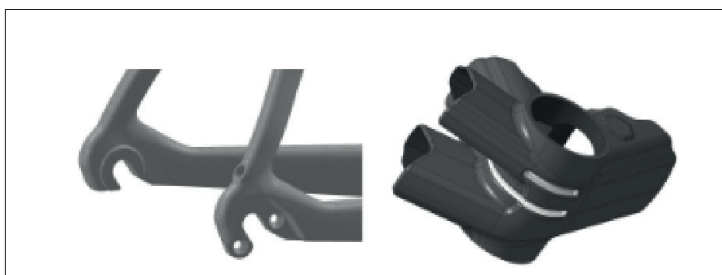
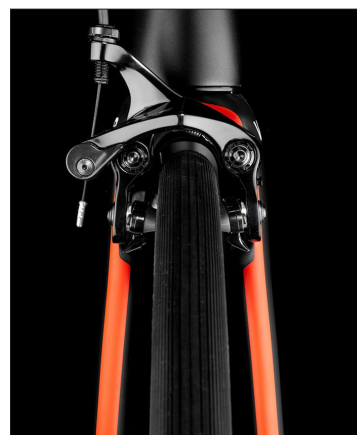


fig. 12 - pormenores da Colnago atual e respetivo desenho CAD

fig. 13 - zonas do quadro que recebem a transmissão e respetivos desenhos CAD



**fig. 14** - Charlie Kelly numa mountain bike, anos 70 – Califórnia

**fig. 15** - bicicleta de montanha Specialized anos 70

**fig. 16** - bicicleta de downhill Specialized da atualidade

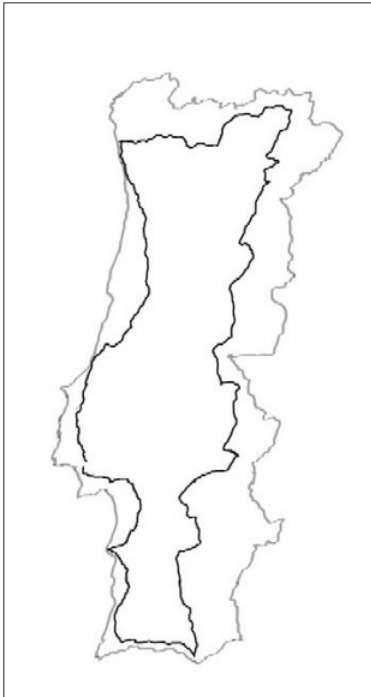
Não só os componentes sofreram alterações. Os novos materiais e técnicas desenvolvidas eram também empregues no fabrico dos quadros das bicicletas e marcaram presença nesse século, a partir dos anos 80. Os fabricantes começaram a utilizar tubos ovais e novas ligas leves como o Titânio, a fibra de Carbono e o Kevlar. O Sistema CAD (Computer Aided Design) é incluído como uma mais valia para projetar e desenhar os quadros que na altura eram construídos através da técnica de produção por estampagem.

Enquanto objeto e produto físico, os desenvolvimentos em materiais e técnicas de fabrico foram elevando o seu valor, no que diz respeito à performance, resultando em bicicletas mais leves e aerodinâmicas com alta resistência, aumentando o número de apoiantes e o número das vendas.

Essa evolução conduziu à procura de novos desafios e adrenalina, que culminaram na década de 90 com o surgimento, no estado da Califórnia, da bicicleta de todo o terreno pelo americano Gary Fisher. O ciclismo de montanha ganhou lugar e expandiu-se pelo mundo.

Atualmente a panóplia e diversidade de bicicletas é extensa atendendo a todas as modalidades que emergiram a par do desenvolvimento das tecnologias.





## - ciclismo em Portugal

Segundo o “Memorial do ciclismo em Portugal”, o aparecimento da bicicleta gerou no mundo uma nova onda e renovação de emoções associadas à velocidade e ao modo como os passeios eram encarados, levando ao atrevimento das corridas de bicicletas. A 17 de Maio de 1885, a secção velocipédica do Ginásio Clube Português cria a primeira de várias corridas integrada num programa de competições, no Hipódromo de Belém onde o seu fundador Herbert Dage se assume como o “pai do ciclismo no nosso país”.

A passagem das corridas em espaços fechados (velódromos e hipódromos) para as ruas surge em simultâneo, quando a União Velocipédica de Portugal (UVP) é criada em 1899 e se consegue mais estabilidade no que diz respeito à institucionalização do ciclismo enquanto desporto de competição.

Nos anos seguintes, até 1924, vários eventos foram realizados de Norte a Sul do país à medida que emergiam novos Clubes Velocípedes impulsionadores e fundadores de novas infraestruturas de apoio ao desporto como o Clube Velocipédico do Porto que inaugurou o Velódromo D. Amélia, muitos outros foram construídos, como são exemplo ainda os velódromos de Viana do Castelo, Braga (S. João da Ponte), Lisboa (Palhavã), Lagos e Sines (Seabra et al., 1899).

O nível das provas aumentava paralelamente com a evolução da bicicleta e dos meios de comunicação, surgindo nesse período eventos desportivos apoiados pelo “Jornal de Notícias” onde foi registada uma grande afluência de participantes como ocorreu no 1º Circuito do Minho e nas Clássicas Porto-Lisboa e outros circuitos ao longo do país.

O aumento do número de apoiantes e ainda a influência da expansão do ciclismo conduziu ao aparecimento do campeonato nacional de estrada e da Volta a Lisboa em 1923. Estes acontecimentos foram os principais impulsionadores daquela que viria a tornar-se a mais prestigiada prova de ciclismo a nível nacional, criada em 1927, a primeira Volta a Portugal em bicicleta, com o apoio do jornal “Os Sports”, do “Diário de Notícias” e da UVP. Esta continha 18 etapas num total de 1965kms, e refletia no seu itinerário um desenho paralelo à linha da fronteira do continente português. O seu sucesso e mediatismo resultou na disputa e rivalidade entre os jornais, originando ainda nesse ano uma segunda Volta em Maio com o apoio do jornal Sporting do Porto.

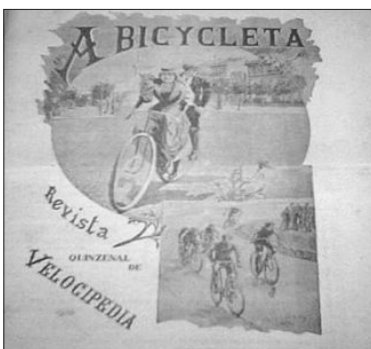


fig. 17 - percurso da 1ª volta a Portugal em bicicleta

fig. 18 - “volta a Portugal em bicicleta” na capa do Diário de Notícias

fig. 19 - revista de velocipédia “A Bicycleta”







fig. 20 - imagem da UVP-FPC

fig. 21- "ciclismo vai à escola" em Santo Tirso

A par com o crescimento do ciclismo a nível desportivo, a comunicação social gera novas revistas e jornais especializados em temáticas relacionadas com velocipédia que desde o início aumentam o entusiasmo na massa associativa com a partilha de informação e fotografias dos heróis do desporto, como mostra uma das primeiras revistas, "A bicicleta" (1895) com fotografias de José Diogo d'Orey e de Eduardo Michin. Também os passeios de bicicleta organizados eram divulgados por este tipo de revistas.

Embora tenha sido alvo de algumas interrupções por causa da Guerra Civil de Espanha, II Guerra Mundial e o 25 de Abril de 1974, a Volta, desde que criada, é o maior evento em Portugal para os amantes do ciclismo (Seabra et al., 1899).

A necessidade de filiação dos ciclistas portugueses para competir em provas internacionais conduz o desígnio "Federação Portuguesa de Ciclismo" à junção da já existente União Velocipédica Portuguesa. A nova legislação desportiva entrou em vigor no dia 1 de Janeiro. Depois deste acréscimo, UVP-FPC continha cerca de 400 sócios e ao seu dispor, de Norte a Sul do país, 53 delegados e aproximadamente 20 no estrangeiro.

Este acontecimento aumentou de forma substancial a capacidade de organização das corridas e eventos relacionados com o ciclismo, bem como alargou o calendário de provas nas diferentes vertentes de competição, realidade que presenciamos nos dias de hoje. Para além disso, a Federação Portuguesa de Ciclismo concentra esforços em eventos de promoção do uso utilitário e de lazer da bicicleta. (Seabra et al., 1899)

A prova disso são as 12 iniciativas já celebradas no presente ano de 2018, com diferentes objetivos. As abordagens podem ser educativas, com o incentivo à utilização da bicicleta em escolas - "O ciclismo vai à escola" realizado em Santo Tirso e Santarém, ou de cariz social solidário, associando-se a causas globais como o passeio - "O Movimento Contra o Discurso do Ódio - Jovens pelos Direitos Humanos". Outros eventos e encontros realizados pretendem aproximar as pessoas do ciclismo, independentemente da faixa etária a que pertença ou da condição física que detenha, dando ênfase à voz do programa nacional "Ciclismo para todos". (Federação Portuguesa de Ciclismo, 2018)

As abordagens da bicicleta fora do panorama desportivo/competitivo são pertinentes, na medida em que se pretende com a presente reflexão, reposicionar o objeto na direção de meio de transporte, associando-lhe todo o valor e carácter prático que esta tem vindo a demonstrar nas mais diferentes solicitações, desde a sua inicial aparição.



### 2.1.3 Lazer e Utilitarismo



fig. 22 - alunos deslocando-se para a escola de bicicleta, Gafanha da Nazaré

fig. 23 - deslocação para o trabalho de bicicleta

fig. 24 - passeio em família de bicicleta

fig. 25 - deslocação numa cargo bike, Copenhaga

Se por um lado, todo o valor que atribuímos á bicicleta, está por norma, associado a algum carácter desportivo, por outro, este pode ser redobrado se concentrarmos e conjugarmos o carácter utilitário que esta representa, e o qual se tem vindo a evidenciar de forma crescente e positiva um bocado por todo o mundo, por parte de todas as pessoas, assim que ouvimos alguém classificar o objeto “bicicleta” como útil. Carácter este que se assume aqui como primeiro e primitivo, tendo em conta o enquadramento referido em 2.1.

Proveitoso, vantajoso, válido e prestável são significados atribuídos á palavra “útil”, segundo a Infopédia e que simultaneamente nos remetem para uma conotação de algo que é positivo. Sem dúvida que a ação é única e exclusivamente motivada pelo interesse do praticante.

A pluralidade de indivíduos incluídos na atividade e os exemplos de que a bicicleta é de facto útil remete-nos para a concordância da filosofia do carácter utilitário em que associamos o comportamento “andar de bicicleta” como moralmente correto, uma vez que tem como sua consequência o aumento do prazer ou da felicidade dos indivíduos.

“(…)most bike trips start at home(…)”(Pucher & Buehler, 2008)

A nossa habitação é o cenário onde por norma se desenrolam todas as ações que conduzem à descoberta do mundo da bicicleta, identificado pelos autores. Esta afirmação leva o autor a acreditar que existe então ainda o carácter de “lazer” associado a esta prática, assumindo que as ações acontecem num espaço temporal aproveitado.

Por definição, “lazer” caracteriza-se pelo período de tempo de que se dispõe depois de cumpridas as tarefas laborais ou obrigatórias, segundo o Dicionário Infopédia da Língua Portuguesa (2018). Ora, se por um lado, a intenção de cada indivíduo, numa primeira instância, é a de ocupar o tempo livre como bem o entender, são muitos os exemplos que nos aliciam e motivam á prática do ciclismo como atividade de lazer, tendo em conta que só trará benefícios para quem a abraça.

Exemplos de como a bicicleta nos pode satisfazer nas horas de lazer e ser útil ao mesmo tempo.



## 2.1.4 Tipologias

“Since 1974, we’ve had one goal: innovate and inspire to improve rider’s lives.” Mike Sinyard

Mike Sinyard, fundador de uma das primeiras grandes marcas de produção de bicicletas a nível mundial, defende que a inovação é o foco para melhorar a vida dos ciclistas (Specialized, 2018).

A bicicleta é capaz de se adaptar a diferentes circunstâncias de utilização, quer seja por motivações desportivas, utilitárias ou lazer. Fazendo parte da oferta disponibilizada ao público pela marca Specialized, foi possível observar várias tipologias e subtipologias aqui documentadas. Este é precisamente o reflexo da inovação e desenvolvimento das bicicletas no mundo e que de alguma forma as categoriza e projeta.

**Montanha** - Nesta categoria as bicicletas são pensadas para terrenos duros e acidentados. Apresentam quadros que resistem a impactos e travões com maior poder de travagem. Consoante a modalidade podem estar equipadas apenas com suspensão como as “rígidas” e “hardtail” ou com suspensão e amortecedor (dupla suspensão) como as de “enduro” e downhill. Possuem pneus largos e com pisos que potenciam a aderência ao terreno.

**Estrada** - Projetadas principalmente para fazerem quilómetros em estrada, são bicicletas com geometrias que favorecem uma posição de condução aerodinâmica e por norma são as mais leves. As subtipologias “estrada” e “triatlo” usam pneus slick, enquanto que as de “ciclocross” e “touring” usam pneus com algum piso, pois são utilizadas em terrenos mais irregulares. De todas elas, as de “touring” oferecem uma posição mais vertical por serem usadas em viagens onde se privilegia o conforto.

**Híbridas** - São bicicletas que combinam diferentes características inclinando-as para os deslocamentos urbanos. Por um lado apresentam posições de condução mais retas e confortáveis, como as de “montanha”, e por outro são mais leves e possuem pneus estreitos e suaves como nas de “estrada”, para serem mais rápidas. Normalmente estas bicicletas têm locais para adaptar suportes de carga ligeira, como o caso das “citadinas”. Em alguns casos possuem suspensão como as “conforto” com quadros maioritariamente desenhados para mulheres e as “polivalente”.

Desta forma, é razoável assumir-se que a pluralidade de bicicletas existentes tem vindo a acompanhar as necessidades de um utilizador que não é constante, mas sim cada vez mais sofisticado.

**– montanha**



**RÍGIDAS**



**HARDTAIL**



**ENDURO**



**DOWNHILL**

**– estrada**



**ESTRADA**



**TRIATLO**



**CICLOCROSS**



**TOURING**

– híbridas



VIAJANTE



POLIVALENTE



COMFORT

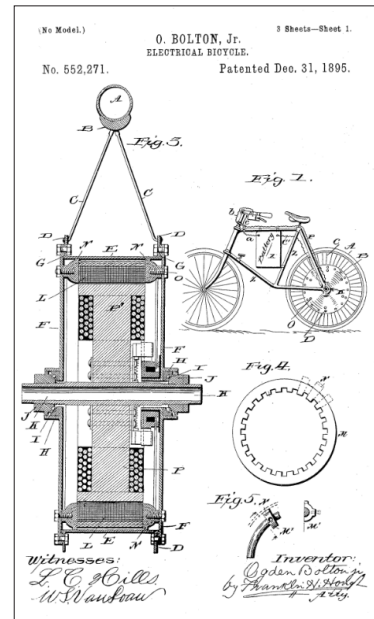


fig. 26 - patente de Ogden Bolton registada em 1895

fig. 27 - specialized turbo s (pedelec - motor auxiliar na roda traseira)

fig. 28 - specialized turbo vado (nível de assistência do motor a cargo do ciclista)



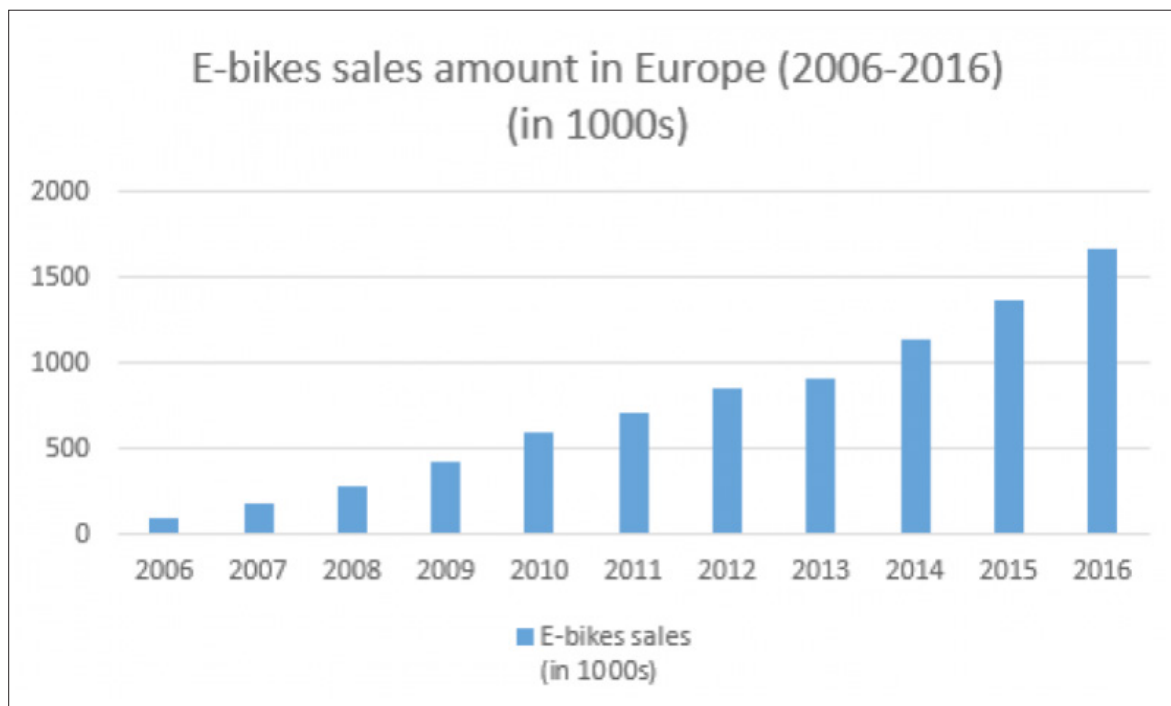
## - elétrica

Bicicleta elétrica ou ebike é aquela que possui um motor elétrico integrado. Esta ideia remonta ao séc XIX, pela mão de Ogdem Bolton Jr., mas é no séc XX, anos 90, que se afirma perante a sociedade a par de outros desenvolvimentos tecnológicos como os sensores de binário e controladores de potência.

O seu principal objetivo é auxiliar o utilizador nas suas deslocações, reduzindo ou eliminando o esforço exigido para cada pedalada. Existem dois grupos de ebikes, conforme sugerem as fig. 27 e fig. 28. Aquelas em que o motor se aciona apenas com a pedalada do ciclista (pedelecs) e as ebikes em que o motor é acionado pelo ciclista com vários graus de assistência. Neste grupo existe também a opção de pedalar sem influência do motor.

Deste modo, os principais componentes das bicicletas elétricas são o motor, a bateria (alimenta o motor), o controlador eletrónico (controla a velocidade do motor), o acelerador, o sistema de pedal assistido e um painel de instrumentos para visualização e acompanhamento de informações em tempo real (nível de bateria e velocidade) (eCycle, 2018). A legislação em vigor enquadra-se na categoria da bicicleta normal e é abrangida por todas as leis da sua regular circulação. Não precisa de carta ou seguro e pode circular nas ciclovias e pode ser transportada em transportes públicos.

As diferenças que o utilizador tem de ter em conta estão relacionadas com a velocidade permitida pela ação direta do motor, que, segundo o Artigo 112.º - Velocípedes do Código da Estrada não pode exceder os 25 Km/hora (Pereira, 2007).



Years	E-bike Sales (in 1000s)
2006	98
2007	173
2008	279
2009	422
2010	588
2011	716
2012	854
2013	907
2014	1139
2015	1364
2016	1667

gráfico 1 - venda de ebikes na Europa entre 2006 e 2016

tabela 1 - venda de ebikes na Europa entre 2006 e 2016 (relativa ao gráfico)

Estudos revelam que os utilizadores de bicicletas elétricas acabam por andar mais do que se por outro lado usassem uma bicicleta convencional. Embora a intensidade do exercício físico praticado numa bicicleta convencional seja maior, pedalar numa ebike fornece níveis necessários de atividade física para a proteção contra doenças resultantes de um estilo de vida sedentário. Isto trás mais benefícios não só em termos de condição física e saúde, mas também de eficiência como meio de transporte, tendo em consideração o seu uso como substituto de veículos motorizados (Fishman 2016).

Constata-se que a popularidade que as bicicletas elétricas têm vindo a ganhar popularidade nos dias de hoje, na Europa, conforme mostra o gráfico 1 e a tabela 1. O número de vendas tende a crescer ano após ano, pelo que é possível afirmar que é um produto em ascensão no mercado.

Fishman (2016) acrescenta que à medida que as baterias e os motores continuam a evoluir, é muito provável que as vendas e o uso de bicicletas elétricas continuem a subir acentuadamente.

Tal como aqui se sugere na tabela 1 e os dados assim o comprovam, o potencial da bicicleta elétrica é uma realidade emergente e em crescimento, que tira partido do desenvolvimento de novas tecnologias com a finalidade de trazer benefícios para o homem.



## 2.2 Mundo citadino

### 2.2.1 A cidade - urbe



fig. 29 - ideia de velocidade de movimentação na cidade de Berlim

Urbe como aglomerado populacional e núcleo de actividades é fundamental para o desenvolvimento económico. Excessos conduzem à degradação do ambiente. É necessário intervir para o crescimento consciente, preservando as gerações futuras.

Fruto da imaginação e trabalho articulado de muitos homens, a cidade é uma obra coletiva que desafia a natureza./ (...) a cidade industrial seja “um universo estimulante e vibrante que faz com que se amplie a capacidade humana de inventar(...)”

(Rolnik, 1988)

As cidades são aglomerados urbanos onde se concentram os principais serviços e actividades económicas, pelo que nela se concentra o maior número populacional de indivíduos, alimentando a sede de movimentação.

Rolnik (1988), reflete e analisa o crescimento das cidades no livro entitulado “o que é a cidade?”.

Concentração, aglomeração de indivíduos e necessidade de gestão de vida coletiva são para a autora os conceitos automaticamente presentes na definição de “cidade”, que ao longo dos anos se encontra em constante evolução. Esta numerosa aglomeração populacional, possibilita a intensificação de trocas e colaboração entre os homens, que acontecem nas primeiras cidades medievais, potenciando a sua capacidade produtiva, tornando-as do ponto de vista da autora um foco de atração para os homens, como um íman. As cidades são dominadas pelo mercado, característica denotada nas cidades capitalistas que começaram a formar-se no final da Idade Média.

“Ao contrário da cidade antiga, fechada e vigiada para defender-se de inimigos internos e externos, a cidade contemporânea caracteriza-se pela velocidade de circulação. São fluxos de mercadorias, pessoas e capital em ritmo cada vez mais acelerado, rompendo barreiras, subjugando territórios.” (Rolnik, 1988)

Surge na era industrial a grande cidade, “Gross-stadt”, fruto do processo de transformação e imersão da indústria, criando “a máquina”, alimentada da aceleração da migração de população, observando-se o carácter heterogéneo cultural e étnico das cidades. Necessidade de mão de obra como principal motivo de deslocações.

Léfèbvre acrescenta que “Hoje vivemos num mundo novo onde as redes e os fluxos tecem conexões entre os lugares e alteram a ideia de próximo e distante.” (citado por Leoncioni, 2008)

Este é o principal aspeto que aponta para uma sociedade pós-industrial desenvolvida, e que segundo Lefebvre “nasce da industrialização e a sucede”, caracterizando-a como sociedade urbana (citado por Leoncioni, 2008).

No entender do autor, esta afirmação reforça a perspectiva de Rolnik face à constatação das grandes movimentações dentro do meio citadino, que caracteriza a sociedade urbana. Este tipo de sociedade tira partido da difusão das novas tecnologias e das potencialidades dos meios de comunicação para converter a antiga sociedade industrial numa sociedade de produção de informação, serviços e estética.

A ideia de proximidade e distanciamento referida por Leoncioni é rompida com a resposta à necessidade mais intrínseca de movimentação de qualquer indivíduo. A mobilidade é atendida no dia-a-dia com a implementação de órgãos de comunicação e transporte, recorrendo a diferentes tipologias de oferta de deslocação.

### 2.2.2 Mobilidade urbana, crescimento e consequências



fig. 30 - Autoestrada portuguesa

“Na União Europeia, mais de 60% da população vive em zonas urbanas.” (CCE, 2007)

A afirmação mostra o quão atrativas são as cidades para a população, na medida em que representam um mar de oportunidades. Dessa forma dão dinamismo à economia e são o seu motor, atraindo a população com ofertas de emprego ou possibilidade de investimento.

Comissão das Comunidades Europeias (2007), mostra que de facto é fácil assumir a importância das cidades na vida da grande maioria da população, tendo como foco a manutenção da sua qualidade como uma realidade constante, protegendo todos aqueles que nelas co-habitam. Neste sentido, a CCE propõe uma reflexão acerca da mobilidade urbana, encorajada ao longo dos anos pelo aumento da construção de estradas e infraestruturas, apresentando, no entender do autor, perspectivas que ressaltam o lado negro da mobilidade e que devem ser combatidas. Emerge um paradigma, pois, se por um lado a necessidade de deslocação da sua população deve ser atendida, por outro, o modo como o fazem destroem o meio ambiente que nos envolve e afeta diretamente a saúde pública. Rolnik (1988).ilustra um pouco desse lado negro com:

“A violência urbana (dos crimes e mortes, dos acidentes de carro, de destruição da natureza, de precariedade de habitação, das explosões de revolta) é a expressão viva do carácter contraditório da cidade(...) - ela é ao mesmo tempo, potência de criação e destruição, catalisadora de energia e máquina de morte.”

#### Acrescenta ainda que se

“(...) a possibilidade de superação dos constrangimentos natureza na cidade industrial não tem mais limite, não tem mais limite também a capacidade de destruição e violência.”

As consequências da mobilidade no universo estimulante e vibrante que é a cidade são várias e fazem sentir-se por toda a Europa. No livro verde, a CCE clarifica algumas consequências: A economia europeia perde anualmente perto de 1% do PIB da UE (cerca de 100 mil milhões de euros) devido ao congestionamento com inúmeras consequências nefastas em termos de tempo perdido e de poluição, fruto do crescente tráfego nos centros urbanos.

A poluição sonora intensifica-se e a circulação urbana está na origem de 40% das emissões de CO<sub>2</sub> e de 70% das emissões de outros poluentes, tudo isto resultado dos transportes rodoviários.

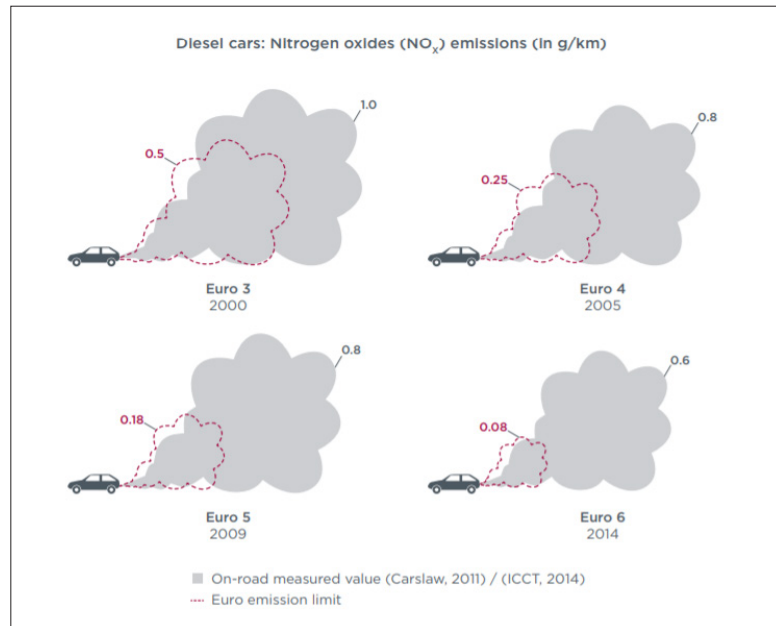


fig. 31 - Limite e medição real de emissões de Nox na Europa em 2014 (Carslaw, 2011) / (ICCT, 2014)



Ainda o número de acidentes nas estradas citadinas gera mais vítimas mortais: hoje, um acidente mortal em cada três ocorre nas zonas urbanas, onde peões e ciclistas, por serem os mais vulneráveis, são as primeiras vítimas. A CCE mostra a preocupação não só a nível local, reforçando a necessidade de acções também à escala global, para contrariar alterações climáticas e aquecimento global (CCE, 2007).

Assumindo a clara e visível relação entre a destruição do meio ambiente, a qualidade de vida da população e a mobilidade urbana, e porque:

“A Europa possui capacidade de reflexão, de proposta e de mobilização para formular políticas decididas e executadas localmente.”

No entender do autor, o caminho a seguir partindo das cidades como principal teatro de operações, passa pela criação, promoção e sustentação consciente, de uma nova e emergente cultura da mobilidade urbana.

“The new urban age, combined with a growing awareness of liveability, has led to an emerging RECALIBRATION OF CITY LIFE. Interaction brought people to live in cities several thousand years ago and the bicycle has found itself as a very useful tool to facilitate this most basic human needs. The bicycle, it appears, is now increasingly recognised as offering a functional vehicle for making the short-to medium-length trips that characterise much of city travel.” (Fishman, 2016)

No conteúdo exposto em 2.3.2, a bicicleta surge como meio alternativo aos transportes motorizados convencionais, no entanto, a afirmação de Fishman, no entender do autor é uma boa ilustração de um movimento, que claramente grita por soluções móveis suaves e sustentáveis.



### 2.2.3 Movimento massa crítica



fig. 32 - formação de massa crítica na China

Na atualidade, todos os acontecimentos, medidas, políticas e incentivos a favor da readoção da bicicleta enquanto meio de transporte para uma nova cultura de mobilidade urbana na perspectiva do desenvolvimento sustentável, é o reflexo de largos anos de análise e observação do modo como os transportes operam. Estes factos são motivados pela força de vontade da população: a vontade de ter mais eficácia nos transportes, de ser mais sustentável, mais conveniente, ter mais liberdade e independência.

Através do documentário realizado por Ted White - “Return of the Scorcher”, explora-se e analisa-se o renascimento da bicicleta enquanto transporte e cultura na China, Holanda, Dinamarca e EUA. Emerge a consciência e clareza das vantagens da utilização das duas rodas a pedal como uma realidade em crescimento atual. Desde 1992 a voz da população faz-se ouvir e sentir em coletivo, com a aparição da primeira “Massa Crítica” (MC) em São Francisco. A MC foi descoberta por George Bliss, um Nova Iorquino que de visita á China, observou atentamente o modo como os ciclista operavam sempre que pretendiam atravessar um cruzamento não sinalizado. Os ciclistas aguardavam na interseção até se formar uma massa capaz de se afirmar perante os outros veículos e aí seguiam avante. O documentário ainda questiona questões de progresso, como o aparecimento do automóvel, e convida o espectador a reconectar-se com experiências reais.

Com base neste comportamento da população chinesa, a MC foi adotada e acontece enquanto movimento, um pouco por todo o mundo, como símbolo de reafirmação da mobilidade suave e protesto contra políticas de apoio ao automóvel. Organizada e massiva, as ruas e espaços públicos são ocupados por indivíduos com veículos de propulsão humana, tais como a bicicleta, skate, patins e outros durante o acontecimento.

A popularidade do movimento ganhou força e expandiu-se por cerca de 325 cidades que hoje são organizadoras de Massas Críticas. De forma genérica, os participantes da MC manifestam-se a favor de uma nova cultura de mobilidade urbana, suave, mais ecológica e com um planeamento mais sustentável (White, 1992).

Portugal também adotou este movimento, apesar de por cá ser comum a designação de “Bicicletada” dado que o maior número de participantes usa a bicicleta. A primeira Bicicletada aconteceu em Lisboa, no ano de 2003 e contou apenas com a presença de 14 pessoas. Atualmente adesão é grande e as massas críticas acontecem também no Porto e em pelos menos mais 10 cidades do país. De salientar que o ritmo do percurso urbano é sempre imposto pelo participante mais lento e acontece uma vez todos os meses. (Massa crítica Portugal, 2018)





fig. 33 - massa crítica em Lisboa, 2011

Segundo o autor, a relação entre o conteúdo exposto no documentário e a ideia de renascimento da bicicleta está diretamente ligada com todas as MC ao longo dos anos celebradas, sendo claro que no seu entender, a manifestação voluntária da população que surge é a componente da revolução social com potencial necessário para que de forma gradual a mudança se torne numa realidade. Uma realidade partilhada pelos que ambicionam o equilíbrio da mobilidade nos ambientes urbanos, tendendo para as bicicletas, ou outros meios de transporte que não sejam os veículos motorizados poluentes.



## **2.3 Mobilidade sustentável, económica e social**

### **2.3.1 Consciencialização política e indícios**

“A sustentabilidade confere alternativas à mobilidade urbana nas cidades, de modo a usufruir de todos os benefícios oferecidos pelo ambiente, sem o agredir.” (Morais, 2012; Silva, 2015)

Estas questões são relevantes e a consciencialização por parte de líderes políticos da sua realidade reflete vários esforços no sentido de prever a destruição e preservar o meio ambiente, pelo que emerge afirmativamente o conceito de mobilidade sustentável.

Diversas soluções são debatidas e postas em cima da mesa, para que a consciencialização por parte da população aumente e para que alternativas comecem a ser postas em prática.

Várias medidas apontam a bicicleta como uma alternativa sustentável aos veículos de combustão, respondendo não só a necessidade de deslocação, mas atendendo também a necessidades vitais de saúde humana e bem estar físico e emocional. Ir para o trabalho de bicicleta pode funcionar como um desbloqueador de bem estar e pode reduzir muitas dores de cabeça e horas perdidas em longas filas de tráfego rodoviário, ou mesmo o tempo perdido a procura de um lugar de estacionamento. Para além de ser economicamente mais rentável, o impacto da sua utilização no planeta é bem menor que aquele causado pela condução de veículos de combustão. Com o crescimento do número de utilizadores da bicicleta como meio de transporte principal na cidade, estas tornar-se-iam menos ruidosas, o ar mais respirável, o tráfego menos congestionado, a população beneficiaria de uma vida mais harmoniosa, e os níveis de stress poderiam reduzir drasticamente.

Alertou-se em 1962 para o perigo dos agrotóxicos, através da publicação da obra “Primavera silenciosa” de Rachel Carson (1962), chamando a atenção para a sustentabilidade do planeta.

Nesse seguimento, este capítulo aborda indícios da preocupação com a sustentabilidade ao longo dos anos, esperando reforçar nesta dissertação esta questão atual que deve ser atendida com a devida seriedade.

O atual planeamento dos transportes contempla na sua génese uma ideologia que passa por atender a todas as procuras de tráfego. Owens (1995) afirma que esta é identificada no manual *Design and Layout of Roads in Built-up*, publicado pelo Ministério do Transporte de Guerra em Inglaterra (1946), apelidando-a de “prever e prover”. Contudo, do ponto de vista da prosperidade e sustentabilidade, o autor questiona este tipo de abordagem por considerar pouco ortodoxa, no sentido em que promove a constante construção desmedida de infraestruturas que irão agravar os problemas já existentes, como é o caso do congestionamento e da poluição.

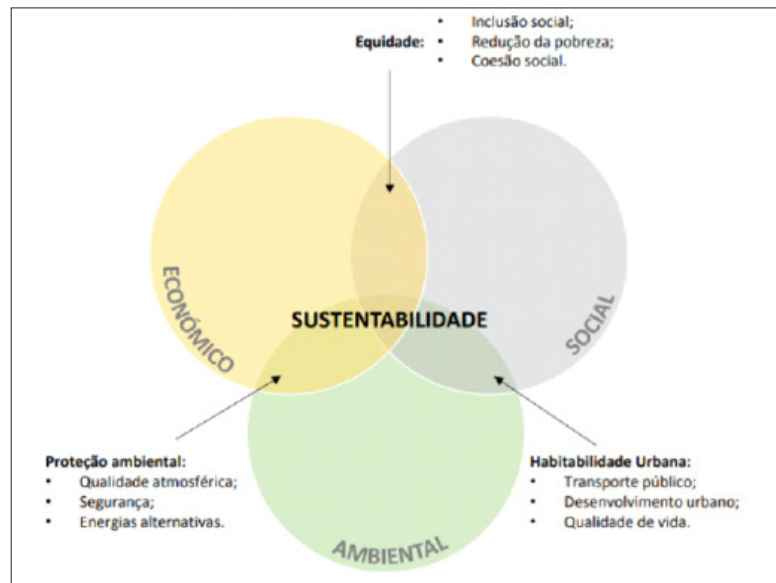


fig. 34 - dimensões alusivas à sustentabilidade



A Primeira Conferência sobre o Meio Ambiente deu-se em Estocolmo. A industrialização, o crescimento urbano e a explosão demográfica foram temas debatidos como principais impulsionadores de problemas ambientais que conduzirão ao esgotamento dos recursos naturais. (ONU, 1972). Este esgotamento trará graves problemas a nível do desenvolvimento, uma vez que a ideia de que o meio ambiente e o desenvolvimento estão interligados é defendida no relatório publicado em 1987 pela WCED (World Commission on Environment and Development) “Nosso Futuro Comum”. Nesse relatório segundo Holden, Linnerud e Banister (2014) as medidas apresentadas visam salvaguardar a detereorização da base dos recursos em prol do desenvolvimento. A partir daqui, tem-se o desenvolvimento sustentável como o desenvolvimento que é capaz de satisfazer as necessidades atuais, sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades. A partir daí, o relatório com o título “Os limites do crescimento” que aborda as mesmas problemáticas ambientais ganha credibilidade ao afirmar que existe também uma relação causal entre o desenvolvimento sustentável e o uso dos recursos face à economia, e por isso, a sua gestão deve ser feita de forma consciente (Meadows et al., 1972).

Para isto, na opinião do autor, contemplar ações de “prever e prevenir”, contrariamente à ideologia de Owens, seria a abordagem correta a seguir no planeamento da mobilidade sustentável, que teria a cidade como principal centro de operacionalização do desenvolvimento sustentável.

Uma vez presente o conceito de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, segundo Humphrey (2007), a TRB (Transportation Research Board) defende que os seus princípios têm por base a análise e ações ponderadas acerca das questões ambientais com olhos postos no futuro e nas suas consequências a longo prazo para as gerações seguintes, focando-se na degradação ambiental e nas mudanças climáticas. A TRB defende também as políticas favoráveis à minimização do consumo de recursos como ar, água e solo, reforçando a ideia de que a sustentabilidade se preocupa com a proteção dos recursos naturais. É feita a distinção entre crescimento, representado por ganhos quantitativos, e desenvolvimento, representado por ganhos qualitativos, onde o interesse se foca nos resultados do bem estar social tais como a saúde e o desenvolvimento educacional, e não no acesso a bens materiais. (Humphrey, 2007)

Magagnin e Silva (2008) falam do desenvolvimento sustentável e afirmam que este se encontra relacionado com três importantes dimensões. A dimensão ambiental, económica e social. Para se atingir a sustentabilidade relaciona-se estas três dimensões com o objetivo de alcançar a eficácia económica e a proteção do meio ambiente, tendo sempre presentes as finalidades sociais, tais como a luta contra as desigualdades, a pobreza, e a exclusão social. (Magagnin et al., 2008). A perspectiva apresentada pela UITP (Union Internationale des Transports Publics) face às 3 dimensões expostas por Magagnin e Silva (2008) acompanham a sua linha de pensamento na medida em que afirmam que o equilíbrio das mesmas será capaz de colmatar as necessidades da sociedade quando à acessibilidade e quanto à qualidade de vida, aumentará o respeito pelo habitat com a consequente minimização do impacto proveniente das actividades humanas, e proporcionará a utilização devida dos recursos económicos disponíveis para satisfazer as necessidades de cada cidadão. (Steng e Gifford, 2005; Richardson, 2005; Black et al., 2002)

O conceito de desenvolvimento sustentável deverá incidir principalmente no contexto dos transportes, onde haja melhorias na qualidade de vida da população e esta seja distribuída de forma justa (Gudmundsson, 2004). É imperativo implementar sistemas mais eficientes de transportes no planeamento citadino para que haja uma maior promoção da acessibilidade urbana, favorecendo a sociedade e os peões. O reequilíbrio do uso da rua é necessário. (Rogers et al., 2001).

De acordo com World Business Council for Sustainable Development (2001, p.131), a mobilidade sustentável é a “capacidade de satisfazer desejos e necessidades da sociedade para se locomover livremente, obter acesso, comunicação, comércio e estabelecer relações sem sacrificar outros valores fundamentais humanos ou ecológicos, hoje ou futuramente.” (citado por Silva, 2015)

O relatório publicado pelo SUMMA (Sustainable, Mobility, Policy Measures and Assessment) considera um sistema de transportes sustentável se apresentar características que correspondam às 3 dimensões do desenvolvimento sustentável defendidas por Magagnin e Silva (2008).

Para cada dimensão o relatório destaca algumas medidas. Na dimensão ambiental defende-se que as actividades causadoras de problemas de saúde pública e danos no meio ambiente devem ser reduzidas assim como o ruído e os níveis de emissões e resíduos. Minimizar o uso do solo e potenciar a utilização de fontes de energias renováveis. No que afeta a dimensão social os transportes devem ser seguros e promover a equidade entre gerações bem como prover o acesso a serviços e bens para diminuir as necessidades de viagens. No que diz respeito à dimensão económica o relatório defende que as tarifas de transporte

devem ser acessíveis e que estes devem ser o mais eficientes possíveis para dar suporte à competitividade económica. Deverão ainda ser assegurados os custos sociais e ambientais fruto das várias opções e modos de transporte. (European Commission, 2004).

### **Esta abordagem reforça a teoria das dimensões do desenvolvimento sustentável.**

“Fazer de Portugal, no horizonte de 2015, um dos países mais competitivos da União Europeia, num quadro de qualidade ambiental e de coesão e responsabilidade social.” (Mota et al., 2005)

A afirmação acima apresentada é o desígnio que enforma a Estratégia Nacional para o Desenvolvimento Sustentável (ENDS). Esta surge no seguimento do apelo pela necessidade de tornar operacional a demanda pela sustentabilidade feita pelas Nações Unidas e União Europeia. Contempla a procura por um modelo mais sustentável através da formulação e implementação de estratégias nacionais para o desenvolvimento sustentável.

Este conjunto de acções e medidas abrangem um período de 10 anos onde os objetivos são assegurar o crescimento económico vigoroso, elevar o crescente nível de proteção e valorização do meio ambiente e aumentar a coesão social. Ainda que a difícil realidade nacional transparea um ímpasse em atingir as metas propostas, a ENDS reforça a necessidade de adopção da estratégia de desenvolvimento sustentável a nível global, considerando que só assim será possível atingir o crescimento e convergir no quadro europeu. (Mota et al., 2005)

Os objetivos acima enunciados são novamente o reflexo da teoria de Magagnin e Silva (2008), (o crescimento económico, a proteção e valorização ambiental e a coesão social) em que identificamos os 3 pilares do desenvolvimento sustentável.

Especificamente incidindo na temática da mobilidade urbana, a ENDS enfoca algumas medidas que devem ser atendidas para tornar as cidades mais apetecíveis, atrativas e contribuir para o crescimento sustentável. Defende a procura de soluções menos poluentes para os transportes contribuindo para a redução das emissões de poluentes atmosféricos e de ruído. Apontam a necessária travagem do crescimento do consumo dos atuais combustíveis derivados do petróleo ao passo que incentivam novas soluções de transportes em áreas urbanas que permitam reduzir o congestionamento e a degradação ambiental sem exigir investimentos infraestruturais pesados, experimentando para isso inovações tecnológicas se necessário, essencialmente na área dos combustíveis e motorizações. Apelam ainda a novas soluções organizativas na área do uso coletivo dos transportes. (Mota et al., 2005)

O Livro Verde: “Por uma Nova Cultura de Mobilidade Urbana” (CCE) publicado em 2007 é também fruto da crescente necessidade de reflexão das questões essenciais para implementar uma nova cultura de mobilidade urbana. Nele, a comissão europeia reconhece a elevada relevância do setor dos transportes para o crescimento da economia e da empregabilidade. É necessário assegurar que as vilas e cidades proporcionam a melhor qualidade de vida possível aos seus cidadãos, uma vez que é nelas que se concentra a maior percentagem de população. Contudo, o desafio aumenta quando se pretende conciliar o desenvolvimento económico com a defesa do ambiente, em prol do desenvolvimento urbano sustentável.

Partindo desta perspectiva, o livro verde enuncia vários desafios como metas a alcançar. Focam o descongestionamento das cidades através da melhoria das alternativas de transporte, tornando-as mais atrativas, como as deslocações individuais, a pé e de bicicleta, ou transportes coletivos, assim como salientam a necessidade de os tornar mais acessíveis, inteligentes e ainda intuitivos para responderem prontamente às necessidades dos cidadãos. A segurança nos meios urbanos é também reforçada neste livro que afirma que todas as pessoas devem deslocar-se de forma confiante, independentemente do meio de transporte, envolvendo o mínimo risco possível, salvaguardando a sua integridade física. Contrariando os impactos do intenso tráfego citadino, devem ser substancialmente reduzidas as emissões poluentes na atmosfera, bem como o constante ruído proveniente dos muitos meios motorizados a operar em simultâneo nos centros urbanos.

Para o contexto desta dissertação destaca-se a medida que defende a promoção das deslocações a pé e de bicicleta. Para tornar mais atrativas e seguras este tipo de deslocações, devem integrar-se estes meios nas políticas locais e regionais do desenvolvimento da mobilidade urbana, com especial atenção ao modo de crescimento das infra-estruturas. Deve ser garantido o envolvimento das famílias, das crianças e dos jovens na criação das políticas e nas iniciativas educativas, de forma inovadora, para que haja um encorajamento da população para o aumento destes modos de transporte.

Deste modo, o conteúdo referente ao Livro Verde é uma ferramenta que acrescenta valor às medidas atualmente em prática em torno do desenvolvimento sustentável e faz parte de uma estratégia europeia de mobilidade urbana à altura das expectativas do cidadão. (CCE, 2007)

A Agenda 21 publicada pela ONU em 1992 expõe o índice de que a mobilidade representa uma série de problemáticas para o desenvolvimento sustentável, onde foram debatidas ideias e apontaram-se alternativas para a mobilidade sustentável na Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento. Já nesse ano

se defendia a construção de infra estruturas como as ciclovias e vias seguras para peões, com o intuito de incitar meios não motorizados de transporte, preferencialmente nos aglomerados urbanos. A preocupação com o meio ambiente, realidade comum a todos, refletiu-se também no debate da pertinência em analisar os padrões de consumo da sociedade para se reduzir o uso dos recursos naturais e o gasto das energias. (ONU, 1992)

**Pucher & Buehler (2008) afirmam que:**

“it is hard to beat cycling when it comes to environmental, social and economic sustainability”

Andar de bicicleta não causa poluição sonora nem do ar e consome muito menos recursos não-renováveis do que qualquer modo de transporte motorizado. O único ciclo de energia que é requerido para a atividade, provém diretamente da pessoa, e a actividade física inerente oferece um valioso exercício cardiovascular. Comparativamente aos carros é muito mais fácil de estacionar e carece de muito menos espaço para o efeito. Além disso, o ciclismo é económico, custando muito menos que o carro particular e o transporte público, tanto em custos diretos quanto em infraestruturas públicas. É acessível a praticamente todos, e é um dos modos mais equitativos de transporte. (Pucher & Buehler, 2008)



### 2.3.2 Bicicleta como meio de transporte - Holanda, Dinamarca e Alemanha

“Bicycling in much of the industrialized world is a marginal mode of transport, occasionally used for recreational purposes but rarely used for practical, everyday travel needs”. (Pucher & Buehler, 2008).

A afirmação caracteriza o pensamento retardado de grande parte da população mundial face às bicicletas e às suas potencialidades enquanto meio de transporte, pelo que são várias as questões que se podem levantar em torno desta problemática.

As cidades abraçaram os automóveis e assumem-no, ainda que muitas vezes não o digam, como o primeiro método de transporte disponível. A consciencialização do impacto dos meios que operam entre todos é crescente e os dados preocupantes, o que leva os governadores e políticos a tomarem medidas de prevenção e preservação do meio ambiente, para oferecer à população alternativas sustentáveis, atrativas e convenientes.

Neste subcapítulo abordam-se dados que comprovam o potencial da bicicleta enquanto “motor-revolucionário” no meio dos transportes. É exposta a perspectiva de 3 países que olham para a bicicleta como a solução para os seus problemas e como fazem dela a opção mais conveniente, capaz e amiga do ambiente.

O número de conferências acerca de ciclismo realizadas no Reino Unido, Austrália e América do Norte tem aumentado dramaticamente nos últimos anos, o que comprova a importância com que esta temática tem sido encarada. Tendo em conta as mudanças de comportamento relativamente aos meios de transporte, existe então um crescimento da procura de conhecimento relativamente às suas infraestruturas de apoio, como reflexo da consciência das limitações existentes no planeamento dos transportes dependentes de automóveis. Limitações que dizem respeito ao congestionamento, problemas de estacionamento, poluição do ar, esgotamento de recursos, mudanças climáticas e perigo no trânsito. (Hickman & Banister, 2014; Fishman, 2016)

“The crucial point is that these changes and the growing interest in cycling (e.g. see Pucher & Buehler, 2012) is not actually about cycling, but it is about what cycling brings to cities.” (Fishman, 2016)

O interesse em usar a bicicleta como meio de transporte é o indício de que os políticos pretendem tornar os seus ambientes urbanos mais “bicycle friendly”.

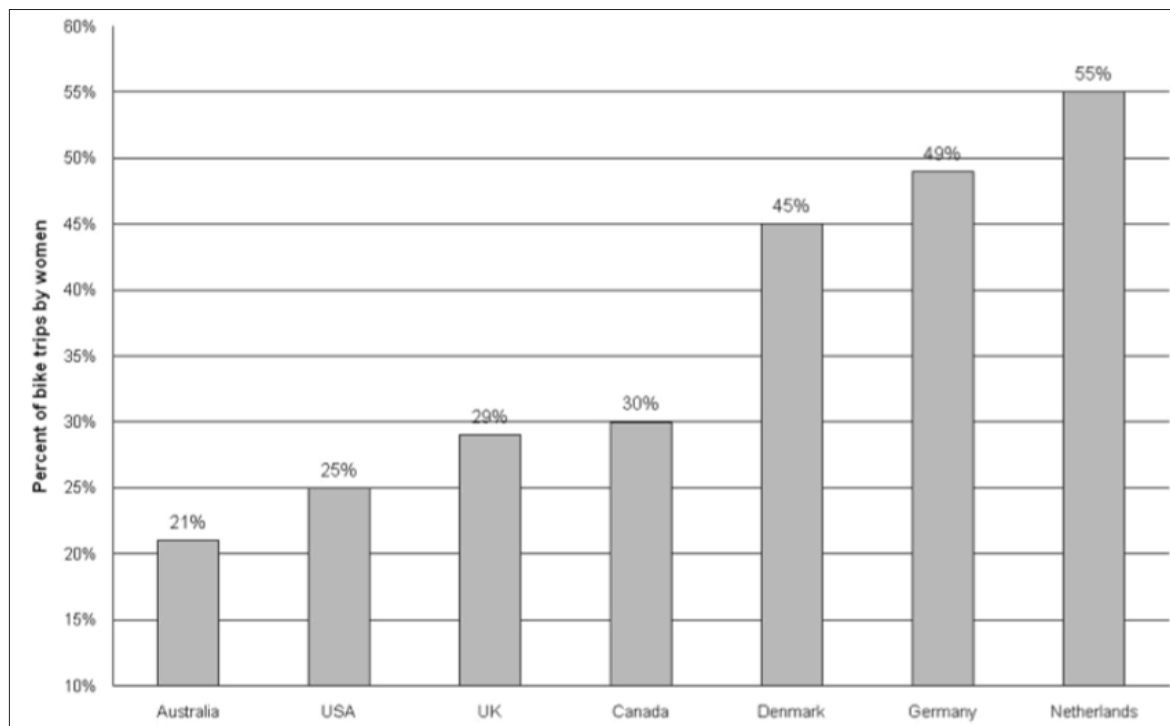


gráfico 2 - Percentagem do género feminino quanto ao deslocamento de bicicleta





fig. 35 - mistura de trânsito em Portland, perigo percebido

O objetivo foca-se no “andar de bicicleta” como algo que trará benefícios para as cidades e para os seus cidadãos, onde a inclusão das pessoas é preponderante para o estabelecimento de metas e implementação de medidas experimentais propostas em planos estratégicos, que visem a sua promoção e diminuição da atratividade do uso dos carros (Harms et al., 2016).

Segundo Fishman (2016), em Portland, EUA, existem quatro tipos de ciclistas. O primeiro grupo é o dos “fortes e destemidos” que constituem menos de 1% da população e que pedalam independentemente da qualidade das infra-estruturas. O segundo grupo é o dos “entusiastas e confiantes” com 7% da população, que são capazes de pedalar em tráfego misto, mas preferem instalações separadas. O terceiro grupo é o dos “interessados, mas preocupados” que perfazem 60% da comunidade. Este é o grupo que exige maior infra-estruturas para andar de bicicleta antes de se sentirem à vontade para fazer as suas viagens. O último e quarto grupo é conhecido como “no way no how” com 33% da população, onde existem poucas perspectivas em conseguir atrair estas pessoas para outro grupo de ciclistas.

Embora estes grupos tenham sido desenvolvidos especificamente para Portland, o autor acredita que é razoável utilizar esta abordagem segmentada noutras cidades, ao projetar políticas de ciclismo. Pode assim ser necessário direccioná-las para grupos específicos, como o dos “interessados, mas preocupados” (60%), mas também direccioná-las conforme o género, uma vez que para as mulheres, a segurança reafirma-se como factor principal. Várias pesquisas mostram que o risco percebido que um ciclista corre no trânsito é uma barreira importante para a difusão da atividade (Noland, 1994) e que as mulheres e as pessoas com idade avançada são especialmente sensíveis a este perigo (Garrard et al., 2008).

Na Holanda, Dinamarca e Alemanha, a segurança é um factor de inclusão, onde as mulheres têm a mesma probabilidade de pedalar que os homens, nomeadamente 45% do total de viagens na Dinamarca, 49% na Alemanha e 55% na Holanda. Isto demonstra a capacidade da bicicleta ser um meio de transporte neutro, quando falamos de questões de género, englobando todas as faixas etárias (Pucher & Buehler, 2008). gráfico 2

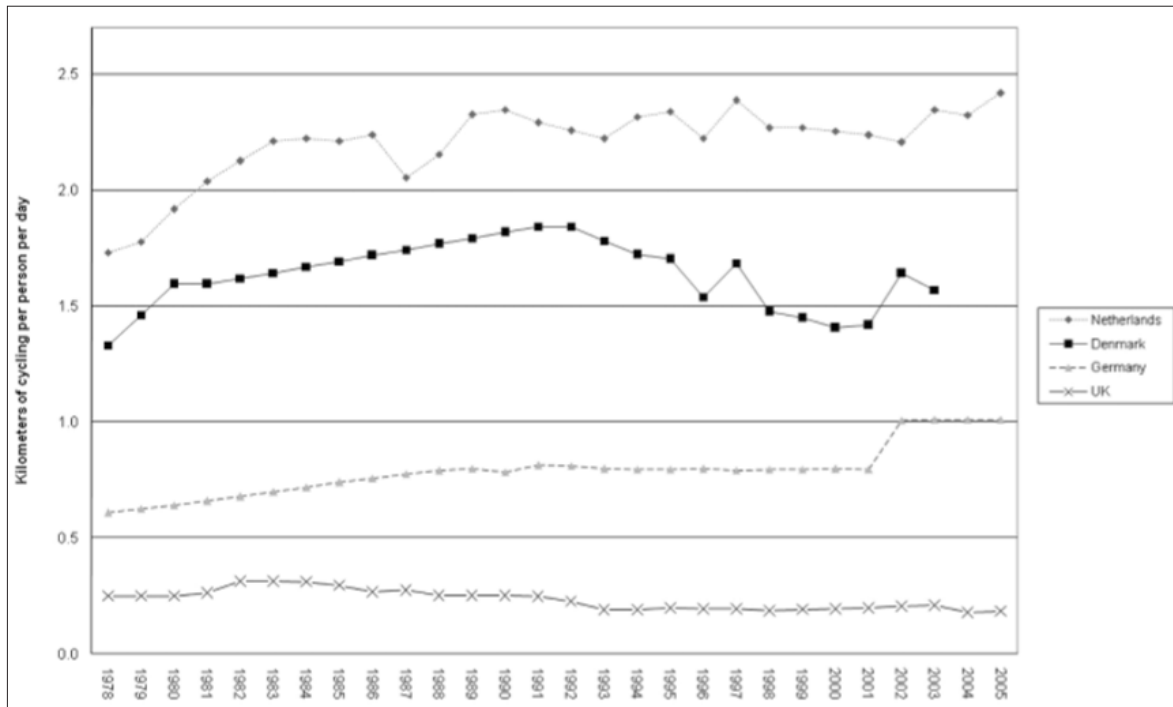


gráfico 3 - Tendência de km percorridos por dia, por habitante, na Holanda, Dinamarca, Alemanha e Reino Unido



fig. 36 - parque de bicicletas na estação central de Amsterdão

Na Holanda, Dinamarca e Alemanha, depois da ocorrência do boom dos automóveis nas cidades durante o período dos anos 50 e 70, a utilização das bicicletas sofreu um grande decréscimo de utilizadores. De 1950 a 1975, as viagens de bicicleta decresceram entre 50%-85% para apenas 14%-35% (Dutch Bicycling Council, 2006; Pucher et al., 2008). Durante estes 25 anos, as cidades ignoraram as necessidades dos peões e ciclistas ao facilitar o uso dos carros e apoiar a expansão de estradas e parques de estacionamento. Estas medidas não prevaleceram durante muito mais anos, uma vez que o poder político teve consciência dos impactos ambientais, energéticos e de segurança relativamente ao uso dos automóveis. Isto conduziu a reformas políticas nos transportes terrestres, favorecendo a caminhada, o ciclismo e o transporte público em relação ao carro particular. (Hass-Klau, 1990; Pucher, 1997; Conferência Europeia dos Ministros dos Transportes, 2004; Dutch Bicycling Council, 2006; Pucher et al., 2008). O resultado foi um decréscimo significativo de 70% do número de mortes causadas pelo ciclismo ao longo desses 35 anos, nesses 3 países.

O gráfico 3 mostra precisamente esse aumento e pelos bons resultados obtidos até então, há todas as razões para acreditar que o aumento da segurança é a chave para promover mais ciclismo e também motivo para acreditar que mais ciclismo facilita o ciclismo mais seguro.

A Holanda é um excelente exemplo de como não só uma cidade, mas um país inteiro é capaz de deter um nível de ciclismo tão elevado (Harms, Bertolini, & Brommelstroet, 2014; Fishman et al., 2015). Não há nenhum país capaz de igualar a proporção de pessoas que lá andam de bicicleta ou mesmo a segurança que lhes é proporcionada, pelo que é comum dizer-se que os Holandeses são ‘blind to cycling’.

O ciclismo prosperou na Holanda, na Alemanha e na Dinamarca nas últimas três décadas, precisamente porque estes países deram luz vermelha ou, pelo menos, luz amarela de alerta ao uso de carros particulares. As cidades concentraram-se em servir as pessoas, favorecendo-as em prol das suas necessidades, em oposição às “cidades amigas dos carros”, e dessa forma oferecem mais qualidade de vida para os cidadãos e são mais sustentáveis. (Pucher & Buehler, 2008) As redes de ciclovias incluem várias conexões de curta distância entre as ruas e os quarteirões que atravessam a cidade para permitir que os ciclistas circulem sempre na rota mais direta possível, fazendo a ligação da origem ao destino, bem como percursos que lhes permitem executar quase qualquer viagem, seja em estradas, ciclovias completamente separadas ou ruas residenciais pouco movimentadas.

Em Berlim habitam cerca de 3.4 milhões de habitantes e existem 860 Km de ciclovias separadas.





fig. 37 - ciclovia separada do transito automóvel na calçada de Berlim

fig. 38 - ciclovia separada do transito automóvel em Amesterdão

Em Amesterdão e Copenhaga habitam respetivamente cerca de 735 000 e 504 000 habitantes, e existem 400 km de ciclovias separadas (City of Amsterdam, 2003; City of Copenhagen, 2004; City of Berlin, 2007; Pucher & Buehler, 2008)

Longos parques de estacionamento para bicicletas, integração com transportes públicos, educação rodoviária, e eventos promocionais destinados a gerar entusiasmo perante o público são o resultado deste tipo de visão que culmina num sistema completo e integrado de promoção do ciclismo como meio de transporte. Não só a expansão da rede de ciclovias separadas, mas também a qualidade e a manutenção melhoraram continuamente para garantir viagens cada vez mais seguras, convenientes e atraentes, ano após ano. Estas medidas atendem a toda a população, quer sejam crianças, mulheres, ou idosos e promovem o ciclismo para viagens diárias, de trabalho e escola, em oposição ao ciclismo recreativo onde as únicas instalações de ciclismo separadas se encontram ao longo de parques urbanos, rios, lagos ou áreas rurais. (Pucher & Buehler, 2008) Isto reforça a ideia da necessidade de consciencialização face aos impactos causados pelos automóveis no que diz respeito à segurança, e fornece evidências do poderoso impacto das políticas no comportamento dos cidadãos.

Esta abordagem, ainda que para muitos países seja um desafio a nível político, poderá também ser a chave para suprir necessidades de saúde da população, quando pessoas sedentárias e inativas se convertem ao uso da bicicleta, tornando-a na alternativa mais segura e conveniente. (Fishman, 2016)

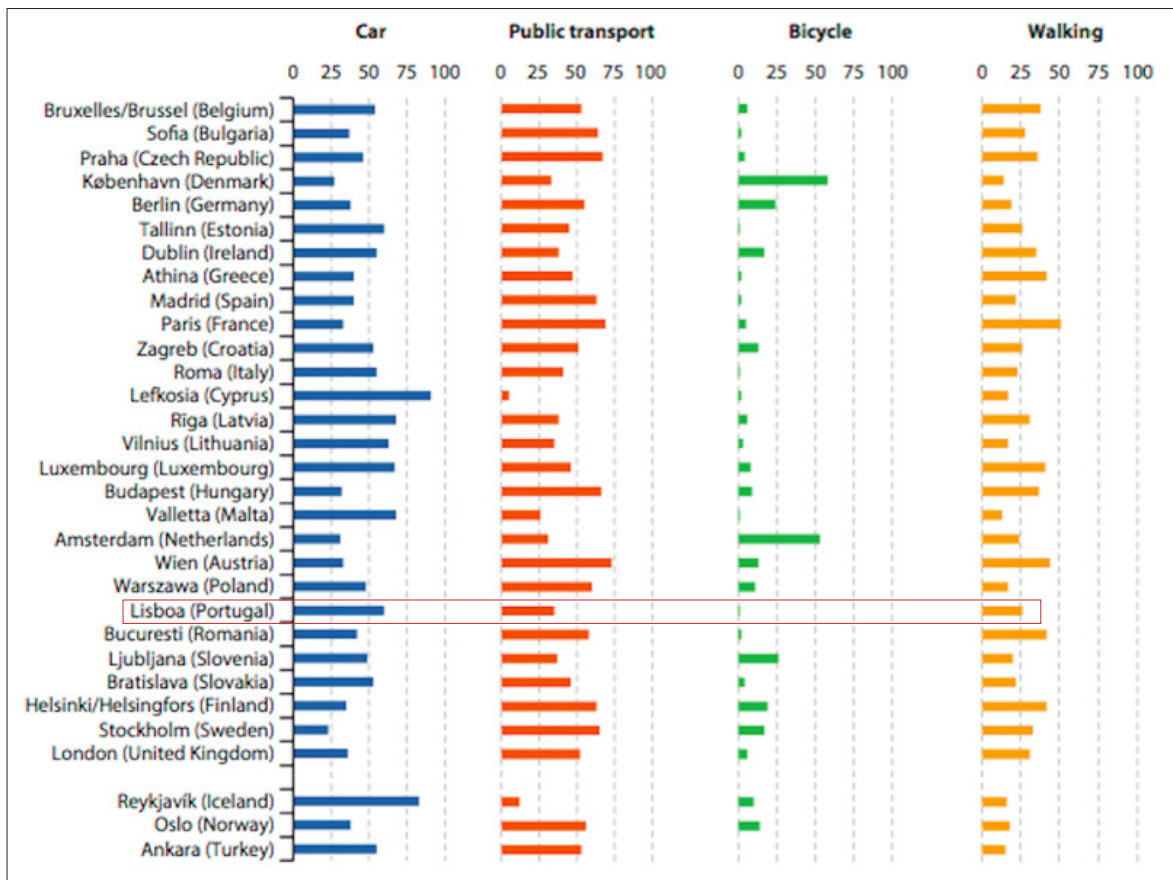
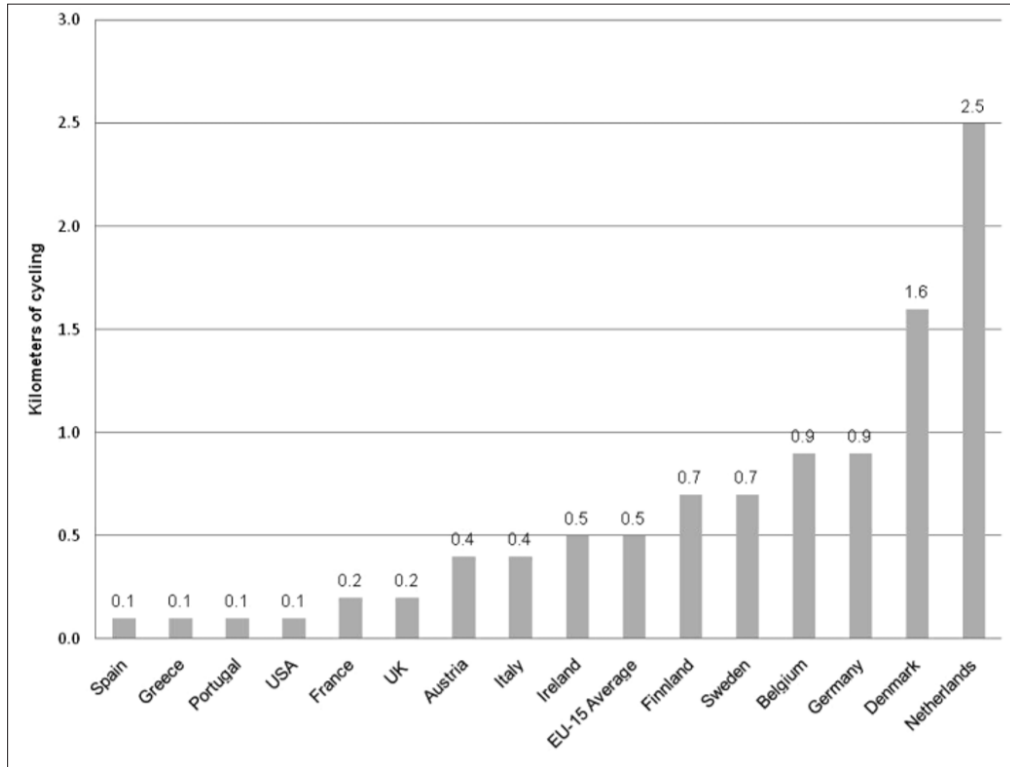


gráfico 4 - Km percorridos por habitante, por dia na Europa e EUA.

gráfico 5 - distribuição dos principais meios de transporte para o trabalho por cidades capital

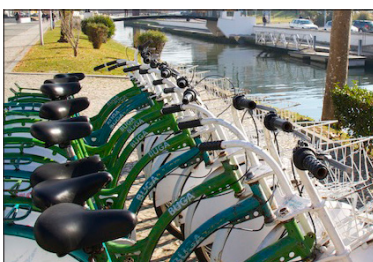


fig. 39 - estação de bicicletas Gira próxima do Parque das Nações

fig. 40 - estação de bicicletas Buga, junto da ria de Aveiro

## - Portugal

A União Europeia (UE) e os EUA reconheceram oficialmente a importância do ciclismo como um modo prático de transporte urbano e reafirmam o objetivo de aumentar os níveis de ciclismo e aumentar a segurança ciclovitária.

Nessa Conferência estimou-se que o ciclismo per capita por dia em Portugal é de 0,1 km. (gráfico 4)

Também em Portugal existem alguns casos em que está presente a valorização e utilização da bicicleta, como em Lisboa e Aveiro.

A “Gira” é um serviço de bicicletas partilhadas em expansão por Lisboa, alternativo aos transportes públicos.

De acordo com a empresa: “Com a Gira, queremos transformar Lisboa numa cidade mais acessível, menos poluída, com menos ruído e muito menos stress. E claro, já estamos a contar contigo nos pedais.”

Em Aveiro encontram-se as “BUGAs”. São bicicletas gratuitas que podem ser requisitadas por qualquer pessoa que a queira usar para visitar a cidade.

### Segundo o Turismo do Centro de Portugal (2018):

“Tal como em Paris ou Amsterdão, fazer turismo em Aveiro pode ser saudável, ecológico e económico, para além de garantidamente divertido. Tudo o que precisa para o fazer é de uma BUGA, a Bicicleta de Utilização Gratuita de Aveiro, disponibilizada pelo município.”

Embora se considere que os dois casos relatados representem um exemplo de como a bicicleta pode ser incluída como meio de transporte, de acordo com os dados do Eurostat apresentados no gráfico 4, relativos à distribuição dos principais meios de transporte nas cidades europeias, constatamos que os valores referentes ao uso da bicicleta, de um modo geral, são baixos, e que em Portugal existe uma clara tendência pelo uso do carro com mais de 50%, enquanto que os deslocamentos de bicicleta quase nem atingem os 5%.

### **3. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO PRÁTICO**

**Change is easy. Improvement is far more difficult**  
*Ferdinand Porsche*



### 3.1 Introdução ao projeto prático

#### - problema

Tal como demonstra o estado da arte, a mobilidade urbana do séc. XXI reflete vários problemas.

O crescimento das cidades e a afirmação do seu estilo de vida a um ritmo acelerado a partir do séc. XX, conduz estes poderosos núcleos de desenvolvimento industrial e tecnológico a quebrar barreiras que alteram a ideia de próximo e distante. Toda a procura de mobilidade é atendida com o aumento da construção de infraestruturas e vias de comunicação. Se por um lado estão reunidas todas as condições para que haja qualidade de vida, por outro, a falta de controlo e os excessos refletem consequências catastróficas. O excesso de uso do solo, a emissão de gases poluentes, o congestionamento rodoviário e acidentes, são exemplos de problemas que destroem o ambiente, afetam a saúde pública e aumentam o stress do quotidiano.

Como símbolo da sociedade de consumo, colocam-se os meios de transporte no centro destas problemáticas, apelando à capacidade de reflexão de toda a Europa, transparecendo a consciencialização política e social, com vista a uma nova cultura de mobilidade urbana suave.

#### - oportunidade

Tendo em conta a saturação do espaço de movimentação urbano com veículos motorizados de grande dimensão e na grande maioria individuais, as bicicletas representam hoje as vantagens de um veículo de duas rodas, tecnologicamente avançado e reduzido impacto ambiental.

O facto de alguns países encararem a bicicleta como um meio essencial no planeamento dos transportes reforça o seu potencial e enfatiza a sua versatilidade e capacidade de ser eficiente.

A imersão de veículos elétricos alternativos aos motorizados, como as ebikes, representam uma alternativa ecológica capaz de suprir necessidades de deslocação e exercício físico, revelando um crescimento exponencial de vendas por toda a Europa nos últimos anos. O aumento do número de eventos e medidas que incentivam o uso da bicicleta nas cidades portuguesas é reflexo da sua importância e abre espaço para a inovação e intervenção do design enquanto ferramenta de valor acrescentado.

A oportunidade de intervenção neste setor levanta questões estéticas, formais e tecnológicas. Com o objetivo de enriquecer o projeto prático o mais possível e alimentar o estudo de possíveis soluções dentro desta temática, a abordagem utilizada concentra na sua génese uma parte tendencialmente voltada para a engenharia mecânica e outra para o design, sendo a junção dos dois o produto final e o fruto da aproximação das duas áreas científicas com os potenciais utilizadores.

Deste modo, assume-se a exploração de sistemas de mudança de velocidade para uma bicicleta citadina com o intuito final de os conduzir a uma projeção de um modo de funcionamento automático. Assume-se também o desenvolvimento de uma proposta de design de um quadro de bicicleta citadino que acompanhe a linha de raciocínio da exploração do sistema, e que em conjunto possam transmitir uma linguagem diferenciadora que contribua para a otimização e valorização do objeto enquanto elemento essencial do enquadramento aqui exposto.

### **- público alvo**

Uma vez que o único constrangimento para o uso da bicicleta é estar apto fisicamente para a sua utilização, o leque de possibilidades amplia-se.

Tal como para cada tipo de modalidade existe uma bicicleta específica, para a cidade também. Por norma, os principais utilizadores de bicicletas citadinas são a população ativa, que geralmente se movimenta pelos centros urbanos, considerando que a população ativa compreende pessoas aptas para desenvolver uma atividade económica entre os 15 e os 64 anos. Segundo o Pordata (2018), em 2017 a percentagem de população ativa em Portugal foi de 78,2%.

Com o intuito de atingir uma maior aproximação das pessoas, contribuindo para a definição do potencial público alvo, foi elaborado um inquérito.

“a técnica de investigação composta por um conjunto de questões que são submetidas a pessoas com o propósito de obter informações sobre conhecimentos, crenças, sentimentos, valores, interesses, expectativas, aspirações, temores, comportamento presente ou passado, etc.”  
(Gil, 2008, p. 122; Azevedo, 2017).

A sua execução permitiu desmistificar algumas especulações e dúvidas que surgiram inicialmente em relação ao caminho a seguir.

### **- inquérito**

a) **Objetivo** – o objetivo principal passou por recolher informação que fosse capaz de ditar a opinião do público alvo em relação à temática da bicicleta na sua generalidade, alcançando ainda questões acerca da mobilidade elétrica.

As questões foram estruturadas de modo a serem apuradas as diferentes opiniões acerca do impacto que a bicicleta tem na vida das pessoas de entre os quais:

- os que possuem/andam de bicicleta;
- os que possuem/andam de bicicleta elétrica;
- os que não possuem/andam de bicicleta, mas interessam-se pelo tema;
- os que não possuem/andam de bicicleta, e não se interessam pelo tema.

**b) Divulgação**– o questionário foi elaborado via digital, tendo em vista o maior alcance possível. A sua divulgação passou por grupos das redes sociais relacionados com a mobilidade em bicicleta e desporto. Os grupos do Facebook da Universidade de Aveiro e do Departamento de Comunicação e Arte fizeram também parte das escolhas essenciais, assim como o grupo do Núcleo da Bicicleta da Associação Académica da Universidade de Aveiro.

**c) Questões** – O inquérito foi gerado á base de questões de resposta fechada, e algumas complementares de resposta aberta. O preenchimento era facultativo, todas as questões eram o mais curtas possíveis e apresentavam uma linguagem simples e corrente. As respostas disponíveis previamente formuladas foram debatidas com o auxílio do orientador.

Numa fase inicial, os inquiridos foram questionados acerca da sua idade, género, local de residência, com o intuito de organizar a amostra a recolher.

**d) Amostra** – o inquérito esteve disponível digitalmente para acesso e preenchimento durante um período de cerca de 20 dias.

Obteve-se uma amostra da opinião de 140 indivíduos, sendo 52,9% do sexo feminino e 47,1% do sexo masculino.

Relativamente à idade dos indivíduos, alcançou-se uma escala entre os 15 e 60 anos. Contudo, as idades com maior participação centraram-se entre os 18 e os 27 anos.

Quanto à área de residência, 71% dos inquiridos usaram o termo “cidade”, “arredores da cidade” ou “centro histórico” para classificar a zona onde habitam, identificando-se então um padrão entre as cidades de Aveiro, Porto, Coimbra e Viseu.

**e) Resultados e análise** – iniciando a interpretação das respostas obtidas, conclui-se que grande parte dos indivíduos possui bicicleta própria (79%). 73,9% revelou interesse pelas bicicletas, dividido em 47,1% aos que alegaram ter “algum” interesse e 26,8% relativos aos que

alegaram ter “muito” interesse. Isto releva que apenas uma pequena percentagem dos que têm bicicleta (5,1%) não demonstram interesse pelas mesmas.

Estes dados iniciais foram fundamentais para a análise comparativa dos vários tipos de resposta. Aos que não apresentam interesse por bicicletas, é-lhes permitido continuar a responder ao inquérito.

Quando questionados acerca do número de vezes que se deslocam de bicicleta diariamente, a resposta “nenhuma” atingiu uma percentagem de 44% e as respostas “1 ou 2 vezes” e “3 vezes ou mais” em conjunto, corresponderam a 38,8%. Isto mostra que o facto dos indivíduos possuírem bicicleta própria não é pretexto suficientemente forte para levar a grande maioria a utilizá-la diariamente. Estes dados são colmatados e associados ao tipo de finalidade que os inquiridos atribuíram ao uso da bicicleta, uma vez que 64% afirma usá-la “apenas por lazer, passeio” ou para “praticar desporto”. No entanto, um grupo de 14,4% afirma usá-la para realizar todas as tarefas do dia-a-dia.

A tipologia de bicicleta utilizada pelos inquiridos foi expressa dentro da abrangente panóplia existente, e segundo as diferentes motivações que acima foram mencionadas. A percentagem centrada nas bicicletas de tipologia “vulgar”, “cidadina” e “pasteleira” obteve 45,5% das respostas e refletiu um carácter utilitário de utilização, enquanto que as restantes expressaram motivações específicas direccionadas para a prática desportiva, como “estrada”, “btt” e “downhill”. 30,1% das respostas incidiam sobre uma tipologia de bicicleta de “montanha”.

Relativamente às marcas e modelos, uma parte da amostra não foi capaz de fazer essa identificação. Na parte que foi capaz de o fazer, identificaram-se marcas de bicicletas utilitárias, como “Berg”, “Decathlon”, “Orbita”, entre outras. Identificaram-se também marcas e modelos mais específicos de bicicletas desportivas como “Specialized”, “Scott”, “GT”, entre outras.

De uma forma geral, as questões apresentadas pretendiam desmistificar e compreender de que forma a bicicleta está inserida na vida das pessoas e as suas motivações, para se refletir acerca da mobilidade suave, comparando as várias opiniões entre a bicicleta e os meios de transporte motorizados, fazendo ainda uma aproximação final com as bicicletas elétricas.

**Para tal, foram executadas perguntas mais direccionadas como as seguintes:**

*“Exprime com 3 palavras a experiência por ti vivida sempre que andas da bicicleta.”*

Com especial menção, surgem as palavras “aventura”, “adrenalina”, “divertimento” e “independência”. Palavras como “receio” e “medo”

surtem pontualmente, associadas a indivíduos que não estão aptos a fazer o uso correto da bicicleta, principalmente por falta de prática. **A palavra mais citada foi a palavra “liberdade”.**

*“Se pudesses mudar alguma coisa numa bicicleta de modo a teres a bicicleta perfeita idealizada por ti, o que mudarias?”*

Nesta questão, as diversas respostas conduziam a diferentes áreas de intervenção, nomeadamente o conforto, a segurança e a performance. Os inquiridos privilegiaram o aumento do conforto do selim, enunciaram a falta de confiança em deixar as suas bicicletas na rua por consequência dos roubos e revelaram ainda a vontade de possuir uma bicicleta capaz de adequar as mudanças à velocidade, visando um aumento da performance da mesma e redução do esforço do utilizador.

*“Consideras a bicicleta um meio de transporte capaz de substituir os veículos motorizados? Porquê?”*

64,2% dos inquiridos afirmaram que “sim” indicando a bicicleta como um meio de transporte ideal para o panorama citadino, atendendo a percursos de curtas e médias distâncias: “mais eficiente no meio citadino a todos os níveis”; “chego mais rápido de bicicleta ao trabalho do que se fosse de carro”; “nas cidades onde tudo é perto a bicicleta torna-se num meio de transporte mais rápido”. Salientaram ainda benefícios para o ambiente e para a saúde: “os deslocamentos podem ser feitos de forma económica e sustentável”; “menos poluição”; “facilmente a estaciono em qualquer lugar”; “favorece o exercício físico”; “funciona como um meio de se exercitar fazendo as tarefas do dia-a-dia”. Os indivíduos que indicaram que “não”, afirmaram que a bicicleta era um meio pouco eficiente em longas distâncias, menos confortável que um carro, e com pouca capacidade de carga. Paralelamente, vários inquiridos deram a entender que consideravam que a bicicleta podia ser usada por mais pessoas se existissem outros incentivos: “basta haver meios para isso” ; “ com o devido apoio de ciclovias é extremamente eficaz”.

Quando questionados acerca das e-bikes, percebeu-se que metade dos indivíduos tem conhecimento da sua existência, a outra metade não, e a totalidade não possui uma e-bike. **Questionou-se então:**

*“Consideras as e-bikes mais capazes de substituir os veículos motorizados que as bicicletas convencionais?”*

77,5% dos inquiridos afirmaram que “sim”. Apesar de não ter sido formulada uma pergunta que questione o porquê, é visível o crédito

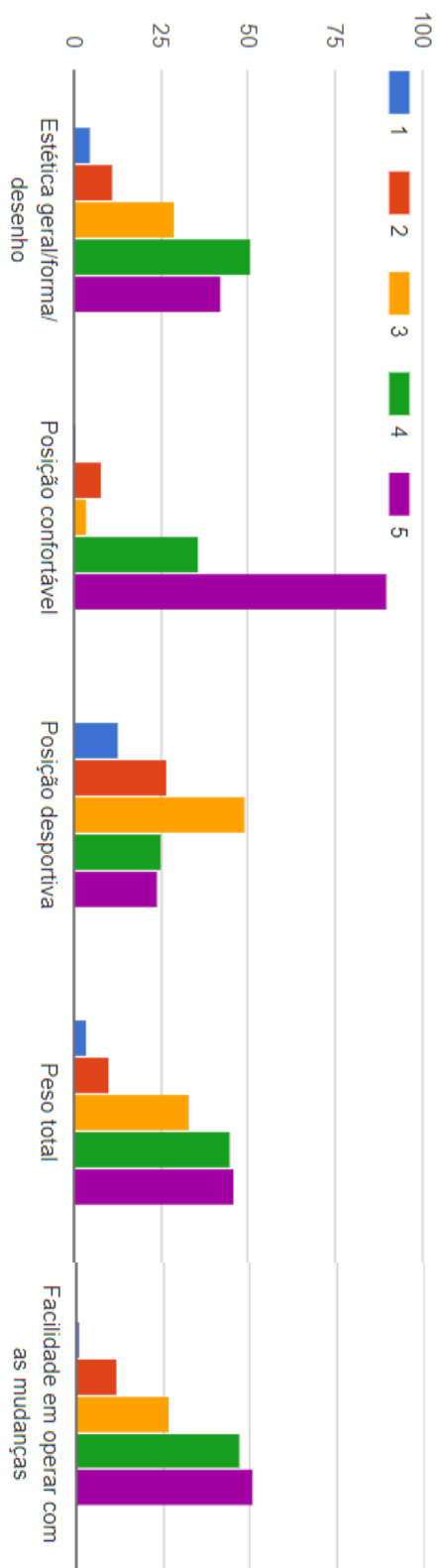


gráfico 6 - frequências de resposta de importância por características da bicicleta

crescente dado às bicicletas elétricas em comparação com as convencionais. Isto conduz à percepção de uma esperança por parte do público em acreditar que a evolução tecnológica inerente à bicicleta elétrica e ao que esta poderá ser no futuro, atingirá um patamar que, comparativamente às convencionais, será mais capaz de substituir os veículos motorizados.

Para finalizar o inquérito, pedia-se aos indivíduos que numa escala de importância de 1 a 5 avaliassem os aspectos mencionados

Como é visível no gráfico 6, os aspectos com maior importância atribuída (nível 5) foram “Posição confortável”, seguida de “Facilidade em operar com as mudanças”.

No patamar de importância de nível 4 surge em primeiro o aspeto relativo à “Estética geral/forma desenho” e logo após a “Facilidade em operar com as mudanças” uma vez mais.

Com este inquérito é possível perceber que a bicicleta é um objeto conhecido, praticamente comum a todos e que a partir dele existe uma ligação empática com o público, através das emoções descritas da experiência vivida/sentida.

Na opinião do público, as bicicletas ainda não possuem características suficientes e necessárias para que o seu uso seja diário e como meio de transporte.

Perceciona-se também a confiança que é depositada nas ebikes, acreditando na sua associação a algo com capacidade de ser alternativo e até revolucionário.

A partir daqui surgem pistas que abrem novos caminhos de exploração possíveis, quer sejam mais tecnológicos ou do ponto de vista do design e revelam que a realização e análise do inquérito é fundamental para a geração de novas ideias condutoras do desenvolvimento de um novo produto que vá ao encontro das necessidades do público.

### **- análise de mercado**

A primeira análise de mercado, iniciou-se em contexto de sala de aula, com o objetivo de explorar e conhecer as ofertas de algumas marcas de bicicletas citadinas, ainda que sem grande critério na sua escolha.

À medida que o painel se construí-a, foram anotadas várias especificações de componentes e características, para que a segunda análise, pudesse abranger um maior leque de possibilidades com restrições de escolha mais bem definidas. A amostra revelou que existe uma tendência em equipar as bicicletas com cubos de engrenagens, enquanto sistema de transmissão de mudanças. Verificou-se também em algumas marcas, a presença de uma gama de e-bikes, demonstrando uma clara aposta no sentido da mobilidade elétrica.



fig.41 - painel da 1ª análise de mercado em contexto de sala de aula



Na segunda análise, as bicicletas foram seleccionadas de forma mais cuidada e criteriosa, tendo em conta os resultados do primeiro painel. A amostra seguinte incide em produtos de fabricantes Holandeses, Alemães e Dinamarqueses. A escolha destes países teve ainda influência do estudo teórico, uma vez que são considerados os países com a maior percentagem de utilizadores de bicicleta, revelando serem das marcas mais especializadas e por isso possuírem maior capacidade de resposta neste setor. Investigaram-se bicicletas citadinas do tipo masculino e para cada marca, foi seleccionada a bicicleta mais barata e a bicicleta mais cara, para averiguar se este fator teria peso na escolha do sistema de transmissão.

Tendo em conta também a temática da mobilidade eléctrica inerente à fundamentação desta dissertação, foram seleccionadas duas e-bikes nos mesmos parâmetros que as anteriores. De salientar que algumas das marcas apresentadas não constroem bicicletas convencionais, apenas e-bikes, reforçando a ideia de que as marcas consideram as e-bikes o futuro da mobilidade eléctrica. (tabela 2)

Independentemente de nos referirmos a uma bicicleta convencional ou uma e-bike, podemos concluir que são várias as possibilidades de montagem de componentes, consoante as ofertas dos respetivos fabricantes. Quando abordamos especificamente o sistema de transmissão, encontramos duas tipologias. O sistema de munições integradas no cubo da roda traseira e o sistema de mudanças através de um desviador. A sua utilização nas diferentes tipologias de bicicletas, sejam elas de gama baixa ou alta, não respeita nenhuma regra específica, pelo que a escolha difere de marca em marca. Pode sim concluir-se que a tipologia de transmissão através de cubo de mudanças foi a mais utilizada na amostra recolhida.

**Cubo: 25 utilizações**

**Desviadores: 9 utilizações**

**- bicicletas**  
Holanda

**Koga**



**Gazelle**



**Vanmoof**



**Sparta**



## - bicicletas elétricas Holanda

**Koga**



**Gazelle**



**Vanmoof**



**Sparta**



**- bicicletas**  
Alemanha

**Kalkhoff**



**Kettler**



**- bicicletas elétricas**  
Alemanha

**Kettler**



**Riese & Muller**



**Gtech**



**- bicicletas**  
Dinamarca

**Biomega**



**- bicicletas elétricas**  
Alemanha

**Ampler**



**Coboc**



**Klever**



**- bicicletas elétricas**  
Dinamarca

**Biomega**







## 3.2 Arquitetura de Produto

### 3.2.1 Casos de estudo e exploração



fig. 42 - ilustração do movimento de pedalada do ciclista

O presente subcapítulo refere-se à definição de uma arquitetura de produto onde são explorados e analisados vários casos de estudo com enfoque no sistema de transmissão e quadro. Pretende-se compreender de que forma a oferta existente acompanha o propósito aqui defendido e apoiado também pelos 140 inquiridos no inquérito. Nesse sentido, parte-se ainda em busca de outras soluções, para serem posteriormente formuladas várias possibilidades pelo autor, até chegar à arquitetura pretendida.

#### - sistemas de transmissão

O primeiro caso de estudo que se segue aborda dois sistemas diferentes. O de transmissão por cubo de engrenagens e o de transmissão por desviadores. Pertende-se executar um reconhecimento dos componentes de cada tipologia de sistema, averiguar as vantagens e desvantagens, e fazer uma comparação dos desempenhos de transmissão. Numa fase final, pretende-se fazer uma reflexão geral.

A transmissão é o sistema que efetivamente é usado para receber a força gerada pelo ciclista e transmitir essa energia para a roda traseira, que por sua vez cria tração com o solo, empurrando-o para trás, movimentando a bicicleta para a frente. Sem transmissão, a bicicleta não se movimenta.

Foram escolhidas duas bicicletas citadinas e identificados os seus sistemas de transmissão. A Bicicleta A: Kalkhoff Agattu 21 (preço aproximado de 473 €; marca Alemã), fig. 43 e a bicicleta B: Vanmoof Smart S (preço aproximado de 898€; marca Holandesa), fig. 44. A descoberta desta marca aconteceu ocasionalmente numa visita à Holanda, na cidade de Amesterdão quando a sua sobriedade e particularidade da forma do topo do quadro a fez saltar à vista em relação às demais.

A bicicleta A apresenta o sistema A: transmissão através de corrente com engrenagens e desviadores. (Shimano Altus) e a bicicleta B apresenta-se com o sistema B: transmissão através de correia com recurso a cubo de engrenagens internas ( Shimano Alfine 8) – bicicleta B



fig. 43 a) - bicicleta A: Kalkhoff Agattu 21

fig. 43 b) - sistema de transmissão A

fig. 44 a) - bicicleta B: Vanmoof Smart S

fig. 44 b) - sistema de transmissão B

fig. 45 (direita) - Vanmoof Smart S estacionada no centro de Amsterdão

Para aumentar a percepção da composição de cada sistema, construiu-se uma tabela com os componentes que lhe estão associados.















Componentes	Sistema A	Nº de componentes	Sistema B	Nº de componentes
Pedaleira		1		1
Pratos Frontais		3		1
Cassete/ Engrenagem única		1		1
Corrente		1		1
Desviador frontal		1		0
Desviador traseiro		1		0
Cubo de engrenagens interna		0		1
Nº total de componentes		8		5

tabela 2 - componentes de cada sistema

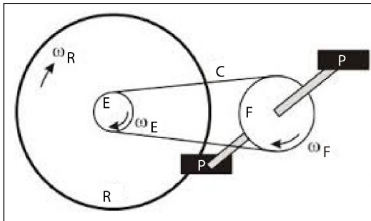


fig. 46 - pedais convencionais

fig. 47 - ilustração de funcionamento dos sistemas

### – análise da tabela e comparação de componentes

Analisando e comparando os dois, podemos encontrar algumas diferenças e semelhanças relativamente aos seus constituintes. Na parte frontal, o sistema A e o sistema B possuem uma pedaleira, conhecida como “os braços”, onde são presos os pedais (figura 6) e os pratos de engrenagem frontal. No caso do sistema A, são-lhe anexados 3 pratos frontais de engrenagem, enquanto que o B apenas possui 1 prato frontal de engrenagem, motivo pela qual o A apresenta desviador frontal e o B não. Na parte traseira, o sistema A possui uma cassette de engrenagens, enquanto que o sistema B possui apenas uma exterior, e por isso o A carece de desviador traseiro e o B não. Os desviadores do sistema A estão encarregues de deslocar a corrente pelos dois conjuntos de engrenagens. A corrente do sistema B atua sempre com o mesmo alinhamento, uma vez que se encontra apenas anexada a uma engrenagem frontal e outra traseira. As engrenagens que fazem a variação do sistema de transmissão B encontram-se dentro do cubo da roda traseira, ao qual está conectada a única engrenagem em contacto com a corrente, do lado traseiro.

Desta forma podemos também afirmar que o sistema A tem mais componentes que o sistema B.

### – descrição de funcionamento

Embora um sistema possua mais componentes que outro, é importante termos uma noção do seu funcionamento, para podermos depois compará-los quanto ao seu desempenho. A fig. 47 ilustra esquematicamente os sistemas de transmissão A e B. Ambos são ativados pela força humana que atua nos pedais (P) e faz movimentar a os pratos conectados com a pedaleira (F). A corrente que por sua vez esta conectada com esses pratos faz a transmissão da potência para a cassette (E), no caso do sistema A e para a única engrenagem exterior (E), no caso do sistema B, sendo ela a responsável pela transferência de binário. A roda traseira (R) ganhará tração e movimentar-se-á uma vez que a cassette (E) está conectada com o cubo da roda, no caso do sistema A, e no caso do sistema B, a engrenagem exterior (E) também está conectada com o cubo da roda.

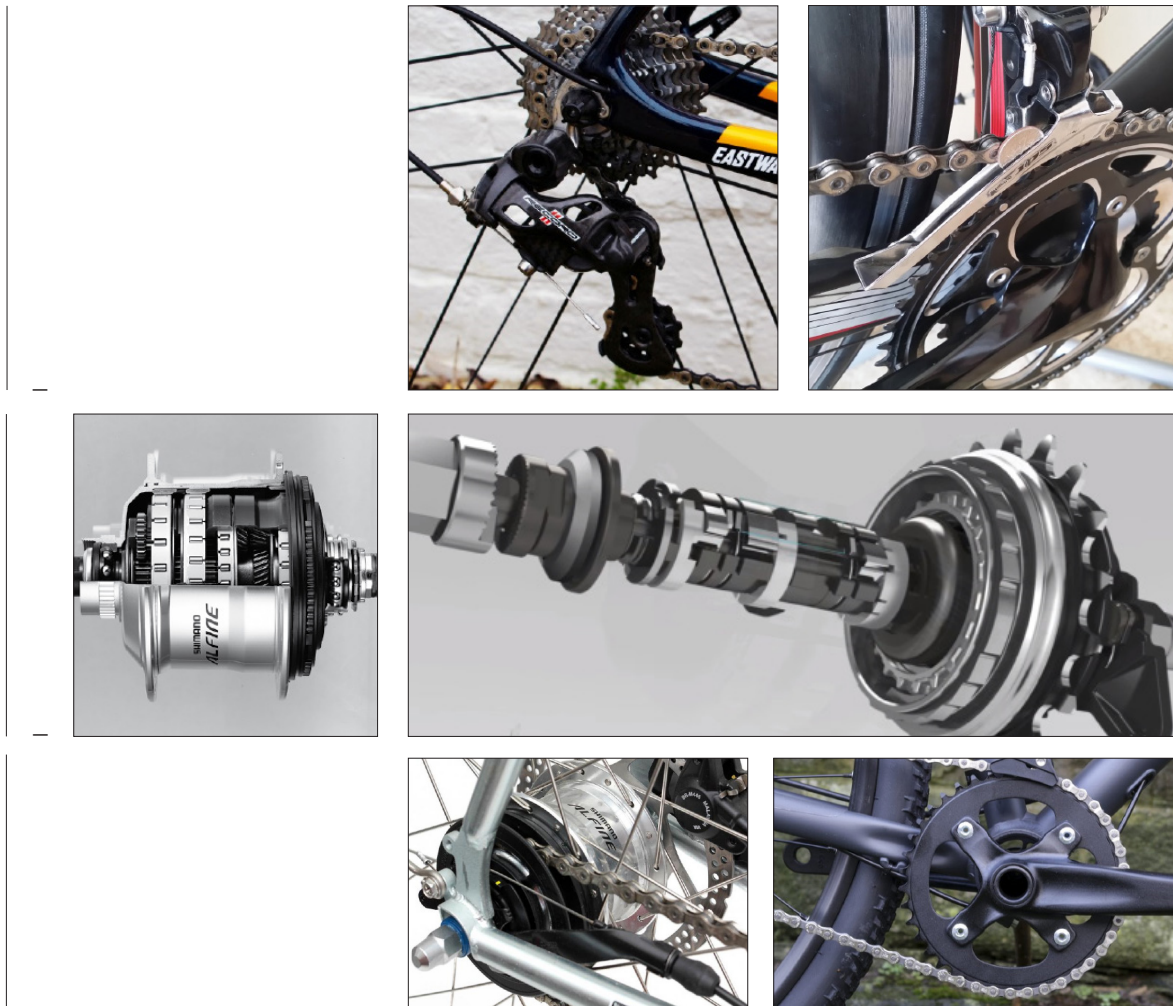


fig. 48 - pormenor desviador traseiro

fig. 49 (direita) - pormenor desviador frontal

fig. 50 - pormenor interior cubo de engrenagens

fig. 51 (direita) - pormenor eixo controlador do cubo de engrenagens

fig. 52 - cubo montado

fig. 53 (direita) - prato frontal único

A diferença entre o sistema A e o sistema B encontra-se na forma como a variação da relação entre as engrenagens é concretizada.

Como mostra a tabela, o sistema A usa desviadores. Os desviadores seleccionam engrenagens da cassette e dos pratos frontais, com diferente número de dentes, alterando a relação de transmissão. Estas ações implicam o deslocamento da corrente entre as engrenagens.

No sistema B, e como demonstra a tabela, não existem desviadores. Existe sim um conjunto de engrenagens com planetários, compactadas dentro do cubo, como mostra a fig. 50. A seleção das engrenagens é feita por um eixo controlador com linguetes, localizado também no interior do cubo. Uma vez que na pedaleira só existe um prato de engrenagem, fig. 51, não existe portanto nenhuma variação na zona frontal, pelo que todas as possibilidades de relação de transmissão concentram-se na zona traseira.

Comprando os dois sistemas, percebe-se que o A apresenta duas zonas que influenciam diretamente a relação de transmissão de potência, enquanto que o B apenas apresenta 1.

Pratos frontais	Nº de dentes
1	28
2	38
3	48

Engrenagens cassette	Nº de dentes
1	34
2	24
3	22
4	20
5	18
6	16
7	14

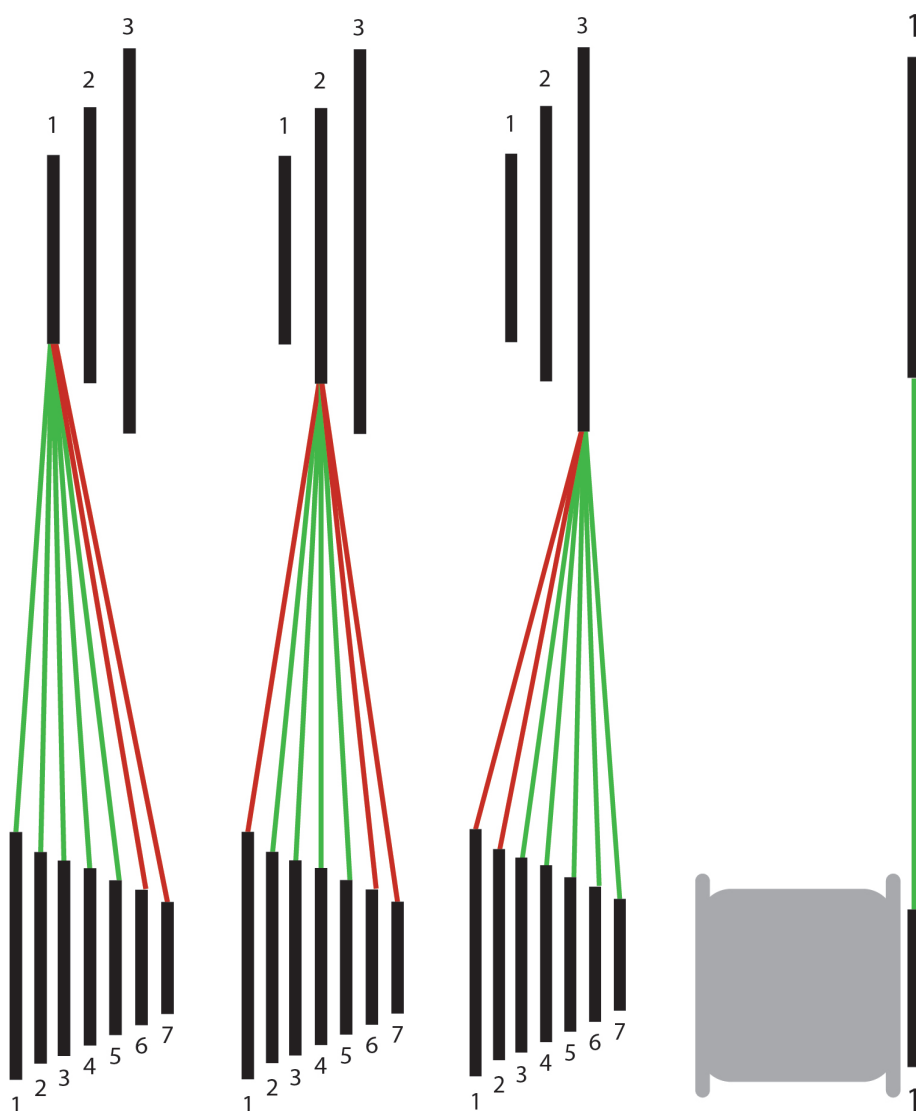


tabela 3- possibilidades de mudanças da cassette (sistema A)  
 tabela 4 - possibilidades de mudanças dos pratos frontais (sistema A)  
 fig. 54 - relações possíveis usáveis  
 fig. 55 - única relação possível usável



### – desempenho e cálculo de rácios

A existência de várias velocidades na transmissão de uma bicicleta oferece ao ciclista a capacidade de progredir no terreno com graus de esforço diferentes.

Tendo em conta o modo de funcionamento estudado anteriormente, para determinar as possibilidades de mudanças do sistema A é necessário relacionar os 3 pratos frontais com as 7 engrenagens constituintes da cassette. Multiplicando o número de engrenagens da cassette, Tabela 3, com o número de pratos frontais, Tabela 4, obtemos a quantidade de velocidades da bicicleta ou seja,  $3 \times 7 = 21$  velocidades.

Utilizando o mesmo método no sistema B, podemos concluir que um prato frontal, multiplicado por 8 possíveis mudanças dentro do cubo dá um total de apenas 8 velocidades.

No caso do sistema A, existem velocidades que não podem ser usadas, como demonstra a fig. 54. Isto acontece devido ao desvio da corrente que causará demasiado atrito entre o sistema e impossibilita uma pedalada contínua suave. Desta forma, podemos afirmar que o número de velocidades possíveis usáveis será inferior, ou seja,  $21 - 7 = 14$ .

Essas alterações no percurso da corrente não acontecem no sistema B. Como podemos demonstrar na fig. 55, a corrente permanece sempre alinhada, independentemente da relação de potência que esteja a transmitir.

Fazer uma avaliação dessa relação de potência é indispensável para se aferir o desempenho de ambas as transmissões.

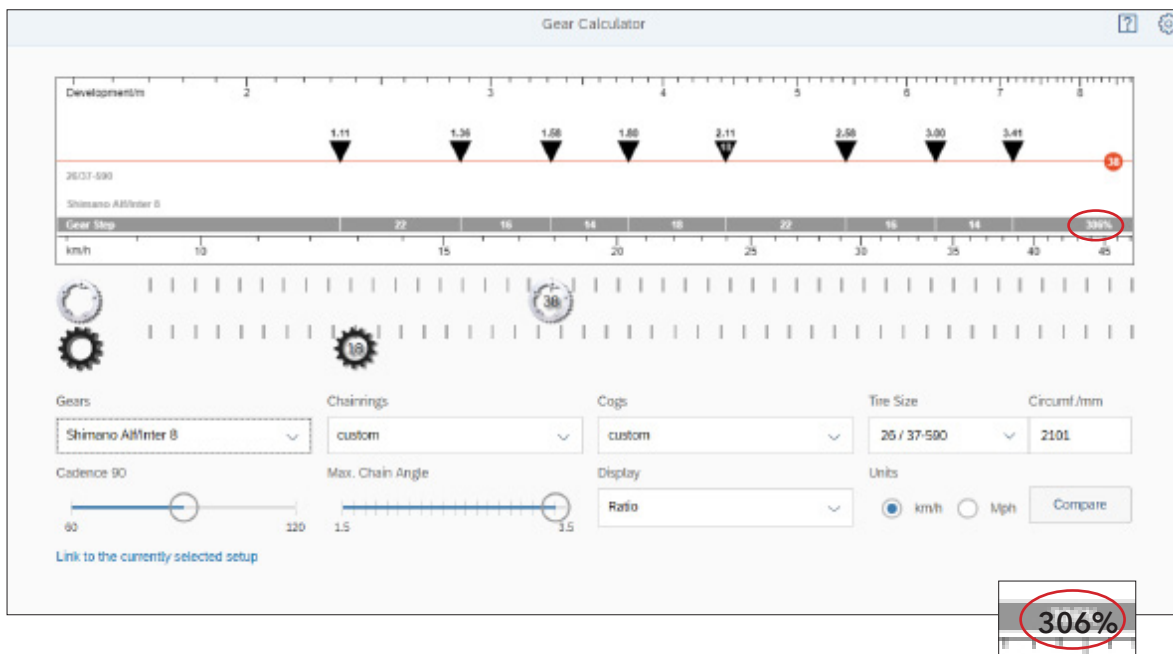
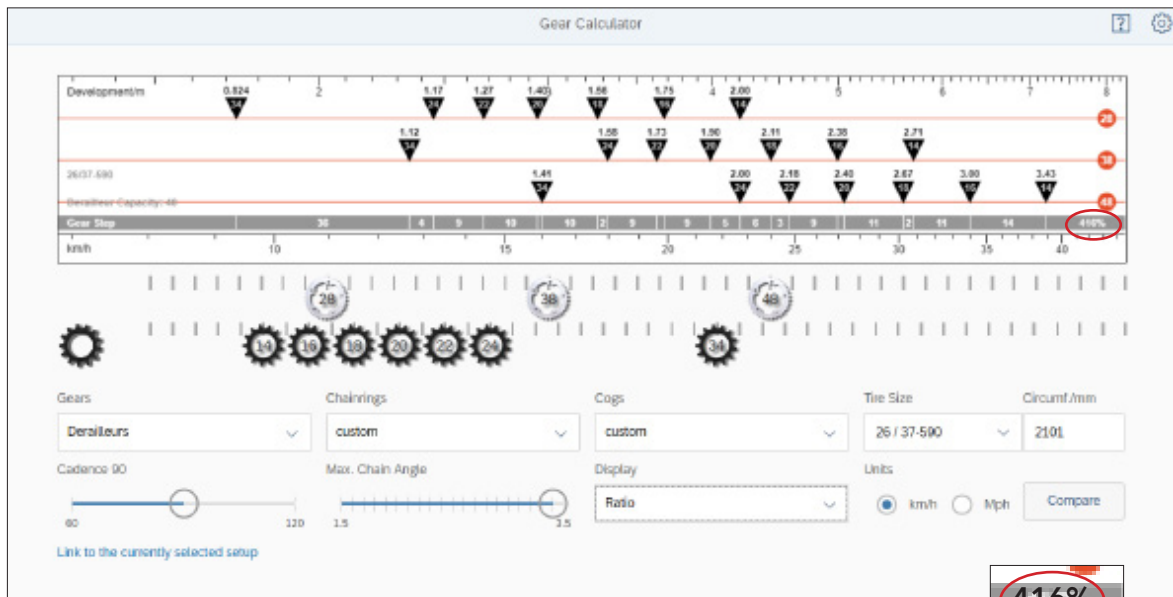


fig. 56 - relações de potência do sistema B  
 fig. 57 - relações de potência do sistema A

Recorrendo a uma plataforma online específica de cálculo entre sistemas de transmissão para bicicleta, foram analisados os dois sistemas conforme as fig. 56 e fig. 57.

O sistema A apresenta uma relação com um alcance total de 416%, enquanto o sistema B apresenta um alcance total de 306%. Não existe uma grande disparidade no que diz respeito aos valores absolutos.

Perante estes dados é fácil considerar o sistema A mais eficiente por apresentar um maior alcance de relações de potência. Contudo, num enquadramento cidadão podemos considerar a velocidade de deslocação relativamente baixa/média, o que diminui a necessidade de um grande número de possíveis velocidades e grandes relações de potência.

Considerando que os 37 casos de bicicletas seleccionadas na análise de mercado tem transmissões com possibilidades de velocidades a variar entre 3 e 8, acredita-se que o alcance da relação de transmissão não é na sua individualidade o elemento fundamental para a escolha da tipologia de transmissão para a bicicleta cidadina.

No seguimento da investigação e de modo a tornar mais clara a escolha do cubo de engrenagens como principal sistema de transmissão empregue nas bicicletas cidadinas, foi construído um quadro com enfoque nas vantagens e desvantagens de cada um.

<b>SISTEMA A</b>	<b>SISTEMA B</b>
<b>vantagens</b>	<b>vantagens</b>
<p>Maior número de possibilidades de relação de mudanças, aumentando a capacidade do ciclista vencer as inclinação do terreno;</p> <p>Custo inferior comparativamente aos cubos de engrenagem; (aplicado em bicicletas mais económicas)</p> <p>Popularidade por ser o sistema pioneiro de mudanças criado;</p>	<p>Por ser vedado dentro do cubo, torna-se resistente a agentes de deterioração externos e requer menos manutenção;</p> <p>Linha de corrente sempre reta e sem desvios o que permite a utilização de rodas dentadas e correntes mais largas e mais fortes; e por isso a corrente não sai do seu caminho e não se enrola.</p> <p>Possibilidade de mudar de engrenagem sem pedalar e melhor desempenho de mesmo sob elevada tensão da corrente.</p> <p>Menor fragilidade em caso de colisões;</p> <p>Possibilidade de possuir um Hebie "Chainglider" para proteção de toda a corrente e roda dentada traseira, o que impede o utilizador de sujar a roupa;</p> <p>Utiliza apenas um manípulo de mudanças;</p> <p>Menos peças e peças mais simples oferecem uma aparência mais limpa;</p> <p>Durabilidade e fiabilidade;</p>
<b>desvantagens</b>	<b>desvantagens</b>
<p>Maior número de peças separadas que precisam de ser montadas na bicicleta, em sítios diferentes;</p> <p>Só é possível alterar a relação de transmissão pedalando;</p> <p>Necessidade de operar com dois manípulos, o que eleva o grau de complexidade do seu manuseamento.</p> <p>Linha de corrente sofre desvios. Isto leva ao uso de correntes otimizadas para a capacidade de flexão, que são mais frágeis;</p> <p>Desviadores totalmente expostos a agentes de deterioração externos e a acidentes.</p> <p>Necessidade de maior manutenção relativamente aos cubos de engrenagens.</p>	<p>Relação de mudanças mais baixas, que pode dificultar a tarefa do ciclista em terrenos com maior inclinação,</p> <p>Mais caro e mais pesado do que os desviadores; (encare o preço final da bicicleta)</p>

tabela 5 - vantagens e desvantagens dos sistemas A e B



### – seleção de velocidades (sistemas inerentes)

Responsável pelo acionamento manual da engrenagem pretendida, este sistema complementa o sistema de transmissão. O objetivo das mudanças de velocidade é não só permitir um pedalar regular e constante em diferentes condições, mas também proporcionar um controlo de esforço e energia necessária, exercida por parte do ciclista, ou seja força humana/atividade física controlada.

Nas figuras abaixo podemos ver os manípulos ou “shifters” correspondentes a cada sistema. Na fig. 52 o manípulo usado no sistema B e na fig. 53 os dois manípulos usados no sistema A.

Embora apresentem características estéticas diferentes, o modo de funcionamento é o mesmo. Consiste em duas alavancas de trocas para cada manípulo, uma para aumentar e outra para diminuir a mudança. Tem o nome de rapidfire graças à rapidez com que é acionado. Para isso, o ciclista usa o polegar e o indicador, uma vez que é um sistema montado no guiador.

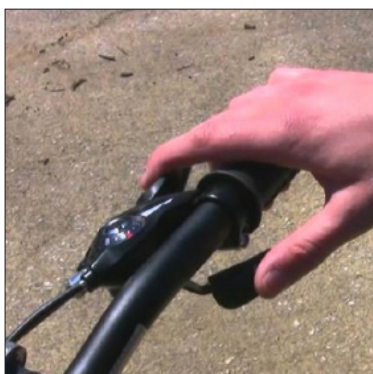


fig. 58 - manípulo Shimano Alfine (sistema B)

fig. 59 - manípulos Shimano Tourney com manetes de travão mecânico (sistema A)

fig. 60 - exemplo de posicionamento do manípulo no guiador



### 3.2.2 Reflexão

Quando se trata de colocar uma bicicleta em andamento percebemos que o sistema de mudança de velocidade não funciona sozinho e por isso, inclui em si próprio o “sub-sistema” de seleção de velocidades. Relativamente ao ciclismo urbano, o ciclista é encarregado de pedalar e consoante a progressão da bicicleta no percurso, perceber, escolher e alterar as engrenagens correspondentes a cada velocidade, consoante o esforço necessário para manter a fluidez de movimento e a cadência de libertação de energia. A boa gestão da relação entre a mudança certa para a força necessária é de extrema importância para se conseguir uma deslocação mais cadenciada, com menor esforço e o maior aproveitamento possível. A exposição a situações de stress, tal como acontece na constante agitação do ambiente citadino, torna essa gestão difícil de alcançar.

O resultado é o uso desadequado e desajustado do sistema, que compromete ainda mais o trabalho do utilizador e por consequência o deixará mais desmotivado na próxima deslocação. Mesmo para os mais experientes, as coisas nem sempre correm bem.

É importante salientar que nenhum dos sistemas de transmissão analisados está imune a falhas e avarias.

Quando analisados, os componentes apresentam alguns inconvenientes associados às suas próprias características ou fatores alheios. As peças de ambos os sistemas A e B, como as engrenagens e a corrente estão sujeitas a fricção, o que os identifica como componentes propícios ao desgaste.

A elevada exposição do sistema A a agentes responsáveis pela sua deterioração, sem qualquer tipo de corpo de proteção como no caso do sistema B, torna-o mais vulnerável a impactos e embates contra elementos externos, capazes de o deixar inativo temporariamente ou mesmo inoperacional, necessitando de reparação ou substituição das peças afetadas. Por outro lado, o sistema A é mais económico que o sistema B, e apesar de tudo, a sua popularidade reflete o potencial que este também representa.

Percebeu-se também que a mudança de cada velocidade/engrenagem, em ambos os casos é feita manualmente pelo ciclista através do manípulo ou “shifter” e o desviador finaliza a operação. Estes constituintes apresentam algumas fragilidades. É um sistema estruturalmente frágil, que facilmente parte com os impactos. Desafina com alguma frequência, o que resulta num engate deficiente de nova engrenagem ou mesmo na falha total, bem como um funcionamento aos solavancos e cheio de ruído.

Nos sistemas mais convencionais como o sistema A, as velocidades não podem ser trocadas se a transmissão não estiver em movimento, o que faz com que a mudança não seja instantânea, o que é uma clara desvantagem relativamente ao sistema A.





Por isso, ao enfrentar o dia-a-dia citadino, o ciclista precisa concentração excessiva na actividade, o que fará com que tenha uma experiência mais stressante, menos agradável, mais desconfortável e menos encorajadora. Isto aumenta a probabilidade de ter acidentes ou quedas.

Estes fatores tornam a relação do sistema de transmissão com a actividade humana pouco uniforme, no sentido em que ambos poderiam funcionar em completo sincronismo como um só.

Por todos os motivos descritos nesta reflexão e abordados ao longo desta investigação, conclui-se que nos sistemas analisados, apesar de todas as vantagens enunciadas, existe uma lacuna na forma como estes se relacionam com o homem. A tarefa de alterar a relação entre as engrenagens está a cargo da pessoa que vai a pedalar, pelo que o autor acredita que esse é um dos fatores pelo qual não existe um maior número de pessoas a fazer uso da bicicleta como meio de transporte diário.

Esta ideologia também se reflete no inquérito realizado, onde mais de 50% dos inquiridos atribuíram importância máxima à “Facilidade em Operar com as Mudanças”.

Ora, como nenhum dos sistemas tem a ‘inteligência’ ou capacidade de adaptação da relação de mudanças de forma instantânea e automática, é razoável considerar-se que a solução pode passar por algo que o concretize. Nestes termos estaríamos a eliminar por completo a necessidade de escolha e acção de mudanças por parte do homem e por consequência a necessidade de manípulos de selecção de mudança.



### 3.2.3 Procura de soluções

Neste sentido, foram efetuadas mais pesquisas de diferentes tipos de transmissão usados em qualquer tipo de bicicleta que contemplem alguma parte daquilo que poderia vir a ser um automatismo de resposta ao problema identificado.

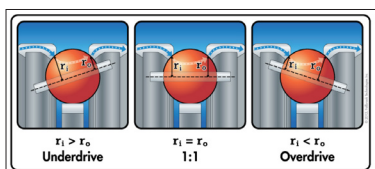
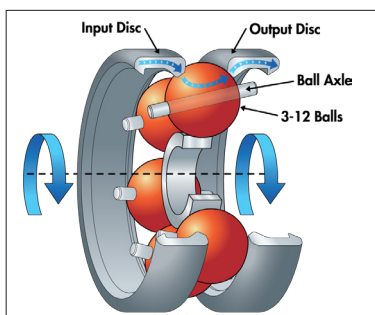


fig. 61 - cubo Sram automatix

fig. 62 - Shimano Di2

fig. 63 - cubo NuVinci

fig. 64 - ilustração de funcionamento do cubo

Foram encontradas 3 alternativas que embora não satisfaçam totalmente o desafio de automatizar por completo a troca de relações, foram essenciais para absorver métodos e pensamentos que mais tarde guiariam à proposta aqui apresentada.

#### – Sram automatix

O primeiro caso é o cubo Sram Automatix de 2 mudanças automáticas com um alcance de relações de transmissão 136%.

Neste caso, a tipologia de transmissão é semelhante ao sistema B. Automatix é um cubo de engrenagem automática onde o automatismo desejado acontece devido à tecnologia de embreagem mecânica centrífuga. A grande desvantagem deste sistema é que só permite duas mudanças, ou seja, a sua aplicação só será vantajosa em bicicletas que circulem em terrenos com poucas alterações de declive. (SRAM, 2018)

#### – Shimano Di2

O segundo caso é a opção de mudança eletrónica Di2 (Digital Integrated Intelligence) para os componentes de transmissão da Shimano.

Esta opção permite aos ciclistas trocarem as mudanças com interruptores eletrónicos em substituição dos cabos, usando na mesma desviador mecânico frontal e traseiro.

As mudanças são rápidas e precisas e incluem várias opções de personalização ao gosto do utilizador. Destacam-se a “Instant Response” e a “Synchro Shift”. A Instant Response consiste em definir a possibilidade do sistema percorrer toda a cassette simplesmente mantendo pressionada a tecla de deslocamento ou caso se pretenda uma abordagem tradicional, programa-se para a mudança ser feita individualmente, toque a toque. A opção Synchro Shift permite que se programe e execute vários comandos à escolha, com um único manípulo, ou seja, permite utilizar todas as engrenagens do sistema, quer sejam frontais ou traseiras, com a sua sincronização num só comando.

Embora os controlos DI2 da Shimano revelem de facto um aumento do sincronismo entre o homem e o sistema, tornando ambos mais eficientes, os manípulos de seleção de mudança ainda são uma realidade. Apesar de otimizada através de tecnologia eletrónica, a necessidade de ser o homem a escolher as mudanças ainda persiste. (SHIMANO, 2018)

### –Cubo NuVinci

O terceiro caso é o cubo com a tecnologia de transmissão continuamente variável, em inglês, CVT- continuously variable transmission, da NuVinci.

Apesar de não apresentar nenhum tipo de automatismo, foi aqui referenciado com um dos sistemas mais interessantes, pela tecnologia utilizada.

Este sistema é composto por um planetário continuamente variável (CVP) que é baseado num conjunto de esferas giratórias inclinadas instaladas entre dois anéis, (fig. 64) onde a transmissão de binário é feita de um disco para o outro através de uma fina camada de fluido de tração. A velocidade do disco de saída em comparação com a velocidade do disco de entrada, ou taxa de velocidade, é controlada pelo ângulo dos eixos da esfera em relação ao eixo da transmissão. Esse ângulo é controlado pelo ciclista através de um manípulo mecânico. Contrariamente ao manípulo shimano Tourney apresentado acima, este manípulo funciona com a rotação do punho e não são sentidos “click’s” ao rodá-lo, porque o sistema da NuVinci tem a grande vantagem de não ter mudanças de passo, como as transmissões convencionais. Ora, isto significa que esses mesmos “passos” não serão sentidos ao longo da pedalada. Desta forma não temos um número de mudanças pré-definido, mas sim uma amplitude de mudanças condicionada pela amplitude do ângulo das esferas.

A marca Fallbrook fabrica este sistema para várias aplicações, de entre as quais veículos elétricos, como as e-Bikes, acessórios para automóveis, equipamentos de manutenção, turbinas eólicas, entre outros. (Fallbrook Technologies, 2018)

Por ser considerado pertinente para a investigação, seguiu-se um estudo do sistema CVT com a intenção de perceber a forma como funcionava e que componentes lhe estão associados.

O CVT é um tipo de transmissão que simula uma quantidade infinita de relações de velocidade.

Funciona com um sistema de duas polias de tamanhos diferentes interligadas por uma correia (fig.67), em vez de engrenagens com vários números de dentes. De entre os vários sistemas que existem, como os de cone, toroidal, e por polias de diâmetro variável, as pesquisas realizadas incidiram no CVT por polias de diâmetro variável ou em inglês VDP (Variable-Diameter Pulley), pela sua utilização mais comum e presença em veículos motorizados, aproximando-o assim de veículos com o propósito de transporte (fig. 66).

A ideia é manter a velocidade do motor constante em todos os momentos e todas as velocidades no nível indicado para o veículo em termos de fornecimento de energia e economia de combustível. Neste

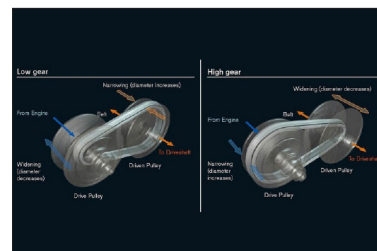
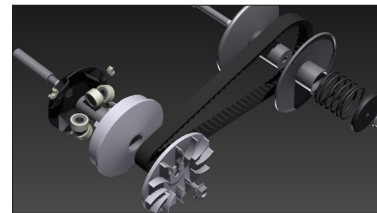


fig. 65 - bicicleta citadina Vanhawks

fig. 66 - aplicação do cubo NuVinci

fig. 67 - CVT aplicado a scooter

fig. 68 - ilustração de componentes do CVT em desenho CAD

fig. 69 - ilustração de funcionamento

contexto, foi estudado o sistema cvt que atualmente se encontra em qualquer scooter.

O sistema consiste basicamente numa caixa de mudanças progressiva, capaz de desenvolver um alcance contínuo, e por isso, infinito de relação de engrenagem entre um mínimo e um máximo pré definidos. No fundo, temos dois conjuntos de duas polias, formadas cada uma por dois pratos com perfis cónicos, posicionados frente a frente. Estes formam um “V” onde estará albergada a correia de transmissão e entrelaçam-se entre si variando de forma contínua o diâmetro em função da relação de transmissão necessária para vencer as resistências externas que o veículo encontra, tais como variações de declive e peso, entre outras.

O primeiro lado de polias chamado variador ou polia de acionamento, contem um prato móvel acionado e outro prato fixo. O segundo lado de polias ou polia acionada contem um prato móvel movido e outro fixo. No esquema da fig. 69 podemos comprová-lo. Em ambas as polias, o movimento do prato não fixo é axial.

No variador, o deslocamento é possível devido á força centrífuga exercida em pesos colocados dentro de guias especiais no interior do variador de scooter.

A cada deslocamento do variador da scooter há uma variação do diâmetro das polias, passando do ponto de máxima aproximação (maior diâmetro) até ao ponto de máxima distância (menor diâmetro) e vice-versa. (Motoress, 2018)

A variação no diâmetro da polia de acionamento (variador) gera a variação da relação de transmissão e por consequência, o alongamento ou o encurtamento da correia. Isso faz com que a correia atue sobre a polia móvel movida empurrando-a contra a polia fixa e mantendo-a nessa posição pressionada pela correia, graças à força exercida por uma mola reguladora.

Neste caso, o comportamento do sistema de cvt na scooter é condicionado pelas características dos pesos existentes que atuam na polia de acionamento e pela rigidez da mola que atua na polia acionada.

Com isto, as scooters são meios de transporte que atraem o público precisamente pela sua facilidade em manusear. No fundo é só rodar o punho do motociclo e ir.



### 3.2.4 Formulação de hipóteses

Com base na simplicidade do CVT e na sua natureza gradual de transmissão, resultando num processo ininterrupto incrivelmente suave, acreditou-se numa primeira instância que esta podia ser a base da transmissão automática de uma bicicleta citadina. (anexo 4) Contudo, numa segunda reflexão chegou-se à conclusão que seria mais vantajoso para o projeto incluir um sistema de transmissão que já estivesse enraizado no panorama das bicicletas.

Nenhuma das alternativas investigadas na “Procura de Soluções” parece completa e desenvolvida o suficiente para responder ao problema. No entanto, das três opções (Sram automatix; Shimano Di2; cubo NuVinci), refletir acerca da primeira e da terceira como parte da solução, pareceu razoável. Na primeira opção (Sram Automatix), estamos perante um sistema automático, como o pretendido, no entanto, a possibilidade de relações de velocidade é diminuta, não vai para além de duas, o que aqui se considera ser insuficiente. Acredita-se que isto é resultado da falta de espaço que um cubo contém para possibilitar um sistema mecânico automático, complexo ao ponto de ter várias mudanças. Na terceira opção, temos um sistema com uma possibilidade de relações de velocidade continuamente variável, revelando grande capacidade de adaptação em diferentes andamentos, tal como se pretendia (NuVinci). Contudo, a aplicação do princípio usado nos sistemas CVT dentro de um cubo, não funciona de forma automática.

Atendendo à perspectiva de exploração e inovação tecnológica da bicicleta nesta dissertação, pensar na tipologia de sistema continuamente variável para a transmissão de potência pareceu interessante pela segunda vez, na medida em que as todas as relações de velocidade seriam possíveis, dentro de limites pré estabelecidos. Contudo, a crença no potencial do sistema A e B inicialmente estudados prevalecia.

Através do reflexo da realidade dos sistemas de transmissão identificados e analisados, utilizados em bicicletas citadinas, conclui-se que todos eles, com as suas diferentes características, podem satisfazer as necessidades do utilizador. A partir daqui, assume-se que o pensamento da automação enquanto inovação que potenciará o bom funcionamento de cada um, o tornará mais apelativo, intuitivo e capaz de ir ao encontro das ideologias aqui defendidas.

Esta crença foi preponderante para dar o passo seguinte nesta dissertação.

Dessa forma, com base em toda a análise e investigação efetuada, para além do A e B, foi escolhido também o sistema da NuVinci como o sistema C para o enquadramento da perspectiva de automação que se segue.





### 3.2.5 A automação e parametros significativos

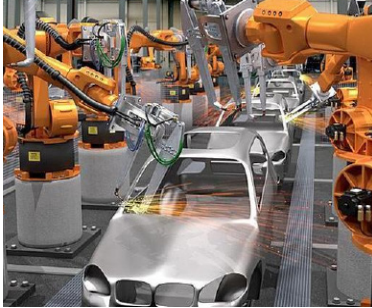


fig. 70 - robot de automação automobilística industrial

fig. 71 - imagem do filme "Tempos Modernos" (1936)

fig. 72 - robot de cozinha Bimby

O conceito de automação provém do latim ‘automatus’, que caracteriza algo que é voluntário, espontâneo, que se move livremente. A partir daí, a palavra “automação” surge na língua portuguesa para definir a implantação de sistemas automáticos de controle de mecanismos. Segundo a Infopédia (2018), a automação significa o funcionamento de máquina ou conjunto de máquinas que, sob o controle de um programa único, permite efetuar, sem intervenção humana, uma série de operações.

Na automação, os processos automáticos são capazes de comandar e de controlar os mecanismos que por sua vez regulam o próprio funcionamento do sistema automatizado. As técnicas aplicadas a esses processos podem ser computadorizadas, mecânicas ou ambas.

Esta ideia conduz à visão das máquinas que trabalham de forma otimizada e ágil, refletindo um aumento da eficácia produtiva assim como a precisão contínua e cadenciada de ações previamente programadas.

A maximização da produção com o menor consumo de energia possível, o aumento das condições de segurança, a redução do esforço ou intervenção humana, são vantagens bem presentes da automação no setor industrial, com o objetivo final de aumentar a eficiência do processo ou actividade a executar. Paralelamente, o trabalho humano pode também estar aliado ao conceito de automação. Um bom exemplo desta realidade é retratada no filme “Tempos Modernos”, protagonizado por Charles Chaplin. A palavra reflete a forma de trabalho automática, repetitiva e contínua imposta pelas indústrias.

Embora seja uma forte crítica aos tempos modernos na era da Revolução Industrial, o impacto da automação está cada vez mais associado a tarefas de diferente escala.

Na fig. 72 (Bimby) encontramos dois robots de cozinha que são exemplo perfeito disso mesmo. Privilégia-se aqui a eficiência e otimização dos processos e tarefas de cozinha, no que diz respeito à confeção de alimentos, reconhecendo uma escala completamente diferente daquela que é ilustrada pela fig. 20, e que acentua a proximidade com o ser humano. Nestes objetos, a automação surge para auxílio do homem e ao mesmo tempo não vive sem ele. Pretende-se focar num equilíbrio entre a automação e a ação humana, colmatando com a pretensão de atingir o maior grau de eficiência possível.

Esta ideologia revê-se na frase de Bill Gates que diz que:

“ A primeira regra de qualquer tecnologia utilizada nos negócios é que a automação aplicada a uma operação eficiente aumentará a sua eficiência. (...)”

Estes conceitos foram transportados para a projeção de um sistema de funcionamento automático para uma transmissão de bicicleta.

### – definição de parâmetros significativos para a automação

Para se projetar a possível automação dos sistemas A, B e C, seguiu-se a lógica do processo de automação industrial, como ilustra a fig. 79, adaptando-a ao contexto e adquiriram-se alguns conhecimentos básicos de automação em relação aos componentes necessários.

**Sensores e transdutores:** Dispositivos encarregues de captar informações. São capazes de distinguir a variação de certas magnitudes do sistema e o próprio estado físico de outros componentes.

Os transdutores são encarregues de converter as magnitudes físicas em elétricas, por isso é importante distinguir a diferença entre sensor e transdutor, sendo que o sensor detecta uma variação no meio e o transdutor converte a variação em magnitude elétrica.

**Controladores:** A par com a tecnologia, os dispositivos responsáveis pelo controlo da automação também evoluíram e atualmente, no cenário industrial os cérebros dessas operações são computadores ou PLCs (controladores lógicos programáveis). Os controladores apresentam todas as vantagens de um computador, apenas estão adaptados a diferentes tipos de espaços. São mais intuitivos e adaptáveis à gestão de falhas e defeitos, uma vantagem que aumenta a segurança das pessoas em redor.

**Atuadores:** Um atuador é o elemento final do processo que transforma a energia recebida numa ação de automação útil para o ambiente em questão.

Os atuadores elétricos são adequados para movimentos angulares e de rotação, com ou sem controle de velocidade. Estes dispositivos devem ser alimentados com energia elétrica para funcionar e alguns exemplos são os motores de corrente contínua, motores de indução e servo motores. (Silveira, 2013)

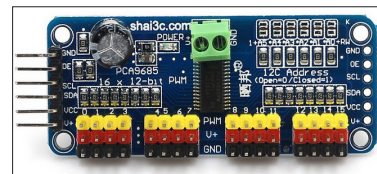
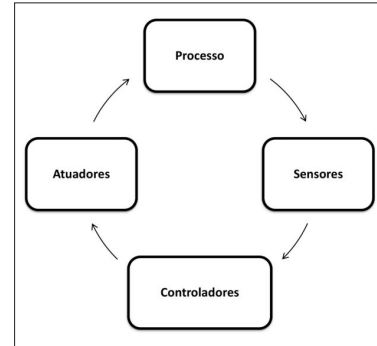


fig. 73 - esquema de princípios de automação

fig. 74 - ciclocomputador ou transdutor de velocidade

fig. 75 - controlador de servo motor

fig. 76 - servo motor (atuador)

Tendo em conta os princípios básicos estudados, surge a necessidade de clarificar as ações que se tencionam automatizar. A tabela 6 pretende demonstrar para cada sistema o tipo de movimento que é executado manualmente, bem como indicar quais os componentes intervenientes nessa mesma ação.

No sistema A, cada desviador encontra-se sob tensão de um cabo de aço que por sua vez está conectado com um manípulo. A alteração da mudança de velocidade ocorre quando o cabo é puxado ou relaxado, atuando sobre os desviadores, logo tem-se duas ações. Isto acontece através de um movimento de translação executado manualmente através do manípulo com duas alavancas. Nos sistemas B e C, a alteração de mudança de velocidade ocorre também através de um movimento de translação por parte de um único cabo de aço.

A principal diferença encontra-se nos componentes acionados pelo cabo. Este atua diretamente no cubo de cada sistema, tornando-os mais simples do ponto de vista das ações a automatizar, uma vez que é apenas uma, enquanto que no sistema A são duas.

	Sistema A	Sistema B	Sistema C
Componentes a automatizar	 +  2	 1	 1
Componentes acionadores manuais	 2	 1	 1
Tipo de ligação	Cabo tensionado	Cabo tensionado	Cabo tensionado
Tipo de movimento acionador	Translação + Translação	Translação	Translação

tabela 6 - ações a automatizar e componentes intervenientes



fig. 77 - pormenores de conexão do cabo (sistema A)

fig. 78 - pormenores de conexão do cabo (sistema B)

fig. 79 - pormenores de conexão do cabo (sistema C)

Identificam-se então as seguintes ações para o processo da automatização dos sistemas de mudança de velocidade e possíveis componentes intervenientes.

<p><b>Sensores/ Transdutores</b></p>	<p>1ª - Leitura da velocidade instantânea a que se desloca a bicicleta.  <b>Transdutor de velocidade ou tacómetro:</b> medição das rotações da roda e envio dessa informação para o controlador.</p> <p>2ª - Leitura do esforço do ciclista depositado em cada pedalada pelo.  <b>Transdutor de binário:</b> medição da força aplicada em cada pedalada e envio dessa informação para o controlador.</p>
<p><b>Controlador</b></p>	<p>3ª - Recepção da informação gerada nos transdutores.</p> <p>4ª - Envio de informação para o(s) atuador(es) com base numa programação previamente criada para fornecer a mudança certa relativamente ao esforço e velocidade.  <b>PLC - controlador lógico programável</b></p>
<p><b>Atuador</b></p>	<p>5ª - Ação do motor direta nos componentes que alteram a relação de transmissão dos sistemas A, B ou C.  <b>Servo Motor:</b> comandado por impulsos elétricos e alimentado por uma bateria elétrica.</p>

tabela 7 - identificação de ações para a automação

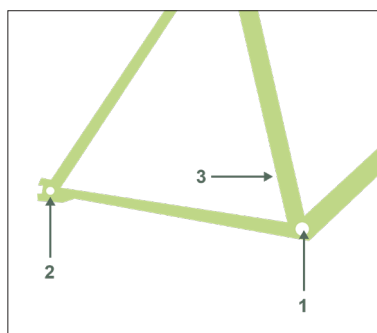
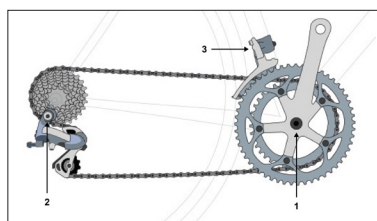


fig. 80 - identificação dos componentes

fig. 81 - ilustração de zonas de posicionamento de componentes no quadro

Por fim, para que se crie uma visão da projeção sugerida, foi executado o reconhecimento do posicionamento dos componentes da transmissão A, B e C num quadro de bicicleta para se perceber as zonas disponíveis para inserção dos novos componentes.

1 - **Zona da pedaleira:** Este espaço circular é encontrado na zona inferior do quadro, a junção entre o tubo de selim e os dois tubos debaixo do quadro. A sua função é alojar o movimento pedaleiro do sistema, ou eixo pedaleiro. No movimento pedaleiro são encaixados os braços da pedaleira e a escolha do seu tamanho esta dependente do diâmetro do espaço para si destinado.

2 - **Zona traseira:** Situada na extremidade traseira, esta secção do quadro faz a ligação com o 'dropout' que é o elo de ligação entre o quadro e o desviador traseiro. Existem muitas variedades de dropout, mas actualmente já muitos quadros de bicicleta são construídos com o dropout incorporado.

3 - **Tubo central:** Esta zona do quadro, representada a azul na fig. 84 destina-se a receber o desviador frontal. De todas elas, é a mais simples, não sofrendo nenhuma alteração especial para o efeito, uma vez que todos os desviadores frontais já possuem uma peça própria para os apertar diretamente ao quadro.

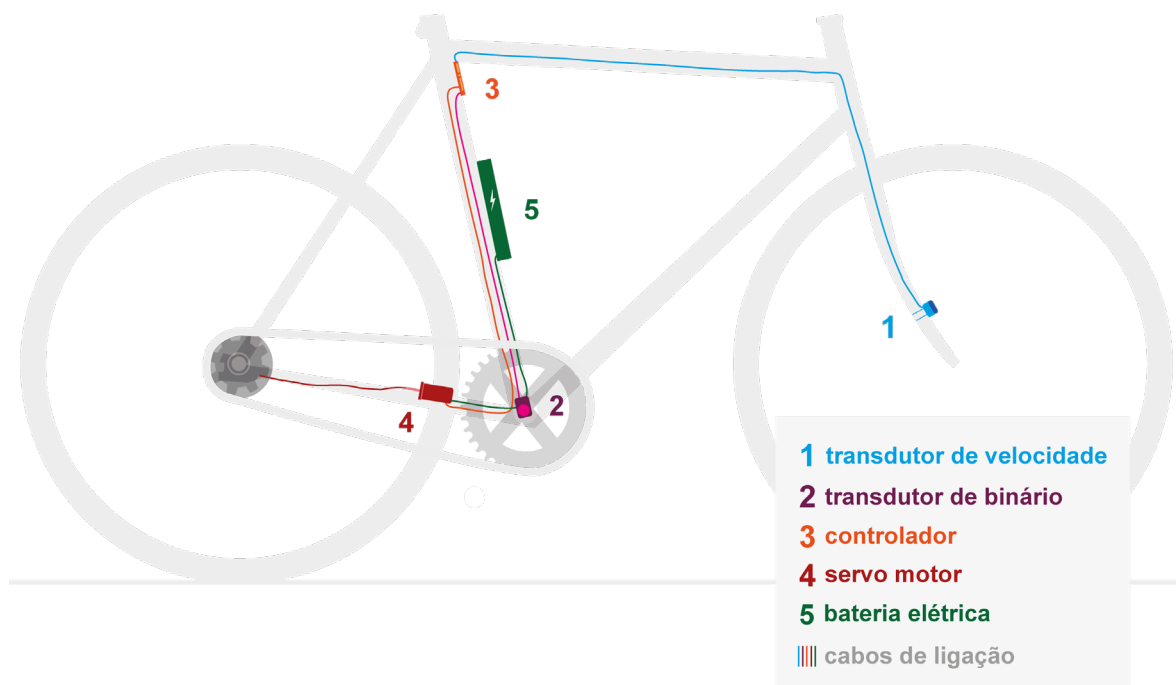


fig. 85 - Ilustração de possível disposição de componentes para automação dos sistemas B e C

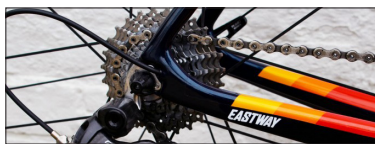
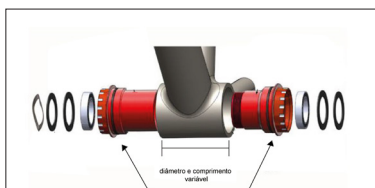


fig. 82 - zona da pedaleira e eixo

fig. 83 - zona traseira

fig. 84 - tubo central

A ilustração da figura 85 posiciona em vários locais do quadro da bicicleta os componentes que aqui se identificaram como necessários para a automação. Para o seu melhor entendimento, é fundamental que se assuma que toda a bicicleta é um conjunto de componentes que se interligam/encaixam entre si e se posicionam dentro ou fora do quadro, direta ou indiretamente.

Conforme o raciocínio aferido na tabela 7, o primeiro componente do sistema é o transdutor de velocidade (1) posicionado na forqueta e na roda.

O segundo componente é o transdutor de binário (2) posicionado na zona da pedaleira e interior do eixo. Ambos enviam informação ao controlador (3) situado numa zona superior do tubo central.

O controlador envia sinais ao servo motor (4) posicionado na zona média traseira, alimentado por uma bateria elétrica (5) posicionada na zona média do tubo central.

Desta forma, o servo motor atua diretamente sobre o cubo no caso do sistema B e C, ou sobre os desviadores, no caso do sistema A, alterando automaticamente a relação de transmissão.

Todos os componentes se encontram ligados através de cabos internos (que passam no interior do quadro).

É importante salvaguardar que para além de todos os componentes ilustrados, para se automatizar por completo o sistema A, seria necessário a implementação de um segundo servo motor na zona inferior do tubo central.

Desta forma, tirando partido de todo o conhecimento adquirido ao longo do 1º caso de estudo, idealiza-se então a primeira proposta para o funcionamento/acionamento dos sistemas de transmissão A, B e C.

Assumiu-se esta proposta como elemento fundamental para o desenvolvimento seguinte do novo quadro de bicicleta citadina, interligando os dois como um só.





## - quadro

A investigação teve continuidade com o 2º caso de estudo incidindo na geometria dos quadros. Aqui foca-se no quadro com a intenção de clarear as dimensões genéricas utilizadas. Para isso, inicialmente, fez-se um levantamento da geometria básica de um quadro de bicicleta genérico onde se apuraram as distâncias a ter em conta e que são comuns a todos.

O objetivo passou por perceber a sua influência na projeção do novo quadro.

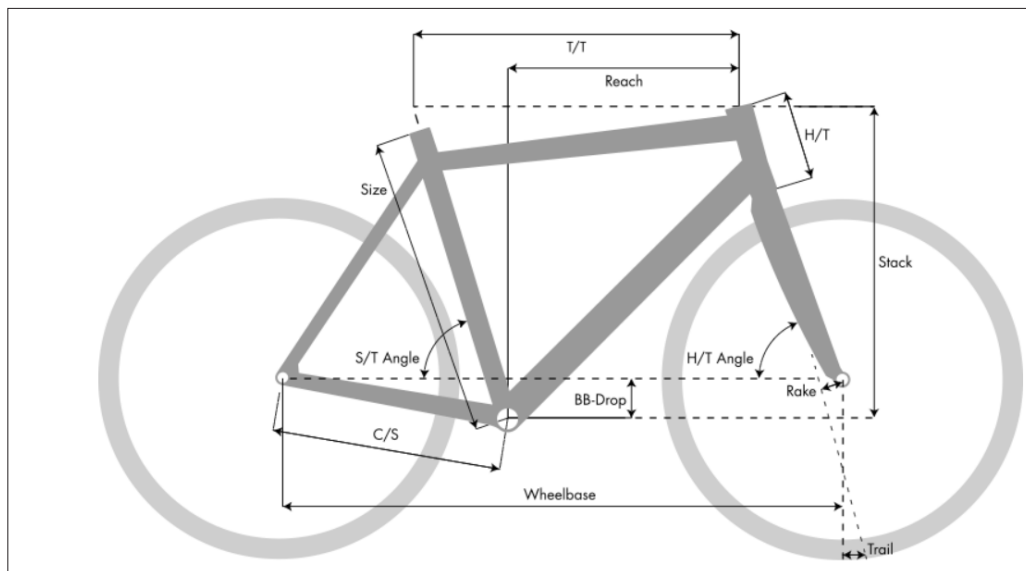
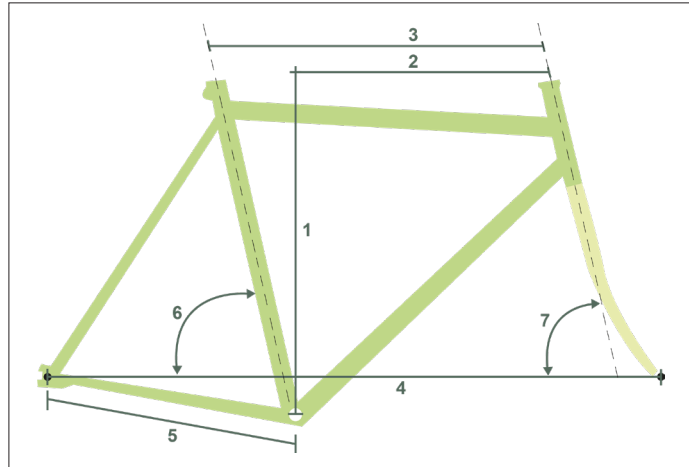
**1 Altura (stack)** – É a distância vertical entre o movimento central e a linha do topo da caixa de direção, sendo um dos principais indicadores na leitura de uma bicicleta. Quanto mais alta, maior tende a ser o conforto do ciclista, já que aumentará também a altura da caixa de direção.

**2 Alcance (reach)** – A distância horizontal entre o movimento central e a caixa de direção é uma medida eficiente para identificar o tamanho correto da bicicleta para o ciclista. Quanto maior essa distância, mais estável será a bicicleta. Caso possua ainda um menor stack, tornar-se-á mais aerodinâmica, como no caso das bicicletas de triatlo. A posição de condução será mais agressiva, exigindo mais flexibilidade ao ciclista. Caso a bicicleta tenha uma medida de alcance menor, torna-se mais ágil, mas mais difícil de controlar.

**3 Comprimento do tubo superior (top tube)** – Esta medida é feita entre o topo do espigão do selim e a caixa de direção. Por norma, como o tubo do espigão costuma ser inclinado, essa linha é projetada virtualmente. Hoje em dia, a esta medida já não é tão relevante para averiguar o conforto e desempenho da bicicleta, pois é o reach que é capaz de medir o quanto o ciclista estará inclinado para a frente e definir essas qualidades.

**4 Distância entre eixos** – A medida entre os eixos da roda é importante para determinar o comportamento da bicicleta e é ainda reflexo das restantes escolhas de medidas e ângulos do quadro. Um quadro curto resulta numa bicicleta mais ágil, mas mais instável e um quadro mais comprido resulta no contrário, uma bicicleta mais estável, mas mais difícil de manobrar.

**5 Comprimento da traseira (chain stay)** – Esta medida determina o quão afastada a roda estará do tubo do selim. Nos anos 60, as traseiras das bicicletas de competição foram encurtadas para aumentar a rigidez e permitir maior transferência de potência dos pedais.



Size	T/T	C/S	Wheelbase	BB-Drop	Rake	H/T Angle	S/T Angle	Trail	H/T	Reach	Stack
50	575	457	1074	55	45	70.50	72.00	75	115	389	572
54	590	457	1067	55	45	71.50	71.00	68	135	385	595
57	605	457	1082	55	45	71.50	71.00	68	155	394	614
60	620	457	1097	55	45	71.50	71.00	68	180	400	638
63	635	457	1112	55	45	71.50	71.00	68	210	405	667

fig. 86 - Ilustração da identificação das medidas essenciais

fig. 87 - bicicleta citadina Koga F3 7.0

fig. 88 - medidas do quadro, tamanho médio

No caso de outros tipos de quadro que não os de competição, um maior comprimento da traseira visa um maior conforto e estabilidade.

**6 Ângulo do selim** – Esta é uma das medidas mais decisivas na composição geométrica de um quadro. Este ângulo é rigorosamente controlado pelas entidades desportivas nas mais diversas modalidades competitivas.

A média gira em torno dos  $73^\circ$ . O fato é que quanto mais vertical for esse tubo (ângulo tendendo a  $90^\circ$ ), mais arrojada é a posição de pedalada e maior a transferência de potência. Bicicletas como as de triathlon Ironman (também conhecidas como ilegais, por ignorarem os padrões) podem chegar a  $79^\circ$ . Já as bikes de downhill buscam mais tração e estabilidade na parte traseira com ângulos bem mais fechados.

**7 Ângulo da caixa de direção (head tube)** – Este ângulo determina o comportamento do ciclista na condução da bicicleta e a sensibilidade na frente às trepidações do pavimento. A medida é calculada através do grau de inclinação entre forqueta e a linha imaginária que liga os eixos. Quanto maior for o ângulo, mais vertical será a posição da caixa de direção, o que tornará a bicicleta mais rápida em curvas fechadas. Quanto menor for o ângulo, mais aberta será a bicicleta na frente, mais confortável, mas ao mesmo tempo mais lenta em curvas apertadas. (Ativo, 2017)

Após a identificação das principais dimensões, seleccionou-se o quadro da bicicleta Koga F3 7.0 para o levantamento de medidas reais, por representar uma geometria genérica com todos os dados necessários para a futura projeção do novo quadro.

Conforme assinalado na tabela o tamanho escolhido foi o 57, por ser um intermédio entre o tamanho máximo e o mínimo disponível da marca, acreditando ser o essencial para a justificação das medidas da futura geometria projetada.



### 3.3 Desenvolvimento conceptual

“Criatividade não significa improvisação sem método” (Munari, 1981; Oliveira, 2015).

A partir desta afirmação surge todo o processo de desenvolvimento conceptual, absorvendo inspiração que revela diferentes níveis de sensibilidade, percepção direta lógica e a percepção contrastante por classes.

A perspectiva inicial, com a organização do primeiro mapeamento de tipologias sustentado nas mais variadas formas que se subdividem em quatro grupos. Atribui-se para cada um, uma palavra-chave que nada mais é que o reflexo das diferentes morfologias na sua percepção direta, relacionada com o contexto de uso correspondente.

A segunda perspectiva é mais seletiva e reflete então uma percepção de contrastes entre diferentes classes, reorganizando o mapeamento anterior, acrescentando-lhe ainda novos elementos. As subdivisões caracterizam-se através de quatro grupos contrários. Um deles é a comparação entre “Status” e “Económico”, e o outro é a comparação entre “Performance” e o “Lúdico”.

Poética

Velocidade

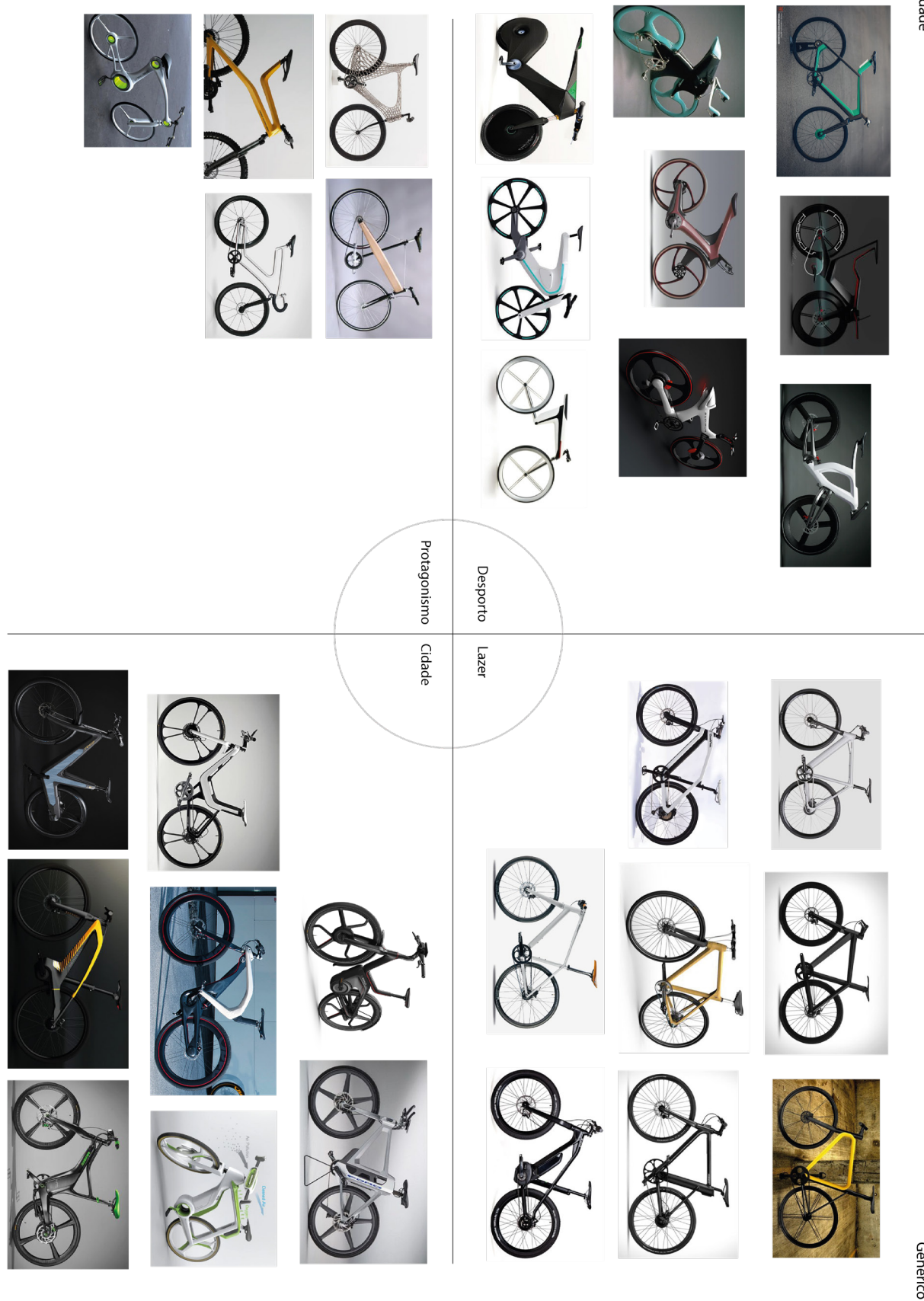


fig. 89 - mapeamento de tipologias 1

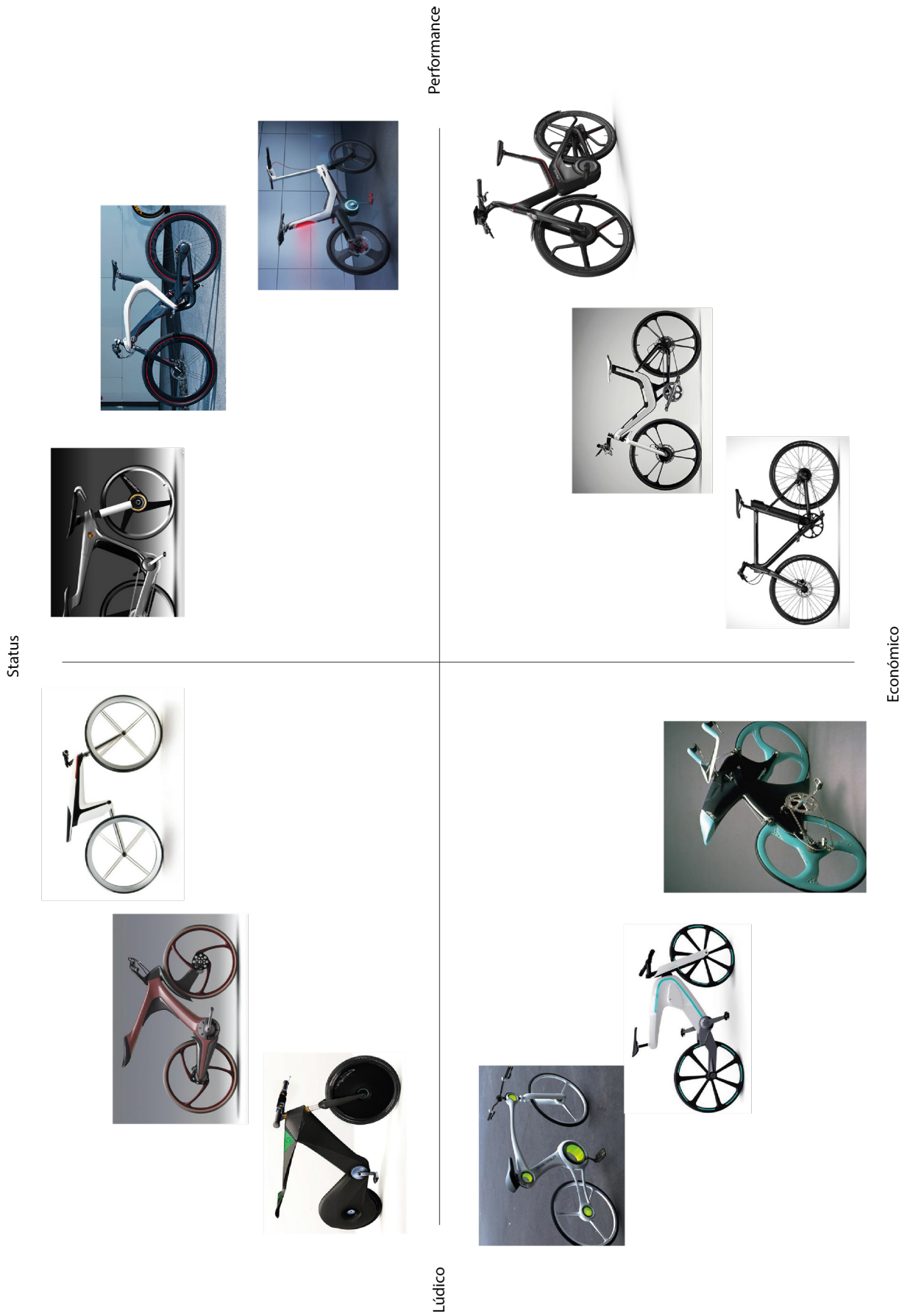


fig. 90 - mapeamento de tipologias 2





### **- 1ª fase de desenho**

Embora a primeira fase de desenho tenha ocorrido ainda antes da definição da arquitetura de produto, foi essencial para a expressão de estudos exploratórios de conceitos base da bicicleta. Os desenhos evoluíram de uma linguagem convencional (quadro composto por 2 triângulos) para uma mais acelerada onde se denota a ideia de velocidade. A partir daí, foram desenhados outros quadros que de uma forma ainda contida se começam a distanciar das primeiras ideias.

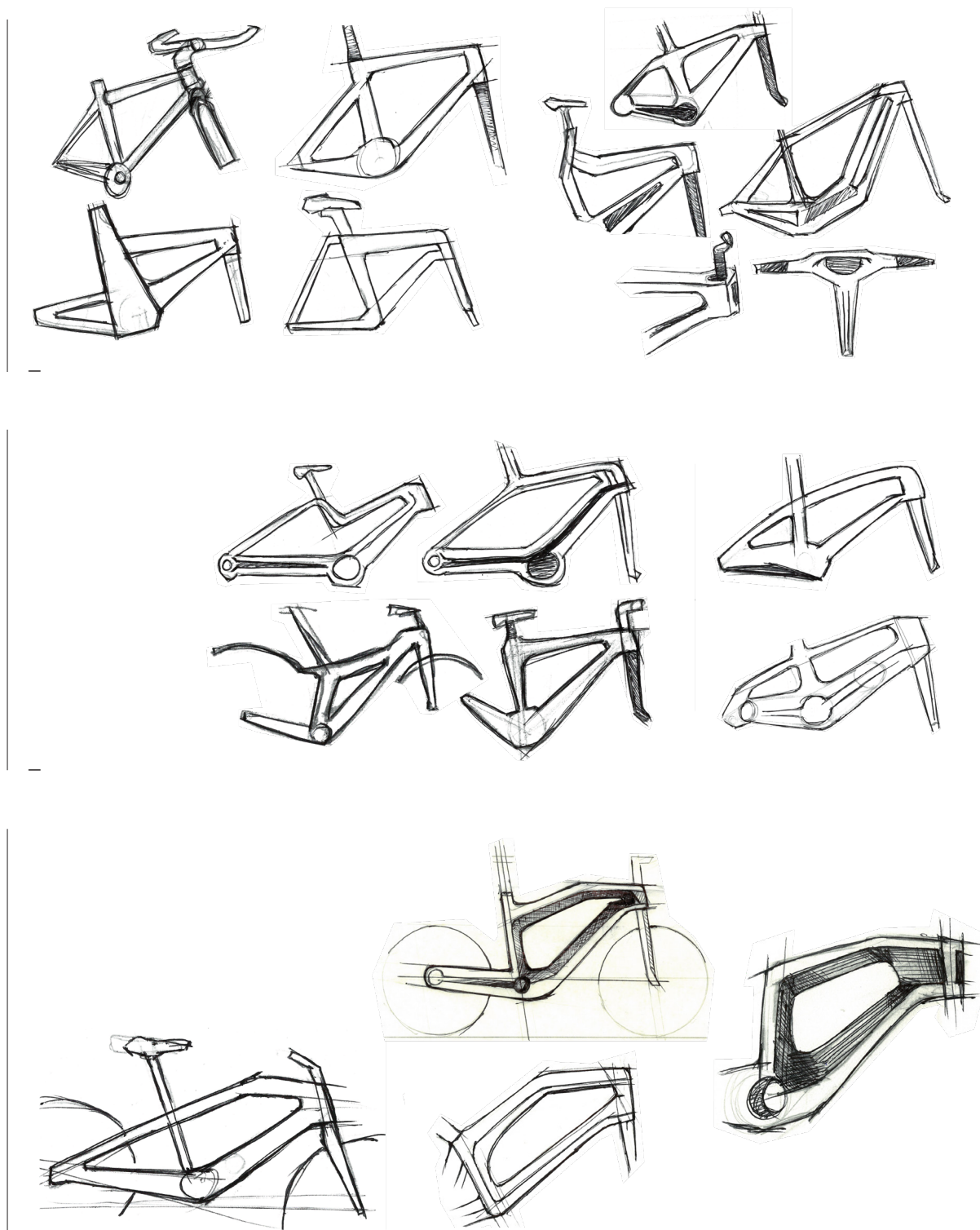


fig. 91 - formas simples com geometria convencional  
fig. 92 - acentuação das formas - velocidade (1)  
fig. 93 - acentuação das formas - velocidade (2)

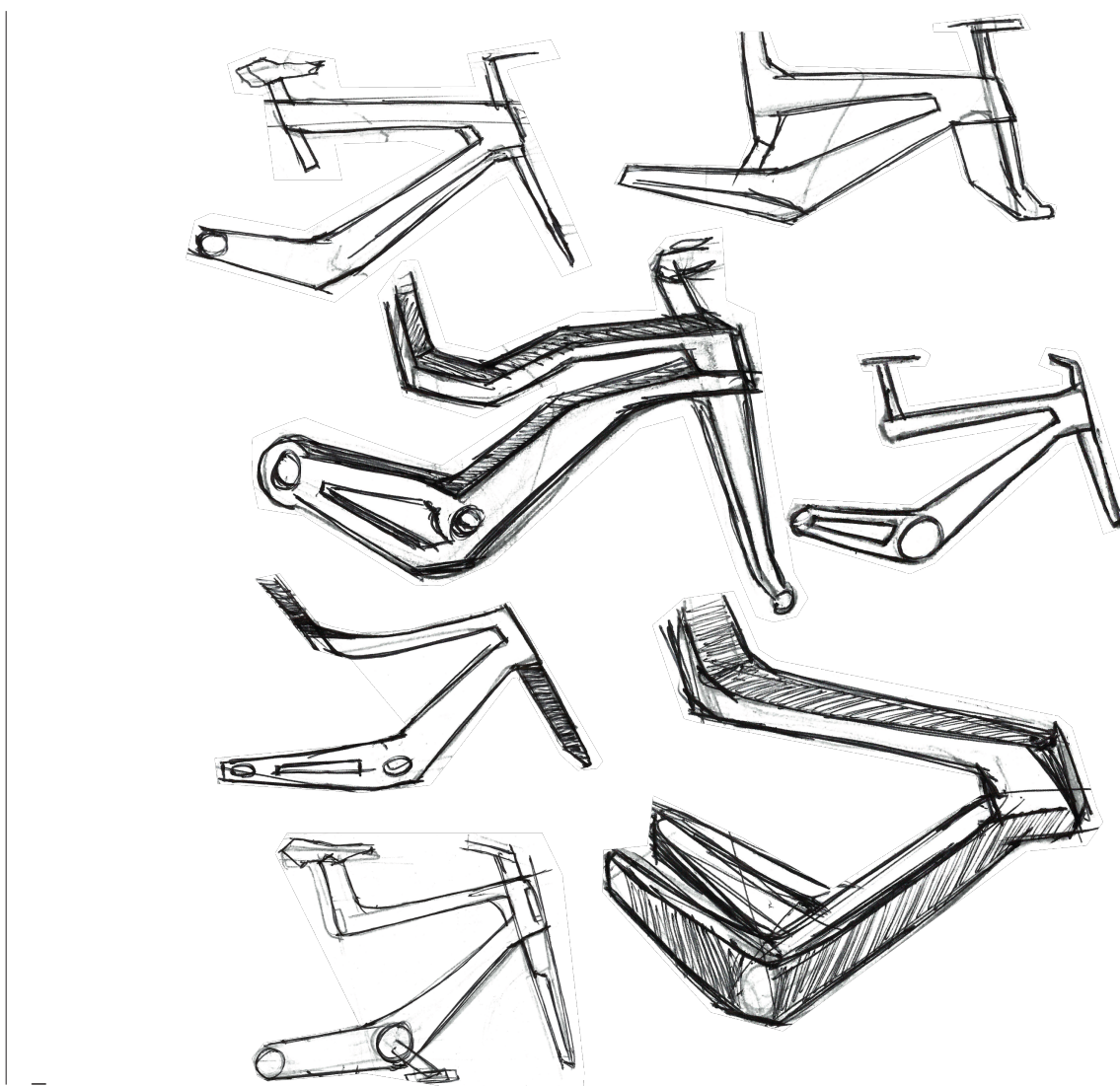
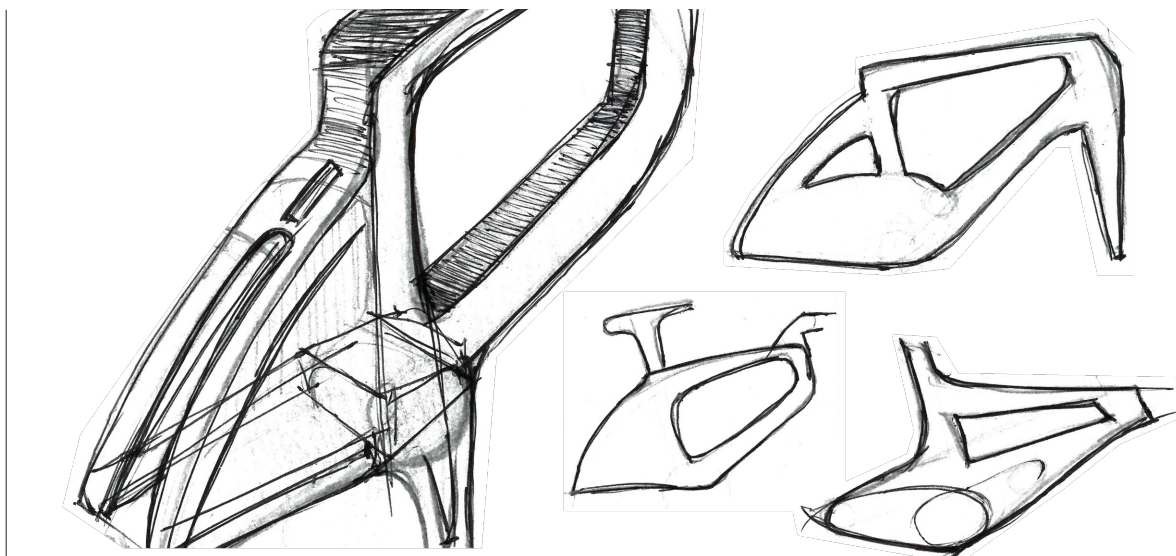


fig. 94 - formas fechadas

fig. 95 - formas opostas a geometrias vulgares



## **- 2ª fase de desenho**

Ocorre após a definição da arquitetura de produto onde a visão para os novos desenhos conceituais acontece com a consciência da projeção da automação dos sistemas de mudanças. Deste modo, os desenhos continuam a privilegiar uma morfologia de quadro fora do comum, mas com a capacidade de albergar os componentes necessários para a automação.

No final da criação de conceitos expostos na fig. 96, a tendência que procura a desconstrução dos triângulos que compõe a grande maioria dos quadros emergiu com mais intensidade resultando numa forma progressivamente mais descomplicada até se atingir a simplicidade procurada.

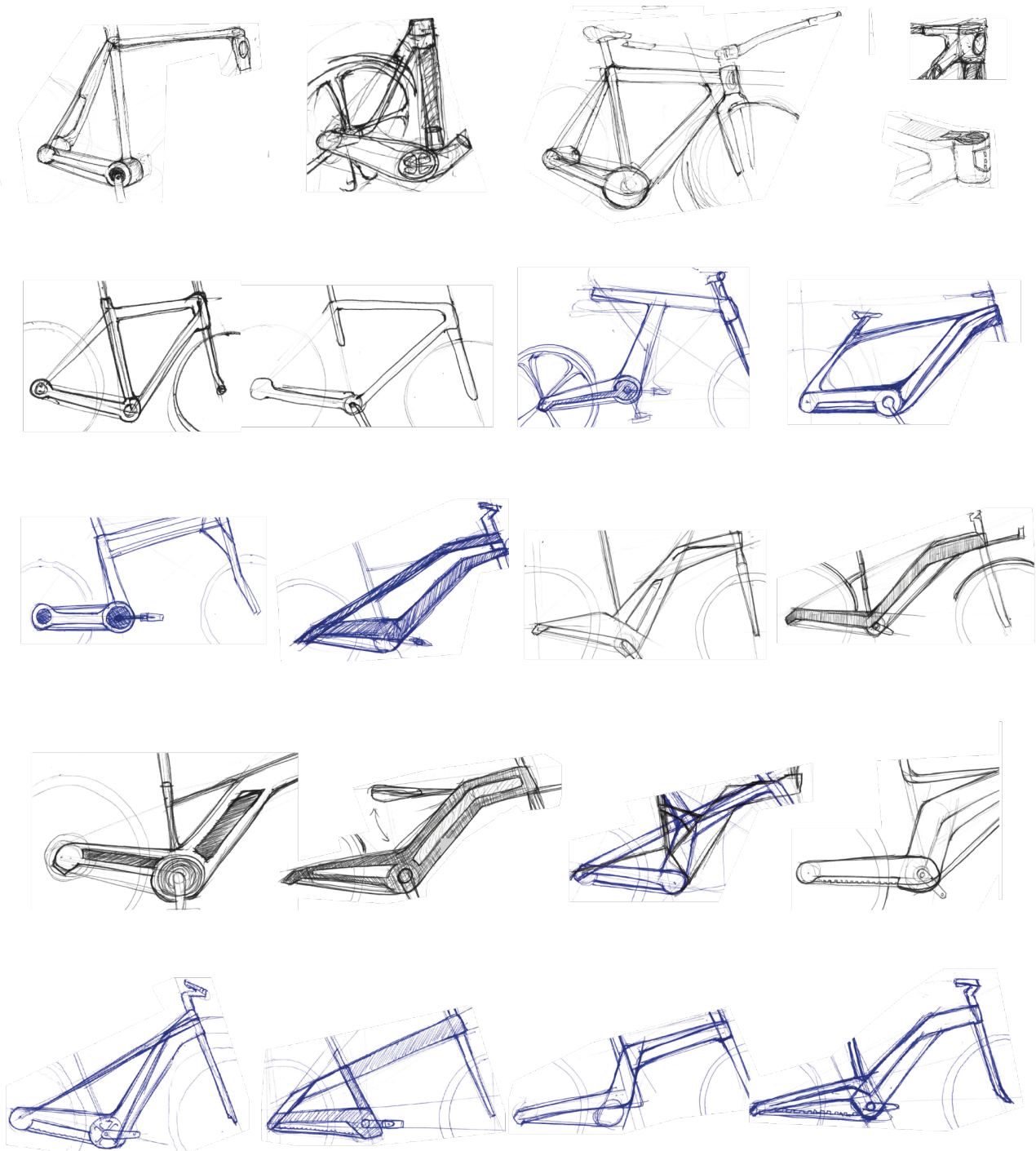


fig. 96 - exploração de ângulos e geometrias

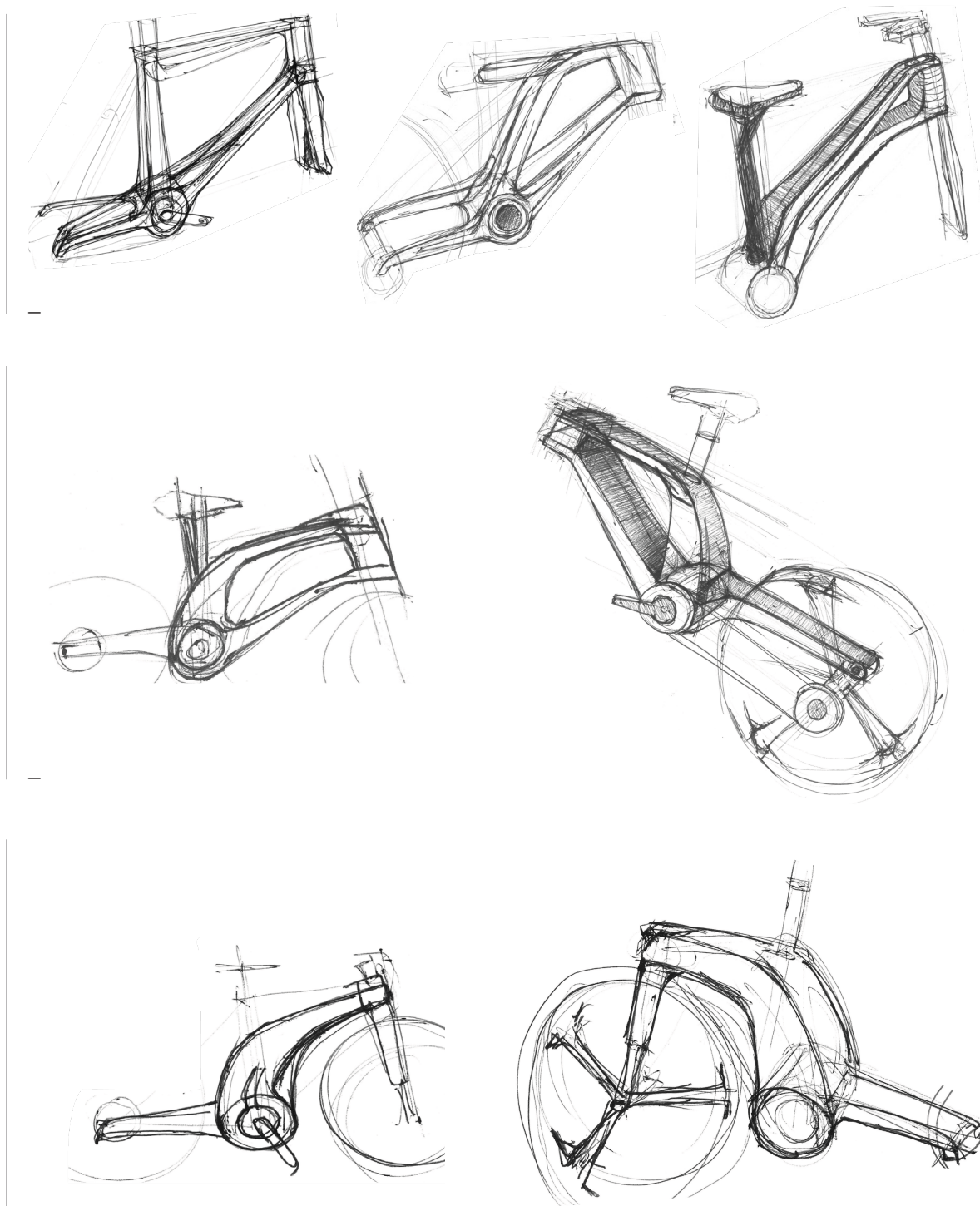


fig. 97 - primeiros conceitos tridimensionais

fig. 98 - simplificação da zona traseira

fig. 99 - simplificação da zona traseira e frontal (1)

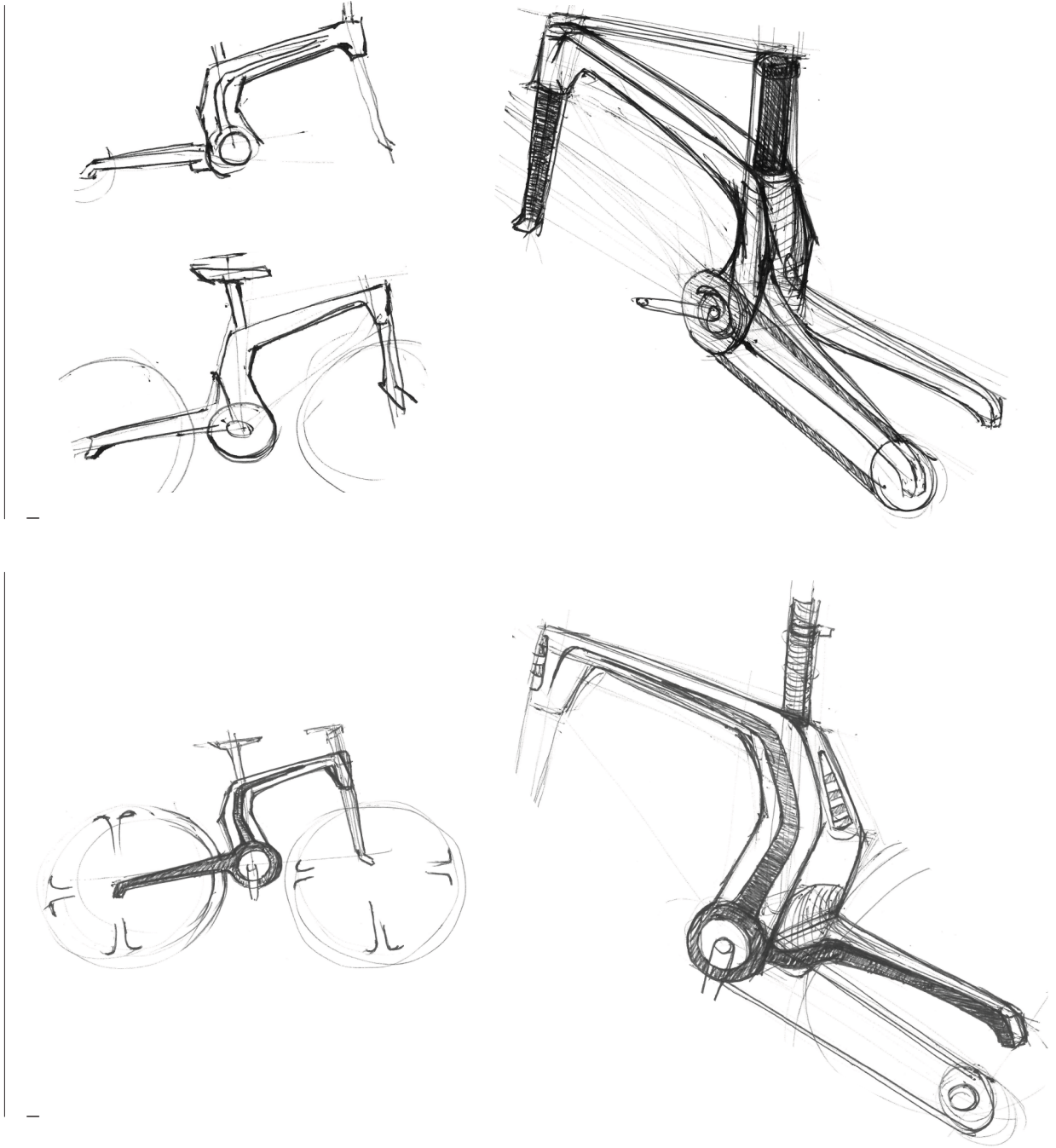


fig. 100 - simplificação da zona traseira e frontal (2)

fig. 101 - conceito simplificado selecionado



“Simplicity is the ultimate sophistication” - Leonardo da Vinci

Concluiu-se que o conceito representado na fig. 100 seria nesta fase o que mais se aproximava do conceito pretendido.

### **- 3ª fase de desenho**

Partindo do conceito anteriormente selecionado, esta fase revelou-se como uma exploração final de conceitos através do desenho digital. Foram realizadas várias propostas com cores que geram contraste, privilegiando o elemento essencial.

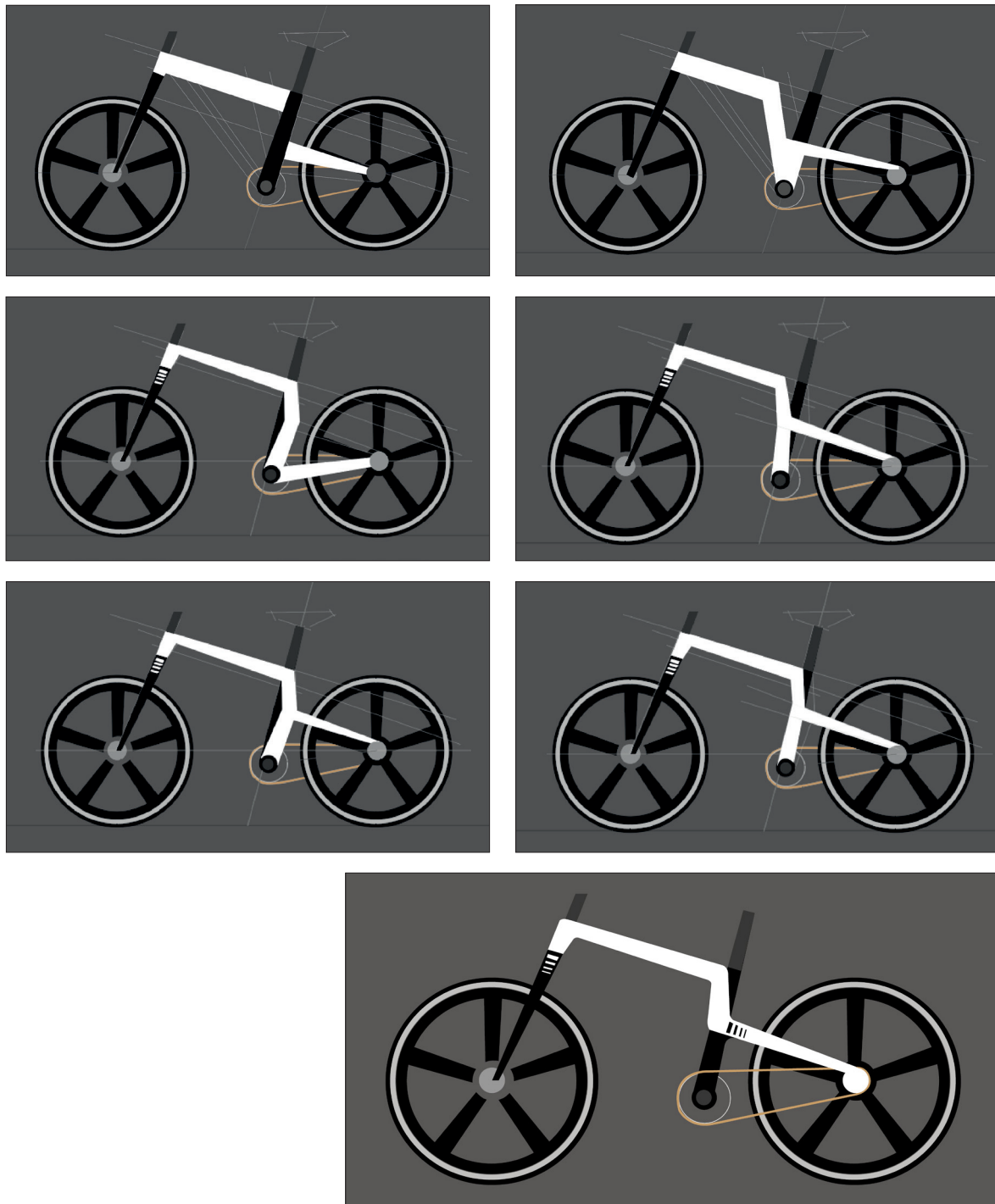


fig. 102 -variações A, B, C, D, E, F e G

A evolução dos conceitos digitais culminou com o conceito G e a partir do qual foram ainda executados alguns desenhos tridimensionais, fig. 102.

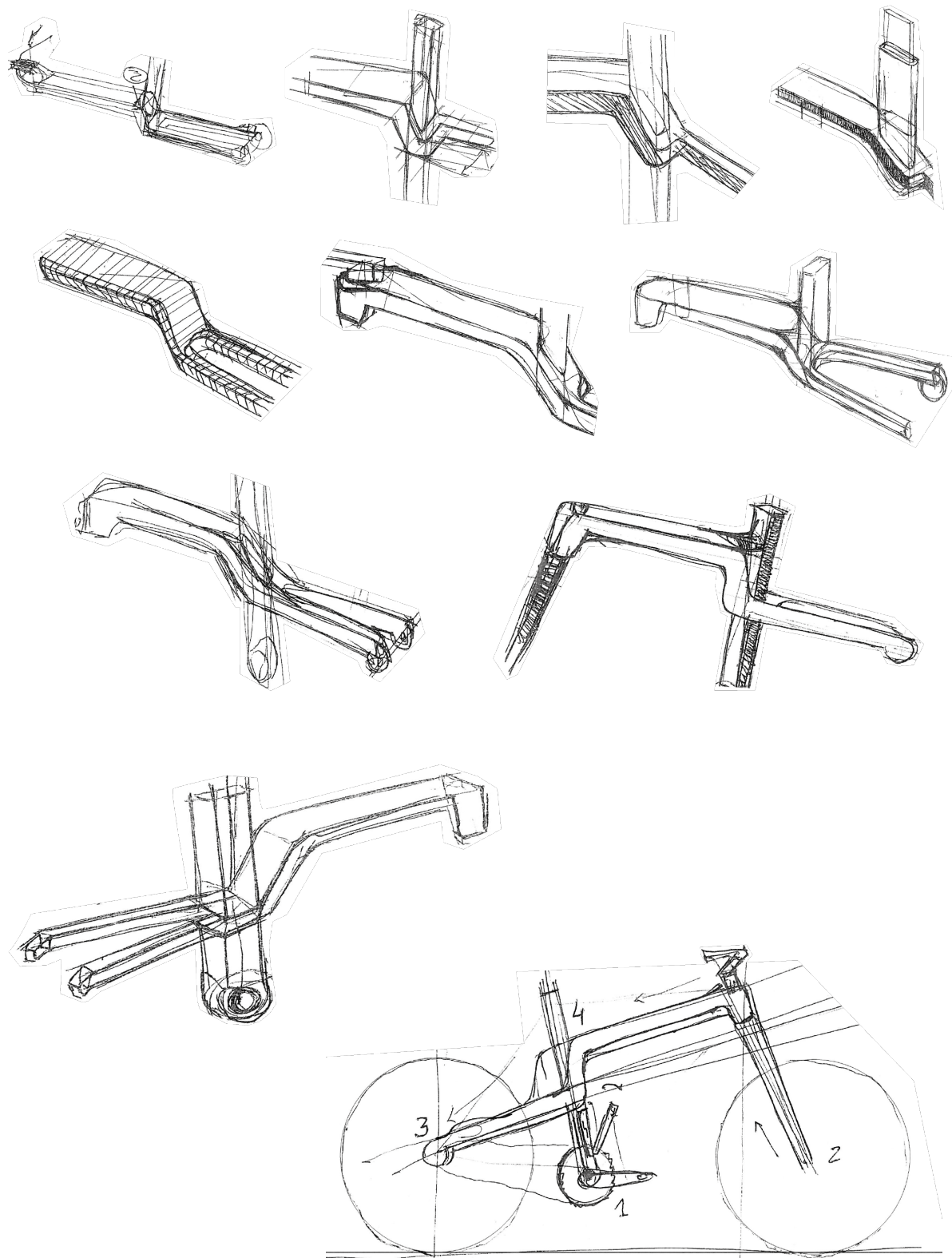


fig. 103 - estudos do conceito escolhido

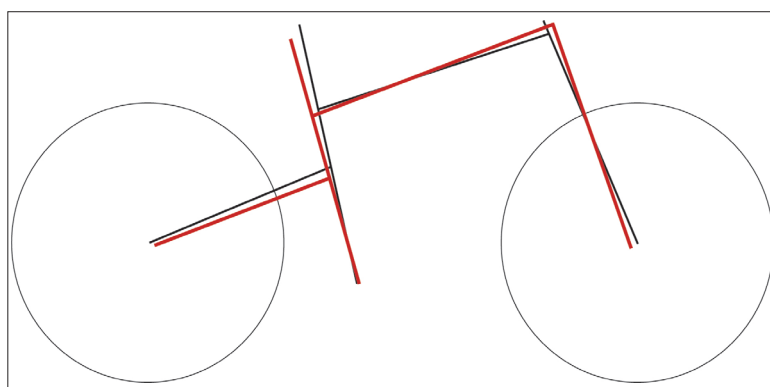
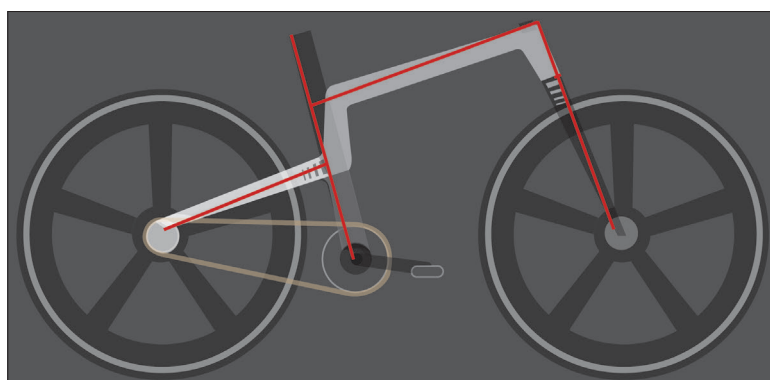
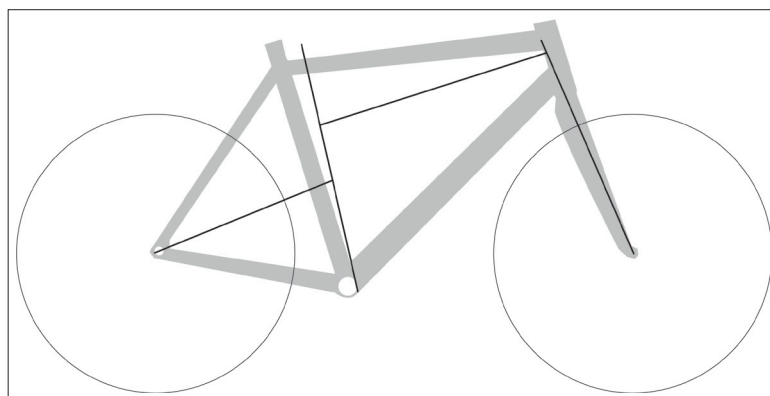
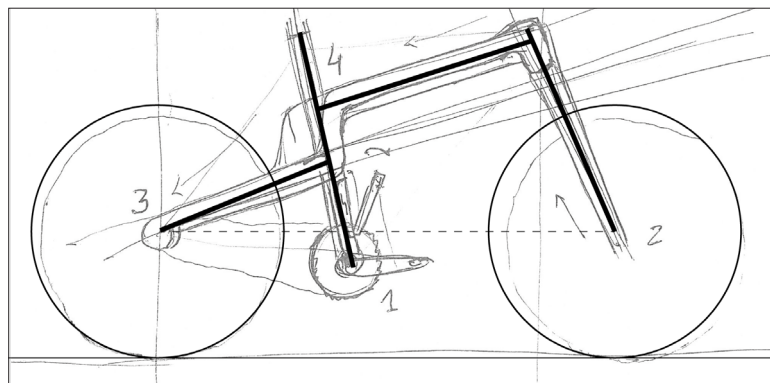
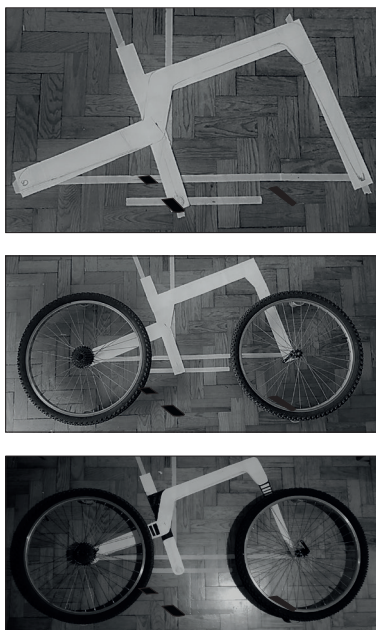


fig. 104 - geração da 1ª geometria sobre o conceito final

fig. 105 - comparação da 1ª geometria com o quadro Koga

fig. 106 - comparação da 2ª geometria com o conceito digital

fig. 107 - comparação entre a 1ª geometria (preto) e a 2ª geometria refinada (vermelho)

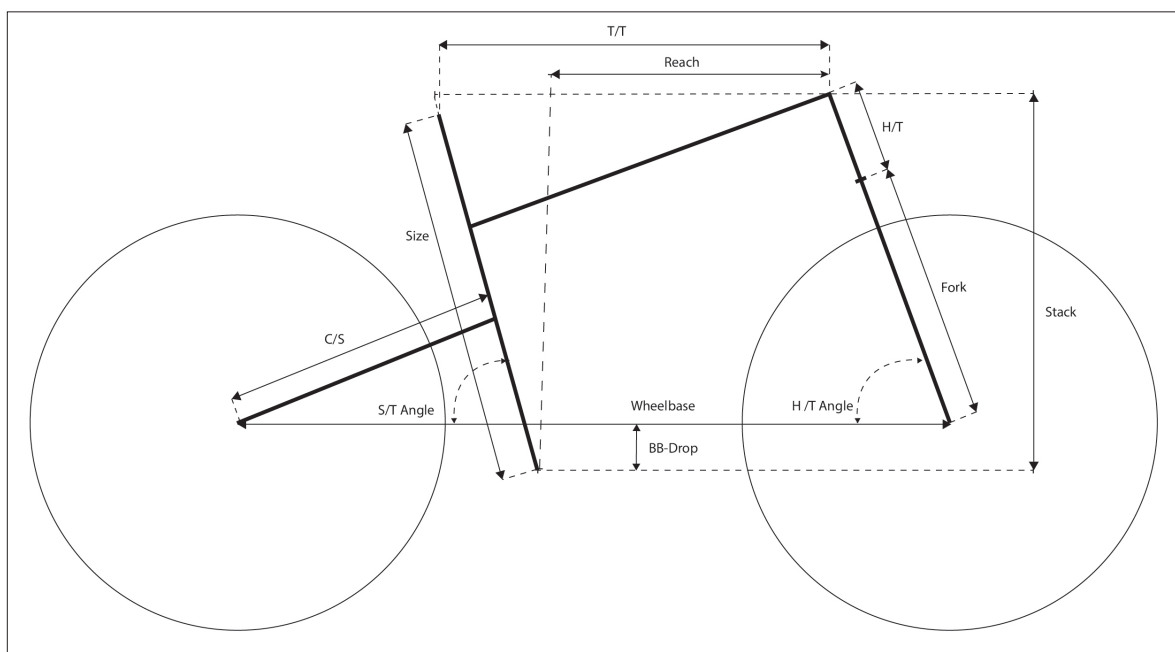


Através do conceito G selecionado surge a primeira geometria para o quadro, fig. 104.

A mesma foi comparada com o quadro Koga analisado anteriormente, fig. 105 e a partir dessa análise gera-se a uma segunda geometria do quadro.

À medida que a 1ª geometria era refinada e gerada a 2ª, o auxílio de uma maquete em papel à escala real ajudou a conseguir uma percepção real das dimensões reajustadas e obtiveram-se as medidas abaixo indicadas.

fig. 108 - 3 fases da maquete bidimensional em papel



Size	T/T	C/S	Wheelbase	BB-Drop	Fork	H/T Angle	S/T Angle	H/T	Reach	Stack
570	610	411	1082	55	450	71	72	160	410	610

fig. 109 - medidas do quadro





### - maquetização

Validação da forma, aquisição de volumetria: A maquetização de um modelo permitiu ter uma noção da escala real e volumetria do objeto, considerando-se uma ferramenta fundamental para perceber as formas e a sua dinâmica de interligação.

Embora existisse nesta fase uma geometria relativa aos ângulos e dimensões gerais do quadro, a fase de maquetização deu corpo ao conceito, atribuindo-lhe volumes, aumentando a percepção real do mesmo, sem grande preocupação com pequenos detalhes.



**Para a maquetização privilegiaram-se 3 zonas do quadro.**

- 1 - A ligação entre o tubo principal e o resto do quadro;
- 2 - A ligação entre a caixa de direcção e a forqueta;
- 3 - A zona traseira do quadro;

fig. 111 execução da maquete em esferovite

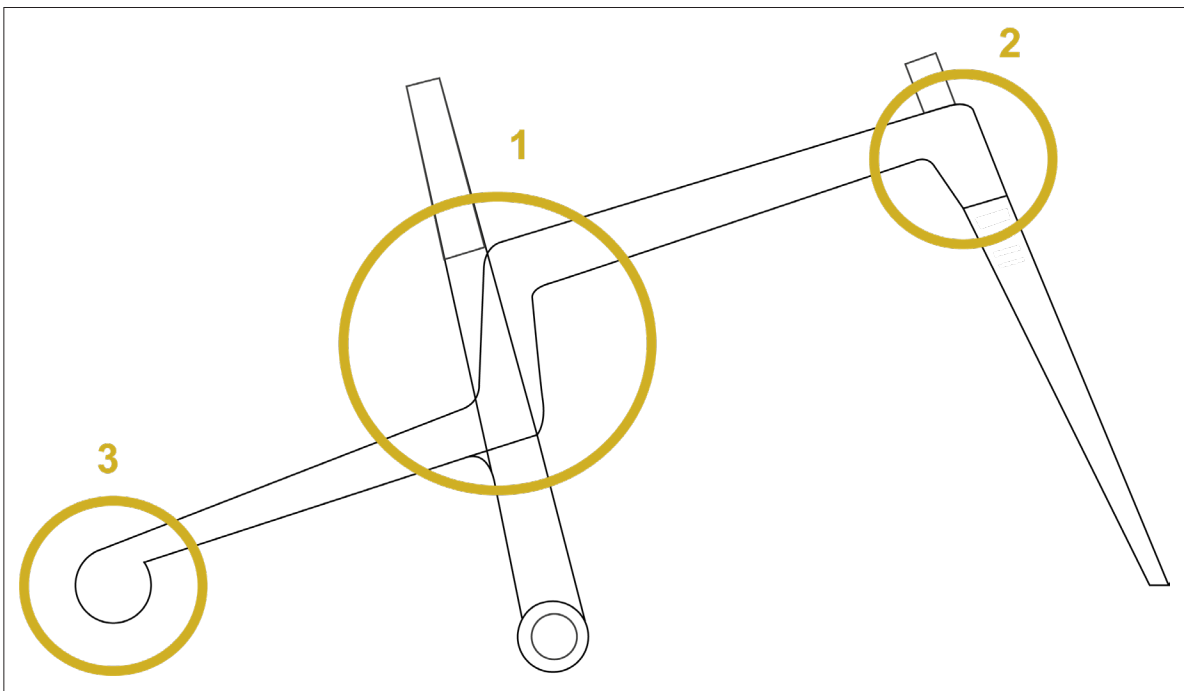


fig. 110 identificação das zonas críticas



fig. 112 - Vista geral da maquete



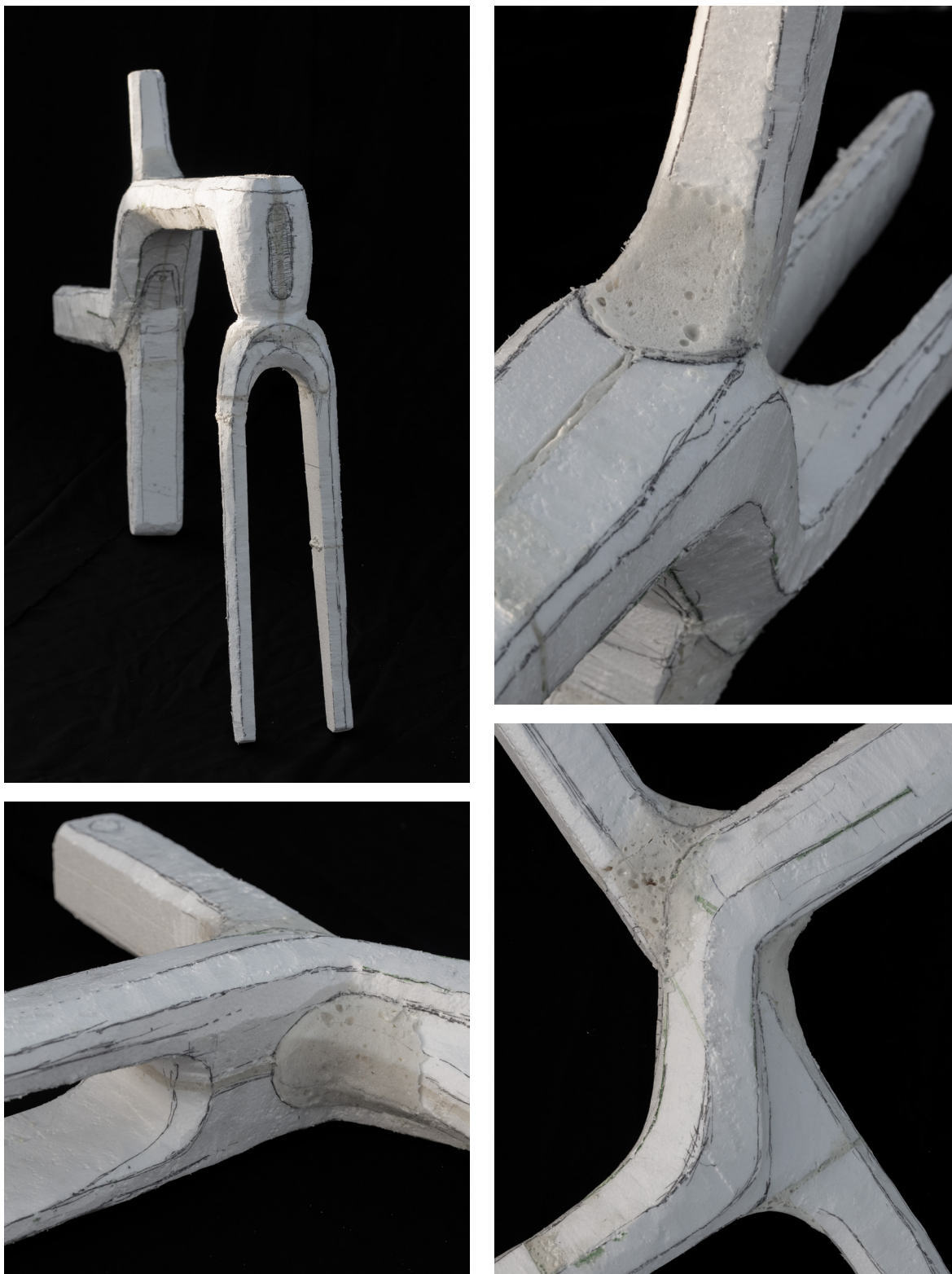


fig. 113 - Detalhes construtivos e ligações da maquete



### 3.4 Materiais e processos de fabrico



fig. 114 - bicicleta Trek FX Sport 6

fig. 115 - promenor no quadro da zona da direção

fig. 116 - promenor do quadro na ligação ao tubo central

fig. 117 - promenor da forquilha

A imersão de nova matéria, resultado do desenvolvimento tecnológico aliado à combinação de diferentes materiais alarga o leque de possibilidades de formas que os objetos hoje em dia podem possuir.

Essa mesma matéria adapta-se à forma desejada e confere nos objetos novas características aprimuradas que os tornam progressivamente mais inovadores e lhes aumentam todo o potencial que já lhes era característico.

“os materiais empregues estão cada vez mais longe dos que são fornecidos pela natureza, enquanto a estratégia técnica é cada vez mais parecida com as soluções geradas pela natureza.” (Manzini, 1993; Oliveira, 2015)

A afirmação vai ao encontro da perspectiva exposta que defende que a complexidade formal dos objetos não se deve encontrar condicionada pelo tipo de material. Exemplo disso são os materiais compósitos, um dos grandes avanços dos últimos 50 anos, capazes de combinar as propriedades dos dois materiais muito diferentes: polímeros e fibras de carbono em equipamentos desportivos, elastómeros e aço em pneus de carros, metais e fibras cerâmicas em componentes aeroespaciais (Ashby e Johnson, 2013; Oliveira, 2015)

Procura-se a adaptação dos materiais às formas pretendidas e não o contrário.

Tendo como base este enquadramento, é perceptível a necessidade da utilização de materiais compósitos na proposta aqui apresentada, incluindo o quadro, a forqueta, e o espigão de selim, atendendo à complexidade da sua linguagem formal obtida.

Neste projeto não foi atingida a fase mais avançada de produção, nem foram executados testes reais, pelo que nesta altura foi enunciada uma possível solução já implementada no mercado. A mesma foi encontrada na bicicleta urbana/fitness FX Sport 6 da Trek, fig. X. Uma das maiores marcas produtoras de bicicletas a nível mundial e com um histórico de progressão tecnológica imparável desde 1976.

A FX Sport 6 da marca Trek é considerada a mais leve e rápida da sua gama, uma vez que o seu quadro dispõe das mesmas características de desempenho de uma bicicleta de estrada topo de gama (Trek, 2018). Utiliza o material CFRP (Carbon Fiber Reinforced Plástico - Fibras de carbono que reforçam o plástico, neste caso resinas de epóxi ou poliéster) com a tecnologia RTM (Resin Transfer Molding). As CFRP, segundo Ashby e Johnson (2013) são fibras de carbono embebidas numa matriz de polímero, normalmente epóxi ou de poliéster, fazendo com que apresentem uma grande rigidez e grande leveza.

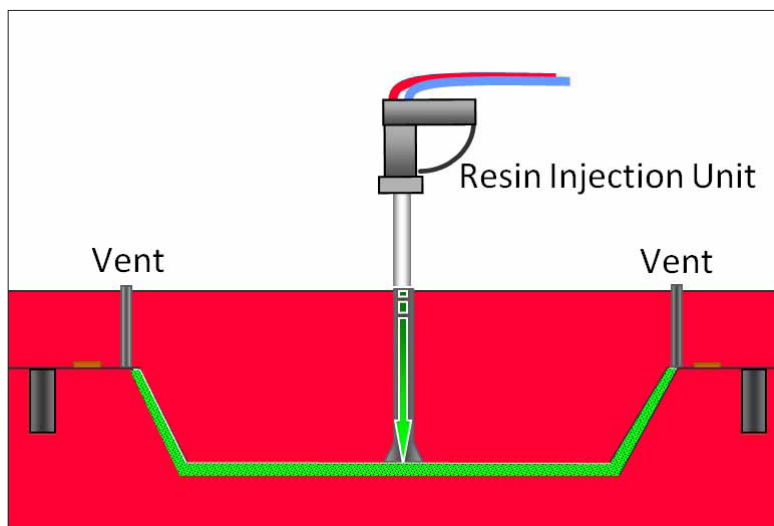
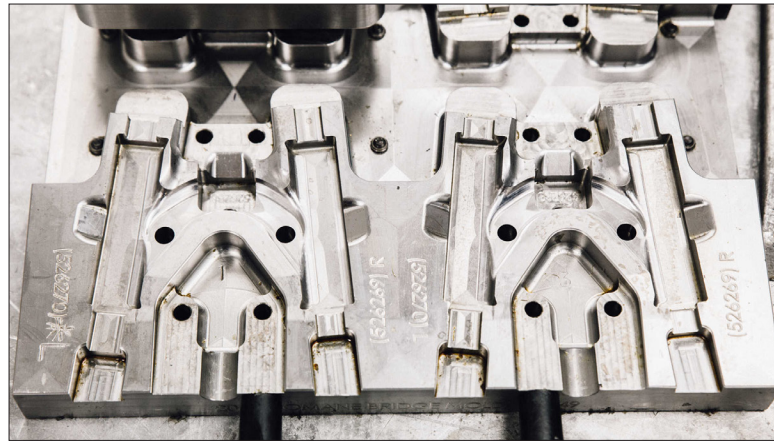


fig. 118 - moldes para injeção

fig. 119 - quadros em fibra de carbono da Trek

fig. 120 - ilustração do processo de injeção

São ainda características deste material a boa fluência e resistência à fadiga, baixa expansão térmica, baixo atrito e desgaste, características de amortecimento de vibrações, e estabilidade aos elementos (Ashby e Johnson, 2013; Oliveira, 2015).

O processo de injeção RTM permite a obtenção de geometrias mais complexas. O primeiro passo é o corte e posicionamento das fibras no molde, sendo o molde posteriormente fechado e inserida a baixa pressão a resina. A secagem é realizada à temperatura ambiente (Ashby e Johnson, 2013; Oliveira, 2015).

Nas bicicletas da Trek, a RTM é otimizada, dando origem ao processo por eles apelidado de OCLV (Optimum Compaction Low Void), onde o fator chave está na combinação de calor e pressão quando o carbono é compactado. O objetivo é minimizar os espaços vazios entre as camadas de fibra de carbono obtendo-se um compósito mais resistente, com maior qualidade, e durabilidade superior.

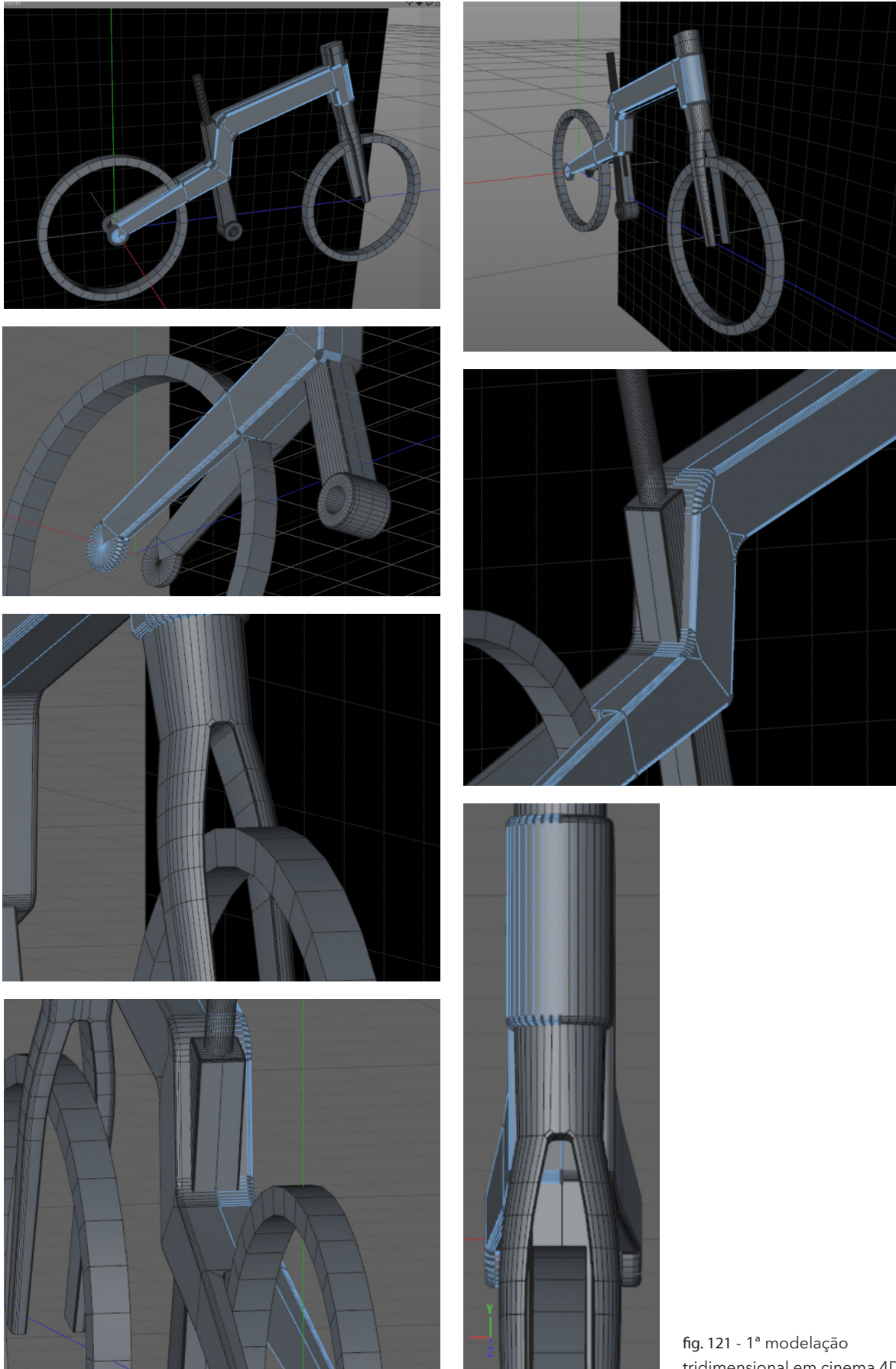


fig. 121 - 1ª modelação tridimensional em cinema 4D

### 3.5 Proposta Final

A proposta final do conceito é o culminar de toda a investigação e processo de desenvolvimento, tendo em conta a progressão lógica das suas diferentes fases.

Depois da exploração de conceitos e fases de esboços, o passo seguinte atendeu à representação tridimensional do objeto, aproximando-se da morfologia real para a bicicleta.

Para isso, foi essencial considerar a arquitetura de produto anteriormente definida, relativa ao sistema de mudanças e quadro, como referência para a execução da proposta. Numa primeira instância recorreu-se ao software cinema 4D para construir o quadro e a forquilha, obtendo-se um noção de tridimensionalidade digital e proporção entre ambos.

Posteriormente, afinaram-se as formas tirando partido da maquete à escala real, e tendo em conta o conteúdo retirado da primeira modelação, partiu-se para uma modelação final, realizada no programa Solidworks.

Nesta fase procurou-se sempre o maior dinamismo possível do objeto para o distinguir dos demais e transmitir a ideia de tecnologicamente avançado, inerente ao sistema de mudanças, procurando-se para isso a conjugação das linhas simples.

Esteve patente também a preocupação na escolha das cores, com o intuito de privilegiar certos componentes e zonas do quadro, atendendo a um grau de importância pré-estabelecido. Usaram-se para isso cores contrastantes (como preto e branco) que ressaltam essas mesmas zonas e as enriquecem a nível visual.

Pensar também nos componentes standard (selim, guiador, travões, pneus) como elementos integrantes necessários para a composição completa da bicicleta, para além do quadro e forquilha, mostrou-se essencial para o enriquecimento da proposta, entendendo-se como meio de valorização da mesma.

Dos produtos mais baratos aos mais caros, dos mais simples aos mais específicos, a panóplia de componentes existentes hoje em dia no mercado é de facto bastante abrangente, oferecendo diferentes tipos de componentes capazes de satisfazer os mais variados objetivos.

Desta forma, os componentes selecionados não são de todo definitivos, mas sim a indicação de possíveis soluções a implementar. Na mesma seleção privilegiaram-se as características dos objetos quanto ao seu material e função, bem como a linguagem neles refletida, procurando o equilíbrio entre os dois, forma-função. Estas condicionantes visam restringir o leque de possibilidades para um aumento da coerência do enquadramento das escolhas nos propósitos adjacentes à proposta final.

Por último, utilizou-se o software Keyshot para renderizar a bicicleta e os diferentes componentes



fig. 122 - vista lateral direita





fig. 123 - vista frontal e de topo



fig. 124 - promenor da zona traseira



fig. 125 - promenor da zona dianteira



fig. 126 - vista traseira aproximada



fig. 127 - promenor construtivo do quadro



fig. 128 - promenor da ligação entre a traseira e o tubo central



fig. 129 - promenor da relação do quadro com a forquilha







fig. 130 - exploração cromática da bicicleta – Amarelo





fig. 131 - exploração cromática da bicicleta – Azul

## **4. CONCLUSÃO**

## 4.1 Considerações finais

A bicicleta enquanto objeto refletor de uma grande paixão, quase inata, e a ambição de adquirir conhecimento revelaram ser os principais motores impulsionadores desta dissertação e comuns a todas as suas etapas.

Inicialmente, foram formuladas questões, de forma até ingénua, acerca do mundo em redor, e a partir daí, o autor procurou as respostas, subdividindo a informação recolhida de modo a criar conteúdo substancialmente pertinente para cada fase da investigação.

O Design, a Engenharia Mecânica e outras áreas científicas estiveram presentes ao longo deste documento, comprovando que a interdisciplinaridade resulta num produto singular, e de valor acrescentado, proveniente das valências de cada uma.

Numa fase inicial, teceram-se considerações teóricas que expõe diferentes dimensões do objeto bicicleta, desde o seu aparecimento até ao ponto em que passa a ser vista como objeto comum do quotidiano. No contexto histórico entende-se a sua aparição como meio de transporte revolucionário, ressaltando a sua simplicidade. A sua popularidade cresce a par com as evoluções tecnológicas e o passar dos anos, reforçando a sua versatilidade, emergindo globalmente como principal impulsionador de práticas desportivas, envolvendo também a comunicação social, gerando um clima de competição e desafio que cativa e entusiasma o público. Paralelamente, as iniciativas sociais de promoção do uso da bicicleta reforçam as várias dimensões inerentes à mesma, que lhe acentuam a capacidade de ser um objeto flexível, confirmando-se com o levantamento das diferentes tipologias recolhidas.

O paradigma do crescimento da cidade caracterizada pelo elevado número de aglomerados urbanos é descrito com a comparação entre a dualidade “ações/consequências”, refletindo o lado negro da rede de fluxos que atualmente opera. Compreende-se que existem consequências do planeamento da mobilidade e do crescimento, não só para a população do presente, mas também para as gerações futuras. Verificou-se a consciencialização em diversos documentos apontados como indícios da vontade de implementação de medidas neste setor, por parte do poder político, a nível global. Esta foi a principal visão nesta dissertação que aponta a mobilidade urbana como foco de intervenção para a questão do desenvolvimento sustentável.

Contemplando ainda o inicial enquadramento teórico, relataram-se casos que comprovam o potencial da bicicleta enquanto meio de transporte principal para o dia-a-dia, encarando-os como exemplos positivos para a procura de medidas que visem a resolução de problemas enunciados anteriormente. Os casos direcionados para o panorama nacional encitam novamente a uma reflexão das



práticas portuguesas relativamente à escolha dos transportes.

Partindo do conhecimento adquirido na investigação teórica, o projeto prático conduziu-se pela aplicação de valências através do Design aliado à Engenharia. Este acenta numa base de investigação de sistemas de transmissão de velocidade em bicicleta como principal elemento a integrar na proposta final, por ser indicada pelo autor e pelo público a sua alargada capacidade de desenvolvimento.

O segundo elemento, selecionado também pelo autor e pelo público, atendendo ao sentido estético da bicicleta, foi o quadro, encarando-o como elemento preponderante para a identidade do produto.

A fusão entre os dois reflete a conexão entre as diferentes áreas.

O primeiro estudo contemplou duas soluções aplicadas a bicicletas citadinas inseridas no mercado, alargando-se para novas soluções, formulando-se hipóteses. Como aspetos essenciais, privilegiou-se o estudo dos componentes, do desempenho e posicionamentos, para posteriormente ser validada a pertinência de cada um e a inclusão na proposta. Ainda nesta fase existiu o atrevimento de enveredar por áreas científicas onde o autor não se encontrava confortável, mas mesmo assim, considerou ser pertinente e essencial para defender e enriquecer a projeção da perspectiva de automação dos sistemas analisados.

A mesma foi transportada para o segundo caso e daqui, resulta a proposta final, um quadro de bicicleta citadino.

A estética do quadro parte de um design centrado na função, com uma geometria determinada e pragmática, resultando semanticamente numa proposta claramente enquadrada nas tendências emergentes.

No que respeita aos termos do projeto, conclui-se que se alcançou o cumprimento dos parâmetros inicialmente pré-definidos, apesar das dificuldades e impasses ao longo do trabalho.

A proposta apresenta uma solução credível para uma alternativa à mobilidade urbana a operar nas cidades, atendendo a questões ambientais e ao desenvolvimento sustentável.

Em termos tecnológicos, a proposta reflete as tendências apresentadas pela indústria, através da utilização de materiais compósitos no quadro e através da possibilidade de implementação de qualquer um dos sistemas (A, B ou C) automatizado.

Em termos estéticos a proposta procura uma linguagem inovadora que visa transcender os objetos da moda, projetando uma previsão no sentido da simplificação do produto e menor complexidade formal, daquilo que poderá ser no futuro uma realidade.

Neste sentido, a bicicleta converge para a representação de formas adjacentes a objetos tecnologicamente avançados e inteligentes, proporcionando muitas das vantagens de um sistema automatizado.





## 4.2 Desenvolvimentos futuros

Respetivamente aos desenvolvimentos futuros, é perceptível o caminho que o projeto ainda poderá percorrer a nível da inserção de componentes tecnológicos e um eventual apuramento de detalhes formais.

No que diz respeito à produção do projeto, poderá necessitar de uma equipa multidisciplinar para colmatar aspetos de engenharia mecânica, engenharia eletrónica e de materiais, salvaguardando sempre um espaço reservado à intervenção do design.

Uma vez entendida a automação como permissa principal da inovação da bicicleta cidadina, este poderá beneficiar com o estudo aprofundado dos seus parametros recorrendo à Engenharia Eletrónica aliada a outras áreas científicas que explorem a componente humana no exercício de andar de bicicleta, de modo validar de forma precisa todas as variáveis adjacentes à proposta do sistema automático.

Relativamente à Engenharia Mecânica poderá ser reobservado o projeto, tirando partido de uma definição completa das especificações geométricas e das dimensões do quadro, em função de novos materiais compósitos e processos produtivos. Ainda deverão ser refinados os requisitos para componentes secundários do quadro. Deverão ainda ser executados um plano de fabrico que indique quais as ferramentas indicadas para a produção de componentes específicos e um plano para a montagem.

## **5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

(regida de acordo com o estilo bibliográfico APA 6th)

(ONU), O. das N. U. (1972). Declaração da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano – 1972. Declaração de Estocolmo. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2016.07.028>

(ONU), O. das N. U. (1992). The UN Conference on Environment and Development (Vol. Rio de Jan). <https://doi.org/10.1007/s11671-008-9208-3>

Arruda, A. J. V. (2018). MÉTODOS E PROCESSOS EM BIÔNICA E BIOMIMÉTICA : A revolução tecnológica pela natureza. Edgar Blücher.

Ativo. (2017). Geometria da bike: entenda o desenho de um quadro. Retrieved from [https://www.ativo.com/bike/papo-de-pedal/geometria-da-bike-entenda-desenho-quadro/?fbclid=IwAR2ChC-3dZZs\\_8wG9DYjynoQ-2rlvgQD1U2ZPWK\\_objxVYkmEil5j3GnFvKw](https://www.ativo.com/bike/papo-de-pedal/geometria-da-bike-entenda-desenho-quadro/?fbclid=IwAR2ChC-3dZZs_8wG9DYjynoQ-2rlvgQD1U2ZPWK_objxVYkmEil5j3GnFvKw)

Azevedo, H. J. C. (2017). Design de motociclo elétrico para reabilitação da marca Famel. Universidade de Aveiro.

BUGAs – Bicicletas Gratuitas de Aveiro – Centro de Portugal. (2018). Retrieved from <http://www.centerofportugal.com/pt/bugas-bicicletas-gratuitas-de-aveiro/?fbclid=IwAR1tZfoBEnchosdezA-zNMQQodRFIsM6AddFQhZrzVfqxLrPo4127yziK-g>

Carson, R. (1962). Silent spring. *Forestry*, 36(2), 195–198. <https://doi.org/10.1093/forestry/36.2.195>

Comissão das Comunidades Europeias (CCE). (2007). Livro Verde: Por uma nova cultura de mobilidade urbana. Livro Verde. Retrieved from <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2007:0551:FIN:PT:PDF>

Dicionário Priberam da Língua Portuguesa. (2018). Significado de bicicleta. Retrieved from [https://dicionario.priberam.org/bicicleta?fbclid=IwAR3\\_HtA4\\_8us9m3vAgOS7t4bpe3m6zDfuuz8ByDM9MM-3DXBA4f\\_SBJ-yr10](https://dicionario.priberam.org/bicicleta?fbclid=IwAR3_HtA4_8us9m3vAgOS7t4bpe3m6zDfuuz8ByDM9MM-3DXBA4f_SBJ-yr10)

Dicionário Online de Português. (2018). Ciclismo. Retrieved from [https://www.dicio.com.br/ciclismo/?fbclid=IwAR26isp\\_tQWRHA-Z6rrAYEXbftihjGWDgrJNykUPgbYyKPiPUNZuBIwQqkA](https://www.dicio.com.br/ciclismo/?fbclid=IwAR26isp_tQWRHA-Z6rrAYEXbftihjGWDgrJNykUPgbYyKPiPUNZuBIwQqkA)

eCycle. (2018). Bicicleta elétrica: história, características, benefícios e problemas. Retrieved from [https://www.ecycle.com.br/2849-bicicleta-eletrica?fbclid=IwAR09tVb\\_H\\_FWu08gfUIPp-](https://www.ecycle.com.br/2849-bicicleta-eletrica?fbclid=IwAR09tVb_H_FWu08gfUIPp-)

gAo2B5O2onBgkYfjsDoZDsZuMiAAGkQNuD8kao

European Commission. (2004). Operationalising sustainable Transport and Mobility: the system diagram and indicators, Deliveravl. Retrieved from <http://www.tmluven.be/project/summa/summa-d3.pdf>

Evolução da bicicleta: materiais, design e mobilidade. (2018). Retrieved September 14, 2018, from <http://domtotal.com/noticia/1238074/2018/03/evolucao-da-bicicleta-materiais-design-e-mobilidade/>

Fallbrook Technologies. (2018). NuVinci Technology. Retrieved from <https://www.fallbrooktech.com/nuvinci=-technology?fbclid=IwAR2ELJWOQqWE73DaSPEhxuyzD-elI5EvtAgCiB7oq89rGKLdU4Clfs-bxFA>

Federação Portuguesa de Ciclismo. (2018). Retrieved September 17, 2018, from [https://www.fpciclismo.pt/modalidade.php?pag=1&id\\_modalidade\\_new=5](https://www.fpciclismo.pt/modalidade.php?pag=1&id_modalidade_new=5)

Fishman, E. (2016). Cycling as transport. *Transport Reviews*, 36(1), 1–8. <https://doi.org/10.1080/01441647.2015.1114271>

Garrard, J., Rose, G., & Lo, S. K. (2008). Promoting transportation cycling for women: The role of bicycle infrastructure. *Preventive Medicine*, 46(1), 55–59. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2007.07.010>

Gira – Bicicletas de Lisboa. (2018). Retrieved from [https://www.gira-bicicletasdelisboa.pt/?fbclid=IwAR3\\_H1A4\\_8us9m3vAgOS-7t4bpe3m6zDfuuz8ByDM9MM3DXBA4f\\_SBJ-yr10](https://www.gira-bicicletasdelisboa.pt/?fbclid=IwAR3_H1A4_8us9m3vAgOS-7t4bpe3m6zDfuuz8ByDM9MM3DXBA4f_SBJ-yr10)

Gudmundsson, H. (2004). Sustainable transport and performance indicators. Retrieved from <http://trid.trb.org/view.aspx?id=900794>

Harms, L., Bertolini, L., & Brömmelstroet, M. Te. (2016). Performance of municipal cycling policies in medium-sized cities in the Netherlands since 2000. *Transport Reviews*, 36(1), 134–162. <https://doi.org/10.1080/01441647.2015.1059380>

Holden, E. Linnerud, K. & Banister, D. (2014). Sustainable development: Our Common Future revisited. *Global Environmental Change*, 26, 130–139. <https://doi.org/10.1016/J.GLOENVCHA.2014.04.006>

Humphrey, N. (2007). Potential impacts of climate change on U.S.

transportation. TRB Special Report. Retrieved from file:///C:/Users/Kyle P. Kwiatkowski/Documents/Mendeley Desktop/TRB - 2007 - Potential Impacts of Climate.pdf

Infopédia - Dicionários Porto Editora. (2018). Retrieved from <https://www.infopedia.pt/>

Leoncioni, S. (2008). Observações sobre o conceito de cidade e urbano. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 78(5), vii–vii. <https://doi.org/10.1111/mono.12046>

Magagnin, R. C. & Silva, A. N. R. (2008). A percepção do especialista sobre o tema mobilidade urbana. *Transportes*. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.14295/transportes.v16i1.13>

Massa critica Portugal | Sobre a Massa Crítica. Portugal. (2018). Retrieved September 17, 2018, from <http://massacriticapt.net/?q=sobre-a-massa-critica>

Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., & Behrens, W. W. (1972). *The limits to growth*.

Mota, I. A., Pinto, M., Sá, J. V., Marques, V. S. & Ribeiro, J. F. (2005). *Estratégia Nacional para o Desenvolvimento Sustentável*. Portal do Governo. <https://doi.org/000019537>

Motoress. (2018). About CVT Transmission – Continuously Variable Transmission in Scooters. Retrieved from [https://motoress.com/ride/cvt-transmission/?fbclid=IwAR09tVb\\_HFWuo8gfUIPp-gA02B5O2onBgkYfjsDoZDsZuMiAAGkQNuD8kao](https://motoress.com/ride/cvt-transmission/?fbclid=IwAR09tVb_HFWuo8gfUIPp-gA02B5O2onBgkYfjsDoZDsZuMiAAGkQNuD8kao)

Noland, R. B. (1994). Perceived risk and modal choice : Risk Compensation in Transportation. *Accident Analysis and Prevention*, 27(4), 503–521.

Oliveira, E. F. C. (2015). *Micro-carro elétrico: uma realidade cidadina emergente*. Unversidade de Aveiro.

Owens, S. (1995). From ‘predict and provide’ to ‘predict and prevent’?: Pricing and planning in transport policy. *Transport Policy*, 2(1), 43–49. [https://doi.org/10.1016/0967-070X\(95\)93245-T](https://doi.org/10.1016/0967-070X(95)93245-T)

Pereira, A. (2007). O Código da Estrada e os Velocípedes, 23. Retrieved from [http://cenasapedal.com/site/media/content/docs/FAQ\\_CE\\_ciclistas\\_vozbeta.pdf](http://cenasapedal.com/site/media/content/docs/FAQ_CE_ciclistas_vozbeta.pdf)

PORDATA. (2018). População activa no total da população em idade activa (%). Retrieved from [https://www.pordata.pt/Portugal/População+activa+no+total+da+população+em+idade+activa+\(percentagem\)-1014-8121?fbclid=IwAR19tiBCPuv0xbiDcgLoofwAApuHstF9y9iKrO6obOjFTTU3KGFKXwIgrI](https://www.pordata.pt/Portugal/População+activa+no+total+da+população+em+idade+activa+(percentagem)-1014-8121?fbclid=IwAR19tiBCPuv0xbiDcgLoofwAApuHstF9y9iKrO6obOjFTTU3KGFKXwIgrI)

Pucher, J., & Buehler, R. (2008). Making cycling irresistible: Lessons from the Netherlands, Denmark and Germany. *Transport Reviews*, 28(4), 495–528. <https://doi.org/10.1080/01441640701806612>

Richard, D., & Karlsruhe, D. (1875). A evolução da bicicleta.

Rogers, R. & Gumuchdjan, P. (2001). Cidades para um pequeno planeta. Editora Gustavo Gili. Barcelona. Retrieved from <https://arquiteturapassiva.files.wordpress.com/2015/09/cidades-para-um-pequeno-planet.pdf>

Rolnik, R. (1988). O que é cidade. Retrieved from [https://books.google.pt/books?hl=pt=-PT&lr=&id=jGgvDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=P2T&dq=O+que+é+a+cidade+Raquel+Rolnik&ots=S8RYtViPZ6&sig=3yA2OI-zZDi6t2XfFeoyLWyHrPyA&redir\\_esc=y#v=onepage&q=O+que+é+a+cidade+Raquel+Rolnik&f=false](https://books.google.pt/books?hl=pt=-PT&lr=&id=jGgvDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=P2T&dq=O+que+é+a+cidade+Raquel+Rolnik&ots=S8RYtViPZ6&sig=3yA2OI-zZDi6t2XfFeoyLWyHrPyA&redir_esc=y#v=onepage&q=O+que+é+a+cidade+Raquel+Rolnik&f=false)

Santos, L. C. (2018, March 20). Evolução da bicicleta: materiais, design e mobilidade. Retrieved from <http://domtotal.com/noticia/1238074/2018/03/evolucao-da-bicicleta-materiais-design-e-mobilidade/?fbclid=IwAR2EkUvWgzFsyDjBNSakgvRereHynhmocuyeYMBB7wcQNZ-mfLDgLHEwy1U>

Seabra, A., Dagge, H., Miching, E., Pessoa, B., Grande, C., Mascarenhas, G., ... Monteiro, E. (1899). MEMORIAL DO CICLISMO EM PORTUGAL Breve história da UVP-FPC.

SHIMANO. (2018). XTR M9050 Series | SHIMANO BIKE COMPONENT. Retrieved from <https://bike.shimano.com/en-EU/product/component/xtr-m9050-di2.html?fbclid=IwARovOyrFQ9X7oAIl4wU-jB6SvRBuCFcv8jomho8hkpskPPcJ6q7fLjkhE-go>

Silva, P. (2015). *Qualidade de Vida Urbana e Mobilidade Urbana Sustentável na Cidade do Porto-Elaboração de um conjunto de indicadores*. Universidade do Porto. Retrieved from <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/81713/2/35643.pdf>

Silveira, C. B. (2013). *O que é Automação Industrial*. Retrieved from [https://www.citisystems.com.br/o-que-e-automacao-industrial/?fbclid=IwAR09tVb\\_H\\_FWu08gfUIPpgAo2B5O2onBgkYfjsDoZDsZuMiAA-GkQNuD8kao](https://www.citisystems.com.br/o-que-e-automacao-industrial/?fbclid=IwAR09tVb_H_FWu08gfUIPpgAo2B5O2onBgkYfjsDoZDsZuMiAA-GkQNuD8kao)

Specialized. (2018). *Specialized - About us*. Retrieved from <https://www.specialized.com/us/en/about-us?fbclid=IwAR2dKtoc3EBafOp-ST8k4VIjZSVTyypxg92GQUowoCiSyxBjntaMlJlMMGfM>

SRAM. (2018). *AUTOMATIX*. Retrieved from <https://www.sram.com/sram/urban/products/automatix?fbclid=IwAR1YYONHbG-V9KFCulYeMy-WP5D8Y9sPliOkskeqIsh4CGhPH5l5oFdjVgk>

Staudt, A. C. (2008). *Potential Impacts of Climate*. TR News 256. Retrieved from <file:///C:/Users/Kyle P. Kwiatkowski/Documents/Mendeley Desktop/TRB - 2007 - Potential Impacts of Climate.pdf>

Ted White. (1992). *Return Of The Scorcher 1992 Bicycle Documentary: A CYCLING RENAISSANCE*. Retrieved from [https://www.youtube.com/watch?v=KiDUaWJ6KGc&fbclid=IwAR3uOCircsHTUMfrUdntDyPqy5jBORw8N\\_ePxFLAXUGgLYQh6CqD93NFsMI](https://www.youtube.com/watch?v=KiDUaWJ6KGc&fbclid=IwAR3uOCircsHTUMfrUdntDyPqy5jBORw8N_ePxFLAXUGgLYQh6CqD93NFsMI)

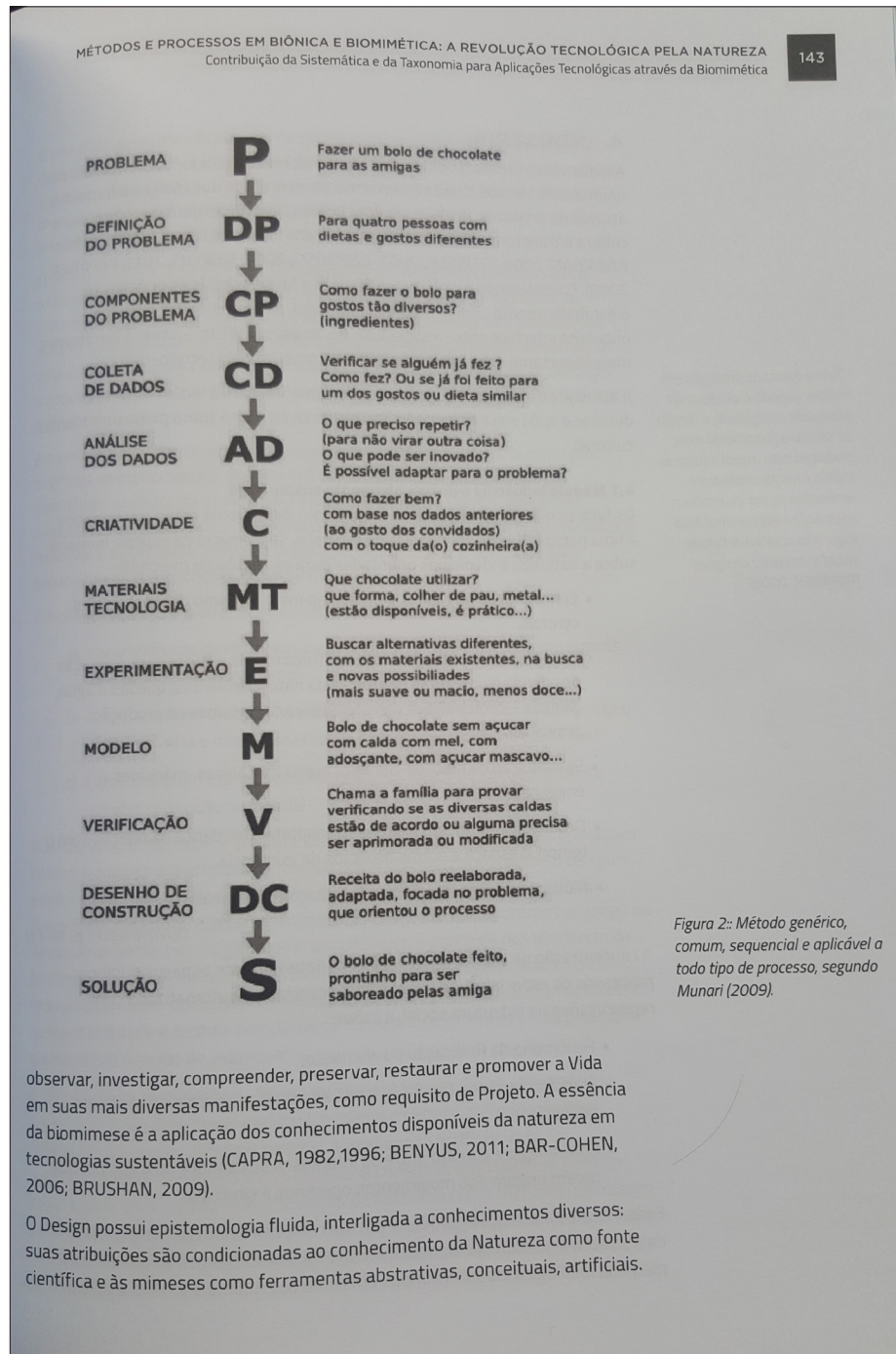
The Statistics Portal. (2018). *Number of electric bicycles sold in the European Union*. Retrieved from <https://www.statista.com/statistics/397765/electric-bicycle-sales-in-the-european-union-eu/>

TREK. (2018). *Bicicletas Trek (PT)*. Retrieved from [https://www.trekbikes.com/pt/pt\\_PT/](https://www.trekbikes.com/pt/pt_PT/)

## **6 ANEXOS**



anexo 1





**anexo 2****INQUÉRITO**

Objetivos: Apurar e compreender qual a dimensão e a importância da bicicleta na vida da população ativa, enquanto meio de transporte.

1. Qual é a tua idade?
2. Qual é o teu género?
3. Qual a tua área de residência?  
3.1 É um: Aldeia; Vila; Cidade; Arredores da cidade; Centro histórico;
4. Qual o teu interesse por bicicletas? Nenhum; Pouco; Algum; Muito;
5. Tens alguma bicicleta? Sim; Não; Quantas? Qual a marca?
6. Que tipo de bicicleta é? Estrada/Corrida; Montanha; Citadina; “Bicicleta vulgar”
7. Quantas vezes andas de bicicleta por dia?  
Nenhuma; 1 ou 2 vezes; 3 ou mais vezes;  
Outras opções
8. Qual(ais) a(s) finalidade(s) dos teus deslocamentos de bicicleta? Ir para as aulas; Ir para o trabalho; Todas as tarefas do dia-a-dia; Apenas lazer, passeio; Praticar desporto; Outros motivos
9. Se pudesses mudar alguma coisa numa bicicleta de modo a teres a bicicleta perfeita idealizada por ti, o que mudarias?
10. Exprime com 3 palavras a experiência por ti vivida sempre que andas de bicicleta?
11. Consideras a bicicleta um meio de transporte capaz de substituir os veículos motorizados? Sim; Não;  
11.1 Porque?
12. Tens conhecimento da existência das ebikes?  
Sim; Não;

13. No caso de possuíres uma ebike, estás satisfeito com a sua performance?

14. Consideras as ebikes mais capazes de substituir os veículos motorizados que as bicicletas convencionais?

15. Atribui níveis de importância de 1 a 5, aos aspetos mencionados.

- Estética geral /forma/desenho;
- Posição confortável
- Posição desportiva
- Peso total
- Facilidade em operar com as mudanças;
- Tamanho das rodas
- Espessura dos pneus
- Capacidade de carga (ex: uma mochila)
- Bicicleta com bateria elétrica de apoio
- Ter dois lugares

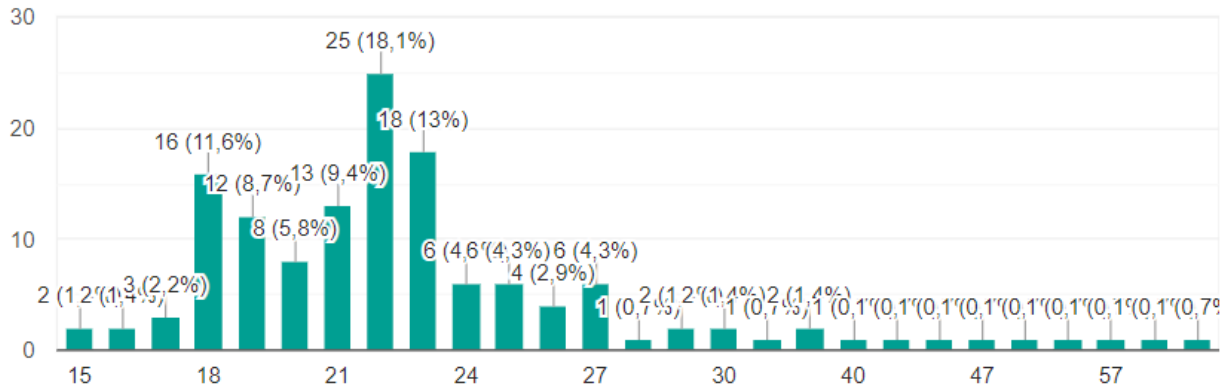
Obrigado pelo teu contributo!

**anexo 3**

gráficos gerados nas respostas ao inquérito

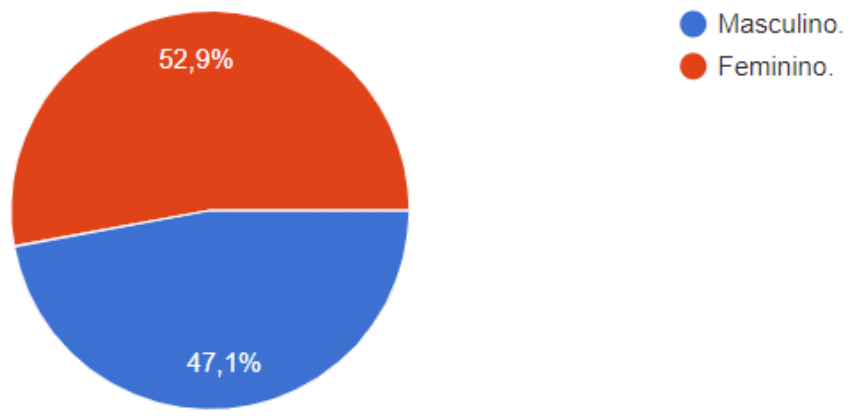
**1. Qual a tua idade?**

138 respostas



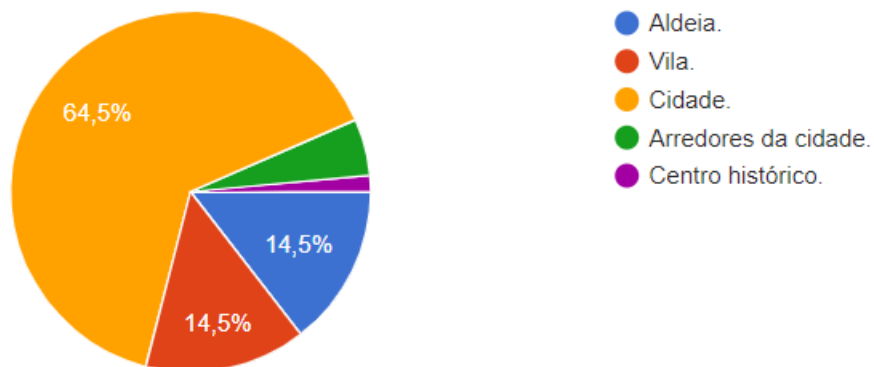
**2. Qual o teu género?**

138 respostas



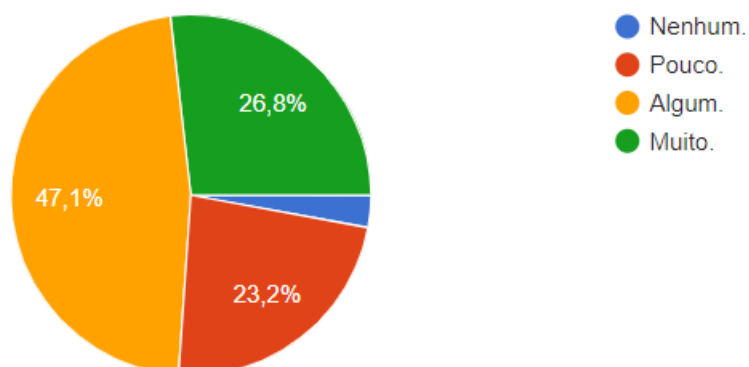
### 3.1. É um(a)...

138 respostas



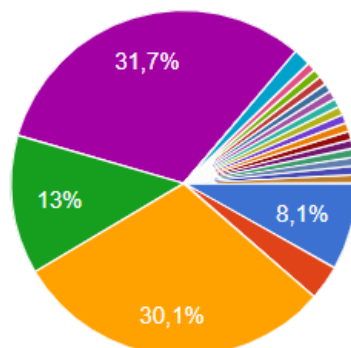
### 4. Qual o teu interesse por bicicletas?

138 respostas



## 6. Que tipo de bicicleta é?

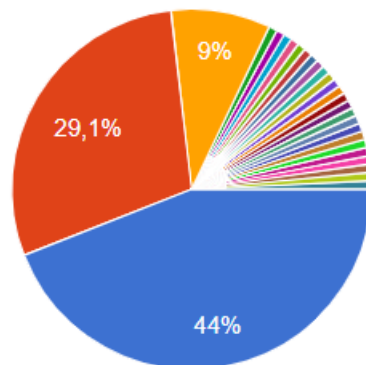
123 respostas



- Estrada.
- Corrida.
- Montanha.
- Citadina.
- "Bicicleta vulgar".
- Downhill
- MTB street / dirt, Fixie, Trial
- Ja tive citadina
- Montanha, citadinas...
- Dh, dirt, enduro, bmx, xc
- 1 de montanha e 1 "vulgar"
- Nenhuma
- Estática
- Quando ando, é de BUGA.
- Dh
- Pasteleira
- BMX e Citadina
- Estrada e Montanha
- Penso que é de estrada mas tem pneus de montanha
- BTT
- 1 de estrada e 1 de BTT

## 7. Quantas vezes andas de bicicleta por dia?

134 respostas

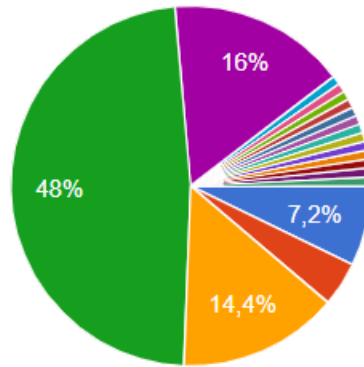


- Nenhuma.
- 1 ou 2 vezes.
- 3 ou mais vezes.
- Normalmente ao ao fim de semana
- raramente (1x por mês)
- Ao fim de semana, ocasionalmente
- 1 a 2 vezes por semana
- sempre que me quero deslocar
- Utilizo apenas durante férias de ver...
- Depende, uso sempre no meu temp...
- 1x por semana
- De vez em quando
- Alguns fins de semana
- 1/2 vezes por semana
- 1x por mês
- Muito raramente. Andei em tempos.
- Depende a necessidade.
- Muito raramente (1 vez por mês ~)
- 1 vez por semana
- 1 vez por mes
- Quando ainda estudava, todos os d...
- depende das alturas
- 3 vezes por semana
- 2 vezes por semana
- 1 ou 2 vezes (ao fim de semana)
- 1 por semana às vezes mais outras menos
- Raramente ando de bicicleta



## 8. Quais as finalidades dos teus deslocamentos de bicicleta?

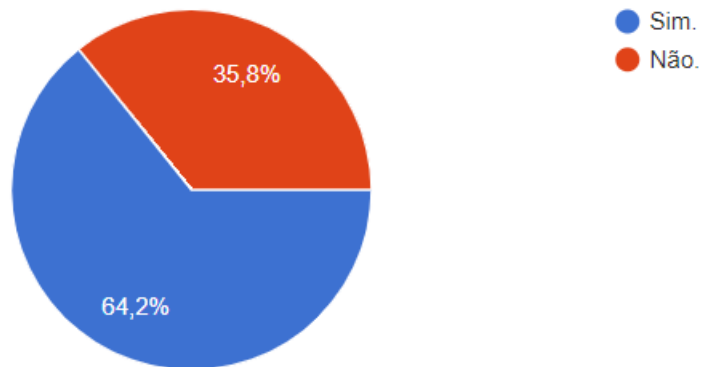
125 respostas



- Ir para as aulas.
- Ir para o trabalho.
- Todas as tarefas do dia-a-dia.
- Apenas por lazer, passeio.
- Praticar desporto.
- Desporto e Transporte
- Sempre que preciso de tratar de alg...
- Ir para o trabalho, para a cidade, vi...
- sempre que me quero deslocar
- 2 dias p/ semana
- Treinar e deslocar-me
- não sei andar de bicicleta
- Nenhuma
- treinar
- Transporte e lazer
- Treino e Deporto
- esta opção deveria permitir escolha múltipla: aulas, trabalho e tarefas do dia a dia
- nenhuma

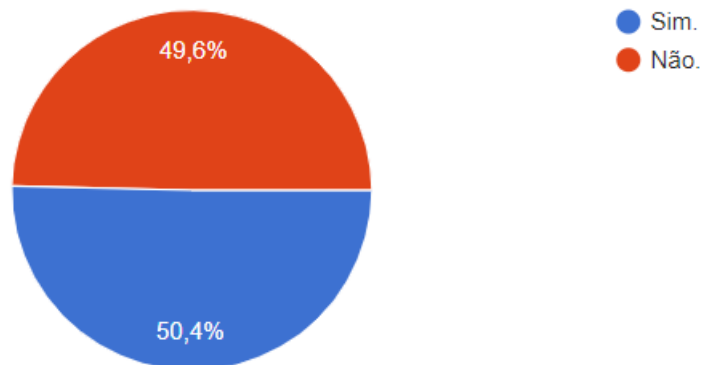
### 11. Consideras a bicicleta um meio de transporte capaz de substituir os veículos motorizados?

137 respostas



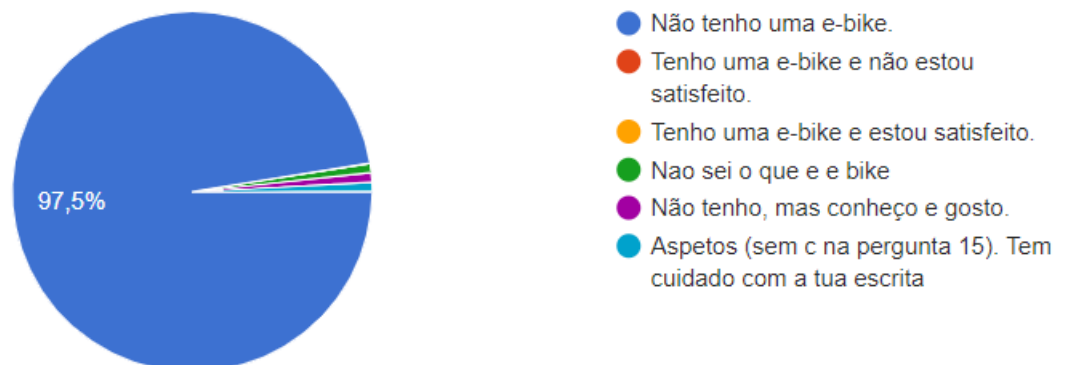
### 12. Tens conhecimento da existência das e-bikes?

137 respostas



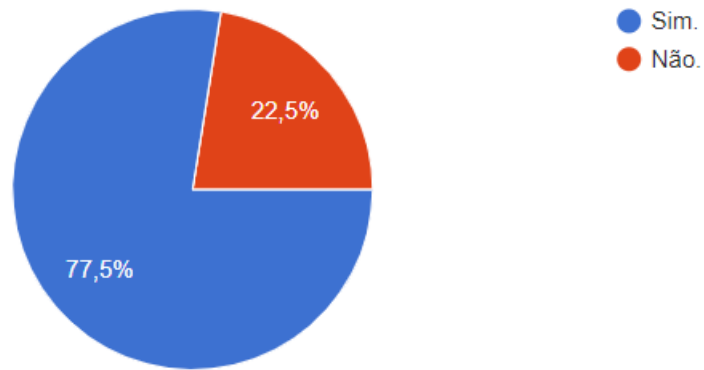
### 13. No caso de possuíres uma e-bike, estás satisfeito com a sua performance?

118 respostas



## 14. Consideras as e-bikes mais capazes de substituir os veículos motorizados que as bicicletas convencionais?

89 respostas





**anexo 4**

estudos do sistema CVT (Continuous Variable Transmission) inserido na bicicleta cidadina, aplicando outros componentes, gerando a perspectiva da sua automação.

