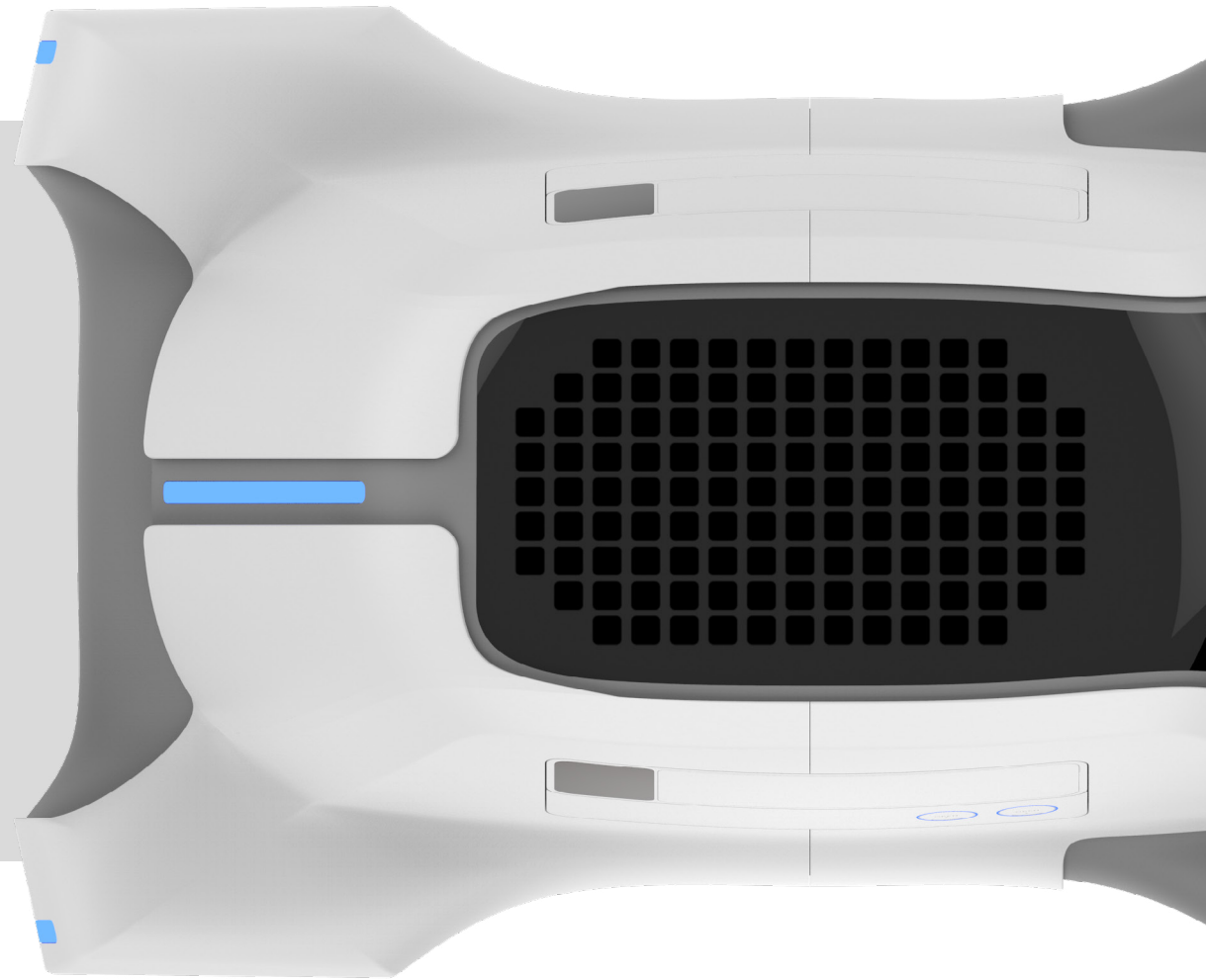


Relatório de estágio

O futuro da mobilidade urbana:

Design de um
posto de
carregamento
móvel



Ricardo Ramos

Relatório de estágio

Lucio Magri

Orientador ESAD

José Silva

Tutor CEiiA

Luís Leitão

Orientador CEiiA

Jeremy Aston

Co-orientador ESAD

Matosinhos, 2019

À minha guerreira, dedicada, e, acima de tudo, mãe.

Agradecimentos

Agradeço aos meus orientadores, Lucio Magri e Jeremy Aston, todo o apoio, ensinamentos e incentivos ao longo destes meses.

À minha família, porque com lealdade, carinho e incentivo, tudo é mais fácil, em especial à minha mãe e avós, pelo eterno amor, apoio financeiro, paciência, e por tudo para que este sonho se realizasse. Obrigado!

Ao meu maior exemplo de dedicação e companhia de todos os momentos, que mesmo na correria do trabalho, sempre estive do meu lado nesta jornada, dando um apoio incondicional.

Ao meu pai, minha referência de conhecimento.

Obrigado aos colegas do departamento de mobilidade do CEiiA, por permitirem uma boa integração e estarem sempre disponíveis.

Aos amigos pela ajuda, conversas, e, acima de tudo, por colocarem um pouco de descontração na minha rotina.

Por fim, agradeço ao CEiiA pelo apoio para execução deste projeto que foi fundamental para o desenvolvimento desta tese.

Pela colaboração e condições que proporcionaram para o desenvolvimento do presente relatório, em especial ao co-orientador e tutor, Luis Leitão e José Silva respetivamente, por me receberem e ajudarem a evoluir como designer, profissional e mais importante como pessoa.

Resumo

Palavras-chave:

Design de serviço
Carregamento de VE
Condução disruptiva
Mobilidade elétrica
On demand

As atividades humanas impulsionaram uma época caracterizada por impactos significativos nos ecossistemas e na mudança climática. Apesar de representar apenas cerca de 2% do espaço geográfico e hospedar mais de 50% da população mundial, as cidades produzem 80% das emissões de gases de efeito estufa (GEE) e consomem 80% dos recursos mundiais (Yigitcanlar, 2018). Por causa desta situação e estimulada pelo avanço tecnológico, a mobilidade elétrica difunde-se e ganha cada vez mais importância como solução sustentável para ambientes urbanos.

Apesar desta difusão dos veículos elétricos (VE) e da nova era de eletrificação e conectividade (Divya e Ostergaard, 2009; Melica, 2018), as infraestruturas dedicadas ainda são muito limitadas ou inexistentes na maioria das cidades. Tendo em conta os limites da autonomia das baterias e das infraestru-

turas de carregamento, é necessária a implementação de uma rede de carregamento na estrada.

Procura-se com este documento descrever o desenvolvimento de um relatório de estágio realizado no âmbito do Mestrado em Design de Produto, integrado no CEiiA (Centro de engenharia e desenvolvimento de produto).

Este processo, baseado num novo modelo de negócio na área do fornecimento de energia on demand, teve como objetivo a resolução das necessidades dos utilizadores de sistemas de carregamento de VE. Tendo como base a arquitetura do sistema de propulsão, já desenvolvido pelo CEiiA, denominado como “*skate*”, foi criado assim o conceito de um módulo autónomo temporário de carregamento de veículos elétricos.

Abstract

Keywords:

Service design
EV charging
Disruptive driving
Electric mobility
On demand

Human activities propelled a time characterized by significant impacts on ecosystems and climate change. Despite representing only about 2% of geographic space and hosting over 50% of the world's population, cities produce 80% of greenhouse gas (GHG) emissions and consume 80% of world resources (Yigitcanlar, 2018). Because of this situation and stimulated by technological advances, electric mobility is spreading and gaining more importance as a sustainable solution for urban environments. Despite this diffusion of electric vehicles (EV) and the new age of electrification and connectivity (Divya and Ostergaard, 2009; Melica, 2018), dedicated infrastructures are still very limited or nonexistent in most cities. Given the limits of

battery life and charging infrastructure, a roadside charging network is required. The aim of this document is to describe the development of an internship report carried out under the Master of Product Design, integrated in CEiiA (Center for Engineering and Product Development). This process, based on a new business model in the area of on-demand power supply, aimed at solving the needs of EV charging system users. Based on the architecture of the propulsion system, already developed by CEiiA, called “skate”, the concept of a temporary standalone electric vehicle charging module was created.

Índice

1

Introdução

1.1 Relatório de estágio	2
1.2 O CEiiA	4
1.3 A ESAD	6

2

Estágio

2.1 Caracterização do estágio	7
2.2 Proposta de trabalho	9
2.3 Planeamento do projeto	10

3

Contextualização

3.1 Cidade do futuro	14
3.2 Mobilidade urbana	16
3.3 Veículos elétricos	17
3.3.1 Tipos de veículos elétricos	18
3.3.2 Fatores impulsionadores do VE	19
3.3.3 Vantagens e desvantagens	20
3.4 Baterias	22
3.5 Condução autónoma	23
3.6 <i>Case studies</i>	26
3.7 Carregamento automóvel	28
3.8 Conclusões e interpretação do <i>brief</i>	29

4

Projeto

4.1 <i>Moodboard e Storyboard</i>	34
4.2 Futuro automobilista Português	36
4.3 Ideação	37
4.4 Modelos de volume	39
4.5 Tipologia do carregamento	42
4.6 Maquetes	45
4.7 Estudo de dimensões e componentes	48
4.8 Modelos de estudo CAD	53
4.9 Modelos do conceito	55
4.10 Correções e definição formal	59
4.11 Protótipo final	63
4.12 Estudo da interface	71
4.13 Características técnicas	77
4.13.1 Configurações	78
4.13.2 Módulo de carregamento automóvel	79
4.13.3 Principais características	82

5

Considerações finais

5.1 Conclusão	90
---------------	----

6

Bibliografia

6.1 Bibliografia	92
6.2 Anexos	94
6.3 Índice de Imagens	95

1.1 Relatório de estágio



Neste documento é retratada a experiência de estágio integrado no departamento de Mobilidade do CEiiA, realizado no âmbito do Mestrado em Design de Produto da ESAD (Escola Superior de Artes e Design). O estágio teve como objetivo o desenvolvimento de uma maior autonomia na prática projetual, criando contacto com profissionais e técnicas utilizadas na empresa e, por fim, apresentar um conceito com uma visão própria sobre o tema escolhido. Aproveitando o *know-how* do CEiiA, o estágio garantiu a possibilidade de adquirir conhecimento específico sobre o tema da mobilidade urbana contemporânea e as visões para o futuro, permitindo um crescimento tanto académico como profissional.

Além do aspeto formal do projeto, foram desenvolvidas todas as características relacionadas com o design do próprio serviço. Explorando o conceito de mobilidade como um serviço (MaaS, do inglês *Mobility as a Service*).

O projeto de um posto móvel está alinhado com o objetivo do CEiiA de fortalecer as soluções de mobilidade emergentes e garantir que todos os cidadãos beneficiem das

tecnologias de ponta.

Depois de uma recolha aprofundada de dados através de uma investigação centrada na mobilidade urbana, sem esquecer o levantamento dos aspetos relacionados com a experiência do utilizador, procedeu-se, por meio de esquisos, modelação virtual e prototipagem às várias escalas, ao desenvolvimento de uma proposta final de projeto, que teve em conta a linguagem e os valores das instituições envolvidas.

Este documento tem um carácter descritivo, analítico e crítico das atividades que compuseram o estágio, reunindo questões teóricas, conceituais e de carácter mais experimental, estruturado em três partes: caracterização do estágio, contextualização do projeto e descrição do processo projetual. A caracterização do estágio descreve as atividades desenvolvidas, proposta de projeto e o planeamento inicial do mesmo. A contextualização corresponde ao resumo da pesquisa bibliográfica. A terceira parte descreve as várias fases do processo de desenvolvimento do projeto.

1.2 O CEiia





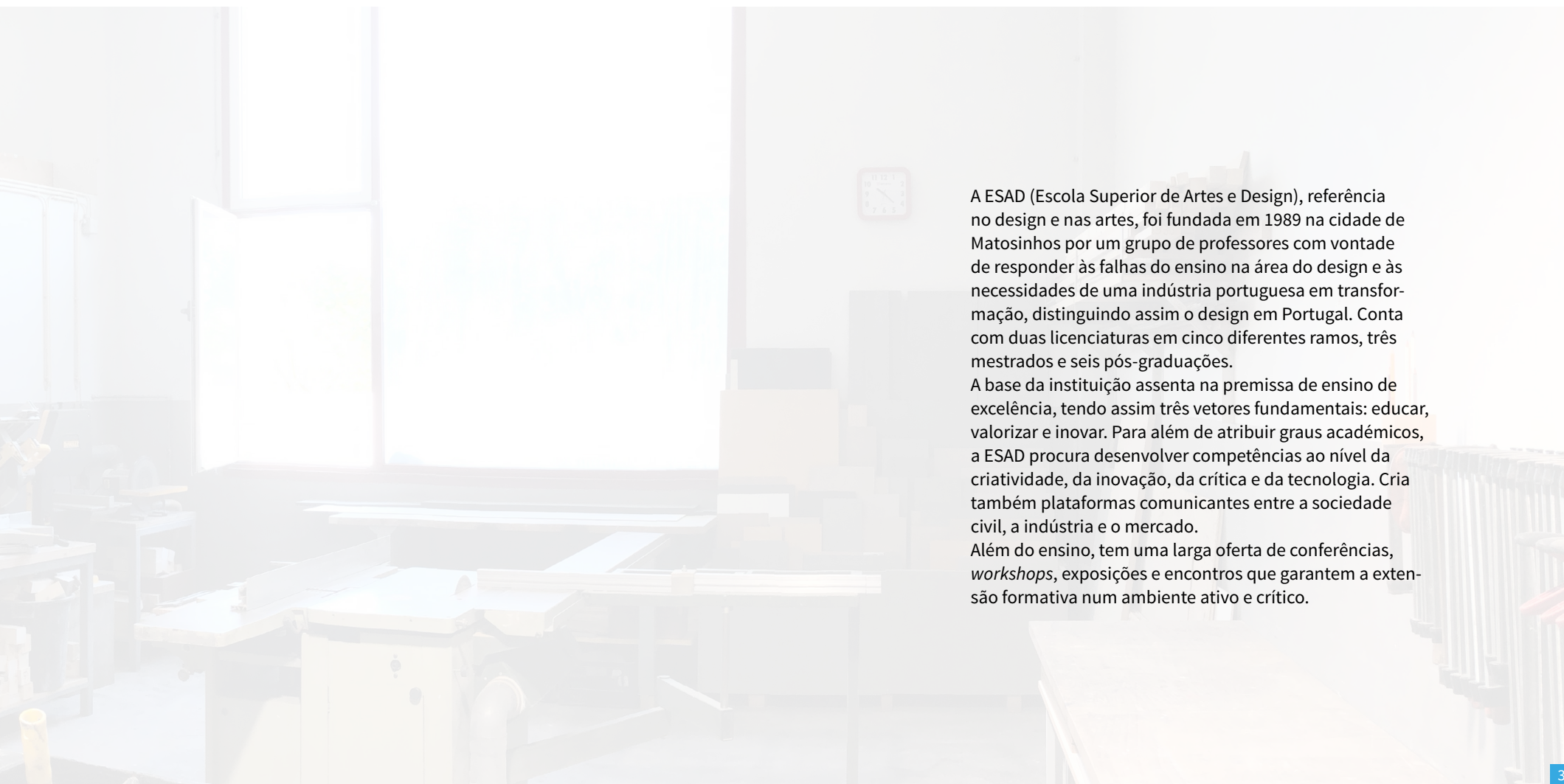
O Centro de Engenharia e Desenvolvimento do Produto (CEiiA) foi fundado em 1999 com o objetivo de apoiar a indústria automóvel portuguesa. Desde então, ampliou a atividade, estando focado na aeronáutica, mobilidade urbana, automotiva, oceânica e espacial, promovendo a sustentabilidade e cultura científica.

Dedica o seu trabalho ao desenvolvimento e implementação de soluções tecnológicas numa estratégia a médio/ longo prazo, mantendo sempre o contacto com outras organizações (empresas, universidades e entidades públicas) de modo a obter resultados significativos tanto para os parceiros como para a sociedade, impulsionando a inovação.

A sua missão passa, então, por promover uma indústria portuguesa competitiva a nível internacional, através de processos colaborativos sempre garantindo um comportamento ético e trabalhando com rigor e qualidade. O CEiiA é composto por uma equipa multidisciplinar que inclui profissionais com olhares complementares sobre o mundo, mas sempre mantendo o foco na ideia de melhoria.

1.3 A ESAD





A ESAD (Escola Superior de Artes e Design), referência no design e nas artes, foi fundada em 1989 na cidade de Matosinhos por um grupo de professores com vontade de responder às falhas do ensino na área do design e às necessidades de uma indústria portuguesa em transformação, distinguindo assim o design em Portugal. Conta com duas licenciaturas em cinco diferentes ramos, três mestrados e seis pós-graduações.

A base da instituição assenta na premissa de ensino de excelência, tendo assim três vetores fundamentais: educar, valorizar e inovar. Para além de atribuir graus académicos, a ESAD procura desenvolver competências ao nível da criatividade, da inovação, da crítica e da tecnologia. Cria também plataformas comunicantes entre a sociedade civil, a indústria e o mercado.

Além do ensino, tem uma larga oferta de conferências, *workshops*, exposições e encontros que garantem a extensão formativa num ambiente ativo e crítico.

2.1 Caracterização do estágio

Durante o período de estágio a empresa garantiu novas experiências e atividades que serviram como complemento ao projeto, à expansão do conhecimento pessoal e ao desenvolvimento da capacidade crítica.

Seminários

A iniciativa “*Building the future @ CEiiA*” consiste num ciclo de seminários no âmbito da gestão do conhecimento em campos distintos, que pretende criar espaços de reflexão. A título de exemplo o seminário “Missão Tripulada a Marte” [fig.4] apresentou o tema da ergonomia em fatos de astronauta e naves. Este mostrou-se relevante para interligar a ergonomia de algo tão sofisticado com a ergonomia de um produto para uso geral e diário como o posto de carregamento. Ficou claro nesta apresentação que o psicológico é, também, uma peça importante e que a investigação nesta área inclui temas como o design, a biomecânica e a antropometria.

O objetivo da apresentação foi refletir sobre os diferentes desafios, mas também poder antecipar problemas quanto à utilização de novos produtos, ou dos mesmos, que não sendo novos, tenham de ser encarados em outros contextos, como é caso do projeto. A ergonomia e os fatores humanos são uma área de investigação com um contributo essencial para o sucesso das missões no espaço, bastando para tal pensarmos nas questões físicas relacionadas com o desenho do fato de astronauta, o desenho dos habitáculos dos veículos, ou as ferramentas a incluir na missão, na saúde musculoesquelética dos tripulantes, nas necessidades de proteção em termos de radiação, até a questões de natureza psicossocial e o stress mental.

A sessão “*Insights from a Comprehensive Map of Industry 4.0 Technologies*”, apresentada pelo investigador Benjamin

Meindl do Instituto Superior Técnico, focou-se nos conceitos de fabricação inteligente e manufatura digital, que fazem parte da tendência da quarta revolução industrial. Forneceu uma descrição clara dos conceitos e tendências tecnológicas, que se concentram fortemente na inteligência artificial, que tem crescido exponencialmente.

Experiências

Além dos seminários, foi possível participar nas iniciativas ligadas aos sistemas partilhados de bicicletas e trotinetes [fig.5], com integração num teste piloto da plataforma AYR³ [fig.7], desenvolvida pelo CEiiA. Acompanhar o desenvolvimento do interior do Buddy⁴ [fig.6], melhorando o entendimento do projeto e dos meios de produção do mesmo. O estágio permitiu a participação no *Innovaton* [fig.9], que se realizou em Lisboa, onde houve a oportunidade de criar contactos e aumentar o conhecimento.

Projeto

A empresa mostrou-se disponível para esclarecimentos, sendo que na fase inicial do estágio foi realizada uma sessão de apresentação de todos os estagiários e esclarecimento de dúvidas [fig.10], de forma a adaptar os métodos de trabalho aos métodos utilizados pelo CEiiA.

O ambiente do departamento de mobilidade é de grande proximidade, o que permitiu recolher opiniões constantes para o projeto, além disso eram realizadas reuniões diárias de equipa.

Numa fase intermédia houve a apresentação de todos os projetos de mestrados, que serviu como uma pré-apresentação do projeto final, que permitiu conhecer mais de perto os restantes projetos e também receber *feedback* dos colegas. Durante o desenvolvimento do projeto foram utilizadas

diferentes ferramentas e materiais para a concretização do mesmo, destacando o envolvimento e disponibilidade do departamento do *workshop*.

1- Plataforma, desenvolvida pelo CEiiA, que quantifica a poupança das emissões de CO2, atribuindo créditos como recompensa ao utilizador. Esta aplicação funciona como uma carteira virtual de créditos verdes.

1- Pedro Arezes é, desde 2013, professor catedrático de Engenharia Humana na Escola de Engenharia da Universidade do Minho, sendo também investigador visitante do MIT e da Universidade de Harvard, nos EUA. Desde 2016 é o Diretor Nacional do Programa MIT Portugal.

2- O estudo da ergonomia e dos fatores humanos centra-se no estudo da interação dos seres humanos com sistemas mais ou menos complexos, por exemplo na construção de equipamentos e de instalações e no desenvolvimento de ambientes que sejam intuitivos, eficientes, confortáveis e seguros do ponto de vista da utilização humana.

3- Benjamin Meindl é doutorando no Programa MIT Portugal, atualmente é pesquisador visitante no Instituto de Tecnologia de Massachusetts.

4- Veículo elétrico construído na Noruega.



[4] Seminário “Missão Tripulada a Marte”



[5] Teste das trotinetas



[6] Buddy na linha de montagem



[7] Apresentação da plataforma AYR e do teste piloto



[8] Peças do interior do Buddy, prontas para a aplicação de primário



[9] Equipa na participação do Innovaton em Lisboa



[10] Apresentação inicial do CEiiA e de todos os estagiários

2.2 Proposta de trabalho

A redução das emissões no setor dos transportes é essencial para que se cumpra os objetivos de política climática e energética no âmbito do Acordo de Paris¹.

O veículo elétrico pode contrariar a realidade dos dias de hoje proporcionando melhorias significativas na qualidade do ar urbano diminuindo as concentrações de poluentes a que a população urbana está exposta (Asdrubali, Carrese, Patella e Sabatini, 2018).

A mobilidade elétrica é, atualmente, uma tendência incontornável, tudo levando a crer que num futuro próximo os veículos elétricos venham a assumir-se como um dos principais meios de deslocação nos centros urbanos (Magagnin e Silva, 2008), pois com as suas características técnicas respondem às questões ambientais, económicas, industriais e sociais. (Asdrubali et al., 2018) Apesar disso, a ainda relativamente baixa autonomia da generalidade dos veículos elétricos, a par de uma rede elétrica de carregamento inadequada às necessidades dos seus utilizadores e mal localizada, ao que se associa o elevado tempo de carregamento, constituem alguns dos principais obstáculos a que estes se possam considerar uma verdadeira alternativa aos veículos convencionais. Mesmo com o avanço e crescente implementação das infraestruturas [fig.11], segundo o estudo "O Observador Cetelem" (Cetelem, 2019), a opinião geral dos utilizadores é de que ainda não se mostram suficientes, sendo que em inúmeros casos o utilizador vê-se obrigado a deslocar-se a um sítio específico.

Para os veículos elétricos estarem bem na cidade será fundamental um planeamento e controlo confiáveis das infraestruturas de carregamento (Mureddu, Facchini, Scala,

Caldarelli e Damiano, 2018) e as cidades ainda não estão 100% preparadas para oferecer serviços para uma demanda de VE tão grande, principalmente, em cidades de pequeno e médio porte. (Magagnin e Silva, 2008)

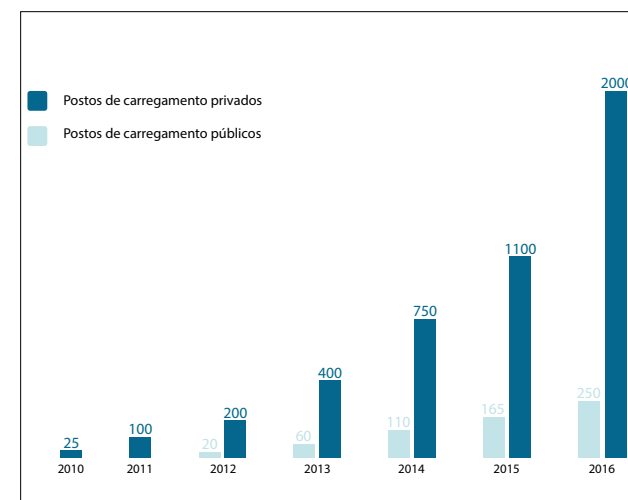
Projeto

A fim de contribuir para a solução dos problemas associados ao carregamento dos veículos elétricos, foi proposto o desenvolvimento de um sistema móvel de carregamento *on demand*, fazendo uso das capacidades de locomoção elétrica e autónoma. A flexibilidade da infraestrutura que aqui se propõe, minimiza a necessidade de expansão da rede de carregamento, quer em extensão, quer na localização e no número de postos de carregamento. No entanto, esta deverá ser considerada não como uma alternativa, mas como uma complementaridade à rede fixa de carregamento elétrico. O facto de ser móvel e autónomo facilita o acesso a este sistema, uma vez que permite que a infraestrutura de carregamento se desloque até ao utilizador e que, por exemplo, seja requisitada para dar resposta a necessidades pontuais, ou sazonais, como na realização de eventos, reduzindo assim a necessidade de extensão geográfica da rede elétrica fixa. Poderá inclusivamente, apoiar o planeamento desta rede permanente, em particular na decisão quanto à localização e ao número de novos postos de carregamento a instalar, tirando partido da informação recolhida ao longo do tempo de operação.

Esta infraestrutura deveria utilizar a plataforma veicular elétrica e modular -designada por *skate*- já desenvolvida pelo CEiiA, sendo que a mesma é composta por três módulos (de

dimensões adaptadas) que integram todos os elementos funcionais de propulsão, controlo e alimentação.

Este projeto é a visão de um conceito de logística urbana que cria um novo paradigma na mobilidade, implementando novas políticas de uso de forma a tornar o funcionamento da cidade mais eficiente, estando alinhado com o objetivo do CEiiA de fortalecer as soluções de mobilidade emergentes por forma a assegurar que as tecnologias de ponta beneficiem todos os cidadãos.



[11] Evolução do número de pontos de acesso de carregamento a nível mundial. 2010-2016 (em milhares)

1- reduzir em pelo menos 40% as emissões de CO2 até 2030

2.3 Planeamento do projeto

O projeto iniciou com um planeamento das principais fases. O processo não decorreu de forma linear sendo que algumas das fases foram sobrepondo-se e as datas previamente definidas foram sofrendo ajustes. [fig.12]

As principais fases do projeto foram:

Brief - No início do estágio, numa reunião, o projeto foi proposto, aceite e repensado à luz da investigação feita.

Pesquisa e Investigação - A pesquisa e análise das tendências atuais em várias disciplinas foi essencial para compreender algumas das necessidades dos utilizadores num futuro próximo. O objetivo desta fase foi a recolha de informação pertinente para a aproximação do tema. Esta fase encaminhou o desenvolvimento do projeto, através da análise de

tecnologias e temas relevantes. Identificar tendências que sustentassem a validade do projeto final.

A par desta pesquisa foi definida a contextualização do projeto e elaborada uma análise de soluções existentes, de forma a obter uma visão poliédrica do que realmente está a acontecer.

Ideação - Fase inicial de esboços e exploração de ideias. Os conceitos relevantes foram selecionados para evoluir e criar diferentes linguagens.

Estudo dimensionais - Depois de se analisarem diferentes conceitos foi desenvolvida a parte técnica com o desenvolvimento de uma arquitetura base tendo em conta os fatores humanos e componentes. Esta arquitetura condicionou e

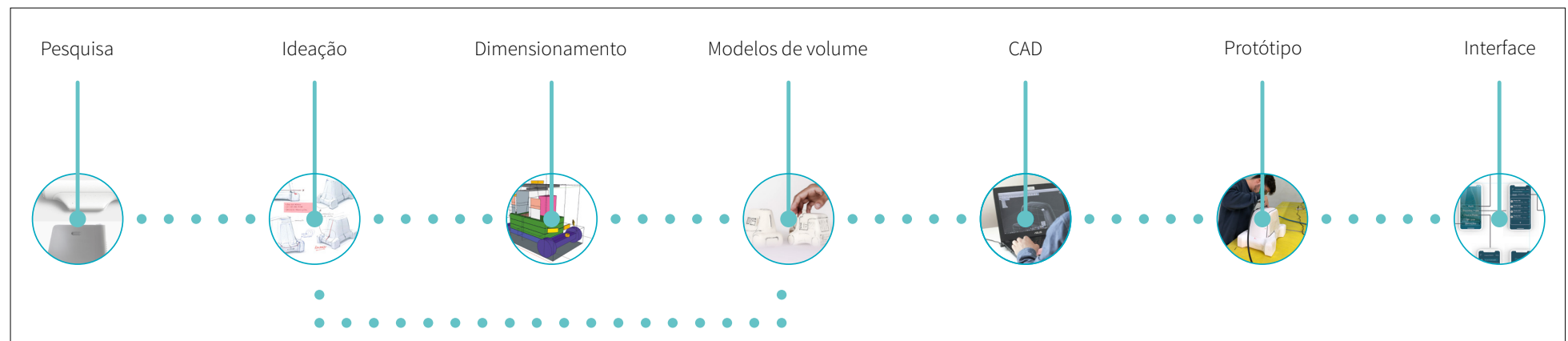
consolidou o design do projeto.

Modelos volumétricos - Etapa essencial para validar os desenhos realizados e continuar a definição do projeto.

Definição formal - Concluídos os vários estudos e conceitos foi definida a linguagem formal.

CAD e Protótipo - O protótipo foi produzido em espuma de alta densidade com acabamento em tinta e a modelação virtual foi realizada recorrendo aos *softwares* Autodesk Alias SpeedForm e Autodesk Alias AutoStudio.

Interface - A interface e a aplicação móvel estão diretamente relacionadas com o objeto desenvolvido, pelo que, de forma complementar, foi criado um conceito das mesmas.



[12] Esquema das principais fases do projeto



3. Contextualização

"Electric cars are not going to take the market by storm, but it's going to be a gradual improvement."

Carlos Ghosn

"Os carros elétricos não vão conquistar o mercado subitamente, mas terão um crescimento gradual."

3.1 Cidade do futuro

O crescimento exponencial da população e da urbanização intensificou formas inovadoras de lidar com os desafios da cidade, dando origem ao conceito de cidade inteligente com a intenção de mitigar e tratar os problemas nas cidades, criando impacto mínimo no meio ambiente e nos estilos de vida dos cidadãos (Andrade e Galvão, 2016)

Atualmente, há dezenas de descrições diferentes do que é uma cidade inteligente. Apesar da discussão dos últimos anos, não existe um consenso sobre a definição. (Yigitcanlar, 2018) O que é certo é que, em termos genéricos, as cidades inteligentes representam um campo multidisciplinar, constantemente moldado pelos avanços da tecnologia e do desenvolvimento urbano (Angelidou, 2015), focado especialmente em soluções sustentáveis e eficientes para administrar energia, transporte e saúde, atendendo às necessidades de urbanização. (Silva, Khan e Han, 2018)

Nas primeiras cidades inteligentes o principal objetivo era controlar e abordar preocupações ambientais melhorando a qualidade de vida dos cidadãos. (Yigitcanlar, 2018) Mas com a evolução do paradigma e a eficiência da tecnologia a nova inteligência das cidades reside na conexão cada vez mais efetiva de redes de telecomunicações digitais, sensores e software. (Silva et al., 2018) Este novo modelo tem capacidade para mudar completamente as relações entre a população e os serviços urbanos (Andrade e Galvão, 2016), permitindo um desenvolvimento inteligente e sustentável. No entanto, integração das tecnologias na cidade é um “meio” e não um “fim” para alcançar os resultados pretendidos. (Silva et al., 2018; Yigitcanlar, 2018)

Os serviços das cidades inteligentes operam de maneira integrada e acessível: todos os subsistemas, como transporte e infraestrutura, devem ser holisticamente ligados numa rede para alcançar a integração total (Santana, Chaves, Gerosa, Kon e Miloijic, 2017), tornando os centros urbanos mais eficientes e otimizando a utilização de recursos naturais.

Os dispositivos inteligentes conectados compartilham informações próprias e tem acesso a informações de outros dispositivos para apoiar a tomada de decisões contextuais. (Silva et al., 2017)

As cidades inteligentes estão a mudar fundamentalmente as nossas vidas. A tecnologia tornou-se um indutor de desenvolvimento e um fator indispensável para oferecer melhor infraestrutura à população, produzindo cidades eficientes e lugares agradáveis para se viver. (Andrade e Galvão, 2016)

O conceito das cidades inteligentes trilha um caminho comum com a inteligência artificial e a mobilidade urbana, conectando o espaço físico com a esfera económica e social, (Angelidou, 2015; Santana et al., 2017) de forma a manter o equilíbrio entre todos os sistemas urbanos (residência, trabalho, transporte, proteção ambiental, administração e segurança) e sistemas subjacentes (como transporte e serviços públicos). Melhorar a qualidade dos serviços da cidade, otimizando a eficiência do desempenho das operações, melhorará a qualidade de vida dos seus habitantes e impulsionará o crescimento económico. (Santana et al., 2017; Silva et al., 2018)

Características de uma cidade inteligente

Os pilares da cidade inteligente concentram-se nos aspetos tecnológicos, económicos, de infraestruturas e administrativos. Silva et al. (2018)

Segundo vários autores (Zhou, Wu, Chen e Dong, 2018; Silva et al., 2018) os principais pilares são:

Sustentabilidade - É uma faceta que em todos os tópicos da mobilidade merece crescente atenção. As iniciativas das cidades inteligentes visam responder a preocupações ambientais como melhorar a qualidade do ar, reduzir a dependência do petróleo (sem entrar noutra dependência) e procurar uma utilização mais eficiente dos recursos naturais. As cidades inteligentes pretendem dar resposta às atuais preocupações sem retirar às gerações futuras capacidades para responderem às próprias necessidades;

Produtividade - Gerar resultados financeiros positivos, tornando os cidadãos indutores de crescimento e desenvolvimento económico;

Desenvolvimento das infraestruturas - Com base em instalações públicas adequadas (ruas, saneamento básico, energia e tecnologias de informação e comunicação) melhorar as condições de vida urbana e incrementar a mobilidade e conectividade;

Inteligência;

Qualidade de vida - Com o uso adequado dos espaços públicos conseguir incrementar a coesão da comunidade, a segurança e garantir a participação de todos na sociedade, na política e na cultura.

Principais tecnologias utilizadas nas cidades do futuro:

Cyber-Physical Systems - Os sistemas ciberfísicos são compostos por tecnologias de computação e comunicação para melhorar as características dos sistemas físicos

Internet of Things (IoT) - Os avanços tecnológicos em redes de sensores sem fio (WSN-wireless sensor network) e a comunicação *machine-to-machine* fortaleceram ainda mais a noção de IoT. Este sistema conecta dispositivos e é responsável pela geração de dados, (Otto, 2017) fornecendo componentes essenciais como, por exemplo, a análise do consumo de energia. O princípio é suportar as operações da cidade através de dispositivos inteligentes com o mínimo de interação humana. (Silva et al., 2018)

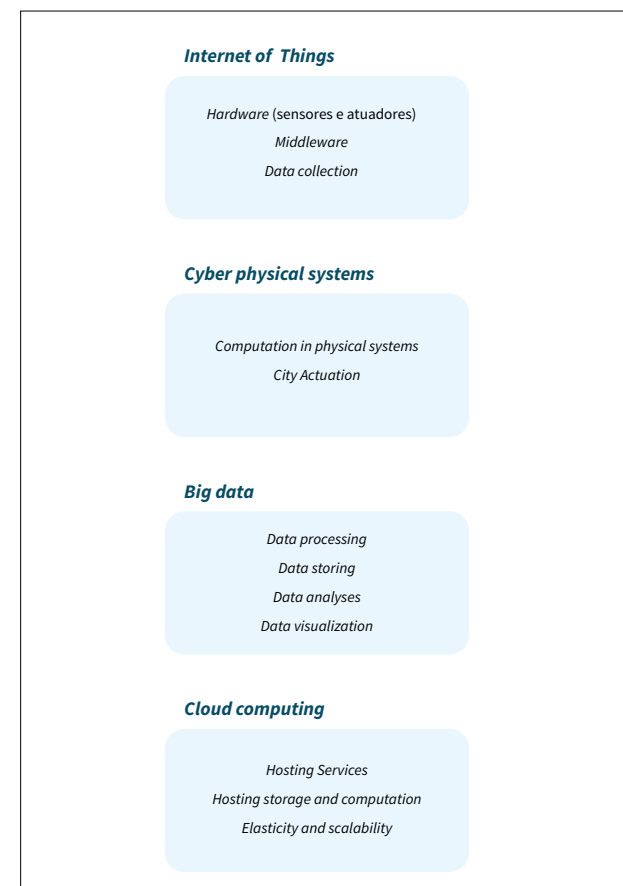
BigData - É a grande quantidade de dados que podem ser recolhidos na cidade através de sensores, RFIDs e bancos de dados. Essa informação pode ser organizada, manipulada e correlacionada (Santana et al., 2017) para uma melhor gestão da cidade e para identificar tendências, situações de emergência futuras e permitir que a cidade seja mais eficiente e inteligente. (Angelidou, 2015)

Cloud Computing - O ambiente de *Cloud Computing* oferece uma infraestrutura elástica e altamente disponível para armazenamento e computação de dados, essencial para sistemas complexos da cidade. Além disso, suporta a reconfiguração da infraestrutura subjacente necessária para um ambiente altamente dinâmico. (Santana et al., 2017)

Há espaço para o desenvolvimento de novas estruturas de cidades inteligentes com base num crescimento sustentável e equilibrado, mas ainda há inúmeras questões desafiadoras que precisam ser abordadas antes que uma plataforma de software altamente eficaz possa ser criada, incluindo a permissão para a interoperabilidade entre os vários sistemas da cidade e a capacidade de lidar com uma grande variedade de sensores. (Sanbonmatsu, Strayer, Yu, Biondi e Cooper, 2018)

O conceito de cidade inteligente ainda está a evoluir, mas a infraestrutura atual dificilmente será suficiente para lidar com a crescente demanda que o aumento populacional e a concentração geográfica geram.

As cidades inteligentes têm requisitos que transcendem as plataformas digitais: o foco são as pessoas e a tecnologia, apesar de ser essencial, é anexa à resolução dos problemas.



[14] Plataformas para cidades inteligentes

3.2 Mobilidade urbana

A mobilidade do ponto de vista urbano pode ser considerada como característica dos indivíduos de acordo com as suas necessidades de movimentação num espaço, por exemplo uma mesma pessoa pode ser considerada pedestre, motorista ou passageiro, a depender da sua necessidade momentânea. (Andrade e Galvão, 2016)

As transformações que estão a ocorrer na mobilidade são fundamentais para melhorar o bem-estar da sociedade e para o crescimento e competitividade da economia. O crescimento das cidades influencia e é influenciado pelos meios de transporte disponíveis (Magagnin e Silva, 2008) pois para a sociedade moderna a mobilidade deixou de ser uma necessidade básica, para passar a ser uma exigência crucial. A viagem é uma demanda derivada e não uma atividade que as pessoas desejam empreender por si só. É apenas o valor da atividade no destino que resulta em viagens, como por exemplo participar em atividades sociais, trabalho ou educação. Além disso as pessoas minimizam os custos da viagem, principalmente por meio de uma combinação dos custos e tempo gasto em viagens. (Banister, 2008)

A cidade é o local onde a maioria (70-80%) da população mundial viverá pelo que é importante que a mesma seja sustentável. O conceito de sustentabilidade está diretamente associado ao planeamento da mobilidade sustentável, que fornece um paradigma alternativo para fortalecer os vínculos entre o uso dos recursos e transporte (Banister, 2008), garantindo assim maior eficácia económica, proteção do meio ambiente e melhor dinamismo das funções urbanas. (Magagnin e Silva, 2008)

Segundo a *International Association of Public Transport* (UITP), a base da mobilidade sustentável associa os seguintes polos:

Sociedade - Meio ambiente - Economia

Magagnin e Silva (2008) acrescentam ainda que o equilíbrio entre estes três elementos permitirá uma melhoria na qualidade de vida; o respeito pelo ambiente, derivado ao menor impacto das atividades humanas e uma melhor redistribuição dos recursos disponíveis para satisfazer as necessidades de cada cidadão.

Apesar da mudança da mobilidade nas cidades não ser uma tarefa exclusiva do veículo elétrico, é claro que o seu ecossistema conectando condutores, automóveis e comunidades é benéfico para um mundo mais seguro e mais limpo.

Futuro da mobilidade

Segundo a Leaseplan (s.d.) há cinco tendências chave que possivelmente vão dominar os desenvolvimentos no campo da mobilidade:

Regulamentação ambiental - Quando se discute o futuro da mobilidade, o ambiente deve ser um dos fatores-chave da conversa. Quando a UE assinou o protocolo de Kyoto em 1997, comprometeu-se a reduzir o dano ambiental resultante das emissões de carbono. Os fabricantes enfrentam uma pressão generalizada para produzir veículos mais “limpos” e eficientes, uma vez que os altos índices de poluição, tanto atmosférica como sonora, interferem diretamente na qualidade de vida da população. (Magagnin e Silva, 2008)

Pressão sobre o Custo - A necessidade de recuperar os elevados custos ambientais, aliada às crescentes políticas de “poluidor-pagador” significam que tanto os preços do

combustível como dos seus impostos irão subir.

Mercados Emergentes - Estes mercados impulsionam o crescimento da economia global, sempre em busca de negócios mais rentáveis e com maior potencial de amplificação.

A tecnologia, a Conectividade e o Automóvel - As novas formas como os utilizadores e os seus dispositivos se conectarão com os veículos criarão novas possibilidades. Os automóveis terão o hardware controlado e regulado através dos *smartphones* e *tablets*. A tecnologia surge como uma importante aliada à mobilidade urbana. (Andrade e Galvão, 2016)

O impacto na fabricação - Irão surgir novos materiais para produzir veículos mais leves, eficientes e personalizáveis. Com a crescente integração dos dispositivos pessoais a personalização começará a ter maior peso, tanto no comportamento do veículo como a nível estético.

3.3 Veículos elétricos

Há uma mudança de filosofia que ocorre a um ritmo vertiginoso na indústria automóvel. Esta atravessa um dos momentos mais desafiantes da sua história. Uma nova era de eletrificação, autonomia e de conectividade que revolucionará o mercado. (Expósito, 2019; Malica, 2018)

Veículos elétricos e híbridos não são novidade no mercado. Os primeiros modelos experimentais surgiram no século XIX, nos EUA, Reino Unido e Holanda. (Ambrose e Kendall, 2016) Já no começo do século XX, os veículos elétricos estavam implementados no mercado norte-americano. Numa época caracterizada por estradas precárias, com as melhores vias concentradas nos perímetros urbanos, a autonomia era um atributo menos valorizado. Aproximadamente um século depois de serem superados por modelos com motores de combustão interna mais rápidos e baratos, os veículos elétricos reapareceram no cenário mundial (Castro e Ferreira, s.d.), pois as principais barreiras que impediam o crescimento do mercado estão a desaparecer. A sua difusão aconteceu quando o problema da poluição do ar passou a ser debatido com mais frequência, tornando-os mais populares. (Borba, 2012) O primeiro grande passo da

história moderna da mobilidade elétrica surgiu em 1997, quando a Toyota criou o primeiro veículo híbrido, “Prius I” [fig.15], seguindo pela Honda com a apresentação do Insight [fig.16] em 1998.

Desde então tem sido uma corrida para desenvolver novas tecnologias. Apesar de ainda não estar tão presentes como os de combustão interna, devido às preocupações dos utilizadores relativamente à autonomia [fig.17], recarga e custo de aquisição (Asdrubali et al., 2018), a propagação de veículos de baixo impacto ambiental no mercado tem sido exponencial. (Santana et al., 2017)

A urbe continuará a aumentar nos próximos anos, incentivando a procura por estratégias para mitigar a poluição atmosférica de modo a cumprir com a meta do Acordo de Paris¹ e diminuir a dependência de recursos não renováveis, causa do elevado nível de emissões de gases de efeito estufa

(GEE) (Yigitcanlar, 2018). Especialmente em grandes áreas urbanas, uma estratégia que torne a mobilidade sustentável a norma, com a interação entre transportes, sistema elétrico e combustíveis alternativos (Borba, 2012), será, uma estratégia vencedora para a redução de emissões de GEE, pois esta diminuição só se torna real com uma descarbonização progressiva das atividades humanas, incluindo a forma como nos deslocamos. (Mureddu et al. 2018)

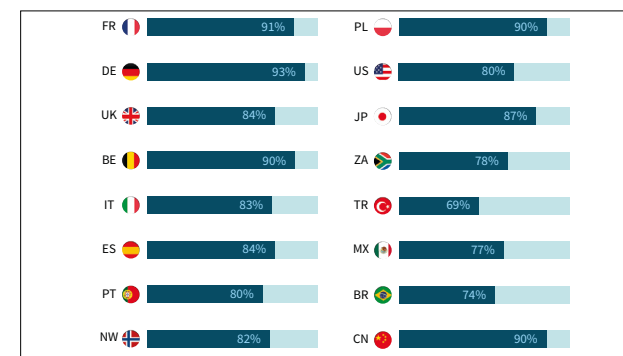
Em 2019, os veículos elétricos são cerca de dois milhões em todo o mundo. O número é ainda diminuto para fazer a diferença, mas Andrade (2019) afirma que a oportunidade da mobilidade elétrica não está tanto na quantidade, mas na forma como esta se integra numa mudança de paradigma alargada.



[15] Toyota Prius I



[16] Honda Insight



[17] Gráfico com os resultados à questão: "Na sua opinião, ter uma autonomia limitada corresponde ou não a uma característica do veículo 100% elétrico?"

1- Objetivos políticos de manter os níveis de aquecimento global abaixo dos 2°C, com redução do consumo de energia e de emissões de GEE.

3.3.1 Tipos de veículos elétricos

Os Veículos elétricos dividem-se em quatro grandes categorias. Os híbridos elétricos, híbridos elétricos plug-in, elétricos a bateria e células de combustível (Castro e Ferreira, s.d.)

Veículos Híbridos Elétricos - Os veículos híbridos elétricos (do inglês *Hybrid Electric Vehicles* – HEVs) são assim denominados por combinarem um motor de combustão interna (MCI) com um gerador, uma bateria e um ou mais motores elétricos, sem recarga externa, que podem também extrair e armazenar energia para a propulsão do veículo. (Borba, 2012)

Procuram compensar as desvantagens existentes na tecnologia de veículos 100% elétricos e também nos tradicionais veículos com MCI, que se tornam menos eficientes pelo gasto de energia calórica nos processos mecânicos. (Dijk, Orsato e Kemp, 2013)

Num veículo híbrido há três fatores que ajudam a aumentar a sua eficiência:

- Assistência do motor elétrico ao de combustão interna;
- Otimização da transmissão;
- Tecnologia de recarga da bateria com a travagem.

A principal vantagem dos veículos híbridos está relacionada com o fato de permitir que o MCI opere na região ótima do motor, reduzindo o consumo energético do mesmo.

O motor elétrico pode funcionar como gerador para carregar a bateria, no caso da utilização como gerador tenta-se aproveitar a energia cinética que o carro possui e que seria

desperdiçada em travagens. Este processo é conhecido como travagem regenerativa.

Veículos Híbridos Elétricos Plug-In (Borba, 2012) - Veículos híbridos plug-in (do inglês *Plug-In Hybrid Electric Vehicle* - PHEV) são automóveis híbridos elétricos.

Este difere de um veículo híbrido convencional, pois possui uma bateria com maior capacidade de armazenamento (mas menor que um veículo 100% elétrico) e que pode ser carregada diretamente na rede elétrica (fonte de alimentação externa) por meio de uma tomada. Por outro lado, os veículos híbridos plug-in diferem de um veículo 100% elétrico, pois utiliza a combinação com as outras fontes de energia além de energia elétrica.

Nos veículos PHEV, assim como nos veículos híbridos é usada a travagem regenerativa.

Veículos Elétricos a Bateria - Veículos elétricos a bateria, também conhecidos por BEV (do Inglês *Battery Electric Vehicles*) possuem uma única fonte de energia e operam integralmente com um motor elétrico, não tendo motor de combustão interna. (Borba, 2012) A eletricidade armazenada eletroquimicamente nas suas baterias é proveniente da rede elétrica. (Marques, 2018)

A quantidade de energia armazenada na bateria é maior que nas outras tecnologias, mas a sua autonomia é menor.

Tipicamente, operam com um único motor elétrico que está ligado ao eixo dianteiro através de uma caixa de velocidades,

mas existem várias outras possíveis variações nas arquiteturas do sistema propulsor, como por exemplo a utilização de quatro motores em cada roda.

FCEV (Fuel Cell Electric Vehicles) - Nesta classe de veículos, invés de um MCI há um motor elétrico que utiliza como fonte de alimentação células de combustível eletroquímicas, que através de uma reação química que envolve hidrogênio e oxigênio produzem energia elétrica.

Esta categoria não tem a desvantagem da baixa autonomia, característica comum nos veículos elétricos. Porém, a dificuldade no armazenamento e transporte do hidrogênio, devido à sua natureza explosiva, dificulta esta tecnologia. (Marques, 2018)

3.3.2 Fatores impulsionadores do VE

Superação de entraves tecnológicos - A disrupção tecnológica na área da mobilidade urbana tem proporcionado a presença de formas alternativas promissoras de mobilidade, como é exemplo a mobilidade elétrica que tem evidenciado um rápido crescimento. O atual desenvolvimento tecnológico da indústria automóvel e a sua capacidade de inovação são um fator de mudança determinante, fundamental para viabilizar a difusão dos veículos elétricos. (Divya e Ostergaard, 2009) Tornando-a uma solução promissora.

Os dois pontos fundamentais para viabilizar a eletrificação veicular foram a utilização de materiais mais leves, mas não menos resistentes, e o aumento da energia armazenada. Isto permite reduzir o peso e, assim, adicionar ganhos de eficiência, sem colocar em risco as condições de segurança. Perspetivam-se avanços tecnológicos continuados e ganhos adicionais em termos de desempenho.

Preocupações ambientais - O setor dos transportes é responsável por grande parte das emissões de CO2 e, mesmo considerando a evolução dos motores a combustão, a utilização de biocombustíveis não será suficiente, a longo prazo, para atender aos requisitos ambientais, pelo que esta situação induzirá a eletrificação veicular. (Castro e Ferreira, s.d.)

Por um lado os veículos elétricos foram viabilizados tecnologicamente pelas baterias, por outro as questões

ambientais são responsáveis pela definição da taxa de aceitação nos mercados.

Volatilidade do mercado de petróleo (Ecorys, 2017)- Os combustíveis fósseis continuarão a ter um papel importante no futuro, mas estamos perante uma mudança para reduzir o seu peso no mix energético. Os combustíveis alternativos de baixo carbono irão substituir gradualmente os combustíveis fósseis.

A oscilação do preço do petróleo nos últimos anos, com tendências a encarecer, indica a perceção desse desequilíbrio pelos mercados. O setor de transporte consome mais de metade desse combustível fóssil e é responsável por ditar a evolução da procura. A dependência de combustíveis fósseis tornar-se-á uma das preocupações mais importantes para o futuro. O petróleo está a tornar-se mais escasso e os fornecedores mais incertos, o que poderá comprometer a mobilidade.

Ação governamental - Vários governos têm apoiado e subsidiado parte do custo de aquisição dos VE, fornecendo desconto na taxa de circulação e isenção de cobrança de estacionamento ao comprador. Estes incentivos são essenciais para entranhar os VE e compensar a diferença de preços comparado a um veículo MCI. (Pereira, 2016) Mas à medida que os veículos elétricos crescem em número é natural que os benefícios diminuam. O apoio não é apenas para o consumidor final, mas também foi adotado um

grande número de medidas políticas a nível da UE com o objetivo de financiar a investigação e inovação de veículos sustentáveis. (Ecorys, 2017) O desenvolvimento tecnológico alcançado nesta última década não foi impulsionado apenas pelas empresas automobilísticas, mas também pelo apoio político ativo. (Asdrubali et al., 2018; Borba, 2012)

3.3.3 Vantagens e desvantagens

Vantagens dos elétricos

Borba (2012) e Asdrubali et al. (2018) apontam estas como sendo as principais vantagens dos veículos elétricos:

Independência dos combustíveis fósseis - Isto permite a redução do consumo do mesmo;

A não produção direta de gases de exaustão;

Redução da poluição do ar e das emissões de poluentes¹ (mostrando-se uma solução para a descarbonização);

Melhoria da sustentabilidade a curto prazo do setor de transportes;

Redução da poluição sonora;

Redução da complexidade dos mecanismos (em comparação com os automóveis com MCI).

Desvantagens dos elétricos

Baixa autonomia - A curto prazo, as baterias irão garantir níveis de autonomia idênticos aos dos veículos tradicionais, (Castro e Ferreira, s.d.) mas nos dias de hoje ainda se mostra um problema;

Baixa taxa de recarga - Tempo necessário para a recarga completa do veículo é ainda muito longa;

Carência de infraestruturas;

Custo de aquisição - O custo está principalmente relacionado com o custo da bateria. [fig.18] Mas o ritmo de descida do custo de produção das baterias deve continuar e deixa antever uma diminuição do preço de aquisição dos automóveis elétricos. (Castro e Ferreira, s.d.) A Agência Internacional

de Energia estima que a partir de 2022 será mais económico utilizar um veículo elétrico ao invés de um veículo a gasolina² [fig.19];

Impacto na rede elétrica Demanda de eletricidade - A crescente eletrificação no setor de transporte coloca alguma preocupação às entidades que fornecem energia.

De facto, o momento da recarga é muito importante, pois Portugal está à procura de alternativas a fim de se tornar independente energeticamente, contornando a dependência do petróleo e da importação do mesmo. (Marques, 2018) Como forma de contornar esta dependência investe para ter uma matriz de energia elétrica com forte participação de fontes renováveis. Contudo não é certo que teremos recursos naturais sempre que precisemos, devido à sua natureza intermitente.

O impacto dos veículos elétricos e híbridos plug-in na rede elétrica está associado ao momento da recarga. (Borba, 2012)

Como consequência da carência de infraestruturas públicas para recarga de VE, o proprietário do veículo tende a carregá-lo ao final do dia e neste horário existe aproximadamente

o dobro da demanda que no resto do dia. De forma a ajudar a regular a discrepância dos consumos energéticos ao longo do dia Portugal adota um sistema de modalidade tarifária³, mas mesmo assim não garante um controlo 100% eficaz. Caso existissem infraestruturas adequadas a recarga do VE poderia ser feita a qualquer hora do dia (Borba, 2012), mas pensando na generalidade dos casos este problema, a curto prazo, tem um impacto menor visto que os veículos elétricos terão uma introdução gradual, sendo a demanda inicial suportada pelos sistemas elétricos existentes. (Castro e Ferreira, s.d.);

1- Os principais poluentes locais gerados pelos veículos, que afetam a saúde humana de diferentes formas, são o monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos (HC), óxidos de nitrogênio (NOx), óxidos de enxofre (SOx)

2- O custo total de um VE era 8% superior em 2015. Esta diferença mudará para 1,5% em 2025.

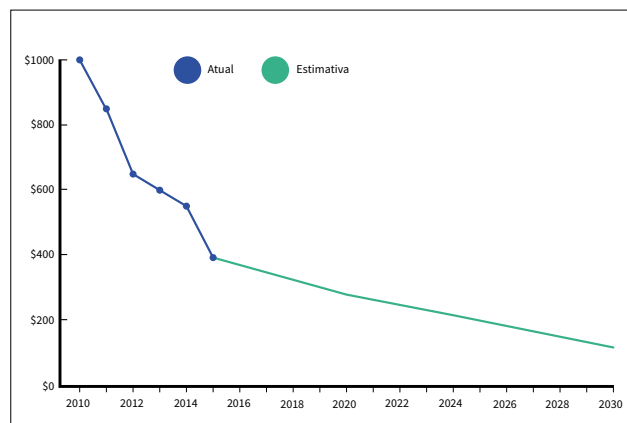
3- Modalidade tarifária é um sistema composto por um conjunto de tarifas aplicáveis ao consumo de energia elétrica, podendo ser divididas em tarifas convencionais e tarifas horárias. Este sistema de pagamento é caracterizado por refletir os custos de outras variáveis, como o período dia em que o consumo ocorre e custo de geração de energia.

Geração de eletricidade - Associado também aos impactos na rede elétrica o ponto básico envolve o aumento da capacidade de geração de energia elétrica. A Agência Ambiental Europeia (EEA) estimou os impactos ambientais da mobilidade elétrica e, se em 2050 80% dos veículos forem elétricos será necessário gerar um adicional de 150GW de eletricidade. (Asdrubali et al., 2018) Posto isto ao ser feita a transição para a mobilidade elétrica é desejável que seja assegurada a inocuidade ambiental global do VE, que depende do modo como é produzida a eletricidade. A energia elétrica que vai carregar estes veículos tem de ter origem renovável e sustentável, se tal não acontecer não se está a cumprir o desígnio da descarbonização. Pois esta revolução na mobilidade não será eficiente e ecológica se a eletricidade não tiver a origem

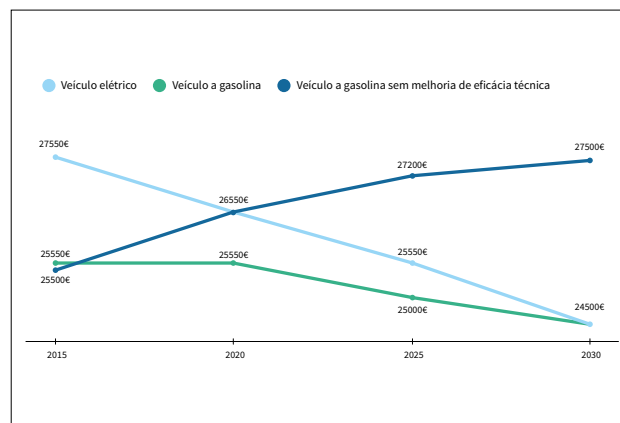
certa. (Borba, 2012);

Impacto das baterias - Os impactos ambientais negativos da bateria são apontados como uma das principais desvantagens dos veículos elétricos. Quando o VE é qualificado como “emissões zero”, o termo é referente à não emissão de poluentes no seu uso final, ou seja, as emissões diretas dos VE são nulas, ignorando as possíveis emissões da produção de eletricidade para o veículo ou o seu processo de fabrico. (Borba, 2012) No entanto para ser feita uma avaliação verdadeiramente global dos valores das emissões de um VE é necessário analisar o ciclo de vida total do mesmo e ter em conta o ciclo e o impacto da sua bateria. (Ambrose e Kendall, 2016) Estima-se que a produção média de um veículo a gasolina envolve emissões equivalentes a 5,6 toneladas de

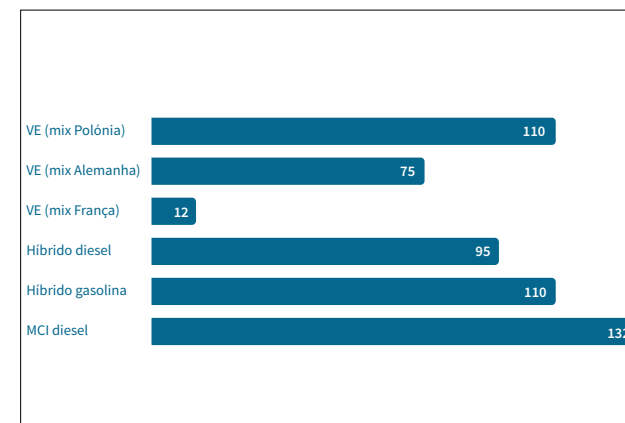
CO2 (dióxido de carbono), sendo de 8,8 toneladas para um veículo elétrico equivalente, destas emissões quase metade representa a produção da bateria. Mas no conjunto do seu ciclo de vida, apesar das grandes emissões na produção, o veículo elétrico é responsável apenas por 80% das emissões do veículo a gasolina. (Ambrose e Kendall, 2016; Borba, 2012) O ciclo de vida da bateria tem impactos ambientais negativos também nos países em desenvolvimento onde o lítio, o cobalto e o níquel, necessários à sua produção, são extraídos, tratados e transformados. (Asdrubali et al., 2018) é importante avaliar a reciclagem da bateria: No final de vida a reciclagem dos componentes da bateria é igualmente primordial. A difícil recuperação dos materiais permite diminuir os custos da reciclagem.



[18] Custo das baterias de íons de lítio por kilowatt-hora



[19] Avaliação do custo total calculado a 4 anos



[20] Emissões de CO2 do produtor ao consumidor (em g/Km WTW)

3.4 Baterias

Os componentes dos veículos elétricos têm algumas diferenças em relação aos dos veículos com motor de combustão interna. A mais significativa é a inclusão de uma bateria que constitui a única fonte de energia a bordo. (Castro e Ferreira, s.d.) Estes dispositivos, compostos por células empilhadas, armazenam energia química através de um processo eletroquímico (a partir de fonte de alimentação externa) e são capazes de disponibilizá-la na forma de energia elétrica. (Divya e Ostergaard, 2009)

A história das baterias começou em 1800, quando Alessandro Volta converteu em energia elétrica as reações químicas entre metais diferentes. (Pereira, 2016) E desde então os principais objetivos são a melhoria da capacidade de armazenar energia e a construção de invólucros mais seguros e convenientes.

De acordo com Divya e Ostergaard (2009) as características mais importantes de uma bateria são:

A eficiência, o tempo de vida¹, temperatura de operação, profundidade de descarga, auto-descarga. Magagnin e Silva (2008) acrescentam ainda a essas características a energia específica mássica² e a potência específica mássica³. Tanto o ciclo da bateria como o tempo causam o envelhecimento da bateria, e o envelhecimento da bateria é acelerado pela frequência de ciclos e condições térmica (Magagnin e Silva, 2008) No caso dos VE as baterias sofrem descargas mais profundas, exigindo baterias com tempo de vida mais longo e com aceitação de um número elevado de ciclos de carga e recarga.

No caso das baterias dos VE a vida útil da bateria muitas vezes é reduzida devido às descargas profundas⁴.

Há quatro principais tecnologias de baterias recarregá-

veis que disputam o estabelecimento de um padrão para a indústria automóvel: as de chumbo-ácido (PbA), as de níquel-hidreto metálico (NiMh), as de sódio (NaS) e as baterias de íões de lítio (Li-íon) (Castro e Ferreira, s.d.; Divya e Ostergaard, 2009)

Apesar das baterias de níquel-hidreto metálico terem uma boa confiabilidade e longa vida útil, as baterias à base de lítio são a tecnologia mais promissora para aplicações na mobilidade elétrica e com maior potencial para futuras otimizações. (Divya e Ostergaard, 2009)






As baterias de lítio são a escolha preferida para o armazenamento de energia em VEs porque a densidade de energia é superior em comparação com outras opções eletroquímicas. (Ambrose e Kendall, 2016) Estas são constituídas por um cátodo de lítio, um ânodo de carbono poroso e um eletrólito composto por sais de lítio num solvente orgânico. (Pereira, 2016)

De forma geral, as baterias de íões de lítio⁵, têm como vantagens: baixo peso, maior capacidade por volume, maior eficiência e menor custo do metal (quando comparado com o níquel), eficiência de armazenamento próxima de 100%, menor impacto ambiental, tempo de vida útil elevado, baixa manutenção. (Pereira, 2016; Castro e Ferreira, s.d.)

No entanto, algumas das principais desvantagens da tecnologia Li-ion são a segurança, a performance em condições de temperaturas extremas, o custo total (devido à complexidade de fabricação do circuito para proteger a bateria), a durabilidade pelo efeito prejudicial que a descarga profunda tem e a reduzida tolerância a picos de potência. (Divya e Ostergaard, 2009; Silva et al., 2018)

	VHE	VHEP	VE
Carregamento da bateria	Pelo motor a combustão e travagem regenerativa	Na rede elétrica; travagem regenerativa; motor a combustão	Na rede elétrica; travagem regenerativa; substituição por outra bateria
Redução de consumo de combustível	25% a 40%	40% a 65%	100%

[21] Utilização da bateria nos diferentes veículos elétricos

	PbA	Li-ion	NiMh
 Custo	Baixo	Muito Alto	Alto
 Energia específica mássica (Wh/Kg)	30-50	130	40-100
 Vida útil (ciclos)	200-300	> 1000	300-500
 Segurança	Estável	Necessita proteção	Estável
 Autodescarga por mês (%)	5	10	30

[22] Características dos principais tipos de baterias

1- Indicado em termos de número de ciclos de carga/descarga - O ciclo de vida de uma bateria depende, em grande parte, da profundidade de descarga e da temperatura de operação.

2- Quantidade de energia armazenada pela bateria por unidade de massa

3- Potência fornecida por unidade de massa

4- Descargas profundas é profundidade de descarga de 100%

5- Quando comparadas com as de NiMH

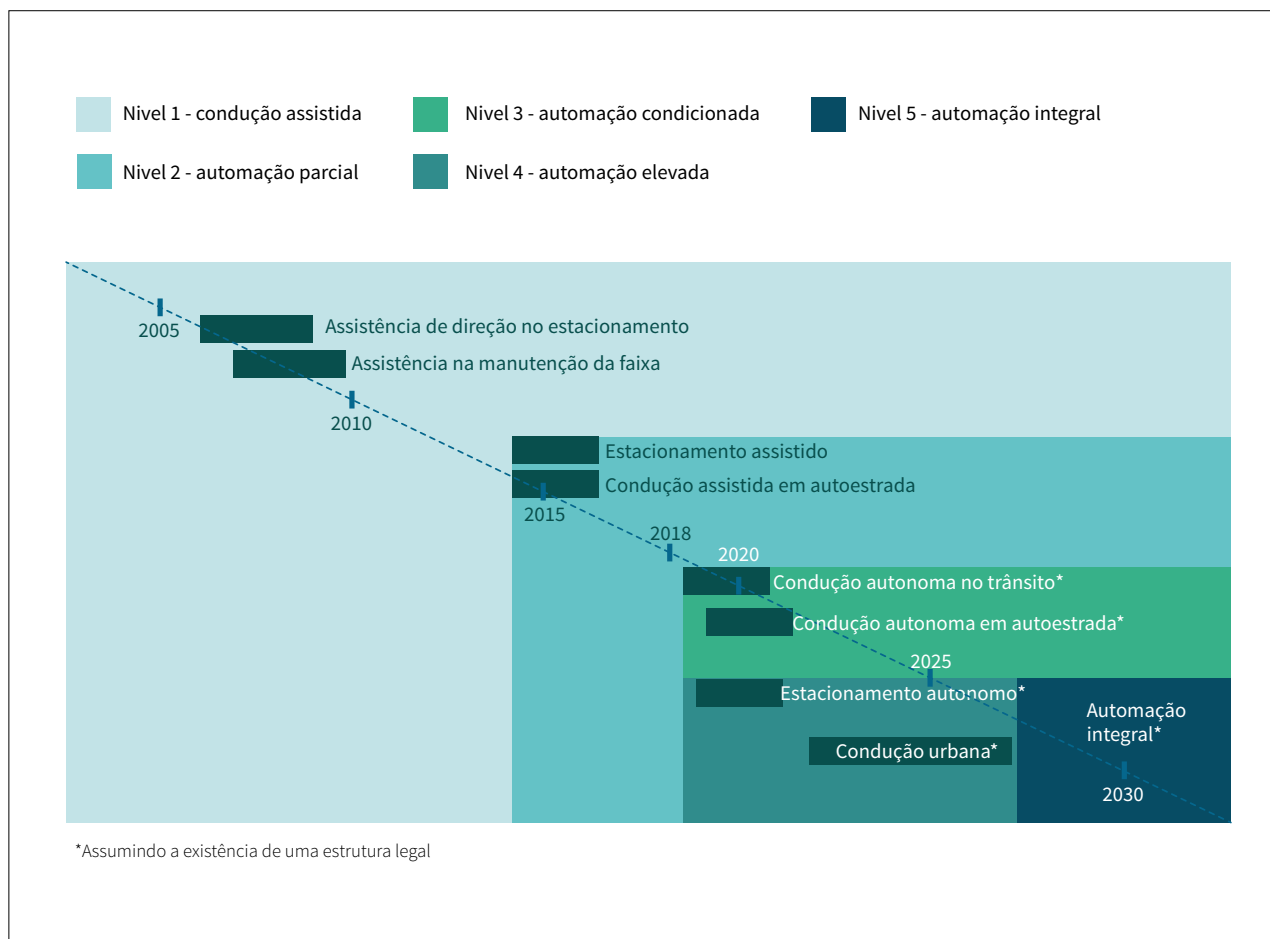
3.5 Condução autónoma

O desejo de que os veículos possam vir a ter a capacidade de executar os desafios da condução em segurança e sem qualquer intervenção humana não é recente (Jung, Osório, Kelber e Heinen, 2005) e quando se fala no futuro da mobilidade é natural debater o tema da condução autónoma.

O que antes era apenas um sonho está agora a desenvolver-se rapidamente: o veículo automatizado¹ (AV). (Liang, Correia e Arem, 2016; Nielsen e Haustein, 2018) Muitos grupos de pesquisa estão a trabalhar e a competir no desenvolvimento da automação de veículos e os projetos estão já a desenrolar-se do papel para a realidade.

Níveis de automação

A SAE International definiu seis níveis de automação veicular: desde o nível 0, onde o condutor tem controlo total do veículo até o nível 5, onde o veículo realiza, em tempo integral, todos os aspetos da condução sob todas as condições da estrada e meio ambiente sem necessitar de intervenção manual. (Jung et al., 2005) Entre os níveis 0 e 4 o condutor têm cada vez menor intervenção no controlo do veículo, mas até ao nível 3 o veículo exige que os condutores monitorizem o controlo operacional caso exista uma falha no sistema ou o software não consiga ter a segurança adequada para reagir. (Liang et al., 2016; Sonbonmatsu, Strayer, Yu, Biondi e Cooper, 2018) [fig.23]



[23] Gráfico dos vários níveis de automação

1- Um AV é um tipo de veículo que pode dirigir sobre as estradas existentes e pode circular por diferentes tipos de estradas e contextos ambientais com a redução da intervenção humana (Liang et al., 2016)

História da condução autônoma

Em 1983 foi apresentado o primeiro modelo autônomo -Terregator- [fig.153 em anexo], um robô todo-terreno de pequeno porte, que operava com uma combinação de sensores para circular sem intervenção humana. Este modelo impulsionou o projeto que é relatado como o primeiro veículo autônomo de transporte para pessoas, o NavLab1, divulgado três anos depois. (Caruso, 2016) Também no final dos anos 80 o projeto europeu Eureka Prometheus contribuiu para a concepção dos primeiros carros autônomos. Desde então, muitos protótipos automatizados têm sido construídos e têm conduzido eficientemente em diferentes tipos de estradas de um modo automatizado, dominando o controle longitudinal e lateral com poucas intervenções de supervisores. (Payre, Cestac e Delhomme, 2014) Um dos

modelos mais notáveis é o carro desenvolvido pela Google [fig.26], considerado nível 3, capaz de conduzir de forma autônoma em modo totalmente automatizado desde 2011, embora a presença de um condutor seja exigida por lei. (Payre et al., 2014) Mais recentemente têm sido feitos testes-piloto, ao uso de sistemas automatizados de transporte rodoviário. Exemplo disso é o projeto de pesquisa, desenvolvimento e demonstração CityMobil, onde estão a ser realizados vários testes de campo com sistema de autocarros autônomos na Europa (Liang et al., 2016) com o objetivo de integrar sistemas automatizados de transporte no ambiente urbano. Já em 2015, na Holanda, a DAVI -Dutch Automated Vehicle Initiative- desenvolveu um projeto denominado WEpods [fig.26] com dois veículos autônomos, que são usados entre

a estação ferroviária de Ede/Wageningen e a Universidade de Wageningen. Estas são experiências chave para testar a tecnologia, mas também a sensibilidade dos utilizadores às suas características, como a resposta à demanda ou a ausência de um motorista. Além de testes-piloto tem havido pesquisas focadas nos impactos dos veículos autônomos nos fluxos de tráfego e a operação de futuros sistemas de trânsito constituídos por AVs, principalmente em estradas interurbanas. (Liang et al., 2016) A automação reformulará radicalmente o transporte nas estradas e tornar-se-á convencional e adaptada em larga escala. (Sonbonmatsu et al., 2018) Há já estimativas (Wadud, MacKenzie e Leiby, 2016) de que os veículos seriam capazes de dirigir-se em estradas urbanas e rurais de maneira segura sem um *backup* de condutor até 2030¹.



[24] Navlab1



[25] Projeto autônomo desenvolvido pela Google



[26] Projeto WEpod
1- intervalo interquartil: 2027-2035

Características dos veículos autónomos

Os veículos autónomos (VA) possuem como principais características as capacidades de locomoção e de operação de modo semi ou completamente autónomo. Incorporam sistemas com propósitos específicos que devem funcionar de forma autónoma e em tempo real. (Jung et al., 2005) Devem ser considerados os seguintes aspetos relativos à constituição de um veículo autónomo:

Locomoção - Os veículos autónomos são dotados de atuadores responsáveis pela execução das suas ações e movimento no ambiente. Estes dispositivos de locomoção exigem um controlo bastante refinado e são de grande importância, pois são responsáveis pela forma como o robô se desloca de um ponto a outro.

Perceção - A perceção é um dos componentes principais dos VA, pois é através dos sensores que o robô percebe o ambiente e monitoriza parâmetros próprios (exemplo carga da bateria) de forma a poder garantir um maior nível de autonomia.

Através dos sensores, como sensores de contacto, scanners laser, ultrassom, radar e camaras sensíveis à cor e ao contraste, podem ser detetados diferentes obstáculos, fazendo com que o veículo evite colisões [fig.154 em anexo].

Há uma série de fatores que podem complicar o reconhecimento e deteção de obstáculos (Jung et al., 2005):

- Falhas na pintura
- Diferenças de iluminação
- Oclusão (veículos que circulam na mesma via podem ocultar a visão)
- Condições climáticas (como neblina ou chuva)

Um caso particular é o problema de deteção e reconhe-

cimento de sinais de trânsito. Embora o conhecimento a priori da cor e da geometria dos sinais facilite os processos de deteção e reconhecimento existem, além dos aspetos já mencionados, os seguintes fatores complicadores:

- Diferenças no ângulo de visão (cria deformação na geometria da sinalética)
- Má conservação da sinalização nas estradas. (Jung et al., 2005)

Controlo e Inteligência - O veículo transforma as perceções e conhecimentos previamente adquiridos (ex. mapa do ambiente) em ações, ou sequências de ações, a serem executadas.

Há um tendência crescente para o veículo passar a ser inteligente e hiper-conectado, isto torna absolutamente necessária a exploração da IA, considerada como um dos mais importantes avanços tecnológicos dos tempos modernos.

Quando a inteligência artificial é integrada no robô são conseguidos maiores níveis de autonomia, permitindo executar até as tarefas mais complexas e tornando os veículos mais confiáveis e menos dependentes da intervenção humana. Segundo Jung C. R. (2005) este comportamento inteligente deve, entre outras funções, realizar tarefas como:

- Garantir a preservação da integridade do cidadão, bem

como não causar danos ao ambiente;

- Garantir a preservação da integridade física do VA;
- Garantir a manutenção de informações que permitam uma melhor execução das tarefas (atualização do mapa, determinação da localização do veículo no mapa, definição de trajetórias que permitam que se desloque de um ponto a outro)
- Fazer um mapeamento do ambiente, construindo na sua memória um mapa do ambiente que representa os caminhos explorados;
- Integrar as informações provenientes de diferentes sensores, interpretando estas informações;
- Definir soluções alternativas para situações imprevistas que possam prejudicar a execução das ações que estavam planeadas
- Adaptar-se e aprender com as experiências passadas e corrigir erros

Comunicação - O robô comunica com um operador ou mesmo com outros dispositivos. A comunicação é uma ferramenta fundamental, seja nos sistemas embarcados que dependem de informações externas, ou sendo usada de forma a estabelecer uma troca de informações entre veículos. A capacidade do VA se conectar, interagir e cooperar com outros veículos e outras infraestruturas urbanas pode melhorar profundamente a consciência do veículo e as suas decisões serão mais adequadas ao meio ambiente.

3.6 Case studies

Nos dias de hoje já são diversos os projetos que se vêem associados ao carregamento da mobilidade elétrica.

Carregamento por indução

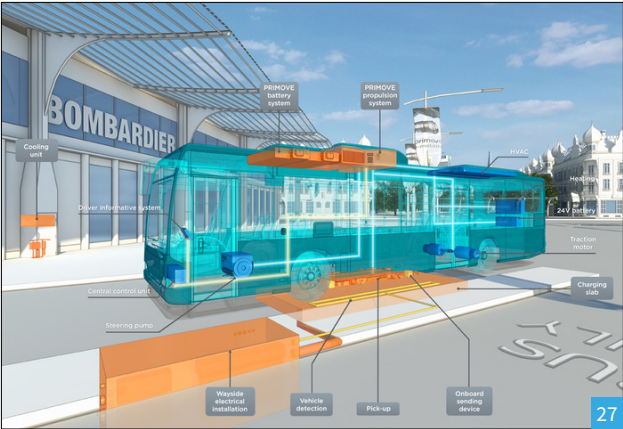
O projeto de carregamento por indução PRIMOVE [fig.27], da empresa Bombardier, já implantado em algumas cidades da Alemanha e Bélgica, permite que as cidades e o setor de transporte incorporem facilmente a mobilidade elétrica. Baseia-se na transferência de energia indutiva entre a instalação subterrânea elétrica e o equipamento recetor instalado em qualquer tipo de VEs. As principais vantagens deste projeto estão associadas à facilidade do carregamento e ao facto de ser um sistema invisível e limpo. Apesar de promissor é uma solução bastante dispendiosa.

Idêntico ao projeto da Bombardier, a *Highways England*, organização responsável pelas estradas do Reino Unido, concebeu uma tecnologia, atualmente em fase de testes, capaz de recarregar o VE em movimento. Para que o sistema funcione, é apenas necessário equipar o veículo com um sistema de indução e circular na estrada sinalizada com a cor específica.

Serviços de energia móvel

Um projeto pioneiro no serviço de energia móvel foi o da Nation-E, empresa suíça, que apresentou em 2010 o Angel

Car [fig.28], uma estação de carregamento móvel com um carregador de 230V, capaz de permitir até 30 km de autonomia adicional a um VE. A EFACEC, empresa Portuguesa que produz carregadores para veículos elétricos, também já desenvolveu uma infraestrutura móvel de carregamento. O posto móvel [fig.29] permite a carga de três veículos em simultâneo. Foi fornecida a uma fabricante automóvel alemã em 2017. Apesar de móvel, este sistema não é muito compacto, para albergar todos os equipamentos: é necessário um contentor de 6 metros que deve ser transportado num reboque.



[27] Projeto da Bombardier



[28] Posto da Nation-E "Angel Car"



[29] Posto móvel da EFACEC

A EV Safe Charge, empresa de instalação e serviços de veículos elétricos, anunciou em 2018 o lançamento do EV Charge Mobile [fig.30]. Um serviço que foi idealizado para satisfazer eventos temporários. Dependendo das capacidades no local, os carregadores são alimentados através de energia local, painéis solares ou geradores independentes.

A Volkswagen Group Components revelou no início de 2019 o conceito de um posto de carregamento móvel para veículos elétricos [fig.31] que, independentemente da infraestrutura de fornecimento de energia elétrica, pode ser

instalado temporariamente em locais onde exista procura para o carregamento de veículos.

O equipamento permite colocar a carregar até quatro veículos em simultâneo. Tem capacidade total de 360 kWh e caso a autonomia da bateria da estação seja inferior a 20%, esta é substituída por outra carregada, mas, no entanto, se estiver permanentemente ligada à rede elétrica o posto móvel recarrega por si.

Freewire Technologies, empresa de soluções para carregamento móvel, criou um sistema denominado de Mobi EV Charger [fig.32]. Este serviço de energia móvel é

alimentado por baterias e foi idealizado principalmente para estacionamentos de trabalho ou eventos. É através de uma aplicação que é feito o pedido para o carregamento e, visto que o sistema não é autónomo, é um operador que se desloca juntamente com o carregador para colocar o VE em carga.

Apesar de já existirem diversos projetos, a locomoção autónoma ainda não foi fundida às tecnologias de carregamento sob demanda, deixando assim espaço para este projeto pioneiro.



[30] Posto móvel da EV Safe Charge



[31] Desenho conceptual do posto da Volkswagen



[32] Posto da Freewire Technologies

3.7 Carregamento automóvel

Por norma, o carregamento dos veículos elétricos pode ser feito de forma indutiva ou condutiva. A recarga condutiva é a transferência de energia elétrica por meio de contacto físico através de um meio condutor, enquanto que a recarga indutiva é feita por indução eletromagnética, este método facilita e torna mais seguro¹ o carregamento, pois tudo o que o utilizador necessita fazer é estacionar o veículo no sítio correto de forma a que o carregador fique alinhado com o veículo. (Borba, 2012)

Tipos de carregador condutivo [fig.33]

Na Europa o conector mais utilizado para o carregamento de VE é o CCS2, enquanto que na América e outros, predomina o CCS1. No entanto há países e regiões que ainda não aprovaram regulamentações que suportam um tipo específico de conector CCS (*Combined Charging System*). Portanto, existem vários tipos de conectores que são usados nas diferentes regiões do mundo. Dos quais, Herron D. (2016) aponta como principais:

Conector SAE J1772 (tipo 1) - Um carregador com um conector tipo 1 pode ser conectado diretamente à maioria dos veículos elétricos. Este conector é comumente usado nos EUA, para carregamento monofásico até 240V.

Conector Mennekes (tipo 2) - O conector de 7 pinos é amplamente utilizado na Europa e é mandatado pela UE. Efetua carregamento de veículos elétricos até 70 kW.

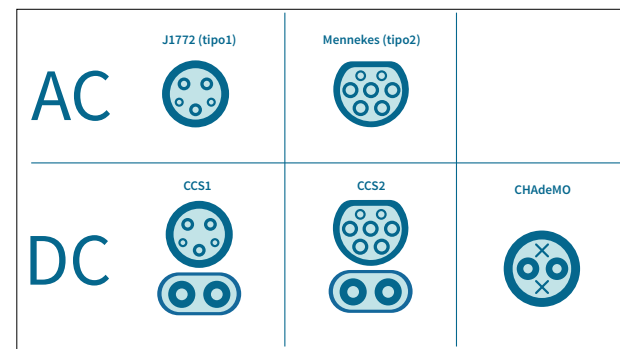
Conector CCS1 (Combo) - Uma versão de acoplador de combinação dos conectores padrão J1772 na parte superior e na parte inferior são dois pinos de alimentação DC de alta potência, que tem uma carga acima de 90 kW. O cabo de carregamento é mais leve e fácil de usar que o CHAdeMO. Este sistema tem uma entrada única que suporta carregamento lento e rápido.

Muitos carros europeus estão equipados com a tomada SAE.

Conector CCS2 (Combo) - Combinação de Mennekes na parte superior com mais dois pinos de alimentação DC de alta potência na inferior. A estação de carregamento fornece uma corrente contínua de alta potência, até 120kWh, à bateria do carro. Este sistema tem uma entrada única que suporta carregamento lento e rápido.

Conector CHAdeMO - Método de carregamento rápido que fornece até 62,5 kW de corrente contínua de alta tensão através de um conector elétrico especial. É proposto como um padrão global para a forma de carregar os veículos e reduzir os riscos associados à proteção contra corrente contínua e choque.

(CHAdeMO é uma abreviação de “CHArge de MOve”, equivalente a “*charge for moving*”).



[33] Ícons dos diferentes tipos de carregadores

Modos de carregamento

De acordo com o "*Guia técnico das instalações elétricas para carregamento de veículos elétricos*" (2015) existem 4 modos de carregamento:

Modo de Carga 1 - Referente ao carregamento por meio de tomadas normalizadas de corrente estipulada não superior a 16A e de tensão estipulada não superior a 250V, em circuitos monofásicos, ou a 480V, em circuitos trifásicos;

Modo de Carga 2 - Referente ao carregamento por meio de tomadas normalizadas de corrente estipulada não superior a 32A e de tensão estipulada não superior a 250V, em circuitos monofásicos, ou a 480V, em circuitos trifásicos;

Modo de Carga 3 - Referente ao carregamento direto do VE à instalação elétrica por meio de um SAVE² dedicado, permanentemente alimentado pela instalação elétrica;

Modo de Carga 4 - Referente ao carregamento rápido onde o VE é ligado à instalação de alimentação em corrente alternada por meio de um carregador.

1- não existem contactos elétricos expostos, contudo é difícil atingir alta eficiência)
2- Um SAVE é o Sistema de Alimentação de Veículos Elétricos – Isto é o conjunto constituído pelo cabo de carga (condutor de fase, neutro, de proteção e piloto); pelos conectores dos VE, pelas fichas e por todos outros acessórios, dispositivos, tomadas ou aparelhos instalados com o objetivo de fornecer energia a um VE a partir da instalação elétrica de alimentação. (Guia técnico das instalações elétricas para carregamento de veículos elétricos, (2015)

3.8 Conclusões e interpretação do *brief*

Com base nas tendências previamente identificadas e o conhecimento retirado da pesquisa, surgiu a necessidade de reinterpretar o brief de modo a melhor especificar as condicionantes do projeto.

A proposta a desenvolver procurou identificar e definir os desafios e características do produto.

Tendo em conta a sua implementação estar prevista para um médio-longo prazo, tornou-se evidente que esta proposta teria de ser considerada como um *concept*: uma visão do que poderá vir a ser este produto quando implementado no futuro, sendo que a definição formal era um dos pontos de maior foco.

Conceito de carregamento como um serviço

O conceito de MaaS - *Mobility as a Service* - está a tornar-se um formato promissor de consumo de serviços de mobilidade, especificamente em relação à alimentação energética do veículo. Atualmente, do ponto de vista projetual, existe uma hibridação entre produtos e serviços por isso o projeto vai além do desenvolvimento do conceito do produto, combinando o serviço do mesmo, tendo em conta a jornada do utilizador, com o objetivo de melhorar o processo de carregamento e, por consequência, criar uma melhor experiência para o cliente. O tempo de carregamento não é uma espera, mas sim uma experiência, provocado pela interação e relação do utilizador com o posto de carregamento.

Formalização

A formalização da linguagem estética deveria atribuir dignidade ao objeto urbano evitando por consequência o vandalismo e despertar desejo pela utilização, assim como um equilíbrio entre segurança e interação social.

Deveria, também, prever as implicações urbanas e adequar-se às estradas existentes de modo a maximizar a compatibilidade e minimizar as alterações estruturais.

A pesquisa, que incidiu sobre o panorama tecnológico e a cidade do futuro, tornou evidente que a proposta deveria explorar a conectividade do posto. Além disso, tendo em conta as transformações comportamentais do mercado previamente identificadas, definiu-se como objetivo o alargamento do serviço de carregamento.

A compra de um VE está muitas vezes limitada ao utilizador que tem lugar de estacionamento assegurado, com equipamento de carregamento no emprego ou em casa. A falta de acesso à infraestrutura de recarga para moradores de residências multifamiliares é uma barreira que precisa ser superada.

Para quem mora em residências multifamiliares e possui espaços dedicados ao estacionamento, os principais desafios são referentes aos custos de atualização; de manutenção e de eletricidade para carregar o veículo.

Para os moradores que não têm estacionamento disponível, e precisam de estacionamento em espaços públicos existem os mesmos desafios exceto pelo fato de que o órgão de decisão não é o complexo residencial, mas sim o governo da cidade. Este projeto surge como uma atenuante para a limitação da infraestrutura de carregamento permanente.

Sistema modular

Apesar de o mais importante ser o utilizador, este projeto preocupa-se tanto com o operador como com o consumidor final, pelo que foi propondo um sistema preparado para diferentes configurações de carregamento, através da utilização de um sistema modular que se adequa às necessidades de cada operador e de cada situação. Ou seja, neste projeto o operador escolhe quais módulos colocar, conforme as necessidades.

São exploradas duas formas de carregamento: manual e autónomo. Ambos têm prós e contras, sendo que o sistema desenvolvido com maior profundidade neste projeto foi o manual, apesar de, no desenho final contar com espaços para o sistema robotizado.

O módulo robotizado autónomo é para uma implementação a longo prazo que recorre a AGVs (*automated guided vehicle*) com carregamento por indução e braços robóticos, em que o utilizador simplesmente reserva o serviço e a restante operação fica ao encargo do robô.

O sistema manual mostra-se vantajoso para a implementação a médio prazo, em que o utilizador recorre à aplicação para se deslocar até um posto mais próximo.

O sistema manual conta com:

- Módulo com vários conectores para carregamento automático;
- Módulo com duas tomadas Mennekes;
- Módulo com tomadas normalizadas (criar um serviço em que a infraestrutura é utilizada como gerador temporário - para construções; campismo ou até ser utilizado em casos de desastres naturais)
- Módulo com baterias compartilhadas Gogoro e Kymco iONEX (estas são scooters elétricas com baterias removíveis).

Este último módulo de partilha de baterias para scooters elétricas estende o serviço da infraestrutura: convertendo o posto de carregamento automóvel numa estação de energia, contribuindo para uma menor implementação de infraestruturas fixas. Permite enfrentar com confiança viagens mais longas e reduz a ansiedade relativamente à autonomia.

AYR

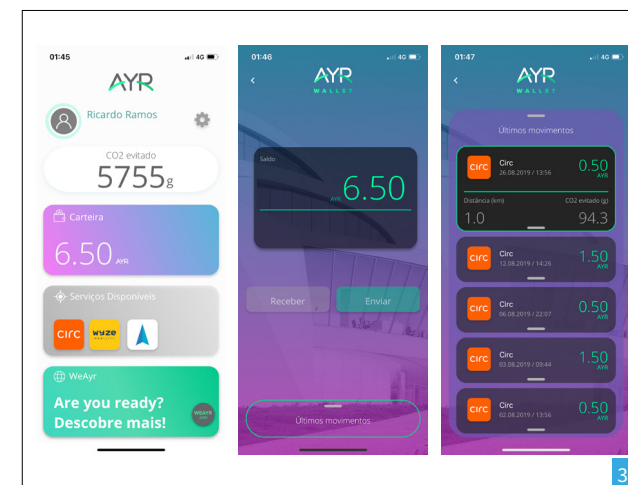
O posto de carregamento incorpora a plataforma AYR [fig.35], de uso opcional, que fundamentalmente funciona como uma carteira virtual de créditos verdes que quantifica as emissões de CO2 evitadas convertendo-as em créditos. Estes créditos acumulados podem ser utilizados na aquisição de bens e serviços sustentáveis.

Automação

Este projeto, combinado com outras estratégias de planeamento pensadas à escala pessoal, irá contribuir para a sustentabilidade das cidades. Tendo em conta as alterações que se preveem na cidades do futuro, pretende-se que este projeto tenha automação total num cenário em que os veículos ainda são predominantemente de propriedade privada, propondo uma linguagem estética apelativa para o *target* definido. A condução autónoma está ainda nas fases iniciais e depende de tecnologias emergentes, havendo ainda um longo caminho a percorrer quanto à sua otimização e à necessária adaptação legislativa.



[34] Infraestrutura de carregamento e troca de baterias da GOGORO



[35] Ecrãs da aplicação AYR: perfil; carteira e histórico



A person with dark hair and glasses is looking down at a device. The image is overlaid with a semi-transparent white box containing text. The text is in a clean, sans-serif font. The background is a soft, light blue and white gradient.

4. Projeto

"Think different"

(slogan publicitário)
Apple Inc,
1997

"Pense diferente"

4.1 Moodboard e Storyboard

Depois de discutir e definir o *brief* com o CEiIA foram feitas uma pesquisa visual de referências para o projeto e especificados campos de pesquisa que fornecessem fontes de inspiração para os estudos iniciais.

O *moodboard*¹ é composto por vários painéis onde foram selecionadas superfícies, objetos, silhuetas, ambientes, texturas, arquitetura. [fig.37] Estes painéis relacionam-se com a pesquisa prévia de forma a definir possíveis caminhos para o desenvolvimento da linguagem do produto.

Palavras-chave:

Puro . Minimal . Clean . Robusto . Arquitetura . Shell

Em seguida foi realizado o *storyboard* com possibilidades de utilização da infraestrutura móvel, que ajudou a definir características de utilização do posto:

Serviço premium - Em que o utilizador chama o serviço e o posto desloca-se até à localização pretendida [fig.38]

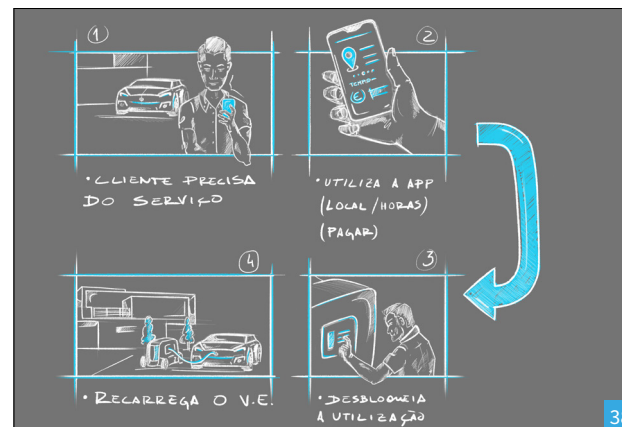
Serviço comum - Em que o utilizador reserva ou não uma infraestrutura e desloca-se até à localização do mesmo [fig.38]

Serviço para eventos - Em que é feito um pedido de um número específico de infraestruturas para servir eventos sazonais. Sendo que na maioria das vezes os próprios operadores é que se mostrarão interessados em disponibilizar parte da frota para esses eventos. [fig.39]

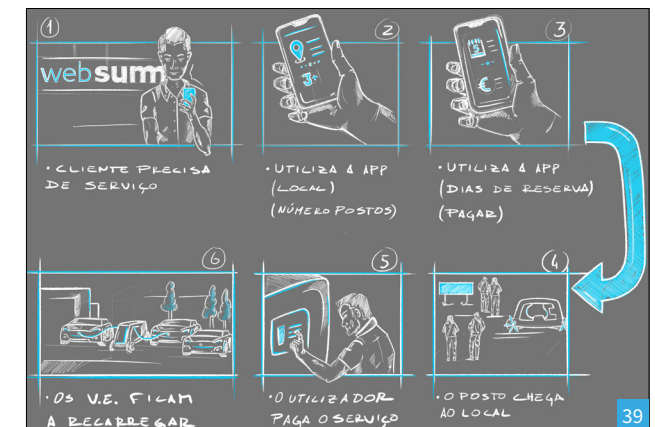
1- O *moodboard* é um instrumento de criação para novas ideias que constitui um quadro de referências visuais.



[37] Painel com referências de inspirações



[38] Storyboard da utilização premium e comum



[39] Storyboard da utilização para eventos



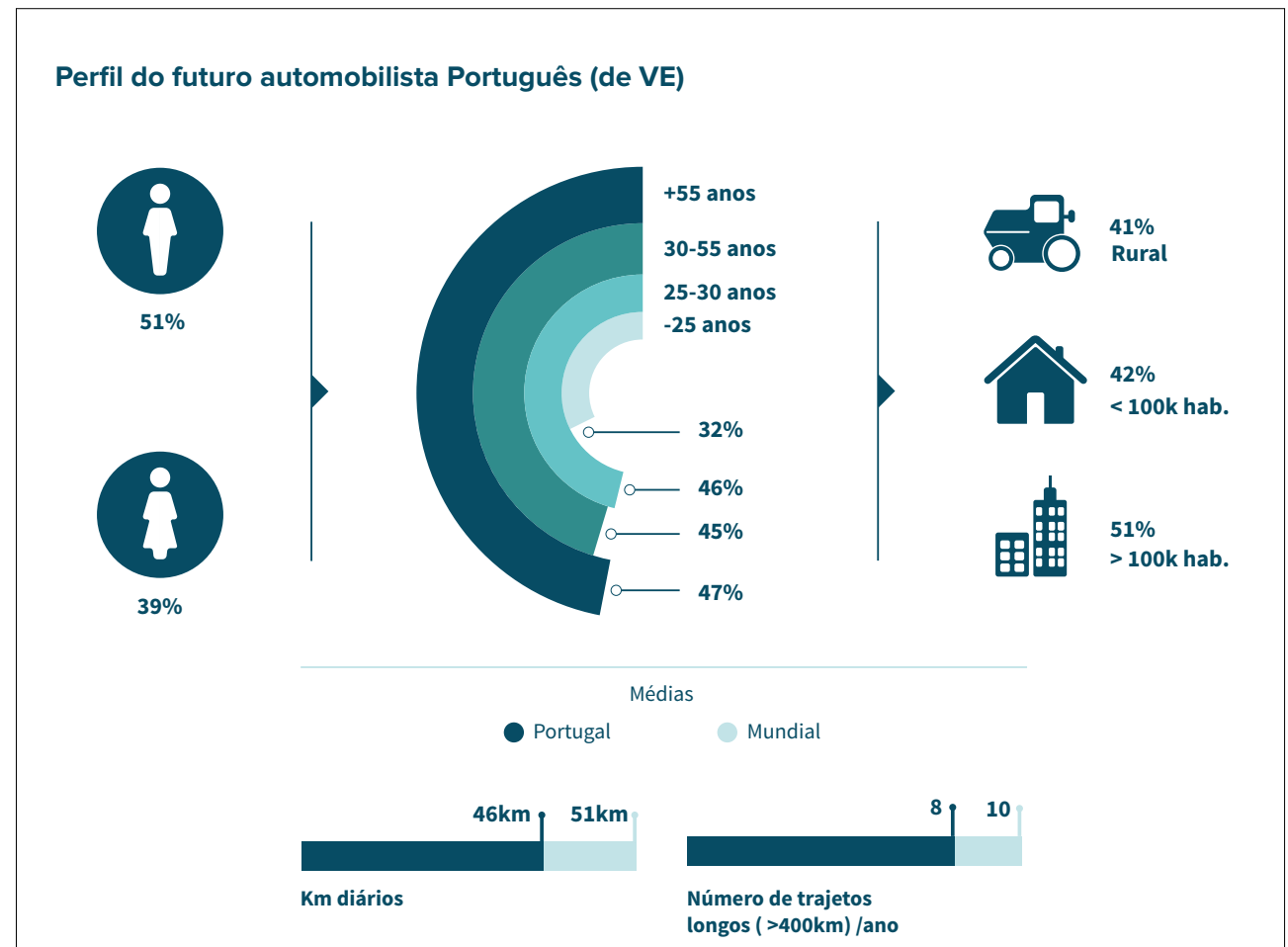
4.2 Futuro automobilista Português

Com base nos dados recolhidos no estudo anual referente ao setor automóvel realizado pelo Observador Cetelem (2019) foi traçado o perfil do futuro automobilista português. [fig. 41]

O interesse demonstrado pelos VE por parte dos residentes das zonas mais pequenas ou rurais, aumenta a emergência de ampliar o número de postos de carregamento fora dos centros urbanos.

Importante também frisar que não há grande diferença na aceitação do VE quanto ao género, com isto percebemos que o projeto dá resposta à população em geral.

De forma a maximizar o potencial de adesão dos futuros utilizadores foi necessário caracterizar as suas necessidades e desejos e assim definir uma linguagem estética que comunicasse os seus pressupostos.



[41] Perfil do futuro automobilista português

4.3 Ideação

Na fase da ideação ficou assente que o posto teria de ser interpretado de duas formas distintas dependendo do seu estado: em **movimento** e **estático**. Quando em deslocação o posto deve ser interpretado como um robô autónomo que circula como qualquer outro veículo na estrada, mas quando parado a interpretação do posto deve ser a de um objeto urbano estático que se conecta à cidade. O termo utilizado para esta interpretação é a *affordance* e foi criado pelo psicólogo James Gibson (1977, 1979). A *affordance* é uma expressão sem tradução concreta para o português, mas que é interpretada como “reconhecimento”. De forma prática, *affordance* é a capacidade de um elemento (físico ou virtual) de ser identificado e utilizado da maneira que foi projetado, sem a necessidade de instrução antecedente, expressando o

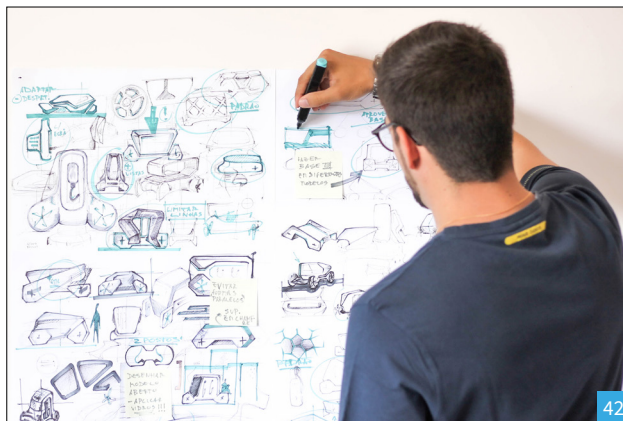
uso de forma intuitiva.

Respeito pelo robô

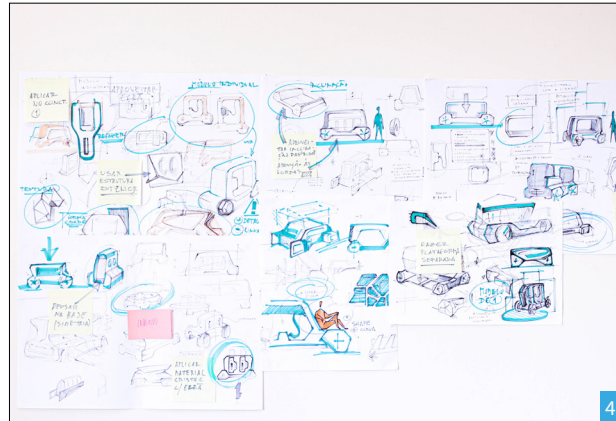
Até ao momento, há um consenso na comunidade científica de que o processamento de informações humanas é guiado pela emoção e pelo afeto (Andrade, 2019). Tendo isto em conta foi estudada a interpretação do robô. Quer isto dizer que o seu desenho tem de ser amigável para o cidadão, mas também que comunicar autoridade. Este respeito e autoridade que se reconhece ao serviço tem a ver com o psicológico e a forma como nós avaliamos o robô. Atribuir personalidade à infraestrutura muda a forma de como será tratado, pois transmite sentimentos. A autoridade do robô revela-se importante quando pensamos na arrumação

no final da utilização. A convivência dos humanos com os robôs, dependendo da sua função e, da forma como reagem, podem ser quase tratados como outros humanos, criando maior respeito pela máquina.

Posto isto, com base na pesquisa previamente realizada, foi elaborada uma exploração livre de maneira a criar uma grande variedade de soluções com linguagens distintas, para de seguida operar uma triagem dos elementos com potencial para continuar o desenvolvimento dos esboços. Estes desenhos têm poucos pormenores, contendo apenas traços gerais da linguagem formal. [fig.45;46;47] Depois de várias explorações ficou decidido que o trabalho seria encaminhado por linhas análogas aos veículo e drone desenvolvidos para o filme *Oblivion* pelo Daniel Simon.



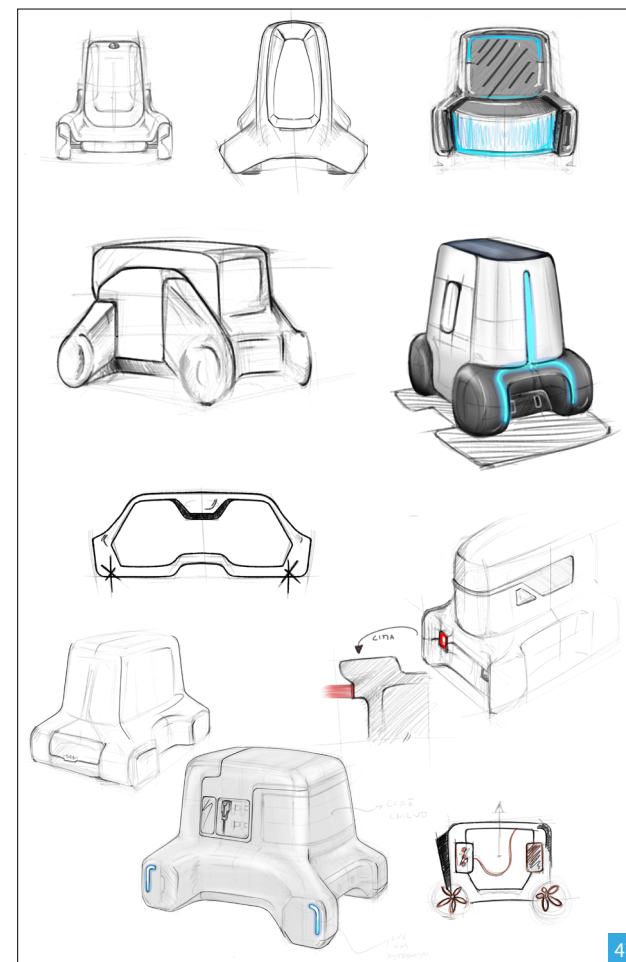
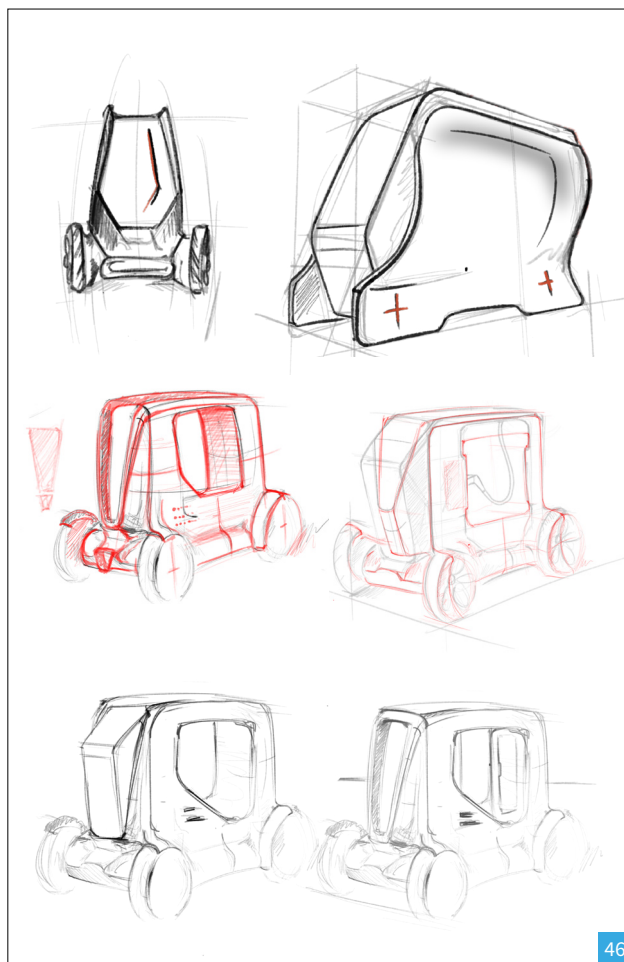
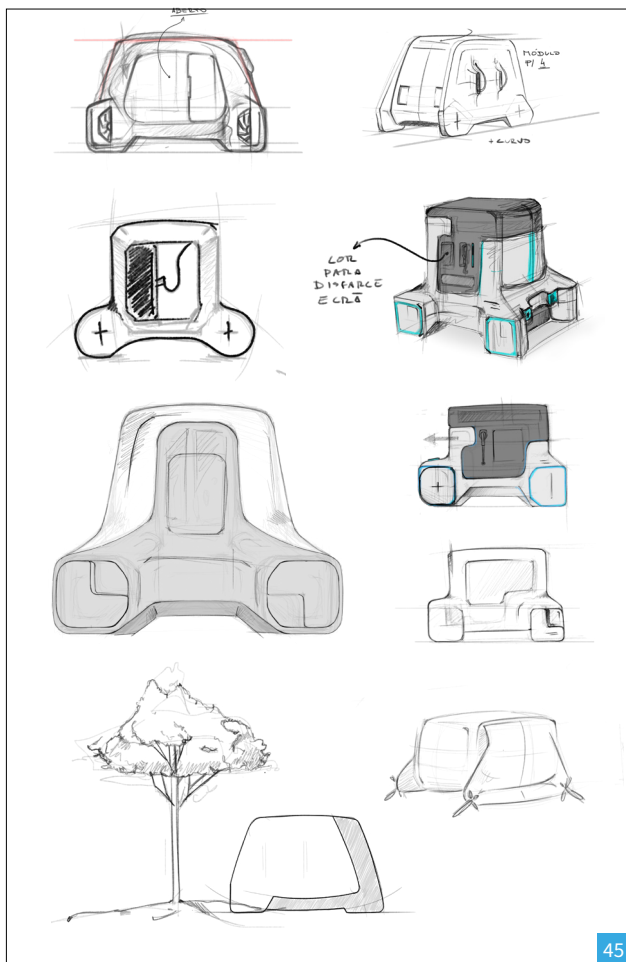
[42] Análise dos primeiros esboços



[43] Destaques dos esboços iniciais



[44] Brainstorm para funcionalidades extras para o projeto



[45]; [46]; [47] Composição com diversos esboços

4.4 Modelos de volume

Baseado nos esquiços, foram criados modelos de volume à escala 1:20 em espuma de poliuretano expandido que ajudaram a perceber detalhes.

Estes modelos, de extrema importância para a exploração inicial, são de volumetria geral e permitiram visualizar de forma mais clara os conceitos, perceber detalhes, validar e explorar as ideias. Foram identificados pontos relevantes que poderiam vir a ser aplicados e refinados no conceito final, mantendo sempre abertura para encontrar novas soluções.

Características dos vários modelos

Modelo 1

As linhas de iluminação;
Utilização de duas cores;
Rodas não serem redondas.

Modelo 2

Assimétrico sendo que tem forma redonda na frente
linha de luz simplificada;
Zona das rodas redondas cria distância à tendência das rodas quadradas.

Modelo 3

Forma simétrica (frente e traseira);
Silhueta idêntica ao modelo 1, mas sem a utilização das duas cores;
Zona das rodas mais larga que o topo, para criar estabilidade.

Modelo 4

Forma mais pequena;
Perfil retangular com pouca dinâmica;
Proporções desajustadas.



[49] Conjuntos dos modelos de volume



[48] Modelo 1



[50] Modelo 1



51

[51] Modelo 2



52

[52] Modelo 3



53

[53] Modelo 4



54

[54] Modelo 2



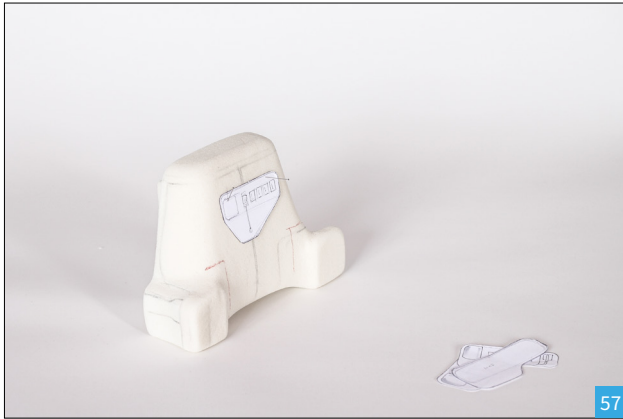
55

[55] Modelo 3



56

[56] Modelo 4



[57];[58];[59] Modelo em espuma utilizado para testar vários desenhos (recortados em papel) para a zona do carregamento

4.5 Tipologia do carregamento

Um dos problemas verificados na pesquisa bibliográfica foi o das diversas tomadas disponíveis no mercado automóvel. No meio dos escassos postos de carregamento, o condutor ainda tem de escolher o que permite o carregamento do seu veículo. Posto isto, foi desenvolvido um sistema de carregamento inovador em que o mesmo cabo de carregamento é adaptável a qualquer tipo de conector automóvel. O estudo para esta solução começou com a distribuição dos diferentes componentes necessários (ecrã, conectores e cabo eléctrico).

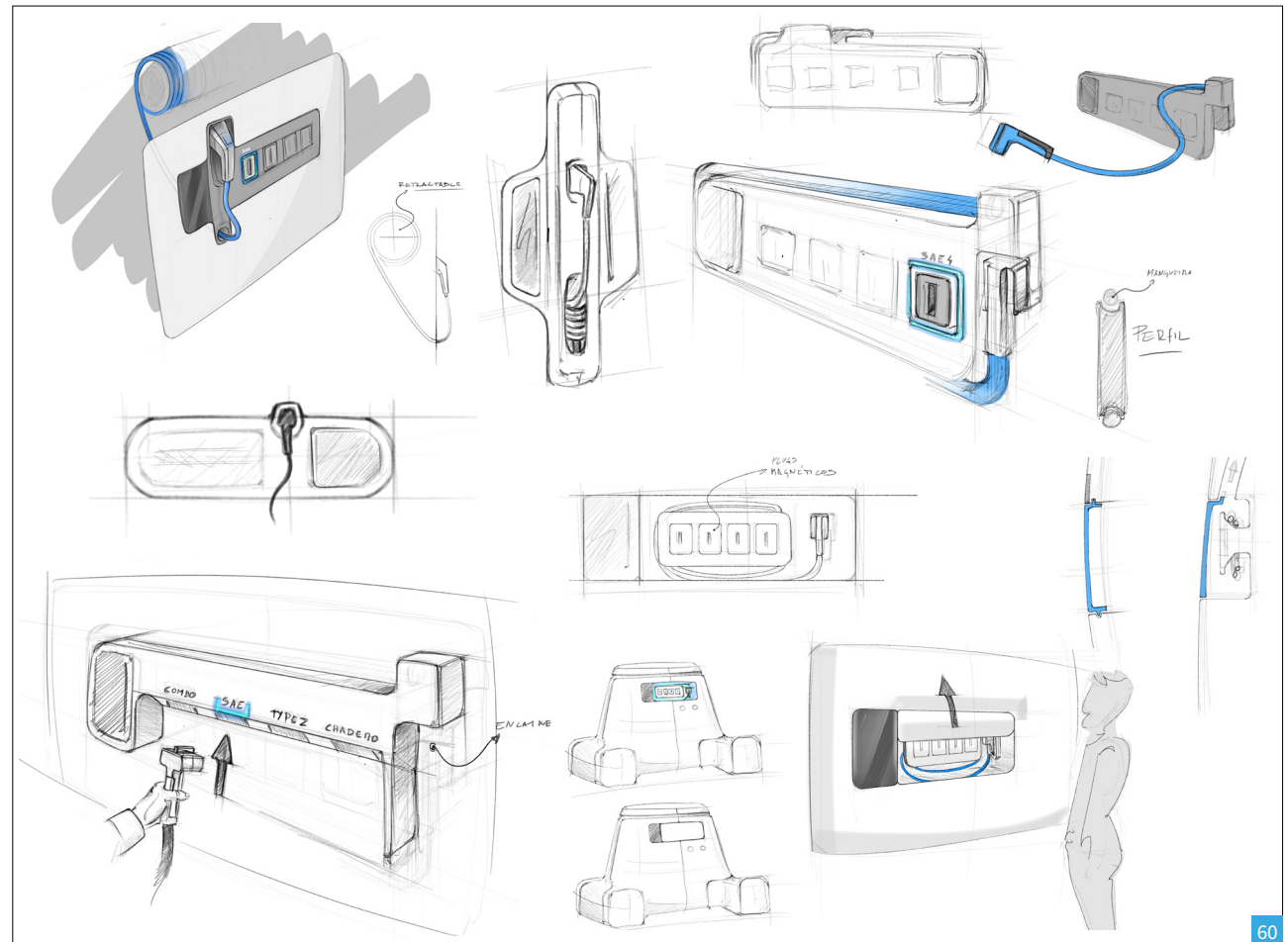
Inicialmente os diferentes conectores e o cabo eléctrico não estavam cobertos, mas com base na análise e observação da utilização e do ambiente em que estão inserido, sugeriu-se a colocação de um mecanismo com tampa para os proteger. As referências utilizadas para dimensionar o painel de carregamento foram os do CCS tipo 2 e do ChadeMo.

Utilização

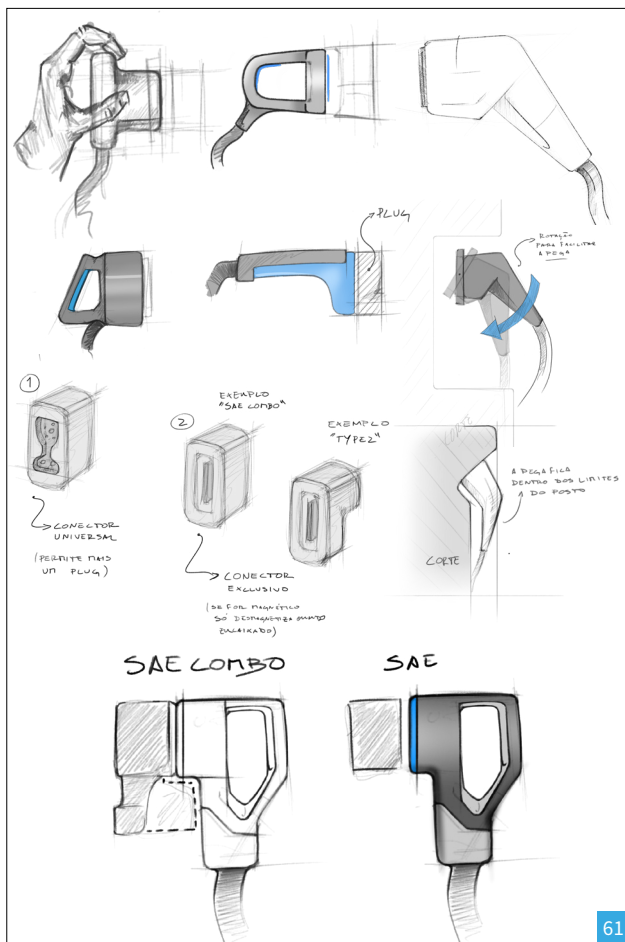
No projeto o utilizador:

- 1º - escolhe o tipo de conector para o VE;
- 2º - o posto desbloqueia o cabo eléctrico e o conector;
- 3º - o utilizador coloca o veículo a carregar

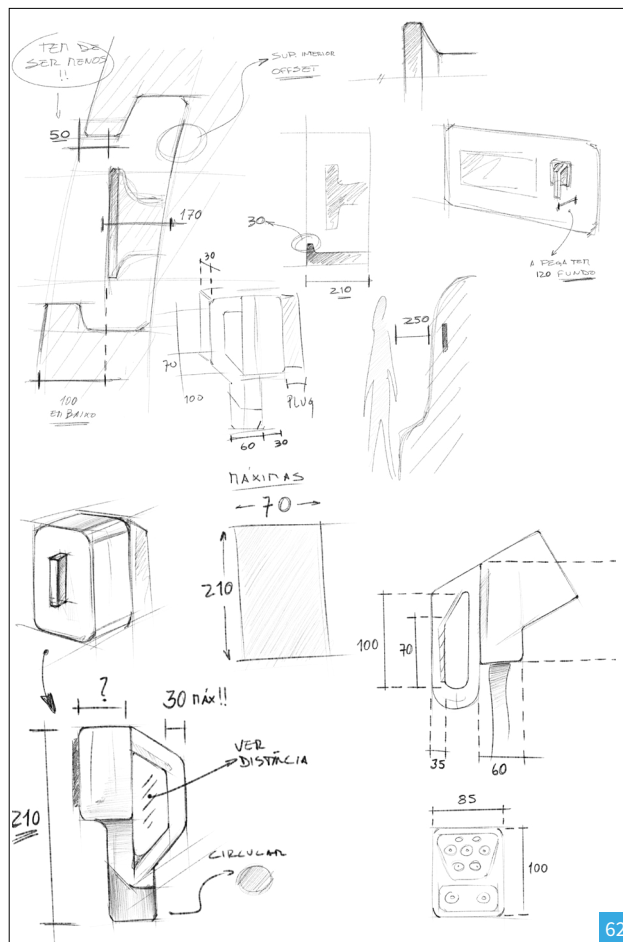
Apesar de se querer uma padronização este carregador deve disponibilizar todas as tomadas já existentes, visto que o projeto é para um médio prazo.



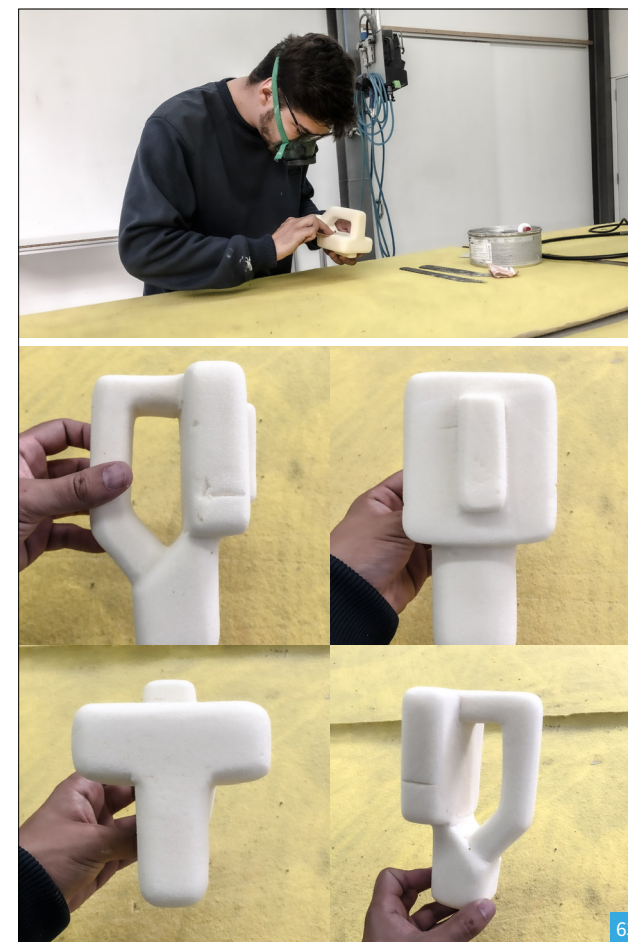
[60] Desenvolvimento do conceito para o módulo de carregamento



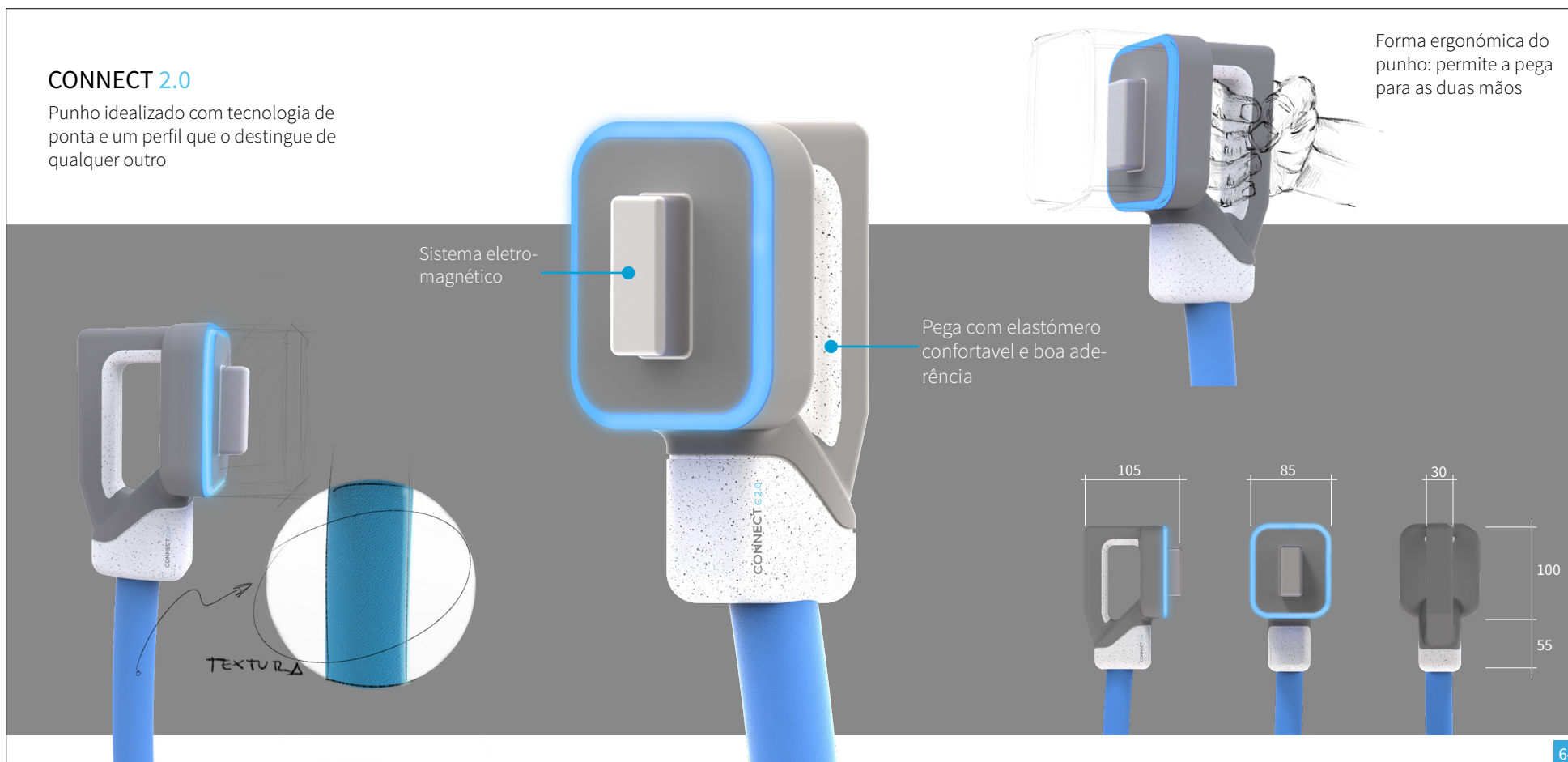
[61] Esboços iniciais do punho para o conector



[62] Estudo das dimensões para a zona de carregamento



[63] Processo e conjunto de vistas do modelo de volume do punho desenvolvido à escala 1:1



[64] Conceito do punho com dimensões gerais e suas características

4.6 Maquetes

Para o desenvolvimento dimensional dos conectores, do cabo elétrico e da zona de carregamento foi feita uma análise dos postos existentes [fig.65]. Esta observação serviu não só para analisar dimensões, mas também para perceber os limites dos componentes (como por exemplo a relação entre diâmetro, durabilidade e manuseamento dos cabos [fig.66]). Posteriormente foram desenvolvidas maquetes, em cartão canelado, para verificar o dimensionamento da zona de carregamento e dos diferentes componentes. Foram realizados testes com pessoas de diferentes alturas, uma amostra reduzida que funcionou como base para ajustar a utilização do posto.

Estas maquetes foram importantes para compreender o espaço que o cabo elétrico ocupa; perceber que a zona dos conectores precisava ser maior para facilitar o movimento do utilizador; compreender o espaço do movimento da tampa. Este processo teve impacto na fase seguinte em que foi definida a arquitetura do produto.



[65] Análise da infraestrutura do posto de carregamento



[67] Dimensão de um conector Tipo 2 (combo)



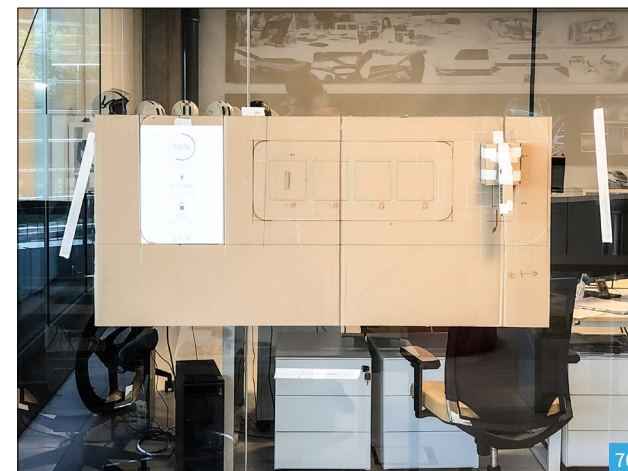
[66] Cabo elétrico de diâmetro pequeno, já danificada pela utilização



68



69



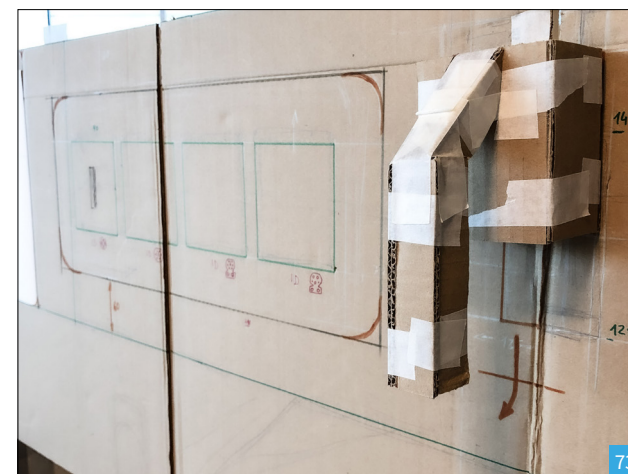
70



71



72

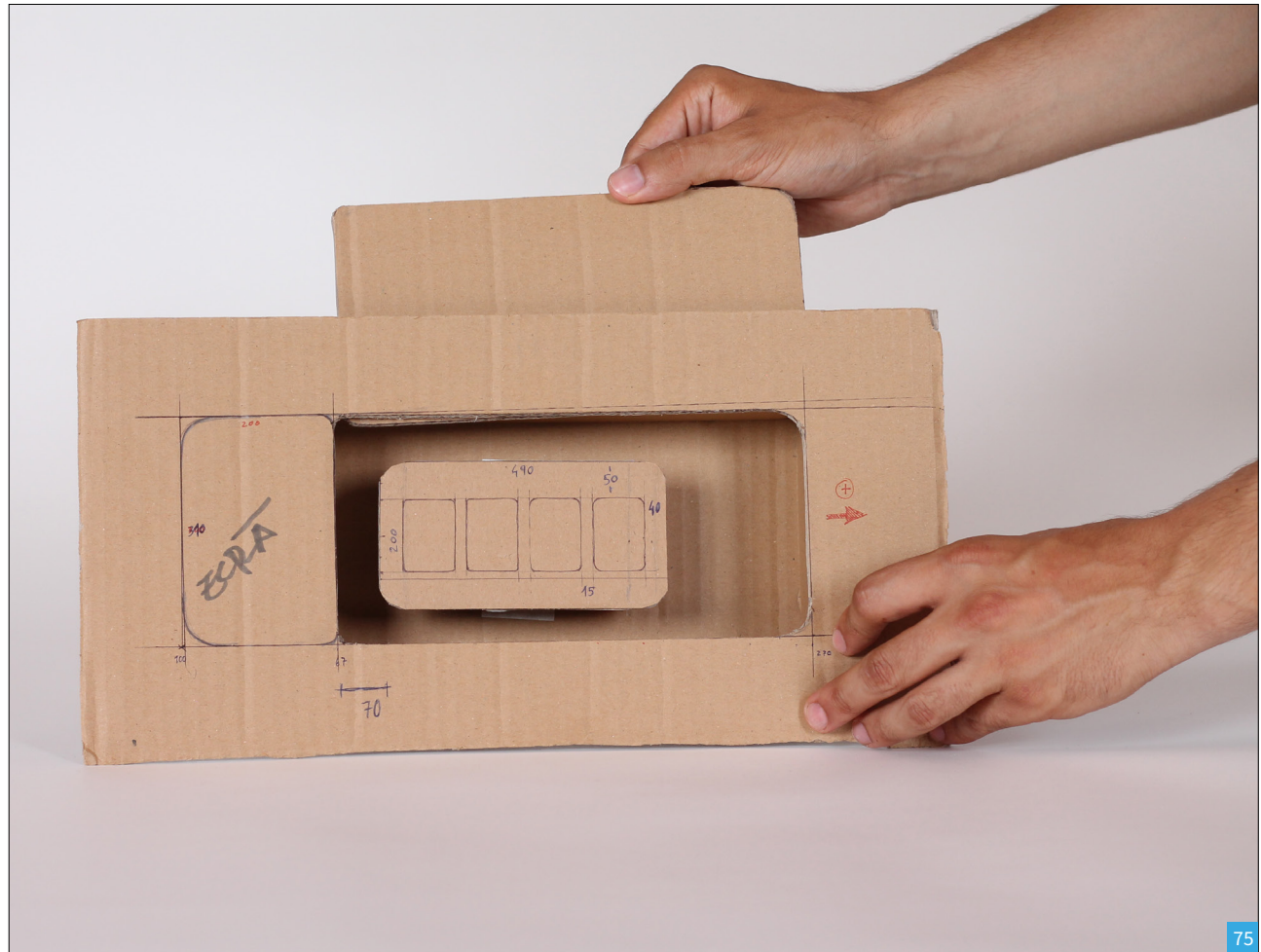
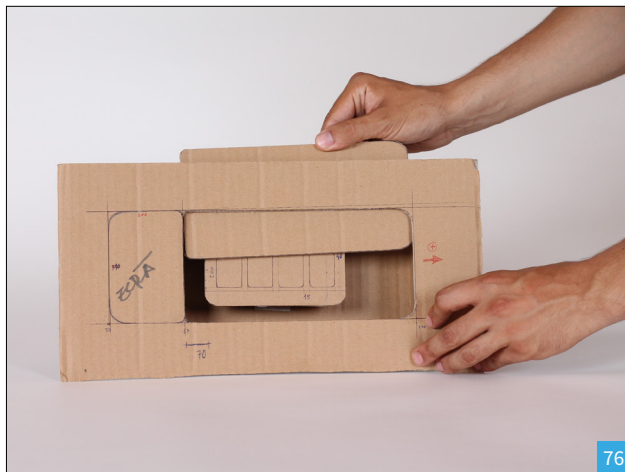
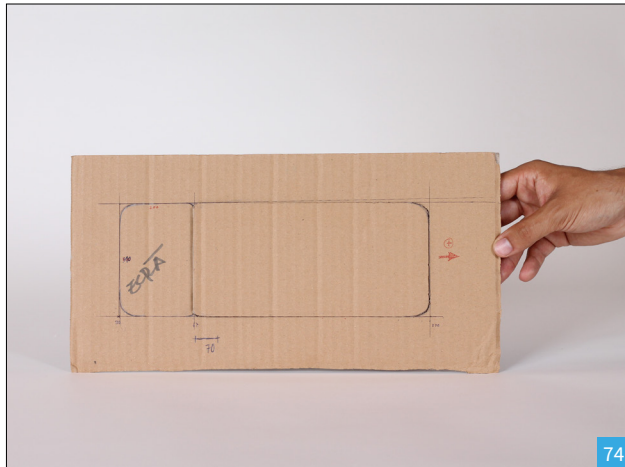


73

[68];[71] Construção da maquete em cartão

[69];[72] Maquete em cartão escala 1:1, colocado à altura real de forma a testar a usabilidade com mais veracidade

[70];[73] Maquete com anotações para correções de dimensões



[74];[75];[76] Modelo de volume desenvolvido na escala 1:3, com demonstração do pensamento para a tampa da zona dos conectores e punho, para aprovar o mecanismo e as dimensões estudadas

4.7 Estudo das dimensões e componentes

Esta proposta, como já referido, utiliza o *skate* desenvolvido pelo CEiiA para a movimentação [fig.77] e para o armazenamento de energia recorre a baterias já existentes no mercado, utilizadas no BMW i3 e em barcos Torqeedo. A utilização destas baterias permite a implementação mais rápida do projeto e, futuramente, com a evolução tecnológica a diminuir o volume, poderão ser colocadas no mesmo volume mais baterias, de forma a aumentar a autonomia. Este robô utiliza três baterias impermeáveis (IP67) com dimensões unitárias de 1660 x 964 x 174mm, que permitem uma capacidade total de 120 kWh com uma voltagem nominal de 360V. O sistema de armazenamento para os carregamentos funciona de forma independente do sistema da plataforma veicular.

Tendo por base a plataforma veicular e as dimensões das baterias, foi definida a arquitetura mantendo um compromisso entre a usabilidade e o design [fig.78], sendo que foram tidos em conta os parâmetros ergonômicos e o peso dos componentes. Não há necessidade de adaptação à antropometria do condutor ou passageiros, pelo que se abre um leque muito maior de tipologias possíveis para o veículo. Surge uma reformulação das proporções clássicas do automóvel pela necessária harmonização estética com as infraestruturas urbanas. As proporções não são as convencionais de um veículo, mas, no entanto, mantem dimensões que viabilizem a movimentação em estradas.

Sensorização

A plataforma está equipada com vários sensores de forma a atingir o nível 5 de automação e conseguir o reconhecimento e mapeamento fiável de objetos em volta do veículo.

O *software* processa e mapeia os inputs recebidos, pondera-os e decide, enviando instruções que os demais componentes executam, determinando por exemplo a velocidade, direção ou travagem em determinado momento. A ordem de execução de um comando não garante que seja conseguido o resultado ideal, por exemplo, a distância total percorrida com a mesma tensão de acionamento aplicada no motor, durante o mesmo período de tempo, poderá ser afetada pela inclinação do terreno. (Jung et al., 2005)

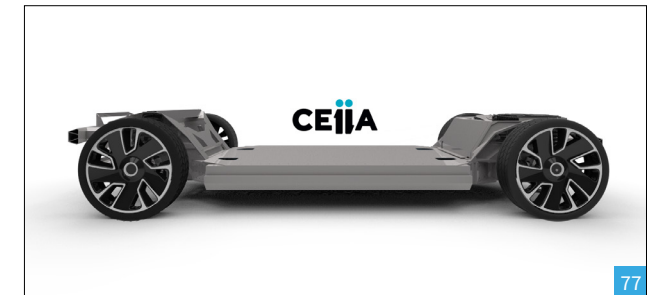
O veículo está equipado com sensores de peso na suspensão, para garantir que ninguém circule pendurado.

Há três grupos básicos de sensores nos veículos inteligentes:

- Sensores para reconhecimento de rota;
- Sensores para reconhecimento de objetos e obstáculos;
- Sensores de navegação. (Jung et al., 2005)

Iterações

Com base nesta arquitetura e nos estudos anteriores foram criados novos detalhes [Pág.50-52], desenvolvendo e aprimorando o sistema modular e o conceito de *shell*. Foram escolhidas duas cores que se contrastam (branco e cinza) para manter a linguagem de duas peças que aparentam ser como uma concha que envolve e protege o corpo principal do posto de carregamento. Esta linguagem cria a junção e envolvimento de dois volumes, onde os mesmos criam um impacto visual acentuado e ao mesmo tempo têm um elo de ligação que se torna elementar no design. Juntamente com o desenvolvimento da forma, foi estudada a colocação da ventilação do posto [fig.84], sendo que a mesma seguia a linguagem de padrões geométricos explorados para a iluminação central [fig.155 em anexo].



[77] Render da plataforma veicular desenvolvida pelo CEiiA



[78] Modelo 3D com a distribuição dos volumes (estimados) dos componentes principais

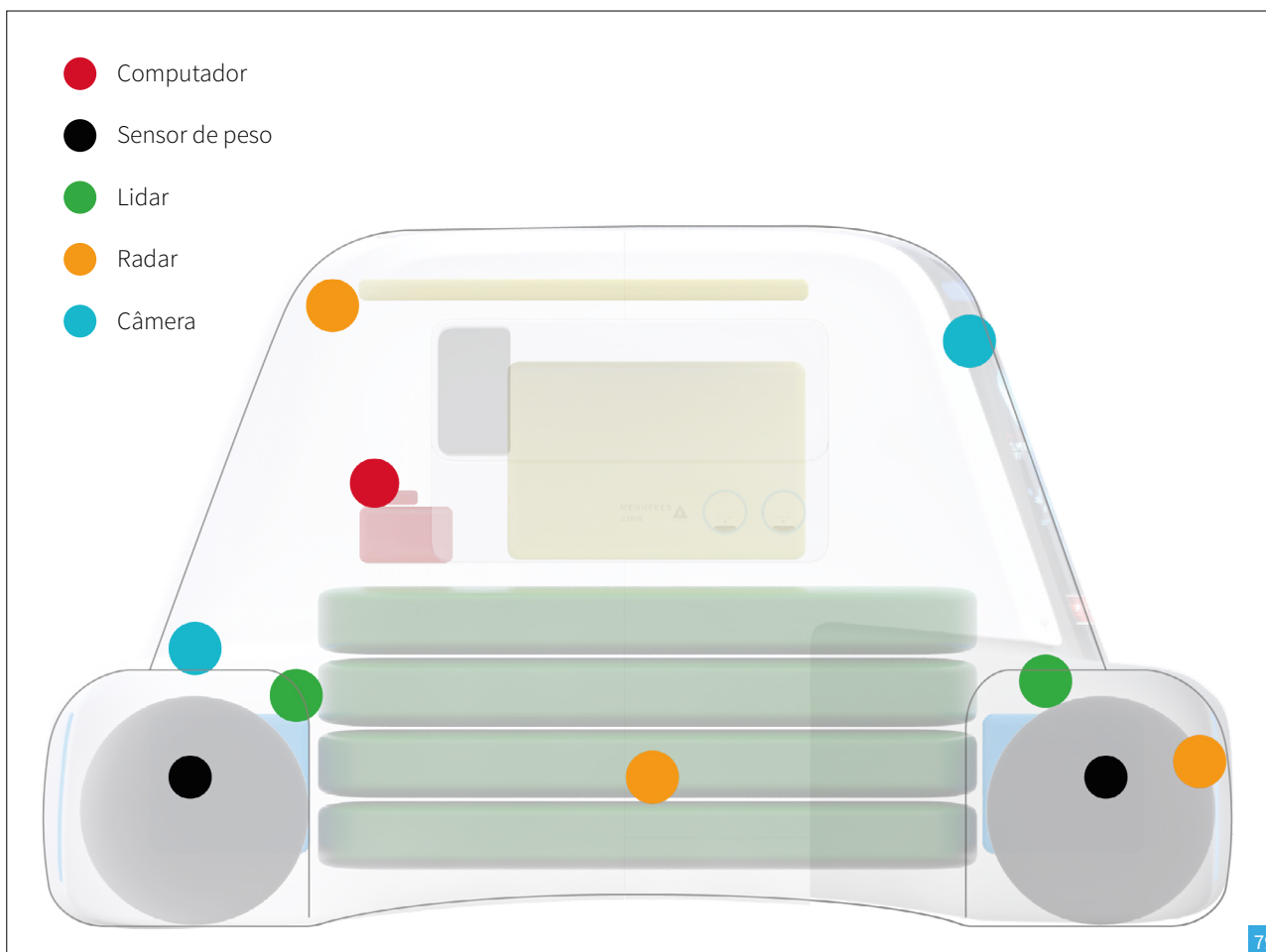
VERDE: Baterias e plataforma

VERMELHO: Computadores

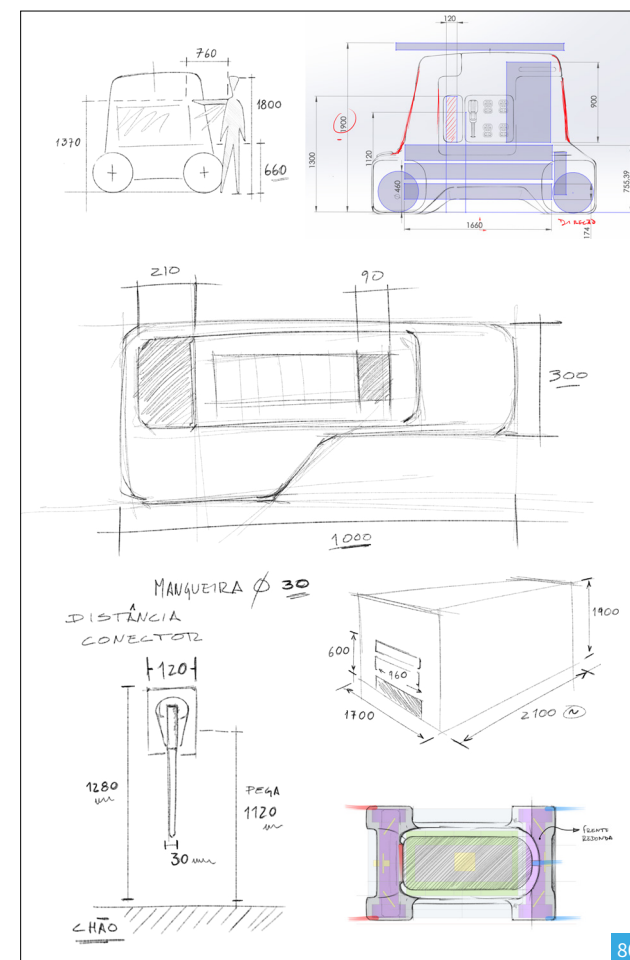
AMARELO: Sistema elétrico e fotovoltaico

AZUL: Módulo de direção

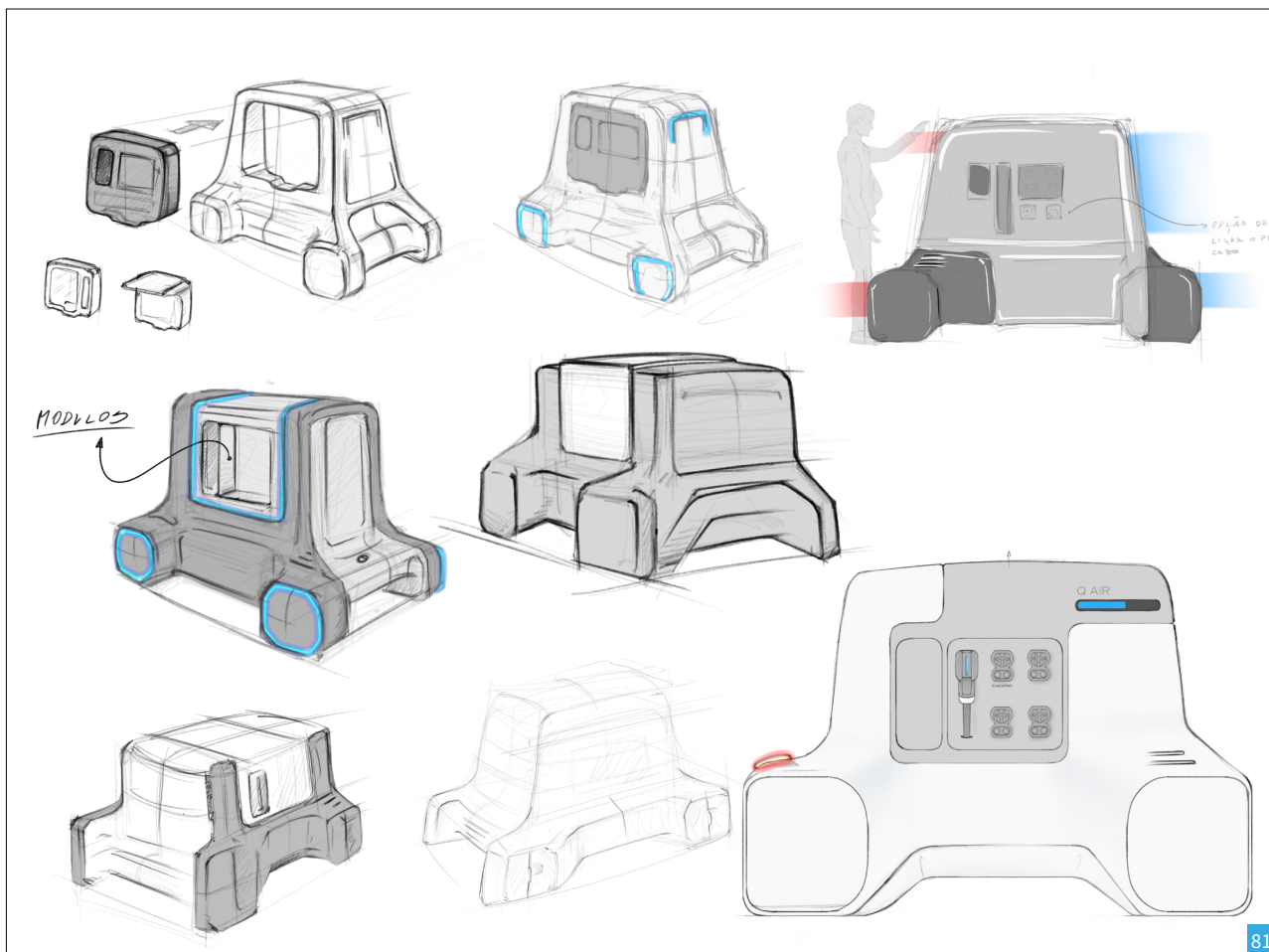
PRETO: Rodas



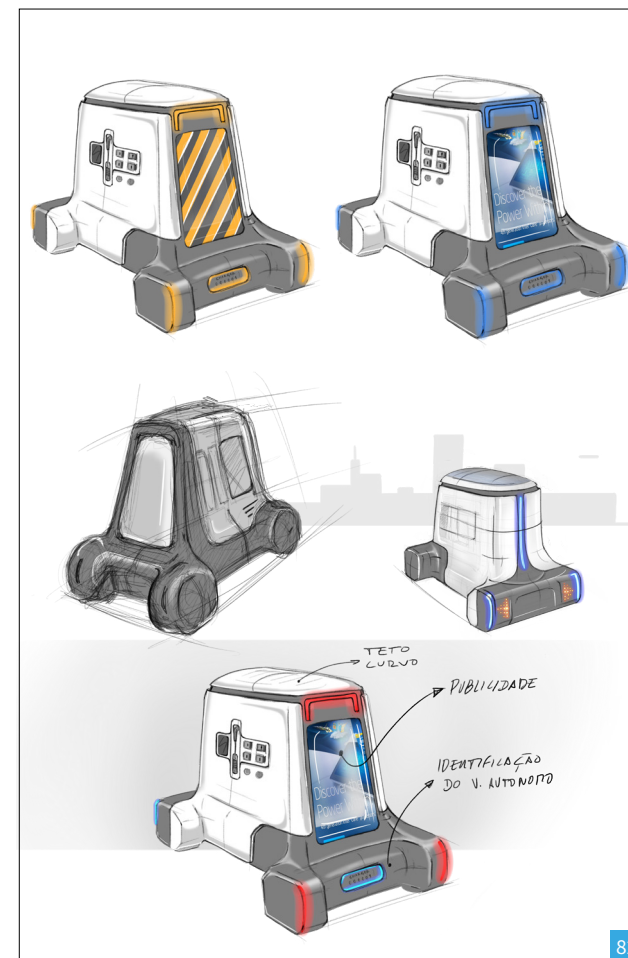
[79] Esquema com os principais componentes e localização dos sensores



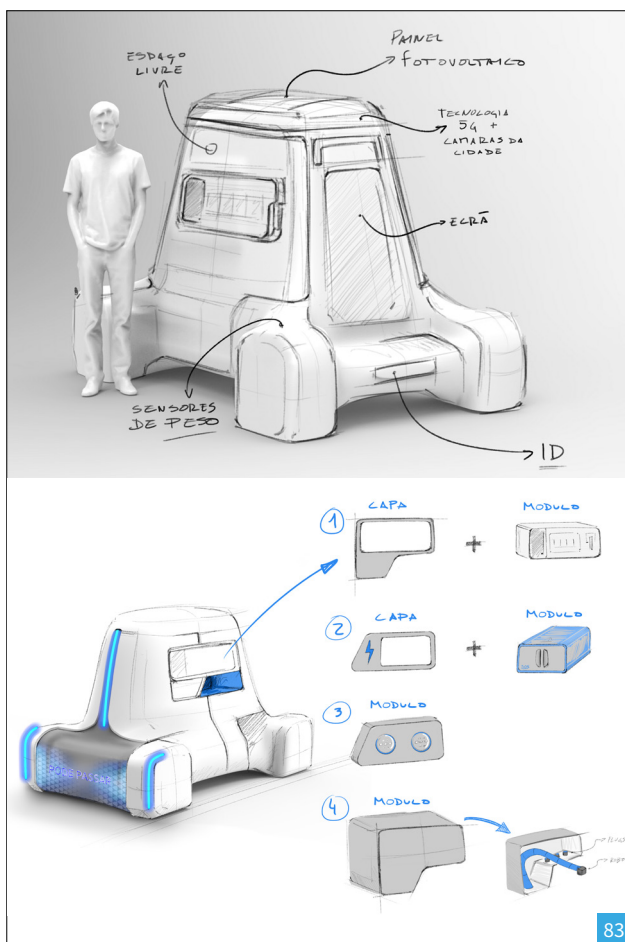
[80] Estudo das dimensões



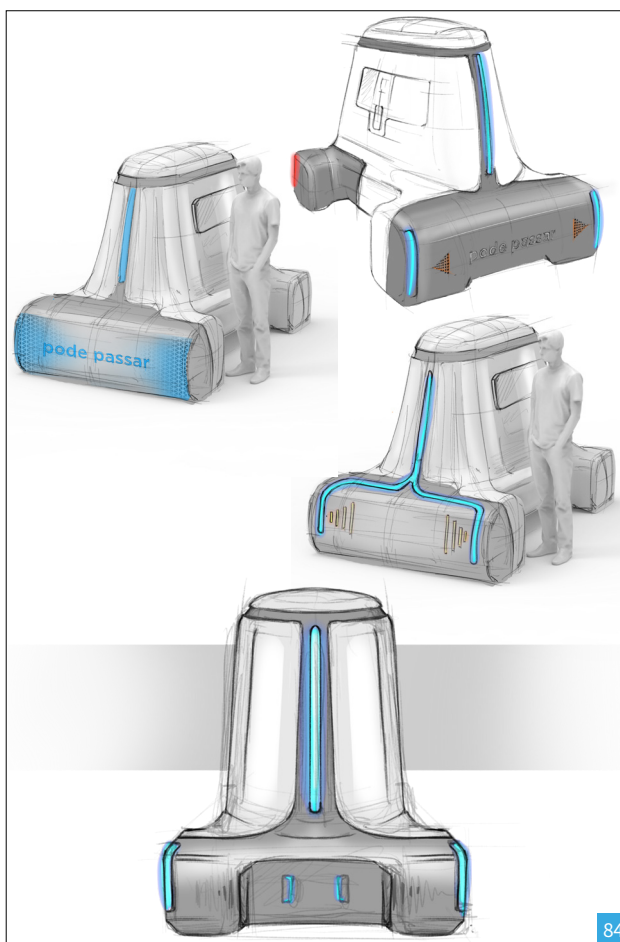
[81] Esboços com as dimensões base



[82] Conceito para ecrã e iluminação (com diferentes cores)



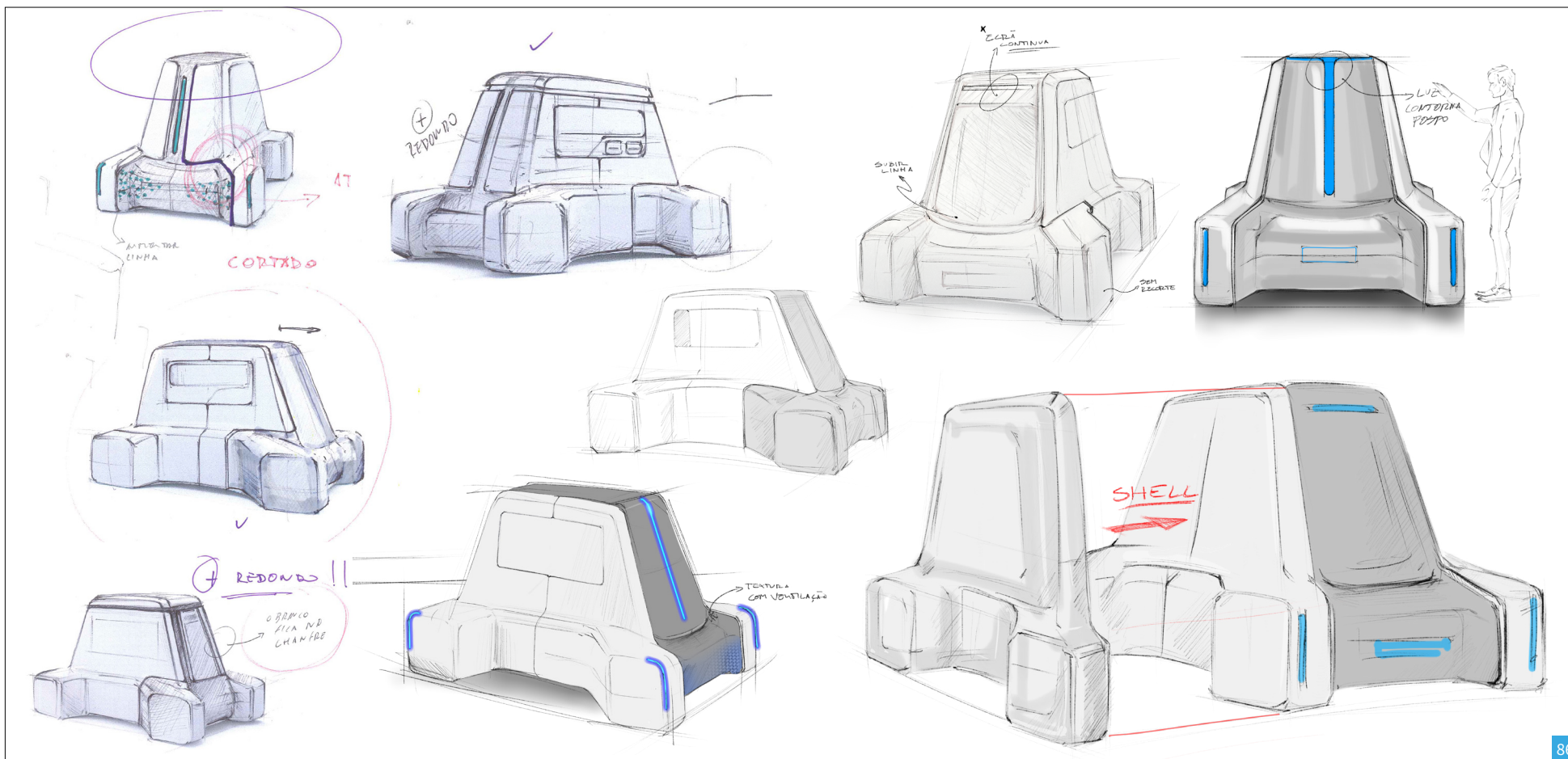
[83] Características do produto e estudo dos módulos, sendo que o 4º corresponde ao robotizado



[84] Desenho da iluminação e interação da luz central



[85] Formas geométricas estudadas para a iluminação e ventilação



[86] Esquissos da linguagem formal final com detalhes do conceito de Shell

4.8 Modelos de estudo CAD

Juntamente com os esboços foram realizadas modelações CAD¹ de estudo recorrendo ao *software Alias Speedform*, respeitando as dimensões gerais do produto, de forma a que fosse possível adquirir uma visão mais realista das propostas e uma melhor perceção da escala.

O *software* utilizado é compatível com *Alias AutoStudio* permitindo posteriormente uma manipulação do modelo mais controlada.

Com estas modelações desenvolveram-se modelos de conceito (produzidos em FDM²) e renders para sinalizar defeitos e apontar críticas



1- Desenho assistido por computador (CAD - do inglês computer-aided design), é uma tecnologia de software para projeto e desenho técnico, no qual substitui o desenho manual pelo processo computacional.

2- Processo de fabricação 3D por deposição de material (FDM do inglês *Fused Deposition Modeling*)

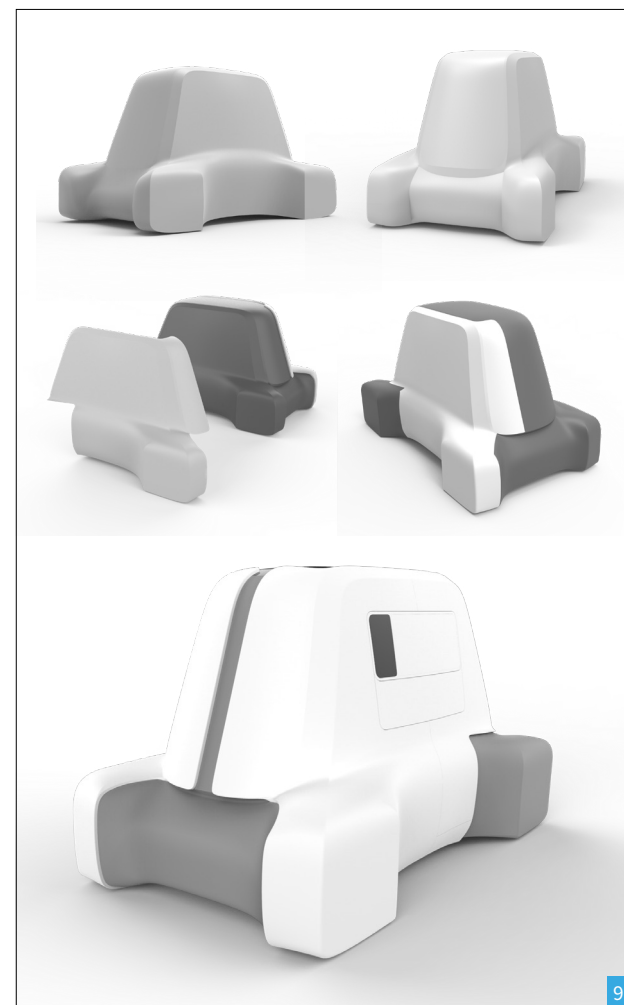
[87] Modelação do conceito final em Autodesk Speedform



[88] Renders da primeira modelação



[89] Exploração sobre a modelação 3D



[90] Exploração da modelação da forma final

4.9 Modelos do conceito

Depois de definido o conceito base e para uma visualização mais real foram produzidos três modelos através do processo aditivo FDM, recorrendo às máquinas da empresa. Os modelos têm a mesma escala possibilitando uma comparação direta das alterações. O acabamento foi realizado com tinta acrílica.

Resultados da análise e comparação dos modelos

Modelo 1

- Pouca definição na forma;
- Zona da plataforma e rodas muito pequenas;
- Melhor proporção (muito alto);
- Manter cortes na capa branca.

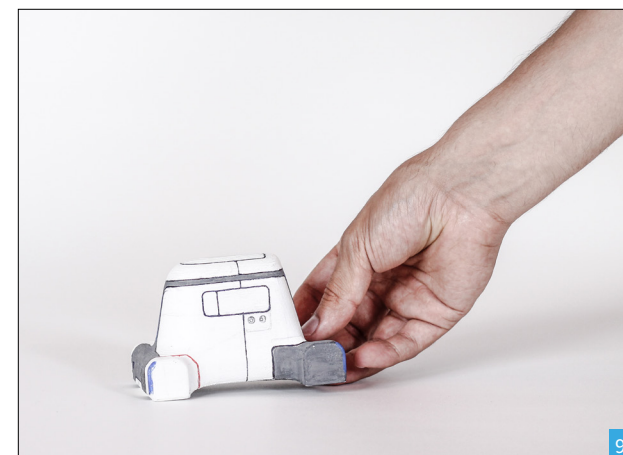
Modelo 2

- Correções de proporções;
- Zona do ecrã muito recuada;
- Corrigir curvatura do topo para criar mais definição e tornar visualmente mais baixo.

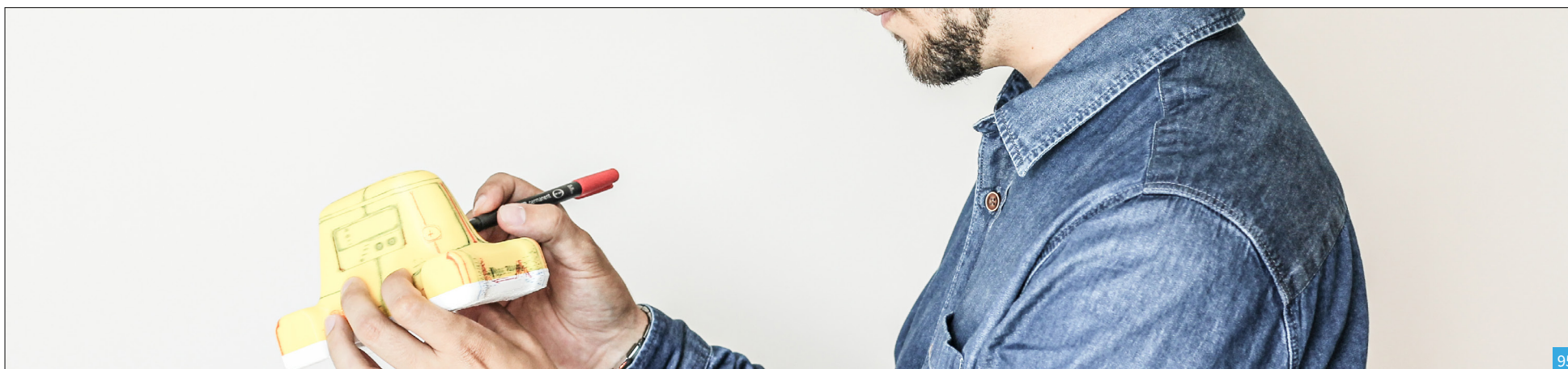
Modelo 3

- Boa definição da forma;
- Corrigir superfícies dos cortes (das partes brancas).

A partir deste modelo foram elaboradas alterações tanto no desenho das peças brancas como das luzes e ecrã.

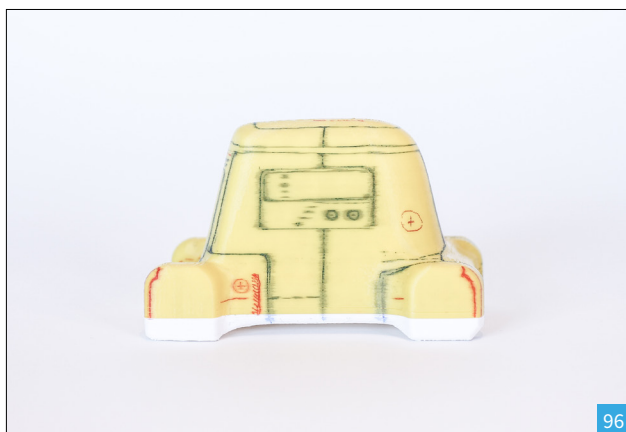


[91];[92];[93];[94] Diferentes vistas do modelo 1 com anotações sobre a definição



95

[95] Análise do modelo 2 e da sua iluminação (antes do acabamento)



96

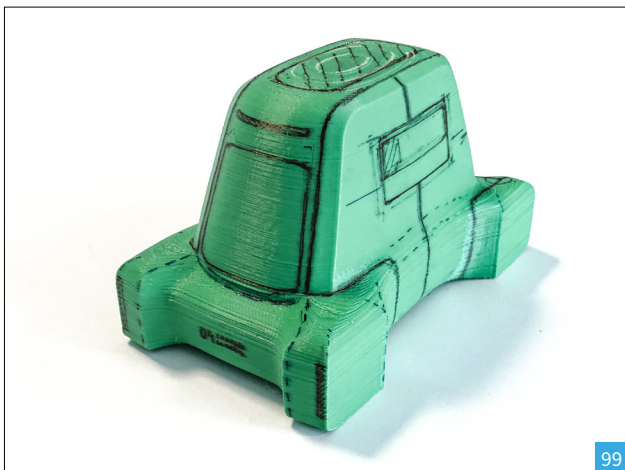


97



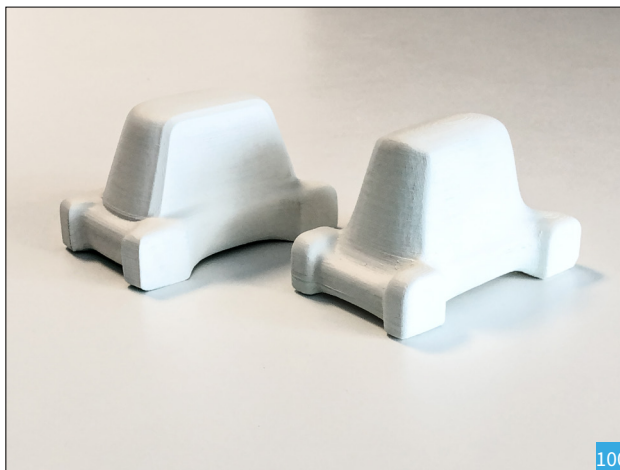
98

[96];[97];[98] Diferentes vistas do modelo 2 (antes do acabamento)



99

[99] Modelo 3 (antes do acabamento)



100

[100] Comparação do modelo 2 (direita) e o modelo 3 (esquerda)



102

[102]; [103] Modelo 3 com acabamento

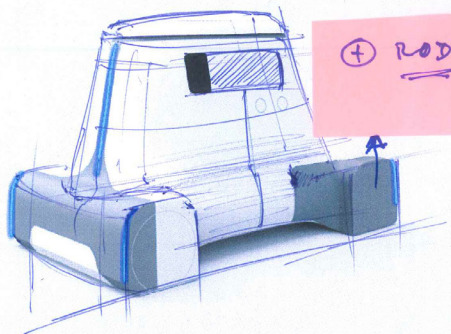


103



101

[101] Processo de pintura com tinta acrílica



⊕ RODA
670

AUMENTAR LINHAS

MUDAR A ILUMINAÇÃO (Aproveitar espaço ventilação)

REFORÇAR ESTA CURVA

CRIMAR GRELHA?
LUZ GRELHA

APROVEITAR PARA VENTILAÇÃO

FILIZ

BASE ⊕ LARGA

RAMOS. ESTÁGIO
RICARDO. ESTÁGIO
456. RTY. FGH.
RICARDO. RAMOS

CURVA NA FRENTE

INTERAÇÃO DA ILUMINAÇÃO

SEM BRANCO TESTE!
(MODO MAIS FUNKY DESTACA AS RODAS)

OS SENSORES DE PESO ESTÃO NOS AMORTECEDORES



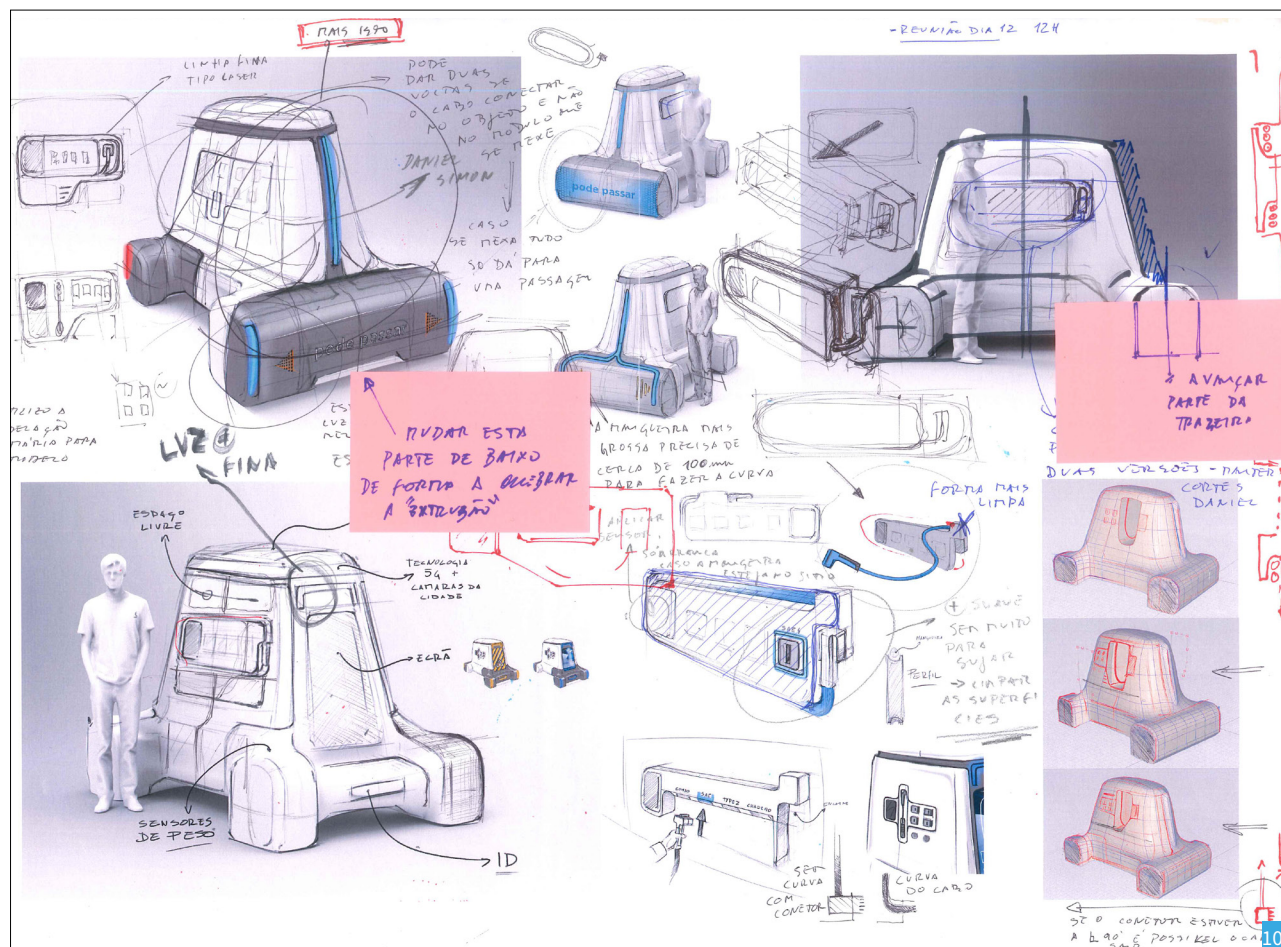
4.10 Correções e definição formal

Durante o decorrer do processo, o projeto foi partilhado e revisto com os orientadores no CEiiA e na ESAD, o que permitiu que as várias propostas fossem avaliadas e comentadas de modo a ser possível perceber a direção que o projeto deveria seguir. Depois de definido o conceito base, foram realizados acertos na forma para assim ser possível começar a definição final do projeto. Paralelamente à revisão dos orientadores, foi também importante o apoio e *feedback* dos colegas da equipa.

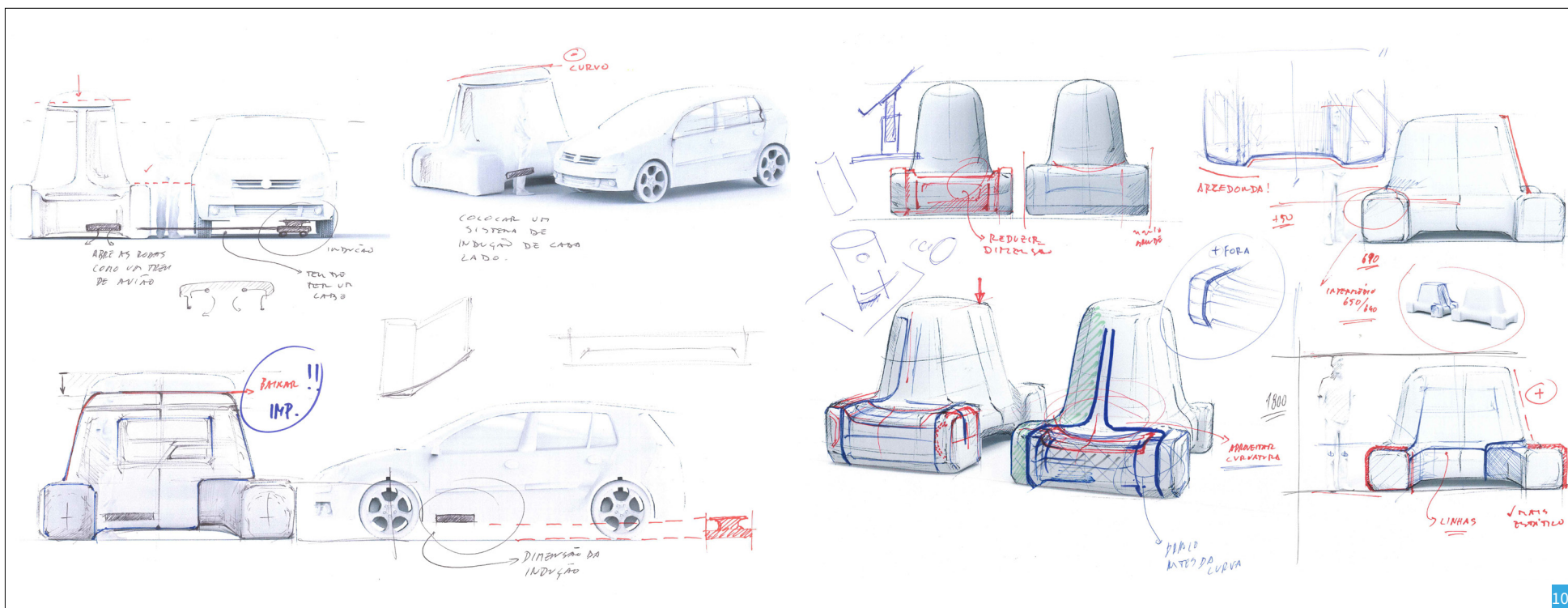
Com base no *feedback* foi seleccionada uma das linguagens anteriormente exploradas de modo a refina-la e detalha-la, recorrendo a modelação e renders. Esta abordagem procurou controlar a forma e atribuir uma maior fidelidade aos desenhos iniciais, mas mantendo abertura a iterações.

Apontamentos

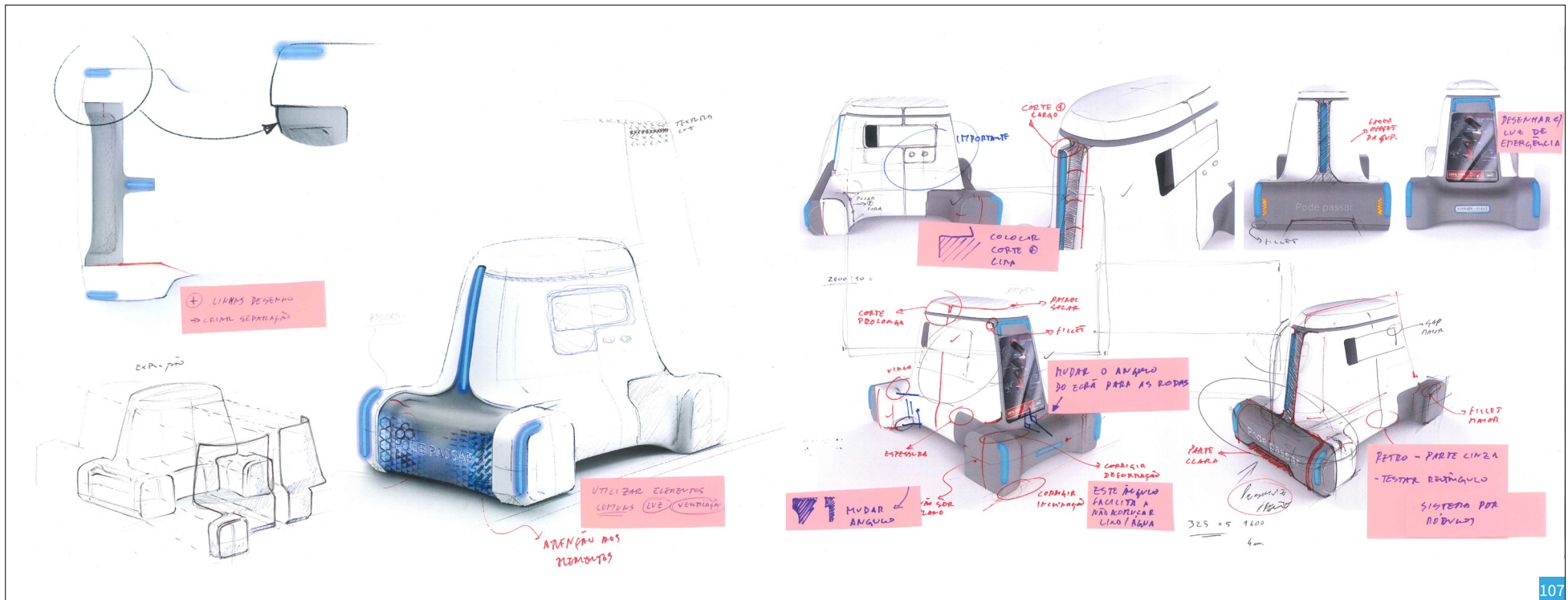
Estas anotações são referentes às dimensões; detalhes da linguagem do produto; correção ao nível da posição da traseira e da altura do veículo.



[105] Conjunto de anotações para futuras alterações feitas de forma autónoma e em reuniões com os orientadores no CEiiA



[106] Anotações das proporções, conceito do AGV para carregamento com indução e anotações da linguagem do posto



[107] Registo relativo à linguagem formal do posto



4.11 Protótipo final

Este protótipo, realizado à escala 1:6 em espuma de alta densidade, teve como base para a maquinação um modelo 3D sem detalhe e em seguida foi programado para a CNC [fig.109]. Nesta fase foi importante entender os limites da máquina e adaptar o processo. Para a maquinação foram utilizadas duas fresas: Uma fresa de desbaste [fig.113] e em seguida uma fresa esférica de 20mm [fig.114]

O processo de tratamento das superfícies foi o seguinte:

Aplicação da massa de poliéster - Indispensável para criar uma primeira camada de contacto com a tinta e corrigir os defeitos da maquinação. Antes de aplicar a massa de poliéster foi feito um teste para ver se ocorria algum tipo de reação com o material;

Correção e alisamento de superfícies [págs. 65 e 66];

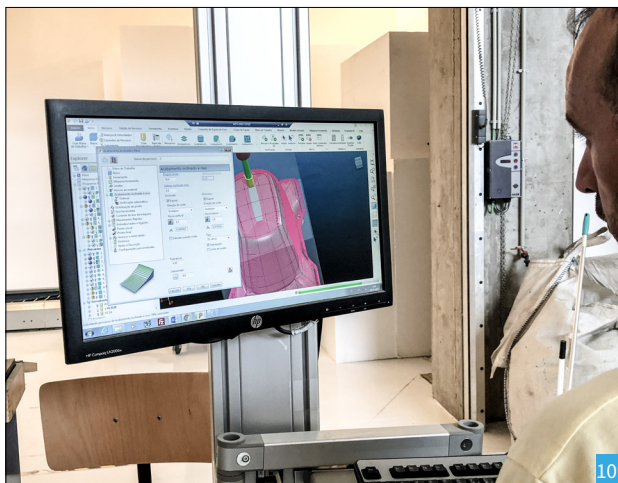
Aplicação do primário - Para isolar e conseguir detetar pequenos erros;

Preparação para a pintura - Eliminar defeitos; reduzir os riscos da superfície e produzir máscaras para a pintura [fig.156 em anexo]

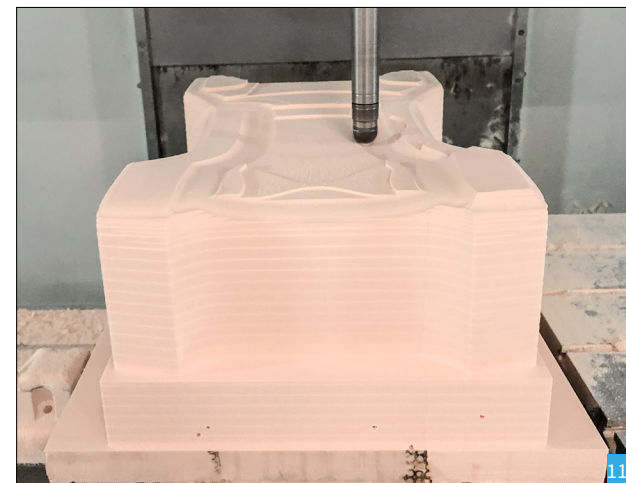
Aplicação de tinta em ambiente controlado - A pintura do protótipo teve de ser aprovada pelo chefe de equipa do departamento do *workshop*, juntamente com o pedido para pintura foi entregue um documento com as referências RAL de cada cor [fig.157 em anexo]. A pintura foi realizada em ambiente controlado pelo funcionário do CEiiA Pedro Marques. [fig.125]

Colocação do vinil - De modo a simular a iluminação e os módulos foram colocados vinis. [fig.127]

O protótipo foi uma ferramenta essencial para entender e definir o que o posto poderia vir a ser no futuro. Mostrando a solução escolhida com fidelidade.



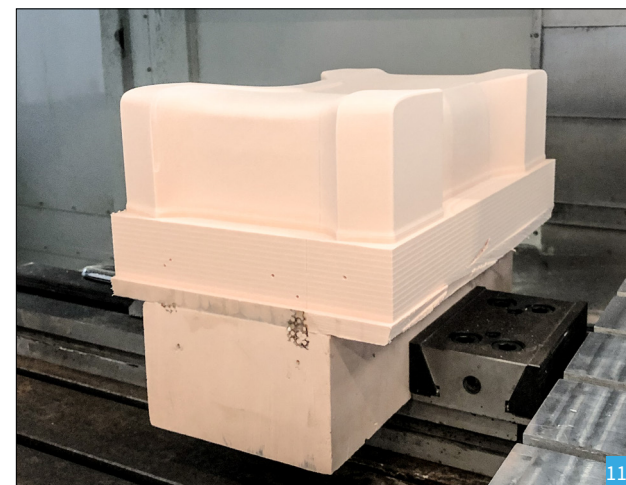
[109] Programação do código para a maquinação CNC



[110] Primeira fase da maquinação



[111] Diferentes tipos de fresas utilizadas no CEiiA



[112] Primeira fase da maquinação terminada ainda com um zona intermédia por cortar para conseguir garantir o alinhamento quando reposicionado



[113] Processo de maquinação com fresa de desbaste



[114] Processo de maquinação com fresa esférica



[116]; [117] Correções gerais com a aplicação de massa poliéster



[115] Lixar e cobrir fissuras



[118] Processo inicial do tratamento das superfícies com lixadora



[120] Apreciação dos defeitos e pequenas deformações nas superfícies com massa



[119] Processo do tratamento das superfícies e recorte dos limites da forma



[121] Depois de aplicado primário o modelo foi lixado e preparado para pintura



[122] Teste em papel para dimensionamento dos vinhos



[123] Modelo preparado para a segunda aplicação de primário



[124] Processo de limpeza para a pintura, máscara e pintura



[125] Processo de pintura com máscaras para isolar as diferentes cores



[126] Referências da paleta RAL utilizadas para escolha de cores



[127] Aplicação de vinil para simular os recortes e iluminação do projeto



[128] Zona dos módulos e painel solar do protótipo



[129] Detalhe da iluminação no protótipo



[129] Detalhe do protótipo





4.12 Estudo da interface

Cada vez mais as vidas estão conectadas com a cloud e são inúmeras as aplicações que fazem parte do automóvel e da cidade que começam a migrar para os dispositivos pessoais dos condutores. (LeasePlan, s.d.)

Para o desenvolvimento da aplicação móvel e da interface do posto foi tido em conta o conceito de *User Interface* (UI). Visto que a interface é o meio com o qual o utilizador interage e controla o posto, foi necessário garantir que a solução continha elementos de fácil acesso e utilização, fornecendo uma experiência amigável que não cause frustrações ao utilizador. Para esta fase o recurso ao conceito de *affordance* foi igualmente importante, pois o utilizador sente-se mais confortável quando encontra padrões que reconhece.

Interação entre o dispositivo e o utilizador

Para alcançar um resultado final satisfatório manteve-se uma relação simbiótica entre os conceitos de *User Interface* (UI) e *User Experience* (UX).

O conceito de *User Interface* não é só sobre a aparência da aplicação ou as formas que a compõe, mas sim a maneira como funciona e como a interação é realizada, indo além do aspeto que o produto tem. O termo *User Experience* está relacionado com a experiência do utilizador e as suas emoções. É responsável por estudar as melhores maneiras de atender as necessidades dos utilizadores, englobando todos os aspetos da interação do utilizador final com os serviços.

Desenvolvimento

Não sendo parte dos objetivos previstos para este estágio, a interface criada é uma base para ser futuramente desenvolvida por parte do CEiiA.

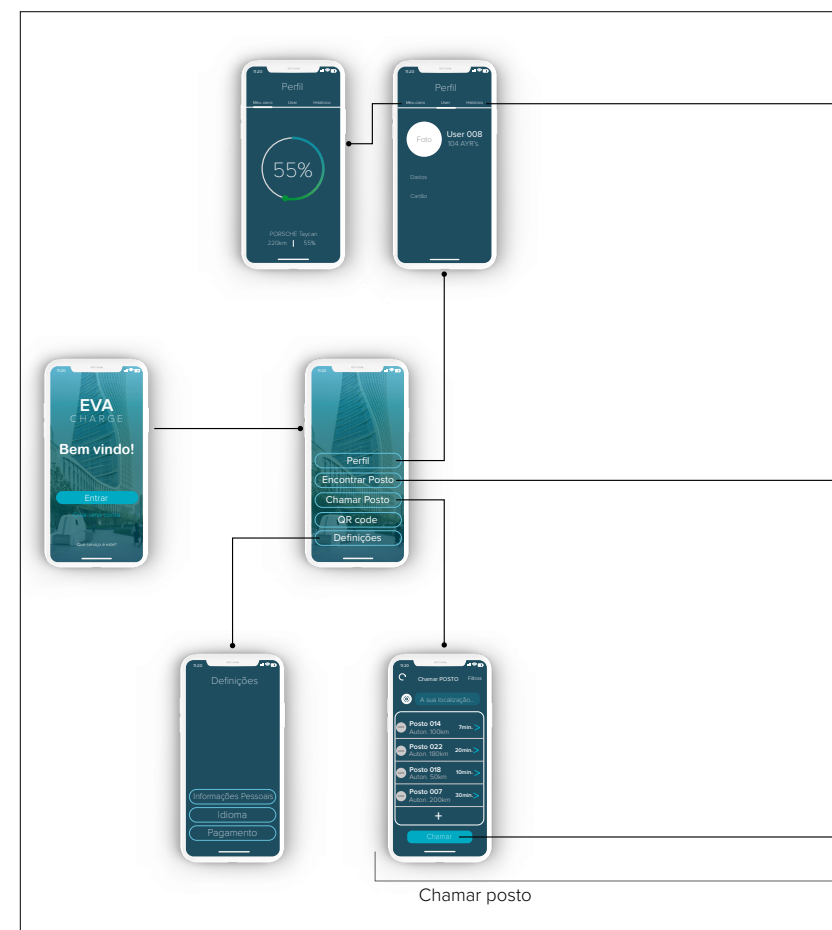
As cores escolhidas foram uma gama de azuis, mantendo a coerência com o robô, mas poderão ser alteradas consoante o operador.

Conceito

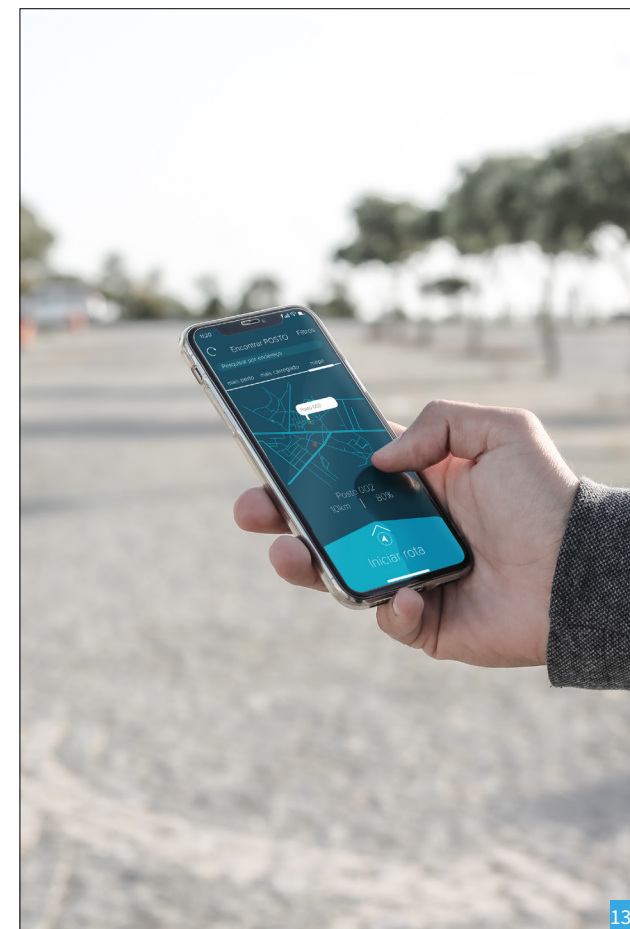
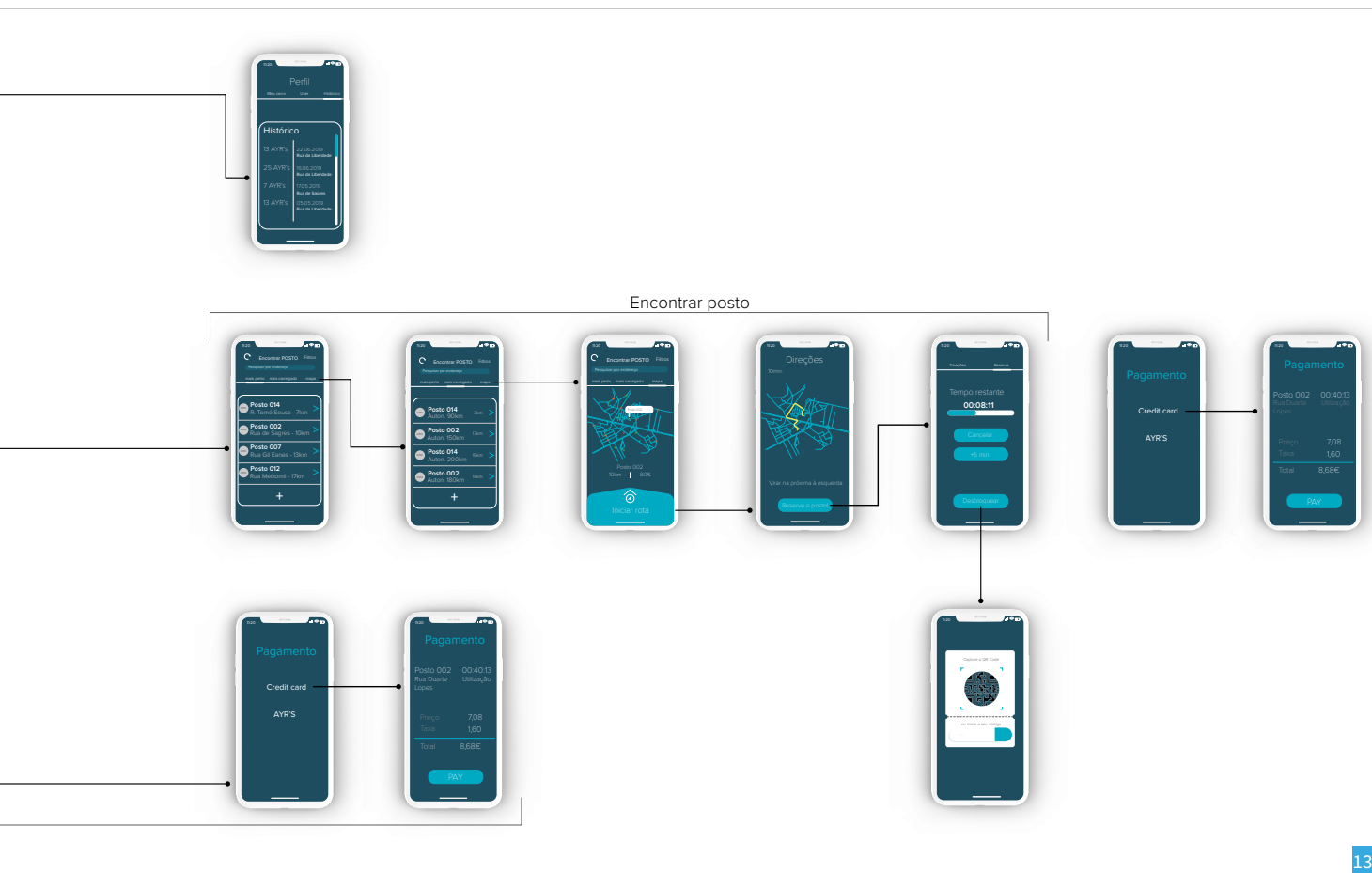
A aplicação móvel estará constantemente ligada e atualizada com os postos de carregamento, informando tanto da disponibilidade como do funcionamento. Através de IA haverá um registo e mapeamento dos carregamentos e a partir daí existirá uma sugestão, para o utilizador, das suas zonas favoritas. A aplicação é rápida e eficiente: torna os postos de recarga fáceis de localizar, usar e pagar.

Modos de utilização

Esta APP divide-se em duas utilizações: "encontrar" e "chamar". No menu "encontrar" estão disponíveis 3 opções de pesquisa ("mais perto"; "mais carregado"; "mapa"), depois de selecionado o posto o processo é rápido, sendo que é sugerido um trajeto (através do GPS) para a localização do posto de carregamento e ainda permite reservá-lo.



[132] Esquema com a sequência de ecrãs dos dois modos de utilização da APP (encontrar e chamar)



[133] Simulação da utilização da aplicação móvel

Tanto para a aplicação móvel como para a interface do posto, foram realizados *wireframes* e testes com os diferentes menus. [fig.134]

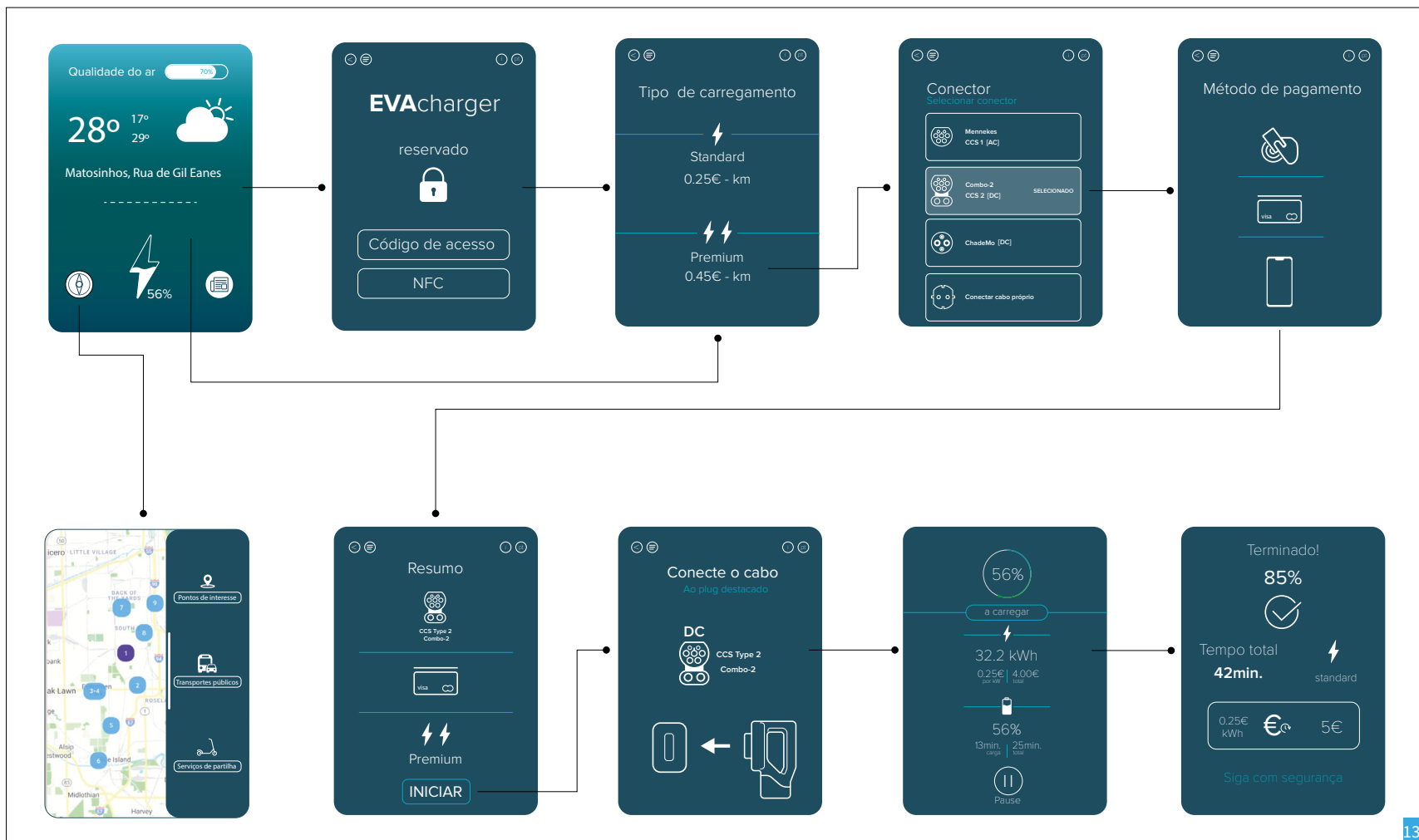
A interface do posto de carregamento mantém uma linguagem simples e fácil de entender. Em poucos passos é possível colocar o carro a carregar.

O ecrã inicial está conectado com a cidade dando informações básicas, como a qualidade do ar, temperatura, previsões ou notícias. Tem também uma indicação do nível de bateria da infraestrutura.

Para colocar a carregar basta seleccionar o tipo de carregamento (rápido ou *standard*), escolher o conector e método de pagamento; no final validar a escolha e conectar o cabo já desbloqueado. [fig.135] Enquanto o carro recarrega o posto apresenta um resumo em tempo real do custo e energia acumulada.

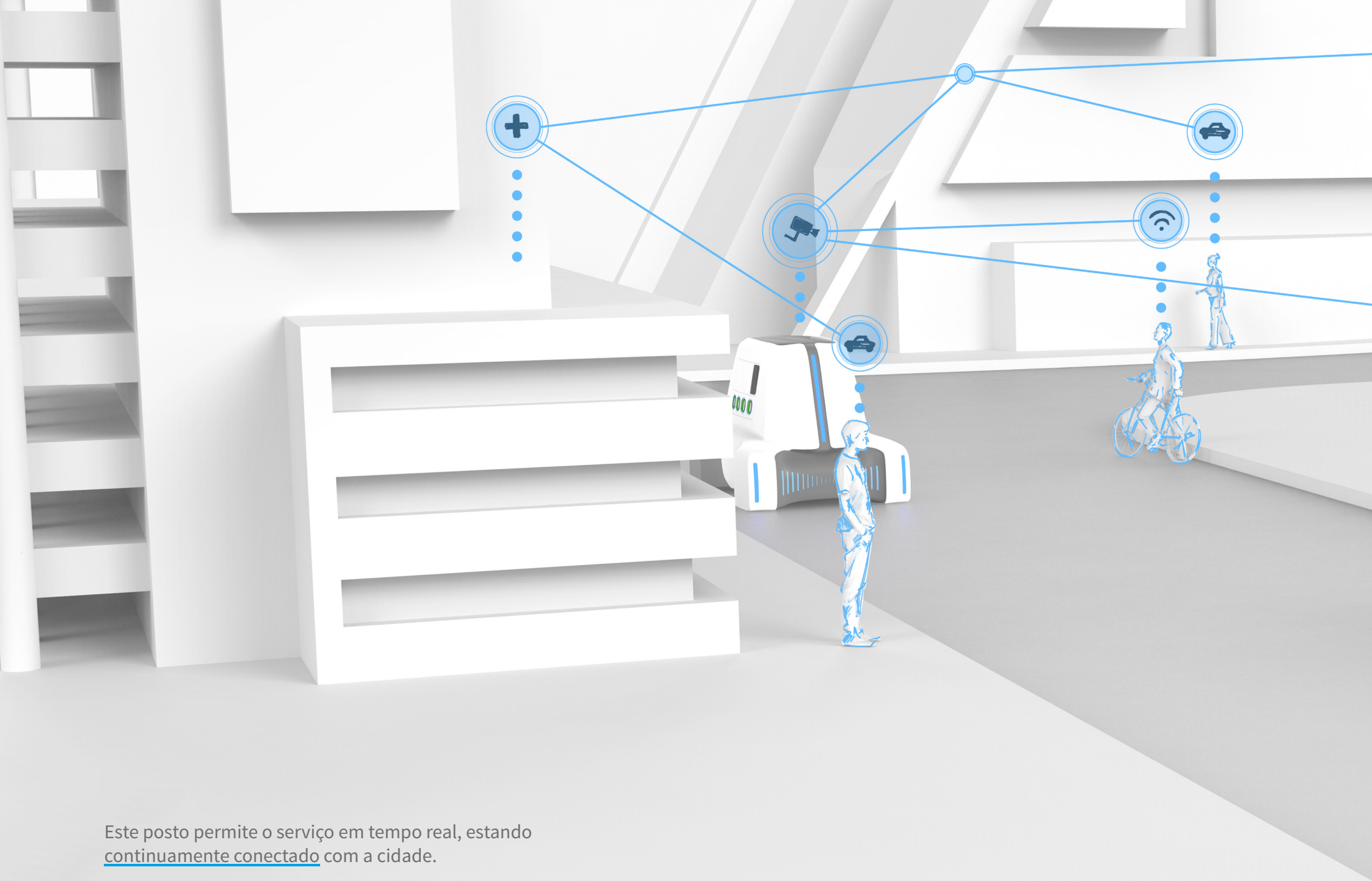


[134] Método utilizado para a seleção e correção dos ecrãs da aplicação com impressos

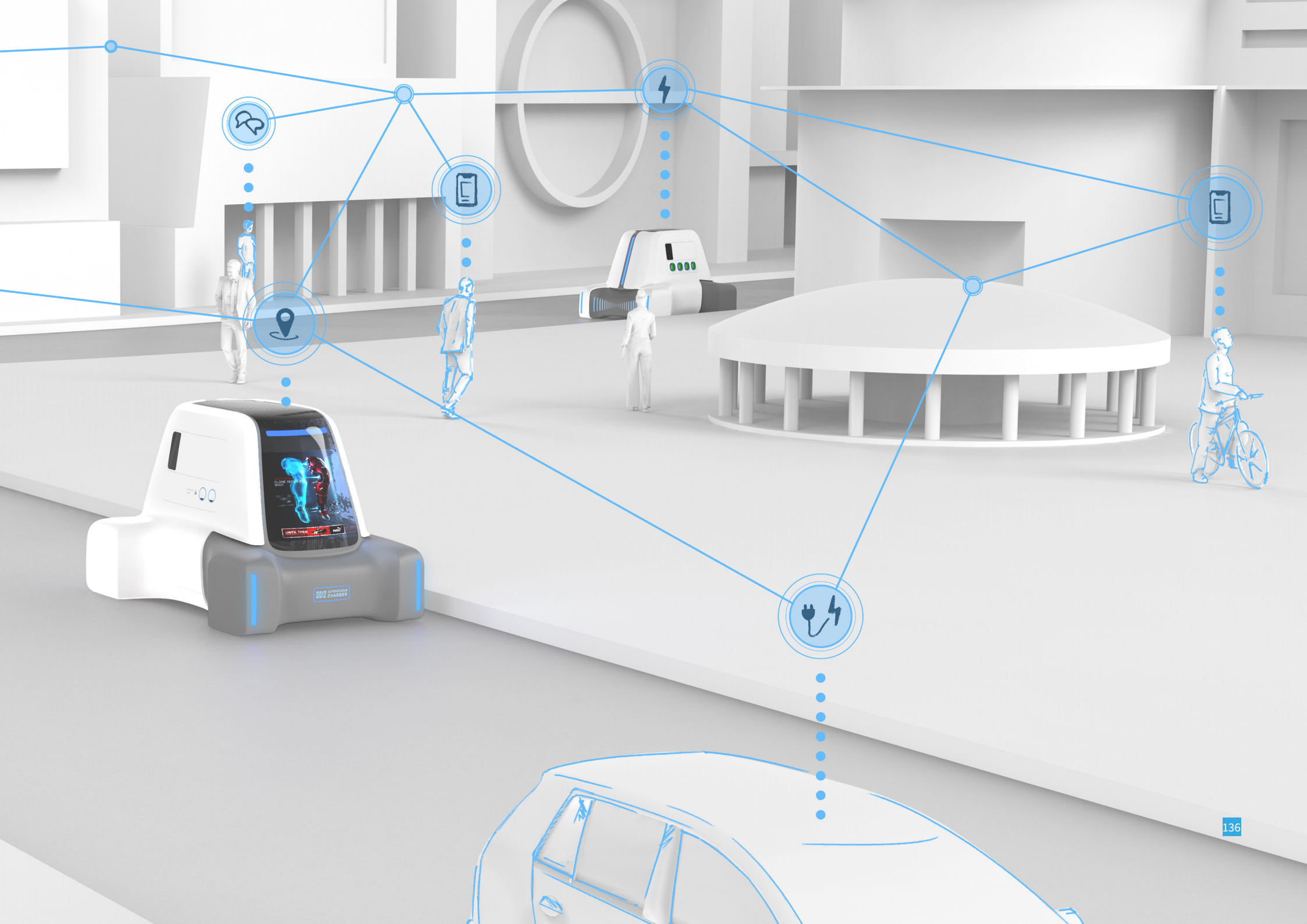


[135] Esquema com a sequência de ecrãs da interface do posto de carregamento

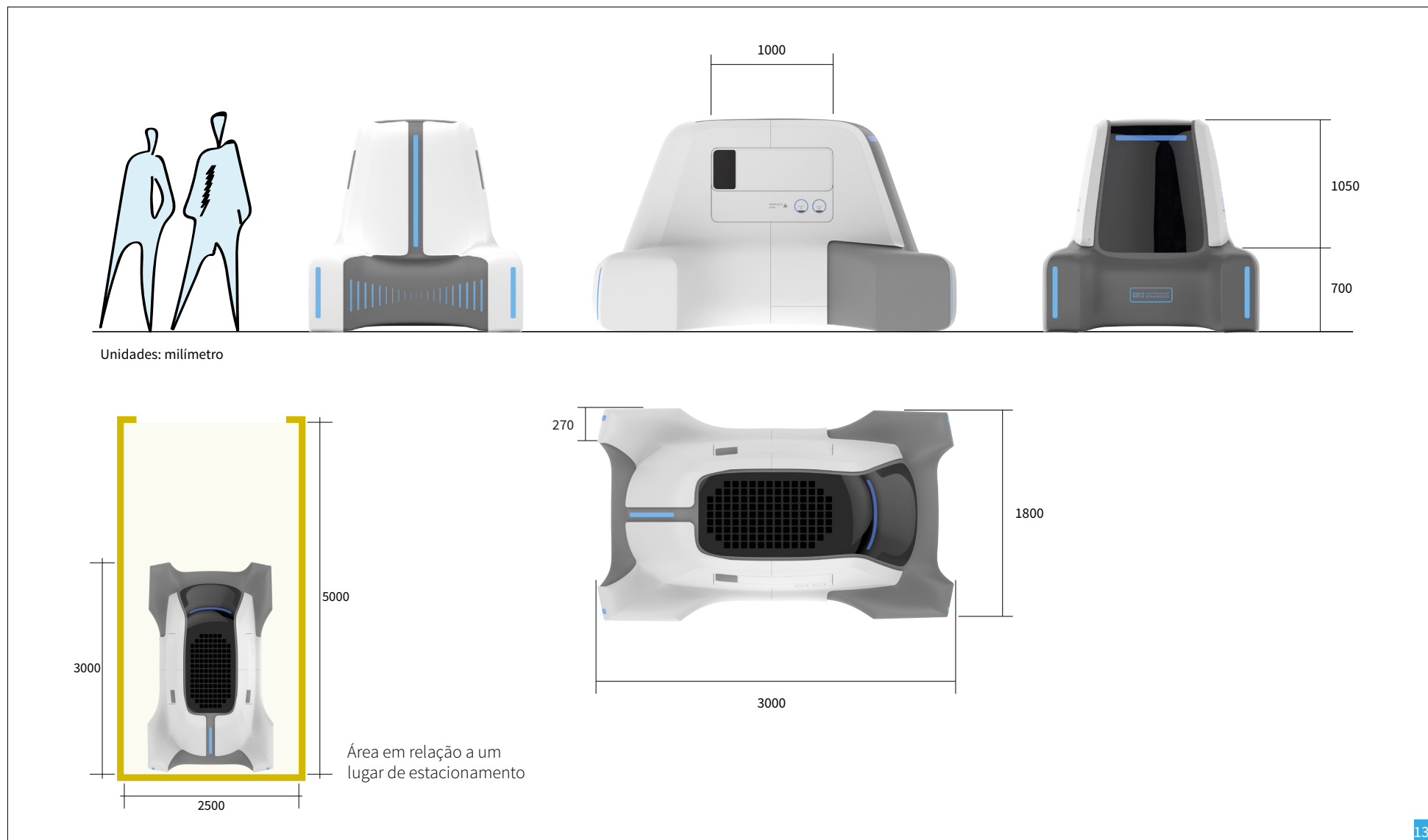
135



Este posto permite o serviço em tempo real, estando continuamente conectado com a cidade.

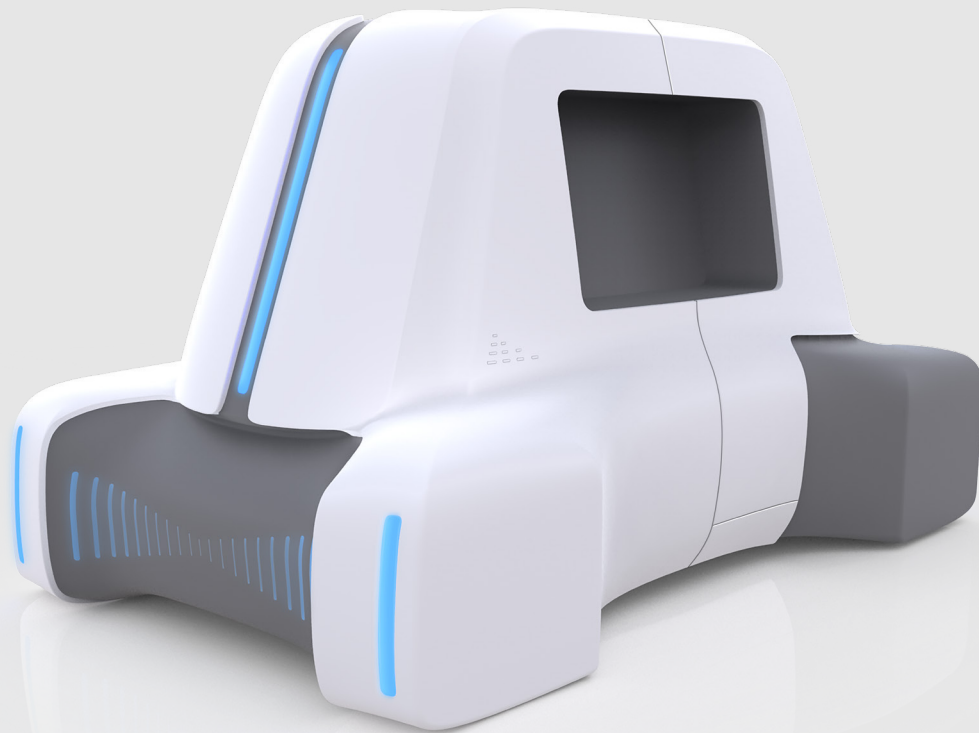


4.13 Características técnicas



[137] Esquema técnico com as dimensões gerais

4.13.1 Configurações



Posto de carregamento autônomo com sistema modular, permitindo que cada operador possa ajustá-los às suas necessidades. Além dos módulos desenvolvidos há também um extra de carregamento por indução (através de um AGV).



1. Apenas com sistema de carregamento para automóveis (o módulo inferior pode ter inúmeras funções)



2. Composto pelo sistema de carregamento para automóveis e um módulo de baterias para scooters



3. Composto pelo sistema de carregamento para automóveis e um módulo com duas tomadas Mennekes

138

[138] Exemplos de diferentes módulos para o posto de carregamento

4.13.2 Módulo de carregamento automóvel

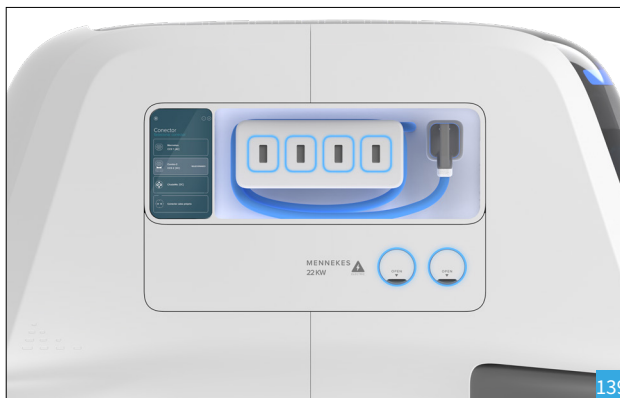
O módulo principal desta infraestrutura é representado pelo de carregamento automóvel.

O interior deste módulo está iluminado de forma a tornar a zona mais agradável.

A luz é um fator determinante na identificação do conector selecionado, pelo que foi criada uma interação: Quando acesa de forma difusa é apenas de presença e no momento em que é desbloqueado o conector, a luz cria interação com o utilizador, tornando-se intermitente e mais intensa.

O cumprimento do cabo elétrico poderá ir de 2 a 4 metros de comprimento (cabo diâmetro maior).

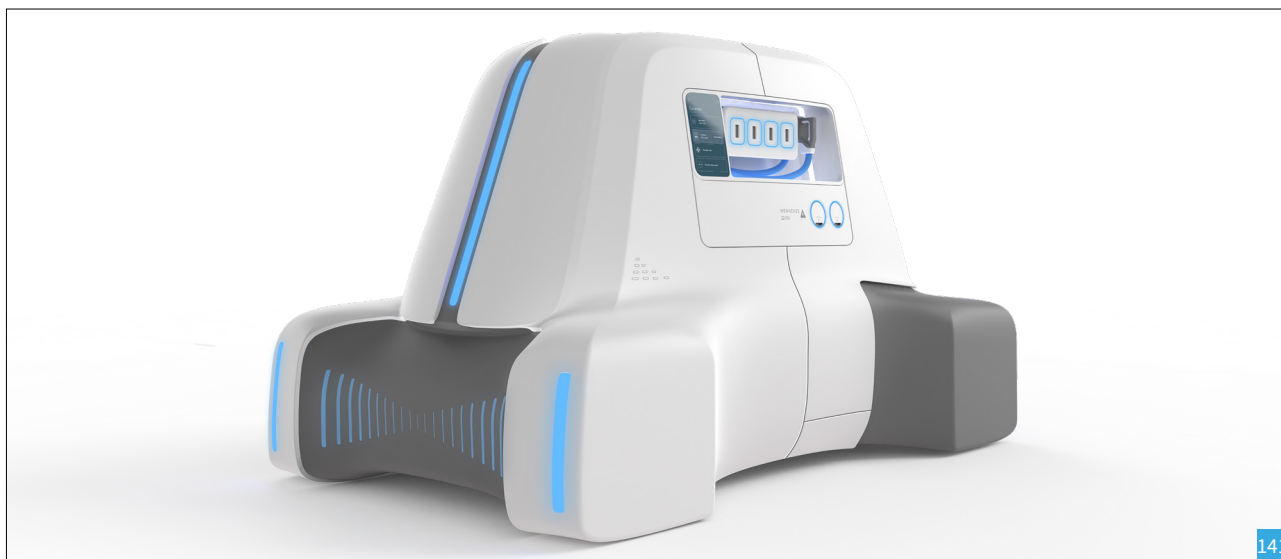
O módulo só permite quatro tipos de conectores, mas os mesmos podem ser alterados por cada operador.



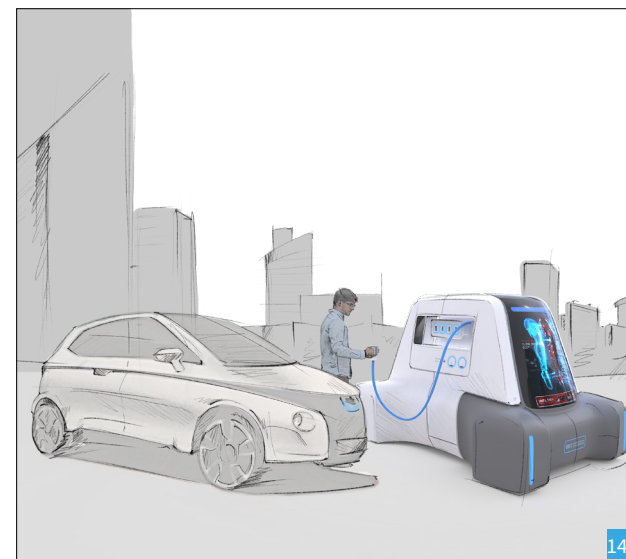
[139] Módulo de carregamento com diferentes tomadas



[140] Detalhe da zona interior do módulo iluminada



[141] Posto de carregamento com zona de carregamento exposta



[142] Composição do momento de carregamento



"The details are not the details,
they make the design"

Charles Eames



4.13.3 Principais características

Design - O posto está em conformidade com a sua utilização em ambiente urbano. Apesar da resistência dos materiais, que respondem às exigências de resistência como forma de evitar o vandalismo, o design tenta transmitir ser amigável, emocional, especialista e oferecer valor em tudo o que tem. Impacto emocional do produto.

1

Energia fotovoltaica - A eletrificação e a geração fotovoltaica são duas tecnologias independentes, mas emergentes nos setores dos transportes.

Foi aplicado a esta infraestrutura de carregamento a tecnologia fotovoltaica, de forma a recarregar parte das suas baterias. Este sistema serve apenas como *back-up* energético, pois as fontes renováveis, com base em fluxo e não em *stock* de energia, dependem de vários parâmetros técnicos e meteorológicos não sendo possível atender à demanda de energia em todos os momentos. (Borba, 2012)

Com esta sinergia conseguimos benefícios:

- Diminuir a sobrecarga da rede elétrica em alturas de picos
- Gerar eletricidade de forma ecológica.

2

Segurança - A segurança é fundamental para algo que circula pelas cidades. Pelo, de entre todos os sensores já mencionados, que utiliza também sensores de peso na suspensão para evitar que se inicie a marcha com utilizadores agarrados. A somar a isso as superfícies evitam pegadas.

3

ID e interação - A luz do centro é colocada dentro da superfície cinza (tecnologia de iluminação já apresentada em conceitos como o Bentley EXP 100 GT), criando a interação que se pretende de forma mais livre, sem limitar o modelo ou a mensagem. Na zona iluminada o veículo interage com os habitantes da cidade através de mensagens, podendo, por exemplo, dar indicações aos peões. E no lado oposto tem um ID onde é identificada a infraestrutura.

4

Ecrã versátil - O desenvolvimento de cidades inevitavelmente dá origem ao aumento substancial dos serviços multimédia. Posto isto o ecrã mantém um carácter multifunções podendo conter publicidade, notícias e informações pertinentes para a cidade. A publicidade poderá funcionar como uma amortização do investimento. Esta característica mostra-se vantajosa para o operador, visto que pode pagar parte do custo da sua frota.

O ecrã mantém ainda características de sinalização de emergência e avisos [fig.145], visto que este posto de carregamento



[145] Iluminação em situações que requerem atenção por parte do automobilista

to situa-se, também, no mercado de assistência rodoviária funcionando como um serviço de emergência, quando utilizado o modo "chamar" (comparável à *The Automobile Association - AA*¹)

5

Tração e direção - Este veículo tem direção nas quatro rodas, característica que facilita as manobras mais apertadas e a sua circulação pelas cidades. Este sistema facilita a manutenção e construção do posto de carregamento, visto que se utiliza o mesmo módulo para ambos os lados.

6

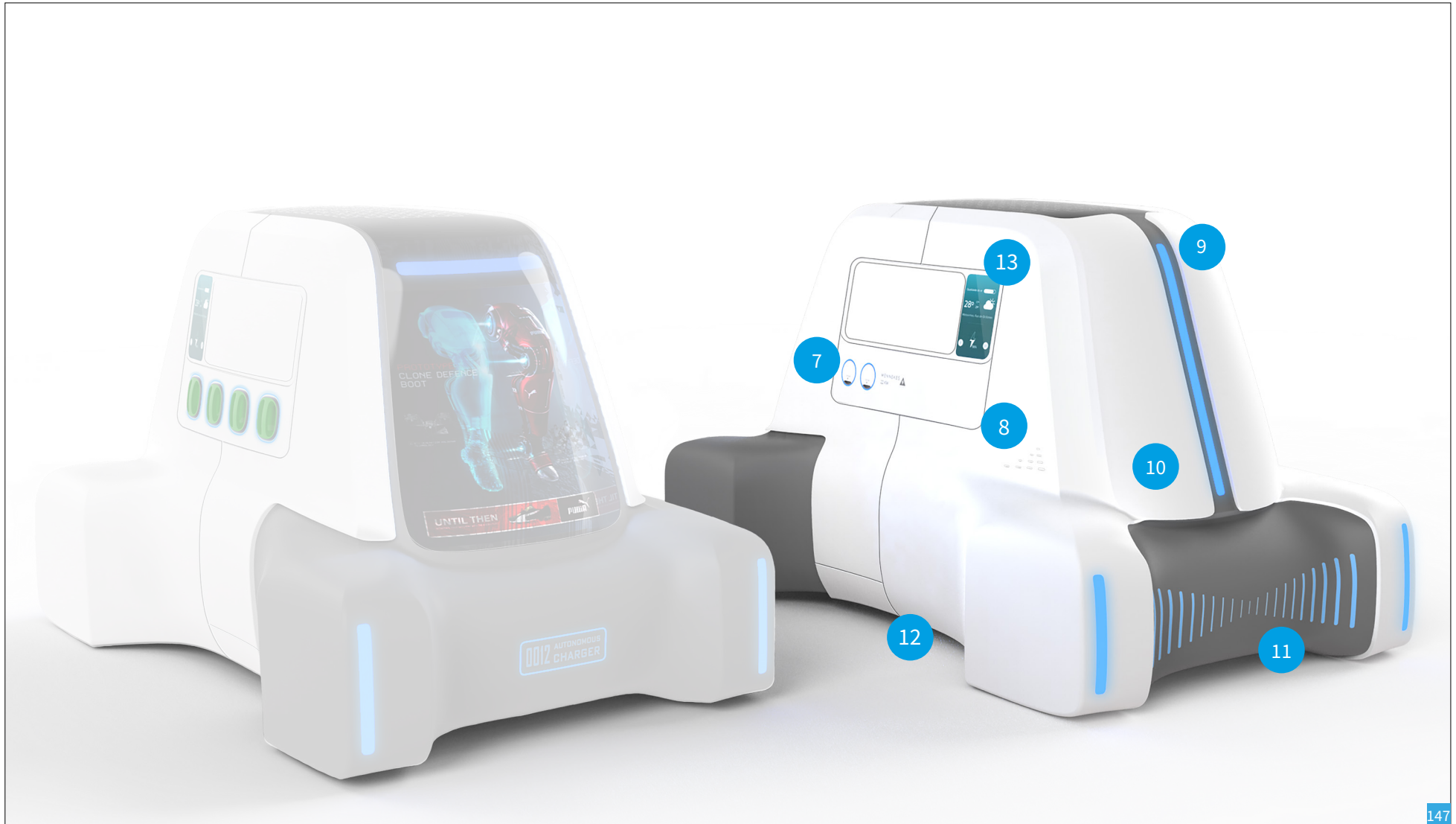
Iluminação dos diferentes módulos - Os módulos são iluminados, dando indicações do seu estado ao utilizador [fig.158], portanto esta função permite saber se o conector está livre para utilização.

No caso do módulo da GOGORO quando a bateria está em carregamento a luz tem um cor diferente informando do número de baterias disponíveis, mesmo que à distância.



[146] Iluminação do módulo das tomadas Mennekes

1- Associação britânica de automobilismo fundada em 1905, que oferece cobertura de avaria na estrada.



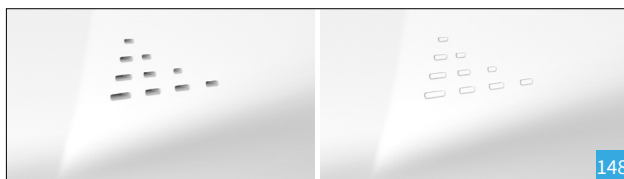
Inteligência - A inteligência artificial neste produto é também aplicada à logística dos utilizadores, por exemplo horas e lugares de maior fluxo de pessoas. Portanto A gestão inteligente que este produto tem facilita a satisfação do utilizador e também o trabalho de quem gere o serviço.

7

Fast Charge - O posto de carregamento contempla carregamento rápido pois embora, nas cidades, o carregamento rápido seja muitas vezes desnecessário para os VE de longo alcance, já que é improvável que o alcance do veículo exija extensão de intervalo, é conveniente que a estação esteja equipada com este sistema que deve ser capaz de fornecer uma recarga que permitiria adquirir uma carga da bateria mais rapidamente. Além de que, a disponibilidade destes carregadores rápidos em estradas e zonas suburbanas facilita viagens regionais para VE de alcance limitado e possibilita também viagens de longa distância.

8

Ventilação periódica - A temperatura afeta negativamente a vida da bateria (Divya e Ostergaard, 2009). Este é um problema a ter em conta, pelo que foi criado um sistema de ventilação discreto que ativa e desativa consoante a necessidade de arrefecimento [fig.148] de forma a garantir alto desempenho e longa vida útil mesmo em locais onde as temperaturas são altas.



[148] Zona de ventilação aberta (esquerda) e fechada (direita)

9

Produto conectado - Este carregador está conectado à camada de transmissão da cidade¹ e ligado, também, à camada de gerenciamento de dados. Esta última executa tarefas de análise, armazenamento e tomada de decisões de dados. (Silva et al., 2018) Permitindo inúmeros dispositivos e fontes de dados conectados a uma única rede.

Além disso, este posto de carregamento opera como um hotspot de tecnologia de rede com tecnologia 5G, que oferece maior cobertura. Este sinal 5G opera também para o seu sistema, uma vez que permite a comunicação *device-to-device*² (D2D), podendo comunicar com outros dispositivos diretamente sem uma infraestrutura de ponto de acesso. (Zhou et al., 2018) Os dados que estes postos podem fornecer são de grande importância para haver uma melhor percepção e análise para a localização de futuros postos fixos.

10

Purificador - As capas brancas além de reforçar a proteção do posto, têm como função purificar o ar tendo na sua composição dióxido de titânio (TiO₂). Este material ajuda a purificar o ar que respiramos.

11

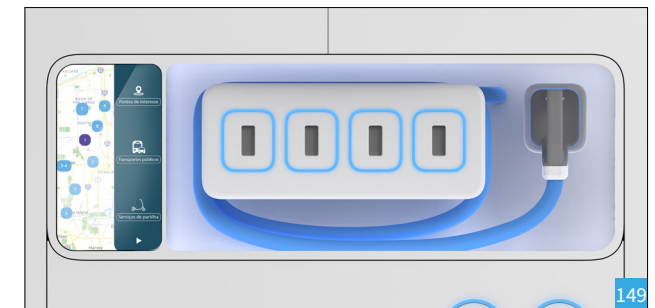
Iluminação - Infraestrutura com presença de noite e de dia. A sua iluminação altera dependendo da hora e segundo o funcionamento: quando estático ou em movimento, sendo que quando em movimento a cor da iluminação varia consoante a sua direção (mantendo as luzes azuis para a dianteira e as vermelhas para a traseira de modo a facilitar a interpretação dos cidadãos). O aspeto gráfico é simples não criando poluição visual.

12

Carregamento - O carregamento das baterias do robô ficam ao encargo do operador, sendo que o posto de carregamento terá a opção de se ligar à rede elétrica, no caso de ficar parado no mesmo sitio. Este sistema facilitará a resposta a uma utilização mais exaustiva como será o caso de eventos ou zonas com uma grande demanda.

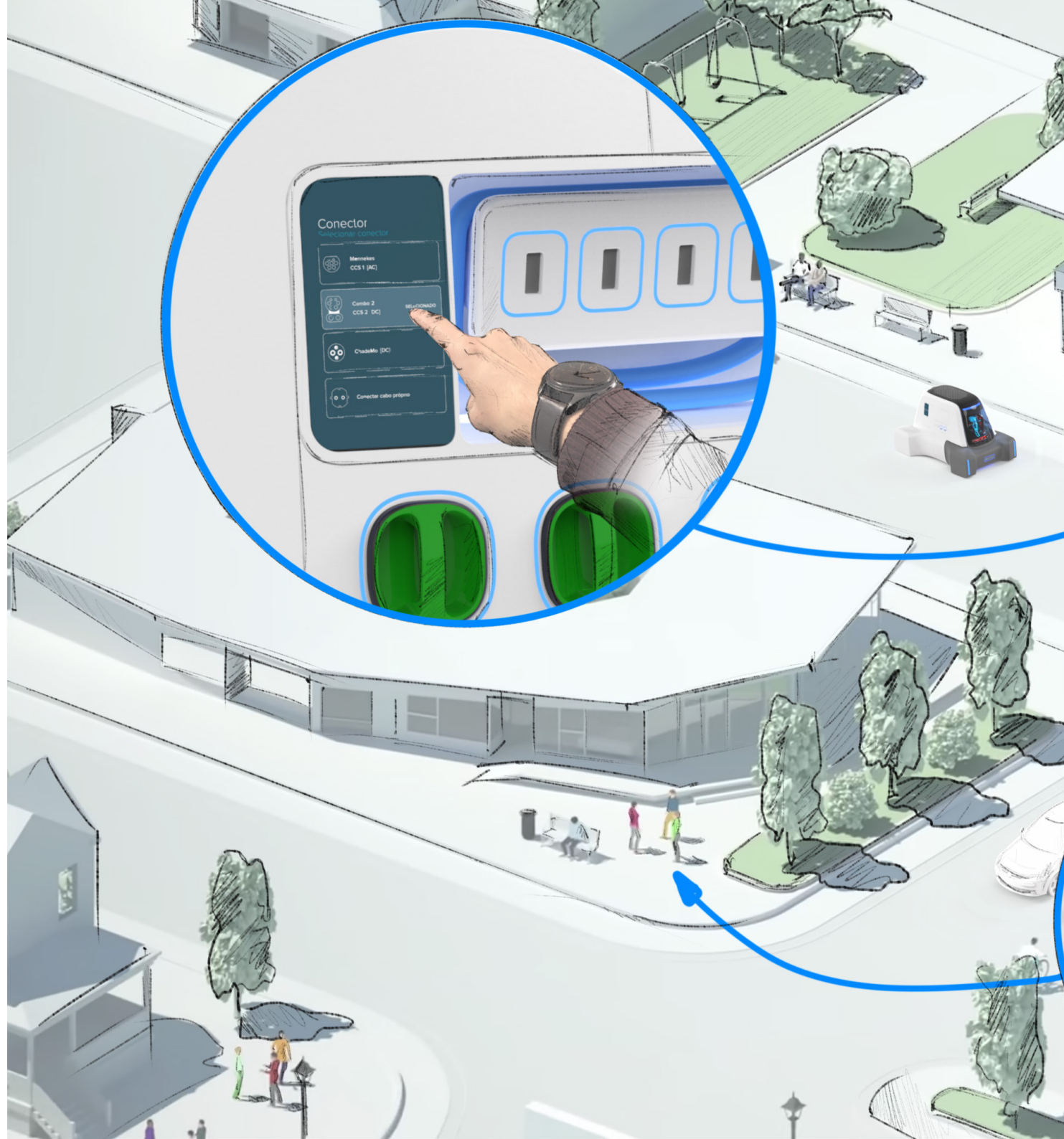
13

Ligação profunda com a cidade - Além das funções para o carregamento, o ecrã do módulo permite criar maior relação com os utilizadores da cidade, pois fornece extras, como o mapa da cidade com acesso a todos os sistemas de mobilidade partilhada e, quando em *standby*, apresenta informações básicas sobre a cidade tais como a qualidade do ar e a meteorologia. [fig.149]



[149] Ecrã com o mapa da cidade

1- A camada de transmissão atua como a espinha dorsal de qualquer arquitetura de cidade inteligente, portanto consiste em vários tipos de tecnologias com fio, sem fio e por satélite. (Silva et al., 2018) A camada de transmissão é dividida em duas subcamadas, isto é, a transmissão de acesso e a transmissão de rede.
2- D2D - técnica de entrega de dados em grande escala nas comunicações 5G, capaz de fornecer uma poderosa capacidade de serviço (Zhou et al., 2018)



A experiência do serviço é completa: facilitando o carregamento à porta de casa, a troca de uma bateria partilhada ou até a reserva um posto de carregamento para um hora específica, recorrendo à aplicação móvel.





5. Considerações finais

"A chair is only finished when someone sits in it"

Hans J. Wegner,

"Uma cadeira só está acabada quando alguém se senta nela"

5.1 Conclusão

Os paradigmas da economia e da indústria, criam oportunidades irrepetíveis, que o CEiiA, posicionando-se na linha da frente das novas tendências da mobilidade, tanto a nível tecnológico como de serviços, quer explorar e desenvolver para um futuro mais sustentável. O sucesso de projetos como o apresentado neste documento depende da capacidade de criar novos modelos de negócio que sejam parte integrante do ecossistema de mobilidade digital.

Apesar do foco ter sido o desenvolvimento de um conceito de um posto de carregamento com vista na resolução das necessidades dos utilizadores de sistemas de carregamento, o resultado final vai muito além disso.

O resultado final corresponde às exigências e expectativas criadas no início do estágio e os objetivos delineados foram atingidos. Enquadrando-se numa visão de um futuro em que o utilizador está conectado à cidade e a tudo o que a compõe. Surge como uma resposta à crescente procura de energia para veículos elétricos e cria uma linguagem que pretende expressar o posicionamento do CEiiA em relação a esta tendência e a este novo cenário do mercado.

O posto de carregamento assume-se como um híbrido entre uma infraestrutura urbana e um veículo que exprime a sensação de movimento. Este representa uma sinergia com o mobiliário urbano e a arquitetura.

O desenvolvimento deste estágio não se traduziu apenas no projeto apresentado, mas multiplicou-se nas experiências multidisciplinares, que resultam na consolidação de capacidades profissionais, pessoais e sociais. Nestes aspetos, o contributo da equipa do CEiiA e o ambiente vivido foi decisivo.

É possível afirmar que este estágio foi o resultado de um processo de formação, sendo que o desafio foi um dos mais exigentes do percurso académico: ao sair da zona de conforto a evolução como designer foi exponencial. O desenvolvimento deste projeto permitiu adquirir conhecimento específico em temas como a mobilidade urbana contemporânea, automação, eletrificação e também compreender com maior discernimento as visões para o futuro.

O estágio traduziu-se numa transição enriquecedora entre o ambiente académico e profissional e ofereceu a oportunidade de aplicar o conhecimento previamente adquirido e solucionar problemas de design, desenvolvendo maior autonomia na prática projetual. Tanto os resultados atingidos em *atelier* como os em ambiente de *workshop* foram positivos: foi possível adquirir uma grande diversidade de competên-

cias para o futuro profissional.

Destaca-se, ainda, com base nos dados da Ecorys (2017) a contribuição deste projeto para a mobilidade sustentável:

Melhorias da qualidade de vida - pelo contributo quanto ao planeamento da mobilidade urbana sustentável

Poupança de custos e criação de benefícios económicos

Melhorias da saúde pública e do meio ambiente - pelo incentivo à mobilidade com reduzida poluição sonora e ambiental

Facilitação da mobilidade e do acesso a energia elétrica - com a utilização de um novo sistema de partilha de energia

Utilização mais eficaz de recursos limitados

Flexibilidade do recarregamento em resposta às necessidades específicas do consumidor

Melhoria das conexões sociais e ambientais entre a área urbana, periurbana e rural

Criação de uma visão comum de uma nova cultura de mobilidade e carregamento de VE

Além disto, garante-se também um incentivo ao cumprimento dos objetivos propostos pela ONU¹. De entre todos o mais relevante: o objetivo 11 – "cidades e comunidades sustentáveis", que pretende até 2030, proporcionar o acesso a sistemas de transporte acessíveis e sustentáveis; fortalecer esforços para proteger o património natural do mundo; reduzir o impacto ambiental negativo nas cidades, dando especial atenção à qualidade do ar.

Futuro do projeto

O conceito respeita a arquitetura base com utilização da plataforma veicular -skate- como proposto no brief, para futuramente continuar o desenvolvimento e ser validado por parte da engenharia, em termos de viabilidade tecnológica. Pois só assim, este esquema inovador, terá uma implementação de qualidade.

Além disto, antes do lançamento da versão final deste conceito de demanda de energia, é necessário realizar uma análise de usabilidade mais profunda, passando por um estudo do possível sucesso comercial ou aceitabilidade¹ dos utilizadores tanto do produto como do serviço, analisando a utilidade percebida e facilidade de uso. A avaliação do utilizador sobre este produto totalmente automatizado é importante, pois afeta a adoção do serviço e têm incidência no comportamento de uso.

Para um desenvolvimento a longo prazo, a investigação poderá continuar com o estudo de um módulo totalmente autónomo e robotizado.



1- A aceitabilidade da tecnologia deve ser abordada considerando a avaliação da tecnologia em si

[152] Membros da equipa do gabinete de desenvolvimento de produto

6.1 Bibliografia

- Ambrose H., Kendall A. (2016). Effects of battery chemistry and performance on the life cycle greenhouse gas intensity of electric mobility. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 47, 182-194
- Andrade J. N., Galvão D. C. (2016) HumanÆ. Questões controversas do mundo contemporâneo, 10, 1-19
- Andrade V. (2019, 1 março). Venda de carros elétricos triplica. *Expresso*. Disponível a partir de: <https://expresso.pt/economia/2019-03-01-Venda-de-carros-eletricos-triplica#gs.0q8v8q>
- Angelidou M. (2015). Smart cities: A conjuncture of four forces. *Cities*, 47, 95-106
- Asdrubali F., Carrese S., Patella S. M., Sabatini L. (2018). Development of Electric Urban Mobility: Comparative Research and Preliminary Survey. *European Journal of Sustainable Development Research*, 32, 1-9
- Banister D. (2008). The sustainable mobility paradigm. *Transport Policy*, 15, 73-80
- Borba B. (2012). Modelagem integrada da introdução de veículos leves conectáveis à rede elétrica no sistema energético brasileiro. Tese de Doutorado em Planejamento Energético. COPPE, Rio de Janeiro
- Comissão técnica de normalização eletrotécnica-CTE 64. (2015) Guia técnico das instalações elétricas para a alimentação de veículos elétricos, 6-60
- Caruso R. (2016, 21 novembro) Primeiro carro autónomo surgiu há 30 anos. *Auto & Técnica*. Disponível a partir de: <http://autoetecnica.band.uol.com.br/primeiro-carro-autonomo-surgiu-ha-30-anos/>
- Castro B. H. R., Ferreira T. T. (s.d.). Veículos elétricos: aspectos básicos, perspectivas e oportunidades. *BNDES Setorial*, 32, 267-310
- Cetelem, (2019). O Observador Cetelem 2019 – O mistério do veículo elétrico, 1-79
- Dias J. A. V. (2015). Desenvolvimento de Modelos de Regressão Logística para a avaliação de novas tecnologias de mobilidade urbana, 1-122
- Dijk M., Orsato R. J., Kemp R. (2013). The emergence of an electric mobility trajectory. *Energy Policy*, 52, 135-145
- Divya K.C., Østergaard J. (2009). Battery energy storage technology for power systems - An overview. *Electric Power Systems Research*, 79, 511-520
- Ecorys. (2017). Sustainable urban mobility: european policy practice and solutions, 5-30
- EV Safe Charge. (2018, 26 fevereiro). EV Safe Charge Launches First-Ever Complete Mobile Electric Vehicle Charging Solution. Disponível a partir de: <https://evsafecharge.com/ev-safe-charge-launches-first-ever-complete-mobile-electric-vehicle-charging-solution/>
- Expósito J. (2019, 2 janeiro) Las matriculaciones de eléctricos crecen más de un 62% en España, hasta las 21.000 unidades. Disponível a partir de: <http://www.expansion.com/empresas/motor/2019/01/02/5c2cb59f22601d132b8b45b0.html>
- Fleet Magazine. (2017, 13 outubro). Efacec desenvolve solução móvel para carregar veículos elétricos. *Fleet Magazine*. Disponível a partir de <https://fleetmagazine.pt/2017/10/13/efacec-carregador-veiculos-eletricos/>
- Herron D. (2016) Range Confidence: Charge Fast, Drive Far, with your Electric Car. EV DC Fast Charging standards - CHAdeMO, CCS, SAE Combo, Tesla Supercharger, etc. Disponível a partir de <https://greentransportation.info/ev-charging/range-confidence/chap8-tech/ev-dc-fast-charging-standards-chademo-ccs-sae-combo-tesla-supercharger-etc.html>
- Jung C. R., Osório F. S., Kelber C. R., Heinen F. J. (2005). Computação Embarcada: Projeto e Implementação de Veículos Autônomos Inteligentes, 1358-1399
- LeasePlan Consultancy Services (s.d.) O Futuro da Mobilidade, 1-62
- Liang X., Correia G. H. A., Arem B. (2016). Optimizing the service area and trip selection of an electric automated taxi system used for the last mile of train trips. *Transportation Research Part E*, 93, 115-129
- Magagnin, R. C., Silva A. N. R. (2008). A percepção do especialista sobre o tema mobilidade urbana. *Transportes*, 16, 25-35
- Marques H. (2018). Utilização da energia de um veículo elétrico para abastecer uma residência no horário de ponta, 1-33
- Melica A. (2018, 07 fevereiro). O futuro da mobilidade terá de ser Inteligente. Disponível a partir de <https://www.dn.pt/opiniao/opiniao-dn/convidados/interior/o-futuro-da-mobilidade-tera-de-ser-inteligente-9102137.html>

Miwa J. (2015, 09 outubro). Conheça a estrada que carrega carros elétricos em movimento <https://thegreenestpost.com/conheca-a-estrada-que-carrega-carro-eletrico-em-movimento-no-reino-unido/>

Moldrich C. (2019, 30 janeiro). What is wireless electric car charging? EV tech explained. Disponível a partir de <https://www.carmagazine.co.uk/electric/what-is-electric-car-wireless-charging-wevc-and-how-does-it-work/>

Moura C. (2019, 1 Abril). Volkswagen anuncia posto de carregamento móvel. *Veículos Elétricos*. Disponível a partir de <http://revistaveiculoseletricos.pt/2019/01/04/volkswagen-anuncia-posto-de-carregamento-movel/>

Mureddu M., Facchini A., Scala A., Caldarelli G., Damiano A. (2018). A Complex Network Approach for the Estimation of the Energy Demand of Electric Mobility. *Scientific Reports*, 8, 1-8

Nielsen T. A. S., Haustein S. (2018). On sceptics and enthusiasts: What are the expectations towards self-driving cars? *Transport Policy*, 66, 49-55

Observatório ACP. (2018). Visão para o futuro da mobilidade. Disponível a partir de: <http://observatorio.acp.pt/atualidade/entity/visao-para-o-futuro-da-mobilidade>

Otto P. (2017). The Future of Mobility On the road to driverless cars, 1-11

Payre W., Cestac J., Delhomme P. (2014) Intention to use a fully automated car: Attitudes and a priori acceptability. *Transportation Research Part F*

Pereira N. M. C. (2016). Simulação de Regimes de Carga e Descarga em Baterias. 3-35

Sanbonmatsu D. M., Strayer D. L., Yu Z., Biondi F., Cooper J. M. (2018). Cognitive underpinnings of beliefs and confidence in beliefs about fully automated vehicles. *Transportation Research Part F*, 55, 114-122

Santana E. F. Z., Chaves A. P., Gerosa M. A., Kon F., Milojevic D. S. (2017). Software Platforms for Smart Cities: Concepts, Requirements, Challenges, and a Unified Reference Architecture. *Journal ACM Computing Surveys*, 50, 1-37

Silva B. N., Khan M., Han K., (2018). Towards sustainable smart cities: A review of trends, architectures, components, and open challenges in smart cities. *Sustainable Cities and Society*, 38, 697-713

The National Academy of Sciences of sciences engineering medicine. (2015). Overcoming Barriers to Deployment of Plug-in Electric Vehicles, 5, 82-94

Wadud Z., MacKenzie D., Leiby P. (2016). Help or hindrance? The travel, energy and carbon impacts of highly automated vehicles. *Transportation Research Part A*, 86, 1-18

Xiong R., Cao J., Yu Q., He H., Sun F. (2018). Critical Review on the Battery State of Charge Estimation Methods for Electric Vehicles. *IEEE Access*, 6, 1832-1843

Yigitcanlar, T. (2018). Understanding ‘smart cities’: Intertwining development drivers with desired outcomes in a multidimensional framework, *Cities*, 81, 145-160

Zhou L., Wu D., Chen J. & Dong Z. (2018). Greening the Smart Cities: Energy-Efficient Massive Content Delivery via D2D Communications. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 14, 1626-1634

Webgrafia
<https://esad.pt/pt/escola>

<https://freewiretech.com/products/mobi-ev/>

<https://rail.bombardier.com/en.html>

<http://visao.sapo.pt/atualidade/2019-05-10-AYR-e-a-nova-moeda-para-a-sustentabilidade>

<https://www.autodesk.com/solutions/cad-software>

<https://www.ceiia.com>

https://www.cm-matosinhos.pt/pages/242?news_id=6234

<https://www.unric.org/pt/ods-link-menu/31980-objetivo-11-cidades-e-comunidades-sustentaveis>

<https://www.torqueedo.com/us/technology-and-environment/battery-technology.html>

6.2 Anexos

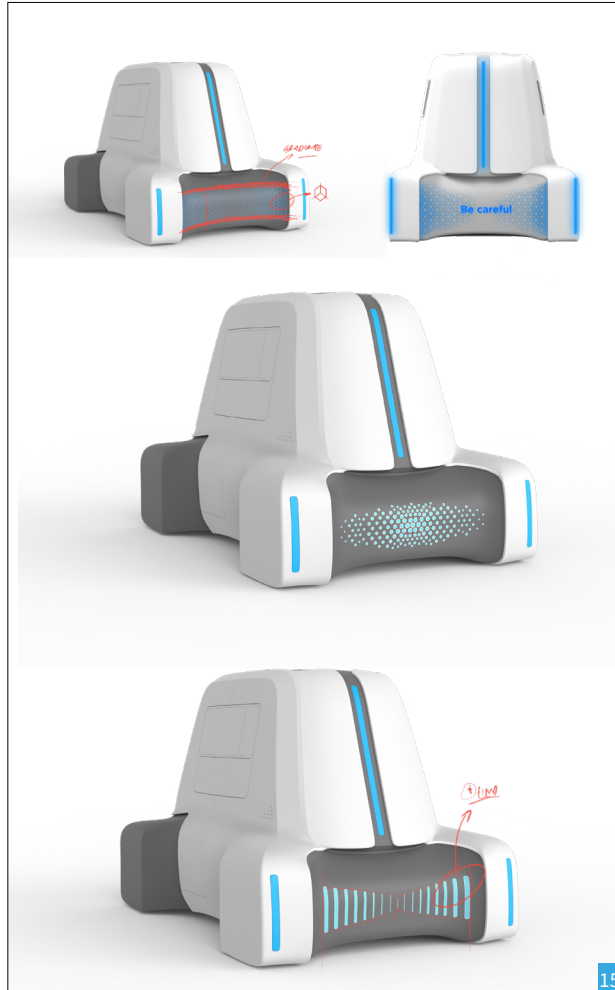


153

[153] Projeto Terroror

Sensor	Função
Encoder (de rodas)	Mede o número de rotações das rodas e permite que se obtenha informações de odometria (medida de deslocamento)
Sensor de infravermelhos	Mede a distância entre o sensor e um obstáculo posicionado em frente a ele, através da estimativa da distância calculada em função do retorno da reflexão da luz na superfície
Sensor laser	Mede a distância entre o sensor e um obstáculo posicionado em frente - sensor direcional de alta precisão
Sonar (ultra-som)	Estima a distância entre o sensor e os obstáculos ao seu redor, através da reflexão sonora. É mais sensível a perturbações obtendo medidas aproximadas
Bússola eletrônica	Identifica a orientação do veículo em relação ao campo magnético da terra
GPS	Identifica a posição absoluta do veículo no globo terrestre, baseando-se na rede de satélites GPS
Visão artificial	O uso de imagens permite que sejam adquiridas (a partir de uma ou mais câmeras) descrições do ambiente. As imagens permitem que se implemente técnicas de determinação de posicionamento relativo, posicionamento relativo e absoluto, estimativa de deslocamento e detecção de obstáculos

[154] Tipos de sensores usados em veículos autônomos



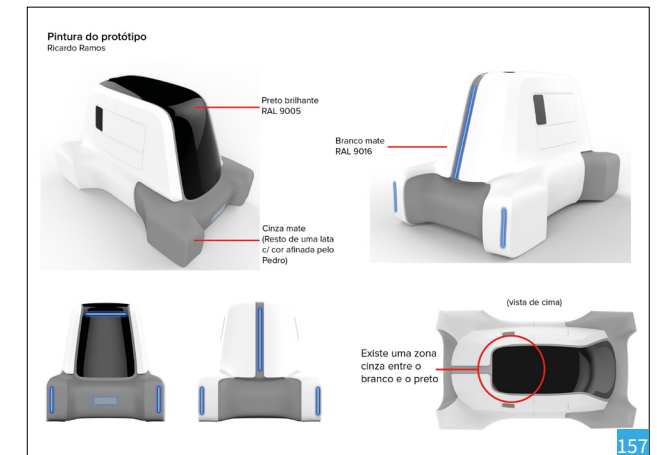
155

[155] Estudos da iluminação central com capacidade para interação (mensagens)



156

[156] Máscara utilizada para as diferentes camadas da pintura



157

[157] Esquema de cores utilizado para explicar a pintura do protótipo, com as devidas referências

6.3 Índice de imagens

1| Processo da maquete em cartão

Criado pelo autor

2 e 3| Instalações do CEiIA e da ESAD

Criado pelo autor

4 a 6| Várias experiências em estágio

Criado pelo autor

7| Equipa na participação do evento Innovaton

Fonte: <https://www.dinheirovivo.pt/iniciativas/ideias-em-24-horas-que-podem-influenciar-o-mundo/>

8 a 10| Várias experiências em estágio

Criado pelo autor

11| Gráfico da evolução do número de pontos de acesso de carregamento a nível mundial

Criado pelo autor - Fonte: IAE + EAFO (2017)

12| Esquema das principais fases do projeto

Criado pelo autor

13| Acabamento do modelo de conceito

Criado pelo autor

14| Plataformas para a cidade inteligente

Criado pelo autor - Fonte: Santana et al. (2017)

15| Toyota Prius I

Fonte: <https://www.motor1.com/news/240799/jay-leno-collector-car/>

16| Honda Insight

Fonte: <https://motorillustrated.com/may-never-make-fun-1st-gen-honda-insight/3322/>

17| Gráfico com os resultados à questão: " Na sua opinião, ter uma autonomia limitada corresponde ou não a uma

característica do veículo 100% elétrico?"

Criado pelo autor - Fonte: Estudo O Observador Cetelem (2019)

18| Gráfico do custo das baterias de lões de lítio por kWh

Criado pelo autor - Fonte: Bloomberg

19| Gráfico da avaliação do custo total do veículo calculado a 4 anos

Criado pelo autor - Fonte: Organização Europeia dos consumidores

20| Gráfico das emissões de CO2 (do produtor ao consumidor)

Criado pelo autor - Fonte: IFPEN

21| Tabela da utilização da bateria nos diferentes veículos elétricos

Criado pelo autor Fonte: Marques (2018)

22| Características dos principais tipos de baterias

Criado pelo autor - Fonte: Borba (2012); Castro e Ferreira (s.d.)

23| Gráfico dos vários níveis de automação

Criado pelo autor - Fonte: VDA (German Association of the Automotive Industry)

24| Navlab1

Fonte: <https://www.razaoautomovel.com/2016/08/audi-1000-cv-audi-grupo-s>

25| Projeto desenvolvido pela Google

Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=uHbMt6WDhQ8>

26| Projeto WePod

Fonte: <https://qz.com/507795/worlds-first-self-driving-public-shuttle-is-smart-efficient-and-adorable/>

27| Projeto da Bombardier

Fonte: <https://ieccetech.org/issue/2017-03/Charging-on-the-go>

28| Posto Angel Car da Nation-E

Fonte: <https://www.autoevolution.com/news/angel-car-first-mobile-charging-station-from-nation-e-24314.html>

29| Posto móvel da EFACEC

Fonte: <https://www.efacec.pt/efacec-desenvolve-carregadores-moveis-de-alta-potencia-para-eletricos/>

30| Posto da EV Safe Charge

Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=7Xq6EaKZZ0I>

31| Desenho conceptual do posto móvel da Volkswagen

Fonte: <https://www.volkswagen-newsroom.com/en/press-releases/electrifying-world-premiere-volkswagen-offers-first-glimpse-of-mobile-charging-station-4544>

32| Posto da Freewire Technologies

Fonte: <https://freewiretech.com>

33| Icons dos diferentes tipos de carregadores

Criado pelo autor - Fonte: IFPEN (s.d.)

34| Infraestrutura de carregamento e troca de baterias da GOGORO

Fonte: <https://www.autoevolution.com/news/gogoro-electric-scooter-offers-easy-fast-battery-swap-vidoe-photo-gallery-90741.html>

35| Ecrãs da aplicação AYR: perfil; carteira e histórico

Fonte: *screenshots* da aplicação

36| Realização de detalhes no protótipo final

Criado pelo autor

37 a 40| Painel com referências de inspirações e

storyboards das diferentes utilizações

Criado pelo autor

41| Perfil do futuro automobilista português

Criado pelo autor - Fonte: Estudo Observador Cetelem (2019)

42 e 44| Composição com esboços iniciais e *brainstorm* para funcionalidades

Criado pelo autor

45 a 47| Esboços diversos

Criado pelo autor

48 a 58| Vários modelos de volume

Criado pelo autor

60| Desenvolvimento do conceito para o módulo de carregamento

Criado pelo autor

61 e 63| Esboços; estudo das dimensões do punho para o conector e da zona de carregamento; e desenvolvimento do modelo de volume à escala 1:1

Criado pelo autor

64| Conceito final do punho

Criado pelo autor

65 a 67| Análise da infraestrutura do posto de carregamento

Criado pelo autor

68 a 76| Maquetes em cartão na escala 1:1 e 1:3

Criado pelo autor

77| Plataforma veicular desenvolvida pelo CEiiA

Criado pelo CEiiA

78| Modelo 3D com a distribuição dos volumes (estimados) dos componentes

Criado pelo autor

79| Esquema com os principais componentes e localização dos sensores

Criado pelo autor

80 a 86| Estudo das dimensões e esboços do conceito tendo em conta as dimensões definidas

Criado pelo autor

87| Modelação do conceito final em Autodesk Speedform

Criado pelo autor

88 a 90| Exploração da modelação 3D

Criado pelo autor

91 a 103| Diferentes vistas dos modelos do conceito com anotações para alterações e processo de acabamento

Criado pelo autor

104 a 107| Conjunto de anotações para futuras alterações feitas de forma autónoma e em reuniões com os orientadores no CEiiA

Criado pelo autor

108 a 127| Fotografias do processo de construção do protótipo final

Criado pelo autor

128 a 131| Protótipo final

Criado pelo autor

132 e 135| Esquema com a sequência de ecrãs da APP e da interface do posto de carregamento

Criado pelo autor

133| Simulação da utilização da aplicação móvel

Criado pelo autor

134| Método utilizado para a seleção e correção dos ecrãs da aplicação com impressos

Criado pelo autor

136| Representação da cidade conectada com o posto de carregamento

Criado pelo autor

137 a 142| Esquemas técnicos com as dimensões gerais; diferentes configurações; e módulo de carregamento automóvel

Criado pelo autor

143 a 149 e 151| Renders finais e de detalhes

Criado pelo autor

150| Montagem com a utilização do posto

Criado pelo autor

152| Membros da equipa do gabinete de desenvolvimento de produto

Criado pelo autor

153| Projeto Terrator

Fonte: https://www.researchgate.net/figure/Figura-04-Robot-Terragator-con-locomocion-tipo-Skid-Steer-tomado-de-2-fig2_40220948

154| Tipos de sensores usados em veículos autónomos

Fonte: Jung et al. (2005)

155| Estudos da iluminação central

Criado pelo autor

156 e 157| Preparação para pintura e esquema de cores utilizado para explicar a pintura do protótipo, com as devidas referências

Criado pelo autor

Ricardo Filipe Ferreira Ramos
Mestrado design de produto