



**Produto de mobilidade inteligente que
visa reduzir o desperdício na cadeia de
abastecimento alimentar – Estudo e
design em colaboração com o CEiiA.**

Projeto e Relatório de Estágio

MA Design de Produto

Guilherme Rodrigues Mendonça Aguiar de Matos

2021



Projeto e Relatório de Estágio

Guilherme Rodrigues Mendonça Aguiar de Matos

Mestrado em Design de Produto

Escola superior de Artes e Design Matosinhos (ESAD)

Estágio curricular, CEiiA (Centro de Engenharia e de Desenvolvimento de Produto e Serviço)

Orientado por:

Professor Jeremy Hugh Aston

Co-orientador por:

Designer Luís André Mestre Leitão (*Leader of Automotive & Product Design Team of CEiiA*)

Projeto e Relatório de estágio apresentado à Escola Superior de Artes e Design de Matosinhos para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de mestre em Design, com especialização em produto.

Dezembro, 2021

Resumo

Os estudos realizados pela ONU indicam que o crescimento populacional esperado para 2050 poderá atingir 9,7 mil milhões de habitantes em todo o mundo (ONU, 2019). Atualmente, cerca de um terço dos alimentos produzidos mundialmente para consumo humano são perdidos ou desperdiçados. Para superar as necessidades futuras de abastecimento alimentar, é forçoso que ocorra não só um aumento da produção, mas principalmente uma alteração dos hábitos de manuseio, transporte e de consumo. Com base nestes pressupostos, foi elaborado um estudo que analisou a cadeia de abastecimento alimentar distinguindo onde ocorrem os desperdícios, o que os influencia e a razão de acontecerem. Identificadas as oportunidades de melhoria, aplicou-se o design de produto como ferramenta para apresentar uma nova solução.

Partindo da pesquisa das várias fases da cadeia de abastecimento alimentar, os produtos frescos e a agricultura vertical urbana foram fatores influenciadores no processo de conceção e criação da solução. Compatibilizando a produção agrícola vertical urbana com o transporte ao consumidor surge o Producer To Consumer vehicle (P2Cv). Trata-se de um produto de mobilidade inteligente, integrado num serviço que visa melhorar o manuseio, transporte de alimentos e consequentemente reduzir o desperdício. Ao conectar a agricultura vertical urbana ao consumidor final cria-se uma micro-cadeia de abastecimento alimentar, dando origem a uma solução mais eficiente e assim, aumentando a cota disponível de alimentos para a população, suprimindo parte da necessidade futura de 2050.

Palavras-chave:

- Perda e Desperdício alimentar
- Micro-cadeia de abastecimento
- Agricultura vertical urbana
- Integração num serviço
- Produto de mobilidade inteligente

Abstract

Studies carried out by the UN indicate that the population growth expected for 2050 could reach 9.7 billion inhabitants worldwide (UN, 2019). Approximately one-third of the food produced globally for human consumption is lost or wasted, and to meet the future supply needs, effort must be made to increase food production, better handling methods, transportation and consumer access. Based on this hypothesis, this internship project was a study to analyse the food supply chain: where food waste occurs; what influences it and why it happens, in order to discover opportunities and potentially improve this scenario with product design.

Through this research and ideation into various areas within the food supply chain, fresh produce and urban vertical farming were influential factors within the design process to orientate a compatible design solution for future farming production to the consumer, and with this the P2C vehicle was born. The P2Cv is a Smart Mobility product, integrated into a service that aims to improve handling and preservation, therefore reduce food waste, connecting vertical urban farming to the final consumer within the micro food supply chain, and potentially part of a solution increasing the available food quota for the population, removing part of the future need by 2050.

Keywords:

- Food loss and Food waste
- Micro supply chain
- Urban vertical farming
- Integrated service
- Smart mobility product

Agradecimentos

Agradeço aos meus professores do mestrado pelos ensinamentos proporcionados que me prepararam para hoje poder enfrentar qualquer desafio. Em especial ao meu orientador, Prof. Jeremy Aston, um grande obrigado por ter embarcado nesta aventura e me ter ajudado a levar o barco a bom porto. Sempre disponível e exemplar.

Agradeço ao CEiiA e em particular ao meu co-orientador Luís Leitão pela oportunidade de desenvolver este projeto, pela transmissão de conhecimentos e acima de tudo pelo apoio.

Aos meus colegas e amigos que fiz ao longo deste mestrado agradeço os momentos e todo o tempo partilhado. Sem vocês tudo tinha menos cor.

Aos meus amigos de sempre apesar de menos presentes fisicamente, por conta da distância geográfica, mas fundamentais e imprescindíveis.

A ti Ana agradeço-te por teres estado sempre ao meu lado. Estou muito feliz pelo que conquistámos academicamente este ano, mas principalmente por termos conseguido criar um equilíbrio que nos deu tanta força aos dois! Estarei cá sempre!

À minha família um grande obrigado pelo apoio e motivação incondicional. Em particular, à minha querida mãe por me ter dado todos os recursos de que precisei, e preciso, para ser o que sou hoje, independente e, principalmente, pessoa capaz. Ao meu pai quero deixar a minha gratidão por ser meu fã incondicional e adorar todos os meus projetos, sejam eles bons ou menos bons. Ao meu irmão Bernardo quero agradecer a paciência de ter revisto a tese todas as vezes que lhe pedi sem nunca se negar. És sem dúvida um bom coração. Ao meu irmão Gonçalo agradeço por estar sempre presente e pronto para me responder a todas e quaisquer perguntas, a qualquer hora com a calma que te é característica. Somos companheiros.

Obrigado..

Acrónimos e Abreviaturas

AC	Cadeia de abastecimento alimentar
BMC	Bulk Molding Compounds
CAA	Cadeia de abastecimento alimentar
CE	Comissão Europeia
CEIIA	Centro de Engenharia e de Desenvolvimento de Produto e Serviço
CO₂	Dióxido de Carbono
ESAD	Escola Superior de Artes e Design
FAO	Food and Agriculture Organization
FDM	Fused Deposition Modeling
GEE	Gases de Efeito Estufa
GPS	Global Positioning System
I&D	Investigação e Desenvolvimento
LED	Light-Emitting Diode (Díodo Emissor de Luz)
NASA	National Aeronautics and Space Administration
OMC	Organização Mundial do Comércio
ONU	Organização das Nações Unidas
P2Cv	Producer To Consumer vehicle
PCU	Power Control Unit
PLA	Poliácido Láctico
PP	Polipropileno
PVP	Preço de Venda ou Público
SMC	Sheet Molding Compounds
SPS	Medidas Sanitárias e Fitossanitárias
UE	União Europeia

Índice Geral

Resumo	I
Abstract	III
Agradecimentos	V
Acrónimos e Abreviaturas	VII
Índice Geral	IX
Índice de Figuras	XIII

Capítulo 01.

01. Introdução	1
01.1 Estrutura do Documento	2
01.2 ESAD Matosinhos	3
01.3 CEiiA	4
01.3.1 Estágio Curricular	6
01.3.2 Escolha do Tema	6

Capítulo 02.

02. Contextualização	9
02.1 Contextualização Inicial	9
02.2 Questão da Investigação	10
02.3 Objetivos	10
02.3.1 Objetivos Gerais	10
02.3.2 Objetivos Específicos	10
02.4 Hipótese	10
02.5 Planeamento do Projeto	11
02.6 Organograma da Investigação	13

Capítulo 03.

03. Revisão Teórica	15
03.1 Cadeia de Abastecimento Alimentar, Perda e Desperdício Alimentar	15
03.1.1 Exemplo Prático: manga importada	16

03.1.2 Fatores que Influenciam as CAA.....	18
03.1.3 Perdas e Desperdícios Alimentar em Países Em Desenvolvimento e Desenvolvidos	19
03.1.4 Questionário – Cadeia de abastecimento: Grupo Dia Portugal Supermercados	21
03.1.5 Amadurecimento: Consequência e Efeitos	22
03.1.6 Consequências Paralelas das CAA	24
03.2 Crescimento Populacional até 2050: Implicações na CAA	26
03.3 Breve História da Agricultura	27
03.4 Agricultura Vertical, Possível Solução?.....	29
03.4.1 Agricultura Vertical: o que é?	29
03.4.2 Tipos de Agricultura Vertical	30
03.4.3 Vantagens dos Sistemas Agrícolas Verticais.....	32
03.4.4 Desvantagens dos Sistemas Agrícolas Verticais.....	33
03.4.5 Financiamento para Sistemas Agrícolas Verticais Urbanos .	34
03.5 Casos de Estudo	35
03.5.1 AeroFarms.....	35
03.5.2 InFarm	39
03.5.3 IronOx.....	41
03.6 Solução de Armazenamento Vertical.....	44

Capítulo 04.

04. Design de Produto e Serviço.....	49
04.1 Introdução	49
04.2 Exploração de Ideias/ Ideação	50
04.2.1 Sistema de Agricultura Vertical Urbana.....	50
04.2.1.1 Micro-cadeia de Abastecimento Alimentar	51
04.2.1.2 Módulos de Agricultura Vertical Urbana.....	54
04.2.1.3 Prateleira Para Cultivo Vertical.....	58
04.2.2 Milestone	62
04.2.3 Briefing.....	65
04.2.4 P2Cv (Producer To Consumer vehicle).....	65
04.3 Definição Formal	71
04.3.1 Modelos e Protótipos.....	73

Capítulo 05.

05. Propostas Finais	79
05.1 Descrição do Serviço	79
05.2 Descrição do Produto	80
05.2.1 Desenhos Técnicos.....	96
05.2.2 Materiais	98

Capítulo 06.

06. Considerações Finais	101
06.1 Conclusões.....	101
06.2 Trabalhos Futuros	103
06.3 Referências Bibliográficas	105

Anexos

Anexo 1: Questionário – Cadeia de Abastecimento: Grupo Dia Portugal Supermercados.....	109
Anexo 2: Desenhos Técnicos	112

Índice de Figuras

Figura 01. Fachada exterior das instalações da ESAD Matosinhos, projeto de ampliação. Fonte: https://www.flickr.com/photos/esadmatosinhos/36531612864/in/album-72157689416652445/	3
Figura 02. Instalações da ESAD Matosinhos, corredor. Fonte: https://www.flickr.com/photos/esadmatosinhos/5933797582	3
Figura 03. Logótipo do CEiiA, Matosinhos. Fonte: https://www.ceia.com/	4
Figura 04. Fachada exterior das instalações do CEiiA, Matosinhos. Fonte: https://www.acaixanegra.com/works/ceia/	5
Figura 05. Nave do armazém do CEiiA, Matosinhos. Fonte: https://www.acaixanegra.com/works/ceia/	5
Figura 06. Organograma das etapas de planeamento do projeto. Fonte: Autor	12
Figura 07. Organograma da investigação do projeto. Fonte: Autor.	13
Figura 08. Infografia representativa de uma Cadeia de Abastecimento Alimentar genérica. Fonte: https://money.howstuffworks.com/food-supply-chain-pandemic.htm	15
Figura 09. Infografia: diferença entre perda e desperdício alimentar. Fonte: https://onethird.io/food-loss-food-waste-difference/	16
Figura 10. Organograma da cadeia de abastecimento alimentar: a manga importada do Brasil. Fonte: Autor	17
Figura 11. Perda e desperdício alimentar em cada estação da cadeia de abastecimento, a realidade em diferentes regiões do mundo. Fonte: Rezaei, M., & Liu, B. (2017). Food Loss and Waste in the Food supply Chain. https://www.fao.org/3/bt300e/bt300e.pdf	20
Figura 12. Preços das diferentes mangas disponíveis para venda, transportadas de barco e ou de avião. Fonte: https://www.continente.pt/pesquisa/?q=manga&start=0	23
Figura 13. Infografia representativa do movimento do dinheiro em relação ao da comida na CAA. Fonte: Mariam, G. (2019). Food loss and waste and value chains – Learning guide.	26

Figura 14. Infografia representativa da evolução da agricultura. Fonte: PRIMAL GROUP (2016) https://www.primalgroup.com/build-food-system-safeguards-global-health/	28
Figura 15. Representação ilustrativa de dois sistemas hidropônicos. Fonte: https://naturezedge.com/how-to-start-a-hydroponic-vegetable-garden . 31	31
Figura 16. Representação ilustrativa de um sistema aquapônico. Fonte: https://www.ideiacircular.com/aquaponia-uma-forma-circular-de-alimentar-as-nossas-cidades/	31
Figura 17. Representação ilustrativa de um sistema aeropônico. Fonte: https://naturezedge.com/how-to-start-a-hydroponic-vegetable-garden . 31	31
Figura 18. Pavilhão principal da Aerofarm, relação de escala com a estatura humana. Fonte: https://www.aerofarms.com/	36
Figura 19. Esquema representativo do sistema aeropônico utilizado pela Aerofarm. Fonte: https://medium.com/@amykwilson/vertical-farming-with-hydroponics-33d689f23ea1	37
Figura 20. Detalhe um da estrutura vertical utilizada pela Aerofarm. Fonte: https://www.aerofarms.com/	37
Figura 21. Detalhe dois da estrutura vertical utilizada pela Aerofarm. Fonte: https://www.aerofarms.com/	38
Figura 22. Detalhe um do sistema de produção em massa da Infarm. Fonte: https://www.infarm.com/	39
Figura 23. Sistema vertical produzido e utilizado pela Infarm em estabelecimentos comerciais e ou supermercados. Fonte: https://www.infarm.com/	40
Figura 24. Detalhe dois do sistema de produção em massa da Infarm. Fonte: https://www.infarm.com/	41
Figura 25. Fachada exterior da estufa principal da IronOx. Fonte: https://ironox.com/	42
Figura 26. Braço robótico utilizado pela IronOx para transplantar, movimentar e monitorizar toda a produção. Fonte: https://ironox.com/ ...	42
Figura 27. Imagem captada pelas câmaras montadas no braço robótico e analisada pela inteligência artificial da IronOx. Fonte: https://ironox.com/ .	42
Figura 28. Primeiro robô de transporte autónomo de tabuleiros de cultivo, desenvolvido pela IronOx. Fonte: https://ironox.com/	43

Figura 29. Segundo, e mais recente, robô de transporte autônomo de tabuleiros de cultivo, desenvolvido pela IronOx. Fonte: https://ironox.com/	43
Figura 30. Detalhe do mais recente robô de transporte autônomo de tabuleiros de cultivo em utilização. Fonte: https://ironox.com/	43
Figura 31. Expositor de produtos produzidos pela IronOx à venda num estabelecimento comercial. Fonte: https://ironox.com/	44
Figura 32. Infografia representativa do funcionamento de um armazém vertical. Fonte: https://www.industore.co.uk/hanel-lean-lift/	45
Figura 33. Exemplo um de um armazém vertical produzido e comercializado pela empresa Modula. Fonte: https://www.modula.eu/por/	46
Figura 34. Detalhe da utilização de um armazém vertical, relação com a escala humana. Fonte: https://www.ssi-schaefer.com/	46
Figura 35. Exemplo dois de um armazém vertical produzido e comercializado pela empresa Modula. Fonte: https://www.modula.eu/por/	46
Figura 36. Exploração da micro-cadeia de abastecimento alimentar, versão 1. Fonte: Autor.	51
Figura 37. Exploração da micro-cadeia de abastecimento alimentar, versão 2. Fonte: Autor.	52
Figura 38. Exploração da micro-cadeia de abastecimento alimentar, versão 3. Fonte: Autor.	52
Figura 39. Exploração da micro-cadeia de abastecimento alimentar, versão 4. Fonte: Autor.	53
Figura 40. Estudos iniciais de formas primitivas dos módulos de agricultura vertical urbana. Fonte: Autor.	55
Figura 41. Estudo de formas tridimensionais com recurso a softwares de modelação digital, vista 3/4. Fonte: Autor.	56
Figura 42. Estudo de formas tridimensionais com recurso a softwares de modelação digital, vista de frente. Fonte: Autor.	56
Figura 43. Estudo de formas com recurso a ilustração digital, módulos de agricultura vertical urbana. Fonte: Autor.	57

Figura 44. Estudo das formas dos tabuleiros para integrar nos módulos de agricultura vertical urbana. Fonte: Autor.....	59
Figura 45. Estudo da dimensão e rentabilidade da palete europeia tendo em conta os vários modelos do conceito.	60
Figura 46. Vista lateral da prateleira de plantação, representação digital. Fonte: Autor	60
Figura 47. Esquema ilustrativo da organização da plantação de alfaces numa prateleira com a proporção de uma palete europeia. Fonte: Autor..	60
Figura 48. Vista de cima da prateleira de plantação, representação digital. Fonte: Autor	61
Figura 49. Vista em corte da lateral da prateleira de plantação, representação digital. Fonte: Autor	61
Figura 50. Composição. Vistas de cima da prateleira de plantação, representação digital. Fonte: Autor	61
Figura 51. Descrição gráfica das várias etapas de uma micro-cadeia de abastecimento alimentar, em que a produção é realizada através da agricultura vertical urbana. Fonte: Autor.	63
Figura 52. Descrição gráfica das etapas escolhidas a prestar pelo serviço desenvolvido neste projeto. Fonte: Autor	64
Figura 53. Estudo de formas e proporções do veículo P2Cv. Fonte: Autor...	66
Figura 54. Estudo da possível utilização de perfis de alumínio como estrutura principal do veículo. Fonte: Autor.....	68
Figura 55. Estudo para a utilização dos perfis de alumínio como estrutura principal do veículo. Fonte: Autor.....	69
Figura 56. Estudos de forma dos tabuleiros para integrar nos módulos de agricultura vertical urbana. Fonte: Autor.....	70
Figura 57. P2cv, composição digital com vista frontal 3/4. Fonte Autor.....	72
Figura 58. Preparação de modelos tridimensional digitais para impressão, software PrusaSlicer. Fonte: Autor	73
Figura 59. Fabrico aditivo: impressão de componentes para a produção de modelos tridimensionais, vista 1. Fonte: Autor	74
Figura 60. Fabrico aditivo: impressão de componentes para a produção de	

modelos tridimensionais, vista 2. Fonte: Autor	74
Figura 61. Algumas das peças impressas para a verificação das formas e proporções. Fonte: Autor	75
Figura 62. Conjunto de peças que constituem um P2Cv, maquete à escala 1:10. Fonte: Autor.....	75
Figura 63. Vista 3/4 da primeira maquete à escala 1:10. Fonte: Autor	75
Figura 64. Composição (1) das maquetes numero um e dois. Escala 1:10. Fonte: Autor.....	76
Figura 65. Composição (2) das maquetes numero um e dois. Escala 1:10. Fonte: Autor.....	76
Figura 66. Composição (3) das maquetes numero um e dois. Escala 1:10. Fonte: Autor.....	77
Figura 67. Composição (4) das maquetes numero um e dois. Escala 1:10. Fonte: Autor.....	77
Figura 68. Tabela ilustrativa dos vários planos de subscrição e das suas diferenças. Fonte: Autor	80
Figura 69. Ilustração digital do P2Cv, vista 3/4 com tabuleiro. Fonte: Autor. .	82
Figura 70. Ilustração digital do detalhes chassi superior com número identificador e porta aberta. Fonte: Autor.....	84
Figura 71. Ilustração digital, detalhe do tabuleiro cheio de alfaces. Fonte: Autor.....	84
Figura 72. Ilustração digital, detalhe do P2Cv com a porta aberta e alguns tabuleiros cheios de produtos. Fonte: Autor	85
Figura 73. Ilustração digital, composição de vários P2Cv's a formar um comboio. Fonte: Autor	85
Figura 74. Ilustração digital, relação de escala com o tabuleiro cheio de alfaces. Fonte: Autor.	86
Figura 75. Ilustração digital do P2Cv em utilização (1), relação com a escala humana. Fundo adaptado Infarm. Fonte: Autor.....	88
Figura 76. Ilustração digital do P2Cv em utilização (2), relação com a escala humana. Fundo adaptado Infarm. Fonte: Autor.....	90
Figura 77. Ilustração digital do P2Cv em utilização (3), relação com a	

escala humana. Fundo adaptado Infarm. Fonte: Autor.....	92
Figura 78. Ilustração digital do P2Cv em utilização (4), relação com a escala humana. Fundo adaptado Infarm. Fonte: Autor.....	94
Figura 79. Vistas exteriores gerais, sem escala. Fonte: Autor	96
Figura 80. Medidas exteriores gerais com porta aberta e prateleira, sem escala. Fonte: Autor	96
Figura 81. Medidas exteriores gerais com acoplação ao robô, sem escala. Fonte: Autor	97
Figura 82. Medidas exteriores gerais em comboio acoplado ao robô, sem escala. Fonte: Autor	97
Figura 83. Vista explodida demonstradora dos componentes que constituem o P2Cv. Fonte: Autor.	98
Figura 84. Inventário de peças, breve descrição de materiais, de acabamentos, cor e particularidades.	99

Capítulo 01.

01. Introdução

O crescimento populacional estimado até 2050 é uma questão que tem vindo a ser abordada nos últimos anos, ultimamente com maior frequência, devido aos problemas subjacentes que se aproximam. Se a produção de alimentos não for aumentada, se nenhum hábito de consumo for alterado ou se a perda e o desperdício alimentares não diminuírem até a população atingir os 9,7 mil milhões (ONU, 2019) esperados, não haverá alimento em quantidade suficiente para nutrir adequadamente a população (Ranganathan et al., 2018). Mais do que nunca, existem medidas que terão de ser tomadas de forma sustentável que, numa primeira instância, influenciem diretamente a alimentação da população.

Atualmente, aproximadamente um terço dos alimentos produzidos mundialmente para consumo humano são perdidos ou desperdiçados (FAO, 2015). Tendo como base esta afirmação, é possível mitigar o problema sem aumentar a área de plantação, alterando alguns hábitos. Para isso, inicialmente, é importante identificar onde ocorrem as perdas e os desperdícios e as razões a elas associadas. Desta forma, será possível identificar novas soluções, fundamentadas e consolidadas, com o objetivo de promover a mudança a longo prazo.

Perante estas premissas, no âmbito do mestrado de design de produto foi realizado o presente documento tendo sido este projeto inserido num estágio curricular, elaborado em parceria com a Escola Superior de Artes e Design (ESAD) e a empresa CEiiA, como resposta às necessidades identificadas e como possível solução para as problemáticas descritas.

01.1 Estrutura do Documento

O presente documento está dividido em sete capítulos, com o intuito de permitir ao leitor uma melhor compreensão do tema abordado.

No primeiro capítulo são apresentados os intervenientes deste projeto - ESAD Matosinho e CEiiA; é descrito o estágio curricular e ainda o processo da escolha do tema a desenvolver.

O segundo capítulo identifica o problema levantado para a realização deste projeto. São também apresentados os objetivos gerais e particulares da dissertação, como uma possível hipótese preliminar identificada.

O terceiro capítulo contém toda a fundamentação, pesquisa realizada e utilizada como base de referência para a execução do projeto. Este capítulo encontra-se dividido em subtemas, cuidadosamente organizados, para fornecer ao leitor o conhecimento necessário à boa compreensão do trabalho.

O quarto capítulo centra-se no projeto e no seu desenvolvimento. É demonstrado e descrito, de forma cronológica, o processo criativo e todas as etapas que levaram à conceptualização do trabalho.

O quinto capítulo apresenta as propostas finais do produto e da sua utilização, através de imagens e modelos que representam, de forma fiel, a proposta apresentada.

O sexto capítulo inclui as considerações finais e as conclusões do projeto, remetendo para possíveis oportunidades de estudo desta temática no futuro. Contém ainda as referências bibliográficas.

Por fim, o capítulo sete apresenta um compêndio de anexos utilizados no desenvolvimento do projeto e na redação do presente documento.

01.2 ESAD Matosinhos

A Escola Superior de Artes e Design de Matosinhos (ESAD), fundada em 1989, é uma referência nacional e internacional no design. Educar, valorizar e inovar são os três pilares do projeto da escola. Os seus principais objetivos são formar estudantes interventivos e competitivos dentro e fora do país, acompanhando as exigências crescentes do design e das artes, e ainda ampliar as competências técnicas, críticas e criativas. Para isso, a ESAD valoriza a realização de seminários, conferências, workshops e exposições, de forma a proporcionar um ambiente crítico e de reflexão sobre os temas pertinentes da atualidade. Acredita também que a participação ativa em eventos nacionais e internacionais, em conjunto com iniciativas internas ou externas, proporcionam uma aprendizagem interativa, dinâmica e principalmente conectada com o mundo real, fugindo ao mero exercício académico.



Figura 01. Fachada exterior das instalações da ESAD Matosinhos, projeto de ampliação. Fonte: <https://www.flickr.com/photos/esadmatosinhos/36531612864/in/album-72157689416652445/>



Figura 02. Instalações da ESAD Matosinhos, corredor. Fonte: <https://www.flickr.com/photos/esadmatosinhos/5933797582>

01.3 CEiiA

O Centro de Engenharia e de Desenvolvimento de Produto (CEiiA) foi fundado em 1999 com o objetivo de apoiar a indústria automóvel portuguesa. Desde então, ampliou a sua atividade, estando agora focado na aeronáutica, mobilidade urbana, automotiva, oceânica e espacial. Promovem a sustentabilidade e inovação, alavancando a indústria de um modo geral, mantendo sempre uma ética e rigor profissional de excelência. Atualmente, são uma referência internacional na área de mobilidade sustentável e reconhecidos no mundo aeronáutico pela competência em engenharia estrutural.

Todo o ciclo de desenvolvimento de um novo produto pode ser iniciado e concluído aqui, desde a definição de requisitos e criação de novos conceitos até aos processos de engenharia, homologação e certificação. Trabalham no desenvolvimento e implementação de soluções tecnológicas numa estratégia a médio/longo prazo, conectados com outras organizações de forma a alcançar resultados mais significativos para os parceiros e para a sociedade em geral.

O CEiiA afirma que não há futuro sem inovação. Encontram-se no grupo dos 10 maiores investidores em Investigação e Desenvolvimento (I&D) em Portugal. Como resultados, têm sido consistentemente classificados entre as organizações mais inovadoras em Portugal.



Figura 03. Logótipo do CEiiA, Matosinhos. Fonte: <https://www.ceiia.com/>

De forma a recolher informações específicas sobre organização de trabalho, funcionamento das equipas, interação multidisciplinar, infraestruturas e competências técnicas do CEiiA, realizei uma entrevista a um elemento da equipa do gabinete de design. André Almeida Santos, antigo aluno da ESAD, atual membro da equipa de estilo do gabinete de design do CEiiA. A entrevista, em formato virtual, foi realizada numa fase preliminar da minha interação com a empresa e, portanto, foi o primeiro contacto com a realidade laboral. Desta forma, consegui compreender de forma genérica como está estruturado o departamento de design, como é feita a distribuição de trabalho, quais são as condições de trabalho deste departamento e como funciona o ambiente entre colegas. Foi uma ferramenta útil que me ajudou a estruturar e organizar o planeamento do projeto, adequando as vantagens do CEiiA às possíveis futuras necessidades.



Figura 04. Fachada exterior das instalações do CEiiA, Matosinhos. Fonte: <https://www.acaixanegra.com/works/ceiia/>



Figura 05. Nave do armazém do CEiiA, Matosinhos. Fonte: <https://www.acaixanegra.com/works/ceiia/>

01.3.1 Estágio Curricular

Por imposição da pandemia e das restrições sociais para conter a propagação do vírus SARS-CoV-2, que se faziam sentir no início de 2021, a interação externa ao agregado familiar foi muito limitada. Por essa razão, a maioria do desenvolvimento e do acompanhamento do estágio, e consequentemente do projeto, foi realizado em regime de teletrabalho, por forma a respeitar as regras sanitárias recomendadas pela Direção Geral de Saúde.

Apesar das contingências do «novo normal», o acompanhamento foi mantido com alguma regularidade. Face ao ambiente de trabalho descontraído que pauta o departamento de design do CEiiA, não existiram reuniões periódicas. Estas eram marcadas consoante a pertinência e a fase de desenvolvimento do projeto e, sempre que havia necessidade de esclarecer alguma dúvida prontamente podia solicitar ajuda.

Numa fase avançada do projeto, e face ao regresso progressivo à normalidade, surgiu a oportunidade de trabalhar nas instalações do CEiiA em regime semanal. Foi gratificante perceber que fazia parte da equipa, apesar de estar a desenvolver um projeto pessoal, porque a grande maioria demonstrou curiosidade e disponibilidade oferecendo ajuda se e quando necessário.

01.3.2 Escolha do Tema

Destaco a importância das primeiras duas reuniões como meio para estabelecer os primeiros contatos. Foram também o palco para a escolha e decisão do tema, processo bastante orgânico e de colaboração mútua. Numa primeira fase, o CEiiA apresentou como sugestão vários temas com focos variados, mas de alguma forma todos relacionados com mobilidade. Um dos temas que despertou mais interesse, entre os vários apresentados, e que mais tarde foi adaptado para ser o tópico escolhido, foi a robótica urbana. A ideia proposta era desenvolver um veículo autónomo que prestasse algum tipo de serviços à comunidade, e que, de alguma forma, ajudasse a sociedade em atividades quotidianas, como por exemplo: um veículo autónomo dos bombeiros, veículo autónomo de entregas, entre outros. Durante o tempo em que decorreu a escolha do tema, a equipa do CEiiA foi sempre muito prática e acessível, demonstrando total liberdade para adaptar os temas, fazer sugestões, relevando que o mais importante era o tema ir ao encontro da minha ambição.

Uma premissa do CEiiA é a integração dos projetos de design aos serviços. A empresa não desenvolve projetos de design apenas como mero exercício estético. Por norma, desenvolvem projetos integrados em serviços de forma a ser uma mais-valia para o projeto em si, mas também, como proposta que

traga benefícios à população, à vivência em comunidade e à sustentabilidade.

Desta forma, o tema decidido, com base na robótica urbana foi o desenvolvimento de um conceito de produto/serviço para auxiliar na diminuição das perdas e desperdícios alimentares, e na manutenção de alimentos, em quantidades suficientes, para fazer face ao aumento populacional estimado pela ONU até ao ano de 2050.

Capítulo 02.

02. Contextualização

02.1 Contextualização Inicial

Em 2018, a população mundial rondava os 7,6 mil milhões (FAO, 2018), contudo, estudos indicam que até 2050 a população mundial ascenderá aos 9,7 mil milhões (ONU, 2019). Em pouco mais de trinta anos o crescimento populacional será exponencial e atingirá valores nunca antes vistos. Este aumento trará várias implicações, sendo que, uma delas será a alimentação. Existe uma grande diferença entre a quantidade de alimentos que produzimos hoje em dia, e a quantidade necessária para alimentar toda a população em 2050. Serão mais 2,1 mil milhões de indivíduos que necessitarão de alimento quando comparado com os dias de hoje. Assim, uma das soluções para suprir esta necessidade será aumentar em 56% a quantidade de comida disponível, e para isso, é essencial ampliar a área agrícola. Contudo, a área necessária seria de 593 milhões de hectares, uma área perto do dobro do tamanho da Índia, um valor incomportável tanto a nível económico como ambiental. (Ranganathan et al., 2018).

Desta forma e uma vez que, por um lado, é essencial alimentar mais de 9 mil milhões de pessoas em 2050 de forma sustentável e, por outro, que o aumento da área agrícola se revela impraticável, uma possível solução poderá passar pela redução da perda e do desperdício alimentar ao longo da cadeia de abastecimento (Ranganathan et al., 2018).

Aproximadamente um terço dos alimentos produzidos mundialmente para consumo humano não são consumidos (FAO, 2015). Se reduzirmos a perda e o desperdício de alimentos em 25% até 2050, conseguiríamos garantir 12 dos 56% da quantidade de comida que tem de aumentar. Este valor representa 27%, dos 593 milhões de hectares de terras agrícolas e a consequente mitigação de 15% dos gases com efeito de estufa (GEE). As ações a serem tomadas incluem, entre outras, a quantificação do desperdício de alimentos, o estabelecimento de metas de redução e a melhoria do armazenamento de alimentos (Ranganathan et al., 2018).

02.2 Questão da Investigação

De que modo é possível utilizar o design de produto para desenvolver um conceito de produto/ serviço que auxilie na diminuição de perdas e desperdício alimentar na CAA, como também, na manutenção em quantidades suficientes de alimento de forma a suprir as necessidades alimentares previstas devido ao aumento populacional estimado pela ONU até 2050.

02.3 Objetivos

02.3.1 Objetivos Gerais

- Reduzir as perdas e os desperdícios alimentares durante a cadeia de distribuição.
- Demonstrar o valor do Design de Produto como ferramenta útil no desenvolvimento de soluções para garantir a alimentação para o aumento populacional até 2050.

02.3.2 Objetivos Específicos

- Desenvolver um veículo inteligente que auxilie na redução da perda e do desperdício alimentar no transporte alimentício.
- Desenvolver um serviço que otimize a cadeia de distribuição alimentar em ambiente urbano, utilizando o veículo a desenvolver.

02.4 Hipótese

Tendo em conta a Contextualização Teórica realizada, formulou-se a seguinte hipótese:

Desenvolver um produto de mobilidade inteligente, integrado num serviço de produção agrícola vertical e transporte, que otimize a cadeia de distribuição alimentar, fazendo a ponte entre a necessidade do consumidor com o produtor de uma forma simplificada e mais direta.

02.5 Planeamento do Projeto

Após a escolha do tema e da identificação preliminar do problema, foi elaborado um planeamento das principais fases do projeto. O processo não decorreu de forma linear, por vicissitudes da pandemia e, principalmente, por se tratar de um tema muito vasto, que abria portas para muitas direções. Por essa razão, existiram momentos de avanços e recuos, levando a que algumas das fases se fossem sobrepondo.

As principais fases do projeto foram:

Pesquisa preliminar e identificação preliminar de hipóteses: Após a primeira reunião de discussão de temas, foi realizada uma breve pesquisa sobre cada um dos temas por forma a identificar possíveis necessidades passíveis de colmatar dentro do tempo estipulado para o desenvolvimento do projeto.

Escolha do tema: Na segunda reunião, e depois de vários momentos de partilha de ideias, ficou decidido o tema.

Pesquisa específica: A investigação e análise foi uma ferramenta preponderante para realização do projeto. Inicialmente, a recolha de informação pertinente, análise de tópicos e de tecnologias relevantes foi muito útil para a aproximação e familiarização com a temática, encaminhando o desenvolvimento do projeto. Através da pesquisa, foram também identificadas tendências válidas, definidas contextualizações e elaboradas análises das soluções existentes de forma a criar uma base sólida para sustentar a proposta final apresentada.

Identificação de hipóteses: Em simultâneo com a pesquisa, o reconhecimento das necessidades e a identificação do problema foi acontecendo de forma natural. Desta maneira foi possível identificar objetivos gerais e específicos a atingir, bem como a identificação de uma hipótese.

Exploração de ideias: Fase de ideação e elaboração de esboços, tendo sempre como base as ilações retiradas da pesquisa. Os conceitos relevantes foram selecionados e evoluíram para as fases seguintes.

Definição formal: Concluídos os vários estudos e conceitos, nesta fase foram ultimadas as formas finais, definindo concretamente todos os detalhes e linguagens formais. Foi também nesta fase que se ultimou a integração do produto com o serviço. A modelação tridimensional virtual foi fundamental ao longo da definição.

Protótipos: O protótipo foi produzido através da utilização de tecnologia de prototipagem rápida, técnica FDM (Fused Deposition Modeling). O material utilizado foi filamento PLA (poliácido láctico) com acabamento em tinta. A modelação virtual foi realizada recorrendo aos softwares Autodesk Fusion 360.

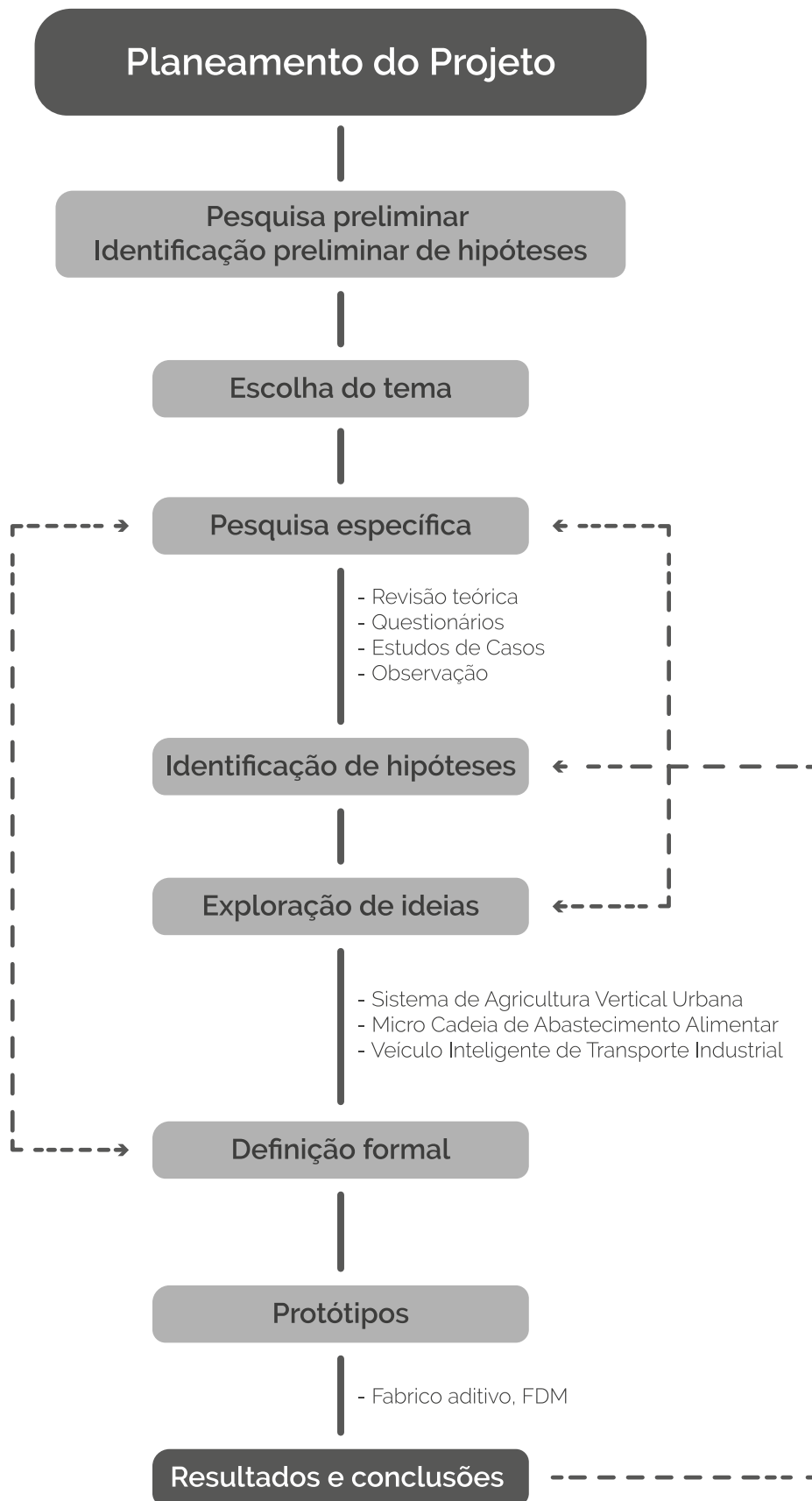


Figura 06. Organograma das etapas de planeamento do projeto. Fonte: Autor

02.6 Organograma da Investigação

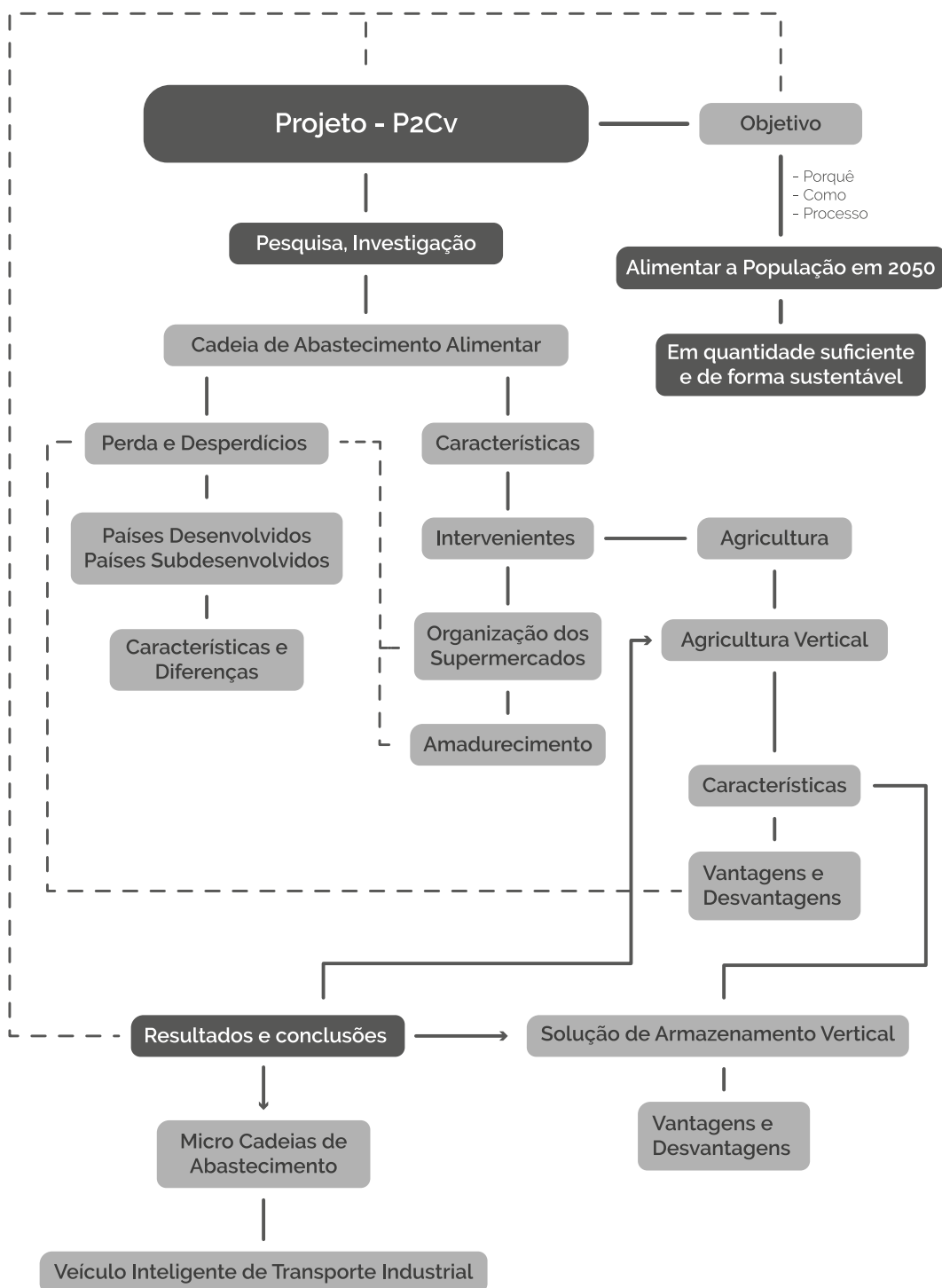


Figura 07. Organograma da investigação do projeto. Fonte: Autor.

Capítulo 03.

03. Revisão Teórica

03.1 Cadeia de Abastecimento Alimentar, Perda e Desperdício Alimentar

Atualmente os alimentos que consumimos estão, comodamente, acessíveis em qualquer mercado ou supermercado. Podemos inclusive, sem sair do conforto do nosso lar, encomendar todos os produtos que necessitamos, recebendo-os prontamente no prazo de poucos dias. No entanto, para termos estas comodidades existem cadeias de abastecimento alimentar que conectam os produtores aos consumidores de forma silenciosa e sem que nos apercebamos.

A Cadeia de Abastecimento Alimentar (CAA) é o itinerário que os bens de consumo alimentícios percorrem ao longo de todas as estações desde o produtor até à casa do consumidor final (Mariam, 2019). É uma complicada rede composta por vários intervenientes com responsabilidades distintas que estão interligados e a trabalhar em conjunto para, diariamente, disponibilizarem alimentos à população. A figura 08 mostra um exemplo de uma CAA genérica, dividida em sete estações: produção, processamento, acondicionamento, distribuição, transporte, venda ao público e casa do consumidor. De uma forma geral, a CAA é transversal à maioria dos produtos, contudo, podem existir pequenas variações tendo em conta alguma especificação do produto (Comissão Europeia, 2017).

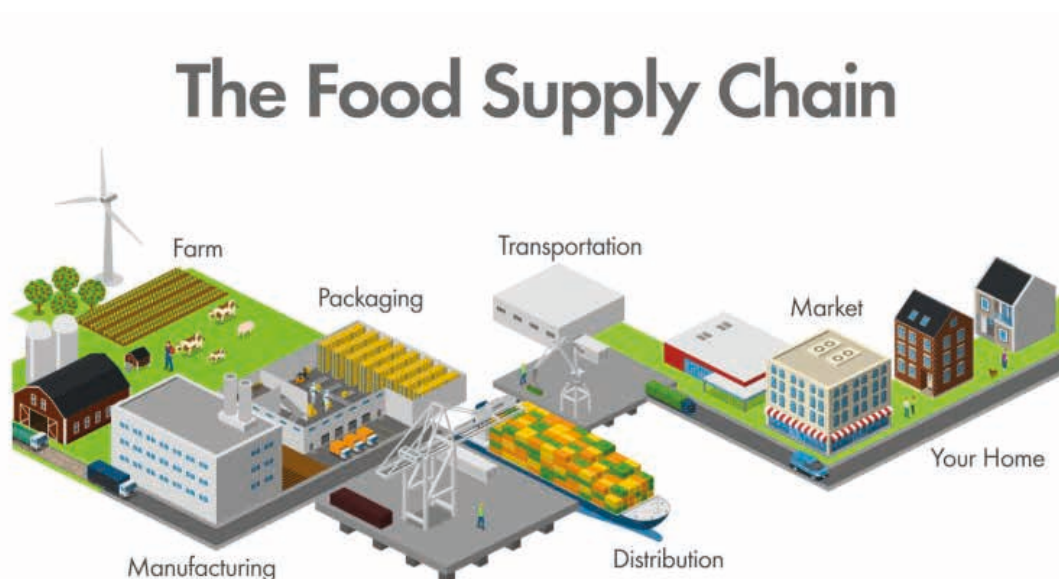


Figura 08. Infografia representativa de uma Cadeia de Abastecimento Alimentar genérica. Fonte: <https://money.howstuffworks.com/food-supply-chain-pandemic.htm>

Quando falamos de CAA é inevitável falarmos de perda e desperdício alimentares. A perda alimentar inclui os alimentos que não reúnem as características mínimas exigidas, que estão estragados ou apodreceram durante a CAA, e são, por isso, descartados antes de chegarem ao consumidor final. Já o desperdício alimentar refere-se aos alimentos adquiridos pelos consumidores, podendo estar ou não em boas condições de consumo, mas que não são consumidos por uma qualquer razão, acabando por ser deitados fora (Mariam, 2019). A figura 09 pretende ilustrar de forma simples a diferença entre os dois conceitos acima explanados.



Figura 09. Infografia: diferença entre perda e desperdício alimentar. Fonte: <https://onethird.io/food-loss-food-waste-difference/>

03.1.1 Exemplo Prático: manga importada

Como foi referido anteriormente, a CAA varia consoante o produto. Para clarificar esta questão vamos usar como exemplo a viagem percorrida por uma manga, plantada e colhida no Brasil, mas consumida em Portugal.

Ao comprarmos uma manga importada do Brasil num estabelecimento comercial, nomeadamente, numa mercearia ou supermercado, estamos a adquirir um produto que:

Em primeiro lugar, foi plantado e colhido no Brasil – Produtor;

Em segundo lugar, o produtor ou outra entidade, verificou se as mangas estavam em boas condições, descartando as que não cumpriam certos critérios – Processamento;

Em terceiro lugar, novamente o produtor ou outra entidade, colocou as mangas selecionadas em caixas e rotulou-as – Acondicionamento;

Em quarto lugar, por se tratar de um produto importado, as caixas fizeram uma viagem transatlântica para chegar ao destino, neste caso Portugal – Distribuidor;

Em quinto lugar, depois de estar em território nacional, as caixas são transportadas do distribuidor para o estabelecimento comercial – Transporte;

Em sexto lugar, o estabelecimento comercial recebeu as caixas, fez a verificação da qualidade do produto, descartou os que não cumpriam, colocando os bons produtos nas prateleiras para venda – Venda ao público.

Em sétimo lugar, a manga é finalmente comprada e será consumida – Casa do consumidor.

Todo este processo leva o seu tempo e depende muito da celeridade com que os intervenientes executam as suas tarefas. Pegando novamente no exemplo da manga importada, o tempo entre a colheita e o consumo poderá ocorrer ao longo de vários dias. Por essa razão, é tão importante que a CAA seja célere, por forma a garantir a manutenção das características do produto evitando a sua decomposição e, conseqüentemente, a sua perda (Dani, 2015).

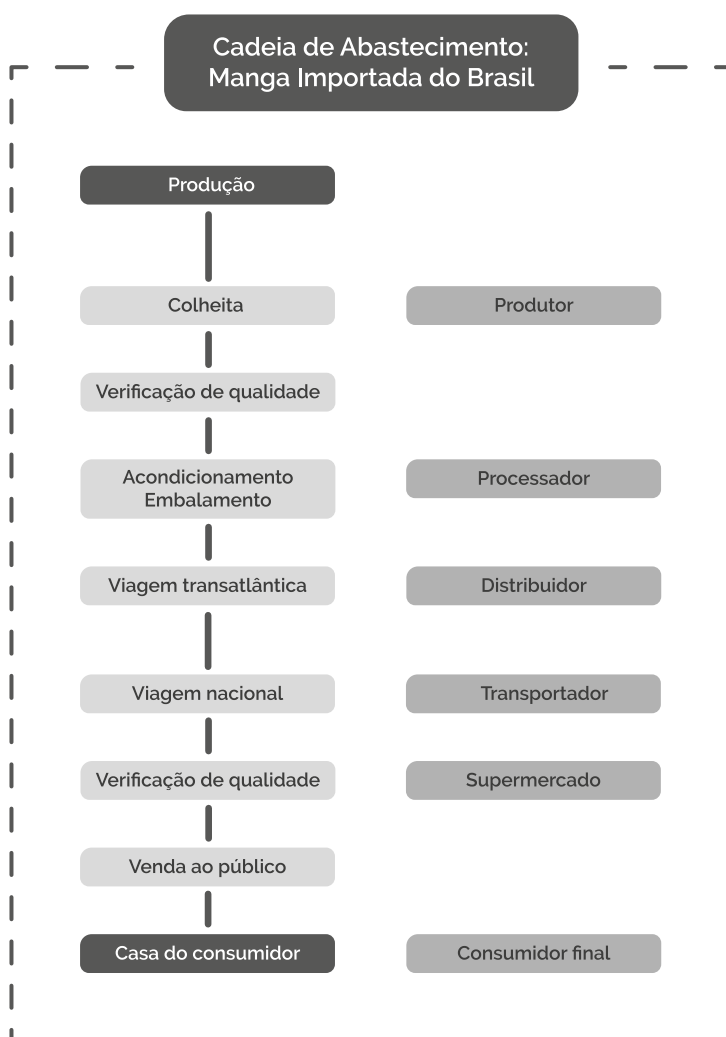


Figura 10. Organograma da cadeia de abastecimento alimentar: a manga importada do Brasil. Fonte: Autor

03.1.2 Fatores que Influenciam as CAA

O setor dos alimentos é um meio complexo, influenciado por fatores industriais, tecnológicos, económicos, sociais e políticos que moldam a disponibilidade, a natureza dos produtos e a entrega dos alimentos na nossa mesa. As entidades que participam na CAA procuram melhorar o funcionamento da cadeia, do ponto de vista da qualidade e competitividade sem nunca descurar a segurança alimentar. As constantes inovações tecnológicas, os novos modelos de negócios e a globalização têm obrigado as CAA a adaptar-se e a reinventar-se. As inovações em processamento e transporte abriram portas à globalização das cadeias. No entanto, há fatores que continuam a influenciar e regularizar as CAA, tais como:

Legislação

A circulação de alimentos através das fronteiras internacionais está sujeita a um acordo sobre aplicação de Medidas Sanitárias e Fitossanitárias (Acordo SPS) da Organização Mundial do Comércio (OMC). Estes acordos e leis criam uma maior transparência ao lidar com o comércio internacional. A legislação alimentar da União Europeia (UE) centra-se nos riscos e capacidade de rastreio da cadeia de abastecimento – da exploração agrícola ao garfo. Atribui igual importância à saúde humana, animal e vegetal bem como à importância do ambiente. O conceito é ter uma abordagem de precaução e, portanto, a Comissão Europeia, por meio de regulamentação alimentar geral, estabeleceu a estratégia «um passo para trás - um passo à frente», que exige aos distribuidores e transportadores identificação de origem e destinatário a que vai ser entregue. A rotulagem de alimentos é um foco importante na regulamentação de alimentos da UE, de modo a combater a fraude alimentícia e o contrabando (Dani, 2015).

Sustentabilidade

A CAA global é um contribuinte significativo para as emissões globais de gases de efeito estufa (GEE). Os GEE são produzidos em todas as etapas da cadeia, desde a produção de alimentos, passando pelo processamento, distribuição, consumo e, por fim, descarte dos resíduos. A sustentabilidade da CAA deve ser garantida, e consequentemente, caso os valores dos GEE excedam os limites permitidos, a cadeia não pode operar (Dani, 2015).

Colaboração

A colaboração entre os vários intervenientes ao longo da CAA é extremamente importante. O sucesso da cadeia depende do sucesso individual de cada tarefa, visto que há um encadeamento e uma dependência. Contudo, para além do sucesso individual de cada etapa, é também essencial uma

boa cooperação, com comunicação ativa entre produtores, processadores e transportadores (com o uso de tecnologia apropriada), o que pode ajudar a reduzir as perdas de alimentos (Dani, 2015).

Desenvolvimento do país

A cadeia de abastecimento alimentar varia consoante o estado de desenvolvimento do país em questão. Em países em desenvolvimento e/ou desenvolvidos a CAA é bastante mais estruturada e consolidada. No entanto, em países em desenvolvimento ou com baixo poder de compra, a CAA caracteriza-se por limitações técnicas e administrativas. Em comparação com os países desenvolvidos, as técnicas de colheita são pouco avançadas, o armazenamento não tem as condições necessárias, o transporte não é especializado, há ausência de processamento e instalações de resfriamento, a acomodação é precária ou inexistentes e os meios de comercialização não são os mais adequados (FAO, 2015).

03.1.3 Perdas e Desperdícios Alimentar em Países Em Desenvolvimento e Desenvolvidos

Todos os anos, cerca de 1/3 da comida produzida mundialmente para consumo humano (1,3 mil milhões de toneladas) é perdida ou desperdiçada (FAO, 2015). Também anualmente, cerca de 88 milhões de toneladas de alimentos são desperdiçados apenas na UE, o equivalente, em média, a 173 quilos por pessoa (Parlamento Europeu, 2017). São números alarmantes que refletem a condição atual da CAA. No entanto, a perda e o desperdício não acontecem de igual forma em todos os países e são influenciados pelo desenvolvimento do país e da população.

De seguida, vamos analisar as diferenças e perceber como se caracterizam as CAA dos países tendo em conta o seu desenvolvimento.

Nos países em desenvolvimento, as perdas alimentares ocorrem em grandes quantidades e em toda a extensão da cadeia, como é visível na figura 11. Estes números são o reflexo das limitações da CAA e também da falta de condições sociais e habitacionais destes países. As questões culturais, o papel que homens e mulheres podem ou não desempenhar ao longo da CAA, são também causas subjacentes na perda de alimentos. Isto é, em contextos rurais, embora a mulher seja frequentemente a principal fonte de mão-de-obra na

agricultura, já nos trabalhos de manufatura, acondicionamento, distribuição, transporte e venda ao público, as barreiras sociais impõem às mulheres a não participação nestas tarefas. Por essa limitação social, não há número suficiente de recursos humanos para concretizar determinadas tarefas em tempo útil, aumentando a perda de alimentos por estarem tempo a mais na CAA (FAO, 2015) (Rezaei & Liu, 2017).

Nos países desenvolvidos, pelas características da CAA, a perda alimentar é consideravelmente menor, comparativamente com os países pouco desenvolvidos como é visível na figura 11. A elevada perda na agricultura acontece, não por questões técnicas, mas por excesso de produção. Isto é, nestes países existem apoios governamentais que são atribuídos se os produtores atingirem determinadas metas de produção. Por conseguinte, essas metas podem ultrapassar as necessidades, criando excedentes dos quais pelo menos uma parte é perdida. Por outro lado, também verificamos algumas perdas nas seguintes estações da CAA, a razão para isso é a segurança alimentar. Os padrões de qualidade e estética são muito restritos e, por vezes, aplicados de forma excessiva, removendo alimentos que ainda são seguros para consumo humano. Contudo, nos países desenvolvidos o que é mais expressivo é o volume do desperdício alimentar, como podemos verificar na figura 11. Este fenómeno está relacionado com o comportamento dos consumidores, que é pautado frequentemente pelo planeamento desadequado das compras e a não utilização dos alimentos antes do término de seu prazo de validade. Tal conduz a desperdícios alimentares facilmente evitáveis, mas que representam a maior fatia das perdas e desperdícios nestes países (FAO, 2015; Rezaei & Liu, 2017).

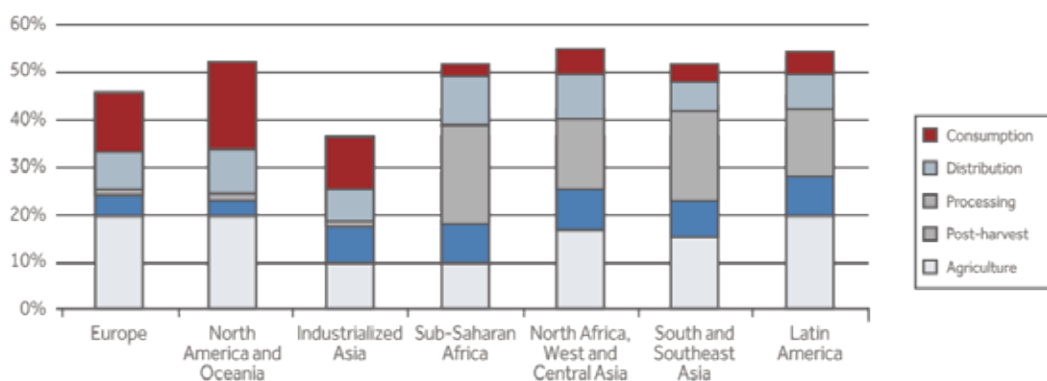


Figura 11. Perda e desperdício alimentar em cada estação da cadeia de abastecimento, a realidade em diferentes regiões do mundo. Fonte: Rezaei, M., & Liu, B. (2017). Food Loss and Waste in the Food supply Chain. <https://www.fao.org/3/bt300e/bt300e.pdf>

03.1.4 Questionário – Cadeia de abastecimento: Grupo Dia Portugal Supermercados

De forma a compreender com maior clarividência a situação atual da CAA num país desenvolvido, neste caso Portugal, foi elaborado um questionário a um antigo funcionário do grupo Dia Portugal supermercados. O seu último cargo, em 2021, foi responsável pelos novos projetos/transformações de loja. Respondia ao diretor nacional ou regional, dependendo do tipo de área que abrangia. As perguntas incidiram maioritariamente sobre a temática da distribuição e venda em loja de alimentos frescos, nomeadamente, frutas e legumes.

Num primeiro momento, foi clarificado que os produtos não são distribuídos diretamente para os supermercados. Existem três armazéns centrais – norte, centro e sul; que recebem e armazenam os produtos vindos dos produtores, para mais tarde serem transportados para os estabelecimentos comerciais, à medida que forem solicitados. Os pedidos de abastecimento são feitos apenas pelos chefes de loja ou pelos responsáveis pela secção de produtos perecíveis – os perecíveis são os vários setores alimentares que a loja tem, a título de exemplo: charcutaria, fruta/legumes, etc. Antes de qualquer pedido, primeiro são contabilizados os stocks em loja e na sua reserva – armazém em loja, equipado com uma câmara refrigeradora; e, só depois, caso se verifique a necessidade, é feita a encomenda a um dos armazéns centrais, privilegiando sempre o mais próximo. Cada loja funciona como elemento autónomo, responsável pelas próprias encomendas. Em lojas com maior fluxo de vendas, as entregas são feitas diariamente, contudo, em casos de menor saída, as entregas podem ser em dias alternados

Num segundo momento, percebemos como é feita a gestão dos frescos dentro das lojas. Diariamente, à abertura da loja, é feito um controlo de qualidade onde são retirados todos os produtos que não cumpram os requisitos de venda – apresentem «toques», estejam podres, imagem feia, calibre do produto diferente do apresentado na etiqueta, entre outros exemplos. Sempre que for feita uma reposição, noutra altura do dia, faz-se um novo controlo. Caso alguma fruta e/ou legume falhe na verificação, é feita uma devolução classificada como destruição ao armazém central. Por sua vez, o armazém central faz a verificação da devolução e, se for confirmada, é descartada para um contentor para ser recolhido e levado para o lixo. A quantidade de desperdício que é contabilizada em cada loja, é classificada por quebra conhecida. Contudo as lojas têm estratégias de redução deste

desperdício classificado, como por exemplo, fazer um pedido adequado e consciente ao armazém central, evitando excedentes em loja.

A totalidade do questionário pode ser encontrado no fim deste documento, com o nome de Anexo 1.

03.1.5 Amadurecimento: Consequência e Efeitos

Uma grande preocupação com frutas maduras é a duração limitada antes de se começarem a estragar. A perda de firmeza e a produção de açúcares associadas ao amadurecimento também podem tornar as frutas suscetíveis a agentes patogénicos como bactérias ou fungos. O amolecimento excessivo da fruta é uma das principais causas de perdas ao longo da CAA. Todo este processo de amadurecimento demora alguns dias, sendo variável consoante o tipo de fruta (Seymour et al., 2013).

À medida que as plantas crescem, os frutos acumulam água e nutrientes da planta e usam esses nutrientes para gerar o corpo e as sementes. A maioria dos frutos em crescimento fornece inicialmente proteção às sementes em desenvolvimento. Nesse estágio, as frutas são geralmente duras e pouco atraentes para os predadores. Após o desenvolvimento da semente e do fruto, as propriedades da fruta mudam para torná-la mais atraentes para os potenciais consumidores, como animais, insetos e humanos. Durante o amadurecimento, ocorre uma intensificação na quebra do amido no interior da fruta e um aumento consequente na quantidade de açúcares simples de sabor doce: sacarose, glicose e frutose. Este processo é particularmente notório nas bananas à medida que amadurecem, as verdes têm um sabor amargo e adstringente, e quanto mais amarelas e maduras ficam, mais doce se tornam. Há também uma diminuição da acidez à medida que os frutos amadurecem e uma diminuição das substâncias amargas das plantas. Por último, à medida que as frutas amadurecem, produzem compostos complexos que são libertados, oferecendo um aroma agradável à fruta (Seymour et al., 2013).

Para contrariar este fenómeno natural de amadurecimento e aumentar o tempo de vida dos produtos na CAA podemos aumentar a velocidade no transporte ou retardar o amadurecimento (Seymour et al., 2013).

Atualmente a CAA é global e os consumidores já estão habituados a ter ao seu dispor produtos que vêm de outros países e/ou continentes. Se optarmos pela solução de aumentar a rapidez de transporte, para importar uma manga do Brasil e a receber rapidamente, o transporte terá de ser feito por via aérea. Assim, estamos a assumir um aumento substancial no valor final do produto, porque naturalmente a capacidade de transporte de um avião é inferior à de

um porta-contentores. Por esse motivo, o valor do transporte é diluído em menos unidades. Como é visível na figura 12 a mesma manga transportada por avião é duas vezes mais cara que a transportada por barco.



Figura 12. Preços das diferentes mangas disponíveis para venda, transportadas de barco e ou de avião. Fonte: <https://www.continente.pt/pesquisa/?q=manga&start=0>

Se, no entanto, assumirmos o transporte mais lento, somos obrigados a retardar o amadurecimento. Atualmente, existem várias maneiras de retardar o amadurecimento dos frutos. A técnica mais comum passa por reduzir a temperatura a que estão expostos. Normalmente são utilizadas temperaturas frias acima de zero graus Celsius. Embora todas as frutas possam ser congeladas, no processo de descongelamento muitas delas perdem o sabor e a textura, tornando-se muito pastosas. Por outro lado, várias frutas como as bananas, podem danificar-se pelo excesso de temperaturas baixas. Assim sendo, a utilização desta abordagem é limitada ao comportamento inerente a cada tipo de fruta. Outra alternativa utilizada para retardar o amadurecimento das frutas é controlar a atmosfera à volta da fruta, aumentando os níveis de dióxido de carbono e reduzindo os níveis de oxigénio. Isto porque as frutas precisam de oxigénio para amadurecer, portanto, se existir menos oxigénio no ambiente em que se encontram, o amadurecimento será mais lento. Por fim, outra opção é bloquear a ação do etileno, um gás conhecido como «hormona do amadurecimento da fruta» que, tal como o nome indica, é necessário para desencadear o amadurecimento. Este pode ser bloqueado com o uso de compostos sintéticos (Seymour et al., 2013).

As frutas colhidas verdes ou sem estarem no estado ótimo para consumo, são armazenadas e transportadas utilizando umas das técnicas de conservação apresentadas anteriormente. Contudo, depois de chegarem ao país onde serão consumidas, terão de passar por um processo de amadurecimento. Para isso, é usado comercialmente, o gás etileno. Frutas, como tomate, banana e pêra são colhidas pouco antes do início do amadurecimento, normalmente

num estado duro e verde. Dessa forma, temos tempo para armazenar e transportar o produto para lugares distantes. Assim que a fruta chega ao destino, o amadurecimento é feito em condições controladas. É geralmente realizado em salas de maturação especialmente construídas, com temperatura, humidade e concentração de etileno ideais de forma a criar condições especiais para que a fruta amadureça. Normalmente, a nível comercial, são utilizadas baixas concentrações de etileno para fomentar o amadurecimento, sendo apenas necessário estimular a resposta natural de amadurecimento da fruta. Quando a fruta amadurecida com etileno chega ao consumidor, o etileno aplicado comercialmente já desapareceu e a fruta está a produzir o seu próprio etileno. Tanto o etileno como os outros agentes de amadurecimento amplamente utilizados são considerados não tóxicos para os humanos. No entanto, produtos relativamente caros, sendo esta uma das principais desvantagens do seu uso (Seymour et al., 2013).

03.1.6 Consequências Paralelas das CAA

A perda e o desperdício de alimentos tem impacto ambiental negativo devido à água, terra, energia e outros recursos usados durante a produção dos alimentos que não serão consumidos. O tamanho do impacto aumenta com o avançar na CAA, sendo que produtos que se perdem no fim da cadeia refletem gastos e perdas consideravelmente maiores – efeito bola de neve. Por exemplo, se desperdiçarmos um pacote de batatas fritas porque deixamos passar o prazo de validade, estamos a desperdiçar tudo o que envolveu a produção desse mesmo produto. Por outro lado, se os produtos que necessitam de um nível de processamento e refinamento mais alto para atingir as características pretendidas forem perdidos ou desperdiçados, os recursos consumidos serão maiores.

Um dos recursos mais transversal na produção de alimentos frescos e/ou processados é a água, um recurso escasso e precioso. A título de exemplo, muitos países como o Egito estão a utilizar mais água do que a que têm disponível, tornando a produção alimentar pouco sustentável. Assim, e uma vez que a produção de alimentos é responsável pela grande maioria da água usada no mundo hoje em dia, é necessário ter em linha de conta que quando se desperdiça alimentos também desperdiçamos a água usada para os produzir. Na realidade, estima-se que um quarto de toda a água que se usa na agricultura é usada para cultivar alimentos que mais tarde acabarão como lixo. Por exemplo, para produzir um tomate são necessários 13 litros de água, já um pacote de batatas fritas necessita de cerca de 185 litros de água (Mariam, 2019).

Outro recurso indispensável ao cultivo é o substrato. Atualmente existem várias opções, mas a mais comum é o solo, chamado de terra agrícola. A terra agrícola refere-se à parcela de terra que é arável, com culturas e pastagens permanentes. No mundo, foram contabilizadas como terras agrícolas 47.953.427 km² em 2018, de acordo com o The World Bank Group (Trading Economics, 2021). A quantidade de alimentos que são, posteriormente, perdidos ou desperdiçados ocupa cerca de 1,4 mil milhões de hectares de terra agrícola (Mariam, 2019). Estes valores de ocupação de terreno influenciam também a destruição da biodiversidade. Todas as espécies e organismos contribuem com algo para o seu ambiente comum, por isso, é muito importante interferir o mínimo possível no funcionamento dos ecossistemas. Um exemplo de interferência é quando as florestas são desflorestadas para dar espaço aos campos de cultivo. Durante esse processo, muitos animais perdem o seu habitat e poderão acabar em risco de extinção (Mariam, 2019).

Ao longo da CAA, para executar determinadas tarefas como armazenar, preparar, embalar, distribuir e transportar é necessária energia. Pode ser elétrica, proveniente da combustão de motores e/ou humana. Caso um produto seja perdido ou descartado, a energia utilizada para qualquer uma destas tarefas é igualmente perdida.

A perda e o desperdício de alimentos não significa apenas que recursos valiosos e muitas vezes escassos como a água, o solo e a energia estão a ser perdidos. De acordo com a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), o desperdício de alimentos é responsável por cerca de 8%, de todas as emissões globais de gases com efeito de estufa causados pelo Homem. Em média, por cada quilo de alimento produzido, 4,5 quilos de CO₂ são libertados para a atmosfera (Parlamento Europeu, 2017), tendo em consideração todas as tarefas que constituem a CAA.

Por fim, há que considerar ainda o aspeto do preço de venda ao público (PVP). O valor monetário dos alimentos perdidos a nível global é estimado em cerca de 1 bilião de dólares (Rezaei & Liu, 2017). O valor de venda dos produtos é escolhido tendo em conta o investimento durante a CAA e contemplando também as perdas.

O percurso do dinheiro é inverso ao movimento da cadeia, como pode ser observado na figura 13. A título de exemplo, quando um supermercado ou outra entidade comercial encomenda 100 unidades, paga não só pelas unidades que encomendou, mas também pelas que a cadeia produziu, armazenou e transportou a mais, sabendo, a priori, que ocorrem sempre perdas na CAA. No final, o consumidor paga, por unidade, um valor baseado no preço que o supermercado pagou pelo produto ao que é acrescentado a margem de lucro que pretendem obter.

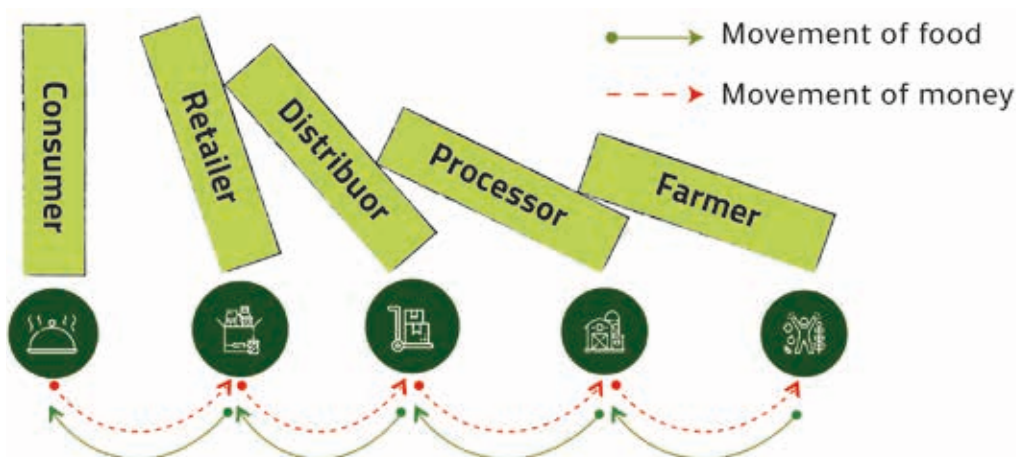


Figura 13. Infografia representativa do movimento do dinheiro em relação ao da comida na CAA. Fonte: Mariam, G. (2019). Food loss and waste and value chains – Learning guide.

03.2 Crescimento Populacional até 2050: Implicações na CAA

Paralelamente ao crescimento populacional estimado, verifica-se ainda a mobilização da população para os grandes centros urbanos. Atualmente, segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), 55% da população mundial vive em áreas urbanas e a expectativa é de que este número aumente para 70% até 2050. (ONU, 2019a). (ONU, 2019b). Tanto o aumento da população como a sua focalização nas cidades afetam diretamente a CAA, sobrecarregando-a.

Em consequência, será necessário, por um lado, aumentar a produção alimentar e, por outro, alargar e melhorar a rede de armazenamento e refrigeração para uma adequada conservação de alimentos. Adicionalmente, torna-se essencial aumentar a eficácia da rede de distribuição e transporte, conectando desta forma o produtor ao consumidor. É ainda importante otimizar a capacidade de armazenamento e refrigeração dos alimentos nos estabelecimentos comerciais, para que possam servir adequadamente um número maior de clientes em simultâneo. (Ranganathan et al., 2018).

Infelizmente, se nada for feito, a atual CAA é insuficiente para responder às necessidades previstas para 2050. Assim teremos um aumento exponencial de população subnutrida e consequentemente menos produtiva, mais fraca física e imunologicamente (World Health Organization, 2019).

03.3 Breve História da Agricultura

A história da agricultura teve início há vários séculos, tendo sido sempre pautada por evoluções, transformações e melhorias tendo em vista o aumento de produtividade para responder às necessidades alimentares e industriais da humanidade. De uma forma sintética, podemos dividir a história da agricultura em cinco grandes revoluções:

-Primeira Revolução na Agricultura – de caçador-coletor para agricultor

A primeira revolução da agricultura foi marcada pela alteração de hábitos dos seres humanos, deixando de ser caçadores-coletores para passarem a ser agricultores. Essa mudança foi extremamente importante para o estabelecimento das civilizações, já que a vida composta pela caça e coleta exigia que o ser humano fosse nômada nômada, isto é, que se mudasse em função dos recursos. Tornando-se agricultor, o ser humano passou a plantar e produzir a sua própria comida, podendo desta forma, estabelecer-se num local fixo (Lu & Grundy, 2017; Marcel Mazoyer, 2009).

-Segunda Revolução na Agricultura – utilização de utensílios, força animal e regadio

A segunda revolução na agricultura é marcada pelo domínio das primeiras técnicas agrícolas. O aumento populacional das primeiras comunidades criou uma maior necessidade de alimentos. Por essa razão, a utilização de utensílios, força animal e domínio do regadio foram avanços fundamentais para mitigar este problema. Por outro lado, o aumento de produtividade foi de tal forma superior às necessidades que foi nesta altura que começaram a surgir as primeiras trocas comerciais (Lu & Grundy, 2017; Marcel Mazoyer, 2009).

-Terceira Revolução na Agricultura – primeira grande necessidade de aumento de produtividade

A terceira revolução na agricultura ocorreu praticamente ao mesmo tempo em que a sociedade se industrializou. Com o desenvolvimento da indústria, houve a necessidade de aumentar a eficiência do trabalho no campo e a produtividade das culturas, uma vez que estas lhe serviam de matéria-prima. Para suprimir a demanda solicitada pela indústria, os produtores passaram a usar mais tração animal, assim como os primeiros tratores e máquinas agrícolas (inicialmente movidos a vapor, mas rapidamente substituídos pelo motor a combustão) (Lu & Grundy, 2017; Marcel Mazoyer, 2009).

-Quarta Revolução na Agricultura – a Revolução Verde

A Revolução Verde ocorreu logo após o fim da Segunda Guerra Mundial. Foi marcada por grandes avanços na agricultura, incluindo o aperfeiçoamento

genético realizado em laboratório, o aumento do uso e desenvolvimento das máquinas agrícolas e ainda a utilização de pesticidas. Estas melhorias foram responsáveis por um grande aumento da produtividade, permitindo que a crescente população mundial e a indústria obtivessem quantidade suficiente de alimento e matéria-prima para as suas necessidades (Lu & Grundy, 2017; Marcel Mazoyer, 2009).

-Quarta Revolução na Agricultura – a Agricultura 4.0

Por fim, chegamos à Agricultura 4.0, a revolução que vivemos na atualidade. O grande marco desta revolução é o grande desenvolvimento e utilização da tecnologia na agricultura. Os avanços nos sistemas de produção, automatização e gestão aumentaram a produtividade, mas, principalmente, a segurança alimentar. Hoje em dia podemos ver máquinas agrícolas autónomas controlados por GPS, sistemas de rega autónomos ou controlados via internet, estufas com atmosferas controladas, entre outros exemplos. A menor necessidade de mão de obra humana, por conta da automação, também é uma característica dos tempos atuais (Lu & Grundy, 2017; Marcel Mazoyer, 2009).

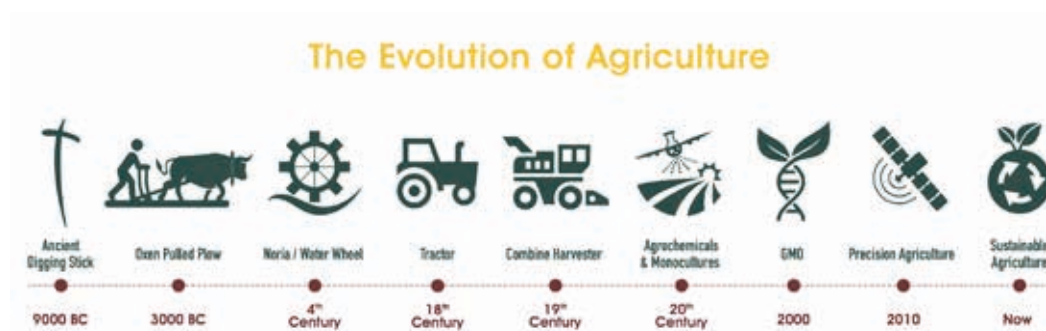


Figura 14. Infografia representativa da evolução da agricultura. Fonte: PRIMAL GROUP (2016) <https://www.primalgroup.com/build-food-system-safeguards-global-health/>

03.4 Agricultura Vertical, Possível Solução?

03.4.1 Agricultura Vertical: o que é?

Terrenos agrícolas em zonas férteis, com o clima adequado e com dimensão suficiente para serem rentáveis são cada vez mais escassos e caros. Com o galopante crescimento da população mundial, a necessidade de mais alimento e, conseqüentemente, de solo para cultivo está em constante aumento. Uma vez que começou a ser impraticável encontrar área de terra para cultivo, alguns empresários e agricultores começaram a procurar soluções diferentes para colmatar as crescentes necessidades (Birkby, 2016; Lu & Grundy, 2017).

Uma solução para a necessidade de mais espaço pode ser encontrada nos armazéns abandonados das cidades, em novos edifícios construídos em terras ambientalmente danificadas e até mesmo em contentores marítimos depois de usados. Esta solução, chamada agricultura vertical, é uma técnica que envolve o cultivo em ambientes onde os fatores luz, nutrientes, temperatura e humidade são controlados. É uma prática agrícola promissora que usa tecnologia avançada como: cultivo sem solo (hidroponia / aeroponia), luz artificial economizadora de energia (díodo emissor de luz – LED) e sistemas de controlo automatizados de temperatura e humidade para produzir vegetais, frutas e outras culturas durante todo o ano. Na agricultura vertical, as culturas são empilhadas em camadas, podendo atingir vários andares, rentabilizando o espaço e multiplicando o rendimento da colheita (Birkby, 2016; Lu & Grundy, 2017).

Embora a pequena jardinagem residencial vertical exista há décadas, a agricultura vertical à escala comercial só começou a ser mais explorada nos últimos anos. No início de 2015, os Estados Unidos tinham apenas algumas agriculturas verticais comerciais em operação. Contudo, e uma vez que o interesse por esta nova tecnologia agrícola está em crescimento sustentado, diversos empresários de várias cidades do mundo começaram a estudar e aplicar este sistema agrícola inovador (Birkby, 2016; Lu & Grundy, 2017).

03.4.2 Tipos de Agricultura Vertical

A agricultura vertical pode ter formas e tamanhos diferentes, desde sistemas simples de dois níveis até grandes armazéns com vários andares, vulgarmente chamadas fábricas de cultivo. Mas, todos estes sistemas, simples ou complexos, usam uma das três técnicas de cultivo sem substrato para fornecer nutrientes às plantas - hidroponia, aeroponia ou aquaponia (Birkby, 2016).

Hidroponia

É o sistema de cultivo mais usado na agricultura vertical. As raízes das plantas são submersas numa solução nutritiva, funcionando num circuito fechado. A água é mantida em constante circulação e frequentemente monitorizada, garantindo assim a sua correta composição química e, desta forma, assegurando um aporte adequado de nutrientes à planta (Birkby, 2016). Figura 15.

Aquaponia

Um sistema aquapónico leva o sistema hidropónico um passo adiante, combinando plantas e peixes no mesmo ecossistema. É constituído por um sistema fechado em que os peixes são criados em cativeiro em tanques, produzindo resíduos ricos em nutrientes que são usados como fonte de alimentação para as plantas. A água excedente que não for consumida pela planta é purificada e regressa para os tanques dos peixes. Atualmente, não é uma solução muito utilizada em sistemas de agricultura vertical comerciais por questões inerentes ao aumento de custos e diminuição da rentabilidade monetária. No entanto, novos sistemas aquapónicos mais baratos e eficientes podem ajudar a tornar esta técnica mais popular (Birkby, 2016). Figura 16.

Aeroponia

A Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço (NASA) foi a principal responsável pelo desenvolvimento desta técnica inovadora de cultivo sem solo. Na década de 90, a NASA iniciou o desenvolvimento de estudos sobre o cultivo eficiente de plantas no espaço e cunhou o termo "aeroponia", definindo-o como "cultivo de plantas num ambiente aéreo / névoa sem solo e com muito pouca água". Esta técnica partilha a mesma base que o sistema hidropónico, mas, ao invés de a raiz estar submersa, está no ar e é pulverizada, periodicamente, com a mesma solução descrita anteriormente. Atualmente, os sistemas aeropónicos são pouco comuns na agricultura vertical, mas estão a atrair um interesse significativo, uma vez que as plantas cultivadas nestes sistemas têm demonstrado capacidade de absorção de mais minerais e vitaminas, tornando, desta forma, as plantas mais saudáveis e potencialmente mais nutritivas (Birkby, 2016). Figura 17.

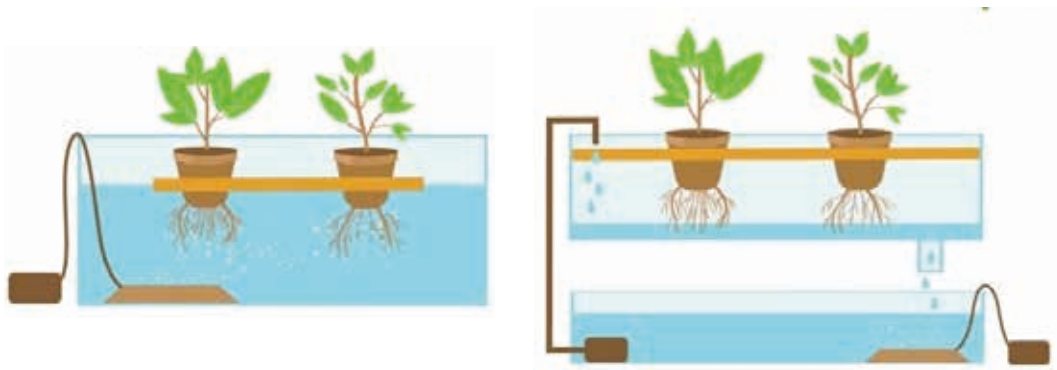


Figura 15. Representação ilustrativa de dois sistemas hidropônicos. Fonte: <https://naturezedge.com/how-to-start-a-hydroponic-vegetable-garden>

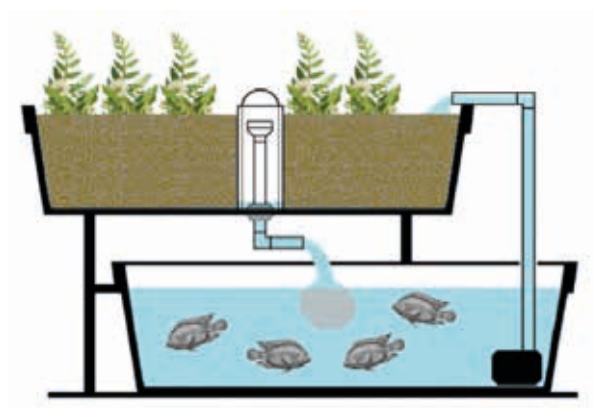


Figura 16. Representação ilustrativa de um sistema aquapônico. Fonte: <https://www.ideiacircular.com/aquaponia-uma-forma-circular-de-alimentar-as-nossas-cidades/>

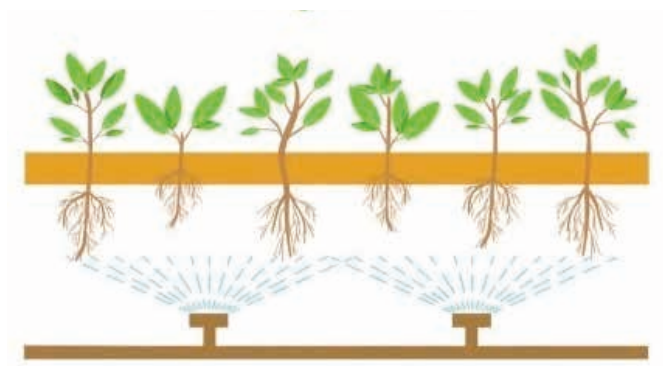


Figura 17. Representação ilustrativa de um sistema aeropônico. Fonte: <https://naturezedge.com/how-to-start-a-hydroponic-vegetable-garden>

03.4.3 Vantagens dos Sistemas Agrícolas Verticais

- Produção agrícola contínua — A tecnologia presente na agricultura vertical permite não só garantir uma produção contínua durante todo o ano, como ainda tornar a produção muito mais eficiente do que na agricultura tradicional. Na prática, um hectare em sistema de agricultura vertical pode produzir o rendimento equivalente a mais de 10 hectares de terras agrícolas. (Despommier, 2011).
- Ausência da utilização de pesticidas, herbicidas ou fertilizantes – O controlo das condições do cultivo permitem uma redução ou abandono total do uso destas substâncias químicas. Alternativamente, na agricultura vertical, alguns produtores utilizam joaninhas ou outros controlos biológicos quando necessários para lidar com as infestações (Despommier, 2011).
- Proteção contra variações climáticas – Uma vez que a produção é cultivada sob um ambiente controlado, esta acaba por não ser alvo de variações ou ocorrências climáticas extremas, como as secas, o granizo ou as inundações (Despommier, 2011).
- Conservação e Reciclagem de Água – As técnicas de cultivo hidropónicas utilizam cerca de 70% menos água do que a agricultura tradicional. De igual modo, as técnicas aeropónicas, envolvem a pulverização das raízes das plantas recorrendo a menores quantidades de água (Despommier, 2011). Por exemplo, para produzir alface, a agricultura tradicional necessita, em média, de 237L/kg, enquanto que a agricultura vertical precisa, em média, de apenas 1,2L/kg (Barbosa et al., 2015).
- Amiga do ambiente – O cultivo em ambientes fechados reduz ou elimina o uso de tratores e outros equipamentos agrícolas, reduzindo assim o recurso a combustível fóssil. Desta forma, a implantação de sistemas de cultivo vertical em grande escala pode resultar numa redução significativa da poluição e das emissões de CO₂. Adicionalmente, a localização privilegiada nas cidades proporciona outra redução nas emissões de carbono ao longo da CAA, uma vez que, as deslocações são geralmente curtas por se manterem dentro da área metropolitana. Para muitos a necessidade energética para fornecer luz e climatização é tão ou mais poluente que as emissões de um sistema agrícola tradicional, dado que a origem da energia elétrica não é renovável. Por essa razão, este pormenor não é aceite por todos (Despommier, 2011).
- Segurança no trabalho – A agricultura convencional é uma das profissões mais perigosas, em que existe um elevado número de acidentes de trabalho.

Alguns dos riscos ocupacionais, inerentes à prática agrícola são evitados na agricultura vertical, como os acidentes com equipamentos agrícolas e a exposição a produtos químicos tóxicos (Despommier, 2011).

03.4.4 Desvantagens dos Sistemas Agrícolas Verticais

- Elevados custos de aquisição e construção – O custo de aquisição de imóveis, mesmo abandonados, nas grandes cidades pode ser bastante avultado. Por outro lado, o investimento inicial para construir e preparar um espaço para albergar um sistema de agricultura vertical urbano é também significativo. Estas são razões suficientes para dissuadir muitos dos investidores por conta dos vários anos necessários para reaver o investimento (Despommier, 2011).
- Custos operacionais – Embora os custos de transporte possam ser significativamente menores do que na agricultura tradicional, o consumo de energia para a iluminação artificial e controlo da climatização pode aumentar significativamente os custos operacionais. (Despommier, 2011).
- Controvérsia sobre a certificação orgânica – Não está claro se, ou quando, haverá um acordo sobre a certificação do cultivo produzido em sistemas agrícolas verticais como orgânico. Muitos especialistas em agricultura defendem que uma cultura orgânica certificada envolve todo um ecossistema de solo e luz natural e não apenas a não utilização de pesticidas e herbicidas. (Despommier, 2011).
- Número limitado de espécies agrícolas rentáveis economicamente – Atualmente, as culturas que encontramos em maior abundância neste tipo de agricultura são culturas de alto valor, com um crescimento rápido, dimensões pequenas e de rápida rotação, como por exemplo: alface e o manjerição. Em contrapartida, vegetais, bagas e frutas de crescimento mais lento não são rentáveis comercialmente. A menor rotação e maior necessidade de exposição solar incrementa os custos operacionais, deixando de ser uma solução competitiva. No entanto, o desenvolvimento tecnológico na área da iluminação artificial específica para plantações interiores está em rápida ascensão, o que poderá ser o ponto de partida para a maior rentabilidade do cultivo de outros alimentos (Despommier, 2011).

Atualmente, a agricultura vertical encontra-se na fase um de três no que respeita à eficiência que as luzes LED oferecem. Estudos indicam que, até 2030, o avanço tecnológico destas lâmpadas será de tal ordem que passará a ser rentável produzir culturas que exijam mais horas de luz, nomeadamente, tomates, pimentos, batatas, entre outros. A grande mudança que se espera

atingir é a eficiência energética e a consequente rentabilidade monetária para cultivar alimentos básicos, como por exemplo arroz, trigo e milho. Esta meta será a fase três, que é aguardada com alguma expectativa porque trará enormes mudanças para a economia mundial e para a produção alimentar (Despommier, 2011; Owen Comstock, 2014).

Necessidades de polinização - As culturas que requerem polinização por insetos estão em desvantagem no que toca ao uso de sistemas verticais no seu cultivo, uma vez que ainda não existe solução para esta necessidade. As plantas que requerem polinização podem precisar de ser polinizadas manualmente, exigindo tempo e mão de obra. (Despommier, 2011).

03.4.5 Financiamento para Sistemas Agrícolas Verticais Urbanos

A agricultura vertical em áreas urbanas é um fenómeno relativamente recente, mas o interesse por este sistema de cultivo está em clara expansão. Não só o número de produtores verticais está a crescer a cada ano, como também existem inúmeras variações desta técnica a serem testadas em todo o mundo. Desta forma, espera-se um aumento do conhecimento científico e de experiência para inovação e criação de novas soluções mais eficientes energeticamente, aumentando assim também as margens de lucro (Birkby, 2016). Paralelamente, estão a ser criados fundos de investimento para concretizar mais estudos sobre os sistemas alimentares urbanos e agricultura sustentável. No âmbito do programa Horizonte Europa, a CE propõe atribuir 10 mil milhões de euros à inovação e informação em matéria de alimentos, bioeconomia, recursos naturais, agricultura, bem como à utilização de tecnologias digitais e de soluções baseadas na natureza para o setor agroalimentar. Uma das áreas consideradas essenciais na investigação futura neste âmbito são, precisamente, os sistemas alimentares urbanos (Comissão Europeia, 2020).

03.5 Casos de Estudo

De forma a enriquecer o conhecimento, é fundamental estudar casos reais e atuais que estejam diretamente relacionados com a temática abordada na presente dissertação. Por isso, considera-se a ferramenta «estudo de casos» muito útil, uma vez que auxilia o ganho de consciência e maturidade sobre o tema, para se conseguir responder ao exercício de design com uma melhor preparação.

Desta forma, procedeu-se ao estudo de casos das seguintes empresas: AeroFarms, InFarm e Iron ox. Apesar destas três empresas terem missões e objetivos semelhantes, apresentam soluções distintas para revolucionar a agricultura e ajudar a solucionar a crescente necessidade alimentar até 2050. Todas apresentam como preocupação maior uma produção sustentável, respeitando o planeta e os seus habitantes.

O estudo foi realizado com particular foco nas soluções tecnológicas, de logística e organização que as empresas utilizam para entregar aos consumidores o melhor produto possível. Para tal, entrei em contato com duas das empresas, que por falta de disponibilidade, não puderam, com pena, responder-me individualmente e com a atenção que as minhas questões mereciam, remetendo para os sites oficiais. Por essa razão, todas as informações foram retiradas dos sites das respetivas empresas, ou de plataformas geridas pelas próprias.

03.5.1 AeroFarms

A AeroFarm foi fundada em 2004 nos Estados Unidos da América e distingue-se das restantes, por ser líder mundial em agricultura vertical utilizando uma técnica de aeroponia idealizada e formulada pela AeroFarms. A técnica utilizada apresenta elevado rendimento e um consumo de água 95% menor do que a agricultura tradicional. Na produção não são utilizados quaisquer pesticidas, apenas pequenas quantidades de fertilizantes naturais. A missão desta empresa passa por cultivar as melhores plantas possíveis para o aperfeiçoamento da humanidade (AeroFarms, 2021). Além disso, primam pela sustentabilidade e dedicação em conservar o planeta, apresentando argumentos e soluções válidas para a problemática do crescimento populacional até 2050 e tudo o que isso representa (AeroFarms, 2021).

“Since 2004, we have been transforming agriculture with people and planet in mind. (...) we use the latest breakthroughs in indoor vertical farming, artificial intelligence and plant biology to fix our broken food system and improve the way fresh produce is grown and distributed locally and globally.” (AeroFarms, 2021).

Atualmente, são especialistas no cultivo e comercialização de folhas verdes. No entanto, já iniciaram a produção de frutos silvestres e colaborações com a indústria farmacêutica para utilizar as características das folhas verdes para outros fins que não unicamente a alimentação. Acreditam que estão a transformar os fundamentos da agricultura, cultivando alimentos saborosos, seguros e saudáveis durante todo o ano, de forma ambientalmente sustentável e socialmente responsável (AeroFarms, 2021).



Figura 18. Pavilhão principal da AeroFarm, relação de escala com a estatura humana. Fonte: <https://www.aerofarms.com/>

Constroem as plantações dentro e em redor das grandes cidades, mas também perto das principais rotas de distribuição, permitindo assim a produção de alimentos frescos e a distribuição local. Estão focados em sistemas de agricultura vertical comerciais de grande escala para conseguirem ter um impacto significativo na transformação da agricultura em todo o mundo (AeroFarms, 2021).

Utilizam iluminação LED desenvolvida por eles, com o objetivo de criar um algoritmo de luz personalizado para cada planta, dando-lhes exatamente o espectro, a intensidade e a frequência de que necessitam para que a fotossíntese decorra da forma mais eficiente possível em termos de energia. Usam um sistema fechado de aeroponia e borrifam as raízes das plantas com nutrientes, água e oxigénio direcionados, proporcionando uma alimentação perfeita para a planta. Os edifícios estão equipados com sistemas patenteados que garantem um ambiente fechado, totalmente protegido e controlado, criando uma atmosfera limpa e ideal para as plantas. Desta forma, controlando a luz, a água e o ambiente, conseguem garantir rentabilidade, consistência e a mesma qualidade independentemente da estação do ano (AeroFarms, 2021).

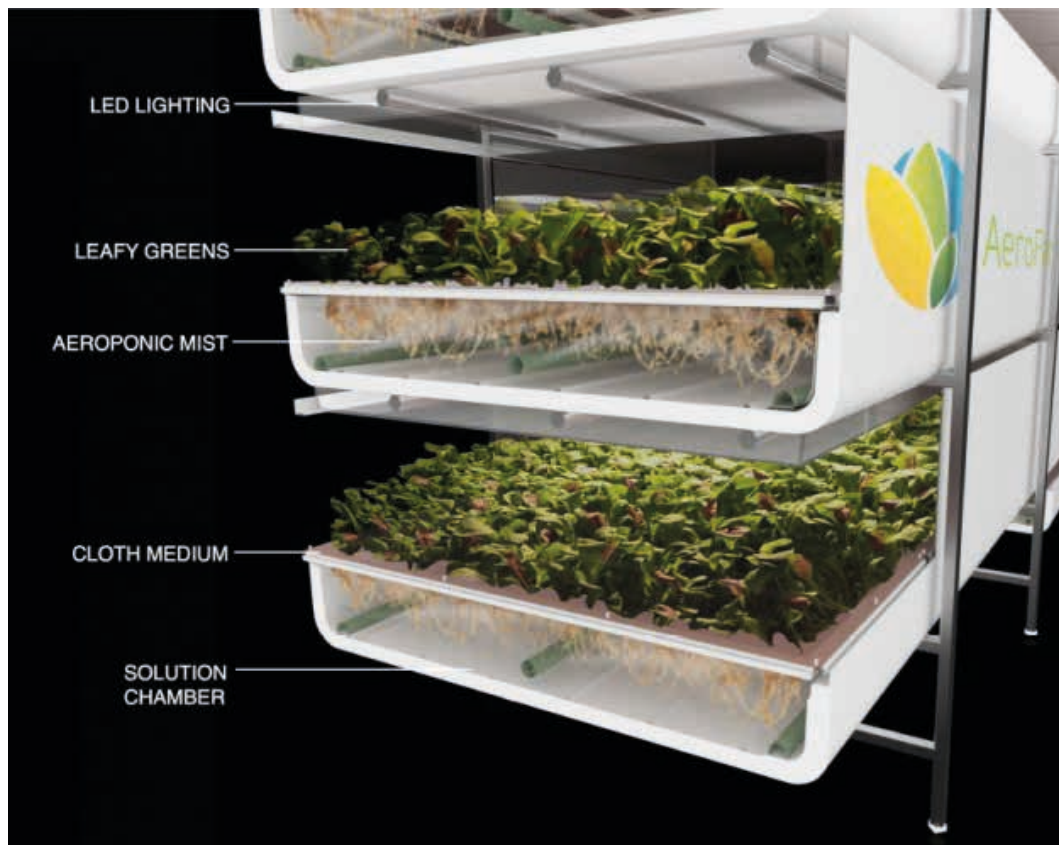


Figura 19. Esquema representativo do sistema aerônico utilizado pela AeroFarm. Fonte: <https://medium.com/@amykwilson/vertical-farming-with-hydroponics-33d689f23ea1>



Figura 20. Detalhe um da estrutura vertical utilizada pela AeroFarm. Fonte: <https://www.aerofarms.com/>



Figura 21. Detalhe dois da estrutura vertical utilizada pela AeroFarm. Fonte: <https://www.aerofarms.com/>

A dimensão e a configuração das cubas de crescimento da AeroFarms são altamente personalizáveis. O sistema é composto por módulos que funcionam em blocos que podem ser empilhados verticalmente. Esta solução modular oferece liberdade para se poderem instalar em diversos locais, com formatos distintos, e assim atingir até 35 vezes mais o rendimento por metro quadrado, quando comparado com a agricultura tradicional (AeroFarms, 2021).

O investimento em recolha de dados para melhorar dia após dia faz parte do ADN de AeroFarms. É um casamento entre ciência de dados, engenharia e biologia. Mesmo com técnicas exigentes e receitas precisas de nutrientes e luz, a biologia apresenta infinitas variáveis. Utilizam tecnologias avançadas de recolha de imagens, auxiliados por inteligência artificial, para monitorizar todos os aspetos da planta a cada momento, podendo, assim, atender às exigências biológicas em tempo real, e garantindo a consistência do produto, cumprindo os rigorosos padrões de qualidade. Têm também plantações não comerciais específicas para fazer estudos e recolha de dados. Em Abu Dhabi, abrirá um novo espaço para fazer experiências relacionadas com fenotipagem – medição sistemática de caracteres fenotípicos, i.e., do corpo das plantas (Jorge Silva, 2021); análises metabólicas e muito mais (AeroFarms, 2021).

É, de facto, uma empresa de referência e a única produtora vertical, desde 2017, a ter o Certified B Corporation.

"An environmental champion, AeroFarms is leading the way to address our global food crisis by building, owning, and operating indoor vertical farms that grow safe, healthy, and flavorful food in a sustainable and socially responsible way. Setting a new standard for totally protected agriculture from seed to package, they have been fundamentally transforming agriculture by disintermediating the supply chain by bringing local commercial farming to where the consumer is. All of their technology is proprietary, and they are vertically integrated with expertise and capabilities all in house. (...) " (B Lab., 2021)

03.5.2 InFarm

A InFarm foi fundada em 2013 em Berlim, por Osnat Michaeli e os irmãos Erez e Guy Galonska. Apaixonados pela ideia de se tornarem autossuficientes, começaram a cultivar os seus próprios produtos, desfrutando de todo o sabor e nutrientes, sem qualquer pesticida e quilómetros percorridos em distribuição. Com o objetivo de partilhar com as pessoas os benefícios da produção própria, criaram uma start-up que hoje já tem uma reputação internacional assinalável (Infarm, 2021).

Têm como missão entregar às pessoas os produtos mais frescos possíveis, com os nutrientes e vitaminas essenciais mantidos por mais tempo. Tudo produzido de forma sustentável, sem pesticidas, respeitando o ambiente e principalmente as pessoas. Defendem ainda que os produtores estão demasiado longe dos consumidores e que os produtos percorrem demasiados quilómetros, sem necessidade (Infarm, 2021).

"The vegetables you eat everyday shouldn't have more air miles than you do." (InFarm, 2021)

De forma a concretizar o que defendem, utilizam o conceito da agricultura vertical para oferecer ervas verdes e vegetais cultivados diretamente em supermercados, restaurantes ou pontos de venda. Desta maneira, os clientes, têm uma experiência de consumo completamente diferente e inovadora, porque estão a comprar e/ou consumir o que viram a crescer. Isto só é possível porque a InFarm montou, em supermercados e restaurantes, sistemas de agricultura modular inteligente, que eles próprios desenvolveram e financiam para estarem nos espaços. Nesses armários, as plantas crescem de forma autónoma até que estejam prontas para serem colhidas à frente do cliente. As ervas e os vegetais são comercializados ainda com raiz, para que o consumidor o possa armazenado vivo em água (Infarm, 2021).

"Keep your leaves alive in 2cm of water and plenty of sunlight." InFarm



Figura 22. Detalhe um do sistema de produção em massa da Infarm. Fonte: <https://www.infarm.com/>

A InFarm dispõe também de grandes espaços de agricultura vertical onde cultiva em grande escala. As ervas e vegetais, que vêm destas áreas de cultivo fora dos supermercados, são colhidos duas vezes por semana, por colaboradores da empresa. De seguida, são transportados até aos supermercados mais próximos, e vendidos com raiz no balcão dos produtos frescos (Infarm, 2021).



Figura 23. Sistema vertical produzido e utilizado pela Infarm em estabelecimentos comerciais e ou supermercados. Fonte: <https://www.infarm.com/>

Nos espaços onde produzem em grandes quantidades, utilizam a tecnologia como aliada. A vasta experiência na área provem da recolha de dados constante. Utilizam sistemas de captação de imagem, sensores e outras ferramentas para monitorizar as plantas em todas as fases, para criarem uma vasta base de dados. Ao usar esses dados, conseguem melhorar constantemente as receitas de cultivo e cultivar plantas melhores e mais saborosas, ao mesmo tempo que reduzem drasticamente o uso de recursos naturais (Infarm, 2021).

Atualmente têm operações em 10 países e 30 cidades em todo o mundo, colhendo mais de 500.000 plantas por mês, de uma forma muito mais sustentável do que a agricultura tradicional e em sistema de micro-cadeias de abastecimento (Infarm, 2021).



Figura 24. Detalhe dois do sistema de produção em massa da Infarm. Fonte: <https://www.infarm.com/>

03.5.3 IronOx

A Iron Ox foi fundada em 2015 no Estados Unidos da América, por Brandon Alexander e Jon Binney. Têm como missão acabar com a ineficiência da agricultura tradicional. Acreditam que há margem para melhorar e por essa razão, procuram inspirar todo o sistema agrícola mundial a ser neutro em carbono. Defendem também que os melhores alimentos são cultivados localmente, de forma a serem sempre o mais fresco e saborosos possíveis. Trata-se de alimentar o máximo de pessoas da maneira mais sustentável (IronOx, 2021).

"(...) That means growing better food and more of it, at prices everyone can afford. It also means producing close to where people are eating (...)" (IronOx, 2021).

Por oposição às outras duas empresas que apresentei anteriormente, a Iron Ox não utiliza sistemas de agricultura vertical para produzir os seus produtos, por considerar que a necessidade energética se sobrepõe às melhorias e vantagens agrícola. Por essa razão, optaram por um sistema de cultivo horizontal hidropónico, dentro de estufas altamente tecnológicas e como fonte principal e única de luz o sol (IronOx, 2021).



Figura 25. Fachada exterior da estufa principal da IronOx. Fonte: <https://ironox.com/>

As instalações de cultivo utilizam robótica avançada e inteligência artificial para garantir que cada planta receba os níveis ideais de luz solar, água e nutrientes. Essa precisão na produção leva também a menores perdas em todas as fases do processo. Os dados que são recolhidos diariamente e de forma contínua, são usados para refinar constantemente o processo de produção. Desta maneira, melhoram a qualidade do produto e aumentam a capacidade de produção da estufa, enquanto reduzem os impactos ambientais. De seguida, os produtos colhidos, são transportados e colocados à venda nos supermercados próximos, garantindo que foram apanhados no máximo com um dia de intervalo (IronOx, 2021).



Figura 26. Imagem captada pelas câmaras montadas no braço robótico e analisada pela inteligência artificial da IronOx. Fonte: <https://ironox.com/>

Figura 27. Braço robótico utilizado pela IronOx para transplantar, movimentar e monitorizar toda a produção. Fonte: <https://ironox.com/>

As estufas Iron Ox são praticamente controladas, única e exclusivamente, por robôs. Dentro da produção, os módulos de cultivo são transportados por um equipamento chamado Grover. Este veículo é a espinha dorsal do sistema de automação de estufa, ele navega autonomamente pela estufas para mover os módulos de cultivo, de forma a organizá-los e a deixá-los nos locais predeterminados. A empresa foi pioneira na automação quase total de uma produção agrícola (IronOx, 2021).



Figura 28. Primeiro robô de transporte autônomo de tabuleiros de cultivo, desenvolvido pela IronOx. Fonte: <https://ironox.com/>



Figura 29. Segundo, e mais recente, robô de transporte autônomo de tabuleiros de cultivo, desenvolvido pela IronOx. Fonte: <https://ironox.com/>



Figura 30. Detalhe do mais recente robô de transporte autônomo de tabuleiros de cultivo em utilização. Fonte: <https://ironox.com/>

O processo de produção apresentado pela Iron ox é inovador e principalmente sustentável. Consome menos água, menos energia e menos CO₂ que a agricultura tradicional. Conseguem cultivar exatamente o que é necessário e eliminar as perdas, defendendo o princípio de uma produção que vá ao encontro da necessidade do cliente. Isto é, se de hoje para amanhã os americanos começarem a procurar mais alface em vez de coentros, a produção é informada e muda de imediato para atender à necessidade, para que não haja desperdício de produtos estragados nas prateleiras (IronOx, 2021).

Atualmente, têm estufas na Califórnia e no Texas, mas estão em plena expansão pelo resto do país. Esta ampliação trará uma vantagem considerável para a empresa. Mais estufas significa maior recolha e análise de dados de cultivo para que possamos melhorar a cada dia (IronOx, 2021).



Figura 31. Expositor de produtos produzidos pela IronOx à venda num estabelecimento comercial. Fonte: <https://ironox.com/>

03.6 Solução de Armazenamento Vertical

Uma grande vantagem da agricultura vertical face à tradicional é a rentabilidade do metro quadrado, ao conseguir empilhar várias camadas de cultivo, traduzindo-se num maior aproveitamento da área disponível. No entanto, para se conseguir empilhar, transportar e movimentar os tabuleiros de cultivo é necessária a utilização de equipamento especializado ou força humana. Uma possível solução são os armazéns verticais automáticos. Esta tecnologia permite que o armazenamento seja autónomo, mais eficiente e sem necessitar de operações suplementares.

Um armazém vertical é composto por: uma robusta estrutura de aço que aloja e sustenta as prateleiras, um elevador central motorizado e pelas bandejas de

transporte. O elevador é responsável por transportar as bandejas de carga do ponto de recolha até à prateleira destinada, podendo também fazer o transporte inverso – da prateleira até ao ponto de recolha (Hanel, 2021 ; Modula, 2021).



Figura 32. Infografia representativa do funcionamento de um armazém vertical. Fonte: <https://www.industore.co.uk/hanel-lean-lift/>

- Solução de armazenamento mais segura – A estrutura dos armazéns verticais foi idealizada tendo como primeira preocupação o utilizador. A ergonomia dos armazéns permite que os operadores acedam facilmente a todos os produtos, com menos riscos. Estão também equipados com barreiras de segurança físicas e fotoelétricas, que tornam o posto de trabalho do operador 100% seguro (Hanel, n.d.; Modula, 2021).
- Solução mais eficiente e que poupa tempo – Os produtos são mais fáceis de aceder e os operadores não terão de se deslocar pelo armazém para recolher ou repor produtos. Permanecem perto do armazém automático em todas as operações de recolha (Hanel, n.d.; Modula, 2021).

- Gestão integrada de stocks – Os armazéns verticais automáticos têm a capacidade de integrar um sistemas de gestão de stock capaz de manter o controlo de todas as entradas e saídas de produtos, proporcionando constante controlo sobre a sua situação e melhorando a gestão de stock (Hanel, n.d.; Modula, 2021).



Figura 33. Exemplo um de um armazém vertical produzido e comercializado pela empresa Modula. Fonte: <https://www.modula.eu/por/>



Figura 34. Exemplo dois de um armazém vertical produzido e comercializado pela empresa Modula. Fonte: <https://www.modula.eu/por/>

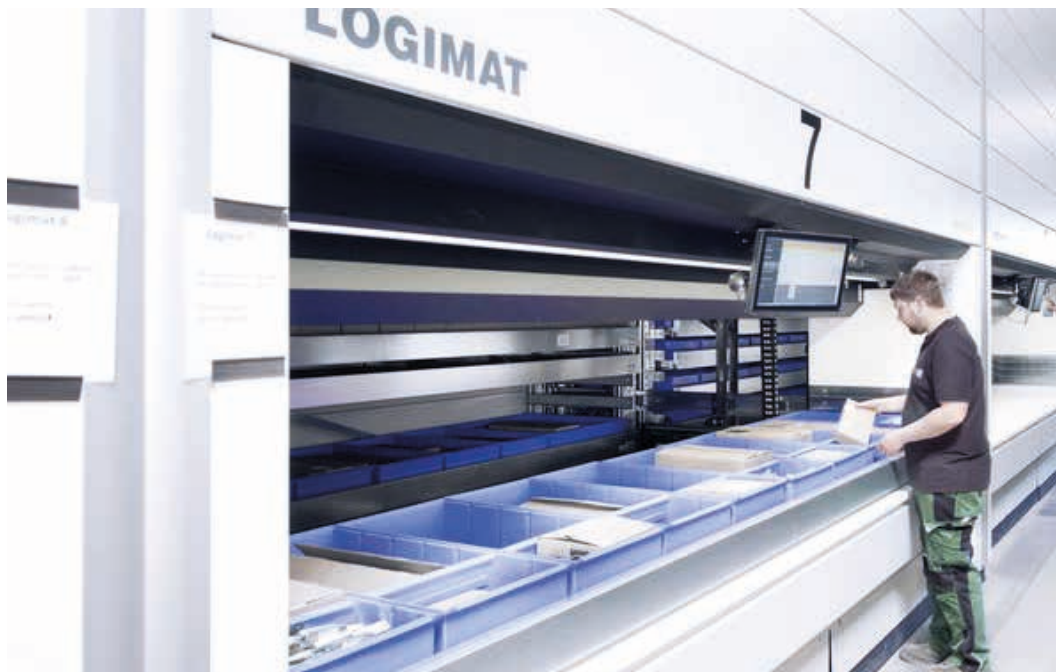


Figura 35. Detalhe da utilização de um armazém vertical, relação com a escala humana. Fonte: <https://www.ssi-schaefer.com/>

Capítulo 04.

04. Design de Produto e Serviço

04.1 Introdução

Como em qualquer processo criativo o trajeto, por norma, não é linear. Neste caso específico verificou-se exatamente isso, principalmente por se tratar de um tema tão vasto e complexo, dando origem a que a cada dia se abrissem novas portas. Assim sendo, fez parte do desafio conseguir manter o rumo, focado no objeto e alheando do que não era essencial, sem me deixar influenciar. A utilização de metodologias ao longo do processo foi muito útil para auxiliar a gerir o projeto satisfatoriamente.

A metodologia de design utilizada neste projeto divide-se em três grandes momentos: Pesquisa, Exploração de ideias e Definição formal.

A pesquisa compreendeu todos os momentos de estudo, investigação e análise feita ao longo do projeto. Esta etapa encontra-se descrita, de forma sistemática, no capítulo anterior.

A exploração de ideias foi onde se utilizou os dados da fase anterior para iniciar a ideação, e como o próprio nome indica, a exploração de conceitos. Esta etapa iniciou-se durante a fase de pesquisa. Os avanços exploratórios ajudaram na identificação das ramificações que deveriam ser aprofundadas na pesquisa, de forma a recolher informação fundamental para suportar os conceitos. Inicialmente, foi elaborado um briefing onde se identificou as primeiras necessidades e oportunidades para contextualizar e auxiliar a criação dos primeiros conceitos.

Após reconhecimento do conceito final, identificado na exploração, foi iniciada a fase de definição formal e aprimoramento. Ambas as fases foram descritas neste capítulo.

04.2 Exploração de Ideias/ Ideação

A criação de ideias e identificação de conceitos ocorreu de forma muito natural à medida que foi sendo realizada a pesquisa. Seguindo sempre a questão de investigação deste projeto:

De que modo é possível utilizar o design de produto para desenvolver um conceito de produto/ serviço que auxilie na diminuição de perdas e desperdício alimentar na CAA, como também, na manutenção em quantidades suficientes de alimento de forma a suprir as necessidades alimentares previstas devido ao aumento populacional estimado pela ONU até 2050.

Como explicado anteriormente no ponto 03.1.3, as CAA variam tendo em conta o desenvolvimento do país. Por essa razão, as perdas e os desperdícios alimentares acontecem em maior quantidade, em diferentes estações da cadeia. Desta forma, a conceção de um produto/ serviço que fosse efetivo para ambas as realidades não era exequível, tendo em conta o tempo limitado para o desenvolvimento do projeto. Por essa razão, o briefing inicial serviu para identificar à partida, tendo em conta as análises feitas durante a pesquisa, que o projeto deveria optar entre países em desenvolvimento ou desenvolvidos. Ficou decidido que o trabalho avançaria com países desenvolvidos. Trata-se de países com CAA mais estruturadas e com as necessidades básicas de gestão, armazenamento, transporte e comercialização asseguradas. Por essa mesma razão, não faz sentido a quantidade tão semelhante de perda e desperdício como nos países em desenvolvimento que não têm acesso às mesmas condições.

04.2.1 Sistema de Agricultura Vertical Urbana

Com base nos pressupostos referidos e tendo em conta ter-se revelado uma solução muito positiva para melhorar qualidade, sabor e consistência dos produtos, em comparação com a agricultura tradicional, surgiu a ideia de criar um sistema de agricultura vertical urbana, integrado num serviço de entregas. O meu papel como designer de produto, neste caso, seria conceber um novo design para a estrutura vertical, para as prateleiras, melhorar a interação do utilizador com o produto, a idealização e integração com o serviço.

04.2.1.1 Micro-cadeia de Abastecimento Alimentar

Elaborou-se um estudo das possíveis micro-cadeias de abastecimento alimentar através de esquemas esboçados tendo como base a pesquisa e análise feita sobre as CAA, reduzindo ao indispensável as estações da cadeia. É uma proposta para diminuir os tempos de espera ao longo da CAA, e consequentemente a quantidade de perda alimentar. Ao mesmo tempo, as micro-cadeias podem provocar uma diminuição da quantidade de gases de efeito de estufa que são emitidos para a atmosfera pelos transportes nas longas deslocações, intercontinentais ou até mesmo nacionais.

Foram elaborados alguns esquemas ilustrativos das propostas estudadas. No entanto, todas carecem de avaliação de peritos na área, de forma a garantir a veracidade dos pressupostos apresentados.

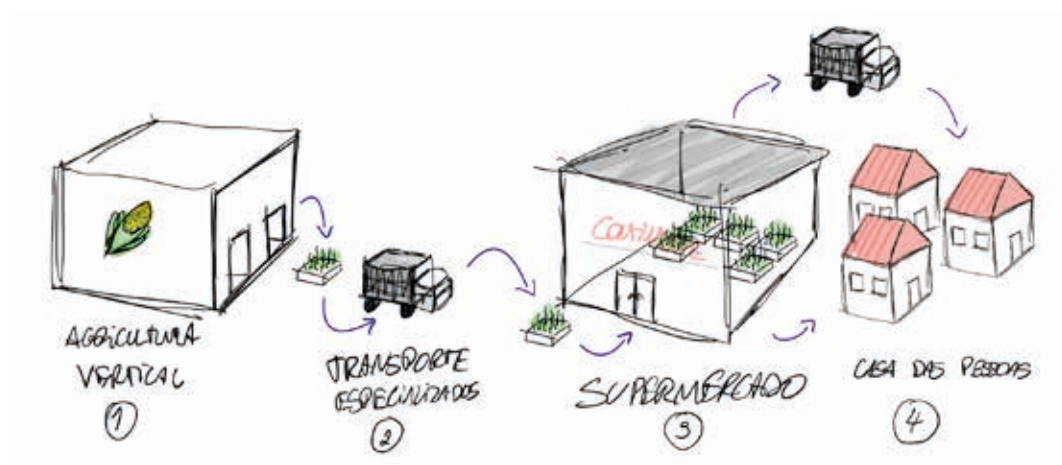


Figura 36. Exploração da micro-cadeia de abastecimento alimentar, versão 1. Fonte: Autor.

Neste cenário, a cadeia acaba por ser mais tradicional, o consumidor continua a deslocar-se ao supermercado para comprar ou tem a hipótese de encomendar online e receber em casa. No entanto, foi retirado o armazém central da cadeia, assim sendo, os produtos são transportados diretamente do produtor para o supermercado.

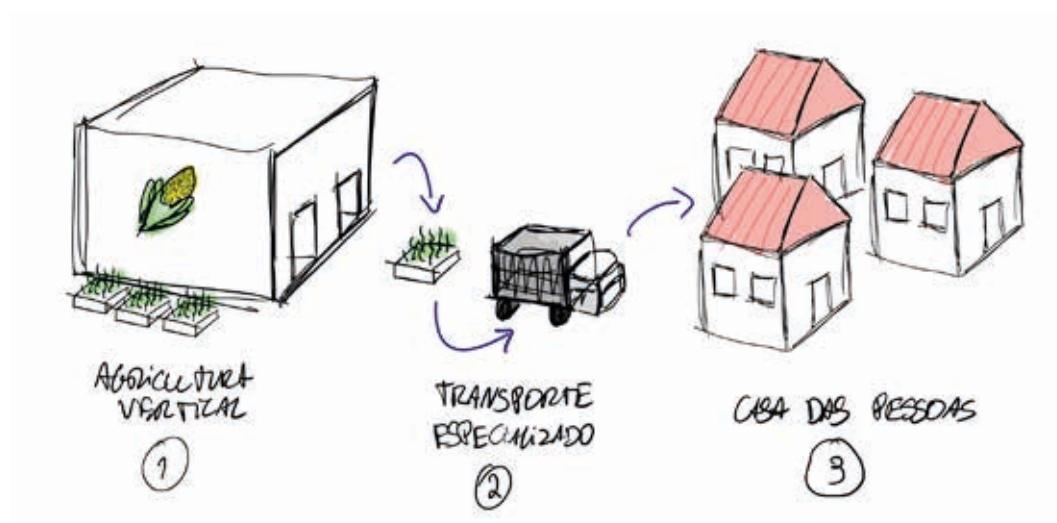


Figura 37. Exploração da micro-cadeia de abastecimento alimentar, versão 2. Fonte: Autor.

Neste novo cenário, removeu-se também o supermercado. O consumidor faz a encomenda diretamente ao produtor, o produtor prepara o produto solicitado pelo cliente e, no próprio dia, por se tratar de uma deslocação pequena, a encomenda é entregue.

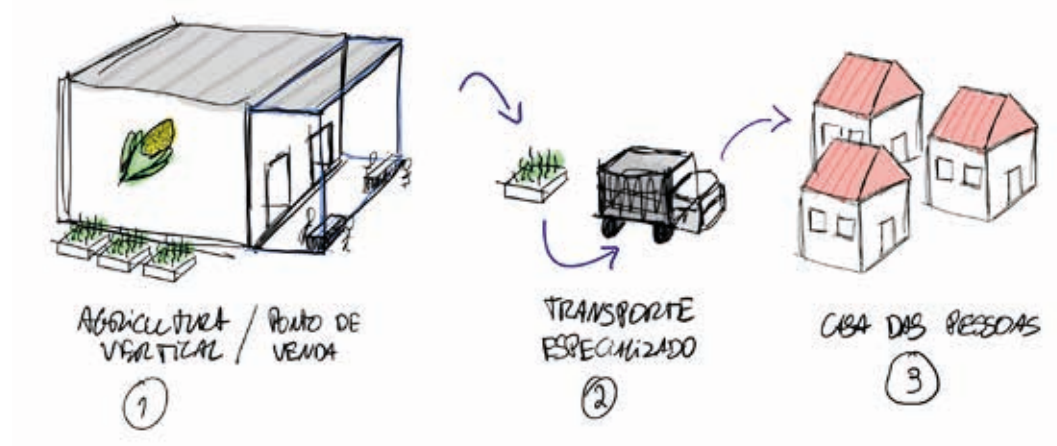


Figura 38. Exploração da micro-cadeia de abastecimento alimentar, versão 3. Fonte: Autor.

À semelhança do cenário anterior apenas foi adicionado um ponto de venda ao Público diretamente no produtor. Esta hipótese poderá fazer sentido por se tratar de uma agricultura vertical urbana, inserida dentro das grandes cidades.

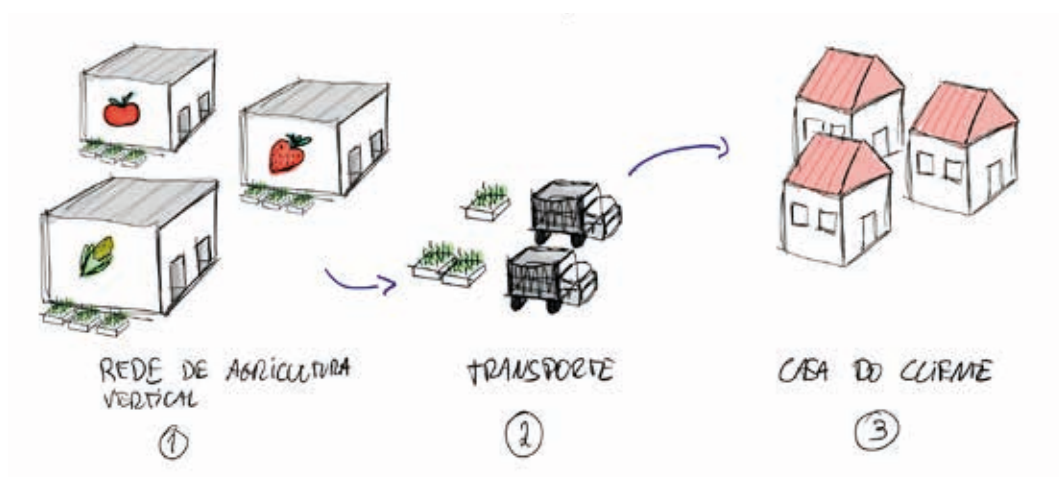


Figura 39. Exploração da micro-cadeia de abastecimento alimentar, versão 4. Fonte: Autor.

Neste último cenário, a rede de produtores foi reunida para criar um serviço de cabazes à medida do cliente. O transportador é responsável por recolher o pedido do cliente em cada estação. O ideal para este cenário seria a garantia de coexistência de todas as culturas no mesmo edifício ou área industrial.

Para todos os cenários, mas principalmente para esta última hipótese, foi idealizado um sistema de subscrição, à semelhança das atuais plataformas digitais de streaming. Desta forma, o cliente pagaria uma mensalidade e teria direito a entregas periódicas de cabazes. O valor da mensalidade poderia variar com o nível da subscrição: valores superiores teriam, consequentemente, maiores quantidades de produtos entregues. Com esta estratégia, os produtores conseguiriam prever com maior exatidão a quantidade necessária que precisariam produzir para corresponder aos pedidos, feitos à priori. Desta maneira, seria possível diminuir excedentes e reduzir perdas na produção, que representam valores elevados nos países desenvolvidos.

04.2.1.2 Módulos de Agricultura Vertical Urbana

Em simultâneo ao estudo das micro CAA, foi realizado um estudo de forma do módulos para o sistema de agricultura vertical urbana. O conceito era seguir o princípio da empresa apresentada anteriormente, Infarm, produzindo módulos de média dimensão para a possibilidade de instalação diretamente em supermercados, escolas, restaurantes e até dentro de casa. Desta forma, permitiria encaminhar a produção ao local de consumo.

O tipo de cultivo selecionado para o sistema vertical foi a hidroponia, utilizando luz artificial e uma mistura de água com nutrientes para alimentar a plantação. Por essa razão, no processo de criação foi, desde o início, contemplada a necessidade de ter tubagens e eletricidade na estrutura para alimentar cada prateleira de forma autónoma.

Numa fase posterior, surgiram as primeiras linhas de sistemas agrícolas fechados que deram origem aos estudos dos armários de armazenamento vertical autónomo e da possível integração com os sistemas agrícolas verticais.

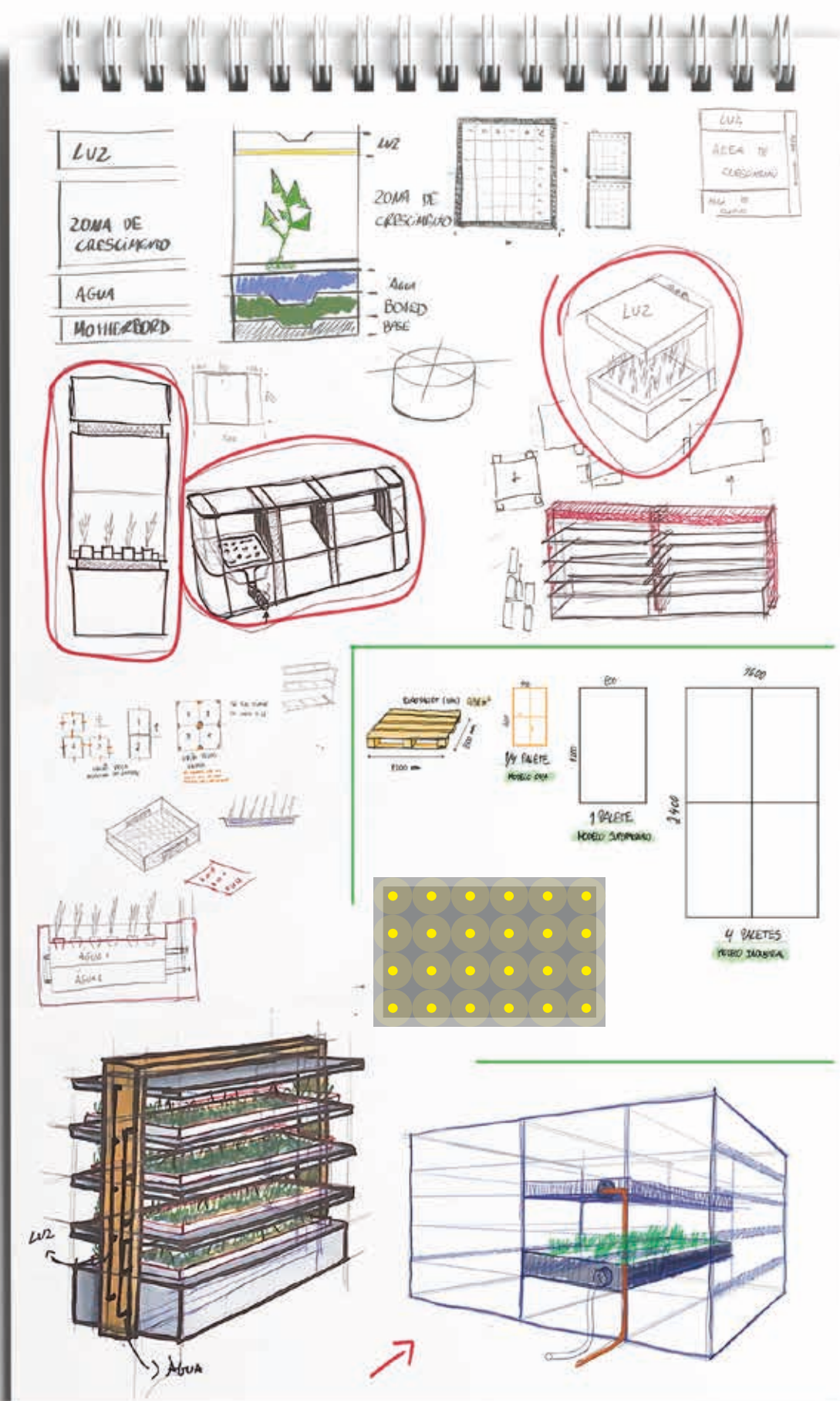


Figura 40. Estudos iniciais de formas primitivas dos módulos de agricultura vertical urbana. Fonte: Autor.

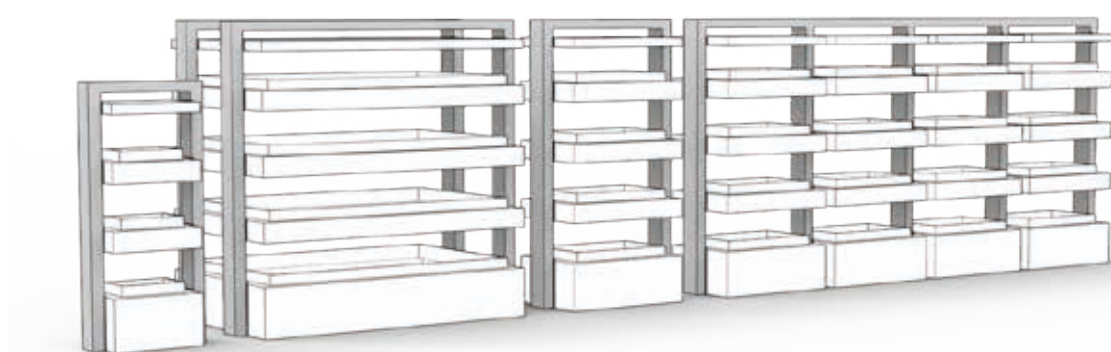


Figura 42. Estudo de formas tridimensionais com recurso a softwares de modelação digital, vista 3/4. Fonte: Autor.

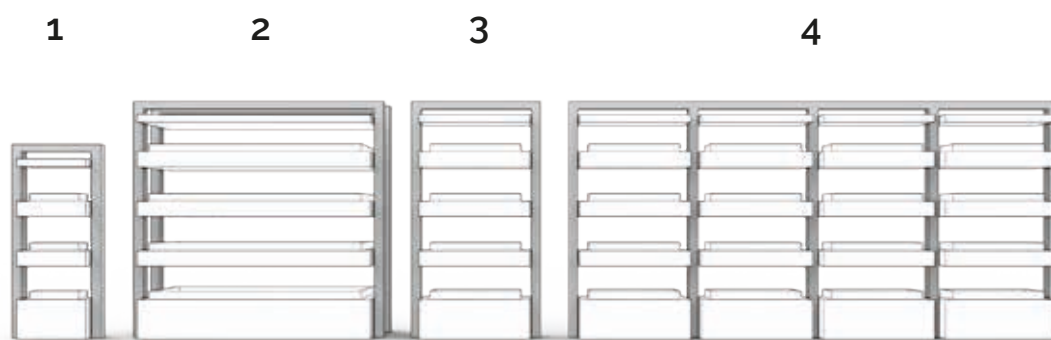


Figura 41. Estudo de formas tridimensionais com recurso a softwares de modelação digital, vista de frente. Fonte: Autor.

Estudo de forma tridimensional com recurso a softwares de modelação e renderização. Foram concebidos diferentes modelos com dimensões distintas para serem utilizados nos vários ambientes propostos:

1. Ambiente habitação;
2. Ambiente Industrial, cubas duplas;
3. Ambiente restaurante;
4. Ambiente restaurante, espaço comercial e ou industrial de menor dimensão.

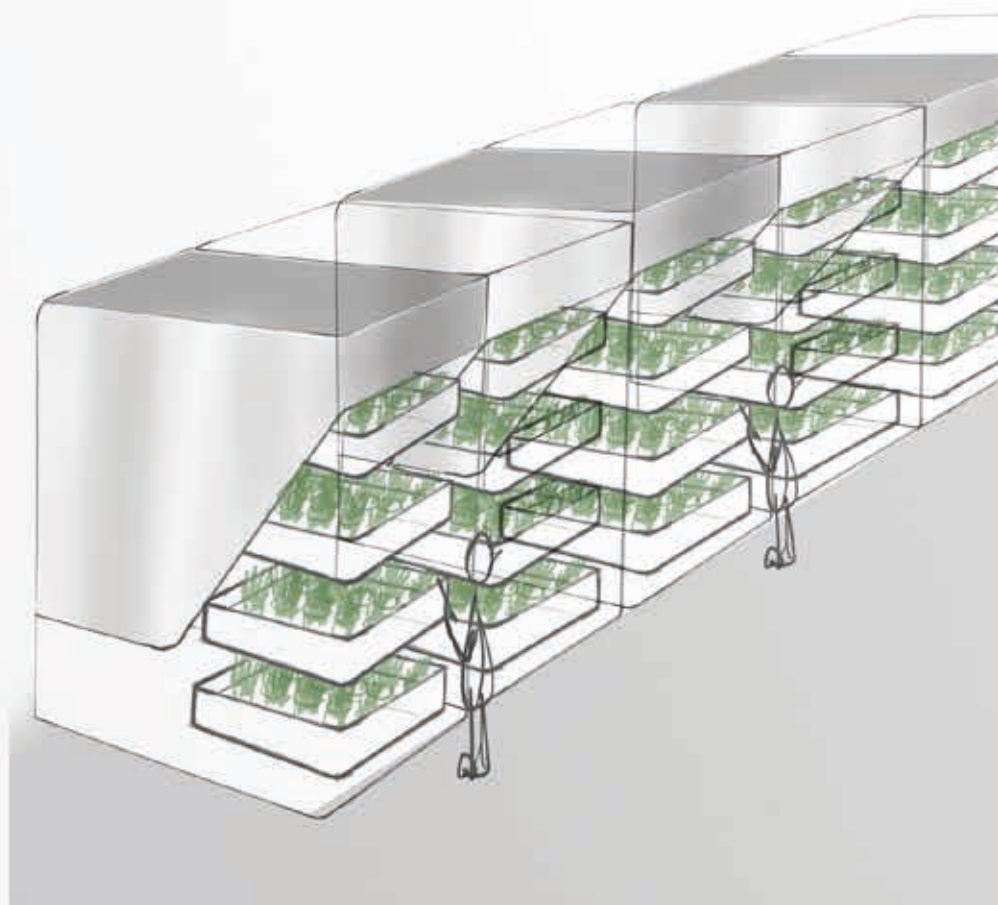
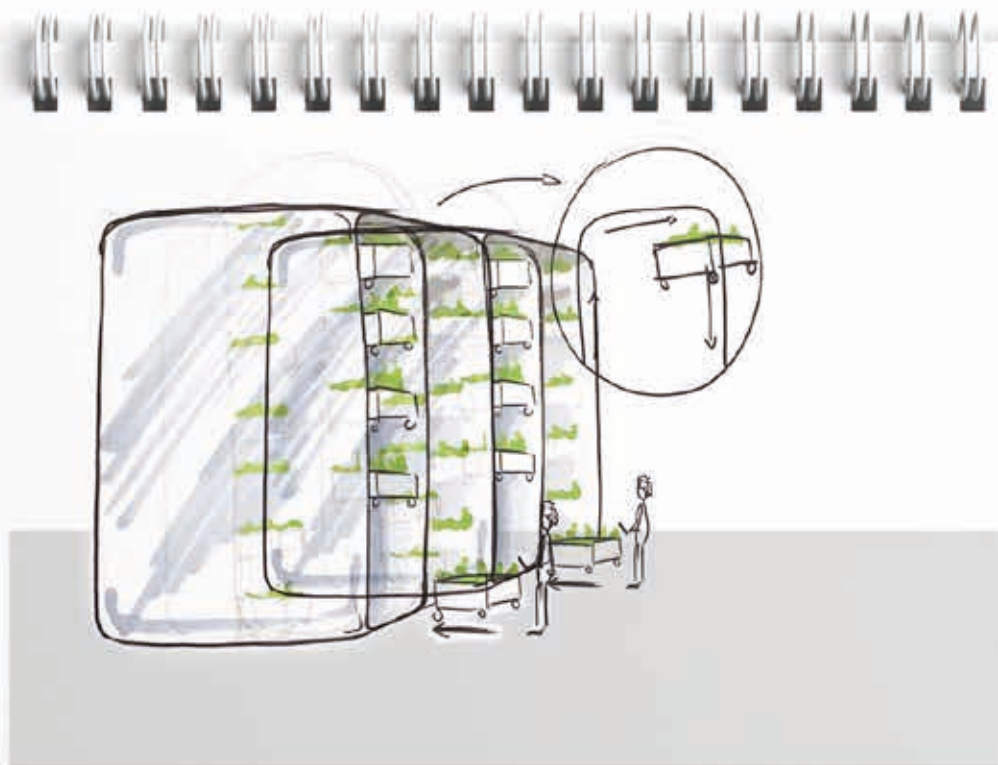


Figura 43. Estudo de formas com recurso a ilustração digital, módulos de agricultura vertical urbana. Fonte: Autor.

04.2.1.3 Prateleira Para Cultivo Vertical

Paralelamente à exploração da forma exterior e do esqueleto do sistema agrícola, foi feita a exploração da prateleira responsável por acondicionar as plantas durante o seu processo de crescimento. A ideia inicial foi criar um tabuleiro que, em simultâneo, recebesse as plantas, e na zona inferior, tivesse as lâmpadas LED para iluminar o tabuleiro de baixo. Por se tratar de uma agricultura hidropónica, a água substitui a necessidade de substrato sólido. Desta forma, o tabuleiro não deveria ter arestas vivas de forma a não criar áreas de difícil limpeza, criando focos bacterianos e produção de microrganismos, podendo comprometer o pleno crescimento da cultura.

Outra característica tida em consideração foi o consumo de água. Apesar de ser um sistema fechado que reaproveita mais de 90% da água utilizada, quanto maior e mais profunda for a prateleira, naturalmente, maior será o volume de água necessário. Nesse sentido, foi aplicado o princípio das caixas de ovos, subindo a cota das áreas de transição que não têm necessidade de ter água para a vitalidade e crescimento saudável das plantas. Com esta proposta, garantimos também uma diminuição do peso total do sistema agrícola.

De forma a facilitar o processo criativo e de exploração, foi identificada uma cultura tipo que seria utilizada como caso de estudo. A cultura selecionada foi a de alfaces, e todas as informações técnicas de dimensões mínimas para um crescimento saudável, garantindo todas as condições num sistema hidropónico, foram retiradas do seguinte livro – *A Definitive Guidebook for the Advanced Home Gardener* (Resh, 2013)

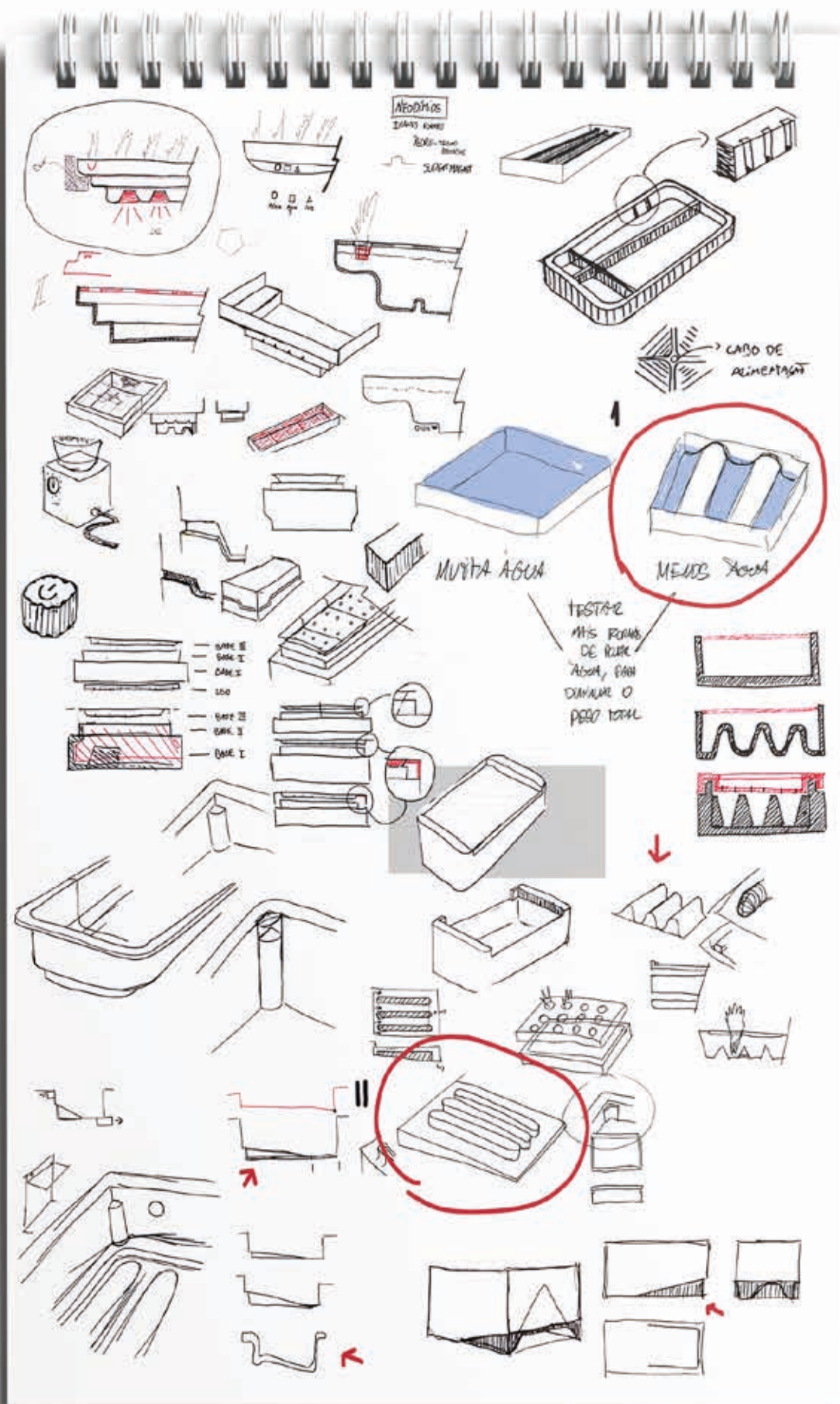


Figura 44. Estudo das formas dos tabuleiros para integrar nos módulos de agricultura vertical urbana. Fonte: Autor.

Durante a exploração do tabuleiro identificou-se que, para facilitar o transporte, as dimensões das prateleiras no sistema vertical, deveriam cumprir medidas standard. Assim sendo, a medida máxima que a prateleira poderia ter corresponderia a uma paleta europeia – 120x80 cm. Dessa forma, não havia necessidade de utilizar nenhum veículo especializado para transportar as prateleiras, podendo ser utilizados veículos comuns de transporte de mercadorias convencionais.

$10\,000\text{ m}^2 / 5 = 2000\text{ m}^2$
 $10\,000 / 0,96 = 10\,417\text{ PALETES}$

$10\,000\text{ m}^2 / 8 = 1250\text{ m}^2$
 $1250 / 0,96 = 1303\text{ PALETES POR PATAMAR}$

$400\text{ m}^2 \times 5 = 2000\text{ m}^2$
 $2000 / 0,96 = 2083\text{ PALETES POR PATAMAR}$

$1000\text{ m}^2 \times 5 = 5000\text{ m}^2$
 $5000 / 0,96 = 5208\text{ PALETES POR PATAMAR}$

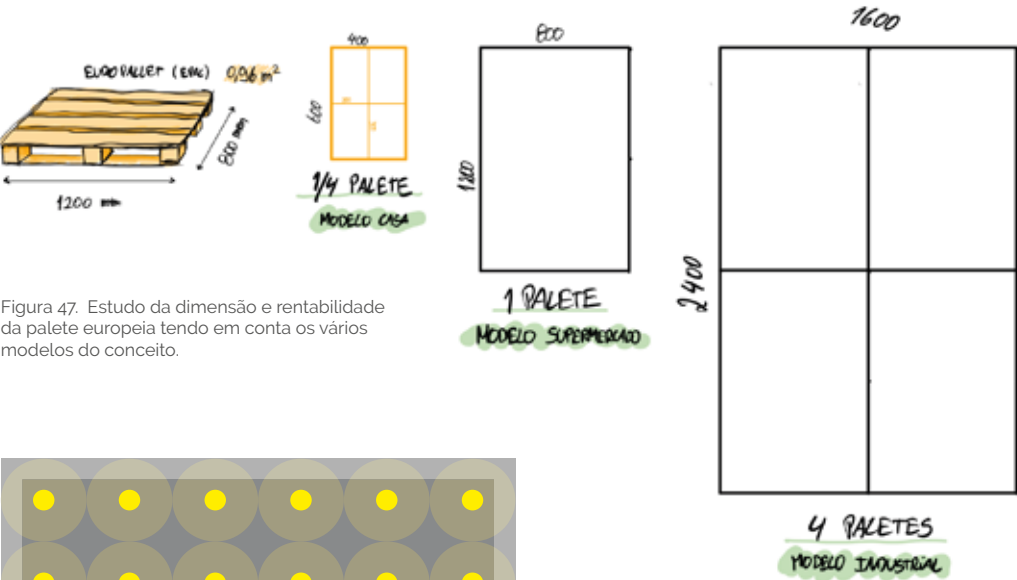


Figura 47. Estudo da dimensão e rentabilidade da paleta europeia tendo em conta os vários modelos do conceito.

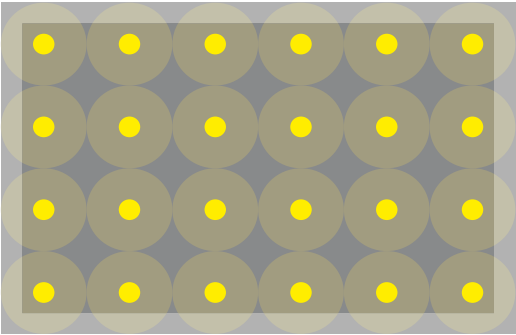


Figura 45. Esquema ilustrativo da organização da plantação de alfases numa prateleira com a proporção de uma paleta europeia. Fonte: Autor.



Figura 46. Vista lateral da prateleira de plantação, representação digital. Fonte: Autor



Figura 48. Vista de cima da prateleira de plantação, representação digital. Fonte: Autor



Figura 49. Vista em corte da lateral da prateleira de plantação, representação digital. Fonte: Autor

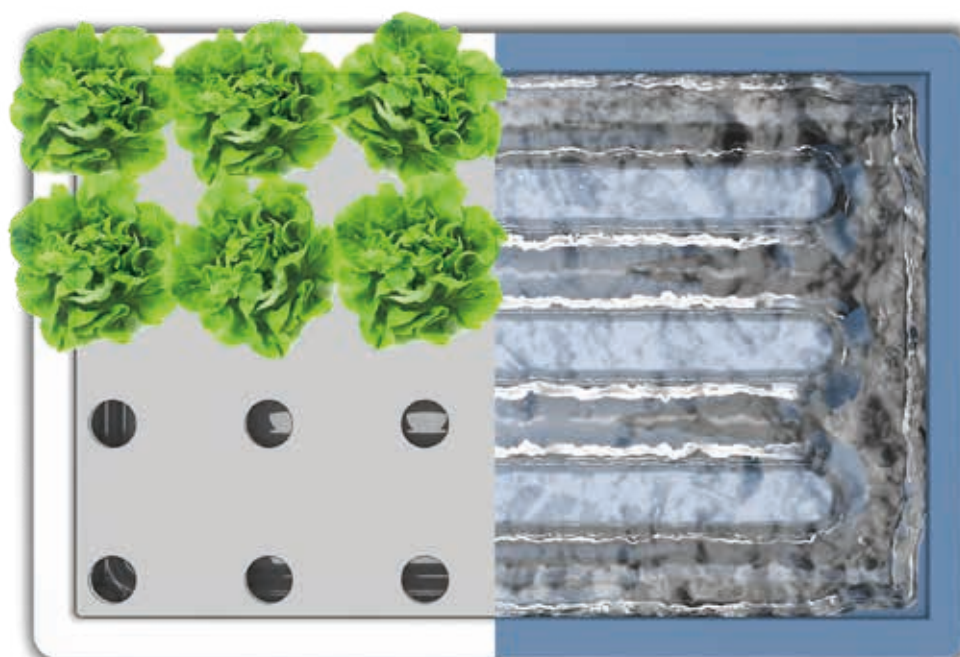


Figura 50. Composição. Vistas de cima da prateleira de plantação, representação digital. Fonte: Autor

04.2.2 Milestone

No processo de exploração de ambos os elementos para o sistema agrícola vertical, foi identificada a necessidade de maior suporte técnico e específico sobre: sistemas hidropônicos, sistemas agrícolas verticais, LED's para cultivo e agricultura em geral. De forma a tentar aprofundar os temas, suprimindo a necessidade de informação, chegou-se à conclusão que seria impossível dado ao tempo disponíveis. Isto é, sem a ajuda de profissionais da área iria ser muito moroso alcançar o conhecimento para conceber um sistema agrícola vertical de forma correta. O CEiiA, por se tratar de uma área completamente nova para eles, também não conseguiam ajudar-me nesse sentido. Por todas estas razões, foi decidido que teríamos de repensar no problema, utilizar a grande base de dados já pesquisada e identificar um novo caminho a seguir.

Após uma reunião de brainstorming, o conceito que tinha vindo a ser explorado surge com uma nova direção. Recorremos à ferramenta de storytelling para, de uma forma visual, identificar as áreas onde poderíamos ter um papel preponderante dentro das nossas capacidades e limitações de tempo. As ilustrações, Figura 51 e Figura 52, são a representação de uma micro-cadeia de abastecimento alimentar, identificadas anteriormente, mas desconstruída ao mais ínfimo detalhe.

Descrição da Figura 51:

Na estação 1, conseguimos visualizar um funcionário, neste caso mão de obra humana, a plantar uma cultura no tabuleiro. Na 2, visualizamos um grupo de tabuleiros já plantados a serem encaminhados, com a ajuda de um carrinho, para a estação vertical onde irão crescer. Na 3, o funcionário coloca os tabuleiros no sistema. Na 4, depois do período de crescimento, ocorre a operação inversa. Na 5, o carrinho cheio de tabuleiros com culturas crescidas, é levado para o transporte especializado. Na 6 os tabuleiros cheios são entregues e os vazios são recolhidos. Na 7 o carrinho cheio de tabuleiros vazios é levado de volta para a produção. Por fim, na 8 os tabuleiros são retirados do carrinho e são higienizados, de forma a poder-se recomeçar tudo, voltando à estação 1.

A partir deste esquema ficou claro que, tendo em conta o know-how do CEiiA e o meu interesse por mobilidade, fazia todo o sentido o conceito evoluir para a conceção do carrinho de transporte que tem um papel tão presente ao longo da micro-cadeia de abastecimento. Surgiu também neste brainstorming, a ideia de utilizar as soluções de armazenamento vertical identificadas e estudadas anteriormente. Desta maneira, seria possível aumentar a agilidade da produção e gestão de stocks. No entanto, o design e especificações da integração da agricultura vertical com as soluções de armazenamento verticais, não era uma preocupação para o projeto, pelas razões apresentadas anteriormente.

A ideia evoluiu rapidamente, devido ao facto de existir bastante pesquisa realizada sobre os temas em exploração neste projeto. Ou seja, ficou logo muito claro qual seria o papel deste veículo e como o poderíamos diferenciar dos restantes. Criar mais um carrinho metálico de transporte de tabuleiros não era opção. Por essa razão, o veículo teria que ter mais utilidades e funções. De forma a identificar claramente quais seriam as características que o veículo devia ter, foi idealizado e escrito um novo briefing.



Figura 51. Descrição gráfica das várias etapas de uma micro-cadeia de abastecimento alimentar, em que a produção é realizada através da agricultura vertical urbana. Fonte: Autor.

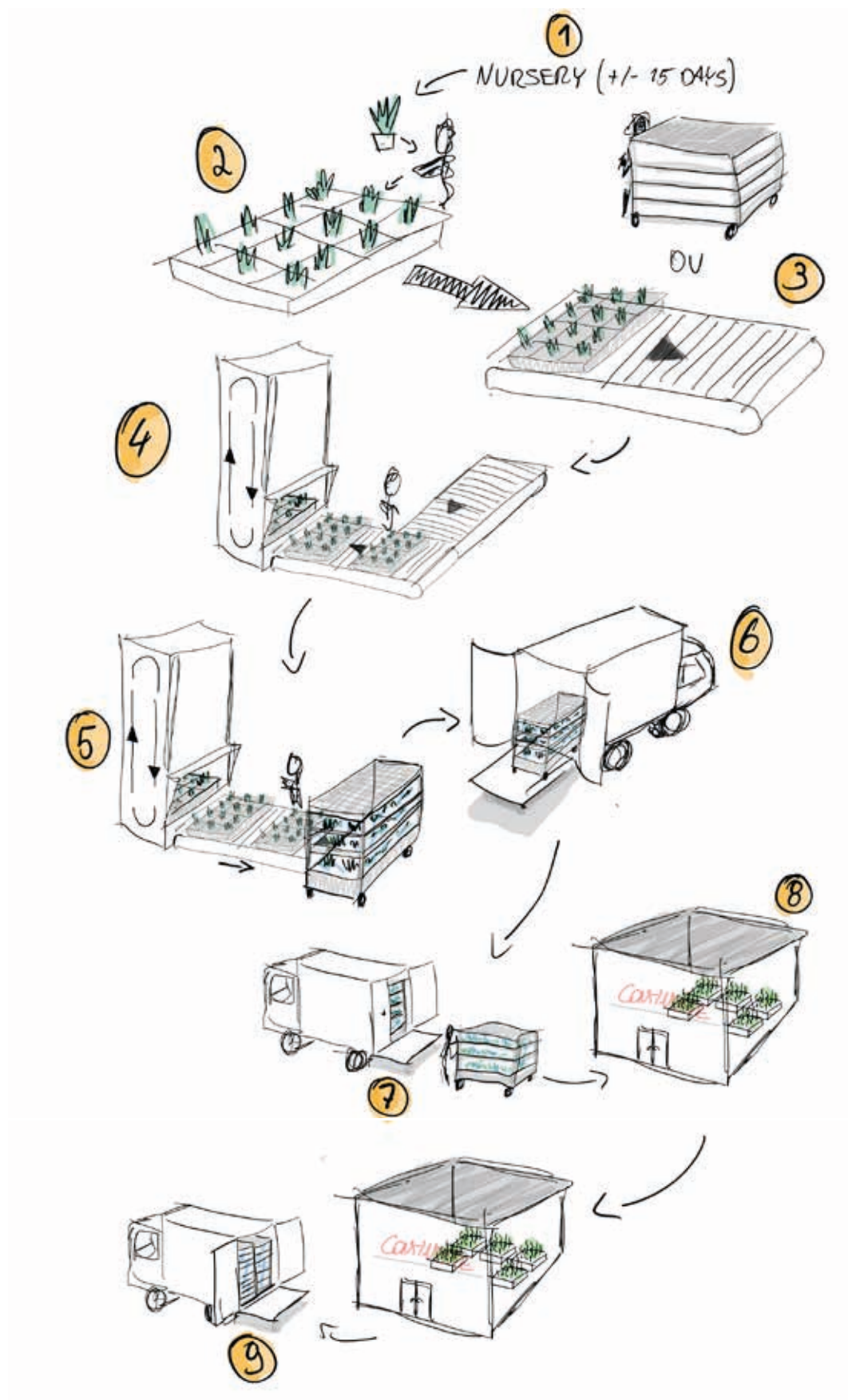


Figura 52. Descrição gráfica das etapas escolhidas a prestar pelo serviço desenvolvido neste projeto. Fonte: Autor

04.2.3 Briefing

Veículo inteligente de transporte industrial de pequenas dimensões

No sistema de agricultura urbana todas as variáveis que influenciam o crescimento das plantas são controladas: luz, água, nutrientes, temperatura e humidade. Desta maneira a consistência, a qualidade e o sabor são garantidos.

O desafio é criar um veículo de movimentação manual podendo também ser autónomo com o auxílio de um robô de tração. Deverá cumprir a função de transportar os frescos, garantindo um ambiente controlado que replique a atmosfera e características da linha de produção. Necessita de ter polivalência de arrumação, para poder transportar diferentes dimensões de frescos (tomates, alfaces, ervas, etc.).

O material deve ser resistente, impermeável, lavável e inerte à humidade. As dimensões devem cumprir a área da paleta europeia (120x80 cm) e a altura possível para ultrapassar portas e acomodar-se nas carrinhas de transporte convencionais. Os utilizadores são adultos sem necessidade de formação especializada, ou seja, a utilização deve ser autoexplicativa. Não poderá apresentar arestas ou cantos vivos, deve cumprir os princípios da ergonomia no trabalho – pegadas para uma movimentação confortável, atenção ao manuseio dos mecanismos, peso, entre outros.

Deve ter um preço de produção controlado e ser o mais eficiente possível, tendo em conta que será para usar em ambiente industrial, onde a estética não é a característica primordial. Deve respeitar os princípios de Design for Manufacture and Assembly, de forma a agilizar a montagem e possíveis reparações.

4.2.4 P2Cv (Producer To Consumer vehicle)

Iniciou-se uma nova fase de exploração de ideias e formas tendo em conta o novo briefing. Muitas das ilações e decisões tomadas na exploração da fase anterior transitaram para este, nomeadamente as dimensões standard, como ficou claro no briefing. A preocupação principal do produto era a sua utilização e como o utilizador iria interagir com o veículo. Arestas vivas e peças com movimentos que excedessem a volumetria do veículo foram evitadas desde o início dos primeiros esboços, após ter sido constatado por observação direta, que eram um perigo extra que poderia provocar acidentes de trabalho.

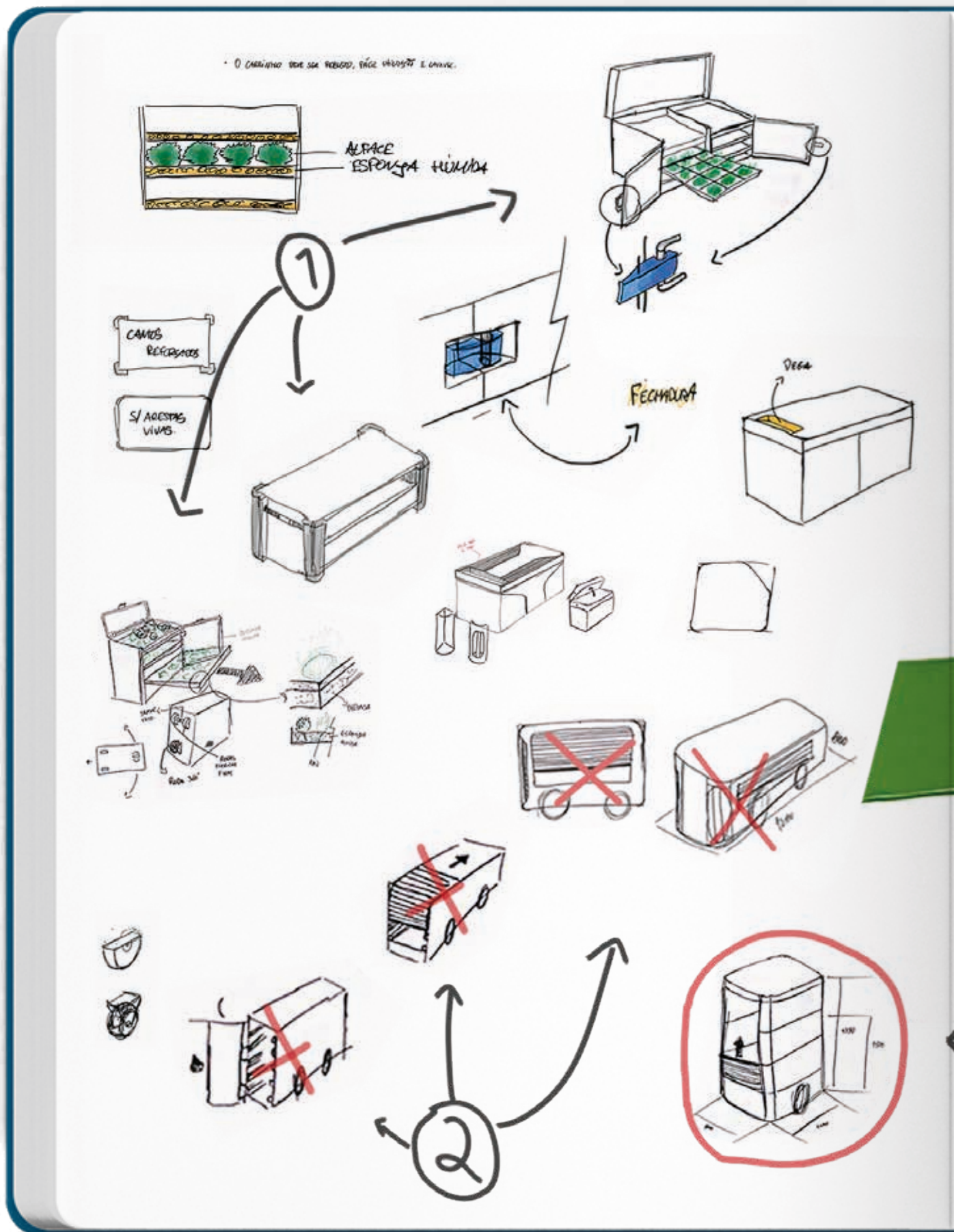
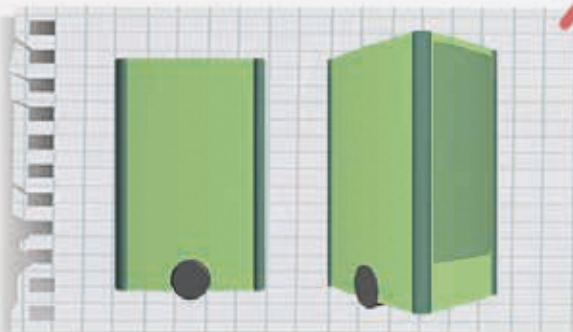
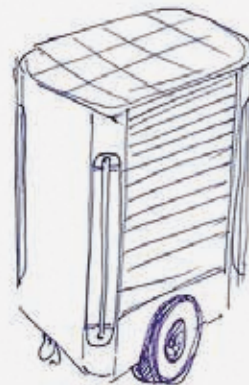
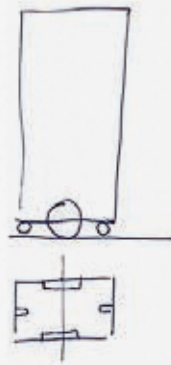
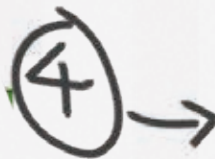
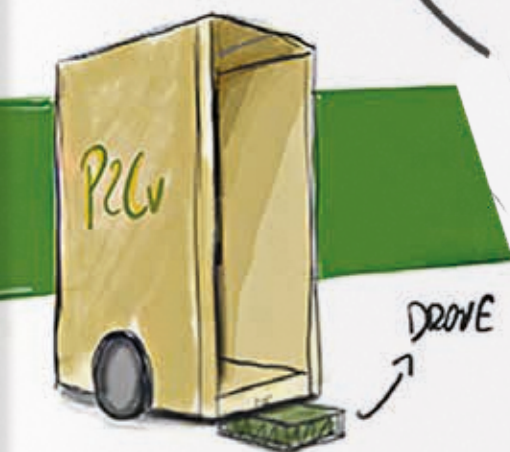
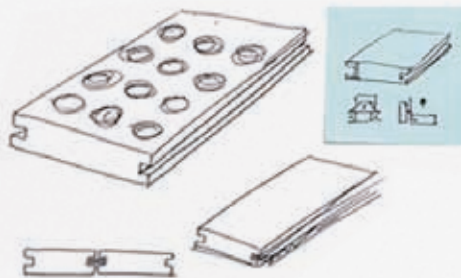
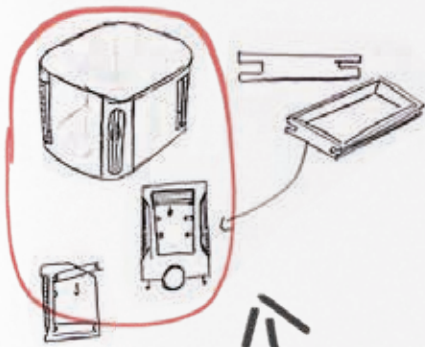
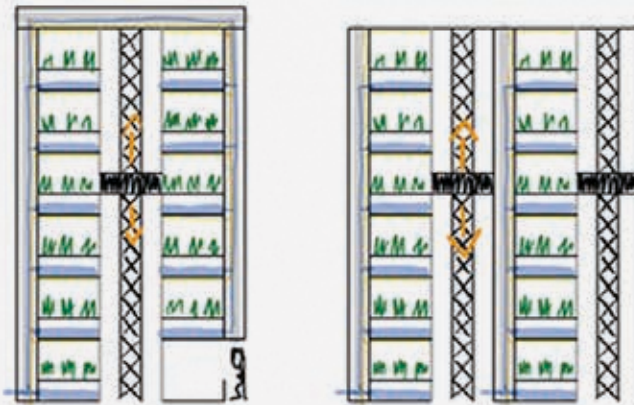


Figura 53. Estudo de formas e proporções do veículo P2Cv. Fonte: Autor.



Uma das soluções ponderada, mas que não avançou, foi a utilização de perfis de alumínio. O perfil seria a própria estrutura e iria aprisionar as paredes do veículo, tanto as interiores como as exteriores em simultâneo. A utilização destes perfis teria várias vantagens: a facilidade de fabrico, fácil manutenção e substituição de peças e também o preço competitivo. No entanto, para cumprir as dimensões exteriores estipuladas, o perfil roubaria demasiado espaço às prateleiras, diminuindo significativamente a capacidade de transporte.

Esta limitação levou ao abandono da exploração da construção utilizando perfis de alumínio.

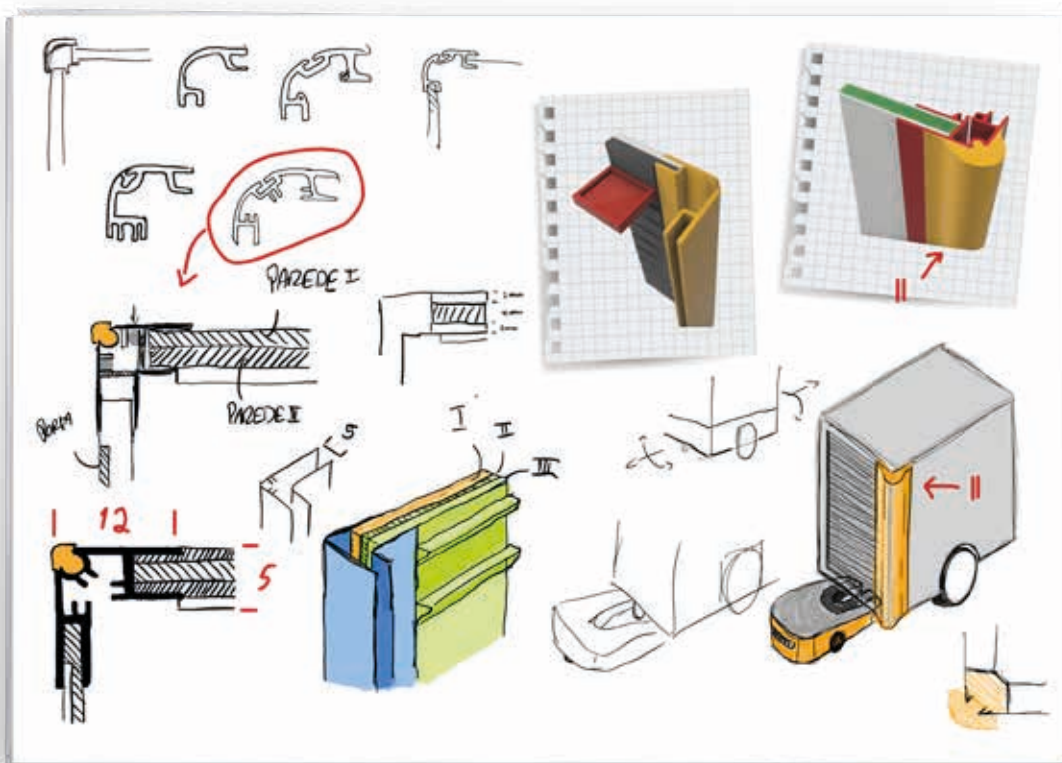


Figura 54. Estudo da possível utilização de perfis de alumínio como estrutura principal do veículo. Fonte: Autor.

Para compreender volumetricamente a relação entre as partes, desenvolveu-se um modelo em LEGO à escala 1/10, onde foi analisada a relação entre a altura e a largura, verificando-se as proporções entre todos os elementos. A forma e a estética não foram uma preocupação tida em consideração neste exercício, por não ser um aspeto relevante nesta fase exploratória.

Este modelo serviu também para verificar a pertinência e a necessidade de acomodar diferentes produtos com diferentes dimensões. Conforme está descrito no briefing, a necessidade de polivalência para acomodar as prateleiras em diferentes patamares, em diferentes alturas era fundamental, oferecendo uma grande plasticidade de acomodação e arrumação.



Figura 55. Estudo para a utilização dos perfis de alumínio como estrutura principal do veículo. Fonte: Autor.

Após o abandono da construção utilizando perfis metálicos, surgiu a ideia de utilizar paredes perfiladas, à semelhança dos contentores marítimos, mas numa orientação diferente. Desta forma, seria possível acomodar as prateleiras nas próprias paredes. Assim, não existia necessidade de adicionar mais componentes para criar os carris para as prateleiras, poupando nos custos de produção e diminuindo na utilização de peças mecânicas. No exterior, as portas utilizariam também os perfis como guia para correrem e abrirem de forma segura e suave.

O veículo acomodaria na parte superior os sistemas de arrefecimento para controlar a atmosfera do transporte; na base estariam as baterias para alimentar todas as necessidades elétricas do P2Cv, como as rodas para locomover a estrutura. A locomoção poderia ser manual, utilizando a pega, ou automática acoplando o robô de chão através de um eletroímã.

De forma a locomover vários P2Cv ao mesmo tempo, o eletroímã também seria o elemento de acoplação entre os veículos, criando comboios.

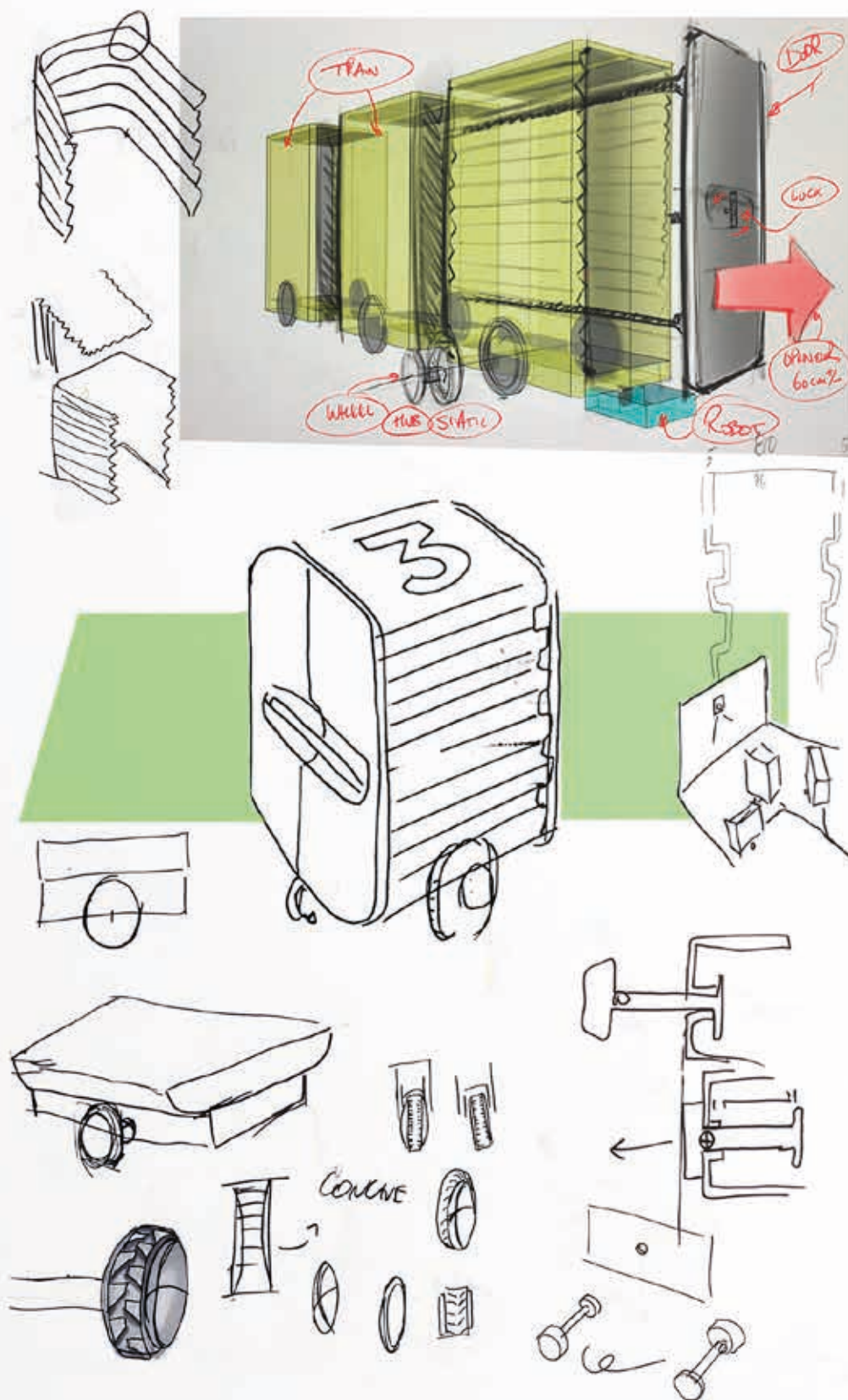


Figura 56. Estudos de forma dos tabuleiros para integrar nos módulos de agricultura vertical urbana. Fonte: Autor.

04.3 Definição Formal

A construção dos modelos tridimensionais virtuais, teve como base os esboços da fase de exploração de ideias e conceitos. Por se tratar de um produto para utilização industrial, a estética não é um fator decisivo na aquisição do produto, no entanto, o seu papel não deve ser descartado. A estética continua a assumir um papel fundamental, contudo mais virado para a utilização, praticidade e funcionalidade em relação com o operador.

Área em planta – 1200x800 [mm²] As dimensões padrão das paletes europeias foram definidas como as dimensões máximas em planta. Desta forma, o produto encontra-se enquadrado com a realidade volumétrica atual e as dimensões standard europeias.

Altura – 1800 [mm] A altura foi definida de forma a estar adequada com as dimensões padrão das portas, garantindo acessos simples e rápidos a edifícios, sem que haja necessidades de portas ou acessos especializados para cargas e descargas industriais.

Manuseio – Puxadores ao longo das extremidades verticais permitem que se empurre, puxe e gire manualmente. Encontram-se recortados e ou embutidos, de forma a não aumentar a área em planta.

Manobrabilidade – As localizações das quatro rodas conferem estabilidade ao produto bem como uma boa manobrabilidade. As duas principais funcionam de forma independente, possibilitando que o veículo gire sobre si mesmo, já as duas rodas rodízio permitem a polivalência de rotação necessária em manobras mais apertadas.

Paredes perfiladas – Maximizam e permitem uma maior praticidade de arrumação pela variedade de níveis que oferece. A própria forma da parede aumenta e reforça a estrutura do veículo sem que haja necessidade de espessuras exageradas.

Chassis (superior/inferior) – São parte da estrutura principal do veículo, conferindo a resistência necessária. São também o local onde podem ser instalados os componentes eletrônicos. A parte inferior é feita em aço inoxidável e aloja as baterias mais pesadas, assim como os dispositivos de controle. Já a parte superior é feita em Sheet Molding Compounds (SMC) ou Bulk Molding Compounds (BMC), um material mais leve garantindo que o centro de gravidade do veículo permaneça o mais baixo possível.

Cantos arredondados nos chassis (superior/inferior) – Para ir ao encontro de uma utilização segura os cantos foram arredondados. Os inferiores evitam que os operadores magoem as pernas por esmagamento ou ao raspar em arestas vivas. Já os cantos superiores introduzem uma barreira visual que impede que sejam colocados objetos na cobertura.

Porta deslizante – Com uma espessura de 35 mm, cumpre as exigências técnicas e fornece espaço suficiente para os puxadores recortados e/ou embutidos, bem como para os mecanismos de travamento.

Calhas deslizantes – Sustentam a porta em três apoios por forma a garantir uma melhor estabilidade de movimento, permitindo uma melhor acessibilidade ao interior, bem como à colocação e remoção dos tabuleiros de cultivo.

Paleta de cores – As peças de aço inoxidável podem ser pintadas em preto fosco ou em cores naturais com acabamento escovado, conferindo maior durabilidade.



Figura 57. P2cv, composição digital com vista frontal 3/4. Fonte Autor.

04.3.1 Modelos e Protótipos

A utilização de modelos tridimensionais foi uma ferramenta muito útil para, de forma rápida, avaliar formas, volumetrias e testar soluções. Foram produzidas várias maquetas à escala, utilizando a tecnologia de prototipagem rápida e fabrico aditivo recorrendo à técnica Fused Deposition Modeling (FDM) – Nesta técnica, filamento termoplástico sólido é aquecido até chegar perto da temperatura de liquidificação, e de seguida é depositado, camada após camada, construindo a peça pretendida.

O processo de prototipagem rápida, contrariamente ao nome, é algo moroso e que necessita de algum conhecimento técnico para atingir os resultados pretendidos. Após a conclusão da modelação tridimensional desejada, recorrendo a um software de modelação digital, o modelo é transferido para um programa de fatiar, vulgarmente conhecido por softwares de slice, onde são escolhidas todas as características de impressão, nomeadamente, a qualidade. Este processo, dá origem a um ficheiro Gcode, que de forma simples, é a tradução da volumetria da peça num mapa de paços que a impressora irá seguir, camada a camada, para construir o modelo pretendido.

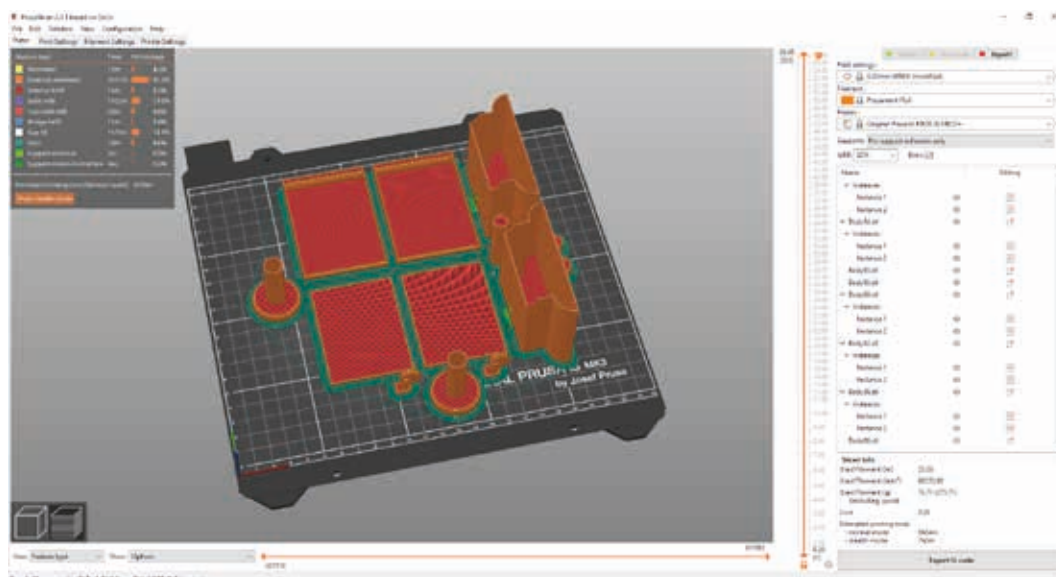


Figura 58. Preparação de modelos tridimensional digitais para impressão, software PrusaSlicer. Fonte: Autor

A impressora utilizada foi a «Original Prusa i3 MK3S» com uma capacidade de impressão de 250×210×210mm e o material escolhido foi o políácido láctico (PLA). Tendo em conta a limitação da capacidade de impressão, foi utilizada a escala 1/10 para produzir os modelos. Desta forma, garante-se uma produção rápida, sem perda detalhe e capacidade de avaliação volumétrica. Optou-se pelo filamento PLA pelas suas características técnicas, nomeadamente: baixa

temperatura de fusão sem necessidade de atmosfera aquecida – impressão mais fácil e consistente; capacidade de reproduzir pequenos detalhes – tem capacidade de produzir camadas com 50 micron (0,05mm); ser um material biodegradável – por se tratar de modelos experimentais, o seu tempo de vida será curto, portanto a sua reciclagem e decomposição deve ser tida em consideração.

Ao longo de todo o projeto foram impressas cerca de 70 peças, refletindo-se em perto de 55 horas de impressão e em 1600g de PLA.

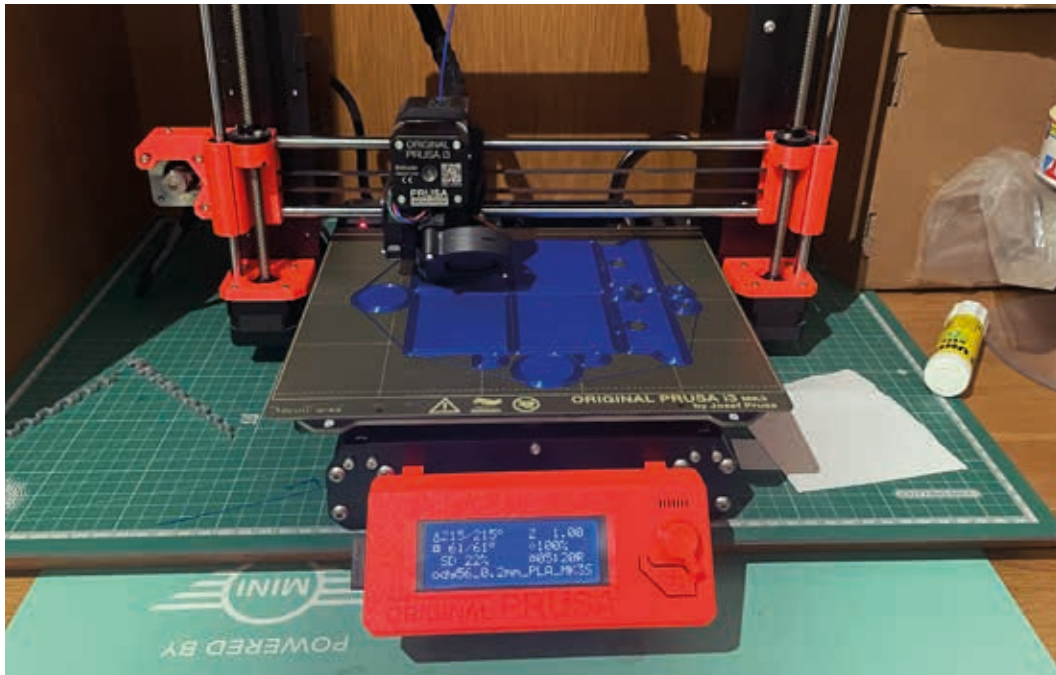


Figura 59. Fabrico aditivo: impressão de componentes para a produção de modelos tridimensionais, vista 1. Fonte: Autor

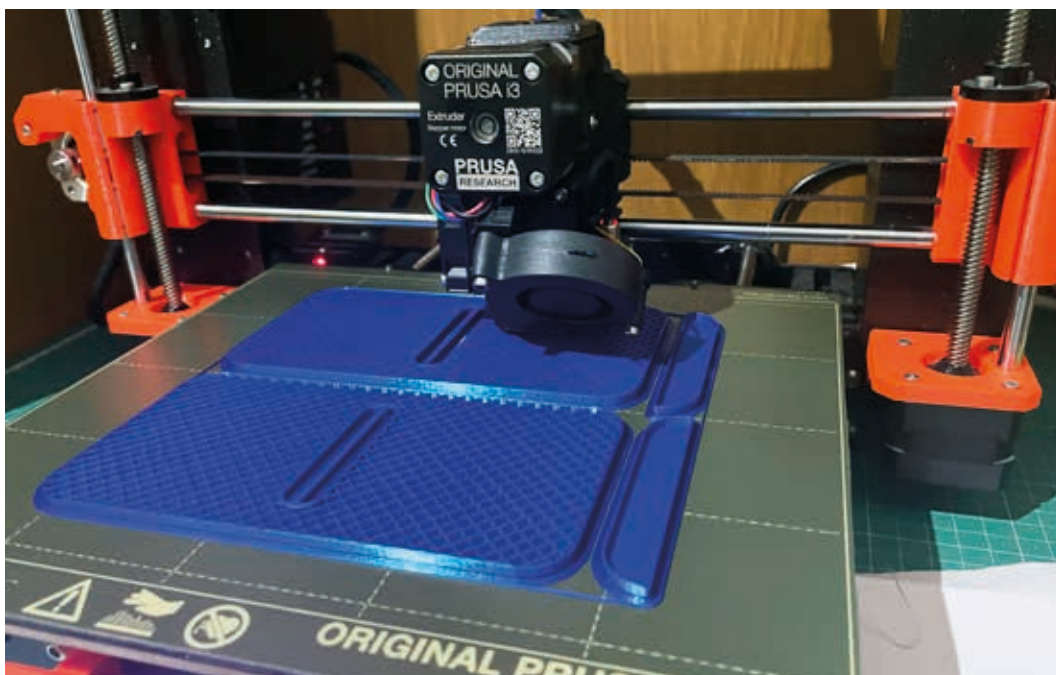


Figura 60. Fabrico aditivo: impressão de componentes para a produção de modelos tridimensionais, vista 2. Fonte: Autor



Figura 61. Algumas das peças impressas para a verificação das formas e proporções. Fonte: Autor



Figura 62. Conjunto de peças que constituem um P2Cv, maquete à escala 1:10. Fonte: Autor.



Figura 63. Vista 3/4 da primeira maquete à escala 1:10. Fonte: Autor



Figura 64. Composição (1) das maquetes numero um e dois. Escala 1:10. Fonte: Autor.



Figura 65. Composição (2) das maquetes numero um e dois. Escala 1:10. Fonte: Autor.



Figura 66. Composição (3) das maquetes numero um e dois. Escala 1:10. Fonte: Autor.



Figura 67. Composição (4) das maquetes numero um e dois. Escala 1:10. Fonte: Autor.

Capítulo 05.

05. Propostas Finais

05.1 Descrição do Serviço

O serviço está enquadrado dentro de uma micro cadeia alimentar composta por três etapas: agricultura vertical urbana (produtor), transporte e consumidor final (clientes particulares ou profissionais).

O serviço funciona com base num sistema de subscrições, sabendo-se à priori as necessidades dos consumidores para uma produção dirigida em termos de quantidades, reduzindo os desperdícios oriundos de excesso de produção. Cada subscrição inclui entregas periódicas de cabazes de alimentos frescos (frutas e vegetais), provenientes de agricultura vertical urbana.

Cada cabaz é composto por frutas e legumes, pensados em quantidade suficiente para dois adultos confeccionarem pelo menos uma refeição diária, durante uma semana. Desta forma, cada cliente em função das suas necessidades, deverá encomendar tantos cabazes quanto necessitar.

As subscrições encontram-se divididas em três níveis em função da variedade, prazos de entrega e valor:

- Básico [€] – Neste nível, as entregas são feitas de forma agrupada, segundo áreas geográficas, de forma a reduzir os custos da entrega e consequentemente o PVP. Estima-se que os produtos cheguem aos consumidores no prazo máximo de 7 dias.
- Plus [€€] – Neste nível, as entregas são feitas com maior urgência, possibilitando entregas com prazos inferiores a 72h.
- Premium [€€€] – Neste nível, os produtos são de maior variedade, com a opção de entregas urgentes, realizadas em menos de 24h.

Para além destes três níveis, existe ainda a opção Membership [€], para clientes regulares que pretendam entregas periódicas. Tem um custo adicional, independentemente do nível de subscrição, permitindo que os seus subscritores usufruam de horários alargados de entrega, descontos e ofertas exclusivas.

Para os clientes profissionais como restaurantes, hotéis e supermercados o modelo de entrega, quantidades e frequência deverá ser contratualizados caso a caso. Assegurando assim um serviço personalizado e adaptado às necessidades de cada cliente.

Opção de subscrição	Valor	Prazos de entrega	Variedade	Vantagens
Basic	€	> 7 dias	Básica	Custo reduzido
Plus	€€	< 72h	Superior	Entregas rápidas
Premium	€€€	< 24h	Exclusiva	Entregas urgentes e exclusividade
Membership	€	-	-	Horário alargado de entregas, promoções e ofertas exclusivas

Figura 68. Tabela ilustrativa dos vários planos de subscrição e das suas diferenças. Fonte: Autor

05.2 Descrição do Produto

O produto consiste num veículo inteligente de transporte industrial de pequenas dimensões, seguindo os objetivos definidos no briefing.

Baseado na premissa de reduzir o desperdício alimentar na CAA, a principal função deste produto é transportar alimentos frescos (frutas e legumes), desde o posto de agricultura vertical urbana até aos consumidores finais. Após os produtos frescos atingirem o seu ponto ideal para consumo, podem ser retirados dos tabuleiros de produção de agricultura vertical e colocados nos tabuleiros húmidos existentes no veículo. Após o P2Cv estar carregado, será movimentado até ao veículo de mercadorias, que fará a deslocação urbana até ao consumidor, como ilustrado na figura 52, etapas 5;6;7 e 8.

A forma genérica do produto é de um paralelepípedo de cantos arredondados, com as seguintes dimensões máximas exteriores: 120x80x180 cm. Respeita as medidas standard das paletes europeias e consegue atravessar qualquer porta convencional. É composto por quatro componentes principais: chassi inferior, paredes perfiladas, chassi superior e parede interna central.

No chassi inferior está contemplado o espaço para as baterias que fornecem a energia para o funcionamento do produto; o motor que introduz força nas rodas e permite que este se desloque; os componentes de controlo autónomo do veículo, que quando acoplado a um robô de chão pode deslocar-se sem a necessidade de um operador. Todos estes componentes foram colocados nesta zona de forma a reduzir o centro de gravidade de todo o veículo, garantindo uma boa manobrabilidade e evitando acidentes. É ainda nesta zona que se encontram colocadas as quatro rodas (duas rodas centrais e duas nas pontas) e ainda dois eletroímãs (um em cada frente) permitindo o

acoplamento ao robô de chão e/ou a outros P2CV's criando comboios.

As paredes perfiladas, além da sua função de sustentação de toda a estrutura são a base para os tabuleiros. São perfiladas por isso mesmo, para otimizar o espaço de carga e servir de apoio para a colocação e remoção dos tabuleiros, sendo um garante de polivalência para a possibilidade de acomodar produtos com diferentes características ou dimensões.

No chassi superior encontra-se o espaço para a instalação de todo o sistema de refrigeração e controlo do ambiente interno do espaço de carga. O material de produção deve ser leve para ajudar na redução do centro de gravidade.

No seu interior existe ainda uma parede interna central ou parede divisória, que funciona como uma parede técnica onde passam todos os cabos e tubagens necessários para o seu funcionamento. Esta peça é também o garante da estabilidade da estrutura, funcionando como um contraventamento a possíveis deformações. Esta parede divide a área de carga em dois, possibilitando a existência de dois ambientes com temperaturas e humidades relativas distintas. Desta forma é possível desligar uma das áreas de carga quando esta estiver vazia, poupando assim energia.

Estes quatro elementos são a estrutura principal do produto e o garante da sua rigidez. Depois em cada uma das frentes, estão duas portas que trabalham à face de toda a estrutura exterior, protegendo as arestas da parede perfilada. São portas do tipo deslizante, que utilizando os perfis exteriores da própria parede. Garantem a abertura necessária para o livre acesso ao interior do espaço de carga, para colocação e remoção dos tabuleiros, ou para operações de limpeza e manutenção. As pegadas das portas encontram-se recuadas sob a sua estrutura, de forma a não aumentar a sua volumetria.

Os tabuleiros de suporte básico de vida são retangulares, com 77x52 cm de medidas exteriores. Contém uma membrana humedecida, com a mesma solução utilizada para nutrir as plantas na sua fase de produção. Assim são oferecidas as condições necessárias para que os produtos se mantenham com as propriedades ideais até serem entregues no consumidor, uma vez que os produtos mantêm a sua raiz ao longo de toda a deslocação.



Figura 69. Ilustração digital do P2Cv, vista 3/4 com tabuleiro. Fonte: Autor





Figura 70. Ilustração digital do detalhes chassi superior com número identificador e porta aberta. Fonte: Autor.



Figura 71. Ilustração digital, detalhe do tabuleiro cheio de alfaces. Fonte: Autor.



Figura 72. Ilustração digital, detalhe do P2Cv com a porta aberta e alguns tabuleiros cheios de produtos. Fonte: Autor



Figura 73. Ilustração digital, composição de vários P2Cv's a formar um comboio. Fonte: Autor



Figura 74. Ilustração digital, relação de escala com o tabuleiro cheio de alfaces. Fonte: Autor.





Figura 75. Ilustração digital do P2Cv em utilização (1), relação com a escala humana. Fundo adaptado Infarm. Fonte: Autor.





Figura 76. Ilustração digital do P2Cv em utilização (2), relação com a escala humana. Fundo adaptado Infarm. Fonte: Autor.





Figura 77. Ilustração digital do P2Cv em utilização (3), relação com a escala humana. Fundo adaptado Infarm. Fonte: Autor.





Figura 78. Ilustração digital do P2Cv em utilização (4), relação com a escala humana. Fundo adaptado Infarm. Fonte: Autor.



05.2.1 Desenhos Técnicos

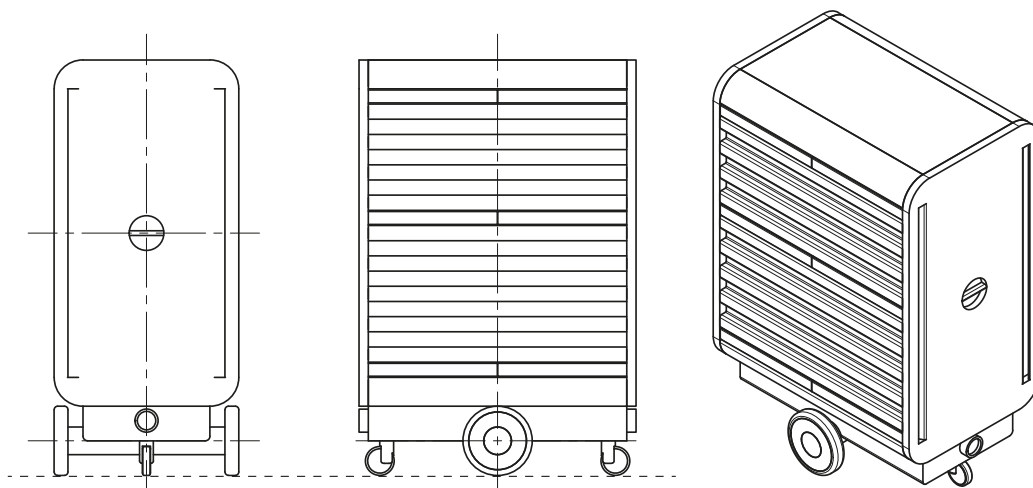


Figura 79. Vistas exteriores gerais, sem escala. Fonte: Autor

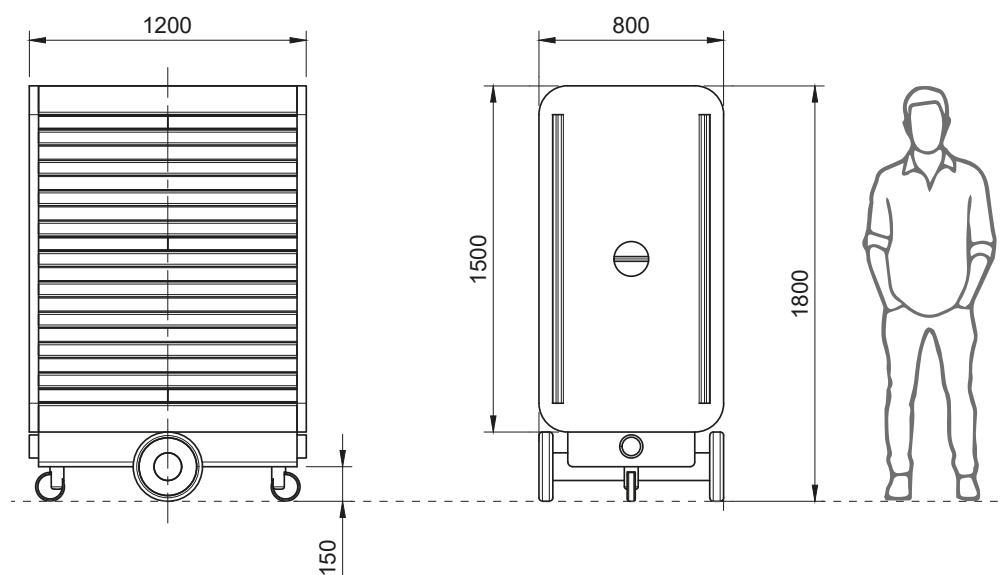
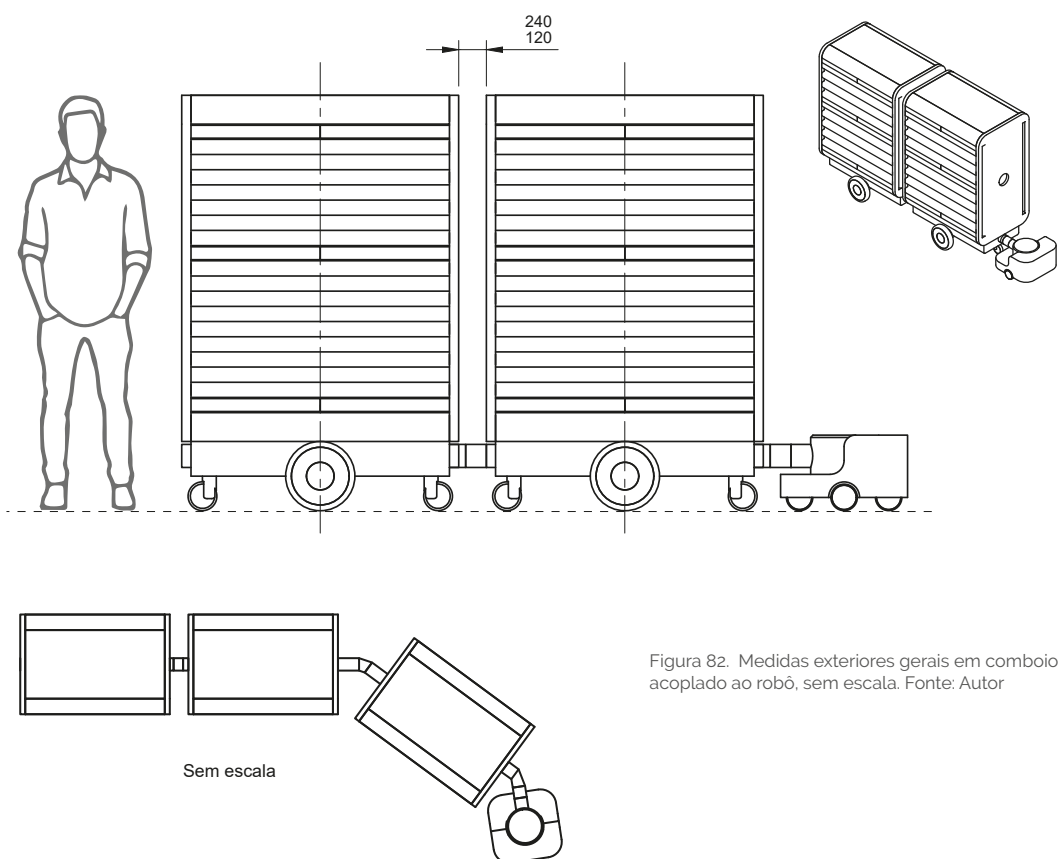
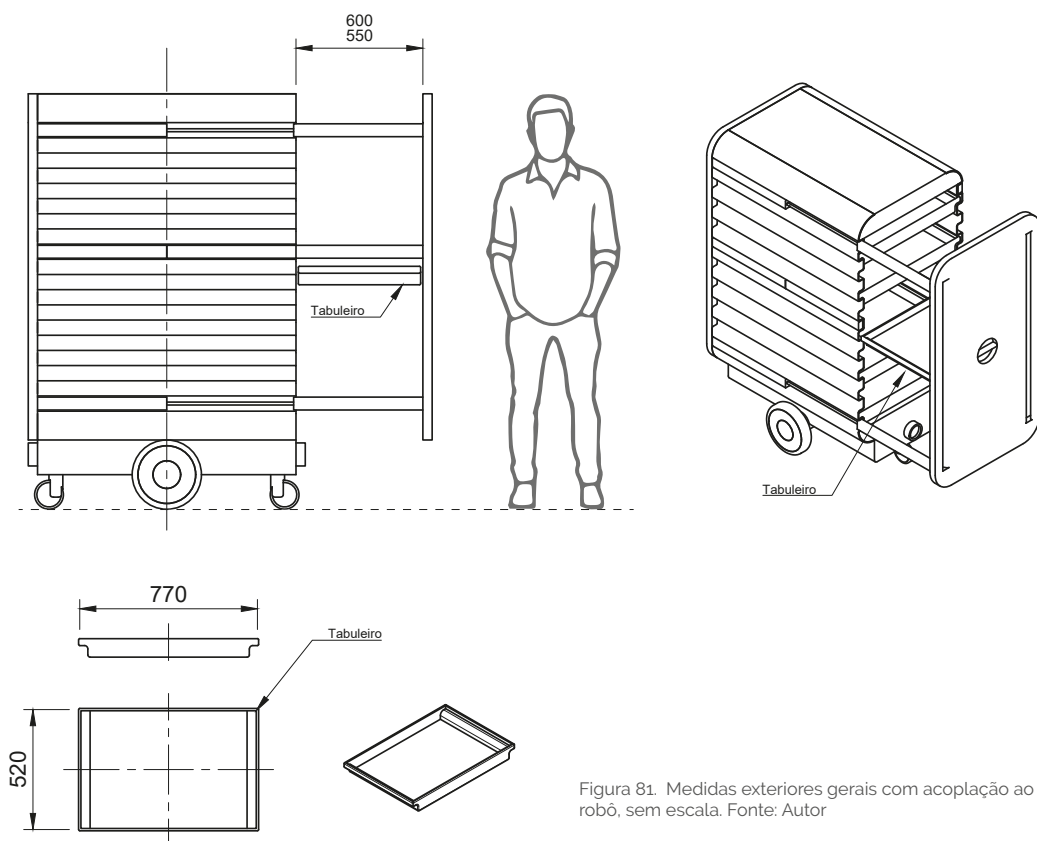


Figura 80. Medidas exteriores gerais com porta aberta e prateleira, sem escala. Fonte: Autor



05.2.2 Materiais

Durante o processo de escolha de materiais foram tidos alguns aspetos em consideração, nomeadamente as características e função de cada componente. Desta maneira chegou-se à tabela apresentada na figura XX, onde podemos ver individualmente o nome, material, cor e acabamento de cada componente que constitui o P2Cv. Contudo, a seleção dos materiais apresentada é apenas uma proposta preliminar, esta deve ser avaliada por engenheiros por forma a assegurar que todas as características cumprem os pressupostos previamente determinados.

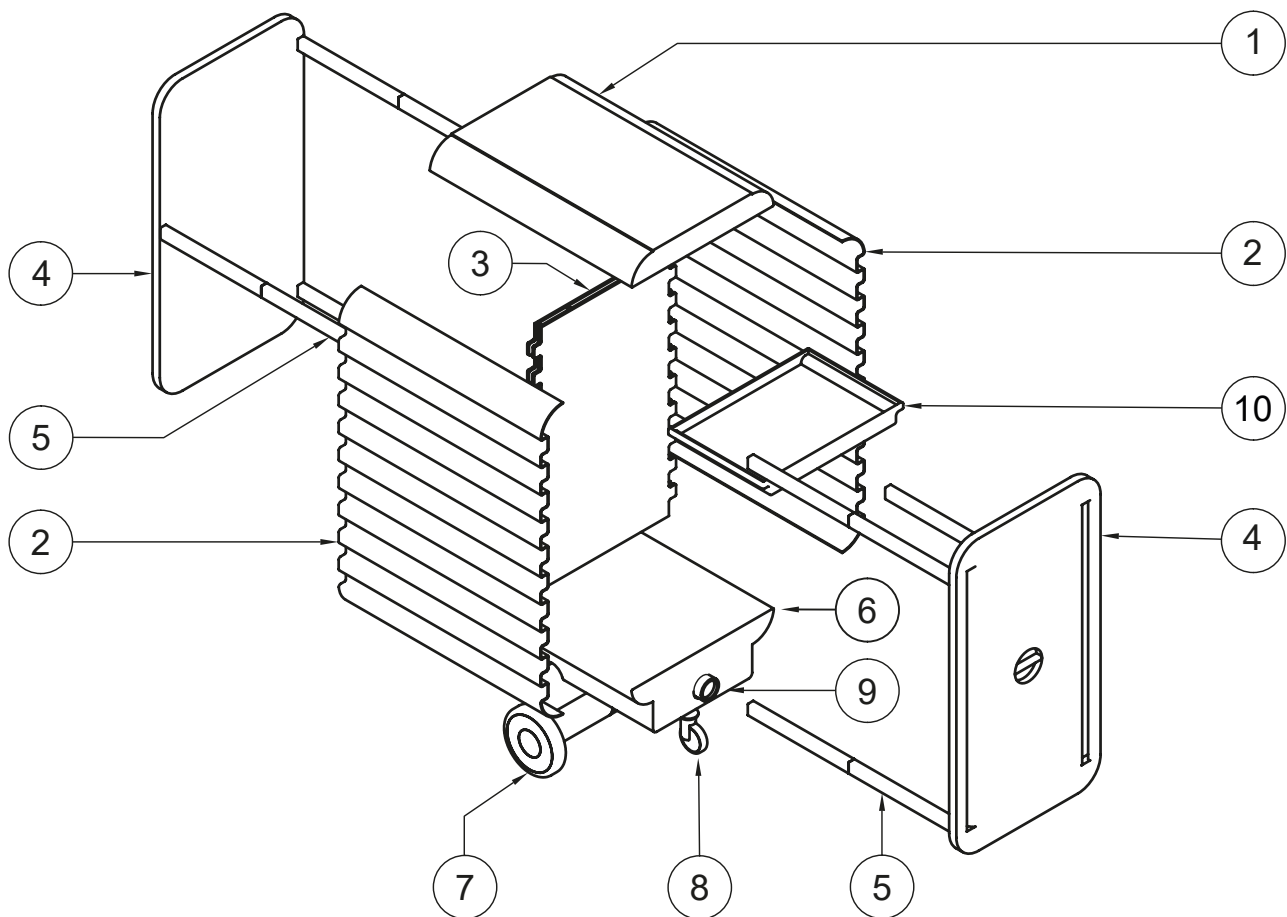


Figura 83. Vista explodida demonstradora dos componentes que constituem o P2Cv. Fonte: Autor.

Nº	Nome	Material	Cor	Acabamento	Unidades	Notas
1	Chassi superior	SMC BMC	Personalizável	Mate	1	Zona eletrónica 1: mini-AC, GPS, Data Comms
2	Parede perfilada	Chapa de aço inoxidável	Natural	Escovado	2	Cantos emburrachados
3	Parede interna central	Chapa de aço inoxidável	Natural	Escovado	1	Construção em sanduíche para passar cabos e tubos de climatização
4	Porta deslizante	Chapa de aço inoxidável	Preto	Mate	2	Incluí mecanismo de tranca
5	Calha deslizante	Chapa de aço inoxidável	Natural	Escovado	6	Motorizado
6	Chassi inferior	Chapa de aço inoxidável	Natural	Escovado	1	Zona eletrónica 2: Baterias, PCU
7	Roda grande	Aço e nylon	Natural, preto e/ou nylon personalizável	Mate	2	Eixo independente
8	Pena roda de rodízio	Aço e nylon	Natural ou preto nylon	Mate	2	Peça standart, antiestática
9	Íman eletromagnético	Aço inoxidável	Natural	Escovado	2	Eletromagnética com <i>universal joint</i>
10	Prateleira de plantação	Polipropileno reciclado (PP)	Preto ou personalizável	S/ acabamento	10	

Figura 84. Inventário de peças, breve descrição de materiais, de acabamentos, cor e particularidades.

Capítulo 06.

06. Considerações Finais

06.1 Conclusões

O presente trabalho cumpriu o principal objetivo estabelecido, desenvolver um veículo autônomo que conseguisse combater o desperdício alimentar.

Numa primeira fase, foi possível compreender através de diferentes estudos e pesquisas a urgência da abordagem deste tema, uma vez que as perspetivas de crescimento populacional e o modelo alimentar existentes neste momento não se adequam às futuras necessidades. A previsão será de uma carência de alimentos, não só em quantidade como também ao nível da qualidade dos mesmos.

No que diz respeito à componente de investigação, esta revelou-se bastante benéfica, na medida em que os dados obtidos foram surpreendentes. Verificou-se que, enquanto que nos países em desenvolvimento existe uma enorme escassez e mau acondicionamento dos alimentos, nos países desenvolvidos o modelo existente desde o produtor até ao consumidor final é bastante extenso mas rigorosamente definido. No entanto, o nível de desperdício alimentar é equivalente nos dois casos, revelando a necessidade em encontrar soluções que consigam combater este problema. Por um lado, existem profundas falhas estruturais e por outro, desperdícios exagerados ao longo de uma complexa cadeia de abastecimento. Desta forma, foram deixados de parte os países em desenvolvimento, por não apresentarem cadeias alimentares estabilizadas, com enormes perdas em função da falta de condições de transporte e armazenamento. Assim, todo o projeto focou-se nos países desenvolvidos uma vez que as cadeias se encontram estabelecidas e completamente definidas, possibilitando otimizações e melhorias.

Em paralelo, foi realizado um inquérito a um profissional do setor alimentar, onde foram relatados e apresentados dados concretos dos desperdícios associados às exigências existentes no setor do retalho alimentar. Esta partilha de experiência assim como os dados facultados foram determinantes para o desenvolvimento inicial deste projeto, uma vez que permitiram uma maior perceção da realidade existente bem como é feita a gestão de stocks (frutas e vegetais) e respetivos desperdícios nos supermercados.

Impõem-se a necessidade urgente de reduzir a complexidade e extensão das cadeias de abastecimento, convertendo-as em micro-cadeias. Porém, para que isso seja possível, é necessária uma nova abordagem, que resulte na aproximação dos produtores aos grandes centros urbanos. É nesta fase que se introduz o conceito de agricultura vertical. Desta forma, é possível restringir as etapas ao mínimo indispensável, assim como, economizar recursos e ainda reduzir a poluição proveniente do transporte de alimentos. Tudo isto, sem comprometer a qualidade nem alterar hábitos de consumo.

Com enfoque total nestas premissas surgiu o produto P2Cv, um produto de mobilidade inteligente, assente no serviço que conecta o produtor ao consumidor de forma célere. Através de uma micro-cadeira de abastecimento alimentar o serviço integra a agricultura vertical urbana como fonte primária de produção alimentar, por se ter revelado ser a forma de agricultura mais adequada às necessidades futuras. Permitindo aumentar a produção por unidade de área, possibilitando que esta possa ser deslocada para os centros urbanos.

O P2Cv surge como o veículo de transporte de produtos frescos até ao consumidor final. Graças aos seus tabuleiros húmidos e ambiente controlado são garantidas as necessidades básicas de nutrição dos produtos desde a sua produção até à porta do consumidor. Desta forma, os frescos são entregues acabados de colher e com melhor qualidade. O produto foi desenvolvido tendo em conta as dimensões standard europeias de forma a garantir a adaptabilidade a todos os espaços interiores – veículos de transporte de mercadorias, estabelecimentos comerciais e habitações. Os materiais propostos visam corroborar as especificações definidas, conferindo-lhe qualidade e durabilidade. A polivalência é uma das suas características, tanto ao nível de arrumação como de manobrabilidade, procurando ser de fácil operação por todo e qualquer utilizador. Este produto é uma proposta que se propõe a ser uma solução para a problemática descrita, acompanhando o desenvolvimento tecnológico, digital e de inteligência artificial.

Por último é de salientar, que através desta dissertação foi possível, mais uma vez, demonstrar o enorme contributo que o Design de Produto consegue dar em questões com tanto impacto na sociedade atual, neste caso concreto a questão do desperdício alimentar. Revelou ser uma disciplina fundamental para o desenvolvimento de novas soluções ou produtos que consigam responder às necessidades e exigências futuras da população.

06.2 Trabalhos Futuros

O produto P2Cv surge como uma solução para combater o problema da escassez de alimentos, reduzindo o desperdício alimentar, com a alteração da forma como as cadeias de abastecimento operam nos países desenvolvidos. Contudo, é ainda um projeto embrionário, estando ainda em fase de conceção. Recomenda-se que sejam feitos alguns trabalhos futuros de forma a dar continuidade ao projeto, tais como:

- Avaliar a viabilidade de construção do produto através de uma equipa multidisciplinar que consiga determinar se o projeto cumpre todos os requisitos para iniciar a sua produção ou se necessita de alterações em termos do peso, forma, materiais ou dimensões.
- Avaliar questões legais que possam comprometer o preço de venda ao público. Por vezes, a legislação alimentar poderá ter lacunas e acaba por inserir as novas formas de produção agrícola em regimes com preços menos competitivos.
- Consultar empresas de retalho alimentar, com o objetivo de criar acordos de financiamento para a realização de teste piloto. Poderá ser interessante ao nível do negócio, assim como na avaliação da recetividade dos clientes.
- Verificar potenciais localizações nos grandes centros urbanos, como prédios devolutos ou armazéns abandonados, e avaliar os custos inerentes à reabilitação dos mesmos com o objetivo de implementar a produção vertical autónoma.
- Verificar potenciais fontes de investimento, não só a nível das instituições bancárias, e recetividades das mesmas, mas também ao nível de apoios europeus como ocorreu com o Portugal2020.
- Avaliar a viabilidade económica é essencial para perceber a atratividade do produto para o mercado, devendo ser verificado se as melhorias introduzidas com o P2Cv suplantam o investimento necessário.
- Otimizar a solução do ponto de vista eletrónico, com a introdução de novas tecnologias que permitam dotar o produto de outras valências ou simplesmente que melhorem o seu desempenho (sistemas autónomos mais desenvolvidos com tecnologia 5G).
- Otimizar a solução do ponto de vista do transporte, com a opção de o veículo ter uma estrutura com dimensão variável ou dobrável, de forma a poder ocupar menos espaço quando se encontrasse vazio ou apenas com menos produtos no seu interior. Assim, seria possível transportar mais P2Cv's no mesmo espaço.
- Construir efetivamente o P2Cv e colocá-lo em funcionamento numa produção estabilizada, para avaliar os benefícios que consegue introduzir e ainda as características que devem ser refinadas.

06.3 Referências Bibliográficas

- AeroFarms. (2021). AeroFarms Vertical Farming. <https://www.aerofarms.com/>
- B Lab. (2021). AeroFarms | Certified B Corporation. <https://bcorporation.net/directory/aerofarms>
- Barbosa, G. L., Gadelha, F. D. A., Kublik, N., Proctor, A., Reichelm, L., Weissinger, E., Wohlleb, G. M., & Halden, R. U. (2015). Comparison of Land, Water, and Energy Requirements of Lettuce Grown Using Hydroponic vs. Conventional Agricultural Methods. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(6), 6879. <https://doi.org/10.3390/IJERPH120606879>
- Birkby, J. (2016). Vertical Farming. National Center for Appropriate Technology, 1–12. <http://www.cropsreview.com/vertical-farming-issues.html>
- Comissão Europeia. (2017). Factsheet: The Food Supply Chain. 28(March), 4. https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/food-farming-fisheries/farming/documents/factsheet-food-supply-chain_march2017_en.pdf
- Comissão Europeia. (2020). Estratégia do Prado ao Prato para um sistema alimentar justo, saudável e respeitador do ambiente - Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões. Comissão Europeia.
- Dani, S. (2015). Food Supply Chain Management and Logistics: From Farm to Fork.
- Despommier, D. (2011). The Vertical Farm. In Picador (Ed.), HortScience.
- FAO. (2015). Global initiative on food loss and food waste reduction. In United Nations. <http://www.fao.org/save-food/en/>
- FAO. (2018). FAO STAT. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/OA>
- Hanel. (n.d.). Hänel Storage Systems- Hänel Storage Systems. Retrieved November 10, 2021, from <https://www.hanelworldwide.com/pt/en>
- Infarm. (2021). Infarm. <https://www.infarm.com/>
- IronOx. (2021). IronOx. <https://ironox.com/>
- Jorge Silva. (2021). Fenotipagem | Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. <https://ciencias.ulisboa.pt/pt/tags/fenotipagem>
- Lu, C., & Grundy, S. (2017). Urban Agriculture and Vertical Farming. In *Encyclopedia of Sustainable Technologies* (Vol. 2). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.10184-8>
- Marcel Mazoyer, L. R. (2009). A History of World Agriculture: From the Neolithic to the Current Crisis.

- Mariam, G. (2019). Food loss and waste and value chains – Learning guide. FAO. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-8900-7.ch006>
- Modula. (2021). Armazéns Automáticos Verticais, Automatizados Especiais | Modula. <https://www.modula.eu/por/>
- ONU. (2019a). ONU prevê que cidades abriguem 70% da população mundial até 2050 | ONU News. <https://news.un.org/pt/story/2019/02/1660701>
- ONU. (2019b). World Population Prospects 2019. In Department of Economic and Social Affairs. World Population Prospects 2019. (Issue 141). <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12283219>
- Owen Comstock, K. J. (2014, April 19). LED bulb efficiency expected to continue improving as cost declines - Today in Energy - U.S. Energy Information Administration (EIA). <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=15471#>
- Parlamento Europeu. (2017). Food waste: the problem in the EU in numbers [infographic]. <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/society/20170505STO73528/food-waste-the-problem-in-the-eu-in-numbers-infographic>
- Ranganathan, J., Waite, R., Searchinger, T., & Hanson, C. (2018). How to Sustainably Feed 10 Billion People by 2050, in 21 Charts. <https://www.wri.org/insights/how-sustainably-feed-10-billion-people-2050-21-charts>
- Resh, H. M. (2013). A Definitive Guidebook for the Advanced Home Gardener A Definitive Guidebook for the Advanced Home Gardener. <https://www.taylorfrancis.com/books/9781439878699>
- Rezaei, M., & Liu, B. (2017). Food Loss and Waste in the Food supply Chain. International Nut and Dried Fruit Council, 39(7), 1–2. <http://theplate.nationalgeographic.com/2016/01/22/kenyan-farmers--ght-food-loss-by-drying-selling-mangoes/>.
- Seymour, G. B., Poole, M., Giovannoni, J. J., & Tucker, G. A. (2013). The Molecular Biology and Biochemistry of Fruit Ripening. In The Molecular Biology and Biochemistry of Fruit Ripening. <https://doi.org/10.1002/9781118593714>
- Takagaki, M., Kozai, T., & Niu, G. (2019). Plant Factory - An Indoor Vertical Farming System for Efficient Quality Food Production. In in Plant factory an indoor vertical farming system for efficient quality food production eds. Kozai, T., Niu, G & Tagaki, M.
- Thompson, R. (2017). The Materials Sourcebook for Design Professionals.
- Trading Economics. (2021). World - Agricultural Land (sq. Km) - 1961-2018 Historical. <https://tradingeconomics.com/world/agricultural-land-sq-km-wb-data.html>
- World Health Organization. (2019). Healthy Diet. World Health Organization. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet>

Anexos

Anexo 1: Questionário – Cadeia de Abastecimento: Grupo Dia Portugal Supermercados

Questionário feito a David Frutuoso, antigo funcionário do Grupo Dia Portugal supermercados, ao qual agradeço desde já a disponibilidade para colaborar com o projeto.

1ª - Para que supermercado ou grupo trabalhou e que funções desempenhava?

Trabalhei na Dia Portugal supermercados e o meu último cargo em 2021 foi de responsável pelos novos projetos/transformações de loja. Respondia ao diretor nacional ou regional, dependendo do tipo de área que eu abrangia.

Hierarquia em Portugal:

Administrador

Diretor nacional

Diretor regional do Norte, diretor regional do centro e diretor regional do Sul.

Diretor de departamento (recursos humanos, logístico, contabilidade, formação, etc)

Diretor de vendas

Supervisor

Loja

Hierarquia da loja:

Responsável de loja

Sub responsável de loja

Responsáveis pelos perecíveis.

Funcionários de reposição e exposição dos artigos e registo em caixa.

Existem 3 armazéns centrais: o do norte, o do centro e o do sul. A partir destes armazéns são levados os produtos para as lojas. Não existe fornecedores a levar às lojas, excepto revistas e Bimbo. Os fornecedores levam para estes 3 armazéns.

2ª - Como se organizam os supermercados em relação ao stock (frutas e legumes)? cada um é individual ou há grupos?

Primeiro contabilizava se o stock em loja e na sua reserva (armazém da loja onde existe uma câmara refrigeradora). E só depois fazia-se o pedido ao armazém central. Cada loja é individual no pedido, cada uma tem a responsabilidade de saber o seu pedido. O responsável pelos perecíveis é que faz esse pedido, neste caso o responsável da fruta/legumes. Os perecíveis são um dos vários setores alimentares que a loja tem, exemplo: charcutaria, fruta/legumes, quarta gama, etc.

2.1ª - Se um supermercado vender todos os nabos e outro supermercado do mesmo grupo tiver em excesso há reorganização de stocks?

Sim. Faz-se cedência para as lojas com menos stock e tendo em conta as vendas da loja. Mas por exemplo sabemos que existe uma loja que tem pouco stock mas vende pouco, não se faz essa distribuição nessa loja porque será novamente para destruição. Só é rentável enviar para lojas com muita venda.

3ª - Quem é o responsável por encomendar mais produtos quando estes acabam?

É o responsável dos perecíveis, analisando com o responsável da loja. Existem lojas que o responsável dos perecíveis de fruta/legumes só envia o pedido depois de ser analisado pelo responsável da loja.

3.1ª - Com que regularidade é feita a encomenda? Quando há necessidade ou há dias certos?

Existem dias certos para cada loja.

Existem lojas que só são abastecidas todos os dias porque a venda é maior e existem lojas que são abastecidas dia sim e dia não. Os perecíveis são produtos frescos e então não podem ser abastecidos uma vez por semana, mas sim regularmente, porque são sensíveis ao manuseamento, às temperaturas, entre outras coisas.

3.2ª - Como avaliam quanta quantidade devem encomendar?

Através das vendas da loja conseguimos verificar e saber quais são os produtos com mais venda e menos venda, através de uma consulta de venda e de stock de cada artigo (exemplo de artigo: laranjas, maçãs, pêras, nabos, etc).

3.3ª - Imaginando que precisam de 100 maçãs, encomendam exatamente 100 ou mais para garantir que recebem 100?

O pedido é feito pela necessidade da loja, se precisamos de 100 maçãs, confiamos que a logística do armazém entregue este pedido.

3.4ª - Quem escolhe o fornecedor?

A direção comercial é que faz a escolha dos fornecedores.

As lojas têm um prazo de horário para fazer os seus pedidos e enviar para o armazém central. De seguida o armazém central envia para os respetivos fornecedores e os mesmos entregam no dia seguinte no armazém. Depois o armazém envia para as lojas os pedidos que foram feitos no dia anterior.

3.5ª - Preferem encomendar muita quantidade a um fornecedor só ou a vários pequenos?

Isso as lojas não têm autonomia de fazer, faz parte de um planeamento entre a direção comercial e o fornecedor. Quem escolhe será sempre a direção comercial. Preferência por fornecedores grandes, se temos 1000 lojas não podemos ter produto maçã X numa loja de um fornecedor e maçã Y em outra loja de outro fornecedor. Todas as lojas recebem a mesma qualidade do produto. Fornecedor grande.

4ª - Como são guardadas as frutas e os legumes que não se encontram nos expositores da loja?

Em câmaras refrigeradas no armazém da loja. Quando acaba na loja os funcionários vão buscar às câmaras para fazer reposição.

4.1ª - É feita uma verificação do estado da fruta e dos legumes antes de serem postos à venda?

Todos os dias antes da abertura da loja é feito o controlo de qualidade onde se retira todos os produtos que não possam ser consumidos («toques», podre, imagem feia do produto, calibre e formato diferente da etiqueta do produto entre outros). Sempre que se fizer reposição fazem um novo controlo.

4.2ª - Caso essa fruta ou legume não esteja em condições, para onde vai?

É feita uma devolução classificada como destruição ao armazém central. Por sua vez o armazém central faz a conferência desta devolução e deita num contentor para ser recolhido para lixo.

4.3ª - É contabilizado a quantidade de frutas e legumes que são deitados fora?

Sim. Chama-se destruição e na loja é classificado por quebra conhecida, que é o valor que sai do stock por não ser vendido, mas sabemos o destino dessa falta de venda.

4.4ª - Há preocupações ou estratégias para reduzir este desperdício? Se sim quais?

Fazendo sempre um bom pedido consciente para a venda da loja.

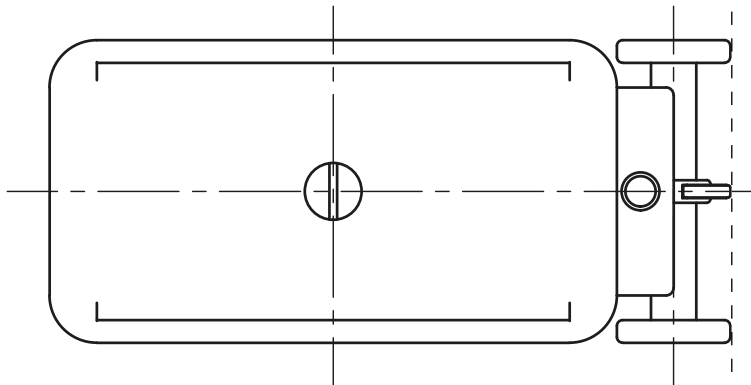
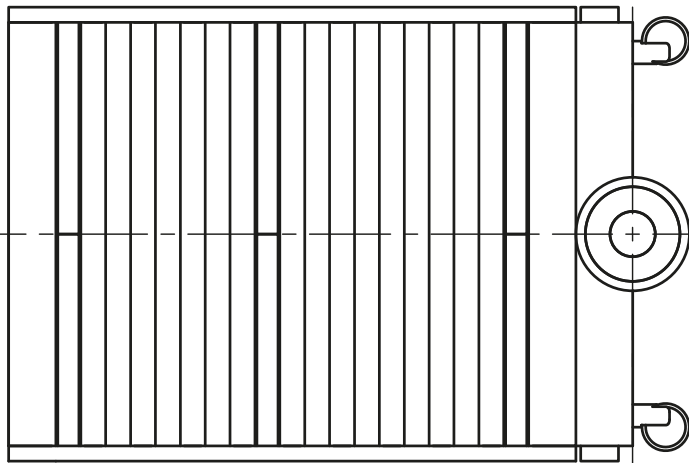
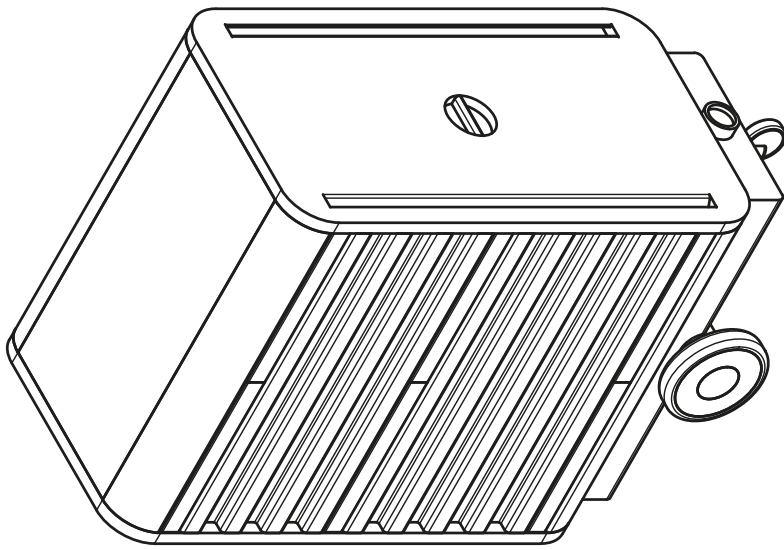
Ter um maior controlo na recepção do armazém no controlo de qualidade dos artigos.

Na loja cumprir os procedimentos na recepção em termos da qualidade, cumprindo o HACCP que é segurança alimentar:

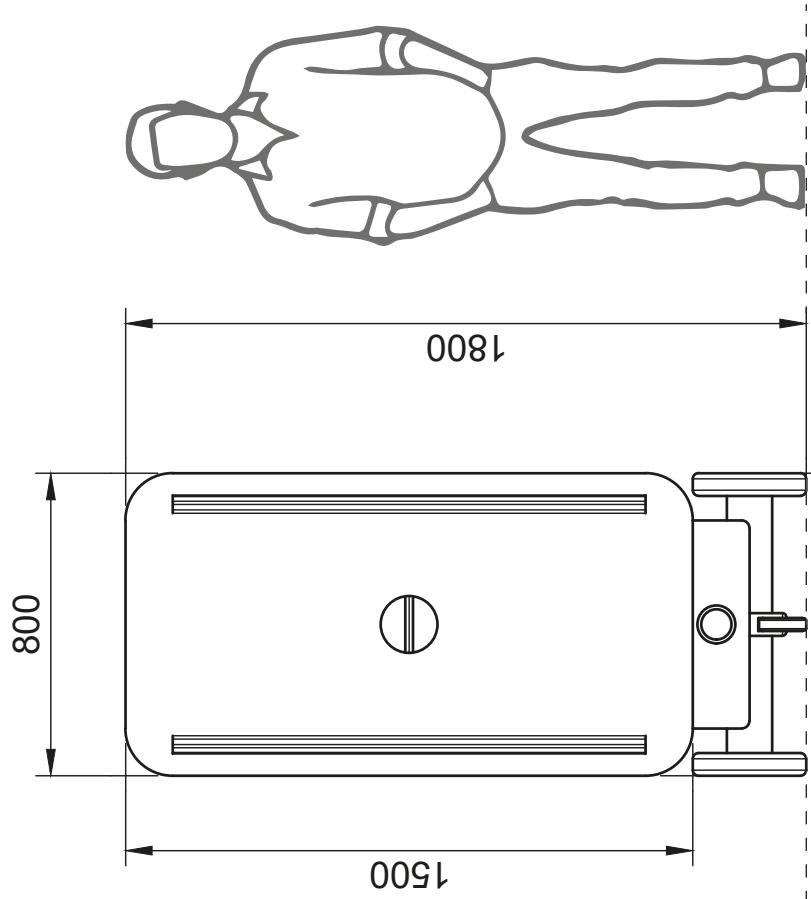
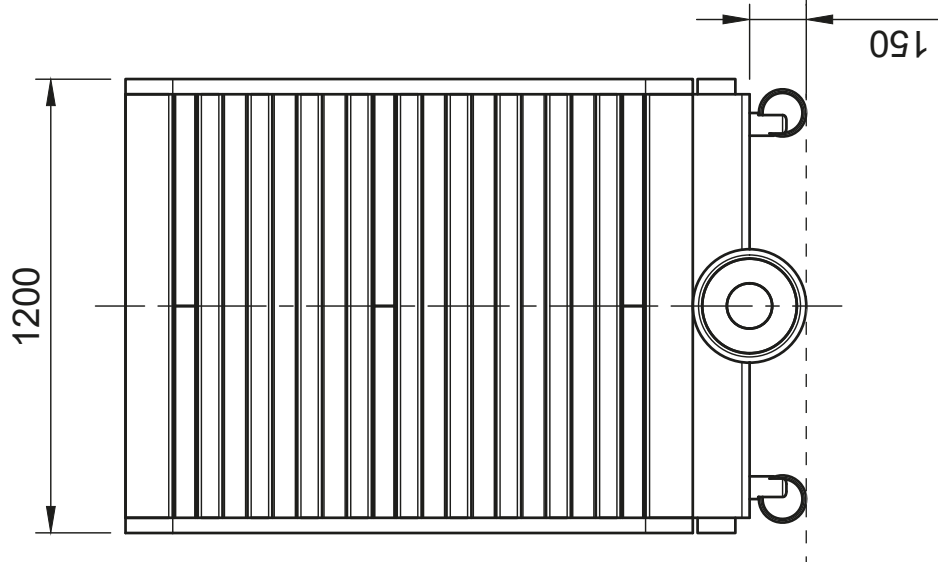
Ver temperatura do produto e compartimento do camião onde estão os produtos.

Como estes artigos são frescos se a empresa tiver condições para fazer a entrega diariamente é um processo que reduz a destruição de toda a linha de mercadoria.

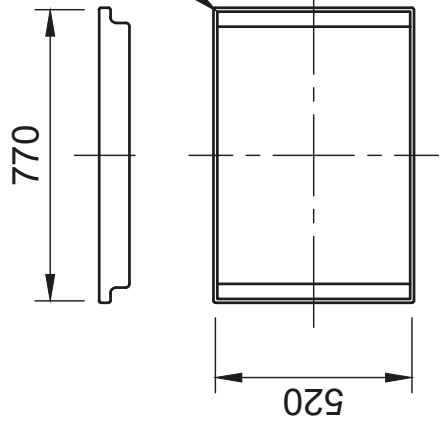
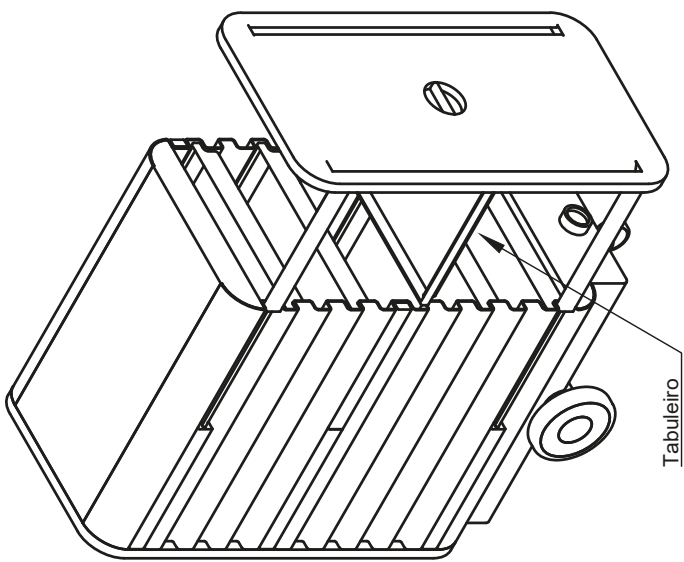
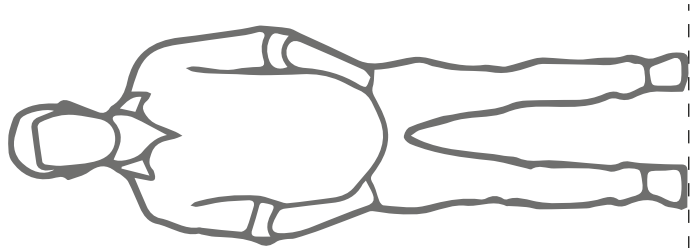
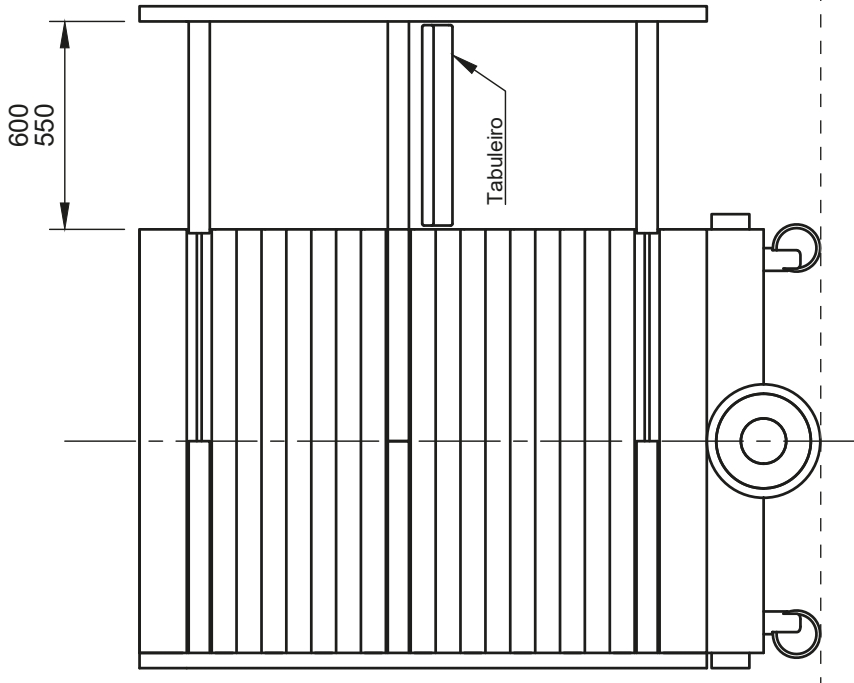
Anexo 2: Desenhos Técnicos



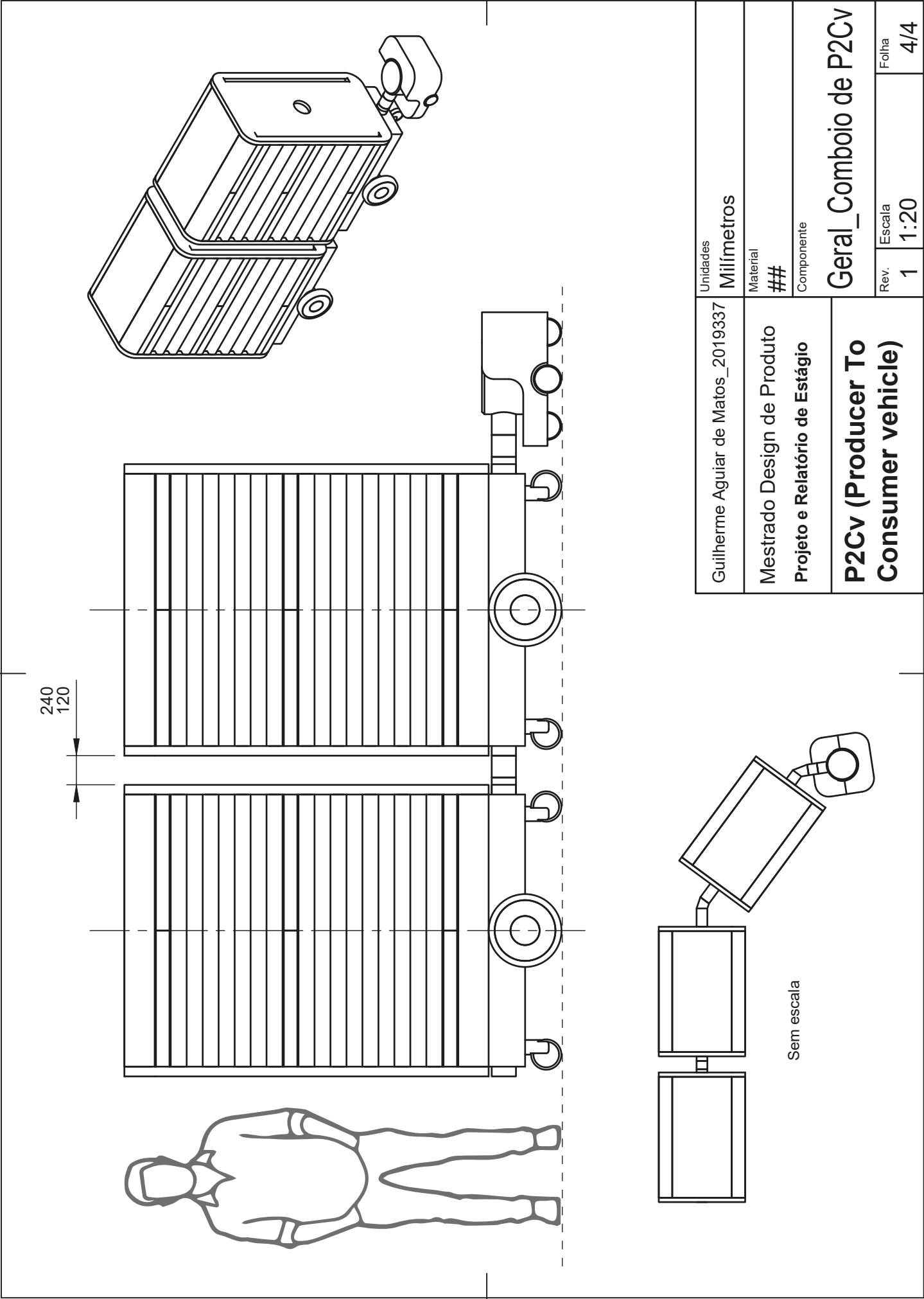
Guilherme Aguiar de Matos_2019337	Unidades Milímetros		
Mestrado Design de Produto Projeto e Relatório de Estágio	Material ###		
P2Cv (Producer To Consumer vehicle)	Componente		
	Geral		
	Rev. 1	Escala 1:20	Folha 1/4



Unidades Milímetros		Guilherme Aguiar de Matos_2019337	
Material ##		Mestrado Design de Produto	
Componente		Projeto e Relatório de Estágio	
Geral		P2Cv (Producer To Consumer vehicle)	
Rev.	1	Escala	1:20
		Folha	2/4



Guilherme Aguiar de Matos_2019337	Unidades	Milímetros	
	Material	##	
	Componente	Geral_Tabuleiros	
	Rev.	1	1:20
Mestrado Design de Produto Projeto e Relatório de Estágio		Escala	Folha
P2Cv (Producer To Consumer vehicle)		1	3/4



Projeto e Relatório de Estágio

MA Design de Produto

Guilherme Rodrigues Mendonça Aguiar de Matos

2021

