

A FUNDIÇÃO INDUSTRIAL NO PORTO:

REINTERPRETAÇÃO DA FORMA.

ALEXANDRE KENJI KUMAGAI

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA PARA OBTENÇÃO DE GRAU DE MESTRE
EM DESIGN INDUSTRIAL E DE PRODUTO
APRESENTADA À FACULDADE DE BELAS ARTES
E FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

DISSERTAÇÃO REALIZADA SOB A ORIENTAÇÃO DO PROFESSOR
DOUTOR LUÍS FILIPE LEAL FERREIRA MENDONÇA DA FONSECA.

2022

MESTRADO EM DESIGN INDUSTRIAL E DE PRODUTO
UNIVERSIDADE DO PORTO

O JÚRI

PRESIDENTE

Doutor Rui Mendonça

PROFESSOR AUXILIAR DA FACULDADE DE BELAS ARTES DA UNIVERSIDADE DO PORTO

ORIENTADOR

Doutor Luís Mendonça

PROFESSOR AUXILIAR DA FACULDADE DE BELAS ARTES DA UNIVERSIDADE DO PORTO

ARGUENTE

Doutor Rui Alexandre

PROFESSOR AUXILIAR DA UNIVERSIDADE LUSÍADA DO PORTO

19

09 NOVEMBRO 2022

MESTRE Alexandre kumagai
MDIP/I38

Agradeço a Maria Bruno Néo, com quem partilho a minha vida e que esteve comigo em todas as etapas deste projeto/dissertação. Desde o primeiro minuto, ao incentivar-me a inscrever-me neste mestrado, às longas horas de conversas que me ajudaram a refletir, orientar e reorientar o projeto e o mais importante, a estabelecer uma meta para a sua conclusão.

Ao meu filho Hiro Néo-Kumagai, por ser a principal razão pela qual entendi que deveria fechar alguns capítulos pendentes da minha vida, onde incluo esta dissertação, para poder dedicar-lhe mais tempo de qualidade a contar os “Abibiehs” que cruzam os céus.

Ao meu eterno professor Luís Mendonça, pois sinto que as suas palavras irão acompanhar-me para o resto da vida e que irei revivê-las e relembrá-las ao longo do tempo. Já fazem parte de uma memória romântica os fins de tarde passados no seu atelier a orientar esta dissertação. E como toda a memória romântica, tornar-se-á mais especial a cada vez que a recordar.

A Fátima Néo, pela disponibilidade e dedicação em ler e reler esta dissertação e me ajudar a expressar as ideias e todo o conteúdo de forma mais coerente e compreensível.

À Design Factory Aveiro, por disponibilizar todos os equipamentos que foram fundamentais para a concretização dos modelos. E em especial ao meu colega César Rodrigues, que com muita paciência me ensinou a programar e a operar máquinas CNC e que esteve sempre disponível para me ajudar na concretização dos modelos.

À CIF, em especial ao Engenheiro Nuno Barbosa, por abrir as portas de um dos maiores patrimónios vivos da história da indústria portuense. Desde o primeiro dia em que entrei na fábrica, sonho desenhar um produto para a CIF e ter a honra de vê-lo produzido ao lado das peças que fazem parte da história e da identidade do Porto.

Aos meus pais, por estarem sempre disponíveis a ajudar e a cuidarem do Hiro, para que ele nunca deixasse de se sentir amado, mesmo quando eu não lhe pude dar a atenção merecida.

Ao meu tio Kazuo, porque hoje compreendo que as alegrias e as brincadeiras da minha infância me tornaram uma pessoa positiva e um designer criativo e lateral.

E, é claro, à minha avó Luiza. A minha grande inspiração. A quem irei dedicar sempre todas as concretizações da minha vida.

Resumo

Esta investigação pretende contribuir para a valorização das práticas e saberes ligados à fundição de ferro numa abordagem suportada pelos três pilares do desenvolvimento sustentável, na área geográfica do Porto, através da utilização da ferramenta, Design, na atualidade.

O estudo aborda o contexto histórico das cidades oitocentistas que tiveram uma grande influência estética na tecnologia da fundição de ferro. O auge da tecnologia ocorreu nesse período e, hoje é possível visualizar os artefactos que permanecem presentes na área urbana do Porto. Foi efetuado um levantamento de dados relativos à tecnologia na europa e em Portugal, caracterizada a sua dimensão atual e constatado que o interesse sobre a tecnologia tem vindo a diminuir, quer do ponto de vista do mercado dos produtos, quer da apetência dos recursos humanos, para aprender este saber. Foi realizado um registo visual e procedeu-se a uma análise dos artefactos que ainda permanecem na área urbana do Porto.

Os métodos selecionados para esta investigação foram a análise visual de imagens, a análise de artefactos, as entrevistas em cenários naturais, a observação passiva, a revisão bibliográfica, um caso de estudo, a análise ergonómica, a maquetização, os diagramas cronológicos e a prototipagem. Este estudo procura demonstrar/confirmar a viabilidade estética contemporânea desta tecnologia, não descurando a sua origem e história, para que em simultâneo se possa afirmar através uma identidade própria de um local e coexistir no mesmo espaço com artefactos de outras épocas. Pretende-se que esta proposta inspire, motive e contribua para a revitalização desta tecnologia e as suas saídas profissionais, contrariando o decrescente interesse sobre a mesma, desmistificando a ideia pré-concebida de uma oficina coberta de pó preto do carvão.

Após a análise sistemática do conteúdo de fontes primárias e secundárias, concebeu-se uma peça exemplo, com uma linguagem com potencial de aplicabilidade em outras tipologias. As conclusões desta investigação conduzem a sugestões para outros estudos que poderiam fomentar o interesse sobre esta área através da museologia e património.

Palavras-chave: Design; Fundição de Ferro; Herança histórica e cultural; Economia Circular; Porto.

Abstract

This research aims to contribute to the valorization of practices and knowledge related to iron casting, supported by the three pillars of sustainable development, in the geographical area of Porto, through the use of Design.

The study addresses the historical context of the 19th-century cities that had a great aesthetic influence on the technology of iron casting. The peak of the technology occurred in this period and, today it is still possible to see the artifacts that remain present in the urban area of Porto. A collection of data about the technology in Europe and Portugal was carried out and its current dimension was characterized. It was found that the interest in technology has been declining, from the market perspective and the interest of the human resource in learning this practice. A visual record and analysis of the artifacts that remain in the urban area of Porto were developed.

The methods selected for this research were visual image analysis, artifact analysis, interviews in natural settings, passive observation, literature review, a case study, ergonomic analysis, mockups, chronological diagrams, and prototyping.

This study seeks to demonstrate/confirm the viability of this technology with a contemporary aesthetic, not neglecting its origin and history, but valuing an identity of a place and coexisting simultaneously with artifacts from other eras. It is intended that this proposal inspires, motivates, and contributes to the revitalization of this technology and its related professions, countering the decreasing interest in it and, demystifying the preconceived idea of a workshop covered in black coal dust.

After the systematic content analysis of primary and secondary sources, an example piece was conceived, with a language with potential applicability in other typologies. The conclusions of this research lead to suggestions for further studies that could foster interest in this area through museology and heritage.

Keywords: Design; Iron Casting; Historical and Cultural Heritage; Circular Economy; Porto.

“Divaga entre a folhagem perfumada
E adormece nas brisas embalada.

Aos lagos mostra a sua face nua,
E vai dançar nos palcos vazios da Lua.

Pálida, de reflexo em reflexo desliza.
Não se curvam sequer as ervas que ela pisa.

É ela quem baloiça os lânguidos pinheiros,
Quem enrola em luar as suas mãos
E depois as espalha brancas nos canteiros.”

Sophia de Mello Breyner Andersen (Andersen 2001).

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	20
1.1 Enquadramento	22
1.2 Objetivos	25
1.3 Metodologia	26
1.4 Estrutura da Dissertação	28
2. ESTADO DA ARTE	30
2.1 A tecnologia e o material, a fundição de Ferro	32
2.2 O sector da fundição na Europa e em Portugal na atualidade	37
2.3 Legislação ambiental	45
3. CONTEXTO HISTÓRICO	52
3.1 Contexto histórico da tecnologia na Europa/Porto	54
3.2 Peças e os seus desenvolvimentos	65
3.2.1 Varandas e Grades	68
3.2.2 Objetos relacionados com a Porta de entrada: aldravas ou batentes, puxadores, orifícios de correio, raspadores e paradores de portas	69
3.2.3 Lareiras e acessórios	72
3.2.4 Mobiliário e elementos de Exterior: bancos, coretos, fontes e estatuária.	74
3.3 Porto – identidade de uma cidade através de uma tecnologia	77
4. CASO DE ESTUDO	92
4.1 CIF – Companhia Industrial de Fundição	95
4.2 Tecnologia da CIF	101
4.3 Questões Ambientais	101
4.4 Produtos CIF	105
4.5 Escolha do Objeto	113
5. PROJETO	114
5.1 Pesquisa	117
5.2 Conceito	118
5.3 Desenho	123
5.4 Protótipo	141
5.5 Implementação	145
5.6 Manutenção	155
6. CONCLUSÕES & CONSIDERAÇÕES FUTURAS	157
7. BIBLIOGRAFIA	168
8. ANEXOS	175

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Fotografia de batente tirada em 15/08/2018 no Porto.	20
Figura 2: Fotografia de batente, uma outra versão do mesmo motivo, tirada em 15/08/2018 no Porto.	21
Figura 3: Processo de reciclagem de metais.	24
Figura 4: Tapa de saneamento em fundição de ferro onde é visível o logotipo da CIF. Fotografia tirada em 02/09/2018 na cidade do Porto.	30
Figura 5: Três exemplos de calçadeiras, utensílio usado para preensar a areia.	32
Figura 6: Se as caixas fossem de uma só peça, não seria possível tirar o modelo do molde.	32
Figura 7: É necessário a caixa ter pelo menos dois tecelos para ser possível retirar o modelo. A localização da união das duas peças do molde deve ser estrategicamente equacionada.	32
Figura 8: Os gitos são canais abertos nas paredes dos moldes de modo que o espaço oco possa receber o metal.	32
Figura 9: Este molde é composto por duas partes, a caixa superior ou chapéu (a caixa também pode ser designada por tacele) e caixa inferior. A junta (de apartação) é superfície de contacto das duas caixas, que junto à peça cria uma linha de metal.	33
Figura 10: Há casos em que os machos nsacem já do próprio modelo.	33
Figura 11: Três machos de uma torneira.	33
Figura 12: Exemplo de máquina para trituração dos grãos de areia para se uniformizar as dimensões dos grãos.	33
Figura 13: Instalação automática de trituração.	34
Figura 14: Para a pulverização assim como para a mistura de várias substâncias empregam-se os moinhos.	34
Figura 15: Peneira giratória rectangular.	34
Figura 16: Dupla peneira de vibração com britador.	34
Figura 17: Triturador - misturador.	35
Figura 18: Misturador de areia de machos.	35
Figura 19: Instalação automática de moagem e mistura.	35
Figura 20: Separador eletromagnético de partículas metálicas com dois cilindros.	35
Figura 21: Alto forno para fundição do minério reduzindo-o a ferro fundido a uma temperatura de 1600° a 1850°.	36
Figura 22: Actividades típicas do processo de fundição de areia.	37
Figura 23: Número de Fundições de ferro (incluindo nodular e maleáveis) na Europa em 2020.	38
Figura 24: Produção em 1000 toneladas de Fundições de ferro na Europa.	39
Figura 25: Produção em 1000 toneladas de Fundições de ferro na Europa para exportação.	39
Figura 26: Produção em valor em milhões na Europa em Fundição de ferro.	40
Figura 27: Número de trabalhadores na indústria da fundição de ferro (incluindo ferro nodular e maleável) na Europa.	40
Figura 28: Peso e percentagem de distribuição de materiais ferrosos e não ferrosos nas fundições em Portugal.	40
Figura 29: Na fundição de ferro em Portugal, quais os pesos e percentagens atribuídas a cada especificidade de ferro.	41
Figura 30: Logotipo atual da AAPICO. Empresa que possui duas fundições de ferro, uma localizada na Maia e outra em Águeda.	41
Figura 31: Logotipo atual da ARSOPI.	41
Figura 32: Logotipo atual da CIF.	42
Figura 33: Logotipo atual da Cruz Martins & Wahl.	42
Figura 34: Logotipo atual da Duritcast.	42
Figura 35: Logotipo atual da Fábrica Visão.	42
Figura 36: Logotipo atual da Fundição Felino.	43
Figura 37: Logotipo atual da Ferespe.	43
Figura 38: Logotipo atual da Fucoli-Somepal.	43
Figura 39: Logotipo atual da Fundição do alto da Lixa.	43
Figura 40: Logotipo atual da Fundição Penedo Beira.	44
Figura 41: Logotipo atual da Funfrap.	44
Figura 42: Logotipo atual da Olimar.	44
Figura 43: Logotipo atual da Zollern.	44
Figura 44: Vendas em milhões de euros no sector da fundição em Portugal.	46
Figura 45: Evolução da Produção em toneladas no sector de fundição em Portugal.	46
Figura 46: Esquema explicativo de qual o processo da economia circular.	48
Figura 47: Diretiva de Emissões Industriais e revisão Best Available Techniques Reference Documents (BREFS).	51
Figura 48: Batente em porta na cidade do Porto. Fotografia tirada em 16/09/2018.	52-53
Figura 49: Pormenor de acessório de lareira exposto na colecção permanente do museu Victoria & Albert em Londres.	54
Figura 50: Banco de jardim exposto na colecção permanente do museu Victoria & Albert em Londres.	54
Figura 51: Acessório de lareira exposto na colecção permanente do museu Victoria & Albert em Londres.	54
Figura 52: Pormenor de estatuária de chafariz em Berlim, Alemanha.	54
Figura 53: Pormenor de estatuária de chafariz em Berlim, Alemanha.	55
Figura 54: Pormenor de pega para tirar água do chafariz em Berlim, Alemanha.	55
Figura 55: Contentores em fundição de ferro presente numa exposição na Japan house em Londres em Outubro de 2018.	55
Figura 56: Acessório de lareira exposto na colecção permanente do museu Victoria & Albert em Londres.	55
Figura 57: Exemplo de marcação por parte da fundição para reivindicar autoria da produção.	56
Figura 58: Outro exemplo de marcação por parte da fundição para reivindicar autoria da produção.	56
Figura 59: Varandim com corrimão em Londres realizado em fundição de ferro.	56
Figura 60: Pormenor do varadim em Londres em fundição de ferro.	56
Figura 61: Varanda em fundição de ferro em Clifton, Bristol.	57
Figura 62: Estrutura arquitetónica em ferro fundido no Museu da Universidade de Oxford.	57
Figura 63: Capitel de coluna em ferro fundido na estação de comboios de Great Malvern.	57
Figura 64: Banco de jardim em fundição de ferro com inspiração floral nas laterais.	57
Figura 65: Linha de tempo com os principais marcos desenvolvimentos da tecnologia e material.	58-59
Figura 66: Mesa em fundição de ferro com inspiração floral.	60
Figura 67: Aquecedor em fundição de ferro no museu Royal Scottish em Edimburgo, colocado em volta de coluna arquitetónica.	60
Figura 68: Cadeira em fundição de ferro com inspiração em flora e fauna.	60
Figura 69: Banco/apoia pés em fundição de ferro com uma estética mais industrial e geométrica.	60
Figura 70: Banco com divisórias de lugar em ferro fundido em Hampstead Heath, Londres.	61
Figura 71: Grelha para escoamento de águas em ferro fundido em Igreja Paroquial, Halifax.	61

Figura 72: Postes de iluminação e extremidades dos banco de duas pessoas em ferro fundido em Albert Embankment, Londres.	61
Figura 73: Marco de Correios perto de Monmouth.	61
Figura 74: Marcação de fundição que não conseguimos perceber o que estava marcado, Porto.	62
Figura 75: Marcação da Fundição do Bom Sucesso na base de um bebedouro no Jardim Botânico, Porto.	62
Figura 76: Outra marcação da Fundição do Bom Sucesso numa boca de incêndio situada nos Clérigos, Porto.	62
Figura 77: Marcação da Fundição Ranito numa tampa de saneamento, Porto.	62
Figura 78: Identificação do poste do coreto de produção da fundição da Trindade, Praça do Marques Porto.	63
Figura 79: Identificação de bebedouro de produção da fundição Massarelos, Ribeira do Porto.	63
Figura 80: Marcação da Fundição CIF no pé de um banco no cemitério do prado do repouso, Porto.	63
Figura 81: Outra marcação com o nome por extenso da CIF, Companhia Industrial de Fundição junto à estação de São Bento, Porto.	63
Figura 82: Marcação da Fundição do Bolhão em gradeamento da Rua Padre Baltazar Guedes, Porto.	64
Figura 83: Marcação da Fundição do Bom Sucesso com várias pinturas em que vai tomando difícil de ler a marcação, Porto.	64
Figura 84: Marcação da Fundição Aboinha numa grelha de saneamento no Porto. Esta fundição localiza-se em São Cosme, Gondomar.	64
Figura 85: Marcação que não conseguimos identificar a sua origem localizado na Reitoria da Universidade do Porto, Porto.	64
Figura 86: Marcação J.P. que não conseguimos identificar a origem nos pés de um banco de jardim, Porto.	65
Figura 87: Marcação G.P. que não conseguimos identificar a origem nos pés de um banco de jardim, Porto.	65
Figura 88: Marcação da Fundição Fucole numa tampa de águas na via pública, Porto.	65
Figura 89: Marcação da extinta fundição Alba num poste de iluminação na avenida dos aliados, Porto.	65
Figura 90: Aldrava número 266 com busto do catalogo de Kenrick.	68
Figura 91: Aldrava número 351 com busto do catalogo de Kenrick.	68
Figura 92: Aldrava número 345 de coroa de vegetação do catalogo de Kenrick.	68
Figura 93: Aldrava 346 do catalogo de Kenrick.	68
Figura 94: Puxador "Gothic" de estética gótica do catalogo de Kenrick.	69
Figura 95: Puxador número 13 do catalogo de Kenrick.	69
Figura 96: Puxador número 24 do catalogo de Kenrick.	69
Figura 97: Puxador número 28 do catalogo de Kenrick.	69
Figura 98: Raspador de calçado de espetar na terra no exterior.	70
Figura 99: Outra versão de raspador de calçado de espetar na terra no exterior.	70
Figura 100: Raspador de calçado de espetar de fixar ao edifício.	70
Figura 101: Raspador de calçado de de fixar ao edifício.	70
Figura 102: Travão de porta com pega, número 440 do catálogo de Kenrick.	71
Figura 103: Travão de porta com inspiração na vegetação da natureza, número 443 do catálogo de Kenrick.	71
Figura 104: Travão de porta com mimetismo de flora e fauna número 445 do catálogo de Kenrick.	71
Figura 105: Travão de porta com a figura do cisne em que pescoço serve de pega número 444 do catálogo de Kenrick.	71
Figura 106: Suporte para guarda-chuva do catálogo de Coalbrookdale.	72
Figura 107: Suporte para guarda-chuva com contentor na base para recolha de água do catálogo de Coalbrookdale.	72
Figura 108: Suporte para guarda-chuva com contentor na base para recolha de água do catálogo de Coalbrookdale.	72
Figura 109: Acessório de lareira com grelha para colocar no interior da parte arquitetónica, do catálogo de Carron.	72
Figura 110: Acessório de lareira com grelha para colocar no interior da parte arquitetónica.	73
Figura 111: Acessório de lareira para colocar no interior da parte arquitetónica, em que a própria peça parece uma pequena arquitetura, do catálogo de Dale.	73
Figura 112: Acessório de lareira para colocar no interior da parte arquitetónica, em que a própria peça parece uma pequena arquitetura, do catálogo de Dale.	73
Figura 113: Acessório de lareira para colocar no interior da parte arquitetónica, em que a própria peça parece uma pequena arquitetura, do catálogo de Dale.	73
Figura 114: Vista de perfil de de desenho de banco em fundição de ferro com elementos góticos, como os arcos.	74
Figura 115: Vista de perfil de de desenho de banco em fundição de ferro com elementos da natureza mimetizados.	74
Figura 116: Vista de perfil de de desenho de banco em fundição de ferro com elementos da natureza.	74
Figura 117: Banco de Jardim com motivo de esquilo em ferro fundido em Glasgow.	74
Figura 118: Esquismo de um querubim presente no vaso na entrada da casa Andersen do Jardim Botânico no Porto.	76
Figura 119: Esquismo de grelha que se encontra na Batalha, Porto.	76
Figura 120: Esquismo de motivos orgânicos e florais que estão presentes na cedofeita, Porto.	76
Figura 121: Esquismo de batente que se encontra na rua do Breiner, Porto.	76
Figura 122: Esquismo de batente localizado na rua da Formosa, Porto.	78
Figura 123: Esquismo de pinha com desenho de algum estilização em fundição de ferro localizada nos Clérigos, Porto.	78
Figura 124: Esquismo de batente de porta, com indicação do movimento existente na rua da Torrinha, Porto.	78
Figura 125: Esquismo de batente de porto com face de Baco existente na rua da Torrinha, Porto.	78
Figura 126: Linha de tempo com os principais marcos de estilos estéticos, desenvolvimento de tipologias e eventos relevantes.	82-83
Figura 127: Gradeamento em ferro forjado com detalhes em ferro fundido, rua Miguel Bombarda, Porto.	84
Figura 128: Gradeamento em rua de Cedofeita, Porto.	84
Figura 129: Gradeamento em rua de Cedofeita, Porto.	84
Figura 130: Gradeamento em rua do Rosário, Porto.	84
Figura 131: Gradeamento em rua do Rosário, Porto.	84
Figura 132: Gradeamento em rua do Rosário, Porto.	84
Figura 133: Gradeamento em rua 12, Espinho.	84
Figura 134: Gradeamento em avenida 8, Espinho.	84
Figura 135: Gradeamento em rua 14, Espinho.	84
Figura 136: Gradeamento em rua 23, Espinho.	84
Figura 137: Gradeamento em avenida sacadura cabral, Granja.	84
Figura 138: Gradeamento em rua dos caldeireiros, Porto.	84
Figura 139: Gradeamento em rua da Torrinha, Porto.	85

Figura 140: Gradeamento em rua da Torrinha, Porto.	85
Figura 141: Gradeamento em rua da Torrinha, Porto.	85
Figura 142: Conjugação de vários elementos numa grelha em rua da Torrinha, Porto.	85
Figura 143: Gradeamento com flor de Liz de inspiração francesa, rua de Cedofeita, Porto.	85
Figura 144: Grelha em rua de Cedofeita, Porto.	85
Figura 145: Grelha em rua Miguel Bombarda, Porto.	85
Figura 146: Gradeamento em rua Miguel Bombarda, Porto.	85
Figura 147: Grelha em rua 29, Espinho.	85
Figura 148: Grelha em rua 10, Espinho.	85
Figura 149: Grelha em rua Caldereiros, Porto.	85
Figura 150: Pinha mencionada por Queiroz como existente no catalogo da Companhia de Artefactos de Metais com influência francesa. Pinha que se localiza atualmente no gradeamento dos Clérigos, Porto.	85
Figura 151: Aldrava com mão e com pomenor de indumentária como remate junto à porta, rua do Rosário, Porto.	86
Figura 152: Outra versão de aldrava com mão e, rua da Paz, Porto.	86
Figura 153: Aldrava em rua da Torrinha, Porto.	86
Figura 154: Aldrava em rua Miguel Bombarda, Porto.	86
Figura 155: Aldrava em rua da Torrinha, Porto.	86
Figura 156: Aldrava em Reitoria da Universidade do Porto, Porto.	86
Figura 157: Aldrava com busto de Baco, rua da Torrinha, Porto.	86
Figura 158: Aldrava em praça da República, Porto.	86
Figura 159: Aldrava em rua Miguel Bombarda, Porto.	86
Figura 160: Batente em rua da Torrinha, Porto.	86
Figura 161: Batente em rua da Torrinha, Porto.	86
Figura 162: Batente em rua da Formosa, Porto.	86
Figura 163: Puxador em rua da Paz, Porto.	87
Figura 164: Puxador em rua Padre Cruz, Porto.	87
Figura 165: Puxador em rua da Torrinha, Porto.	87
Figura 166: Puxador em rua da Torrinha, Porto.	87
Figura 167: Puxador em rua da Torrinha, Porto.	87
Figura 168: Puxador em rua da Torrinha, Porto.	87
Figura 169: Puxador em rua da Torrinha, Porto.	87
Figura 170: Puxador em rua da Torrinha, Porto.	87
Figura 171: Puxador em rua de Cedofeita, Porto.	87
Figura 172: Puxador em rua da Rosário, Porto.	87
Figura 173: Puxador em rua São Bento da Vitória, Porto.	87
Figura 174: Puxador em conjunto com ranhura para as cartas em rua Sá da Bandeira, Porto.	87
Figura 175: Ranhura para as cartas em Rua da Paz, Porto.	88
Figura 176: Ranhura para as cartas com puxador em Rua Padre Cruz, Porto.	88
Figura 177: Ranhura para as cartas em Rua da Torrinha, Porto.	88
Figura 178: Ranhura para as cartas em Rua da Torrinha, Porto.	88
Figura 179: Ranhura para as cartas em Rua da Torrinha, Porto.	88
Figura 180: Ranhura para as cartas em Rua da Torrinha, Porto.	88
Figura 181: Ranhura para as cartas em Rua da Torrinha, Porto.	88
Figura 182: Ranhura para as cartas com puxador em Rua de Cedofeita, Porto.	88
Figura 183: Ranhura para as cartas em Rua de Cedofeita, Porto.	88
Figura 184: Ranhura para as cartas em Rua do Rosário, Porto.	88
Figura 185: Ranhura para as cartas em Rua Miguel Bombarda, Porto.	88
Figura 186: Ranhura para as cartas em Praça da República, Porto.	88
Figura 187: Banco de jardim com pés em fundição de ferro em Praça Mouzinho de Albuquerque, Porto.	89
Figura 188: Banco de jardim com pés em fundição de ferro em Praça do Marquês, Porto.	89
Figura 189: Banco de jardim com pés em fundição de ferro em Praça Nove de Abril, Porto.	89
Figura 190: Banco com pés em fundição de ferro na estação de comboios, Granja.	89
Figura 191: Banco com pés em fundição de ferro em cemitério do Prado do repouso, Porto.	89
Figura 192: Banco com pés em fundição de ferro nem avenida dos Aliados, Porto.	89
Figura 193: Assento de banco em fundição de ferro em avenida da Republica, Vila Nova de Gaia.	89
Figura 194: Cadeira com pés em fundição de ferro em largo da Maternidade Júlio Dinis, Porto.	89
Figura 195: Banco com pés em fundição de ferro em largo de Santo António da Sé, Lisboa.	89
Figura 196: Banco com pés em fundição de ferro em praça da República, Tomar.	89
Figura 197: Banco e cadeira em fundição de ferro com inspiração floral em Parque Moraes, Parede.	89
Figura 198: Banco com pés em fundição de ferro em parque de Serralves, Porto.	89
Figura 199: Bebedouro em Jardins de Palácio de Cristal, Porto.	90
Figura 200: Bebedouro inativo em Cais da Ribeira, Porto.	90
Figura 201: Bebedouro em Jardim Botânico Porto.	90
Figura 202: Bebedouro em Cemitério do Prado de Repouso, Porto.	90
Figura 203: Bebedouro em Jardins de Palácio de Cristal, Porto.	90
Figura 204: Bebedouro em Jardins de Palácio de Cristal, Porto.	90
Figura 205: Fonte das senhoras nos jardins do Palácio de Cristal, Porto.	90
Figura 206: Estátua na concha acústica dos jardins do Palácio de Cristal, Porto.	90
Figura 207: Fonte de Vénus em ferro fundido no lago circular dos jardins do Palácio de Cristal, Porto.	90
Figura 208: Estátua da fonte do lago dos cavalinhos junto ao miradouro da Torre da Marca nos jardins do Palácio de Cristal, Porto.	90
Figura 209: Fonte da Praça de Gomes Teixeira, também popularmente conhecida por Praça dos leões, Porto.	90
Figura 210: Jarrões de estatuária na entrada da casa Andersen no Jardim Botânico, Porto.	90
Figura 211: Coreto na praça de Marquês de Pombal, Porto.	91
Figura 212: Pomenor da coluna do coreto na praça de Marquês de Pombal, Porto.	91
Figura 213: Coreto em Jardim do Passeio Alegre, Porto.	91
Figura 214: Coreto em jardins Marques de Oliveira, Porto.	91
Figura 215: Pomenor de coluna de coreto em jardins Marques de Oliveira, Porto.	91

Figura 216: Coluna de iluminação em rua Joaquim António de Aguiar, Porto.	91
Figura 217: Coluna de iluminação em praça da Trindade, Porto.	91
Figura 218: Coluna de iluminação em rua D. Manuel II, à entrada dos Jardins do Palácio de Cristal, Porto.	91
Figura 219: Boca de Incêndio na rua 31 de Janeiro, Porto.	91
Figura 220: Grelha para escoamento de águas na rua da Paz, Porto.	91
Figura 221: Tapa de saneamento na rua Miguel Bombarda, Porto.	91
Figura 222: Tapa de saneamento na rua da Piedade, Porto.	91
Figura 223: Pormenor do antigo logotipo da CIF numa base de poste de candeeiro em ferro fundido, que estava localizada na divisão dos modelos nas instalações da CIF.	92-93
Figura 224: Área quando se entra nas instalações da CIF que está destinada a algum material de stock e local onde se fazem alguns acabamentos. É possível ver no canto superior direito a luz que vem da porta da entrada.	94
Figura 225: O mesmo local que apresentado na figura 197, numa perspectiva em que é possível ver alguma maquinaria e trabalho em curso.	94
Figura 226: Local onde estão vários moldes circulares empilhados à espera de serem cheios.	94
Figura 227: Vários moldes já cheios com areia prensada em volta do molde de areia e com a forma para onde o metal o irá preencher.	94
Figura 228: Modelo que depois irá originar o molde em areia. Este modelo irá ser prensado na areia.	96
Figura 229: Caixa onde a areia para o molde irá ser depositada, já com o modelo no fundo.	96
Figura 230: Caixa de areia com a areia e onde é possível ver os tubos que vão originar os canais para os gases saírem assim como os gitos (canais de entrada do metal).	96
Figura 231: Operador de máquina a colocar areia já queimada que não entrará em contacto com o modelo para preencher a restante caixa.	96
Figura 232: Operário com calcadeira elétrica a prensar a areia contra o modelo.	98
Figura 233: Local onde têm a sucata que é utilizada para fazer a matéria de ferro fundido.	98
Figura 234: Local onde guardão os lingotes de ferro, estes oriundos da Federação da Rússia.	98
Figura 235: Forno onde os vários componentes para fazer a liga são juntos em matéria líquida. É possível ver o contentor em frente do forno para onde o operário atira a escória.	98
Figura 236: Vazamento do ferro fundido para o balde.	100
Figura 237: Operário a vazer com ajuda de colher o vazamento do ferro fundido nos canais, gitos, para preencher o molde.	100
Figura 238: Visualização de alguns moldes que foram cheios e orifício do gito ainda tem metal encandescente.	100
Figura 239: É possível ver várias filas de moldes já cheios em arrefecimento.	100
Figura 240: Após arrefecimento é tirada, neste caso, o molde de areia superior. A coloração avermelhada acontece pela areia ter ficado queimada.	102
Figura 241: É possível ver a peça fundida ainda que suja com areia.	102
Figura 242: Peça retirada do molde, onde é possível ver que tem muitas aparas e ainda precisa de trabalho de acabamento.	102
Figura 243: Um pormenor em que se vê locais com uma superfície fina de metal que não é suposto existir na peça final.	102
Figura 244: Pormenor da textura da superfície da peça e a zona que tem metal que é necessário remover foi o local onde os moldes de areia encostaram e ficou essa "linha de separação".	104
Figura 245: Operário com rebarbadeira a limar e a cortar excessos de metal.	104
Figura 246: Operário e utilizar torno mecânico para modificar algumas peças ou fabricar pequenos pormenores neste caso em latão.	104
Figura 247: Local de secagem após acabamento de superfície de peças.	104
Figura 248: Na imagem vê-se um forno de cozinha modelo CIF que continua em colecção no seu catalogo.	106
Figura 249: Várias painéis empilhadas que constam no catalogo da CIF. Algumas pás de escada, também estas no catalogo da CIF.	106
Figura 250: Existe uma espécie de mezzanine na fábrica que é utilizada para armazenar peças únicas (como o caso desta cadeira-namoradeira), peças de catalogo, peças de projectos ou protótipos.	106
Figura 251: No mesmo local da figura 223, existem também algumas peças técnicas como grelhas.	106
Figura 252: Após a zona da secagem, existe uma divisão fechada com dois andares, em que existem milhares de modelos em madeira de várias épocas, da CIF e não só. Aqui existe um vasto património e história sem valor calculado e quase ao abandono.	108
Figura 253: Uma vista sobre o andar superior do mesmo local que a figura 225.	108
Figura 254: É possível ver os modelos cheios de pó de não serem mexidos há muitos anos.	108
Figura 255: Modelo em madeira de puxadores-batentes.	108
Figura 256: Algumas peças e moldes espalhados pela fábrica sem ordem ou catalogação, à mercê da memória das pessoas que existem na Fábrica.	110
Figura 257: Modelo de candeeiro de século da CIF coberto de pó e fuligem de outros tempos quando a CIF era movida a carvão.	110
Figura 258: Está presente uma certa nostalgia e poesia, no acaso de como os moldes das várias peças se conjugam sem ordem.	110
Figura 259: Sobreposição de várias peças que nunca chegaram a ser acabadas.	110
Figura 260: Alexandre Kumagai com o engenheiro Nuno Barbosa no no processo de escolha de tipologia.	112
Figura 261: À esquerda, esboços do autor na procura da forma do banco numa segunda proposta.	114
Figura 262: À direita, esboços do autor na procura da forma do banco numa primeira proposta.	115
Figura 263: Banco em utilização individual por uma jovem que se encontra ao telemóvel a visualizar o ecrã no Jardim da Cordoaria, Porto.	116
Figura 264: Banco no jardim da rotunda da Boavista, Porto. A utilização está a ser por pessoas de terceira idade com espaçamento entre si, porque possivelmente não se conhecem. Uma das pessoas encontra-se a ler.	116
Figura 265: Banco em utilização individual por um jovem que se encontra ao telemóvel a visualizar o ecrã no jardim da rotunda da Boavista, Porto.	116
Figura 266: Banco em utilização individual por um senhor de terceira idade no Parque Dom Carlos I, Caldas da Rainha.	116
Figura 267: Banco em utilização individual por um senhor que se encontra a descansar no Cemitério da Lapa, Porto.	117
Figura 268: Banco em utilização por duas senhoras de terceira idade com alguma distância entre elas no	

Jardim da Rotunda da Boavista, Porto.	117
Figura 269: Em primeiro plano, banco em utilização individual por um senhor que se encontra ao telemóvel a visualizar o ecrã. Em segundo plano, um grupo de quatro senhores possivelmente se conhecem, a conversar e ao telemóvel.	117
Figura 270: Bancos dentro da área de um parque infantil, onde é mais comum observar-se familiares ou amigos em grupos de 2 ou mais pessoas com crianças. Parque Dom Carlos I, Caldas da Rainha.	117
Figura 271: Pintura "Untitled (1.12.88)" do pintor Gerhard Richter.	118
Figura 272: Livros da autoria de Sophia de Mello Breyner, como a obra poética III, I e os contos exemplares.	118
Figura 273: Secção do quadro "Untitled (Green Divided by Blue)" de Mark Rothko.	118
Figura 274: Padrão orgânico feito pelos reflexos na água de uma piscina.	118
Figura 275: Cadeira Chair One com base em cimento desenhada pelo designer Konstantin Grcic para a marca Magis.	119
Figura 276: Cadeira Vegetal desenhada pelos designers Ronan and Erwan Bouroullec para a marca Vitra.	119
Figura 277: Divisor de espaços Algue desenhado pelos designers Ronan and Erwan Bouroullec para a marca Vitra.	119
Figura 278: Bancos Pewter desenhados e produzidos numa edição limitada por fundição na praia.	119
Figura 279: Tecto de uma das zonas da catedral da Sagrada Família do arquitecto Antoni Gaudí.	120
Figura 280: Vista do tecto e colunas da Nave da catedral da Sagrada Família, que mostra cada coluna decorada do arquitecto Antoni Gaudí.	120
Figura 281: A entrada para dois grandes pátios na rua de Provenza.	120
Figura 282: Parte do muro de limite de Finca Guell da autoria do arquitecto Antoni Gaudí do arquitecto Antoni Gaudí.	120
Figura 283: Mosaico em fundição de ferro desenhado por Luís Mendonça para a reabilitação do mercado do Bulhão em 2022.	121
Figura 284: Mosaico em fundição de ferro desenhado por Luís Mendonça para a reabilitação do mercado do Bulhão com inspiração de época oitocentista.	121
Figura 285: Colocação dos mosaico em fundição de ferro no mercado do Bulhão.	121
Figura 286: Vista sobre as obras de reabilitação do mercado do Bulhão onde é possível ver vários elementos antigos em fundição de ferro.	121
Figura 287: Captação de luz projetada no chão areado que está a passar entre as árvores no jardim do covelo, Porto.	122
Figura 288: Captação de luz projetada no chão areado que está a passar entre as árvores no jardim do covelo, Porto. As formas são maiores e menos definidas que a figura 252.	122
Figura 289: Captação de luz projetada no chão areado que está a passar entre as árvores no jardim do covelo, Porto. Consegue-se identificar troncos de árvores para além dos vazios por onde a luz passa entre as folhas.	122
Figura 290: Captação de luz projetada no chão areado que está a passar entre as árvores no jardim do covelo, Porto. Consegue-se identificar ramificações com várias espessuras originando um padrão.	122
Figura 291: Cadeira Bura produzida em 2014 pela empresa Artisan e desenhada por Alexandre Kumagai e Paulo Neves.	123
Figura 292: A Chair produzida em 2014 pela empresa Ethnicraft desenhada por Alexandre Kumagai e Paulo Neves.	123
Figura 293: As várias dimensões a ter em atenção, enunciadas pelo livro de "Las dimensiones humanas en los espacios interiores: estándares antropométricos".	123
Figura 294: Medidas relacionadas com o sentar no livro "Arte de Projetar em Arquitetura".	123
Figura 295: À esquerda, esboço a ilustrar possível divisão do banco em várias peças.	124
Figura 296: Ao centro, esboço e ensaio de proporções e ângulos de abertura do encosto e assento.	124
Figura 297: À direita, esboço de possível aplicação de um padrão para futuros orifícios.	124
Figura 298: À esquerda, esboço de procura da forma e função do banco.	124
Figura 299: Ao centro, esboço de procura da forma e função do banco.	124
Figura 300: À direita, primeiros esboços de forma inspirada no assento de tractor.	124
Figura 301: À esquerda, esboços de procura de função do banco.	124
Figura 302: Ao centro, esboço de procura da forma do pé do banco.	124
Figura 303: À direita, esboço de visualização de uma possível retaguarda do banco.	124
Figura 304: À esquerda, esboço da procura da forma.	124
Figura 305: Ao centro, esboço de visualização de proporções antropométricas e forma do banco.	124
Figura 306: À direita, esboço de uma possível vista lateral.	124
Figura 307: À esquerda, esboço de possível padrão.	126
Figura 308: Ao centro, esboço de possível padrão com aplicação em banco.	126
Figura 309: À direita, esboço de possível textura aplicada à superfície do pé do banco.	126
Figura 310: À esquerda, esboço de possível padrão geométrico aplicado à forma da primeira proposta.	126
Figura 311: Ao centro, esboço de possível padrão aplicado à forma da primeira proposta.	126
Figura 312: À direita, esboço de possível padrão triangular aplicado à forma da primeira proposta.	126
Figura 313: À esquerda, esboço de possível padrão orgânico aplicado à forma da primeira proposta.	126
Figura 314: Ao centro, esboço de corte numa vista lateral onde é possível a estrutura interior e padrão aplicado à forma da primeira proposta.	126
Figura 315: À direita, esboço de possível padrão geométrico aplicado à forma da primeira proposta.	126
Figura 316: À esquerda, esboço de possível padrão orgânico aplicado à forma da primeira proposta em seria para ter baixo relevo.	126
Figura 317: Ao centro, esboço de possível textura aplicada à superfície do banco.	126
Figura 318: À direita, esboço de possível vazamento geométrico aplicado à forma da primeira proposta.	126
Figura 319: Esboço de texturas de folhas e nervuras.	128
Figura 320: Esboço de possíveis formas de inspiração na passagem da luz entre as folhas.	128
Figura 321: Esboço de possíveis formas de inspiração na passagem da luz entre as folhas.	128
Figura 322: Esboço de possíveis formas de inspiração nos reflexos da água.	128
Figura 323: Esboço de aplicação de possíveis padrões orgânicos na forma do assento.	129
Figura 324: À esquerda, banco de balcão em loja em Lisboa em que o assento era de tractor em fundição de ferro.	130
Figura 325: Ao centro, banco Mezzandro de Achille Castiglioni, cujo o assento é a reutilização de um banco de tractor, Studio museo Achille Castiglioni, Milão.	130
Figura 326: À direita, assento de tractor em fundição de ferro com padrão geométrico.	130
Figura 327: À esquerda, assento de tractor em fundição de ferro com padrão geométrico.	130
Figura 328: Ao centro, assento de tractor em fundição de ferro com padrão geométrico.	130
Figura 329: À direita, assento de tractor em fundição de ferro com padrão geométrico da empresa H. Bamford.	130
Figura 330: À esquerda, assento de tractor em fundição de ferro com padrão orgânico da empresa Bamlett.	130

Figura 331: Ao centro, assento de tractor em fundição de ferro com padrão de arcos da empresa Bates.	130
Figura 332: À direita, assento de tractor em fundição de ferro da empresa Brown & Sons.	130
Figura 333: À esquerda, assento de tractor em fundição de ferro com elevação no centro para divisão das pernas quando a pessoa está sentada da empresa Doyle.	130
Figura 334: Ao centro, assento de tractor em fundição de ferro com padrão utilizando pouco material da empresa J.B. Edlington & CO. LTD.	130
Figura 335: À direita, assento de tractor em fundição de ferro com elevação de marcação de encosto da empresa Hornsby.	130
Figura 336: À esquerda, pormenor da preensão do banco ao chão, neste caso zona verde, com possível sapata de cimento.	131
Figura 337: Ao centro, pormenor de fixação da peça de ferro à peça de madeira, sem que os parafusos fiquem salientes.	131
Figura 338: À direita, pormenor da preensão do banco ao chão, neste caso calçada portuguesa, com possível sapata de cimento.	131
Figura 339: À esquerda, detalhe de como a peça em ferro dá apoio ao assento e serve como pousa braços.	131
Figura 340: Ao centro, detalhe de como o banco assenta na calçada, sem ser necessário orifício em volta do mesmo.	131
Figura 341: À direita, outra perspectiva sobre o detalhe da figura 284.	131
Figura 342: À esquerda, outro pormenor de outro modelo de banco com fixação a zona verde.	131
Figura 343: Ao centro, pormenor de linguagem industrial em fundição aplicada ao assento.	131
Figura 344: À direita, outra perspectiva sobre o mesmo pormenor que a figura 287.	131
Figura 345: À esquerda, vista de peça de estrutura a dar apoio ao assento e costas. Pormenor da figura 286 pertence a este banco.	131
Figura 346: Ao centro, pormenor de fixação de duas peças através da fixação mecânica de um parafuso.	131
Figura 347: À direita, outra vista do banco da figura 289.	131
Figura 348: À esquerda, vista lateral de uma das primeiras formas demasiado recta e industrial.	132
Figura 349: Ao centro, vista da retaguarda de uma das primeiras formas demasiado recta e industrial.	132
Figura 350: À direita, vista frontal de uma das primeiras formas demasiado recta e industrial.	132
Figura 351: À esquerda, perspetiva frontal da proposta inspirada no assento do tractor.	132
Figura 352: Ao centro, vista da retaguarda da proposta inspirada no assento do tractor.	132
Figura 353: À direita, vista lateral da proposta inspirada no assento do tractor.	132
Figura 354: À esquerda, perspetiva frontal da proposta inspirada no assento do tractor com padrão aplicado para orifícios vazados.	132
Figura 355: Ao centro, vista lateral da proposta inspirada no assento do tractor com padrão aplicado para orifícios vazados.	132
Figura 356: À direita, vista perspectiva de trás da proposta inspirada no assento do tractor com padrão aplicado para orifícios vazados.	132
Figura 357: À esquerda, perspetiva frontal da proposta inspirada no assento do tractor com alteração de proporção de assento em relação à figura 295.	132
Figura 358: Ao centro, vista da retaguarda da proposta inspirada no assento do tractor alteração de proporção de assento em relação à figura 296.	132
Figura 359: À direita, vista lateral da proposta inspirada no assento do tractor alteração de proporção de assento em relação à figura 297.	132
Figura 360: À esquerda, perspetiva frontal da proposta inspirada no assento do tractor com alteração de proporção de assento em relação à figura 301.	133
Figura 361: Ao centro, vista da retaguarda da proposta inspirada no assento do tractor alteração de proporção de assento em relação à figura 302.	133
Figura 362: À direita, vista lateral da proposta inspirada no assento do tractor alteração de proporção de assento em relação à figura 303.	133
Figura 363: À esquerda, perspetiva frontal da proposta inspirada no assento do tractor com alteração da altura do encosto em relação à figura 304.	133
Figura 364: Ao centro, vista da retaguarda da proposta inspirada no assento do tractor alteração da altura do encosto em relação à figura 305.	133
Figura 365: À direita, vista lateral da proposta inspirada no assento do tractor alteração de proporção da altura do encosto em relação à figura 306.	133
Figura 366: À esquerda, elevação do encosto.	133
Figura 367: Ao centro, vista lateral de nova proposta com ensaio de ângulo de assento e abertura de encosto.	133
Figura 368: À direita, vista frontal da nova proposta apresentada na figura 311.	133
Figura 369: À esquerda, perspetiva superior frontal da nova proposta.	133
Figura 370: Ao centro, perspetiva superior traseira da nova proposta.	133
Figura 371: À direita, vista lateral da nova proposta.	133
Figura 372: À esquerda, Visualização lateral de modelação tridimensional digital das três peças em que a cadeira vai ser produzida.	134
Figura 373: Ao centro, visualização lateral de modelação tridimensional digital da peça do encosto e assento com o ângulo de posicionamento entre as duas e dimensões gerais.	134
Figura 374: À esquerda, visualização em perspectiva frontal da forma final da cadeira.	134
Figura 375: Ao centro, visualização em perspectiva de retaguarda da forma final da cadeira.	134
Figura 376: À direita, visualização da vista lateral da forma final da cadeira.	134
Figura 377: À esquerda, visualização em perspectiva frontal da forma final da cadeira com os orifícios.	134
Figura 378: Ao centro, visualização em perspectiva de retaguarda da forma final da cadeira com os orifícios.	134
Figura 379: À direita, visualização da vista lateral da forma final da cadeira com os orifícios.	134
Figura 380: À esquerda, Visualização lateral de modelação tridimensional digital das três peças em que a cadeira vai ser produzida com os orifícios.	134
Figura 381: À esquerda, visualização da vista lateral em impressão 3D em PLA da primeira proposta.	135
Figura 382: Ao centro, visualização da vista de retaguarda em impressão 3D em PLA da primeira proposta.	135
Figura 383: À direita, visualização da vista frontal em impressão 3D em PLA da primeira proposta.	135
Figura 384: À esquerda, visualização da vista lateral em impressão 3D em PLA da segunda proposta.	135

Figura 385: Ao centro, visualização da vista de retaguarda em impressão 3D em PLA da segunda proposta.	135
Figura 386: À direita, visualização da vista frontal em impressão 3D em PLA da segunda proposta.	135
Figura 387: À esquerda, vista frontal da impressão tridimensional proposta inspirada no assento do tractor.	135
Figura 388: Ao centro, vista da retaguarda da proposta inspirada no assento do tractor.	135
Figura 389: À direita, vista da perspectiva lateral da proposta inspirada no assento do tractor.	135
Figura 390: À esquerda, vista lateral da proposta inspirada no assento do tractor com o encosto subido e o pé mais trabalhado.	135
Figura 391: Ao centro, vista frontal da proposta inspirada no assento do tractor com o encosto subido e o pé mais trabalhado.	135
Figura 392: À direita, vista perspectiva frontal da proposta inspirada no assento do tractor com o encosto subido e o pé mais trabalhado.	135
Figura 393: Primeiras impressões tridimensionais em PLA, que se pode visualizar forma e ensaio dos primeiros padrões sobre a forma inspirada no assento do tractor.	136
Figura 394: Visualização de um segundo corte em máquina a laser de placas de MDF para posterior colagem e elaboração de maquete à escala real.	136
Figura 395: Montagem e colagem das várias camadas após corte.	136
Figura 396: Colagem das várias camadas do encosto da maquete.	136
Figura 397: Vista frontal do assento.	137
Figura 398: Vista lateral do assento.	137
Figura 399: Vista da retaguarda do assento.	137
Figura 400: Vista superior do assento.	137
Figura 401: À esquerda, visualização da modelação tridimensional digital da peça do assento sem orifícios.	138
Figura 402: Ao centro, mapa de pressão corporal na peça do assento, sendo que o vermelho é onde há mais pressão e o azul onde há menos pressão.	138
Figura 403: À direita, sobreposição das nervuras sobre o mapa de pressão corporal.	138
Figura 404: À direita, visualização das nervuras mais trabalhadas.	138
Figura 405: Ao centro, visualização do vazamento.	138
Figura 406: À esquerda, modelação tridimensional digital das várias nervuras incluindo a central.	138
Figura 407: À esquerda, visualização da modelação tridimensional digital da peça do encosto sem orifícios.	138
Figura 408: Ao centro, mapa de pressão corporal na peça do encosto, sendo que o vermelho é onde há mais pressão e o azul onde há menos pressão.	138
Figura 409: À direita, sobreposição das nervuras sobre o mapa de pressão corporal.	138
Figura 410: À direita, visualização das nervuras mais trabalhadas.	138
Figura 411: Ao centro, visualização do vazamento.	138
Figura 412: À esquerda, modelação tridimensional digital das várias nervuras incluindo a central.	138
Figura 413: À esquerda, visualização da vista lateral em impressão 3D em PLA da proposta final.	139
Figura 414: Ao centro, visualização da perspectiva frontal em impressão 3D em PLA da proposta final.	139
Figura 415: À direita, visualização da perspectiva retaguarda em impressão 3D em PLA da proposta final.	139
Figura 416: À esquerda, visualização da vista lateral em impressão 3D em PLA da proposta final com orifícios.	139
Figura 417: Ao centro, visualização da perspectiva frontal em impressão 3D em PLA da proposta final com orifícios.	139
Figura 418: À direita, visualização da perspectiva retaguarda em impressão 3D em PLA da proposta final com orifícios.	139
Figura 419: À esquerda, visualização da perspectiva frontal em impressão 3D em PLA da proposta final com orifícios com desenvolvimento do desenho da base.	139
Figura 420: Ao centro, visualização da perspectiva frontal em impressão 3D em PLA da proposta final com orifícios com desenvolvimento do desenho da base.	139
Figura 421: À direita, visualização da perspectiva frontal em impressão 3D em PLA da proposta final com a forma da base final.	139
Figura 422: À esquerda, visualização da vista frontal em impressão 3D em PLA da peça da base.	139
Figura 423: Ao centro, visualização da vista frontal em impressão 3D em PLA da peça do encosto.	139
Figura 424: À direita, visualização da vista frontal em impressão 3D em PLA da peça do assento.	139
Figura 425: Vista de cima das três peças em impressão 3D em PLA que irão constituir o banco.	140
Figura 426: Vista frontal das três peças em impressão 3D em PLA que irão constituir o banco.	140
Figura 427: Vista lateral do desenvolvimento da proposta final da cadeira em impressão 3D em PLA.	140
Figura 428: Perspectiva frontal do desenvolvimento da proposta final da cadeira em impressão 3D em PLA.	140
Figura 429: Vista sobre a modelação tridimensional digital de uma das partes do modelo para o molde do encosto.	144
Figura 430: Vista sobre a modelação tridimensional digital de uma das partes do modelo para o molde do assento.	144
Figura 431: Vista sobre a modelação tridimensional digital de uma das partes do modelo para o molde do macho que entrará na base.	144
Figura 432: Colagem de várias placas de MDF (<i>medium-density fibreboard</i>) para servirem de matéria-prima para a produção dos modelos.	144
Figura 433: Pormenor da colagem de várias placas de MDF com a prensão feita por grampos e utilização de cola de madeira para a união.	144
Figura 434: Colocação das placas coladas na máquina CNC com a fresa para iniciar o desbaste após programação da máquina.	144
Figura 435: Primeiro desbaste e pó originado.	144
Figura 436: Segundo desbaste bruto.	144
Figura 437: Visualização dos socacos brutos originados pelo desbaste.	144
Figura 438: Novo desbaste onde é possível ver a forma mais finalizada do modelo.	144
Figura 439: Pormenor onde se pode ainda visualizar pequenos solcacos feitos pela fresa.	144
Figura 440: Visualização do modelo com melhor acabamento que a figura anterior.	144
Figura 441: Outro modelo, este realizado também numa máquina CNC mas mais pequena. Foram colocadas as placas de MDF sem estarem coladas e cortadas em pequenas dimensões.	145
Figura 442: Corte da placa onde irá ser colado o modelo da figura anterior.	145
Figura 443: Já com as várias camadas coladas entre si, procedeu-se à colagem das várias partes do modelo à placa.	145
Figura 444: Colagem das várias partes do modelo da base.	145
Figura 445: Colocação de massa para tornar a superfície mais lisa e preenchimento de algumas irregularidades.	145
Figura 446: Testagem da peça no modelo fêmea.	145
Figura 447: Colocação de massa para tornar a superfície mais lisa e preenchimento de algumas irregularidades.	145

Figura 448: Primeiro desbaste de outro modelo.	145
Figura 449: Segundo desbaste de outro modelo.	145
Figura 450: Visualização de vários socacos originados um desbaste da fresa e já visualização de outro desbaste com melhor acabamento.	145
Figura 451: A fresa de 5mm com que se estava a trabalhar partiu, e na impossibilidade de arranjar outra devido ao tempo dos trabalhos, testou-se a passagem com a fresa de 8mm.	145
Figura 452: Pormenor com a passagem da fresa de 8mm.	145
Figura 453: Alexandre Kumagai a colocar massa em alguns modelos para suavizar algumas irregularidades.	146
Figura 454: Alexandre Kumagai a colar as várias peças dos modelos.	146
Figura 455: Alexandre Kumagai a lixar a massa em alguns modelos para suavizar algumas irregularidades.	146
Figura 456: Alexandre Kumagai a passar o formão em alguns modelos para suavizar algumas irregularidades.	146
Figura 457: Alexandre Kumagai a passar o formão em alguns modelos para suavizar algumas irregularidades.	147
Figura 458: Fabricação do pormenor do logotipo da CIF para o modelo da peça.	147
Figura 459: Vista sobre uma das metades do modelo que irá originar o assento.	147
Figura 460: Vista sobre três metades de modelos das várias peças que constituem a cadeira.	147
Figura 461: Aplicação dos gitos nos modelos.	148
Figura 462: Pintura para acabamento dos modelos e aumentar a durabilidade dos mesmos.	148
Figura 463: Moldagem do encosto.	148
Figura 464: Moldes de areia prensada montados e colocados nos carris para enchimento.	148
Figura 465: Modelos do encosto e do assento após a moldagem.	149
Figura 466: A fundição do material, o ferro.	149
Figura 467: Vazamento do ferro fundido.	149
Figura 468: Vazamento do ferro fundido, pormenor do ferro incandescente.	149
Figura 469: Desmoldagem do assento.	150
Figura 470: Desmoldagem do assento. A peça ainda se encontra em brasa.	150
Figura 471: Assento após desmoldagem. Pormenor com a peça ainda em brasa.	150
Figura 472: Assento e encosto após desmoldagem ainda com areia presa às peças.	150
Figura 473: Colocação do assento e do encosto na gralhadora.	151
Figura 474: Assento após limpeza de gralhadora.	151
Figura 475: Rebarbagem do assento.	151
Figura 476: Vista das peças fundidas posicionadas em frente aos respectivos modelo.	151
Figura 477: Escavação do orifício no local onde pretende-se implementar a sapata para o banco.	152
Figura 478: Preenchimento do orifício com betão para instalação da sapata. Se necessário, é instalado previamente uma armação.	152
Figura 479: Tubo de aço com secção redonda com 60mm de diâmetro.	152
Figura 480: Aplicação do tubo de aço no betão fresco.	152
Figura 481: Arranjo do terreno após consolidação da sapata.	152
Figura 482: Introdução da base no banco no tubo.	152
Figura 483: Assentamento da base.	152
Figura 484: Alinhamento dos parafusos com os orifícios da base ao tubo.	152
Figura 485: Aplicação dos parafusos que irão fixar a base ao tubo.	152
Figura 486: Alinhamento do assento do banco com a base.	152
Figura 487: Alinhamento do encosto do banco.	152
Figura 488: Alinhamento do encosto ao assento.	152
Figura 489: Alinhamento do parafuso que irá fixar o encosto ao assento.	153
Figura 490: Aplicação do parafuso que irá fixar o encosto ao assento.	153
Figura 491: Introdução do encosto e do assento na base.	153
Figura 492: Alinhamento do parafuso que irá fixar o encosto à base.	153
Figura 493: Aplicação do parafuso que irá fixar o encosto à base.	153
Figura 494: Alinhamento do parafuso que irá fixar o assento à base.	153
Figura 495: Aplicação do parafuso que irá fixar o assento à base.	153
Figura 496: Vista da perspectiva a 3/4 da peça.	153
Figura 497: Perspectiva lateral da peça.	153
Figura 498: Perspectiva frontal da peça.	153
Figura 499: Perspectiva da parte de trás da peça.	153
Figura 500: Detalhe do logotipo da CIF na peça.	153
Figura 501: Simulação de duas cadeiras Sophia no jardim Botânico, Porto	154
Figura 502: Simulação de um bancos no Parque das Águas junto ao miradouro e à fonte.	156
Figura 503: Simulação de dois bancos no jardim do passeio alegre com sombras das árvores a serem projetadas e a coexistirem com elementos de mobiliário urbano já existente.	160-161
Figura 504: Simulação de quatro bancos na Alameda do Dragão, Porto.	162-163
Figura 505: Simulação de inserção da cadeira Sophia numa clareira no jardim botânico, Porto.	164
Figura 506: Simulação da cadeira Sophia junto ao caminho pedonal no jardim botânico.	165
Figura 507: Simulação de duas cadeiras Sophia junto à lateral da casa da Sophia de Mello Breyner no jardim botânico, Porto.	166-167
Figura 508: Cão realizado em fundição de ferro que estava nas instalações da CIF.	164-165
Figura 509: Mapa com a localização das 14 principais Fundições de Ferro em Portugal continental.	172
Figura 510: Distribuição geográfica dos estabelecimentos industriais do Porto, 1857-1869.	173
Figura 511: Distribuição geográfica dos estabelecimentos industriais do Porto 1870-1879.	174
Figura 512: Distribuição geográfica dos estabelecimentos industriais do Porto 1880-1889.	175
Figura 513: Distribuição geográfica dos estabelecimentos industriais do Porto 1890-1899.	176
Figura 514: Planta do Parque Público em Paris, Le Bois de Boulogne, no projeto "Les promenades de Paris".	177
Figura 515: Gradeamentos do Parque Público em Paris, Le Bois de Boulogne, no projeto "Les promenades de Paris".	177
Figura 516: Candeeiros para iluminação pública no projeto "Les promenades de Paris".	177
Figura 517: Planta de interior no projeto "Les promenades de Paris".	177
Figura 518: Vista de detalhe do projeto "Les promenades de Paris".	178
Figura 519: Desenho das várias perspectivas da cadeira.	179
Figura 520: Dimensões gerais da cadeira com as três vistas principais.	180
Figura 521: Corte na vista lateral com as principais dimensões da cadeira.	181



Figura 1: Fotografia de batente tirada em 15/08/2018 no Porto (imagem do autor).



1. INTRODUÇÃO

Figura 2: Fotografia de batente, uma outra versão do mesmo motivo, tirada em 15/08/2018 no Porto (imagem do autor).

1.1 Enquadramento

Esta dissertação foi realizada no âmbito do Mestrado em Design Industrial e de Produto (MDIP) da Faculdade de Belas Artes e da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

O projeto que suportou a presente dissertação não se focou apenas na disciplina do design enquanto desenho de um produto, tendo alargado o seu âmbito aos campos da responsabilidade social e cultural, em todas as suas fases, desde a conceção à implementação, produção e distribuição.

A presente dissertação tem como base um projeto de desenho e desenvolvimento de um produto de uma tecnologia específica, a fundição de ferro, e a revitalização dessa tecnologia. A área científica que guia o projeto é o design, sendo o design entendido como um processo integrador de diferentes áreas de conhecimento, com o intuito de satisfazer as necessidades humanas na sua complexidade de valores socio-histórico-culturais, semióticos e estéticos. Entendemos que qualquer criação de um produto ou artefacto deve ter também em consideração estes valores. Ezio Manzini em “Design When Everybody Designs” considera que a palavra design hoje em dia é o agente agregador de muitas coisas, sendo que os designers são um tipo de profissão de serviço, cujos resultados do seu trabalho consistem em fornecer soluções para as necessidades humanas (Manzini, 2015).

A mudança, seguindo este rumo para o processo de design, pode constituir uma oportunidade de revitalizar uma cultura que unifica uma comunidade local com características particulares no mundo global (Manzini, 2015).

A tecnologia abordada é uma tecnologia tradicional cujo interesse tem vindo a diminuir nas últimas décadas limitando a aplicação da mesma. Como salienta a Associação Portuguesa da Fundição no “Contributo para um Plano Estratégico para a Indústria Portuguesa da Fundição”, as pessoas têm pouco interesse em enveredar por esta indústria, pois possivelmente têm uma imagem de más condições de trabalho, com insalubridade e penosidade (Castro et al., 2018).

O projeto tem a ambição de incentivar a revitalização de práticas

/ ofícios tradicionais dos quais depende a sobrevivência de saberes que, cada vez mais, estão na posse de anciões. A revitalização pretende que, neste caso em concreto, a fundição de ferro e seus saberes sejam valorizados para que se torne apetecível para a população mais jovem dar continuidade à tecnologia, sob novas perspetivas estéticas e de tipologias, tornando-a sustentável (financeira, social e ambiental). Sendo assim, este projeto apresenta também uma ambição pedagógica junto da população mais jovem.

A escolha de um processo de produção e da matéria-prima, a fundição de ferro, como ponto de partida, surge da conjugação de vários fatores: o potencial da técnica e da matéria-prima e o local geográfico, Porto e áreas limítrofes.

O potencial da técnica e a plasticidade da matéria-prima permitem uma abordagem estética maior, uma maior atribuição de valor e apropriação cultural, isto é, a utilização de referências com formas mais orgânicas, enquanto outros processos como a extrusão, apresentam uma limitação formal originando muitas vezes formas estéreis e descaracterizadas. A fundição de ferro contribui para a identidade do local geográfico, a área do grande Porto.

O ferro, enquanto matéria-prima virgem, é extraído das rochas e é utilizado em inúmeras ligas metálicas (Lopes, 10/05/2019). A matéria-prima (ferro), do ponto de vista ambiental, permite um maior uso de recursos disponíveis já existentes no mercado, poupando o planeta, que já ultrapassou os seus limites (Lim, 16/05/2020).

Contrariamente a outros materiais, o material ferroso pode ser reciclado inúmeras vezes conservando praticamente todas as propriedades do material virgem. A este caso não se aplica a teoria de William McDonough e Michael Braungart em *Cradle to cradle: Remaking the way we make things*, onde afirmam que o reaproveitamento do material desfazendo-o e agregando o que foi triturado num novo material é considerado um processo de *downcycling* por retirar valor ao material" (McDonough & Braungart, 2009).

Numa visita ao centro de triagem da LIPOR, foi possível observar o processo de triagem, a primeira fase da reciclagem

deste material. Os metais ferrosos têm propriedades magnéticas e a sua separação é facilitada através do uso de um ímã (LIPOR, N/A). Nestes centros como o da LIPOR, os metais deixam de ter o estatuto de resíduo e passam a designar-se por matéria-prima secundária (Ambigroup, N/A). Posteriormente, são prensados ou triturados, para ocupar menos espaço no veículo de transporte e são encaminhados para uma estação de reciclagem específica destes materiais, muitas das vezes siderurgias ou fundições. Nessas instalações específicas são triturados (se ainda não o tiverem sido), limpos de impurezas e poderão ser fundidos dando origem a novos produtos (Ambigroup).



Figura 3: Processo de reciclagem de metais (Metalimpex Group, N/A).

“As políticas de resíduos, em particular as que promovem a valorização material e energética (a reciclagem e a incineração), tiveram um efeito significativo a partir do ano 2000 sobre a eliminação de resíduos” (Domingos et al., 2021, p. 93).

A cidade do Porto assume particular relevância, pelo seu contexto histórico-cultural, no cenário principal do casamento entre a estética do romantismo e a industrialização, ainda hoje bastante presente no quotidiano da cidade.

Considera-se importante que se tenha experienciado a abordagem de várias fases (pesquisa história, pesquisa

no terreno, desenvolvimento projetual, parceria com o produtor) durante o projeto para que exista o sentimento de conclusão, de motivação e de perspectiva de continuidade.

Victor Papanek salienta que “Há no design uma sensação de maravilha, um sentimento de conclusão que falta em muitos outros campos. Os designers têm a oportunidade de criar algo de novo ou de refazer algo para que fique melhor.” (Papanek, 1995 p. 9).

O design neste projeto é utilizado sob várias perspectivas, ferramenta estratégica, social e de produto / identidade para revitalizar um ofício, estabelecer uma identidade local e criar emprego numa área geográfica para a melhoria da qualidade de vida desse local.

1.2 Objetivos

Os objetivos desta dissertação consistem em:

- 1- Apresentar uma estética atual, fabricada de uma forma sustentável através da tecnologia tradicional da fundição de ferro.
- 2- Demonstrar, com a implementação de uma peça, que a sua estética se integra nos espaços escolhidos não colidindo com os outros elementos já existentes.
- 3- Explorar através do desenho da peça as características mecânicas e processuais do material e da tecnologia, valorizar a fundição de ferro, e contribuir de uma forma pedagógica para o público em geral.
- 4- Contribuir para aumentar o interesse por esta tecnologia e pelas suas saídas profissionais.
- 5- Contribuir para a manutenção e revitalização da tecnologia fundição de ferro para que não se percam os conhecimentos associados a esta indústria que ainda detém algumas fases com características manuais. Ao contribuir para a valorização destes saberes tradicionais, está a preservar-se um saber

cultural e uma identidade local. Esta contribuição está alinhada com o objetivo 11 de desenvolvimento sustentável da agenda 2030, Cidades e comunidades sustentáveis, com dois pontos:

“Fortalecer esforços para proteger e salvaguardar o património cultural e natural do mundo” e “Apoiar relações económicas, sociais e ambientais positivas entre áreas urbanas, periurbanas e rurais, reforçando o planeamento nacional e regional de desenvolvimento” (ODS, N/A).

É pertinente valorizar e revitalizar este ofício e não o deixar desaparecer.

1.3 Metodologia

A metodologia adotada para o desenvolvimento desta dissertação consistiu na investigação sobre a tecnologia de fundição de ferro englobando a forte componente geográfica e histórico-cultural associada à mesma.

Na realização da dissertação foram utilizados os meios tradicionais de pesquisa, tais como a pesquisa bibliográfica, leitura e estudo de documentos designadamente artigos científicos, livros, outras dissertações e artigos em revistas de informação sobre os temas concorrentes para o projeto, dados facultados pela Companhia Industrial de Fundição, empresa caso de estudo, conversas com especialistas e visitas técnicas às empresas do ramo.

Numa primeira fase, teve início com a pesquisa de factos e eventos históricos que potenciaram a criação da indústria da fundição de ferro num contexto europeu e percorreu-se o caminho até a sua implementação na cidade do Porto, sobre o ponto de vista da tecnologia, de peças e estética. A análise consistiu em perceber o porquê da estética, a plasticidade da estética ligada ao material e em como poderia esta herança facultar informações relevantes para a linguagem contemporânea da indústria da fundição de ferro. Na recolha dos dados foram analisados artigos e publicações que documentam a primeira revolução industrial assim como livros e catálogos oitocentistas que retratam as preocupações

e estética da época. Ainda nesta fase, efetuou-se uma recolha fotográfica de elementos artísticos, elementos arquitetónicos e peças de mobiliário urbano em fundição de ferro, presentes atualmente na cidade do Porto.

Numa segunda fase, foi efetuado o estado da arte da indústria em Portugal, em termos de localização geográfica, volume de negócio, materiais, regras ambientais aplicadas à indústria, etc. Esta pesquisa teve como objetivo perceber a relevância da indústria nos dias de hoje e qual a estratégia para onde se pretende posicionar no futuro.

Numa terceira fase, foi realizada uma recolha de imagens, com maior incidência na zona do Porto, de artefactos de várias épocas que estão presentes na via pública, com o objetivo de retirar conclusões sobre as características dos artefactos, como dimensão, forma, acabamento e as respetivas utilizações na atualidade.

Reunida a informação considerada necessária, foi delineada a estratégia do projeto com o objetivo de definir qual a tipologia de objeto que poderia ser executado com a técnica da fundição de ferro e que fosse considerada pertinente no atual contexto sociocultural.

Em simultâneo, selecionou-se uma empresa desta indústria, uma empresa caso de estudo, para desenvolver a parte experimental do projeto. Optou-se por uma empresa que se considerou reunir as características apropriadas para o desenvolvimento do projeto, na zona norte de Portugal, com uma longa história no âmbito de peças de mobiliário urbano e, quase a única, que ainda produz este tipo de objetos, a Companhia Industrial de Fundição, CIF.

Uma outra razão para a sua seleção foi o contacto já existente, o que se considerou facilitador para o levantamento de dados e para as experiências de prototipagem, caso o projeto se encaminhasse nesse sentido.

Paralelamente à análise documental foram realizadas visitas à empresa selecionada que se centraram, numa primeira fase, na observação e recolha de dados sobre os moldes, métodos de fabrico de produtos de fundição e o catálogo

atual da empresa com o intuito de desenvolver um projeto nesse contexto. Houve também a preocupação de perceber qual a estratégia da empresa, em termos de produto, para os próximos anos.

Relativamente à proposta do produto, pretendeu-se criar algo inovador com uma nova estética, rentabilização do material e função social.

Numa quarta fase, a fase experimental do projeto, consistiu na prototipagem do objeto até à sua validação em vários campos como o funcional e o produtivo.

Realizou-se uma pesquisa para a seleção de um local simbólico e com as características desejáveis para a implementação e teste de utilização.

1.4 Estrutura da Dissertação

A presente dissertação apresenta-se estruturada em sete capítulos, sendo que no primeiro é realizado todo o enquadramento teórico justificando a pertinência do tema a nível europeu e nacional. No mesmo capítulo são estabelecidos os objetivos desta dissertação.

O estado da arte é apresentado no segundo capítulo, é apresentado o setor na atualidade em Portugal e a legislação que valida a prática sustentável da tecnologia.

No terceiro capítulo é apresentado o contexto histórico da tecnologia na Europa/Portugal, fazendo o paralelismo com alguns momentos importantes que impulsionaram a fundição de ferro enquanto tecnologia e enquanto estética. Ainda neste capítulo, é apresentada uma análise estabelecendo paralelismos ou dicotomias entre várias peças/objetos/artefactos. Por fim, neste terceiro capítulo é apresentada a identidade da fundição de ferro na cidade do Porto e zonas periféricas, área em que se pretende abordar e implementar o projeto.

No quarto capítulo é apresentada a empresa, o caso de estudo, os elementos recolhidos, a sua tecnologia (moldes e processos), bem como os seus atuais catálogos e mercado. Neste capítulo é

apresentada a decisão conjunta do objeto a desenvolver.

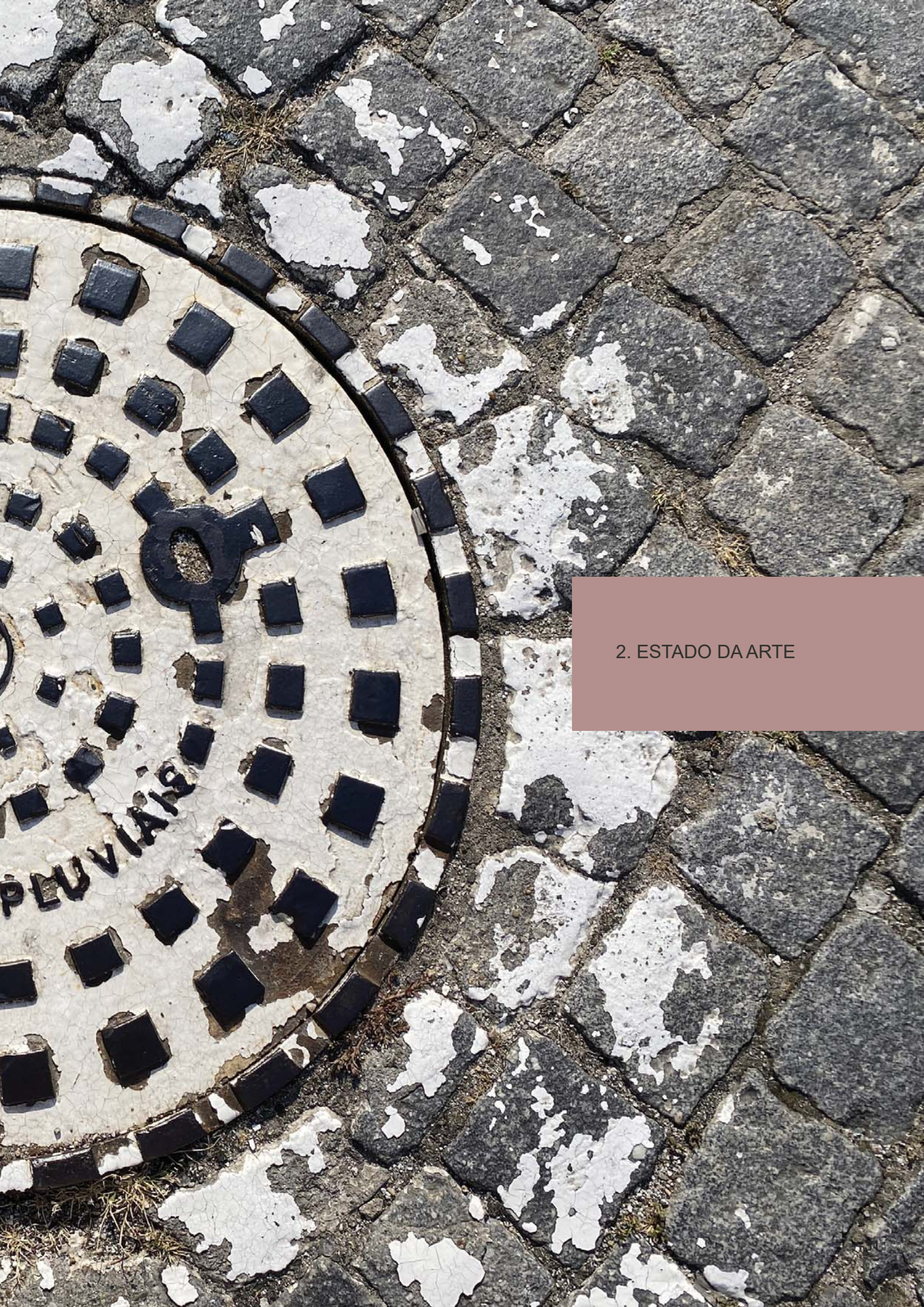
No quinto capítulo é definido o plano de ação, estratégia a seguir, como a justificação da sua pertinência, no contexto atual, num panorama pós pandemia. Neste capítulo é apresentado também o processo de desenho de produto, o seu protótipo e a sua implementação e manutenção.

O sexto capítulo é direcionado para as conclusões extraídas da implementação do projeto, são apresentadas as considerações finais e as perspetivas futuras.

No sétimo capítulo é apresentada a bibliografia, referente a toda a documentação de apoio à realização desta dissertação.



Figura 4: Tampa de saneamento em fundição de ferro onde é visível o logotipo da CIF. Fotografia tirada em 02/03/2018 na cidade de Ponta (imagem do autor).



2. ESTADO DA ARTE

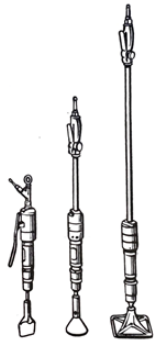


Figura 5: Três exemplos de calcadeiras, utensílio usado para preencher a areia (imagem de Cardoso, 1976b, pág.227).

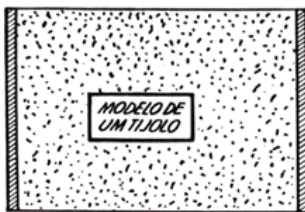


Figura 6: Se as caixas fossem de uma só peça, não seria possível tirar o modelo do molde (imagem de Cardoso, 1976b, pág.240).

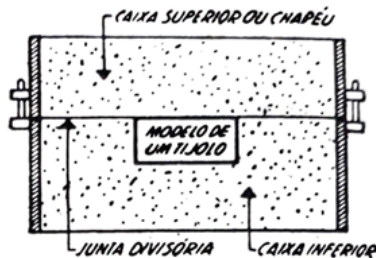


Figura 7: É necessário a caixa ter pelo menos dois tecelos para ser possível retirar o modelo. A localização da união das duas peças do molde deve ser estrategicamente equacionada (imagem de Cardoso, 1976b, pág.240).

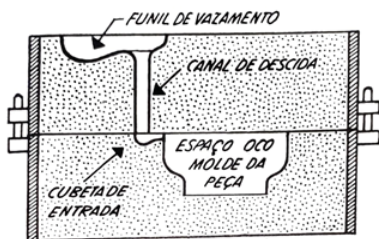


Figura 8: Os gitos são canais abertos nas paredes dos moldes de modo que o espaço oco possa receber o metal (imagem de Cardoso, 1976b, pág.245).

2.1 A tecnologia e o material, a fundição de Ferro

Encontrou-se para este ponto dois livros (I e II), cujo título é o “Manual do Fundidor” do Engenheiro Armando Cardoso, que descrevem a técnica da fundição de uma forma bastante detalhada ainda que simples, e que têm o intuito de serem livros de acompanhamento profissional. A descrição dos processos está focada num processo mais manual e menos automatizado, o que nos pareceu mais apropriado tendo em conta o caso de estudo e a realidade portuguesa da fundição de ferro. Existem etapas que podem ser mais automatizadas.

Selecionou-se os capítulos que pareceram mais importantes e resumiu-se a informação que se considerou pertinente para definir esta tecnologia tradicional da fundição de ferro.

A tradicional fundição de ferro, à semelhança de fundições de outros metais ferrosos e não ferrosos, consiste na transformação do metal por meio de fusão, isto é por derretimento. A mesma palavra que designa o ato é usada para a obra e ainda para a infraestrutura, contudo quando houver referência à palavra “fundição” é para o significado do ato de transformação.

Antes de mais, a arte de moldagem é uma das primeiras fases que consiste em dar forma aos modelos com todos os detalhes técnicos e estéticos. A pessoa que executa fazer este trabalho é altamente especializada, tendo uma elevada destreza manual e vastos conhecimentos sobre transformação do modelo assim como das necessidades da fundição. Contudo atualmente, já é possível com auxílio de máquinas computadorizadas executar os modelos de uma forma precisa para algumas situações, especialmente quando o desenho é feito de raiz e utilizado o software de modelação tridimensional.

Prepara-se a caixa de fundição (caixilho quadrangulares ou cilíndricos para conter a areia), coloca-se o modelo no devido lugar e enche-se com areia e prensa-se a areia uniformemente com calcadeiras.

Retira-se o modelo e onde estava fica o vazio com a forma do modelo. Se houver machos (peça para fazer orifícios, detalhe em parágrafos mais à frente) é agora que se colocam. De seguida é aberto o local por onde entra o metal, o gito e a saída de gases.

O gito consiste num canal fino por onde passa o metal, feito de modo estratégico para garantir que o metal enche o molde todo. Esse canal fica preenchido com metal. A união dessa extensão com a peça tem de ficar num local da peça que não seja muito visível ou que seja fácil para fazer acabamento. É possível que algumas peças necessitem de vários gitos.

À semelhança dos gitos é necessário fazer outros canais, os respiradouros, para a saída de gases.

Fecha-se a caixa de fundição que é composta por duas partes, a superior e a inferior.

O processo consiste em derreter metal em fornos apropriados, recolher o metal líquido para colheres e vazá-lo de seguida nos moldes (quando o sistema de moldagem é manual utilizam-se estes utensílios, as colheres, mas poderá ser automático) que foram abertos em areia, através de modelos rígidos, com a forma e as dimensões pretendidas para as peças a fabricar. Os modelos têm a forma da peça, contudo, são sempre maiores a contar com a contração que a peça em metal terá quando arrefece. Por vezes, quando são reproduções, pode utilizar-se uma peça já fundida como modelo para fazer o molde de areia, mas o tamanho da nova peça será inferior à peça original por causa da contração do ferro quando este arrefece.

O metal líquido preenche o molde por completo e arrefece dentro deste. Quando o metal está frio, parte-se o molde de areia e retira-se a peça. Para facilitar o processo, poderá haver uma solução com vibração que separa a peça da areia, gerando poeira e gases, recolhidos por equipamento para o efeito (Castro et al., 2018). A peça muitas vezes, dependendo de qual o seu destino, precisa de acabamento, como limpeza das rebarbas e de detritos da areia. A peça poderá precisar de soldadura, por exemplo, para unir duas peças fundidas, ou soldadura para recuperação de alguma imperfeição. Outros processos de finalização das peças poderão ser efetuados, como o caso da maquinação ou aplicação de revestimento de superfície (Castro et al., 2018).

A areia usada no molde é uma areia com características próprias para a fundição, chamada areia de moldagem, de

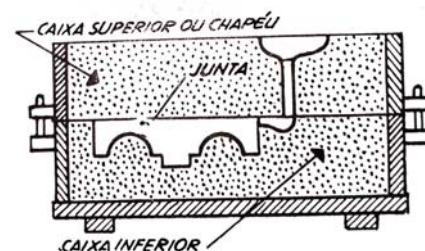


Figura 9: Este molde é composto por duas partes, a caixa superior ou chapéu (a caixa também pode ser designada por tacelo) e caixa inferior. A junta (de separação) é superfície de contacto das duas caixas, que junto à peça cria uma linha de metal (imagem de Cardoso, 1976b, pág.251).



Figura 10: Há casos em que os machos nascem já do próprio modelo (Imagem de Cardoso1976a, pág.190).

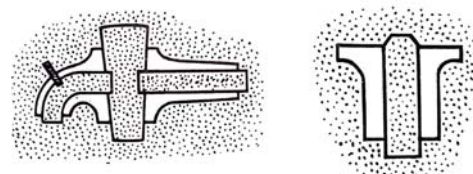


Figura 11: Três machos de uma torneira (Imagem de Cardoso1976a, pág.193).

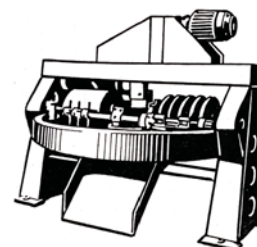


Figura 12: Exemplo de máquina para trituração dos grãos de areia para se uniformizar as dimensões dos grãos (imagem de Cardoso, 1976b, pág.200).



Figura 13: Instalação automática de trituração (imagem de Cardoso, 1976a, pág.201).

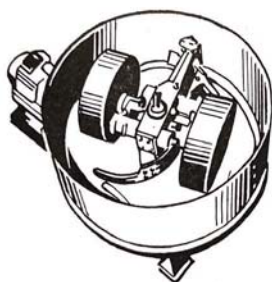


Figura 14: Para a pulverização assim como para a mistura de várias substâncias empregam-se os moinhos (imagem de Cardoso, 1976a, pág.202).



Figura 15: Peneira giratória rectangular (imagem de Cardoso, 1976a, pág.202).

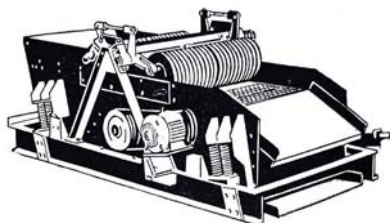


Figura 16: Dupla peneira de vibração com britador (imagem de Cardoso, 1976a, pág.203).

grãos finos, para que a obra saia com um maior detalhe e com menos textura. A areia de fundição é essencialmente composta por sílica e alumina, muito refratária para resistir ao metal derretido.

A areia tem de passar por um processo de preparação mecânica que consiste numa sequência de etapas: composição, homogeneidade, humidade, tamanho do grão (trituração e peneiração) e separação de partículas metálicas. É esta a sequência que permite voltar a integrar areia anteriormente usada.

Esta areia tem a característica de coesão para que consiga manter a forma após prensão do molde na mesma, assim como manter a forma dos machos (peça que se usa no interior da caixa de fundição quando se pretende, por exemplo, fazer um orifício no interior da peça fundida).

Os machos são feitos de areia aglutinada cozida que têm de ser resistentes para não se desfazerem ou deformarem quando o metal derretido entra em contacto.(Castro et al., 2018). “Há casos em que os machos nascem já do próprio modelo, como o indicado na figura. Nestes casos diz-se que o modelo deixa o próprio núcleo e chama-se ao macho macho de areia verde.”(Cardoso, 1976a, p. 190). Os machos são feitos dentro de caixas de machos (moldes) e quando aplicados no interior das caixas de fundição têm auxílio de suportes.

“Para facilitar a manipulação e o transporte dos moldes, a areia é comprimida no interior de uns caixilhos chamados caixas de fundição” (Cardoso, 1976a, p. 10).

A esta moldação com caixas de areia e machos de areia chama-se moldação não permanente.

Após a desmoldagem da peça fundida, tem de se separar a areia queimada (areia que esteve em contacto direto com o metal) pois já não possui as características necessárias para se usar numa nova moldagem. Ao entrar em contacto direto com o metal, a areia desagrega-se, perde a humidade e a propriedade de coesão, necessárias para receber a forma da prensão do modelo. É possível reutilizar esta areia, se passar por um processo de humedecimento e de regeneração, e

apenas poderá ser usada para preencher a caixa na zona em que o metal não entre em contacto. Quando este processo é realizado, a areia designa-se por areia de enchimento.

A peça modelo usada para pressionar a areia e dar origem aos moldes de areia é, normalmente, feita em madeira ou derivados, mas, pode ser em outros materiais desde que sejam duros e resistentes à pressão, incluindo acabamentos em resina.

Estes modelos podem parecer ter um carácter secundário, contudo, são tão importantes como a peça final. Os modelos definem o sucesso da peça fundida e a peça fundida terá menos defeitos e melhor acabamento quanto mais bem acabado estiver o modelo. Até ao início do ano 2000 havia pessoas especializadas e dedicadas apenas à arte dos modelos. Atualmente, com a ajuda dos softwares e maquinaria evoluída, é possível tornar este processo mais rápido e menos dispendioso, ao modelar digitalmente os modelos e utilizando, por exemplo, uma máquina CNC (Controle Numérico Computadorizado) para maquinar os materiais que darão origem ao modelo. Este processo é possível quando a peça é criada de raiz, não se aplicando à recuperação de peças existentes. Na recuperação, muitas vezes, é feito um modelo a partir da peça original, fazendo com que a futura peça seja ligeiramente mais pequena do que a que lhe deu origem.

Neste caso de fundição, o material a fundir é o ferro. O ferro nativo é pouco abundante, existe nos meteoritos. Os compostos de ferro e carbonatos são mais abundantes destacando-se o Ferro oligisto, o Ferro micáceo, a Hematite, o Ferro Oolítico e a Magnetite.

“O minério de ferro é reduzido a ferro fundido no alto-forno, a uma temperatura de 1600°C a 1850°C, pela ação do coque metalúrgico” (Cardoso, 1976a, p. 37).

O ferro originado nesta primeira fusão é impróprio para o consumo da fundição, devido às impurezas, pelo que é necessário ser refundido para se obter o ferro de moldagem.

Atualmente, o tipo de forno utilizado para fazer esta fusão é o elétrico de indução (Castro et al., 2018).

Este material, para além de provir do minério, poderá

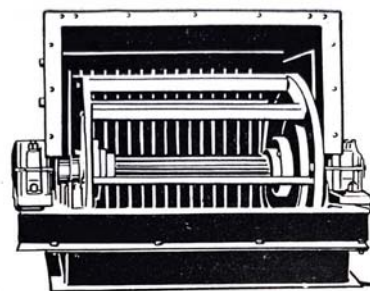


Figura 17: Triturador - misturador (imagem de Cardoso, 1976a, pág.204).



Figura 18: Misturador de areia de machos (imagem de Cardoso, 1976a, pág.204).



Figura 19: Instalação automática de moagem e mistura (imagem de Cardoso, 1976a, pág.205).

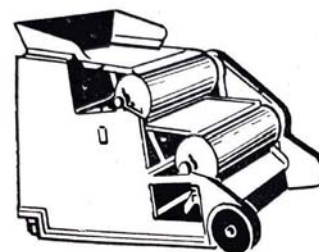


Figura 20: Separador eletromagnético de partículas metálicas com dois cilindros (imagem de Cardoso, 1976a, pág.206).

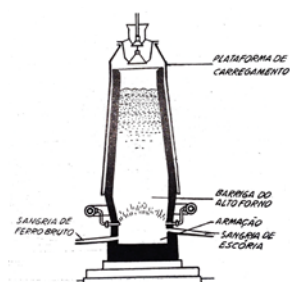


Figura 21: Alto forno para fundição do minério reduzindo-o a ferro fundido a uma temperatura de 1600° a 1850° (Imagem de Cardoso 1976a, pág.37).

também vir da sucata, ou seja, de peças já fabricadas em que se reaproveita o ferro a 100%, reciclando-o, neste caso, fundindo-o. O material poderá ainda vir de uma terceira fonte, da própria oficina com sobras de outras fundições, como os gitos, os funis, as peças rejeitadas e os refugos de ferro.

O ferro é um dos metais que mais se danifica em contacto com a humidade se não tiver acabamento. A oxidação é uma camada avermelhada, óxido de ferro a que vulgarmente se chama ferrugem, e que, no extremo poderá destruir por completo o material.

O ferro pode ter várias composições, e quanto mais puro for mais a cor será branca-acinzentada. Cada produtor escolhe o tipo de ferro que mais se adequa à sua oficina e às peças que fabricar. “O ferro mais utilizado na fundição são os ferros negros, que são muito ricos em grafite. (...) Esta liga adquire boa fluidez, dá boa moldagem e deixa-se trabalhar bem à lima e à máquina-ferramenta”(Cardoso, 1976a, p. 43).

O ferro de moldagem tem de ter outras características para além da fluidez que permite o sucesso do enchimento dos moldes na sua plenitude. Este ferro precisa, ainda, de tenacidade e macieza, a primeira para que certas peças, como as mais industriais, por exemplo, para máquinas, realizem a sua função sem sofrerem desgaste em pouco tempo, a segunda, para que a superfície da peça fundida seja facilmente acabada, por exemplo com uma lima.

Os “Fornos são aparelhos metalúrgicos onde se produz a separação dos metais dos seus minerais e a fusão dos metais e suas ligas. Têm de ser construídos com materiais resistentes às temperaturas máximas que possam ser atingidas no decorrer das operações”(Cardoso, 1976b, p. 299).

No caso do ferro, as temperaturas à saída do forno podem atingir entre os 1375°C e os 1400°C.

Um dos desenvolvimentos mais modernos da fundição consiste na injeção de ferro fundido em moldes de aço que na fase de arrefecimento ficam sob grande pressão originando peças sólidas, de grande precisão e com bom acabamento.

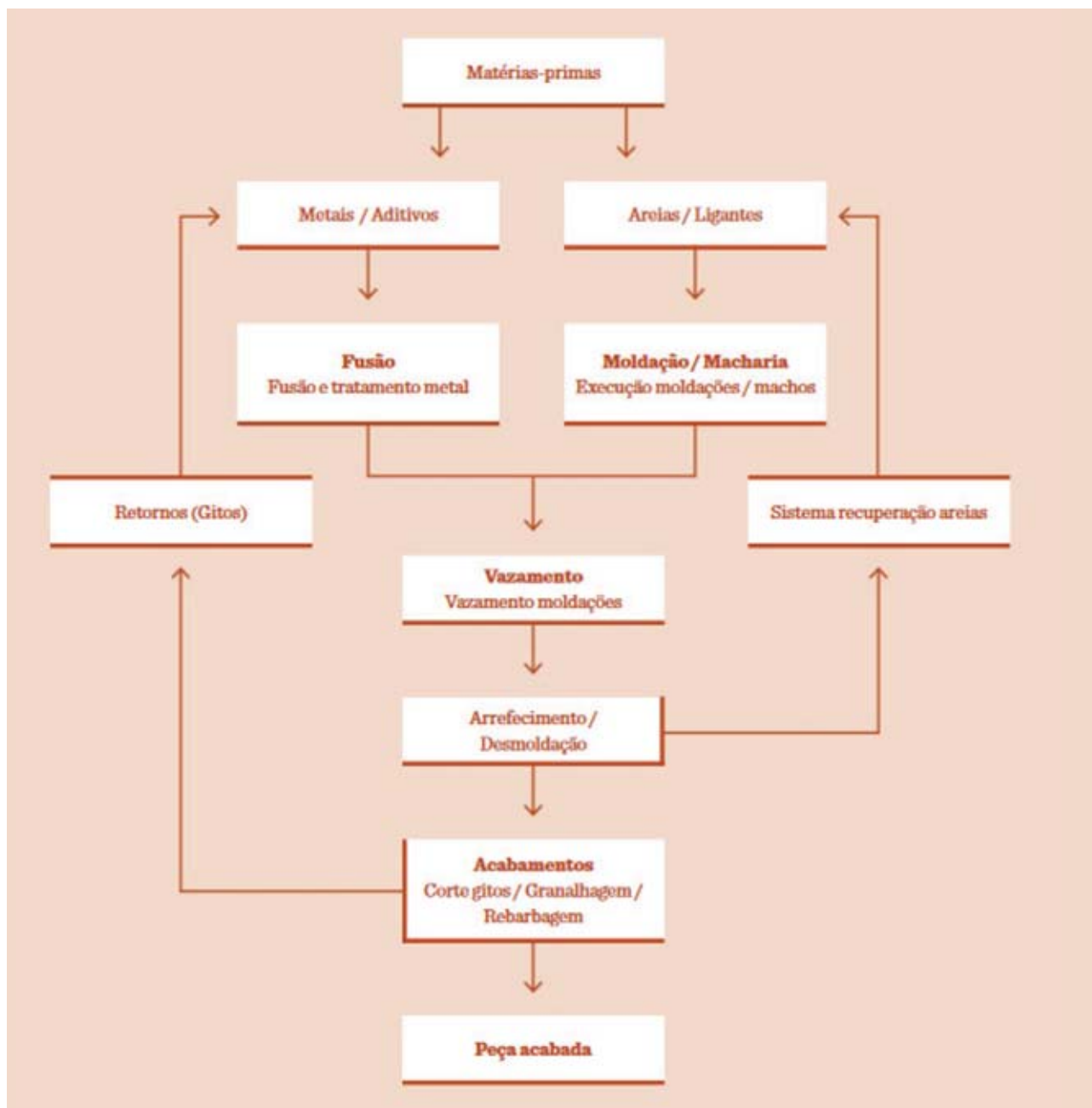


Figura 22: Atividades típicas do processo de fundição de areia (Imagem de Castro et al., 2018).

2.2 O sector da fundição na Europa e em Portugal na atualidade

Na Europa, atualmente, o sector da fundição em geral tem cerca de 6 300 oficinas/fábricas que empregam cerca de 290 000 pessoas e recrutam por ano cerca de 20 000. As indústrias fornecedoras da indústria de fundição empregam cerca de 100 000 pessoas. Das cerca de 6 300 oficinas/fábricas, cerca de

70% são pequenos negócios com menos de 50 funcionários. O valor financeiro desta indústria foi de 43 mil milhões de euros com 8 mil milhões de euros de valor acrescentado bruto (The European Foundry Association, N/A).

Em 2020, o número de trabalhadores da indústria da fundição de metais ferrosos na Europa, nas empresas associadas à Associação de Fundição Europeia (The European Foundry Association - CAEF), decresceu 7,5%, passando para 130 700 trabalhadores.

As fundições de ferro e aço, associadas à CAEF, produziram 9,1 milhões de toneladas de peças fundidas. Comparado com o ano anterior, 2019, houve um decréscimo de produção, em peso, de 19,8%.

Os países predominantes nesta indústria são a Alemanha, a Turquia, a França, a Espanha e a Itália que retêm 79,8% da produção (The European Foundry Association, 2021).

Contactou-se a Associação Portuguesa de Fundição (APF) no sentido de obter dados para uma melhor perceção do sector aos dias de hoje, contudo, não obtivemos resposta pelo que os

Country	2016	2017	2018	2019	2020	2018 / 17 in %	2019 / 18 in %
Austria	20	20	12	12	12	0,0	0,0
Belgium	10		5	5	5	0,0	0,0
Bulgaria							
Croatia	26						
Czech Rep.	71		56	56	55	0,0	-1,8
Denmark	8	8	8	8			
Finland	11	11	11	11	11	0,0	0,0
France	86						
Germany a)	148	151	150	144	140	-4,0	-2,8
Hungary	28	27	27	27		0,0	
Italy	140	139	147	134	134	-8,8	0,0
Norway	6	5	5	5		0,0	
Poland	185	180	180	180	180	0,0	0,0
Portugal	23	23	23	23	23	0,0	0,0
Slovenia				11	8		-27,3
Spain	45	46	46	42	43	-8,7	2,4
Sweden	27	26	26	25		-3,8	
Switzerland	15	15	15	13	13	-13,3	0,0
Turkey	439	441	441	443	447	0,5	0,9
United Kingdom							
Total CAEF	1.288	1.092	1.152	1.139	1.071	-2,1	-2,7

a) foundries >50 employees, end of the year

Figura 23: Número de Fundições de ferro (incluindo nodular e maleáveis) na Europa em 2020 (Gráfico de The European Foundry Association, 2021).

Country	2016	2017	2018	2019	2020	2019 / 18 in %	2020 / 19 in %
Austria	42,4	42,9	43,0	42,3	33,4	-1,5	-21,1
Belgium	26,9	26,9	69,9	55,9	43,0	-20,1	-23,1
Bulgaria		30,3	29,9				
Croatia	31,1						
Czech Rep.	158,0	176,0	176,5	166,5	117,0	-5,7	-29,7
Denmark	20,4	27,5	29,6	28,9		-2,6	
Finland	15,3	19,5	18,4	18,2	17,3	-1,2	-4,9
France	531,5	574,1	597,4	537,2	431,9	-10,1	-19,6
Germany	2.234,9	2.421,4	2.435,6	2.189,0	1.618,7	-10,1	-26,1
Hungary	21,7	24,6	22,0	18,4	16,5	-16,5	-10,6
Italy	714,2	755,8	767,6	667,8	534,4	-13,0	-20,0
Norway	10,9	8,3	8,8	8,8		0,0	
Poland a)	484,0	480,0	480,0	450,0	360,0	-6,3	-20,0
Portugal	39,4	41,5	43,4	41,1	26,1	-5,3	-36,5
Slovenia	139,7	195,1	106,5	130,5	59,3	22,5	-54,6
Spain	379,9	365,7	357,6	362,6	283,1	1,4	-21,9
Sweden	159,6	159,4	161,7	154,9	126,0	-4,2	-18,7
Switzerland	35,4	36,5	36,7	9,3	8,4	-74,7	-9,8
Turkey	650,0	720,0	603,0	614,3	617,3	1,9	0,5
United Kingdom	125,8	138,0	144,9	144,5	128,4	-0,3	-11,1
Total CAEF	5.778,7	6.200,5	6.132,6	5.640,0	4.420,7	-8,0	-21,1

a) estimation

Figura 24: Produção em 1000 toneladas de Fundições de ferro na Europa (Castro et al., 2018; Gráfico de The European Foundry Association, 2021).

Country	2016	2017	2018	2019	2020	2019 / 18 in %	2020 / 19 in %
Austria							
Belgium							
Bulgaria							
Croatia							
Czech Rep.							
Denmark							
Finland	22,6	23,8	18,5	12,9	11,9	-30,4	-7,5
France	450,8	432,4	409,4	429,2	371,2	4,8	-13,5
Germany a)	1.450,5	1.551,4	1.589,0	1.455,2	978,2	-8,4	-32,8
Hungary	51,7	55,9			64,9		
Italy							
Norway	16,8	14,8	16,1	16,1		0,0	
Poland	297,0	295,9	295,0		237,0		
Portugal	115,7	132,5	133,3	124,3	94,6	-6,8	-23,9
Slovenia							
Spain a)	631,7	655,2	696,4	693,0	569,6	-0,5	-17,8
Sweden	46,9						
Switzerland							
Turkey	680,0	833,5	875,8	936,8	862,0	7,0	-8,0
United Kingdom							
Total CAEF	3.763,8	3.995,5	4.033,5	4.382,1	3.189,5	8,6	-28,4

a) Incl. malleable Iron castings

Figura 25: Produção em 1000 toneladas de Fundições de ferro na Europa para exportação (Gráfico de The European Foundry Association, 2021).

Country	2016	2017	2018	2019	2020	2019 / 18 in %	2020 / 19 in %
Austria							
Belgium							
Bulgaria							
Croatia							
Czech Rep.							
Denmark							
Finland	28,7	35,4	37,7	34,4	31,9	-9,0	-7,1
France							
Germany a,b)	5.541,2	6.048,9	6.348,4	5.721,0	4.519,9	-9,9	-21,0
Hungary							
Italy							
Norway	10,2	10,3	11,0	11,0		0,0	
Poland					816,0		
Portugal	57,6	66,3	73,6	68,1	50,7	-7,5	-25,6
Slovenia					108,9		
Spain b)	1.539,0	1.583,0	1.622,0	1.537,0	1.338,0	-5,2	-12,9
Sweden							
Switzerland							
Turkey	675,0	745,2	607,3	626,0	765,6	3,1	22,3
United Kingdom							
Total CAEF							

a) Incl. nodular and malleable iron castings b) foundries >50 empl., turnover

Figura 26: Produção em valor em milhões na Europa em Fundição de ferro (Associação Portuguesa da Fundição, N/A; Gráfico de The European Foundry Association, 2021).

Country	2016	2017	2018	2019	2020	2019 / 18 in %	2020 / 19 in %
Austria							
Belgium	570						
Bulgaria							
Croatia	2.125						
Czech Rep.	7.000						
Denmark	914	1.095		1.047			
Finland	768	741	800	724	645	-9,5	-10,9
France	10.370						
Germany a)	35.170	35.006	35.398	34.096	29.496	-3,7	-13,5
Hungary					3.450		
Italy	6.984	6.869	6.990	6.736	7.119	-3,6	5,7
Norway	743	640					
Poland	12.500	12.500	12.500	12.500	8.010	0,0	-35,9
Portugal	1.762	1.815	1.848	2.064	1.684	11,7	-18,4
Slovenia				1.110	1.066		-4,0
Spain	8.585	8.752	8.600	8.800	8.182	2,3	-7,0
Sweden	3.477						
Switzerland	984		951	910	910	-4,3	0,0
Turkey	13.520	14.000	13.600	13.600	13.875	0,0	2,0
United Kingdom							
Total CAEF	105.472	81.418	80.687	81.587	74.437	1,1	-7,6

a) foundries >50 employees, end of the year

Figura 27: Número de trabalhadores na indústria da fundição de ferro (incluindo ferro nodular e maleável) na Europa (Gráfico de The European Foundry Association, 2021).

	2019	2019	2020	2020	2020/2019
Ferrous	140 418 t	71.3%	106 338 t	67.9%	-24.3%
Non Ferrous	56 527 t	28.7%	50 334 t	32.1%	-11.0%
TOTAL	196 945 t	100%	156 672 t	100%	-20.4%

Figura 28: Peso e percentagem de distribuição de materiais ferrosos e não ferrosos nas fundições em Portugal (Gráfico de The European Foundry Association, 2021).

	2019	2019	2020	2020	2020/2019
Iron Castings	41 062 t	29.2%	26 093 t	24.5%	-36.5%
Nodular Iron	94 419 t	67.2%	76 119 t	71.6%	-19.4%
Steel	4 937 t	3.5%	4 126 t	3.9%	-16.4%
TOTAL	140 418 t	100%	106 338 t	100%	-24.3%

sociation, 2021)

Figura 29: Na fundição de ferro em Portugal, quais os pesos e percentagens atribuídas a cada especificidade de ferro (Gráfico de The European Foundry Association, 2021)

dados a que tivemos acesso foram os facultados na página de internet da associação e na página de internet da Associação de Fundição Europeia (The European Foundry Association - CAEF). Esta associação (APF) foi criada em 1964 para representar as fundições que mais se destacam em território nacional, fundições estas que representam 90% da totalidade de fundidos produzidos em Portugal (Associação Portuguesa de Fundição, N/A). Os fundidos não são apenas em materiais ferrosos (ferros e aços), estando distribuídos por vários materiais não ferrosos como o zinco, o cobre, e o alumínio.

Em 2020, a indústria portuguesa de fundição produziu cerca de 156 mil toneladas, das quais 106 mil toneladas foram de material ferroso e cerca de 50 mil toneladas de material não ferroso. O ano de 2020 foi um ano atípico para a economia e produção devido à pandemia de Covid 19, pelo que se apresentam valores relativos a anos anteriores para um contexto anterior à pandemia.

A venda de produtos da fundição de metais ferrosos tendo vindo a decrescer em Portugal nos últimos 4 anos, ainda assim, em 2020, atingiu o valor de 211 milhões de euros, relativamente às empresas inscritas na AFP, sendo que representam 90% do volume produzido em Portugal.

É de notar que em termos de peças produzidas, em peso, as peças em materiais ferrosos tiveram um decréscimo maior em comparação com outros materiais, em 2020.

A produção de peças do sector da fundição, não especificando os materiais, distribui-se da seguinte forma: 65% para a construção de veículos, 15% para construção civil e equipamentos domésticos, 6% na construção de máquinas, 5% em válvulas, e outros acessórios, para saneamento básico, 4% em outros, 3% em componentes elétricos e 2%



Figura 30: Logotipo atual da AAPICO. Empresa que possui duas fundições de ferro, uma localizada na Maia e outra em Águeda (imagem de AAPICO, N/A).



Figura 31: Logotipo atual da ARSOPI (imagem de ARSOPI, N/A).



Figura 32: Logotipo atual da CIF (imagem de CIF, N/A)



Figura 33: Logotipo atual da Cruz Martins & Wahl (imagem de Wahl, N/A).



Figura 34: Logotipo atual da Duritcast (Imagem de Duritcast, N/A)



Figura 35: Logotipo atual da Fábrica Visão (Imagem de Visão, N/A)

em construção ferroviária, naval e aeronáutica.

É importante salientar que no documento “Contributos para um Plano Estratégico para a Indústria Portuguesa da Fundição” os autores dão ênfase à necessidade que esta indústria precisar de ser valorizada pelo seu legado histórico. A sua posição atual, apresenta alguns desafios com o reconhecimento de algumas fragilidades como a formação de pessoas para esta área específica, como fundidores. Se por um lado há desafios e fragilidades, por outro, há um legado de património e uma honra nesta indústria, tem de se encontrar esse equilíbrio sustentável (Castro et al., 2018).

A APF destaca 14 fundições ferrosas das 23 existentes em território nacional que são suas associadas e representam 90% da produção nacional:

- **AAPICO MAIA & ÁGUEDA** – É produtora de componentes para a indústria automóvel em vários materiais como o ferro e o alumínio. Pertence a um grande grupo de empresas internacional. O polo da Maia foi criado em 1998 e o de Águeda em 2017. – Localização na Maia e Águeda (AAPICO, N/A).

- **ARSOPI** – É uma empresa que concebe, produz, através de vários processos diferentes incluindo fundição, e monta equipamentos em aço inoxidável, aço carbono, aço clad, aço duplex, titânio e alumínio, que se destinam às áreas de lacticínios, vinhos e outras bebidas, química e petroquímica e offshore. A produção da fundição centra-se em peças técnicas industriais. A primeira empresa do grupo foi fundada em 1942 e indica que na área de fundição tem cerca de 30 anos de experiência. – Localização: Vale de Cambra (ARSOPI, N/A).

- **CIF- COMPANHIA INDUSTRIAL DE FUNDIÇÃO** – É uma empresa, com registos históricos de 1895, que se dedica exclusivamente à fundição de ferro para produzir produtos na área e peças industriais, mercado doméstico e mobiliário urbano. – Localização: Foz do Sousa (CIF - COMPANHIA INDUSTRIAL DE FUNDIÇÃO, N/A).

- **CRUZ MARTINS & WAHL, LDA** – Cruz Martins & Wahl, (CMW Foundries) é um grupo português de fundições, fundado em 1981. Especializou-se em produzir peças técnicas resistentes ao desgaste em ferros brancos, aços de carbono, aços inoxidável e refratário e ainda ligas de base níquel. – Localização: Lousado (Wahl, N/A).

- **DURITCAST S. A.** – A empresa foi criada em 2008, resultando da fusão da Fusag e da Alba, herdando desta última quase 100 anos de experiência em fundição. Desde 2008 que está integrada no grupo internacional DURIT, especialista em metal duro e ferramentas de desgaste, com centros de produção na Europa e na América do Sul. – Localização: Lousado (Duritcast, N/A).

- **FÁBRICA VISÃO, LDA** – A empresa criada em 1942 produz peças em ferro fundido dúctil (cinzento e nodular) com qualidade controlada a cada fusão, focando-se na área de negócio de peças técnicas para as indústrias naval, ferroviária, agrícola, elevadores, saneamento, entre outras. – Localização: Rio Meão (Fábrica Visão, N/A).

- **FELINO - FUNDIÇÃO E CONSTRUÇÕES MECANICAS, S.A.** – A empresa foi criada em 1936 com o nome de Ferreira, Lino & Irmão. Intitula-se como uma das maiores e das mais prestigiadas empresas da Península Ibérica, nos sectores de equipamentos de panificação e da subcontratação, disponibilizando máquinas e instalações completas de padaria e pastelaria bem como serviços de subcontratação no sector metalúrgico e metalomecânico. Tem fundição de ferro e de alumínio. – Localização: Sobrado. (Felino, N/A).

- **FERESPE – FUNDIÇÃO DE FERRO E AÇO, LDA** – A empresa foi fundada em 1981, e atualmente a fundição é feita com diversos materiais como o ferro de alta liga, aço inoxidável duplex, super duplex e super austenítico, aço de média e



Figura 36: Logotipo atual da Fundação Felino (Imagem de Felino, N/A).

FERESPE

Figura 37: Logotipo atual da Ferespe (Imagem de Ferespe, N/A).



Figura 38: Logotipo atual da Fucoli-Somepal (Imagem de Fucoli, N/A).



Figura 39: Logotipo atual da Fundação do alto da Lixa (Imagem de Fundação do Alto da Lixa, N/A)



FUNDIÇÃO PENEDO BEIRA

Figura 40: Logotipo atual da Fundação Penedo Beira (Imagem de Fundação Penedo da Beira, N/A).



Figura 41: Logotipo atual da Funfrap (Imagem de FUNFRAP, N/A)



Figura 42: Logotipo atual da Olimar (Imagem de Olimar, N/A)



Figura 43: Logotipo atual da Zollern (Imagem de Zollern, N/A).

baixa liga. Usa processos em areia e em cera perdida. As peças que produz são focadas em peças industriais para os sectores da energia, petróleo e gás, refinaria e petroquímica, ferroviária, naval, pasta de papel, mineira e extrativa, e águas.

– Localização: Vila Nova de Famalicão (Ferespe, N/A).

- **FUCOLI-SOMEPAI – FUNDIÇÃO DE FERRO, S.A.** - A empresa foi fundada em 1946, e atualmente faz a fabricação total em ferro nodular. Os seus produtos são em ferro fundido para redes de águas potável e residual, gás, telecomunicações e combate a incêndio. – Localização: Coimbra (Fucoli, N/A).

- **FUNDIÇÃO DO ALTO DA LIXA, S.A.** – Apresenta-se como uma empresa com mais de 25 anos de experiência em fundição. Trabalha com vários materiais, diversos aços, aços inoxidáveis e ferros. As peças produzidas são peças técnicas que servem várias indústrias como a ferroviária, nuclear, naval e offshore, petroquímica, minas e pedreiras, automóvel, siderurgia e construção civil. Localização: Telões (Fundição do Alto da Lixa, N/A).

- **FUNDIÇÃO PENEDO BEIRA, LDA** – A empresa apresenta-se com mais de 40 anos de experiência e trabalha com diversos materiais como aço, ferro, bronze e alumínio. As peças que produz são peças técnicas fornecidas para os sectores de diferentes indústrias: ferroviária, naval, energética, de transportes e equipamentos mecânicos. Localização: Albergaria-a-velha (Fundição Penedo Beira, N/A).

- **FUNFRAP – FUNDIÇÃO PORTUGUESA, S.A.** – A empresa foi fundada em 1938 no Brasil, não se conseguiu averiguar quando terá sido fundada a sucursal de Cacia em Portugal. Produz peças estruturais em ferro fundido com elevada complexidade geométrica e metalúrgica. As peças destinam-se a sectores de diferentes indústrias: automóvel, agrícola, construção, minas e energia. Localização: Cacia (FUNFRAP – Fundação Portuguesa, N/A).

- **OLIMAR** – Fundada em 1946, produz peças técnicas em fundição de ferro fundido, bronze e alumínio, para as seguintes situações: redutores, máquinas para indústria da pedra natural, equipamento para reciclagem, guinchos, máquinas de produção de pellets e mobiliário urbano. Localização: Alcanena (Olimar, N/A).

- **ZOLLERN & COMANDITA** – Empresa alemã que remonta a 1708 na indústria de trabalhar os metais, a sucursal em Portugal abriu em 1991. Este grupo trabalha com vários metais e ligas e vários processos, sendo um deles a fundição. Oferece uma vasta gama de produtos para várias áreas de atuação como a indústria naval e offshore, indústria de construção, aviação, médica, moldes, entre outras. Localização: Maia (Zollern, N/A).

O investimento global no sector das fundições de materiais ferrosos em 2020 foi de 9,6 milhões de euros, quase todo suportado pelas próprias fundições de ferro. Em 2021 planeava-se investir cerca de 11,1 milhões de euros (The European Foundry Association, 2021).

Os objetivos do sector na atualidade passam por tornar o processo mais sustentável a nível energético sendo que depende da eletricidade e do gás para gerar o fogo para fundir os materiais, e esses custos não têm controlo, assim como a oscilação dos custos dos materiais.

O valor dos materiais ferrosos nos primeiros 4 meses do ano de 2020 desceu 10%, comparativamente aos preços no início do mesmo ano. Contudo, os preços recuperaram e subiram bastante até ao final desse ano.

A eletricidade também teve um decréscimo em 2020, contudo em 2021 os preços subiram de uma forma exponencial. O mesmo aconteceu com o valor do gás natural.

2.3 Legislação ambiental

Emissões Industriais

“O documento de referência em vigor para o setor foi adotado

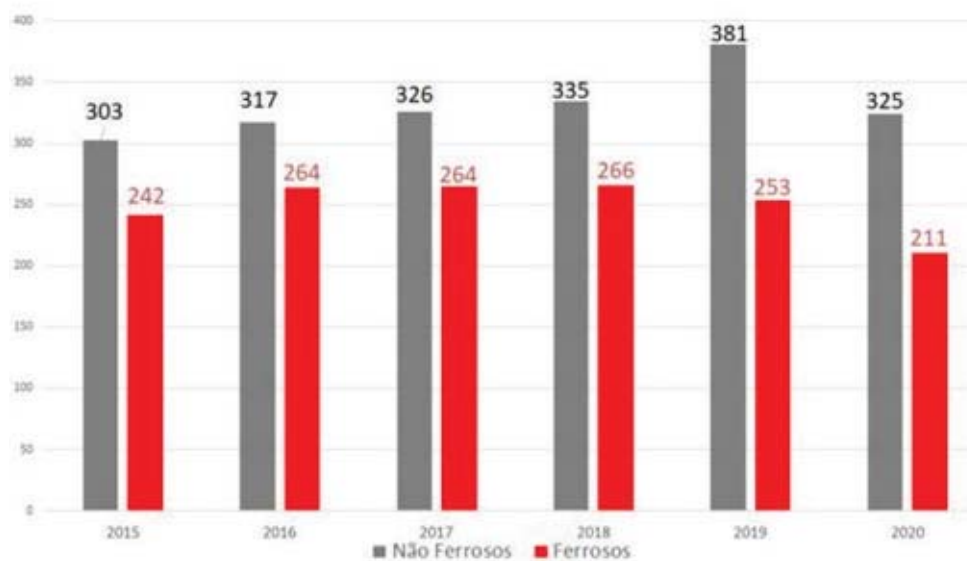


Figura 44: Vendas em milhões de euros no sector da fundição em Portugal (Gráfico de Associação Portuguesa da Fundição, N/A)

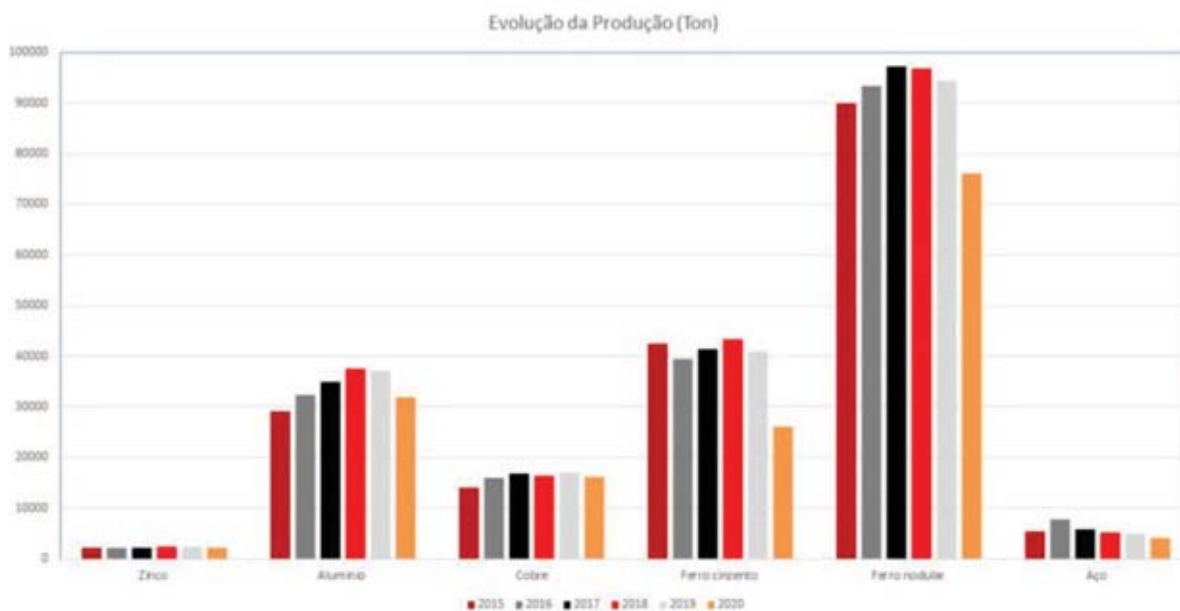


Figura 45: Evolução da Produção em toneladas no sector de fundição em Portugal (Gráfico de Associação Portuguesa da Fundição, N/A)

pela Comissão Europeia em 2005 e ficou conhecido como Best Available Reference for Smitheries and Foundries” (Castro et al., 2018).

Neste momento está a ser efetuada a revisão de Best Available Techniques Reference Documents (BREF) cujo rascunho pode ser consultado online na página da Comissão Europeia. A revisão deste documento consiste na revisão das atividades cobertas pelas Diretivas das Emissões Industriais (DEI).

Por sua vez a DEI foi transposta para a legislação nacional pelo Decreto-Lei n.º 127/2013, de 30 de agosto que estabelece o Regime de Emissões Industriais (REI).

A DEI visa garantir um nível de proteção da saúde humana e do ambiente, através de técnicas que permitam um melhor controlo do consumo eficiente de matérias-primas e energia, utilização e otimização de substâncias químicas, substituição das mesmas quando são nocivas, maximização da recuperação e reciclagem de resíduos e minimização de emissões (atmosféricas, resíduos sólidos, efluentes líquidos e ruído) (Castro et al., 2018).

O Programa Nacional para as Alterações Climáticas 2020/2030 (PNAC) tem como objetivo reduzir as emissões nacionais de gases com efeito de estufa (GEE), em 30% até 2030, tendo como referência o valor de 2005 (Castro et al., 2018). Para o sector onde se enquadra a indústria da fundição, a meta é de 35%.

As medidas para esse objetivo passam por:

- Reduzir o consumo de energia;
- Aumentar a eficiência energética;
- Aumentar o consumo de gás natural; (Talvez esta medida não faça sentido no contexto atual, após invasão da Rússia à Ucrânia).
- Aumentar o consumo de energias renováveis.

Economia Circular

A economia circular é um conceito estratégico que assenta na redução, reutilização, recuperação e reciclagem de materiais e energia. Substituindo o conceito de fim-de-vida da economia

linear, por novos fluxos circulares de reutilização, restauração e renovação, num processo integrado, a economia circular é vista como um elemento chave para promover a dissociação entre o crescimento económico e o aumento do consumo de recursos, relação até aqui vista como inexorável (Eco.nomia, N/A).

Segundo os Autores do “Contributo do Plano Estratégico para a Indústria Portuguesa da Fundação”, esta indústria pode intitular-se como uma indústria que pratica a economia circular, ainda antes de o conceito e terminologia terem surgido.

“A recuperação e a reutilização estão-lhe no cerne, constituindo-a numa referência” (Castro et al., 2018).

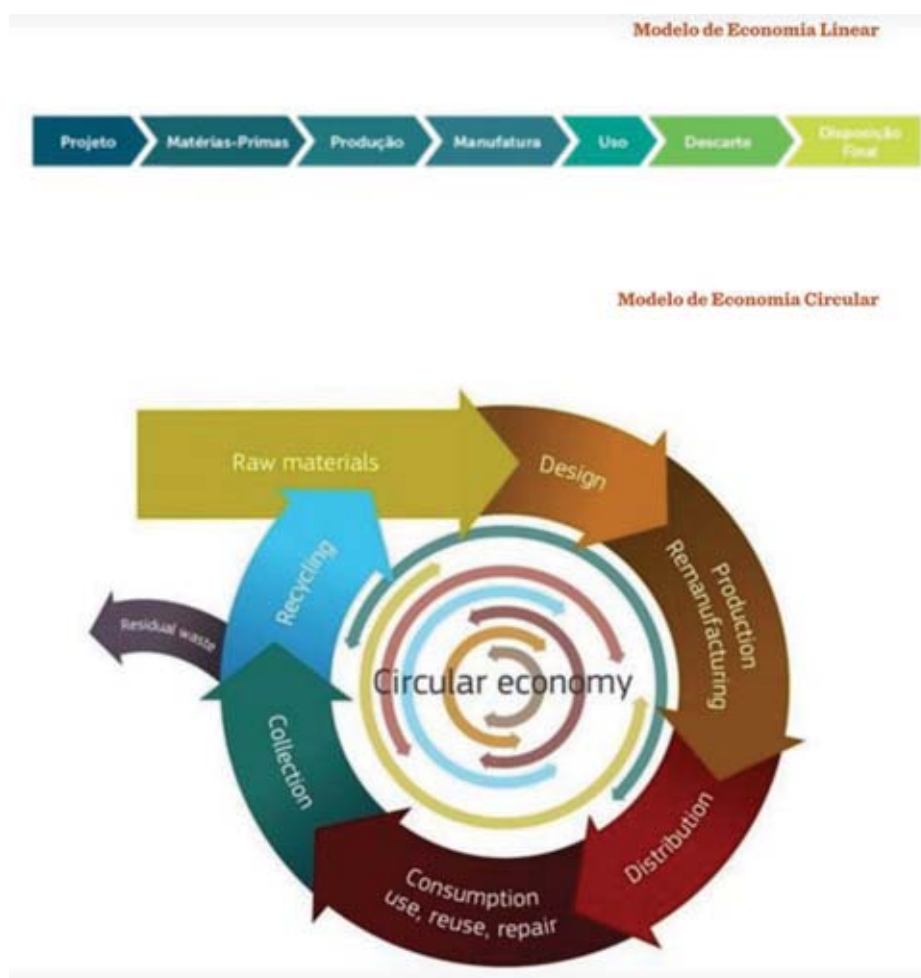


Figura 46: Esquema explicativo de qual o processo da economia circular (Imagem de Eco.nomia,N/A).

Areias

A areia verde que é a areia que se utiliza na caixa de moldação é praticamente toda reutilizada, contudo após algumas reutilizações é necessário descartar alguma areia e introduzir areia nova. Esta indústria já tem sinergias com outras empresas para o descarte das areias, sendo estas areias incorporadas em materiais para produção de cimento, tijolos, blocos de construção e betões asfálticos, pavimentos de ruas e no encerramento de minas e aterros sanitários (Castro et al., 2018).

Quanto à areia utilizada nos machos como tem aglutinantes, precisa de ser tratada termicamente para retirar os tais aglutinantes e impurezas orgânicas antes da sua reciclagem (Castro et al., 2018).

O material areia é extraído em Portugal pois tem as características necessárias para o processo, sendo que se evita uma pegada ambiental em termos de emissões geradas pelo transporte.

Ferro

Conforme anteriormente descrito na secção “Enquadramento”, o ferro pode ter origem em várias fontes, sendo uma delas a reciclagem do ferro existente no mercado (sucata, por exemplo). Os metais são dos poucos materiais em os reciclados têm propriedades iguais às do metal de origem virgem (minério), permitindo a poupança de energia na extração do minério e o consumo do o material que seria desperdício e ocuparia espaço no planeta.

No processo existe uma reutilização do metal, sem sair das próprias instalações, as rebarbas e gitos, após a fundição e acabamento da peça, são reaproveitados para entrar novamente na matéria-prima que irá encher outra caixa de molde dando origem a uma nova peça, não precisando de ir para nenhum outro local para reutilização.

Foi possível constatar numa visita ao centro de Triagem da Lipor na Maia, em 2018, como é feita de uma maneira fácil e eficiente a separação do ferro dos restantes metais, através

da utilização de ímanes. Essa sucata é às vezes é prensada e vendida, para ser novamente fundida.

Escória

É reprocessada para recuperação de algum material metálico que possa ter e depois pode ser reutilizada para cimento, blocos, construção de estradas e lastro para linhas de caminhos-de-ferro (Castro et al., 2018).

Os resíduos de uma indústria podem tornar-se matéria-prima de outras, quando se fala de resíduos pode ser água. O foco está em encontrar as sinergias entre empresas, pois uma pode não ter o sistema correto de reciclagem ou de tratamento dos resíduos e, outra pode tê-lo, criando um circuito entre as duas, beneficiando ambas numa situação sustentável (financeira, ambiental e social). Deste modo, os resíduos deixam de ser um “problema” para passarem a ter um valor acrescentado e um encaminhamento adequado.

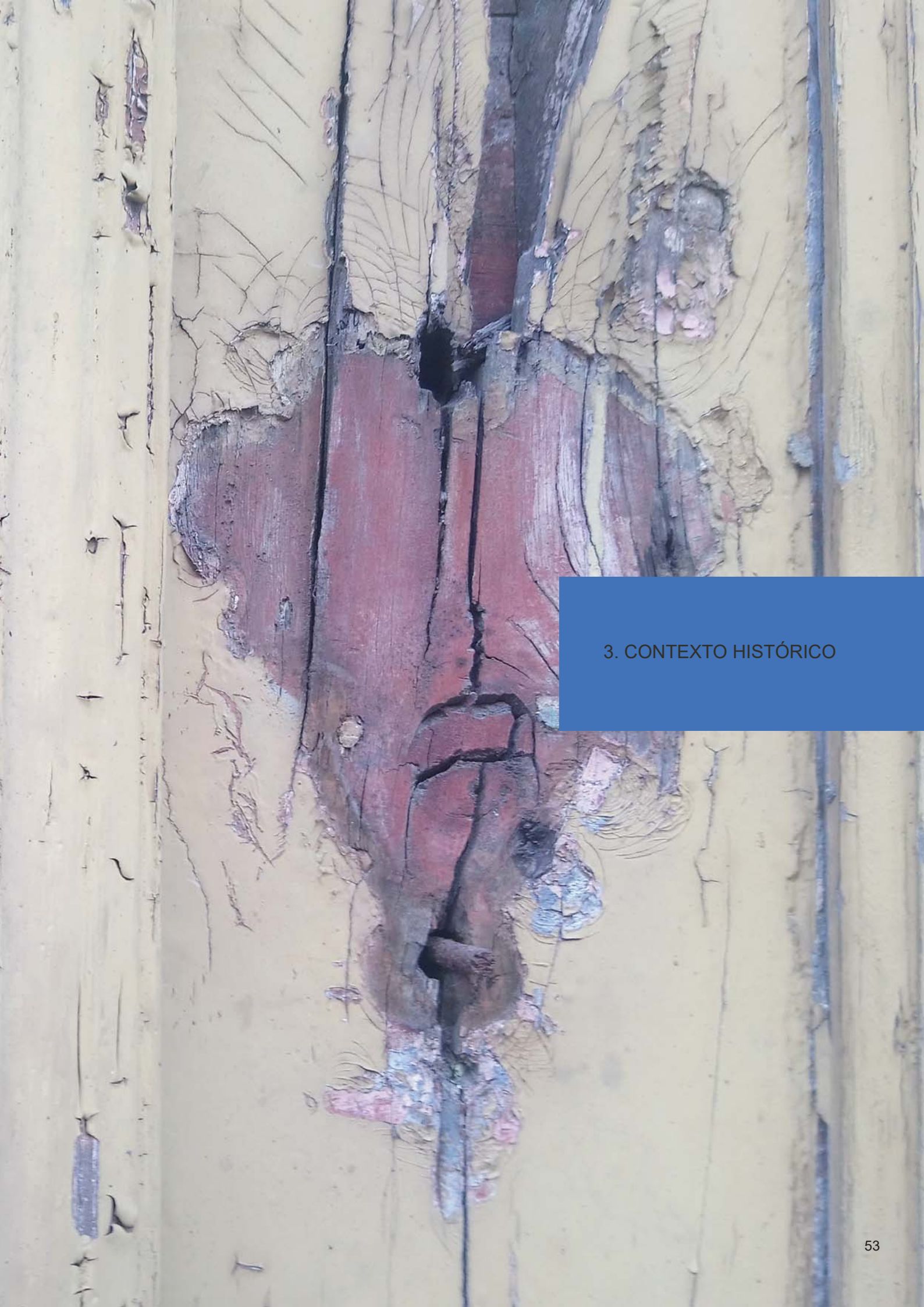
Ainda assim, é sempre possível melhorar, fazendo algum investimento, seja financeiro seja de tempo ou de recursos humanos alocados à análise e gestão com o objetivo de reduzir os impactes ambientais negativos.



Figura 47: Diretiva de Emissões Industriais e revisão Best Available Techniques Reference Documents (BREFS) (Imagem de Castro et al., 2018)



Figura 48: Batente em porta na cidade do Porto. Fotografia tirada em 16/09/2018 (imagem do autor).

The background of the page is a close-up photograph of a weathered wooden plank. The surface is covered in a layer of light-colored, cracked paint that is peeling away in several places, revealing a vibrant red undercoat. The wood grain is visible through the paint and in the exposed areas. A solid blue rectangular box is positioned on the right side of the page, containing the section title.

3. CONTEXTO HISTÓRICO



Figura 49: Pormenor de acessório de lareira exposto na colecção permanente do museu Victoria & Albert em Londres (imagem de Maria B. Néo).



Figura 50: Banco de jardim exposto na colecção permanente do museu Victoria & Albert em Londres (imagem de Maria B. Néo).

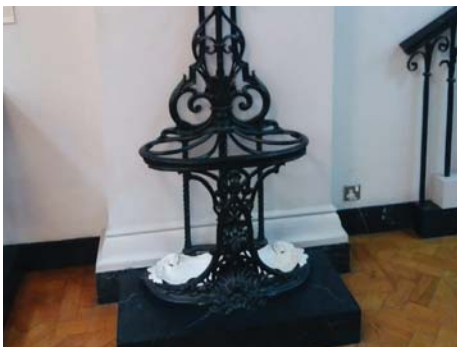


Figura 51: Acessório de lareira exposto na colecção permanente do museu Victoria & Albert em Londres (imagem de Maria B. Néo).



Figura 52: Pormenor de estatuária de chafariz em Berlim, Alemanha (imagem do autor).

3.1 Contexto histórico da tecnologia na Europa/Porto

Desde as épocas pré-históricas que o Homem utiliza o método de fabrico por fundição/fusão, primeiramente com o material bronze criando artefactos como armas, utensílios de uso corrente e arte como a estatuária (Cardoso, 1976a).

Apesar da extração direta do ferro ser tão antiga como a fusão do bronze, a preparação do ferro é mais recente, remontando ao século XIV.

Inicialmente no Reino Unido, as fundições localizavam-se perto de minas de ferro e de florestas por causa da madeira para o carvão. Até 1750, era um processo lento e feito a partir do carvão. A partir dessa altura iniciou-se uma rápida evolução no processo, utilizando-se a hulha (carvão mineral) e o coque (carvão betuminoso), o que conduziu ao crescente interesse por parte dos engenheiros e dos inventores de peças. A invenção da máquina a vapor exponenciou a produção ao ser usada para o forno e melhorando o coque como combustível.

Outros fatores paralelos de evolução, como as estradas, tornaram o processo da fundição de ferro mais acessível, pois o transporte do carvão e do ferro (matéria-prima) ficou significativamente mais fácil e barato. Com esta acessibilidade, a indústria concentrou-se em polos industriais em vez de estar dispersa em função da localização das minas e das florestas.

Como indica Neil Cossons, o primeiro diretor do Ironbridge Gorge Museum Trust, no prefácio do livro *Antique Iron*, foi com a primeira revolução industrial, cujo início data de cerca de 1760 que esta tecnologia e outras se desenvolveram de modo a que passou a estar acessível, para além dos industriais, a artistas e designers. Como consequência, diversos locais no Reino Unido tiveram uma nova identidade devido à tecnologia, como Bath e Cheltenham. Foi com grande entusiasmo que esta tecnologia e empreendedorismo foram recebidos pela Inglaterra Georgiana e Vitoriana. (Owen, 1977).

No Reino Unido, a meio do século XIX, a empresa “The Dale Company” empregava cerca de 3000-4000 homens e rapazes das terras de Coalbrookdale e Horsehay. Todas as semanas saíam peças cujo peso total era próximo de 2000 toneladas.

Era, também, a empresa que maiores peças conseguia fazer. Há ainda que salientar que algumas das peças em ferro forjado continuaram a coexistir com as peças de ferro fundido, contudo à medida que a tecnologia da fundição foi florescendo, algumas peças em ferro forjado passaram a ser realizadas em ferro fundido, pois pensou-se que sairiam mais baratas por requererem menos mão-de-obra por peça e por ser mais rápida a sua produção, apresentando ainda a vantagem de todas serem iguais por serem feitas em moldes. Note-se que a tecnologia do ferro forjado era a tecnologia utilizada e considerada medieval e que consistia em trabalhar o metal em folha através de corte e forja.

Esta tecnologia tornou o ornamento acessível às massas, o que antes era apenas acessível às classes mais elevadas (Gay, 1985). Himmelheber indica que o entusiasmo foi tanto que se começou a fazer tudo em fundição de ferro, dificultando a tarefa dos historiadores em datar os artefactos e a creditar os autores das peças feitas em fundição de ferro (Himmelheber, 1996).

A certa altura, muitas peças começaram a ser estampadas com símbolos, siglas ou palavras para marcar a origem do seu produtor e data de produção. No início de algumas tipologias não havia essa necessidade, contudo quando a concorrência começou a ser maior, era importante para os produtores ter a sua “assinatura”, o que torna atualmente mais fácil a ligação à empresa e ao período histórico (Owen, 1977). No Reino Unido foi usado um esquema de marcação (ver fig. 57 e 58) entre 1868 e 1883. Desconhece-se as razões por que descontinuaram a marcação.

Um outro método de registo eram os catálogos das várias empresas e os seus estilos permitem, de algum modo, construir uma linha cronológica de aparência. O aparecimento do primeiro catálogo da empresa Kenrick foi em 1840. Há que salientar que não se podem datar as peças pelo edifício onde estavam colocadas, pois as peças podiam ser levadas pelos seus proprietários quando havia mudança de habitação ou podiam ser removidas para serem substituídas por outra peça de um estilo mais moderno.

Os produtores em vez de registarem os desenhos, inspiravam-



Figura 53: Pormenor de estatuária de chafariz em Berlim, Alemanha (imagem do autor).



Figura 54: Pormenor de pega para tirar água do chafariz em Berlim, Alemanha (imagem do autor)



Figura 55: Contentores em fundição de ferro presente numa exposição na Japan house em Londres em Outubro de 2018 (imagem de Maria B. Néo).



Figura 56: Acessório de lareira exposto na colecção permanente do museu Victoria & Albert em Londres (imagem de Maria B. Néo).



Figura 57: Exemplo de marcação por parte da fundição para reivindicar autoria da produção (imagem de Georg Himmelheber em Himmelheber, 1996).



Figura 58: Outro exemplo de marcação por parte da fundição para reivindicar autoria da produção (imagem de Georg Himmelheber em Himmelheber, 1996).



Figura 59: Varandim com corrimão em Londres realizado em fundição de ferro (secção de imagem de John Gay em Gay, 1985).



Figura 60: Pormenor do varandim em Londres em fundição de ferro (secção de imagem de John Gay em Gay, 1985).

se e copiavam-se, aparecendo nos vários catálogos da época peças muito parecidas de empresas diferentes. Algumas empresas competiam pelo preço, outras pelo nome da empresa, da marca. Por exemplo, no Reino Unido, uma pequena empresa chamada W. P. Edmunds tinha peças idênticas a outra empresa chamada Kenrick (mencionada no subcapítulo das aldravas como dos primeiros registos da tipologia). A Edmunds vendia quase a preço de produção enquanto a Kenrick tinha um preço mais elevado valendo-se do seu posicionamento no mercado.

A título de exemplo, Kenrick, em 1840, tinha uma aldrava ao preço de 5 p na sua versão mais económica e, em 1877, a empresa Edmunds oferecia uma dúzia do mesmo produto a 50 p (Owen, 1977).

Devido ao modo como era utilizada a plasticidade do material, o material e a tecnologia foram fortemente criticados pelo arquiteto Sir Christopher Wren responsável pela Catedral de St. Paul, quando os gradeamentos da catedral foram feitos na fundição de ferro. Em meados do século XIX, a fundição de ferro foi novamente veementemente condenada pelos neogóticos por ser apenas fundição de ferro. Eles guiavam-se pela obra de Ruskin “As sete lâmpadas da arquitetura” que condena a tecnologia por ter mimetizado a decoração real, considerando-a vulgar e barata. “O ferro fundido, seja ornamental ou construtivo, foi irremediavelmente associado à indústria, à produção em massa, ao gosto popular, a tudo o que o reavivamento gótico e os seus sucessores artísticos e artesanais enfrentavam” (Gay, 1985)¹.

Gay defende o material como um material tão essencial na arquitetura da civilização que o tomamos por garantido. Acrescenta que é um material tão útil, variado e decorativo nos últimos dois séculos da arquitetura (Gay, 1985).

É interessante refletir sobre a indicação de Himmelheber, quando este relata que já no início desta tecnologia se fazia o ciclo da economia circular, ao derreter peças que eram consideradas “fora de tendência” e aproveitada a totalidade da matéria-prima para a produção de novas peças, em vez de manter as peças originais em que já não havia interesse estético (Himmelheber, 1996).

¹ Optou-se por introduzir uma tradução livre da citação para português.

Apesar de esta tecnologia ter sido pioneira em Inglaterra, pouco tempo depois começou a florescer em França através do aparecimento de artefactos em ferro fundido. Barradas destaca como uma das causas o projeto de Haussmann para Paris que consistia no aperfeiçoamento das primeiras propostas da cidade oitocentista, e com ele o aparecimento do mobiliário urbano para usufruto de espaços públicos, em que sucintamente era o projeto de transformar as cidades medievais em cidades modernas (Barradas, 2015).

Também em França, o ferro começou a substituir muitos materiais e a ser o material mais usado em arquitetura. Há que salientar que o arquiteto Jacques Hittorff projetou a nova “Place de la Concorde” (1833-1846) com vários artefactos de ferro fundido, como fontes escultóricas, candeeiros, colunas rostrais e estátuas. Barradas afirma que “estes novos elementos de cariz decorativo urbano representavam o advento do novo paradigma urbano” (Barradas, 2105).

É importante evidenciar um conceito que emerge da utilização de sucesso e da capacidade de maleabilidade do material que é o desenvolvimento industrial da Fonte d’Art. Esta indústria passou a estar fortemente ligada ao conceito de arte, o que levou à constante reprodução de réplicas de elementos escultóricos, monumentos, estátuas, fontes, decoração de fachadas de edifícios, portões e gradeamentos, pilaretes, candeeiros, bancos, quiosques e urinóis, entre outros (Barradas, 2015).

Em 1856 é da responsabilidade do arquiteto Gabriel Davioud a conceção e a realização de várias tipologias de mobiliário urbano em Paris, para ornamentar os espaços públicos como são divulgados os desenhos no livro *Les Promenades de Paris* (Barradas, 2015, citado de Carmona, 1985).

Relativamente a Portugal, por diversas razões de instabilidade política, a industrialização em Portugal dá-se mais tarde que nos outros polos da Europa como Inglaterra e França.

Ainda em 1849, na exposição da Indústria, demonstrou-se a necessidade do desenvolvimento das “artes metalúrgicas” ser independente das fundições inglesas que pareciam dominar o mercado e defendia-se ainda a utilização desta tecnologia



Figura 61: Varanda em fundição de ferro em Clifton, Bristol (secção de imagem de John Gay em Gay, 1985).



Figura 62: Estrutura arquitetónica em ferro fundido no Museu da Universidade de Oxford (secção de imagem de John Gay em Gay, 1985).



Figura 63: Capitel de coluna em ferro fundido na estação de comboios de Great Malvern (secção de imagem de John Gay em Gay, 1985).



Figura 64: Banco de jardim em fundição de ferro com inspiração floral nas laterais (imagem em Himmelheber, 1996).

**MARCOS
DE DESENVOLVIMENTO
DE TECNOLOGIA**

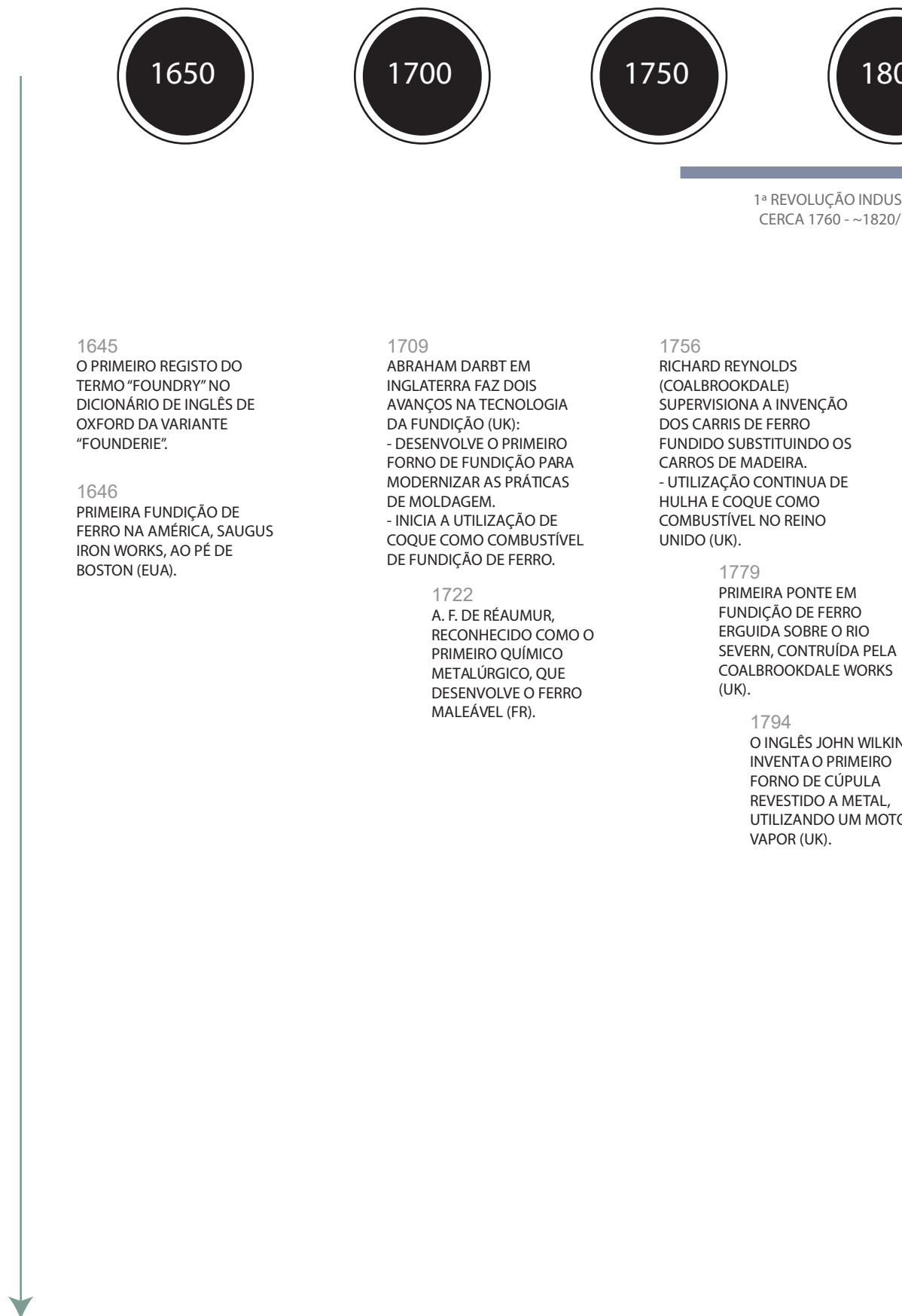


Figura 65: Linha de tempo com os principais marcos desenvolvimentos da tecnologia e material. Informações tiradas de Kotzin, 2002; Owen, 1977; Gay, 1985.



1800
1840

2ª REVOLUÇÃO INDUSTRIAL
CERCA 1850 - 1945

3ª REVOLUÇÃO INDUSTRIAL
CERCA DE 1945 - 2016

4ª REVOLUÇÃO INDUSTRIAL
CERCA DE 2016

1817
PRIMEIRA LINHA DE ÁGUAS
IMPLEMENTADA NOS USA,
EM FILADÉLFIA, COM
CANALIZAÇÃO EM FERRO
FUNDIDO (EUA).

1830
SETH BOYDEN EM NEWARK,
PRODUZ O PRIMEIRO FERRO
MALEÁVEL AMERICANO
(EUA).

1899
INICIA A PRODUÇÃO
COMERCIAL DO FORNO DE
ARCO ELÉCTRICO
DESENVOLVIDO POR PAUL
HEROULT (FR).

~1940
INJEÇÃO DE FERRO
CINZENTO TORNA-SE
COMUM, POIS OS FERROS
FUNDIDOS DE ALTA
QUALIDADE SUBSTITUEM O
AÇO ESCASSO.

1942
A UTILIZAÇÃO DE AREIAS
SINTÉTICAS AUMENTA
COMO SUBSTITUTO DE
MUITOS MATERIAIS POR
CAUSA DA GUERRA.

1948
O PRIMEIRO TUBO DE FERRO
DÚCTIL DA INDÚSTRIA É
FUNDIDO NA FUNDIÇÃO DE
LYNCHBURG (EUA).

1949
BLOCOS DE QUILHA, PEÇAS
DE MOTOR DIESEL, UM
CILINDRO DE PRESSÃO, UM
CUBO DE 8" E DOIS DE
CILINDRO DE LINHAS
TORNAM-SE AS PRIMEIRAS
PEÇAS FUNDIDAS
COMERCIAIS DE FERRO
FUNDIDO DÚCTIL NA
COOPER-BESSEMER, GROVE.
O DESENVOLVIMENTO DO
FERRO FUNDIDO DE
MAGNÉSIO-FERROSILÍCIO
TORNA O TRATAMENTO DO
FERRO DÚCTIL MUITO MAIS
FÁCIL.

1951
FORD MOTOR CO.
CONVERTE 100% DA SUA
PRODUÇÃO DE CÂMBOTA
EM FERRO DÚCTIL (EUA).

1952
O PROCESSO D É
DESENVOLVIDO PARA FAZER
MOLDES DE CONCHAS COM
AREIA FINA E ÓLEO SECO
RÁPIDO POR HARRY DIETERT
(EUA).

1954
TRABALHANDO DE PERTO
COM GENERAL MOTORS, A
B&P DESENVOLVE UM
MÉTODO DE REVESTIMENTO
DE PARTÍCULAS INDIVIDUAIS
DE AREIA COM LIGANTE DE
RESINA (EUA).

1955
PEOPLE'S GAS OF CHICAGO É
O PRIMEIRO A INSTALAR
CONDUTAS DE GÁS EM
FERRO DÚCTIL.



Figura 66: Mesa em fundição de ferro com inspiração floral (imagem em Himmelheber, 1996).

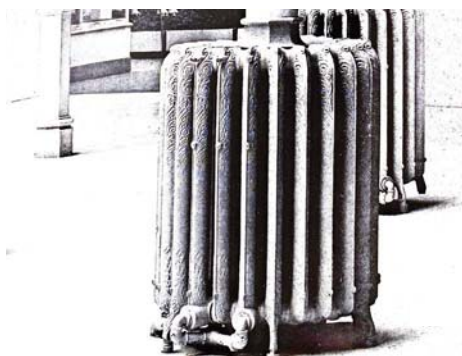


Figura 67: Aquecedor em fundição de ferro no museu Royal Scottish em Edimburgo, colocado em volta de coluna arquitetónica (secção de imagem de John Gay em Gay, 1985).



Figura 68: Cadeira em fundição de ferro com inspiração em flora e fauna (imagem de Stiftung Preussische Schlosser und Garten em Himmelheber, 1996).



Figura 69: Banco/apoia pés em fundição de ferro com uma estética mais industrial e geométrica (imagem em Himmelheber, 1996).

na utilização da arquitetura (Relvas & Braga, 1991).

No catálogo da exposição da indústria via o livro “Coretos de Lisboa 1790-1990” está descrita a importância da fundição de ferro e algumas das vantagens da utilização dos seus produtos: “As construções modernas estão também dependentes das fundições, não só porque o ferro substitue com muita vantagem e economia as madeiras, e muitas vezes a pedra, mas até porque uma grande parte dos ornatos de que carece são hoje moldados em ferro coado. Algumas fundições se têm já estabelecido em Portugal, ainda que em pequena escala (...) estão em via de prosperidade” (Relvas & Braga, 1991).

Queiroz descreve que no século XIX, mais precisamente a partir de 1830, em Portugal a fundição de ferro exponenciou-se, passando a ser um dos ramos industriais mais marcantes da época. A característica do metal é camaleónica sendo elástico, resistente à tração, possibilitando diferentes usos e novos empregos como em pontes e mobiliário urbano (Queiroz, 2005). Políticas protecionistas nacionais instauradas na década de 30 do século XIX contribuíram para o desenvolvimento da indústria. As medidas passaram por regulamentação das atividades industriais e a promulgação da nova pauta alfandegária (1837), que visava a obrigação do pagamento dos direitos de todos os produtos que entrassem nas alfândegas, salientando-se que para as importações inglesas a carga fiscal tinha duplicado. As medidas favoreciam o aparecimento da pequena e média indústria. Em contrapartida, também os materiais como o ferro eram taxados na alfândega, o que dificultava o acesso ao material (Barradas, 2015). Iniciou-se assim uma forte exploração de minas no país.

Não se pode ignorar os liberais exilados em Paris e Londres que traziam grandes novidades relativas ao conhecimento da fundição de ferro destas duas grandes capitais europeias mais desenvolvidas (Queiroz, 2005). Primeiro, com uma série de importação de peças, e depois, através de cópias do que existia no estrangeiro (Barradas, 2015).

Quanto à cidade do Porto, Queiroz relata a existência da Fábrica dos Arcos de Ferro de Crestuma (também conhecida pela

Fábrica da Companhia das Vinhas do Alto Douro ou Fábrica de Verguinha e Arcos de Ferro de Crestuma) nos finais do século XVIII na foz do Rio Uíma, junto ao Douro, cuja atividade principal era a produção de arcos de ferro para as pipas e tonéis (indústria do vinho). Não se cingia, contudo, a estes artefactos mas produzia outros pequenos objetos utilitários e peças para máquinas (Queiroz, 2008). Esta fábrica produzia para negócios e indústria locais ou geograficamente próximos.

A sua localização devia-se à disponibilidade dos recursos como a areia (moldes) e a água (energia hidráulica).

As primeiras fundições no distrito do Porto eram em Crestuma, na margem oposta do rio Douro onde hoje se localiza a Companhia Industrial de Fundição (CIF). Estas companhias estavam ligadas à produção de peças para as indústrias vinícola, agrícola e de fiação (*Barbosa N., comunicação pessoal, Fevereiro 9, 2022*).

O mestre da Fábrica dos Arcos de Ferro de Crestuma foi enviado para a Rússia para estagiar e depois ficar encarregado da produção quando voltasse. A fábrica era dirigida por Manuel José das Neves. Esta fábrica terá sido fundada em 1790 chegando ao ano de 1830, e terá encerrado devido à derrota do cerco do Porto, pois alega-se que a facção Miguelista terá usado a fábrica para produzir armamento (Queiroz, 2008).

Os edifícios e a maquinaria tinham a intenção de ser aproveitados para nova produção, o que não aconteceu. A constituição da “Primeira Associação de Indústria Fabril Portuense” foi o primeiro grande projeto de sociedade anónima industrial surgido no Porto a 27 de Março de 1836 (Queiroz, 2008). A sociedade anónima era uma ideia nova, importada de Londres pelos liberais portuenses que tinham estado exilados. “As sociedades anónimas eram vistas como fundamentais para a criação de grandes indústrias,...” (Queiroz, 2008; Alves, 1996).

A primeira fundição moderna no Porto foi criada por Francisco Inácio Pereira Rubião, liberal que tinha estado exilado em Paris, através da Companhia de Artefactos de Metais em 1837 e existiu até 1852. Esta fundição localizava-se entre a Rua do Breyner e a Rua do Rosário (Queiroz, 2005).

Há que salientar que Francisco Inácio Pereira Rubião, no



Figura 70: Banco com divisórias de lugar em ferro fundido em Hampstead Heath, Londres (secção de imagem de John Gay em Gay, 1985).



Figura 71: Grelha para escoamento de águas em ferro fundido em Igreja Paroquial, Halifax (secção de imagem de John Gay em Gay, 1985).



Figura 72: Postes de iluminação e extremidades dos banco de duas pessoas em ferro fundido em Albert Embankment, Londres (secção de imagem de John Gay em Gay, 1985).



Figura 73: Marco de Correios perto de Monmouth (secção de imagem de John Gay em Gay, 1985).



Figura 74: Marcação de fundição que não conseguimos perceber o que estava marcado, Porto (imagem do autor).



Figura 75: Marcação da Fundição do Bom Sucesso na base de um bebedouro no Jardim Botânico, Porto (imagem do autor).



Figura 76: Outra marcação da Fundição do Bom Sucesso numa boca de incêndio situada nos Clérigos, Porto (imagem do autor).



Figura 77: Marcação da Fundição Ranito numa tampa de saneamento, Porto (imagem do autor).

ano de 1836, surge ligado à encomenda de artefactos de ferro, sendo intermediário entre a Câmara Municipal do Porto e uma empresa francesa (*“Fabrique de Poéles «de faience, Rue des Troisbornes, nº5, au coin de la rue Pierre-Levéé, près du Canal & du boulevard du Temple”²*) fabricante de estufas e salamandras em ferro fundido (Queiroz, 2005). A Câmara do Porto encomendou duas estufas consideradas as primeiras peças com fundição de ferro a chegar ao Porto no período do romantismo. (Queiroz, 2005). Possivelmente com esta encomenda, Francisco Inácio Pereira Rubião percebeu o potencial de ter uma fundição no Porto, em que pouparia nos custos de transporte e evitaria os danos no transporte como, por exemplo, tinha acontecido com a encomenda das estufas.

A fundição da Companhia de Artefactos de Metais teve especial importância, não pelo seu tempo de funcionamento, mas pelo facto de ter editado um catálogo ilustrado que inspirou outras fábricas do Porto a ter essa prática. Francisco Inácio Pereira Rubião deu início a uma das ações que os diretores estavam incumbidos pelos estatutos da Associação de Indústria Fabril Portuense *“fazer vir de paizes estrangeiros os mestres e officiaes, que forem precisos para o melhoramento da nossa indústria, e instrucção de nacionais, que os possam substituir”*³(Estatutos da Associação de Indústria Fabril Portuense citados em Queiroz, 2005). É possível que este estatuto tenha facilitado e até impulsionado a pesquisa e influências do conhecimento estrangeiro.

Francisco Inácio Pereira Rubião contratou o mestre francês Antoine Salesse para que este trabalhasse na Companhia de Artefactos de Metais (Queiroz, 2005).

Coloca-se a hipótese de Francisco Inácio Pereira Rubião ter visitado a Exposição Nacional da Indústria Francesa, em Paris, em 1839, e de ter tido contacto com empresas da fundição de ferro de carácter moderno e pioneiras na fundição decorativa como Cristophe Calla (Paris), J.-J.Ducle (Pas de Calais), Val d’Osne, Sommevoire (mais tarde conhecida pela fundição de Antoine Durenne) e A. Muel (Tusey) (Queiroz, 2005).

Há menção à possível introdução da máquina a vapor na fundição da Companhia de Artefactos de Metais em 1839, por

² Optou-se por manter o idioma original por ser uma indicação de localização.

³ Optou-se por manter o português antigo por se considerar acessível a sua compreensão.

influência inglesa na indústria do Porto. Queiroz indica que em 1845 havia quatro máquinas a vapor aplicadas à indústria do Porto, três delas na indústria da fundição (Queiroz, 2005). Há menção a uma outra fundição no Porto, em Massarelos, a Fundição de Bernardo Francisco de Oliveira & Ca.

Na fundição da Companhia de Artefactos de Metais foi integrado um operário, Jerónimo Pinto de Paiva, que tinha trabalhado à fábrica dos Arcos de Crestuma e que depois saiu e formou a sua própria fundição em 1845 em Crestuma. Um outro exemplo, foi o de Manuel José Neves, também operário e na mestre fábrica dos Arcos de Crestuma, que mais tarde abriu a sua própria fundição. Graças a estes e mais tarde a outros, a Crestuma ficou ligada ao saber e à atividade económica das fábricas de fundição.

Queiroz afirma que, no final do século XIX, Crestuma tinha cinco oficinas/fábricas de fundição de ferro, o maior núcleo fabril português de fundição de ferro situado fora dos limites de Lisboa e do Porto (Queiroz, 2008).

Os Franceses ganharam o concurso público das Águas do Porto, cujas peças a produzir eram em ferro fundido. Após alguma análise chegaram à conclusão de que seria preferível investir na criação de algumas fundições no centro do Porto do que enviar peças de França para o Porto. O engenheiro Nuno Barbosa da Companhia Industrial de Fundição (CIF) coloca a hipótese de no passado quando havia concursos públicos, o regulamento ter tido cláusulas para que a produção das peças fosse realizada no distrito do Porto para aumentar o emprego, em vez de em outro local. Com esta premissa, acredita que assim nasceram as fundições do Ouro e de Massarelos (Barbosa N., comunicação pessoal, Fevereiro 9, 2022).

Sintetizando, no distrito do Porto na mesma época existiram várias fundições, não necessariamente todas em simultâneo. Queiroz divide-as em três gerações:

- 1.^a geração constituída por engenheiros e/ou operários ingleses (1830-1860)
- 2.^a geração constituída por ex-operários de fundições mais antigas ou ampliações de fábricas (décadas de 1860-1870).



Figura 78: Identificação do poste do coreto de produção da fundição da Trindade, Praça do Marques Porto (imagem do autor).



Figura 79: Identificação de bebedouro de produção da fundição Massarelos, Ribeira do Porto (imagem do autor).



Figura 80: Marcação da Fundição CIF no pé de um banco no cemitério do prado do repouso, Porto (imagem do autor).



Figura 81: Outra marcação com o nome por extenso da CIF, Companhia Industrial de Fundição junto à estação de São Bento, Porto (imagem do autor).



Figura 82: Marcação da Fundição do Bolhão em gradeamento da Rua Padre Baltazar Guedes, Porto (imagem do autor).



Figura 83: Marcação da Fundição do Bom Sucesso com várias pinturas em que vai tornando difícil de ler a marcação, Porto (imagem do autor).



Figura 84: Marcação da Fundição Aboinha numa grelha de saneamento no Porto. Esta fundição localiza-se em São Cosme, Gondomar (imagem do autor).



Figura 85: Marcação que não conseguimos identificar a sua origem localizado na Reitoria da Universidade do Porto, Porto (imagem do autor).

3.^a geração, fundições mais pequenas com trabalhos mais especializados para o mercado (décadas de 1880-1890) (Queiroz, 2001).

As várias fundições foram com as respetivas datas de fundação quando possível⁴:

- Fábrica dos Arcos de Ferro – Crestuma (1831)
- Companhia de Artefactos de Metais – Porto (1837)
- Fundição da Crestuma de Jerónimo Pinto de Paiva – Crestuma (1821?)
- Fundição de Manuel José Neves – Crestuma (s.d.)
- Fundição de Bernardo Francisco de Oliveira & Ca. – Porto (1844)
- Fundição do Bicalho de Anna Wild e David Hargreaves (1841)
- Fundição da Boa Viagem com o mestre Joaquim Baptista Moreira (1844)
- Fundição do Rosário (s.d)
- Fundição do Bolhão (1847)
- Fundição de Massarelos (1849)
- Fundição do Ouro (1864)
- Fundição da Paixão (1854)
- Fundição de Wild & Hibbard (1844)
- Fundição da Arrábida (1856)
- Fundição de Miragaia (1867)
- Fundição do Cais do Bicalho (1870)
- Fundição da Rua da Restauração (1872)
- Fundição de Monchique (1874?)
- Fundição de Fradelos (1877)
- Fundição da Vitoria (1881)
- Fundição das Devesas (1865)
- Fundição da Trindade (1890)
- Fundição da Boavista/Fundição Ranito (1891)
- Fundição da Avenida (1895)
- Fundição Zebreiros/ CIF? (1881)
- Fundição do Bom Sucesso (1895)

⁴ As várias datas apresentadas são as datas da fundação de cada fundição. Foram utilizadas várias fontes como Matos, 1998; Queiroz, 2001, Queiroz, 2005; Queiroz, 2008).

Na época, a indústria metalúrgica era a segunda maior indústria do Porto, logo a seguir à dos tecidos.

O ferro-fundido desempenhou um papel fundamental no século XIX, sendo uma das primeiras matérias-primas trabalhadas segundo um processo de produção em grande escala, com a importância equivalente que o plástico atingiu nos anos 90/2000 (Queiroz).

3.2 Peças e a seus desenvolvimentos

As primeiras peças realizadas em fundição de ferro foram peças técnicas, componentes para tecnologia industrial. Ao longo do tempo, a tecnologia da fundição de ferro foi ficando mais acessível, como descrito no capítulo anterior, e começaram a surgir peças de carácter doméstico. As peças de carácter doméstico tinham um custo acrescido para conseguir tornar o negócio viável, pois estavam envolvidos muitos profissionais com especializações, como os técnicos da fundição, os designers, os fazedores de modelos, entre outros.

Quando se indica que eram de carácter doméstico significa que eram peças de aplicação na arquitetura, como varandins e peças no interior dos edifícios, como lareiras e objetos para uso doméstico como painéis e pás, entre outros itens, o que se irá abordar em detalhe neste capítulo.

Na Europa, a arquitetura teve grande influência na construção das várias tipologias de peças em ferro fundido. No século XVI e XVII existiu um grande aumento da população que apreciava um padrão de vida mais elevado e com status social mais alto, com vários empregados. A casa deixou de ter divisões simples e começou a ter uma estrutura mais complexa, com tetos mais baixos e mais bem isoladas pelo uso dos gessos. As lareiras centrais ou de final de corredor tinham praticamente desaparecido. Com o aumento das divisões foi necessário colocar mais lareiras com cornijas, grelhas de fogo (para cozinhar e aquecer água) e grelhas para pousar utensílios ao lado da lareira.

Para além da área do “fogo” outras áreas evoluíram e



Figura 86: Marcação J.P. que não conseguimos identificar a origem nos pés de um banco de jardim, Porto (imagem do autor).



Figura 87: Marcação G.P. que não conseguimos identificar a origem nos pés de um banco de jardim, Porto (imagem do autor).



Figura 88: Marcação da Fundição Fucoli numa tampa de águas na via pública, Porto (imagem do autor).



Figura 89: Marcação da extinta fundição Alba num poste de iluminação na avenida dos aliados, Porto (imagem do autor).

passaram a necessitar da tecnologia da fundição de ferro, como o caso das aldravas das portas, puxadores de portas, varandas e grades. Estas tipologias decorreram do aumento de população nas zonas urbanas e das necessidades sociais. A casa urbana evoluiu e surgiu a necessidade de criar pequenas zonas verdes que eram rodeadas por gradeamentos, as cozinhas passaram a situar-se nas caves, com um espaço vazio à sua frente para entrar o ar e a luz. Para evitar que os transeuntes caíssem neste espaço eram utilizados gradeamentos.

No Reino Unido, em 1840 foi introduzido o sistema de correio “Penny Post” que originou o aparecimento de caixas de correio. As estradas ainda tinham muita lama no inverno e, como tal, era essencial haver na entrada da casa, um raspador para limpeza do calçado.

Outros objetos relacionados com portas eram o batente de portas e os “para-portas”.

A utilização da tecnologia disseminou-se a outros objetos como corrimões e escadas.

No final do século XVIII, início do século XIX, com os desenvolvimentos desta tecnologia, originários de Inglaterra, foram realizadas pequenas peças como pernas de mesas e cadeiras em fundição de ferro. Estas componentes em ferro não tinham visibilidade, apenas eram realizadas num material resistente. A primeira peça de mobiliário, um banco de jardim, elaborada totalmente em ferro fundido foi criada e fundida na Alemanha, contrariamente ao expectável que seria em Inglaterra devido à vasta experiência e contexto histórico.

A fundição de ferro na Alemanha ganhou protagonismo com a ajuda inicial dos engenheiros ingleses no final do século XVIII. O precursor do mobiliário em fundição de ferro na Alemanha foi Kar Friedrich Schinkel após ter realizado viagens para fazer pesquisa e perceber o estado da arte dos vários polos fabris internacionais desta indústria, como França, Inglaterra e Escócia. Schinkel desenha o primeiro banco de jardim para ser implementado nos jardins do Palácio de Charlottenhof em Postdam, do Palácio Glienicke e do Palácio Charlottenburg no

sudeste de Berlim, totalmente original, pensado na tecnologia de fundição de ferro, com elementos de estilo de império francês (Himmelheber, 1996).

Com o aparecimento do estilo neogótico fizeram-se as primeiras pontes em fundição de ferro. Washington Irving no Reino Unido desenhou mobiliário ao estilo neogótico com a inovação da utilização de arcos e forma de trevos (Himmelheber, 1996) que, para além da função decorativa, tinha o propósito de assegurar a estrutura da peça de uma forma esteticamente leve.

A meio do século XIX uma nova tendência estética associou-se a esta tecnologia, a mimetização da natureza, um realismo e naturalismo sem estilização, especialmente na produção francesa (Himmelheber, 1996).

O declínio do interesse pela tecnologia da fundição de ferro ocorreu devido a duas situações, o desenvolvimento de outras tecnologias e materiais e as necessidades e evolução da vida social.

No Reino Unido, após a primeira guerra mundial, houve uma grande evolução na questão sanitária das zonas urbanas, os empregados domésticos deixaram de ser tão numerosos e as condições de vida melhoraram substancialmente. A cozinha nas caves deixou de fazer sentido e com isto deixou de haver a necessidade de fazer tantos gradeamentos. Nas zonas suburbanas, onde as moradias eram mais comuns e rodeadas por quintais, os proprietários tinham a necessidade de limitar a propriedade. Aqui talvez fosse esperado utilizar gradeamentos em ferro fundido, contudo armaram muros e paredes para uma melhor privacidade e porque era mais económico. Nessa altura, tomaram-se decisões em relação a esta tecnologia puramente económicas, ignorando a identidade e plasticidade estética que até aí tinha sido valorizada. Em relação aos objetos relacionados com as portas, houve também algumas mudanças. Com a eletricidade a ser acessível, os batentes das portas também caíram em desuso ao serem substituídos pelas campainhas. As ranhuras de correio incorporados nas portas passaram a ser feitos em chapa plana, mais fácil de limpar. Os puxadores



Figura 90: Aldrava número 266 com busto do catalogo de Kenrick (imagem de Michael Owen em Owen, 1977).



Figura 91: Aldrava número 351 com busto do catalogo de Kenrick (imagem de Michael Owen em Owen, 1977).



Figura 92: Aldrava número 345 de coroa de vegetação do catalogo de Kenrick (imagem de Michael Owen em Owen, 1977).

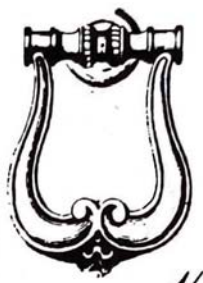


Figura 93: Aldrava 346 do catalogo de Kenrick (imagem de Michael Owen em Owen, 1977).

das portas que se impunham com um estilo característico foram desaparecendo e sendo substituídos por opções que incorporavam a fechadura. Os raspadores de solas de sapatos foram também desaparecendo com o aparecimento dos tapetes de limpeza de sapatos nas entradas das casas.

Uma das tipologias que o autor do livro “Antique Cast Iron”, Michael Owen, não compreende o motivo do seu desaparecimento são os objetos que serviam para parar as portas no sentido de não se fecharem com o vento. Refere que o vento e a corrente de ar não desapareceram, mas que poderá ter sido por causa do estilo extravagante que tinham. (Owen, 1977)

Outra grande tipologia, as lareiras, desenvolveu-se no sentido da alteração dos materiais de combustão, passando da madeira para o carvão, para o gás e a eletricidade e, por fim, para a substituição pelo aquecimento central das casas. Extinguiram-se os objetos relacionados para a proteção do fogo, das cinzas e as grelhas para cozinhar.

Salienta-se que se optou por abordar tipologias que estejam em contacto com o exterior, ou que tenham um utilização que nos dias de hoje justificasse utilizar este tipo de material. Optou-se por não se abordar mobiliário de interior como foi feito no passado porque se entendeu que existem materiais mais apropriados e com características de conforto em que não fazia sentido propor em ferro fundido.

3.2.1 Varandas e Grades

Nesta secção, Owen salienta que muitas vezes existe uma combinação de tecnologias produtivas e não somente uma. As tecnologias que indica coexistirem numa mesma peça são a fundição de ferro e o ferro forjado, e que por vezes, num olhar menos atento só é possível identificar as peças através da datação do edifício onde a peça existe. Owen constata que antes de 1770, quando a tecnologia de fundição de ferro ainda estava circunscrita a situações fora do foro doméstico, as grades e varandas eram executadas em ferro forjado (Owen, 1977).

Com a tecnologia do ferro forjado, a grade era construída no local com pequenas peças, as soldaduras não ficavam

perfeitas, e como tal eram rematadas com peças como flores ou outras decorações que se sobrepunham ao remate.

Estes elementos que podiam fechar o cruzamento de diagonais, quando eram muito regulares constatou-se que eram em fundição de ferro e que tinham um molde associado, quando eram mais irregulares eram em ferro forjado.

Com a fundição de ferro foi possível a evolução da construção da grade em módulos maiores e acelerar o ritmo de montagem destes elementos na construção da casa, pois os moldes requeriam menos trabalho manual (Queiroz, 2001). Esteticamente havia uma repetição de motivos em composição de módulos, conforme o espaço existente para a colocação dos mesmos.

3.2.2 Objetos relacionados com a Porta de entrada: aldrazas ou batentes, puxadores, orifícios de correio, raspadores e paradores de portas

A) Aldrazas ou Batentes

Uma aldrava consiste numa peça que gira em torno de um eixo e serve para bater na porta emitindo som para chamar alguém e serve também para puxar e fechar a porta.

O aparecimento desta tipologia no Reino Unido data do final do século XVIII, existindo um registo de 1791 do produtor Archibald Kenrick and Sons.

Muitos destes objetos podem ser vistos no Reino Unido em casas de estilos georgiano e vitoriano.

Podem ser vistos, também, nas portas da cidade do Porto, na zona da baixa portuense, onde se encontram os edifícios mais antigos.

Michael Owen divide esta tipologia em três fases de estilos diferentes no Reino Unido (ver figura 126). A primeira fase corresponde a múltiplos estilos que não seguem a tendência de gosto da época e são produzidos tanto para novos edifícios como para edifícios existentes. O desenho apresenta características clássicas, simétricas e são razoavelmente



Figura 94: Puxador "Gothic" de estética gótica do catalogo de Kenrick (imagem de Michael Owen em Owen, 1977).



Figura 95: Puxador número 13 do catalogo de Kenrick (imagem de Michael Owen em Owen, 1977).



Figura 96: Puxador número 24 do catalogo de Kenrick (imagem de Michael Owen em Owen, 1977).



Figura 97: Puxador número 28 do catalogo de Kenrick (imagem de Michael Owen em Owen, 1977).



Figura 98: Raspador de calçado de espetar na terra no exterior (imagem de Michael Owen em Owen, 1977).



Figura 99: Outra versão de raspador de calçado de espetar na terra no exterior (imagem de Michael Owen em Owen, 1977).

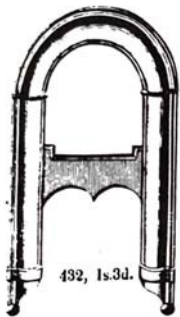


Figura 100: Raspador de calçado de espetar de fixar ao edifício (imagem de Michael Owen em Owen, 1977).



Figura 101: Raspador de calçado de fixar ao edifício (imagem de Michael Owen em Owen, 1977).

contidos com o uso de faces clássicas, círculos ou ovais, variações de urnas e animais como o leão e a águia emoldurados numa folhagem com uvas ou rosas.

A segunda fase é uma fase em que os desenhos são mais ousados, extravagantes e elegantes, com uma grande componente floral, acompanhando as tendências de gosto da época vitoriana. Os desenhos entrelaçavam detalhes geométricos ou serpentes, faces grotescas e cabeças de animais.

Foi um período criativo para quem desenhava.

Na terceira fase, os desenhos são uma extensão da fase anterior, como a temática da animália de que são exemplos uma tromba de elefante, ou um querubim.

B) Puxadores

Esta tipologia ganhou popularidade na segunda metade do século XIX, talvez porque as pessoas deixaram de querer utilizar as aldravas para fechar as portas.

C) Ranhura de correio

Esta tipologia surgiu após a introdução do sistema de correio no Reino Unido em 1840.

É interessante observar que esta tipologia se coaduna com a tipologia de aldravas ou de puxador, no sentido em que existem alguns desenhos em que os designers juntaram as várias funções num só objeto.

É interessante perceber pela orientação do texto “Letters” que houve uma evolução na orientação da ranhura, inicialmente vertical e depois horizontal. Talvez se deva à tentativa de conjugar num só objeto a aldrava, de orientação vertical com a ranhura do correio.

D) Raspadores de calçado

No Reino Unido esta tipologia nasceu da necessidade da limpeza do calçado antes de entrar nos edifícios, de modo

a prevenir sujidades e danos no chão e alcatifas devido às vias terem lama, lixo e outros detritos. Estes objetos também existiam na entrada das estações de comboio, o que transporta esta tipologia para um artefacto urbano para além de doméstico.

Os raspadores dividem-se em três categorias, os que se fixam na parede, os que se fixam numa pedra e os portáteis. Em cada uma das categorias é possível observar exemplares de diversas formas e feitios.

Os raspadores de parede eram os menos práticos, pois o espaço disponível fazia com que o calçado raspasse na parede ou se danificasse alguma parte do calçado no raspador.

A categoria de fixação à pedra já não apresentava o problema da categoria anterior, o que o tornava mais eficiente na à sua função.

A categoria portátil/amovível era o caso dos que eram usados nos jardins.

À semelhança das aldravas, os raspadores também obedecem à divisão estilística dos três períodos de Michael Owen.

Não foi possível visualizar esta tipologia no Porto ou em Portugal, apesar de Queiroz afirmar que existiram em Portugal objetos com uma estética tipicamente romântica que se tornaram obsoletos e desapareceram com o fim das ruas em terra (Queiroz, 2005).

E) Travões de Portas

Este objeto, que serve para impedir as portas de se fecharem devido às correntes de ar ou à força das dobradiças, é um objeto decorativo com peso e, normalmente, com uma pega no topo.

Esta tipologia era produzida por pequenas e médias empresas e, por esse motivo, há um maior registo desta tipologia. É possível observar um certo número de objetos idênticos pelo que se entende que sejam cópias, contudo não se percebe qual poderá ser o original.

No Reino Unido, muitos dos desenhos apresentam a figura humana e animais como o “leão e o cão” e o “guerreiro das terras altas”. Algumas peças são verdadeiras pequenas narrativas



Figura 102: Travão de porta com pega, número 440 do catálogo de Kenrick (imagem de Michael Owen em Owen, 1977).



Figura 103: Travão de porta com inspiração na vegetação da natureza, número 443 do catálogo de Kenrick (imagem de Michael Owen em Owen, 1977).



Figura 104: Travão de porta com mimetismo de flora e fauna número 445 do catálogo de Kenrick (imagem de Michael Owen em Owen, 1977).



Figura 105: Travão de porta com a figura do cisne em que pescoço serve de pega número 444 do catálogo de Kenrick (imagem de Michael Owen em Owen, 1977).



Figura 106: Suporte para guarda-chuva do catálogo de Coalbrookdale (imagem de Georg Himmelheber em Himmelheber, 1996).



Figura 107: Suporte para guarda-chuva com contentor na base para recolha de água do catálogo de Coalbrookdale (imagem de Georg Himmelheber em Himmelheber, 1996).



Figura 108: Suporte para guarda-chuva com contentor na base para recolha de água do catálogo de Coalbrookdale (imagem de Georg Himmelheber em Himmelheber, 1996).

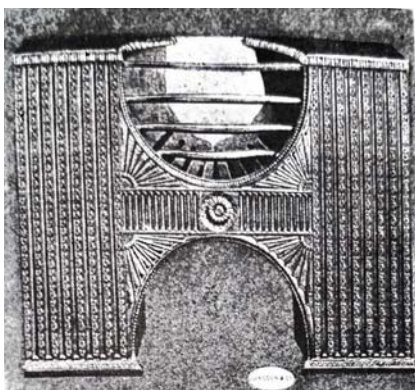


Figura 109: Acessório de lareira com grelha para colocar no interior da parte arquitetónica, do catálogo de Carron (imagem de Michael Owen em Owen, 1977).

com desenho nos 360 graus, o que demonstra uma mestria técnica para não se notar as linhas de apartação dos moldes. Para estas peças, apesar de se desconhecer os autores, foram contratados os melhores designers britânicos da época e foram também importados alguns de França.

F) Porta-chapéus ou ferros de chapelaria

Consistia numa espécie de prato que estava pousado no chão. Esse prato tinha um eixo no centro que subia para uma pega e tinha ainda uma peça horizontal no topo em forma de “C” onde os chapéus-de-chuva ficavam encostados para não caírem e a água escorria para o prato.

Queiroz menciona a existência desta tipologia, embora não estivesse ilustrada no catálogo da Companhia de Artefactos de Metais.

3.2.3 Lareiras e acessórios

As lareiras foram durante muitos anos o ponto fulcral social da casa, no sentido de que as pessoas viviam e conviviam em volta dela, tinham começado por ser utilitárias do ponto de vista do aquecimento, mas acabariam por ser mais do que isso. Com a substituição das lareiras por aquecedores centrais, o convívio social deixou de ser em frente à mesma e esta tipologia perdeu interesse e protagonismo, e foram estando menos presentes nas casas.

A lareira era composta por vários objetos, como as grades de proteção, as grelhas para colocar a madeira a arder, as laterais e fundo da lareira, as grelhas para cozinhar.

A) Lareiras

A mais reconhecida empresa produtora no Reino Unido de 1830 era a Carron de Falkirk, mas a par existia uma outra empresa também especializada nestes artigos, a Dale de Coalbrookdale. Ambas trabalhavam com designers que se empojavam nos desenhos que faziam, providenciando desafios para a indústria e tecnologia que evoluíam de

acordo com essas exigências. Os mais reconhecidos, no Reino Unido, eram os irmãos Adam com a empresa Carron e os irmãos Haworth, que trabalhavam.

O período de 1770 a 1830 antecedia já na composição alguns dos elementos do período seguinte, como folhagem, bustos e padrões geométricos de uma forma mais sóbria e calma.

À semelhança das aldravas, após 1830, numa decoração mais vibrante e extravagante a folhagem, urnas, figuras humanas clássicas e querubins imperavam. Alguns elementos de batalhas e troféus também existiam, assim como alguns padrões geométricos com mais sobriedade. A introdução do painel de fundo da lareira apareceu por esta altura para adicionar mais um adorno à decoração. Houve uma inovação em termos de forma, tendo sido acrescentados arcos e formas sinuosas ao contorno do topo da lareira que até esse momento eram retas. Nas ilustrações, parecem pequenas arquiteturas, quase como camarotes de ópera.

No exponencial do florescer do estilo deste período, as lareiras apresentavam a conjugação de dois materiais, duas artes, a fundição de ferro e os azulejos de cerâmica pintados. Era de uma exuberância nunca vista, aliada à parte funcional em que os azulejos refletiam melhor o calor na direção dos utilizadores do que o ferro fundido que perdia o calor sem o refletir.

B) Grelhas de proteção, painéis de proteção e grelhas para cozinhar

As grelhas para cozinhar caíram em desuso e das sucessoras das grelhas foram removidas as superfícies planas em que uma chaleira ou uma panela podiam ser pousadas para levantar fervura. Era necessária uma nova solução para manter uma chaleira em tal posição. O resultado foi a produção do tripé que era um pequeno suporte enganchado nas barras de fogo.

O painel de proteção de cinzas foi concebido para a função descrita no seu nome e ainda como elemento decorativo, muitas vezes com recortes de padrões geométricos com várias formas e, normalmente, tinha umas pegas à frente

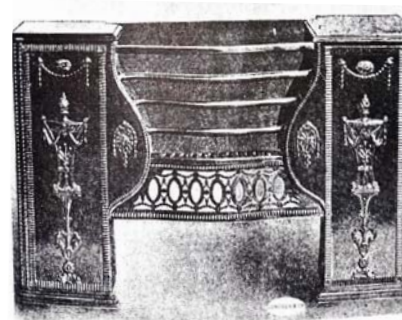


Figura 110: Acessório de lareira com grelha para colocar no interior da parte arquitetónica (imagem de imagem de Michael Owen em Owen, 1977).

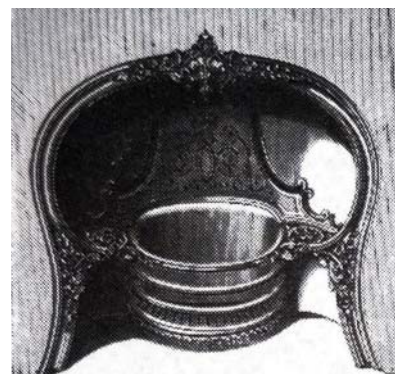


Figura 111: Acessório de lareira para colocar no interior da parte arquitetónica, em que a própria peça parece uma pequena arquitetura, do catálogo de Dale (imagem de imagem de Michael Owen em Owen, 1977).

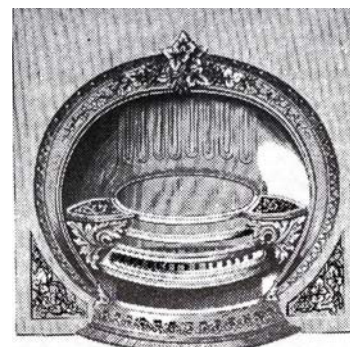


Figura 112: Acessório de lareira para colocar no interior da parte arquitetónica, em que a própria peça parece uma pequena arquitetura, do catálogo de Dale (imagem de imagem de Michael Owen em Owen, 1977).

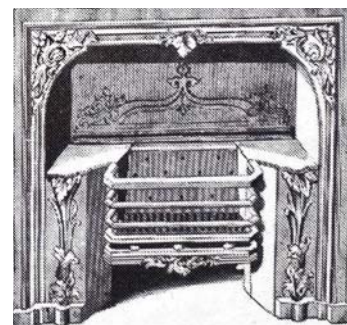


Figura 113: Acessório de lareira para colocar no interior da parte arquitetónica, em que a própria peça parece uma pequena arquitetura, do catálogo de Dale (imagem de imagem de Michael Owen em Owen, 1977).



Figura 114: Vista de perfil de um banco em fundição de ferro com elementos góticos, como os arcos (imagem de Grossherzoglich Badische Huttenverwaltung Zizenhausen em Himmelheber, 1996).

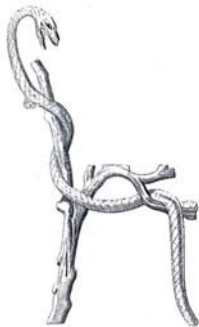


Figura 115: Vista de perfil de um banco em fundição de ferro com elementos da natureza mimetizados (imagem de A. Sterkman & zn em Himmelheber, 1996).

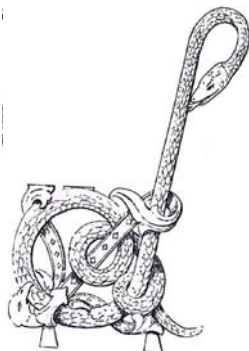


Figura 116: Vista de perfil de um banco em fundição de ferro com elementos da natureza mimetizados (imagem de A. Sterkman & zn em Himmelheber, 1996).



Figura 117: Banco de Jardim com motivo de esquilo em ferro fundido em Glasgow (secção de imagem de John Gay em Gay, 1985).

para que fosse possível o utilizador pegar na peça sem se sujar ou queimar-se.

Por fim, o “para-carvão” que servia para conter o carvão dentro da lareira e evitar que se espalhasse pelo chão e fizesse algum buraco por estar em brasa, ou que começasse algum incêndio. Era uma peça extremamente decorativa, com opções floridas ou geométricas, essencialmente.

3.2.4 Mobiliário e elementos de Exterior: bancos, coretos, fontes e estatuária.

O desenvolvimento da tipologia de mobiliário urbano que consiste numa série de elementos para além dos bancos, coretos, fontes e estatuária, deveu-se essencialmente ao projeto de modernização das cidades oitocentistas pelos franceses, o projeto Haussman. Este projeto visou a implementação de passeios pavimentados que incentivaram a burguesia a utilizar os espaços públicos com mais frequência e durante mais tempo, e assim, nasceram os vários elementos do mobiliário urbano. O aumento das redes de água e esgotos origina novos pontos de água pelas cidades, o que permite a colocação de fontes (Barradas, 2015).

A) Bancos

Como já indicado, o primeiro banco de jardim em fundição de ferro foi desenhado na Alemanha pelo artista Karl Friedrich Schinkel, em várias partes que se montavam. Esse banco foi desenhado com uma estética da época ao estilo imperial francês, sem ter, no entanto, um ar antiquado ou datado para a época. Este artista desenhou um segundo modelo em que incorporou mármore no assento. O banco era composto por vários módulos ornamentados onde assentava o mármore que tinha a função de assento. Hoje em dia é possível ver muitos bancos de jardim que usam estes módulos nas extremidades e, no meio, assenta outro material como ripas de madeira para fazer o assento e as costas.

Paralelamente ao desenho de Schinkel, foram realizadas

algumas experiências em Glasgow de manufatura de mobiliário de exterior em que a própria natureza servia de modelo para moldes, como troncos de árvores com algumas folhas. Estas experiências deram origem a peças que eram a representação máxima do realismo e naturalismo.

B) Coretos

Apelidados por José-Augusto França como da família de móveis urbanos para usos sucessivos ou regulares, como motor de uma festa numa época, e que, hoje em dia são uma memória de outros tempos (Relvas & Braga, 1991). “...Peça – fina de desenho, aérea, de gosto eclético, com duas escadas em leque, grade estilizada em claves de sol, quatro troféus nos cantos do teto e mais outro ao centro, com liras (...) uma cúpula turca, de bolbo, oitavada e emplumada ao alto, em barrinha”, assim descreveu França o coreto do Jardim da Estrela (Relvas & Braga, 1991).

Importamos esta tipologia, via França, cuja origem era o oriente (Turquia, Arábia, Índia e China), pelo gosto pelo exotismo. No final do século XVIII apareceram as primeiras formas congéneres, sempre associadas a zonas verdes (públicas ou privadas) para recreio e sociabilidade (Relvas & Braga, 1991).

C) Fontes e estatuária

Optamos por juntar estas duas tipologias, pois não encontramos até ao momento fontes de água de época sem ser adornadas por estatuária.

A estatuária em fundição de ferro vai obedecendo aos cânones estéticos dos vários movimentos artísticos que vão existindo, como o neogótico, o naturalismo, o realismo e o romantismo, entre outros (ver figura 126).

As estátuas e as fontes são realizadas em várias peças que depois são montadas com soldadura ou fixação mecânica dependendo da peça e da sua função.

Figura 118: Esquisso de um querubim presente no vaso na entrada da casa Andersen do Jardim Botânico no Porto (imagem do autor).



Figura 119: Esquisso de grelha que se encontra na Batalha, Porto (imagem do autor)



Figura 120: Esquisso de motivos orgânicos e florais que estão presentes na cedofeita, Porto (imagem do autor).



Figura 121: Esquisso de batente que se encontra na rua do Breiner, Porto (imagem do autor).



3.3 Porto – identidade de uma cidade através de uma tecnologia

A cidade do Porto, no final do século XVIII e durante o século XIX, era uma cidade que se afirmava como capital da região norte, através de uma completa expansão económica, demográfica, urbanística e cultural (Pereira, 2000). Uma cidade que ficou à altura de receber a exposição internacional (1865), sucessora das exposições internacionais que tinham acontecido em Londres (1851) e em Paris (1855) (Marques et al.2017).

Pereira afirma “..., o Porto soube conjugar tradição com inovação, temperar orgulho com tolerância, combinar provincianismo com cosmopolitismo” (Pereira, 2000).

Há que enquadrar que o Porto cresceu em número de habitantes, de 30.000 em 1730 para 85.000 em 1864, mesmo após passar por situações difíceis como as crises cerealíferas, as invasões francesas, a guerra civil e os surtos de cólera. Este aumento demográfico deu-se na zona histórica do Porto e mais predominantemente na zona pericentral (Santo Ildefonso, Miragaia, Massarelos, Cedofeita e Bonfim) (Pereira, 2000; Santos, 2014).

A atividade mercantil, devido à posição do Porto em relação ao rio, era bastante favorável havendo uma vasta troca de mercadorias, negócios e conhecimentos com outras cidades europeias e com o Brasil.

No final do século XVIII a cidade foi gradualmente perdendo o seu carácter medieval, ruas estreitas em que os edifícios mais altos eram religiosos para dar espaço a um Porto mais organizado, com grandiosidade em edifícios civis (Pereira, 2000; Marques et al.2017). Deu-se o aparecimento de edifícios dedicados à sua função como os teatros, os hospitais, os quartéis e as prisões conjugando as correntes estéticas do barroco tardio, o neopalladianismo de influência inglesa e o neoclássico.

Os jardins públicos, apesar de obras recentes que tinham plantado árvores e colocado gradeamentos e bancos, não eram locais onde a burguesia gostasse de passar o tempo, o público era outro. Contrariamente, o Jardim de São Lazaro com pouca vegetação já satisfazia o público burguês após a missa de domingo.

Figura 122: Esquisso de batente localizado na rua da Formosa, Porto (imagem do autor).

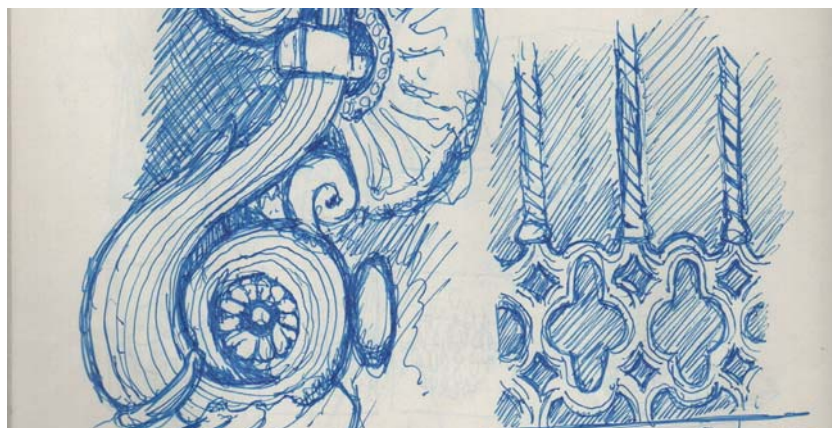


Figura 123: Esquisso de pinha com desenho de algum estilização em fundição de ferro localizada nos Clérigos, Porto (imagem do autor).



Figura 124: Esquisso de batente de porta, com indicação do movimento existente na rua da Torrinhã, Porto (imagem do autor).



Figura 125: Esquisso de batente de porta com face de Baco existente na rua da Torrinhã, Porto (imagem do autor).



No século XIX foi construído o Palácio de Cristal com o intuito de acolher várias exposições, sendo uma delas a grande exposição internacional. As obras do edifício e do jardim comportaram vários elementos da tecnologia de ponta da altura, sendo uma delas a fundição de ferro. Os elementos dividiam-se entre a parte estrutural do edifício e os elementos estéticos no jardim como as fontes (Marques et al, 2017). “...os trabalhos de assentamento de duas fontes em ferro fundido no jardim da entrada, ‘adornadas com estátuas de sereias e outros entes fabulosos’, já se teriam iniciado” da autoria de J.J. Ducel, Maître de Forges de Paris.

Quando a Exposição Internacional se realizou, em 1865, dedicou um edifício de carácter temporário designado por “circo” para expor objetos de ferro fundido imitando bronze provenientes das fundições parisienses de Barbezat & C. e Antoine Durenne (Marques et al, 2017).

Há que salientar que à semelhança do que aconteceu em outros países europeus, o que foi descrito no terceiro capítulo (3.1), no Porto houve a necessidade de fazer marcação das peças para se saber a sua proveniência. Queiroz indica que uma das causas foi o aparecimento de cópias e que ter o nome/ logotipo da fundição era um modo de garantir que as pessoas compravam os originais que davam mais garantias de durabilidade (Queiroz, 2005).

Para acompanhar o desenvolvimento da tecnologia muitas peças foram feitas adornando a cidade nos seus espaços públicos e privados, com mobiliário de interior e exterior, grades e varandins, peças para os cemitérios, utensílios domésticos de cozinha (lareiras e acessórios, fogões e panelas) e peças escultóricas (como fontes e estatuária).

A primeira menção de mobiliário urbano realizado em fundição de ferro no Porto é publicitada no anúncio da Companhia de Artefactos de Metais em 1842:

“...tem-se estabelecido o fabrico dos seguintes: grades para balcões, janelas e jardins, grades de sepulturas, bancos, cadeiras e vasos para jardins, jardineiras para salas, letras para taboetas e inscrições, números para portas e armazéns, estatuas e artigos de fantasia, conductores de raios, martelos para portas (novos modelos), maquinas para furar, e outros

mais.” (Queiroz, 2005, p 30, citou Athleta, 1842).

Existe uma descrição posterior referente às tipologias de mobiliário urbano e outro tipo de ornamentos que englobava: mictórios, candeeiros, quiosques, bebedouros, fontanários, estátuas, frentes de lojas, claraboias, e colunas para edifícios, marquises, escadas, mirantes e mesmo estruturas completas de tipologias arquitetónicas (Queiroz, 2005).

Os primeiros postes de eletricidade colocados a iluminar as ruas em Portugal foram inaugurados em 1878, em Cascais. (EDP, N/A). Nos anos 1870/1880 surgem os postes de iluminação fabricados na fundição da EDP (no Porto da Foz), que mais tarde fechou, e surgiram a CIF (1895) e a fundição Alba que herdaram esse nicho de mercado.

Queiroz acrescenta que na época, a vantagem do ferro fundido no Porto era tornar os objetos de uso quotidiano em objetos agradáveis, ornamentados, caracterizando a tecnologia como artes industriais. Uma apropriação das oficinas/fábricas às belas-artes e mais acessível às massas (Queiroz, 2005).

A utilização de catálogos das peças fundidas facilitou a divulgação das peças em ferro fundido e tornou mais fácil encomenda-las e adquiri-las, assim como copiá-las. Queiroz indica que, pela observação direta, muitas das peças oitocentistas de fundição artística em Portugal foram produzidas internamente no país através de catálogos franceses. Existiam algumas peças vindas de França e de Inglaterra, essencialmente antes da existência da Companhia de Artefactos de Metais. De França vinham as peças utilitárias e artísticas e de Inglaterra as peças para máquinas e equipamentos (Queiroz, 2005).

Barradas nas conclusões finais da sua tese de doutoramento “A produção de mobiliário urbano de fundição em Portugal: 1850 a 1920” conclui que o impacto das exposições universais foi fulcral na forma urbana de algumas capitais oitocentistas, nomeadamente em Paris e no Porto. Este impacto foi acompanhado de artefactos em ferro fundido nos vários espaços públicos, como o mobiliário urbano.

Após a realização da recolha de cerca de 2000 imagens

nas ruas do centro do Porto, constata-se que ainda hoje é possível ver presente quer na arquitetura (grelhas, puxadores, batentes, varandins) quer nos espaços públicos (mobiliário urbano, fontes e estátuas), e ainda, em postes de iluminação nas zonas históricas, a importância da tecnologia e da estética das cidades oitocentistas.

Queiroz confirma na análise que faz ao catálogo da Companhia de Artefactos de Metais que continuam a existir muitas peças fundidas em ferro nas ruas do Porto, de várias tipologias e estéticas (renascentistas, neogóticas, clássicas, românticas apresentadas no catálogo) (Queiroz, 2005).

Há que fazer a ressalva de que à semelhança do que aconteceu em Inglaterra, muitos gradeamentos continuaram a ser feitos em ferro forjado em vez de fundição de ferro, o que se confirma no registo fotográfico realizado no âmbito da pesquisa nas ruas do Porto. É possível ver peças mais técnicas e atuais feitas em fundição de ferro, como as tampas de saneamento e bocas-de-incêndio.

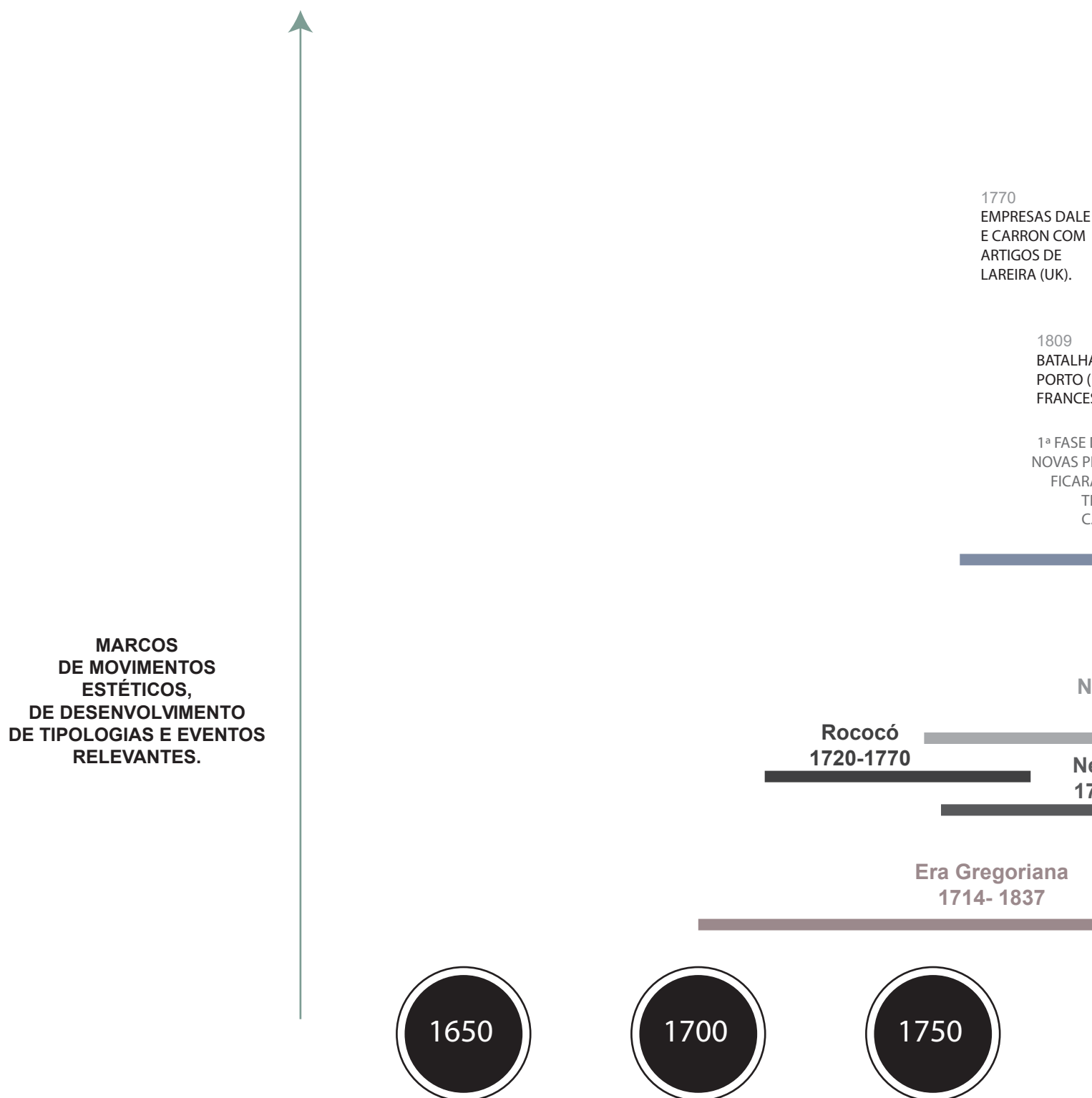


Figura 126: Linha de tempo com os principais marcos de estilos estéticos, desenvolvimento de tipologias e eventos relevantes. Informações retiradas de Gay, 1985; Owen, 1977; Barradas, 2015;

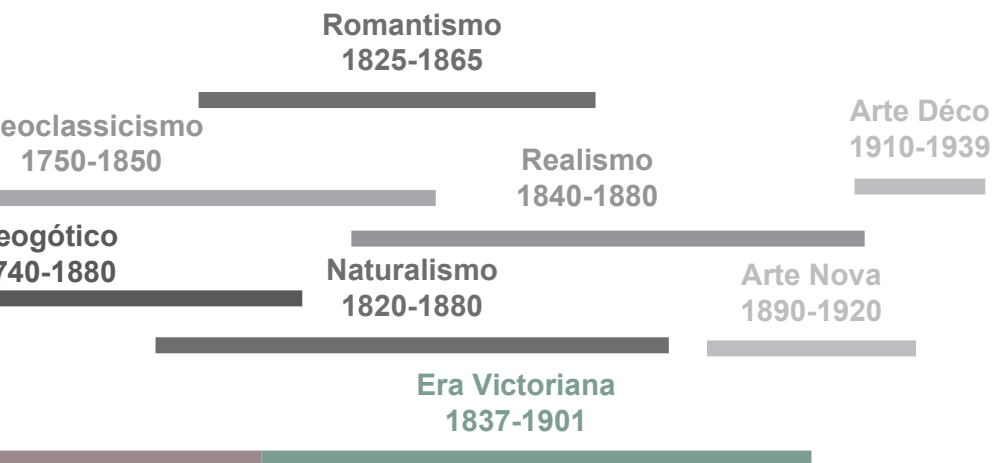
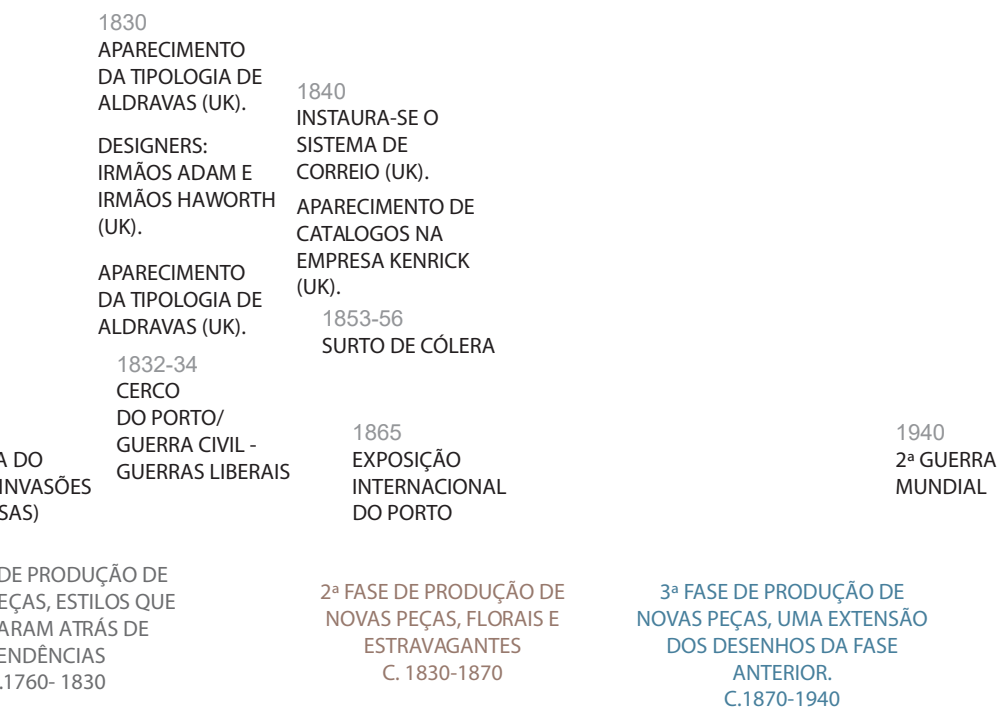


Figura 127: Gradeamento em ferro forjado com detalhes em ferro fundido, rua Miguel Bombarda, Porto (imagem do autor).
Figura 128: Gradeamento em rua de Cedofeita, Porto (imagem do autor).
Figura 129: Gradeamento em rua de Cedofeita, Porto (imagem do autor).



Figura 130: Gradeamento em rua do Rosário, Porto (imagem do autor).
Figura 131: Gradeamento em rua do Rosário, Porto (imagem do autor).
Figura 132: Gradeamento em rua do Rosário, Porto (imagem do autor).



Figura 133: Gradeamento em rua 12, Espinho (imagem do autor).
Figura 134: Gradeamento em avenida 8, Espinho (imagem do autor).
Figura 135: Gradeamento em rua 14, Espinho (imagem do autor).



Figura 136: Gradeamento em rua 23, Espinho (imagem do autor).
Figura 137: Gradeamento em avenida sacadura cabral, Granja (imagem do autor).
Figura 138: Gradeamento em rua dos caldeireiros, Porto (imagem do autor).





Figura 139: Gradeamento em rua da Torrinha, Porto (imagem do autor).

Figura 140: Gradeamento em rua da Torrinha, Porto (imagem do autor).

Figura 141: Gradeamento em rua da Torrinha, Porto (imagem do autor).



Figura 142: Conjugação de vários elementos numa grelha em rua da Torrinha, Porto (imagem do autor).

Figura 143: Gradeamento com flor de Liz de inspiração francesa, rua de Cedofeita, Porto (imagem do autor).

Figura 144: Grelha em rua de Cedofeita, Porto (imagem do autor).



Figura 145: Grelha em rua Miguel Bombarda, Porto (imagem do autor).

Figura 146: Gradeamento em rua Miguel Bombarda, Porto (imagem do autor).

Figura 147: Grelha em rua 29, Espinho (imagem do autor).



Figura 148: Grelha em rua 10, Espinho (imagem do autor).

Figura 149: Grelha em rua Caldereiros, Porto (imagem do autor).

Figura 150: Pinha mencionada por Queiroz como existente no catalogo da Companhia de Artefactos de Metais com influência francesa (Queiroz, 2005). Pinha que se localiza atualmente no gradeamento dos Clérigos, Porto (imagem do autor).

Figura 151: Aldrava com mão e com pormenor de indumentária como remate junto à porta, rua do Rosário, Porto (imagem do autor).

Figura 152: Outra versão de aldrava com mão e, rua da Paz, Porto (imagem do autor).

Figura 153: Aldrava em rua da Torrinha, Porto (imagem do autor).



Figura 154: Aldrava em rua Miguel Bombarda, Porto (imagem do autor).

Figura 155: Aldrava em rua da Torrinha, Porto (imagem do autor).

Figura 156: Aldrava em Reitoria da Universidade do Porto, Porto (imagem do autor).

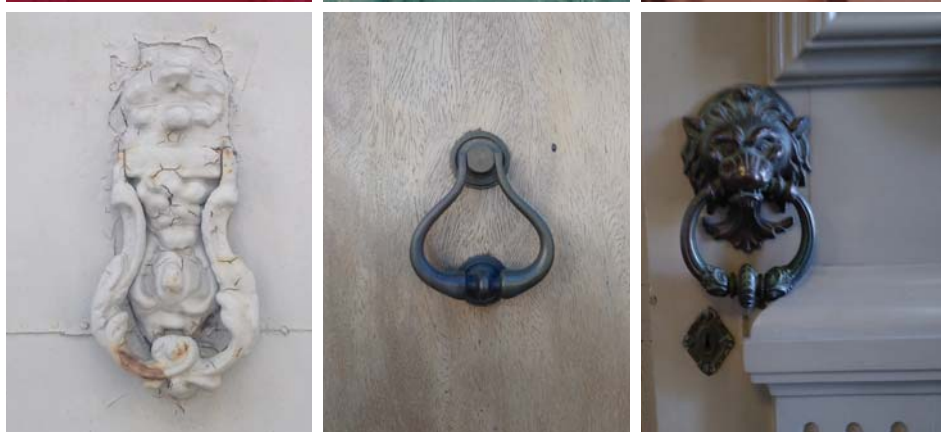


Figura 157: Aldrava com busto de Baco, rua da Torrinha, Porto (imagem do autor).

Figura 158: Aldrava em praça da República, Porto (imagem do autor).

Figura 159: Aldrava em rua Miguel Bombarda, Porto (imagem do autor).



Figura 160: Batente em rua da Torrinha, Porto (imagem do autor).

Figura 161: Batente em rua da Torrinha, Porto (imagem do autor).

Figura 162: Batente em rua da Formosa, Porto (imagem do autor).





Figura 163: Puxador em rua da Paz, Porto (imagem do autor).
Figura 164: Puxador em rua Padre Cruz, Porto (imagem do autor).
Figura 165: Puxador em rua da Torrinha, Porto (imagem do autor).



Figura 166: Puxador em rua da Torrinha, Porto (imagem do autor).
Figura 167: Puxador em rua da Torrinha, Porto (imagem do autor).
Figura 168: Puxador em rua da Torrinha, Porto (imagem do autor).



Figura 169: Puxador em rua da Torrinha, Porto (imagem do autor).
Figura 170: Puxador em rua da Torrinha, Porto (imagem do autor).
Figura 171: Puxador em rua de Cedofeita, Porto (imagem do autor).



Figura 172: Puxador em rua da Rosário, Porto (imagem do autor).
Figura 173: Puxador em rua São Bento da Vitória, Porto (imagem do autor).
Figura 174: Puxador em conjunto com ranhura para as cartas em rua Sá da Bandeira, Porto (imagem do autor).

Figura 175: Ranhura para as cartas em Rua da Paz, Porto (imagem do autor).

Figura 176: Ranhura para as cartas com puxador em Rua Padre Cruz, Porto (imagem do autor).

Figura 177: Ranhura para as cartas em Rua da Torrinha, Porto (imagem do autor).



Figura 178: Ranhura para as cartas em Rua da Torrinha, Porto (imagem do autor).

Figura 179: Ranhura para as cartas em Rua da Torrinha, Porto (imagem do autor).

Figura 180: Ranhura para as cartas em Rua da Torrinha, Porto (imagem do autor).



Figura 181: Ranhura para as cartas em Rua da Torrinha, Porto (imagem do autor).

Figura 182: Ranhura para as cartas com puxador em Rua de Cedofeita, Porto (imagem do autor).

Figura 183: Ranhura para as cartas em Rua de Cedofeita, Porto (imagem do autor).



Figura 184: Ranhura para as cartas em Rua do Rosário, Porto (imagem do autor).

Figura 185: Ranhura para as cartas em Rua Miguel Bombarda, Porto (imagem do autor).

Figura 186: Ranhura para as cartas em Praça da República, Porto (imagem do autor).





Figura 187: Banco de jardim com pés em fundição de ferro em Praça Mouzinho de Albuquerque, Porto (imagem do autor).
Figura 188: Banco de jardim com pés em fundição de ferro em Praça do Marquês, Porto (imagem do autor).
Figura 189: Banco de jardim com pés em fundição de ferro em Praça Nove de Abril, Porto (imagem do autor).



Figura 190: Banco com pés em fundição de ferro na estação de comboios, Granja (imagem do autor).
Figura 191: Banco com pés em fundição de ferro em cemitério do Prado do repouso, Porto (imagem do autor).
Figura 192: Banco com pés em fundição de ferro nem avenida dos Aliados, Porto (imagem do autor).



Figura 193: Assento de banco em fundição de ferro em avenida da República, Vila Nova de Gaia (imagem do autor).
Figura 194: Cadeira com pés em fundição de ferro em largo da Maternidade Júlio Dinis, Porto (imagem do autor).
Figura 195: Banco com pés em fundição de ferro em largo de Santo António da Sé, Lisboa (imagem do autor).



Figura 196: Banco com pés em fundição de ferro em praça da República, Tomar (imagem do autor).
Figura 197: Banco e cadeira em fundição de ferro com inspiração floral em Parque Morais, Parede (imagem do autor).
Figura 198: Banco com pés em fundição de ferro em parque de Serralves, Porto (imagem do autor).

Figura 199: Bebedouro em Jardins de Palácio de Cristal, Porto (imagem do autor).

Figura 200: Bebedouro inativo em Cais da Ribeira, Porto (imagem do autor).

Figura 201: Bebedouro em Jardim Botânico Porto (imagem do autor).



Figura 202: Bebedouro em Cemitério do Prado de Repouso, Porto (imagem do autor).

Figura 203: Bebedouro em Jardins de Palácio de Cristal, Porto (imagem do autor).

Figura 204: Bebedouro em Jardins de Palácio de Cristal, Porto (imagem do autor).



Figura 205: Fonte das senhoras nos jardins do Palácio de Cristal, Porto (imagem do autor).

Figura 206: Estátua na concha acústica dos jardins do Palácio de Cristal, Porto (imagem do autor).

Figura 207: Fonte de Vénus em ferro fundido no lago circular dos jardins do Palácio de Cristal, Porto (imagem do autor).

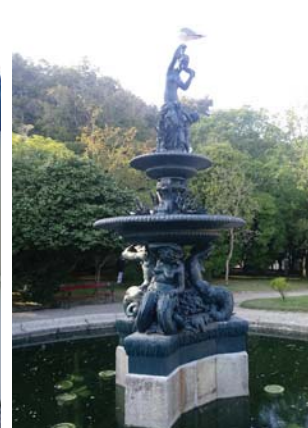


Figura 208: Estátua da fonte do lago dos cavalinhos junto ao miradouro da Torre da Marca nos jardins do Palácio de Cristal, Porto (imagem do autor).

Figura 209: Fonte da Praça de Gomes Teixeira, também popularmente conhecida por Praça dos leões, Porto (imagem do autor).

Figura 210: Jarrões de estatúria na entrada da casa Andersen no Jardim Botânico, Porto (imagem do autor).





Figura 211: Coreto na praça de Marquês de Pombal, Porto (imagem do autor).

Figura 212: Pormenor da coluna do coreto na praça de Marquês de Pombal, Porto (imagem do autor).

Figura 213: Coreto em Jardim do Passeio Alegre, Porto (imagem do autor).



Figura 214: Coreto em jardins Marques de Oliveira, Porto (imagem do autor).

Figura 215: Pormenor de coluna de coreto em jardins Marques de Oliveira, Porto (imagem do autor).

Figura 216: Coluna de iluminação em rua Joaquim António de Aguiar, Porto (imagem do autor).



Figura 217: Coluna de iluminação em praça da Trindade, Porto (imagem do autor).

Figura 218: Coluna de iluminação em rua D. Manuel II, à entrada dos Jardins do Palácio de Cristal, Porto (imagem do autor).

Figura 219: Boca de Incêndio na rua 31 de Janeiro, Porto (imagem do autor).

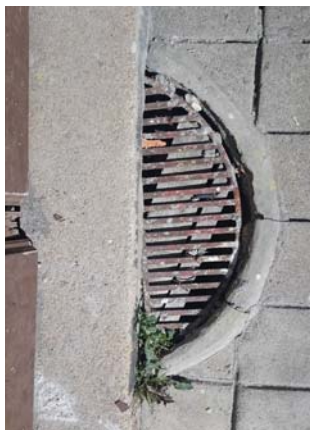


Figura 220: Grelha para escoamento de águas na rua da Paz, Porto (imagem do autor).

Figura 221: Tapa de saneamento na rua Miguel Bombarda, Porto (imagem do autor).

Figura 222: Tapa de saneamento na rua da Piedade, Porto (imagem do autor).



Figura 223: Pormenor do antigo logotipo da CIF numa base de poste de candeeiro em ferro fundido, que estava localizada na divisão dos modelos nas instalações da CIF (Imagem do autor).

4. CASO DE ESTUDO:
COMPANHIA INDUSTRIAL
DE FUNDIÇÃO - CIF

Figura 224: Área quando se entra nas instalações da CIF que está destinada a algum material de stock e local onde se fazem alguns acabamentos. É possível ver no canto superior direito a luz que vem da porta da entrada. (imagem do autor).

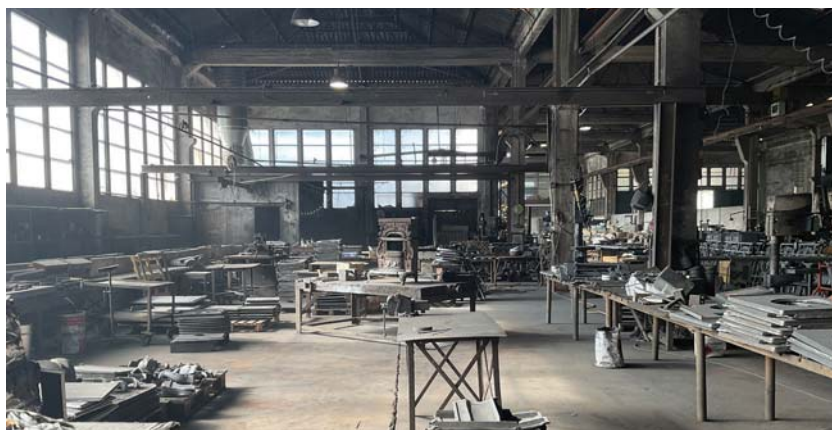


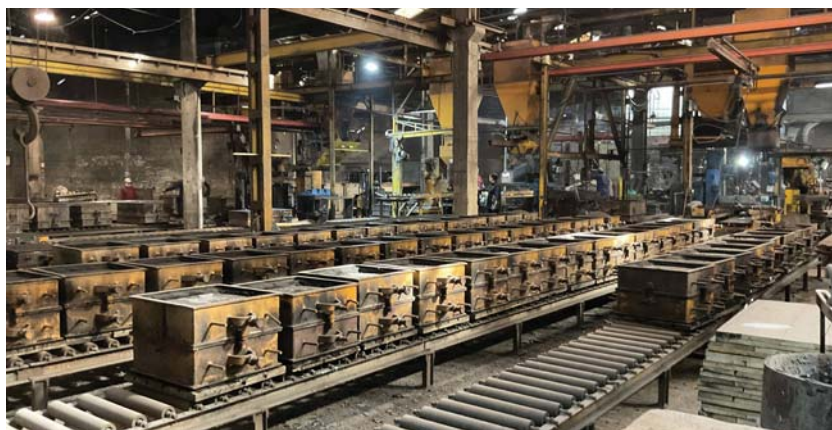
Figura 225: O mesmo local que apresentado na figura 197, numa perspectiva em que é possível ver alguma maquinaria e trabalho em curso (imagem do autor).



Figura 226: Local onde estão vários moldes circulares empilhados à espera de serem cheios (imagem do autor).



Figura 227: Vários moldes já cheios com areia preenchida em volta do molde de areia e com a forma para onde o metal o irá preencher (imagem do autor).



4.1 CIF – Companhia Industrial de Fundição

A Companhia Industrial de Fundição (CIF) remonta a 1895 em registos históricos, tendo sido constituída pela fusão de duas empresas localizadas perto da sua atual localização.

A CIF apresenta-se como tendo sido uma das empresas mais prestigiadas do sector na área do grande Porto nos anos 30 do século XX, a quem foi atribuído o “Grande Prémio” em 1934 na Exposição Colonial.

A escolha da CIF para este projeto deve-se a duas situações, a primeira porque é a empresa mais antiga de Portugal no sector da fundição de ferro que continua no ativo e, com a qual já se tinha estabelecido contacto prévio em outras circunstâncias. A segunda, pelo facto de ser a única empresa que mantém no seu catálogo a tipologia de peças de carácter doméstico e de mobiliário urbano em fundição de ferro. Esta segunda situação foi crucial para a escolha da empresa no sentido de que se pretendia dar valor a um processo milenar com uma carga cultural agregada enorme e onde se poderia atuar em peças que fossem vistas pelo público em geral, em vez de peças técnicas. Estas peças de carácter doméstico ou de mobiliário urbano, são peças que podem em termos de valor comportar a tal carga simbólica de um património e tirar partido da plasticidade do material não estando apenas cingido ao fator preço de custo e da performance máxima da sua função.

A empresa belga Fireplace Bernard Cailliau comprou a empresa CIF em 2009 para que pudesse produzir 100% da capacidade da fundição para a sua empresa ligada à área do aquecimento.

Encomendas

A CIF produz peças técnicas industriais, sob encomenda, para outras empresas, e produz todas as peças para o cliente final.

Figura 228: Modelo que depois irá originar o molde em areia. Este modelo irá ser prensado na areia (imagem do autor).



Figura 229: Caixa onde a areia para o molde irá ser depositada, já com o modelo no fundo (imagem do autor).



Figura 230: Caixa de areia com a areia e onde é possível ver os tubos que vão originar os canais para os gases saírem assim como os gilos (canais de entrada do metal) (imagem do autor).



Figura 231: Operador de máquina a colocar areia já queimada que não entrará em contacto com o modelo para preencher a restante caixa (imagem do autor).



Método de trabalho da CIF

A CIF trabalha com intermediários que instalam os seus produtos, a CIF não faz implementação nos projetos. Normalmente existe um intermediário que procura a CIF para responder ao projeto dos arquitetos, das autarquias locais, etc. O engenheiro Nuno Barbosa indica que a CIF deve conseguir cerca de 1% dos projetos de parques públicos em Portugal, o que é uma pequeníssima parte.

A CIF apresenta uma vantagem em relação a outras fundições que consiste em produzir pequenas séries ou até mesmo uma unidade. Isso permite reproduzir peças históricas em que se utilize a própria peça como modelo.

Em termos de prazos de entrega, a CIF também é competitiva, quando são séries pequenas, em relação a outras fundições, e a vantagem de estar na Europa e de não ter de competir com tempos de transporte como os produtos que vêm da China.

A CIF já conseguiu vários trabalhos devido a estes dois pontos fortes.

A CIF reconhece que os seus modelos não são mais bonitos nem mais competitivos em relação a outros modelos de concorrentes. Reconhece, também, que há muitas peças que anteriormente eram produzidas em fundição e que hoje existem opções em chapa ou mesmo em derivados de plásticos, o que traz a vantagem de ser mais fácil de instalar devido ao peso e, provavelmente ser mais económico.

A CIF indica que os desenhos históricos não têm direitos de propriedade intelectual associada a alguma empresa em concreto pois são peças muito antigas cujos direitos já expiraram. Estes desenhos históricos são desenhos de influência francesa, inglesa e talvez italiana.

A CIF não tem rede comercial para angariar clientes (como o caso das autarquias locais) para proteger o património das zonas históricas com peças de desenhos

Figura 232: Operário com calcadeira elétrica a preensar a areia contra o modelo (imagem do autor).



Figura 233: Local onde têm a sucata que é utilizada para fazer a matéria de ferro fundido (imagem do autor).



Figura 234: Local onde guardão os lingotes de ferro, estes oriundos da Federação da Rússia (imagem do autor).



Figura 235: Forno onde os vários componentes para fazer a liga são juntos em matéria líquida. É possível ver o contentor em frente do forno para onde o operário atira a escória (imagem do autor).



originais que existam nessas localidades.

É interessante o comentário do engenheiro Nuno Barbosa ao indicar que os ingleses dão muito valor à estética do ferro fundido e que, ainda hoje, colocam nos jardins os bancos em ferro fundido, ainda que seja um país com menos sol que os mediterrânicos. Talvez por isso, seja socialmente mais importante haver meios para aproveitar o bom tempo quando este ocorre.

A CIF indica que todos os anos há menos procura de peças em ferro fundido. Dá o exemplo dos espanhóis que fecharam as fundições e começaram a importar da China.

Recursos Humanos

Barbosa relata a dificuldade em recrutar pessoas com especialização na área ou com vontade de aprender a arte/ofício devido ao tempo durante o qual se tem de ser aprendiz até dominar o saber. Indica que a geração mais jovem não tem interesse numa arte em que é necessário trabalhar com as mãos e que considera que é um trabalho pesado com esforço físico. Barbosa confessa que não sente apoio da Associação Portuguesa de Fundição no que se refere à formação especializada na área, e que acredita, que é uma questão de tempo para que estas fábricas tradicionais menos automatizadas deixem de existir e se percam conhecimentos (*Barbosa N. em contacto pessoal em 9/02/2022*).

Neste momento, na CIF não existe uma pessoa dedicada a elaboração de modelos para posteriormente se fazer os moldes.

Queiroz confirma que já no século XIX a arte levava bastante tempo a aprender, cerca de 5 anos, com os mestres (Queiroz, 2001).

Os recursos humanos para além das pessoas do escritório, estão dedicados à elaboração da matéria-prima (ligas), ao enchimento dos moldes, à prensagem da areia, à desmoldação e aos acabamentos.

Figura 236: Vazamento do ferro fundido para o balde (imagem do autor).



Figura 237: Operário a vazar com ajuda de colher o vazamento do ferro fundido nos canais, gitos, para preencher o molde (imagem do autor).



Figura 238: Visualização de alguns moldes que foram cheios e orifício do gito ainda tem metal encandescente (imagem do autor).



Figura 239: É possível ver várias filas de moldes já cheios em arrefecimento (imagem do autor).



4.2 Tecnologia da CIF

A CIF é uma empresa centenária em constante evolução, contudo devido ao seu nicho de mercado desenvolve muitas operações assentes em mão-de-obra e pouca industrialização.

A CIF utiliza ferro cinzento e ferro nodular, dependendo da peça, consoante a sua geometria ou função.

O seu processo é o processo descrito no capítulo do estado da arte (2.1) sem grande automatização.

4.3 Questões ambientais

Areias

As areias-verdes são reutilizadas ao máximo, sendo que a areia nova é usada no local onde o ferro entra em contacto com a peça a ser produzida. Essa areia fica queimada e serve para ser usada no enchimento da caixa na produção das peças seguintes.

Após diversas utilizações, a areia-verde ou a areia utilizada para o fabrico de machos (areia com aglutinante), são consideradas resíduos e têm de ser depositadas em aterros. Numa das visitas à CIF, o engenheiro Nuno Barbosa explicou que a CIF não conseguiu até à data, estabelecer sinergia com empresas que fabriquem cimentos ou que coloquem alcatrão na estrada, pois essas empresas precisam de conhecer a composição exata das areias. Nem a CIF nem essas empresas têm meios para o saber ou para retirar aglutinantes da areia.

A CIF tem planeado o investimento para a implementação de um centro de triagem e reaproveitamento das areias para a produção de novos moldes com aglutinantes, e diminuir, deste modo, a quantidade que envia para aterro que são cerca de 300 toneladas por ano.

Figura 240: Após arrefecimento é tirada, neste caso, o molde de areia superior. A coloração avermelhada acontece pela areia ter ficado queimada (imagem do autor).



Figura 241: É possível ver a peça fundida ainda que suja com areia (imagem do autor).



Figura 242: Peça retirada do molde, onde é possível ver que tem muitas aparas e ainda precisa de trabalho de acabamento (imagem do autor).



Figura 243: Um pormenor em que se vê locais com uma superfície fina de metal que não é suposto existir na peça final (imagem do autor).



Ferro

A CIF compra sucata e lingotes de ferro e recicla os seus resíduos de ferro (gitos, rebarbas, etc.).

Escórias

As escórias são retiradas do forno quando o ferro proveniente das várias origens é derretido. As escórias são separadas e colocadas num contentor para ir para aterro. Numa das visitas à CIF, o engenheiro Nuno Barbosa explicou que a CIF não conseguiu nenhuma sinergia, até à data, com empresas que fabriquem cimentos ou que coloquem alcatrão na estrada, pois essas empresas precisam de conhecer a composição exata das escórias. Nem a CIF nem essas empresas têm meios para determinar em laboratório a sua composição.

Água

A CIF não utiliza água na sua produção pelo que não tem água residual decorrente da mesma.

Emissões de gases

A CIF, atualmente, possui uma única chaminé do forno elétrico implementado em 2010 quando foram retirados os quatro fornos a carvão que tinham inúmeras chaminés. Anualmente é feita uma inspeção controlada pelo Ministério do Ambiente que fiscaliza se os valores emitidos estão dentro do limite estabelecido para esta indústria. Até ao momento sempre estiveram.

Energia

A energia utilizada pela CIF na sua produção é exclusivamente elétrica, quer no forno, na maquinaria pesada ou maquinaria complementar.

Figura 244: Pormenor da textura da superfície da peça e a zona que tem metal que é necessário remover foi o local onde os moldes de areia encostaram e ficou essa "linha de separação" (imagem do autor).



Figura 245: Operário com rebarbadeira a limar e a cortar excessos de metal (imagem do autor).



Figura 246: Operário a utilizar torno mecânico para modificar algumas peças ou fabricar pequenos pormenores neste caso em latão (imagem do autor).



Figura 247: Local de secagem após acabamento de superfície de peças (imagem do autor).



4.4 Produtos CIF

Atualmente, a CIF atua em duas áreas distintas para além das encomendas de clientes em peças próprias (que por vezes são peças técnicas), produtos domésticos e mobiliário urbano.

Produtos domésticos

Os produtos domésticos são compostos pelas tipologias de recuperadores de calor, lareiras e acessórios, salamandras, fogões de cozinha e louça em ferro fundido. A louça de ferro continua em catálogo mas a sua produção está parada e a venda tem sido nula, devido à concorrência de produtos em ferro fundido com acabamento esmaltado que é vendido nas grandes superfícies como o IKEA (*Barbosa N. em contacto pessoal em 9/02/2022*).

Nota-se uma preocupação da CIF em conseguir existir nas casas atuais. Os recuperadores de calor da CIF têm linhas contemporâneas retas com a frente envidraçada. No fundo do interior tem a placa que retém o calor, em ferro fundido e com uma textura de linhas retas. As opções variam entre ter gaveta ou não, no formato da chaminé, se é plana ou facetada, e na espessura das molduras. Uma das opções do recuperador de calor tem uma estética mais antiga, devido ao tamanho e às linhas terem uma espécie de quadrícula com pormenores em dourado. O engenheiro Nuno Barbosa, numa das visitas realizadas à CIF, indicou que este mercado dos recuperadores de calor diminuiu drasticamente nos últimos anos, porque as pessoas procuram soluções energeticamente mais rentáveis ou soluções de dimensões que sejam mais fáceis de personalizar e adaptar ao espaço.

Para as lareiras abertas existem quatro opções, uma com arcos arquitetónicos clássicos, duas opções com texturas (de tábuas de madeira e um pontilhado mais industrial) e,

Figura 248: Na imagem vê-se um forno de cozinha modelo CIF que continua em colecção no seu catalogo (imagem do autor).



Figura 249: Várias panelas empilhadas que constam no catalogo da CIF. Algumas pás de escada, também estas no catalogo da CIF (imagem do autor).



Figura 250: Existe uma espécie de mezzanine na fábrica que é utilizada para armazenar peças únicas (como o caso desta cadeira-namoradeira), peças de catalogo, peças de projectos ou protótipos (imagem do autor).



Figura 251: No mesmo local da figura 223, existem também algumas peças técnicas como grelhas (imagens do autor).



por fim, a quarta opção com uma caravela portuguesa.

Nos acessórios de lareira há várias peças com utilizações diferentes com uma estética clássica como os bustos, e ainda, uma grelha mais simples e um apoio para lenha com detalhe em latão.

As salamandras, por sua vez, têm opções com desenho clássico e outras com um aspeto mais industrial, ainda que com alguma decoração em algumas das opções, todas com uma estética datada e não contemporânea.

Os fogões de cozinha apresentam três opções, duas com uma estética clássica no uso de decorações e formas mais sinuosas, e uma outra com uma estética mais industrial, ainda que com detalhes em dourado.

Estas soluções são para dar resposta à procura da empresa mãe da CIF, uma empresa belga que se foca na área do aquecimento. Há poucos anos, 80% da produção da CIF era dedicada a este cliente com os artigos relacionados com o aquecimento. Atualmente esta produção representa 10% da produção da CIF.

Há que salientar que a estética destes fogões ainda apresenta muitos pontos com semelhança aos fogões apresentados no catálogo da Companhia de Artefactos de Metais de 1842, cujas imagens estão no artigo de Queiroz (Queiroz, 2005).

Por fim, na louça de ferro fundido, é interessante as várias opções para tacho, sendo que uma das opções é a panela inglesa, que talvez tenha sido herdada das influências inglesas há muito recebidas. Também é interessante haver uma opção com um desenho específico catalogada como panela Açoreana, talvez devido à questão da gastronomia das furnas. Nesta secção existem panelas, tachos, chaleiras, sertãs, assadeiras, tacho de fondue (uma aproximação a um mercado mais atual), fogareiros e barbecues. Todas as peças de carácter utilitário são simples, sem grandes adornos, possivelmente para uma limpeza mais fácil.

Figura 252: Após a zona da secagem, existe uma divisão fechada com dois andares, em que existem milhares de modelos em madeira de várias épocas, da CIF e não só. Aqui existe um vasto património e história sem valor calculado e quase ao abandono (imagem do autor).



Figura 253: Uma vista sobre o andar superior do mesmo local que a figura 225 (imagem do autor).



Figura 254: É possível ver os modelos cheios de pó de não serem mexidos há muitos anos (imagem do autor)



Figura 255: Modelo em madeira de puxadores-batentes (imagem do autor).



Produtos urbanos

Consideramos produtos urbanos as tipologias que estão no exterior das habitações como o mobiliário urbano, complementos de fachada e outros. Nos outros enquadram-se algumas situações ambivalentes como é o caso das escadas em caracol que tanto podem ser usadas no interior como no exterior.

Os produtos de mobiliário urbano são compostos pelas tipologias de colunas de iluminação, bancos, bebedouros, papeleiras, grelhas para árvores, dissuasores de estacionamento, mesas e floreiras.

A CIF tem vários desenhos de colunas de iluminação que se intitulam como modelo CIF. São procurados por autarquias quando existe um projeto de um espaço público onde se quer manter ou o desenho original das peças de época ou quando se quer criar um ambiente de uma época específica porque é um centro histórico. É a única fundição, na atualidade, a fundir em Portugal colunas de iluminação, contudo existem empresas de iluminação em território português a importar colunas de iluminação fundidas produzidas fora de Portugal, como em Espanha e na China, mercados em que conseguem preços mais competitivos.

Os produtos de mobiliário urbano (bancos, bebedouros, papeleiras, grelhas de árvores e dissuasores de estacionamento) são, na sua grande maioria, produtos com uma estética clássica que pertencem ao catálogo da CIF. São produtos que podem fazer sentido em zonas históricas ou na substituição de algum que esteja fortemente danificado. Contudo, para situações contemporâneas a CIF não tem praticamente opções para oferecer ao mercado.

No catálogo da CIF, existe uma proposta para cada tipologia com uma abordagem estética contemporânea contudo estéril.

Figura 256: Algumas peças e moldes espalhados pela fábrica sem ordem ou catalogação, à mercê da memória das pessoas que existem na Fábrica (imagem do autor).



Figura 257: Modelo de candeeiro de século da CIF coberto de pó e fuligem de outros tempos quando a CIF era movida a carvão (imagem do autor).

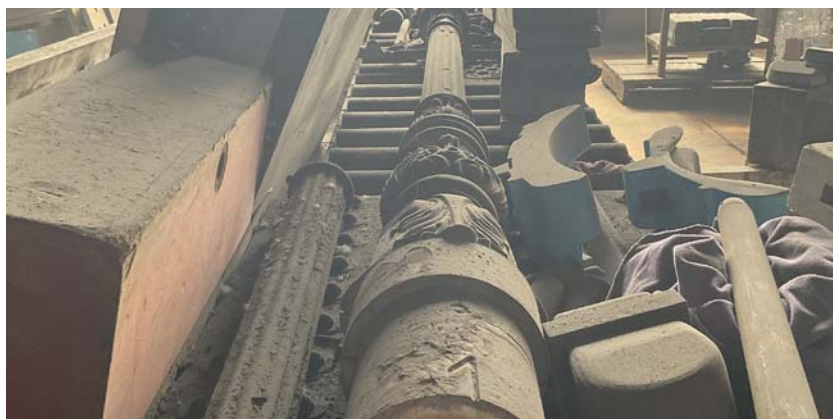


Figura 258: Está presente uma certa nostalgia e poesia, no acaso de como os moldes das várias peças se conjugam sem ordem (imagem do autor).



Figura 259: Sobreposição de várias peças que nunca chegaram a ser acabadas (imagem do autor).



Na tipologia de bancos existe um banco corrido com as pernas feitas em ferro fundido, com uma estética como se fosse uma peça de perfil extrudido, onde assentam 3 tábuas de madeira com a função de costas e assento.

Uma opção de bebedouro com uma abordagem contemporânea de linhas lisas onde o principal material utilizado é o aço corten em chapas, não evidenciando a potencialidade da fundição de ferro. Tem uma das laterais em grelha de ferro fundido.

Na mesma linha, uma opção para papeleira com três variantes onde o ferro fundido está mais presente numa das opções, contudo não está de uma forma que mostre o seu potencial, poderia ter sido produzido com outra tecnologia.

Os complementos de fachada e outros incorporam as tipologias no catálogo da CIF referentes a grades para varandas e escadas, acessórios para grades e fachadas, escadas de caracol, fachadas em ferro, estruturas e coretos.

Todas estas tipologias apresentam soluções com uma estética clássica e de época como se pode observar nas imagens que acompanham o texto.



Figura 260: Alexandre Kumagai com o engenheiro Nuno Barbosa no processo de escolha de tipologia (imagem de Alexandre Kumagai).

4.5 Escolha do Objeto

Perante o leque de oferta em que a CIF se especializou, e visto ser quase a única empresa portuguesa que faz fundição de mobiliário urbano em Portugal, optou-se por seguir essa vertente de objetos. Após alguma reflexão em conjunto com a CIF e a sua estratégia de mercado, escolheu-se o banco de jardim como objeto a desenvolver.

Para além de ser uma tipologia de peça que normalmente sai mais do que uma unidade, é uma peça que habitualmente acrescenta valor estético ao espaço público onde é inserido, e tal como os oitocentistas acreditavam para as suas cidades, na cidade do Porto com grande herança oitocentista continua a fazer sentido esta opção.

É uma peça em que o valor acrescentado do design ligado a uma identidade local poderá fazer-se valer, em vez de competir apenas pelo preço, como é o caso das colunas de iluminação com desenhos clássicos, de acordo com o testemunho do engenheiro Nuno Barbosa da CIF.

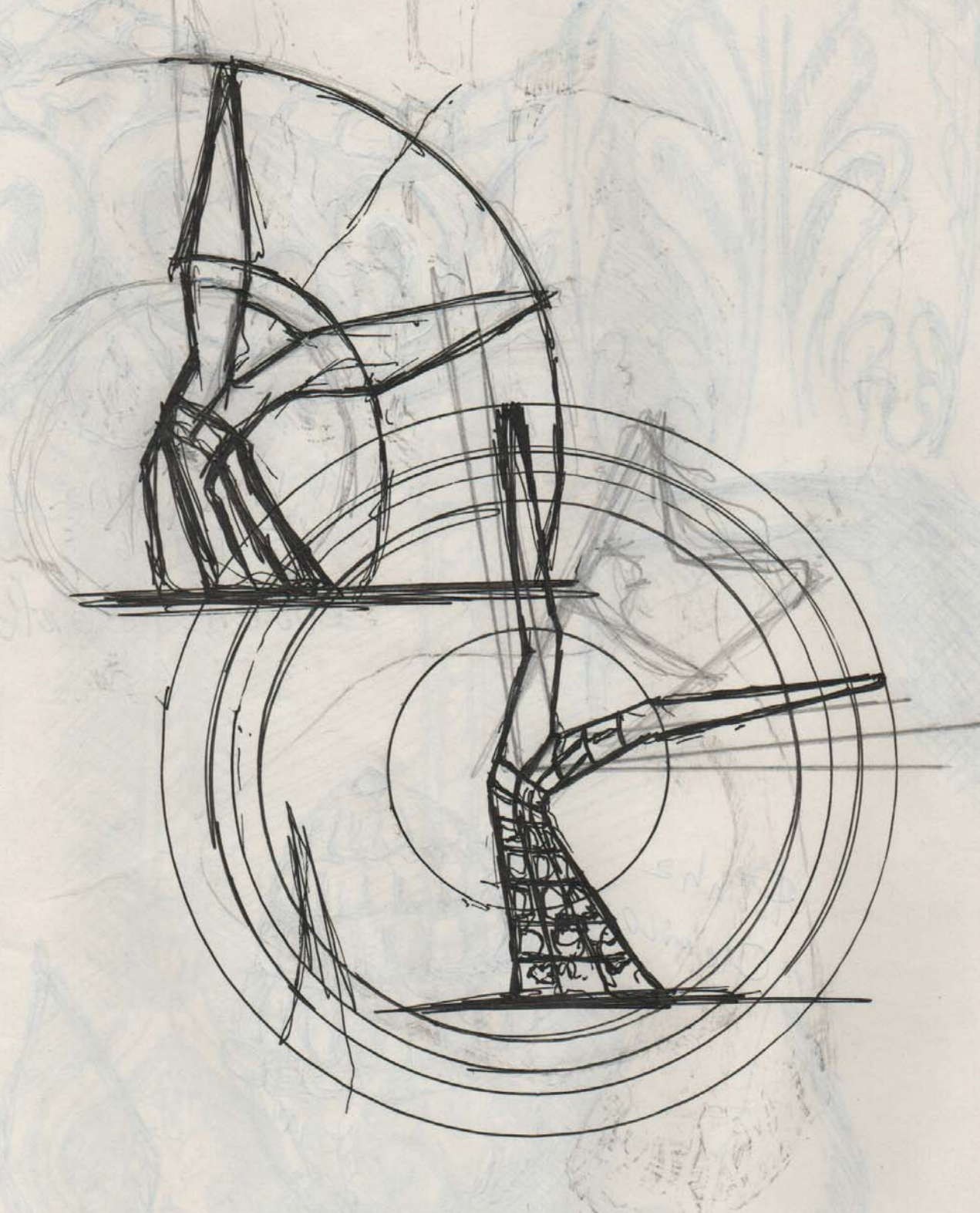
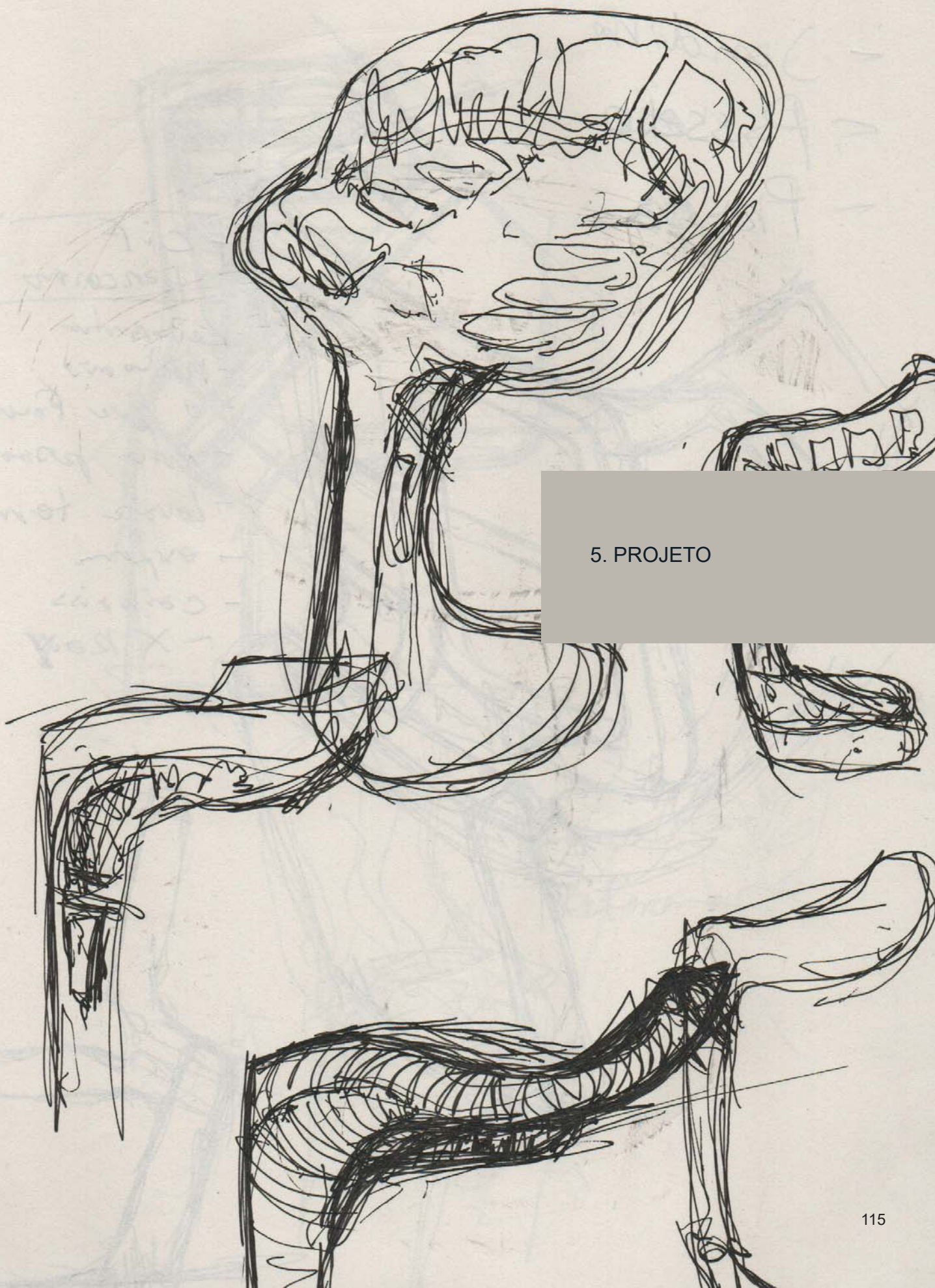


Figura 261: À esquerda, esboços do autor na procura da forma do banco numa segunda proposta (imagem do autor).
Figura 262: À direita, esboços do autor na procura da forma do banco numa primeira proposta (imagem do autor).



5. PROJETO

Figura 263: Banco em utilização individual por uma jovem que se encontra ao telemóvel a visualizar o ecrã no Jardim da Cordoaria, Porto (imagem do autor).



Figura 264: Banco no jardim da rotunda da Boavista, Porto. A utilização está a ser por pessoas de terceira idade com espaçamento entre si, porque possivelmente não se conhecem. Uma das pessoas encontra-se a ler (imagem do autor).



Figura 265: Banco em utilização individual por um jovem que se encontra ao telemóvel a visualizar o ecrã no jardim da rotunda da Boavista, Porto (imagem do autor).



Figura 266: Banco em utilização individual por um senhor de terceira idade no Parque Dom Carlos I, Caldas da Rainha (imagem do autor).



5.1 Pesquisa

A pesquisa foi suportada pela seguinte metodologia: observação passiva, registo fotográfico e análise das fotografias e informação observada, referências bibliográficas e conclusões sobre a informação das secções anteriores.

Utilização

Após a observação da utilização dos bancos de jardim, há que salientar que a sua utilização é feita por várias faixas etárias, dependendo da hora do dia. Existem pessoas idosas a descansar, a dar comida aos pássaros, adultos que estiveram a fazer exercício como a correr e se sentam para descansar, adultos que leem ou estão ao telemóvel, adultos que estão a comer.

Às vezes as pessoas, especialmente com uma idade mais avançada, não se encostam às costas dos bancos. Parece-nos que a razão poderá ser o ângulo e que por ficarem muito reclinadas, terão dificuldade quando se quiserem levantar.

Observou-se que quando as pessoas não se conhecem, apenas se senta uma pessoa por banco, e não é assim tão raro as pessoas estarem sós nos parques.

Técnica

Para melhor definir a forma de implementação da peça em espaço público, fez-se um levantamento de diferentes soluções utilizadas em equipamento urbano, independente das suas funções ou volumetrias. Rapidamente percebe-se que tem como característica a fixação ao solo, como forma de garantir a sua longevidade, evitar danos ou furto.

A fixação ao solo implica a instalação de uma sapata de betão que pode incorporar parte da peça, como é o caso dos postes de sinalização ou incorporar varões roscados onde os objetos serão fixos, solução mais comum para a instalação de bancos. No caso dos bancos, são maioritariamente compostos por vários componentes. Esta abordagem trás vantagens no que diz respeito ao transporte, implementação e manutenção. Ao transportar os componentes desmontados consegue-se uma significativa poupança de espaço. A manipulação



Figura 267: Banco em utilização individual por um senhor que se encontra a descansar no Cemitério da Lapa, Porto (imagem do autor).



Figura 268: Banco em utilização por duas senhoras de terceira idade com alguma distância entre elas no Jardim da Rotunda da Boavista, Porto (imagem do autor).



Figura 269: Em primeiro plano, banco em utilização individual por um senhor que se encontra ao telemóvel a visualizar o ecrã. Em segundo plano, um grupo de quatro senhores possivelmente se conhecem, a conversar e ao telemóvel (imagem do autor).



Figura 270: Bancos dentro da área de um parque infantil, onde é mais comum observar-se familiares ou amigos em grupos de 2 ou mais pessoas com crianças. Parque Dom Carlos I, Caldas da Rainha (imagem do autor)

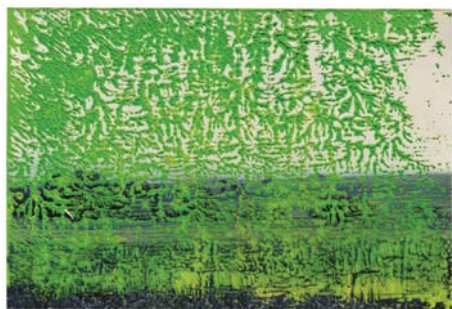


Figura 271: Pintura "Untitled (1.12.88)" do pintor Gerhard Richter (Christie's, N/A).



Figura 272: Livros da autoria de Sophia de Mello Breyner, como a obra poética III, I e os contos exemplares (imagem do autor).



Figura 273: Secção do quadro "Untitled (Green Divided by Blue)" de Mark Rothko (The artist, N/A).



Figura 274: Padrão orgânico feito pelos reflexos na água de uma piscina (Vecteezy, N/A).

dos componentes isolados permite que na maioria dos casos, equipas de dois operadores sejam suficientes para a implementação. E caso ocorra danos, as peças danificadas são facilmente substituídas no local, evitando a substituição completa do equipamento.

No caso dos bancos analisados, as fixações dos componentes são feitas com parafusos de rosca métrica, M6 e M8. Identificamos parafusos sextavados interiores e parafusos sextavados exterior.

Nesta pesquisa identificamos também que nos postes de sinalização são utilizados tubos de aço com secção redonda com 60mm de diâmetro. Esta informação será relevante para a implementação da solução que propomos.

5.2 Conceito

O conceito foi estruturado com duas preocupações, a sua função e a estética.

Função

Após observação de utilizadores de bancos de vários parques, cuja maioria se situa no Porto, por ser o local de referência (Parque do Covelo, Parque da Cidade, Arca D'água, Praça do Marquês, Jardins do Palácio de Cristal, Jardins da Avenida de Montevideo, Jardim da Cordoaria, Parque das Virtudes, Parque das Águas), constatou-se que muitas vezes os bancos são utilizados apenas por uma pessoa. Esse facto tornou-se mais evidente durante e após as restrições derivadas da pandemia de covid 19.

Após esta observação pareceu-nos pertinente repensar o banco de jardim e na sua utilização. Pareceu-nos pertinente e relevante avançar com uma proposta de banco individual de jardim, que se percebeu-se, mais tarde, pelas dimensões adotadas no projeto, que fazia mais sentido chamar-lhe cadeira de jardim em vez de banco. O importante era ser individual e que pudesse ser conjugado com outros bancos, proporcionando alguma socialização aos seus utilizadores sem terem de partilhar o mesmo assento, pois tinha-se constatado que quando existia mais do que um utilizador nos

bancos de assento corrido, as pessoas conheciam-se mas tinham dificuldade em conversar devido a não conseguirem estar viradas uma para a outra.

Outra questão que percecionamos foi a importância da dimensão do banco e de como este deveria ser utilizado por diferentes pessoas em diferentes estações do ano. Uma pessoa com um grande sobretudo ocupa um espaço diferente de outra que tenha uma roupa leve no verão.

A proposta de um equipamento de uso individual foi muito bem recebida pela empresa CIF. Em conversa, os representantes da empresa concordaram em que o modo de usufruir do espaço público e dos equipamentos de repouso evoluiu.

A finalidade principal dos equipamentos já não é o repouso, é cada vez mais valorizado o convívio. Em alguns exemplos que podemos encontrar na cidade do Porto, na Avenida dos Aliados e na Praça da Batalha, cadeiras individuais voltadas umas para as outras fazem pequenas clareiras que promovem a interação entre as pessoas. Podemos dizer que o mobiliário urbano se apropria do conceito de esplanada e o clássico banco corrido já não corresponde a esta finalidade.

Entendemos que a valorização do convívio corresponde à forma de estar dos mais jovens e que incentiva a interação dos mais velhos. São mudanças que poderão fazer diferença nas relações sociais e na saúde mental.

A empresa CIF demonstrou um particular interesse na nossa proposta, por concluir que não tem em catálogo uma oferta que corresponda a valorização do convívio.

Estética

A estética característica do mobiliário urbano clássico é inspirada na natureza devido à plasticidade e potencialidade do material, com elementos próprios de cada corrente estética, afigurou-se-nos que não se devia esquecer a história e manter como referência a fonte original: a natureza. Adicionalmente percecionou-se que se as referências fossem as próprias peças de época, iríamos ser redutores e possivelmente direcionar-nos para um revivalismo de uma estética de época. Esse revivalismo poderia originar o contrário do que



Figura 275: Cadeira Chair One com base em cimento desenhada pelo designer Konstantin Grcic para a marca Magis (Ambiente Direct, N/A).



Figura 276: Cadeira Vegetal desenhada pelos designers Ronan and Erwan Bouroullec para a marca Vitra (Design is fine, N/A).



Figura 277: Divisor de espaços Algue desenhado pelos designers Ronan and Erwan Bouroullec para a marca Vitra (Milia Shop, N/A).



Figura 278: Bancos Pewter desenhados e produzidos numa edição limitada por fundição na praia (Lamb, 2014).

Figura 279: Tecto de uma das zonas da catedral da Sagrada Família do arquitecto Antoni Gaudí (imagem de Christian Schaller/Jordi Garcia em Zerbst, (2019).



Figura 280: Vista do tecto e colunas da Nave da catedral da Sagrada Família, que mostra cada coluna decorada do arquitecto Antoni Gaudí (imagem de Christian Schaller/Jordi Garcia em Zerbst, (2019).



Figura 281: A entrada para dois grandes pátios na rua de Provença (imagem de Lucas Vallecillos em Zerbst, (2019).



Figura 282: Parte do muro de limite de Finca Guell da autoria do arquitecto Antoni Gaudí do arquitecto Antoni Gaudí (imagem de Alamy Stock Photo em Zerbst, (2019).



pretendemos, pois o que pretendemos é adicionar valor a esta técnica centenária e ao material.

Após a recolha e análise das imagens feitas nos parques, desde a luz a passar nas copas das árvores à sombra projetada no chão e, imaginando que a água bate na terra quando passa pelo recorte das folhas das árvores, fomos sugestionados por formas.

Imaginaram-se “desenhos” que a natureza oferecia nos locais onde o objeto banco iria habitar, sendo que a luz e a água são o princípio da vida, o princípio da imagem, da fotografia.

Estas pistas remeteram-nos para uma descontextualização de épocas entre a nostalgia dos textos de Sophia de Mello Breyner, um nevoeiro de luz/sombra das pinturas de Mark Rothko (ver figura 273) e um semicerrado de luminosidade de Gerhard Richter (ver figura 271).

Pareceu-nos igualmente relevante aliar a nostalgia da época Romântica em que a fonte de inspiração é a natureza e em que o tempo passa e podemos sentir os odores, a luz, as sombras e os sons de outrora as outras épocas em que o registo do momento é importante.

O Jardim Botânico do Porto e o Parque do Covelo tiveram uma influência com a possibilidade de contemplação das várias folhagens, luz em vários momentos do dia e sons.

O trabalho de um criativo que nos pareceu importante observar, que alia o equilíbrio das formas orgânicas ao carácter intemporal estético, uma verdadeira simbiose da forma e da técnica, foi o de Antoni Gaudí. Uma das suas peças mais emblemáticas que nos pareceu mais relevante para a estética que estávamos à procura é a catedral da Sagrada Família (ver figura 289 e 290) .

Por outro lado, pareceu-nos igualmente importante manter a referência industrial, também presente na identidade da cidade do Porto, e ligada ao início da utilização da fundição de ferro pelas massas, como a triangulação das estruturas das pontes, as estruturas dos coretos e as peças mais técnicas. O que pareceu duas referências (natureza e industrial) difíceis de conjugar originou um resultado final após inúmeros recomeços e alterações.

Enquanto era realizado o projeto foi realizada em simultâneo a

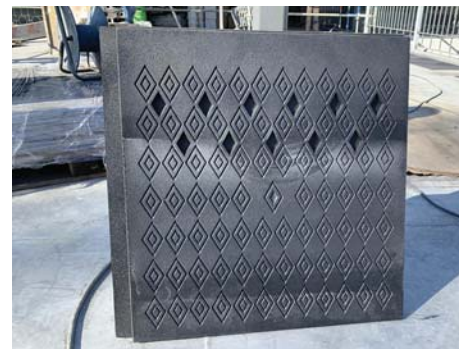


Figura 283: Mosaico em fundição de ferro desenhado por Luís Mendonça para a reabilitação do mercado do Bulhão em 2022 (imagem de Luís Mendonça).



Figura 284: Mosaico em fundição de ferro desenhado por Luís Mendonça para a reabilitação do mercado do Bulhão com inspiração de época oitocentista (imagem de Luís Mendonça).



Figura 285: Colocação dos mosaico em fundição de ferro no mercado do Bulhão (imagem de Luís Mendonça).

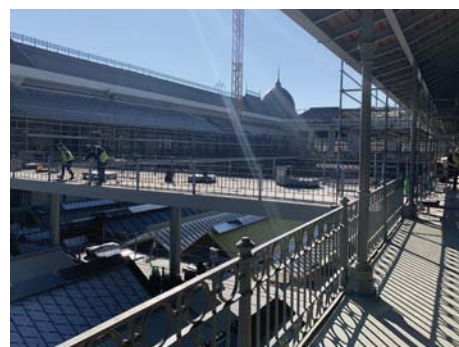


Figura 286: Vista sobre as obras de reabilitação do mercado do Bulhão onde é possível ver vários elementos antigos em fundição de ferro (imagem de Luís Mendonça).

Figura 287: Captação de luz projetada no chão areado que está a passar entre as árvores no jardim do covelo, Porto (fotografia do autor).



Figura 288: Captação de luz projetada no chão areado que está a passar entre as árvores no jardim do covelo, Porto. As formas são maiores e menos definidas que a figura 252. (fotografia do autor).



Figura 289: Captação de luz projetada no chão areado que está a passar entre as árvores no jardim do covelo, Porto. Consegue-se identificar troncos de árvores para além dos vazios por onde a luz passa entre as folhas (fotografia do autor).



Figura 290: Captação de luz projetada no chão areado que está a passar entre as árvores no jardim do covelo, Porto. Consegue-se identificar ramificações com várias espessuras originando um padrão (fotografia do autor).



pesquisa para confirmar que o resultado a que se chegava não era um resultado existente. Foram encontradas algumas peças com algum apontamento de existência de abordagem entre a fluidez da natureza e o carácter estrutural da técnica, como a cadeira Chair One (figura 274), a Cadeira Vegetal (figura 275), o divisor de espaço Algue (figura 276) e o banco Pewter (figura 277).

5.3 Desenho

Uma preocupação inicial, sempre presente nos desenhos, é o vazamento das superfícies devido à função e à técnica.

O vazamento proporciona que haja menos retenção de água no assento ou no encosto, por exemplo quando chove ou quando a rega possa incidir sobre os bancos. Este vazamento faz com que haja menos superfície molhada e os bancos possam ser usados mesmo depois de terem apanhado com água.

Em relação à técnica, o vazamento proporciona que as peças sejam mais leves do que se fossem maciças sem orifícios e ainda a utilização de menos material. Ao serem mais leves permitem uma diminuição do custo associado ao transporte para a sua instalação.

Começamos, inicialmente, com uma referência de banco individual utilizado nos assentos de tratores, também estes produzidos em fundição de ferro. Fez-se uma pesquisa nesse sentido com o apoio a uma referência bibliográfica especializada (Keegan et al., 1990).

Percebemos, após alguma insistência, que não era possível obter uma forma harmoniosa e com proporções equilibradas e anatomicamente funcionais para o uso de banco de jardim. Foi realizado um teste com corte de placas de *MDF* à escala real, com recortes vazados e com a junção de várias camadas de placas para fazer a altura do encosto. Encosto esse que, percebemos, era necessário crescer para um maior conforto e uma maior diversidade de utilização.

Até aquele momento o banco apresentava-se com proporções de um banco de bar, com o assento mais baixo.

A referência do banco de trator foi abandonada e a forma evoluiu



Figura 291: Cadeira Bura produzida em 2014 pela empresa Artisan e desenhada por Alexandre Kumagai e Paulo Neves (imagem autoria de Artisan).



Figura 292: A Chair produzida em 2014 pela empresa Ethnicraft desenhada por Alexandre Kumagai e Paulo Neves (imagem de Ethnicraft).

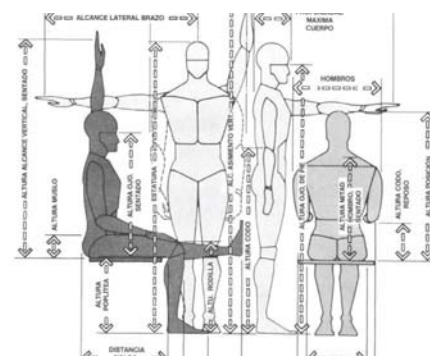


Figura 293: As várias dimensões a ter em atenção, enunciadas pelo livro de "Las dimensiones humanas en los espacios interiores: estándares antropométricos" (Panero, 1996).

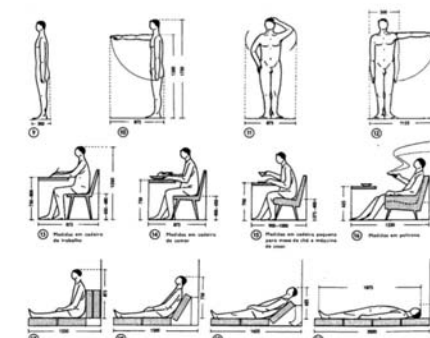
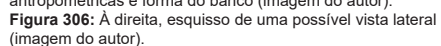
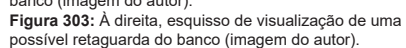
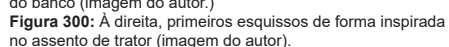


Figura 294: Medidas relacionadas com o sentar no livro "Arte de Projetar em Arquitetura" (Neufert, 1976).

Figura 297: À direita, esboço de possível aplicação de um padrão para futuros orifícios (imagem do autor).



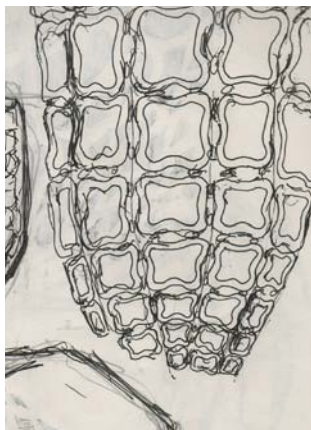


Figura 307: À esquerda, esquisso de possível padrão (imagem do autor).

Figura 308: Ao centro, esquisso de possível padrão com aplicação em banco (imagem do autor).

Figura 309: À direita, esquisso de possível textura aplicada à superfície do pé do banco (imagem do autor).

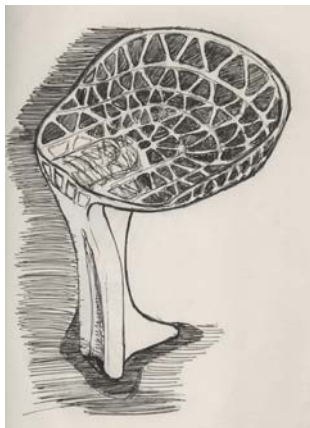


Figura 310: À esquerda, esquisso de possível padrão geométrico aplicado à forma da primeira proposta (imagem do autor).

Figura 311: Ao centro, esquisso de possível padrão aplicado à forma da primeira proposta (imagem do autor).

Figura 312: À direita, esquisso de possível padrão triangular aplicado à forma da primeira proposta (imagem do autor).

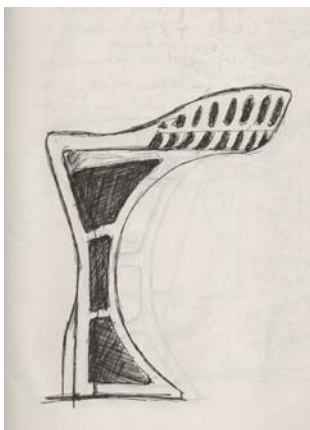


Figura 313: À esquerda, esquisso de possível padrão orgânico aplicado à forma da primeira proposta (imagem do autor).

Figura 314: Ao centro, esquisso de de corte numa vista lateral onde é possível a estrutura interior e padrão aplicado à forma da primeira proposta (imagem do autor).

Figura 315: À direita, esquisso de possível padrão geométrico aplicado à forma da primeira proposta (imagem do autor).



Figura 316: À esquerda, esquisso de possível padrão orgânico aplicado à forma da primeira proposta em seria para ter baixo relevo (imagem do autor).

Figura 317: Ao centro, esquisso de possível textura aplicada à superfície do banco (imagem do autor).

Figura 318: À direita, esquisso de possível vazamento geométrico aplicado à forma da primeira proposta (imagem do autor).

Figura 319: Esquisso de texturas de folhas e nervuras (imagem do autor).



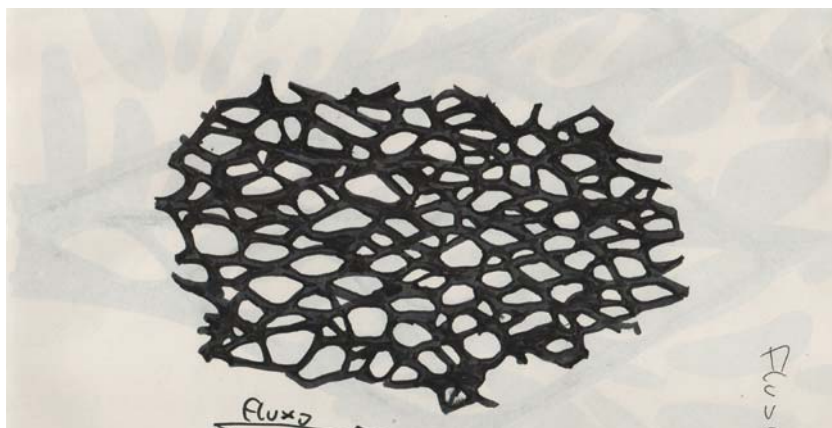
Figura 320: Esquisso de possíveis formas de inspiração na passagem da luz entre as folhas (imagem do autor).



Figura 321: Esquisso de possíveis formas de inspiração na passagem da luz entre as folhas (imagem do autor).



Figura 322: Esquisso de possíveis formas de inspiração nos reflexos da água (imagem do autor).



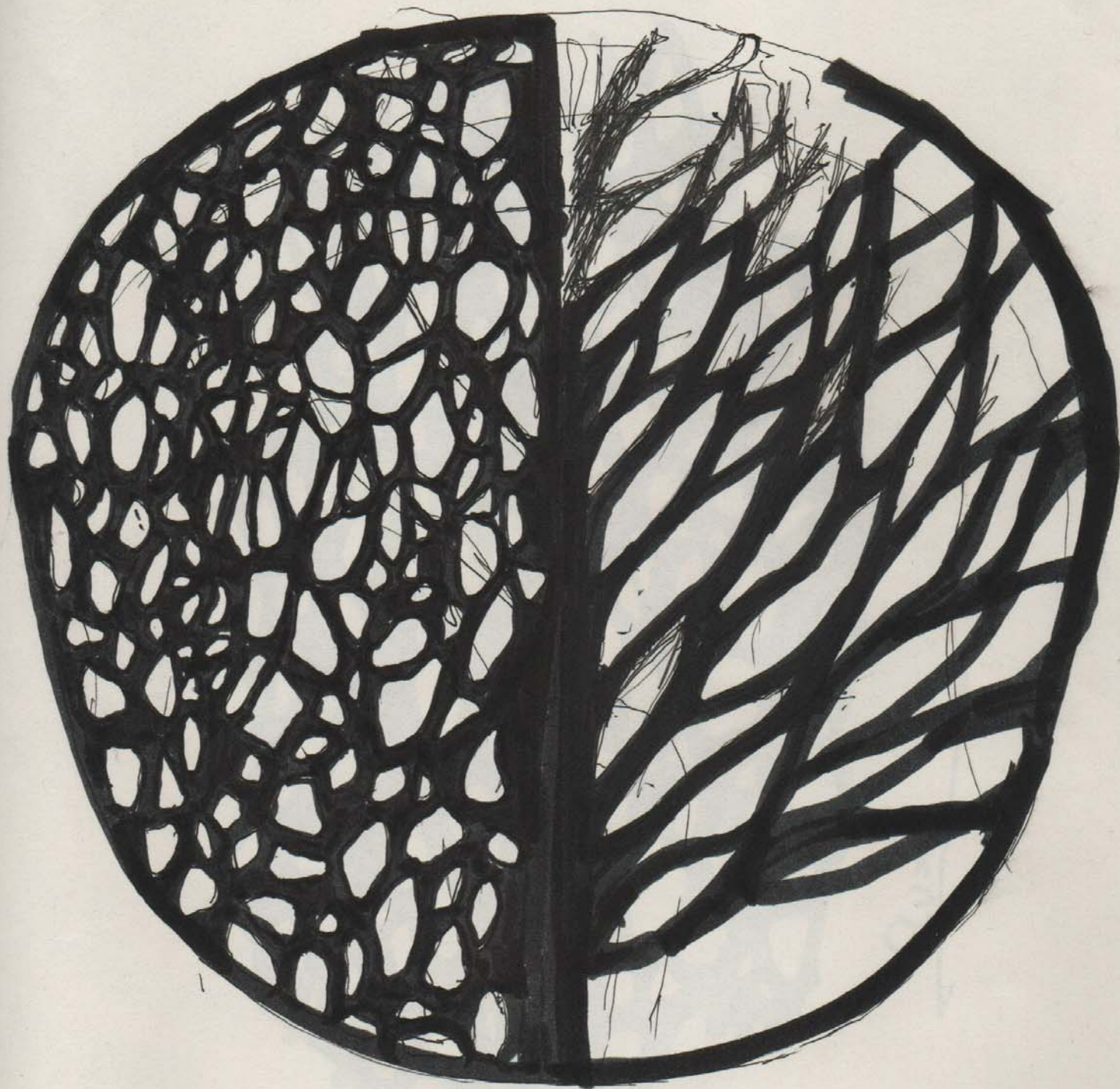


Figura 323: Esquismo de aplicação de possíveis padrões orgânicos na forma do assento (imagem do autor)

Figura 324: À esquerda, banco de balcão em loja em Lisboa em que o assento era de tractor em fundição de ferro (imagem de Maria B. Néo).

Figura 325: Ao centro, banco Mezzandro de Achille Castiglioni, cujo o assento é a reutilização de um banco de tractor, Studio museo Achille Castiglioni, Milão (imagem do autor).

Figura 326: À direita, assento de tractor em fundição de ferro com padrão geométrico (imagem retirada de Keegan, 1990).

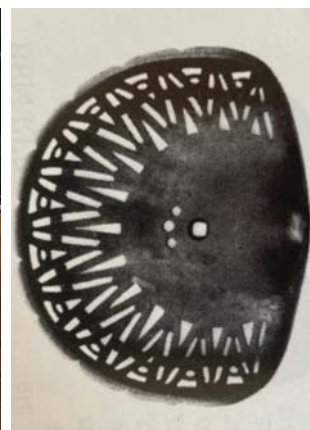


Figura 327: À esquerda, assento de tractor em fundição de ferro com padrão geométrico (imagem retirada de Keegan, 1990).

Figura 328: Ao centro, assento de tractor em fundição de ferro com padrão geométrico (imagem retirada de Keegan, 1990).

Figura 329: À direita, assento de tractor em fundição de ferro com padrão geométrico da empresa H. Bamford (imagem retirada de Keegan, 1990).

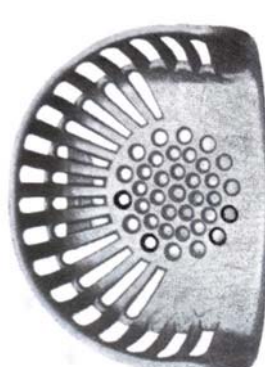


Figura 330: À esquerda, assento de tractor em fundição de ferro com padrão orgânico da empresa Bamlett (imagem retirada de Keegan, 1990).

Figura 331: Ao centro, assento de tractor em fundição de ferro com padrão de arcos da empresa Bates (imagem retirada de Keegan, 1990).

Figura 332: À direita, assento de tractor em fundição de ferro da empresa Brown & Sons (imagem retirada de Keegan, 1990).



Figura 333: À esquerda, assento de tractor em fundição de ferro com elevação no centro para divisão das pernas quando a pessoa está sentada da empresa Doyle (imagem retirada de Keegan, 1990).

Figura 334: Ao centro, assento de tractor em fundição de ferro com padrão utilizando pouco material da empresa J.B. Edlington & CO. LTD (imagem retirada de Keegan, 1990).

Figura 335: À direita, assento de tractor em fundição de ferro com elevação de marcação de encosto da empresa Hornsby (imagem retirada de Keegan, 1990).

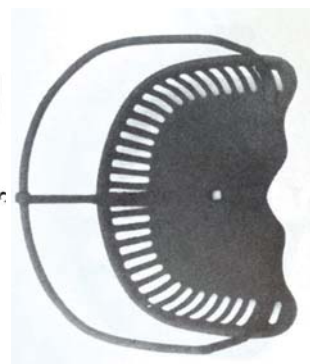
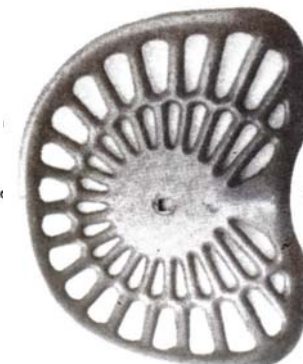




Figura 336: À esquerda, pormenor da prensão do banco ao chão, neste caso zona verde, com possível sapata de cimento (imagem do autor).

Figura 337: Ao centro, pormenor de fixação da peça de ferro à peça de madeira, sem que os parafusos fiquem salientes (imagem do autor)

Figura 338: À direita, pormenor da prensão do banco ao chão, neste caso calçada portuguesa, com possível sapata de cimento (imagem do autor).



Figura 339: À esquerda, detalhe de como a peça em ferro dá apoio ao assento e serve como pausa braços (imagem do autor).

Figura 340: Ao centro, detalhe de como o banco assenta na calçada, sem ser necessário orifício em volta do mesmo (imagem do autor).

Figura 341: À direita, outra perspectiva sobre o detalhe da figura 284 (imagem do autor).



Figura 342: À esquerda, outro pormenor de outro modelo de banco com fixação a zona verde (imagem do autor).

Figura 343: Ao centro, pormenor de linguagem industrial em fundição aplicada ao assento (imagem do autor).

Figura 344: À direita, outra perspectiva sobre o mesmo pormenor que a figura 287 (imagem do autor).



Figura 345: À esquerda, vista de peça de estrutura a dar apoio ao assento e costas. Pormenor da figura 286 pertence a este banco (imagem do autor).

Figura 346: Ao centro, pormenor de fixação de duas peças através da fixação mecânica de um parafuso (imagem do autor).

Figura 347: À direita, outra vista do banco da figura 289 (imagem do autor).

em outra direção. A direção por que optamos foi uma direção em que, ainda que com proporções pequenas, fosse possível proporcionar conforto ao nível do encosto e “abraçasse” o utilizador. Como se fosse uma planta com duas folhas a nascer da terra e abrisse com um ângulo para que um plano fosse o assento e outro fosse o encosto.

Foram tidas em conta publicações como *Metric Handbook Planning and Design Data*, *Las Dimensiones Humanas en Los Espacios Interiores* e *A Arte de Projetar em Arquitetura*, como base teórica para sustentação dos estudos ergonómicos. Foram também tidos em conta diversos bancos e cadeiras desenvolvidos pelo autor ao longo do seu percurso profissional, como a cadeira Bura (figura 290) e a cadeira A Chair (figura 291), que ajudaram a consolidar a volumetria da peça e a adequá-la às exigências de conforto e funcionalidade às quais se propõe responder.

Na modelação tridimensional foram adicionadas imagens de testes digitais de pressão corporal (pressão corporal por *BPMS - Body Pressure Mapping System*), identificando as áreas de maior e de menor pressão, determinando assim as dimensões e posições dos espaços vazados e dos apoios, não descurando o conforto do utilizador. As espessuras e as formas dos vazamentos do material foram ajustadas para haver menos esforço e diminuir a probabilidade de a cadeira sofrer algum dano com o esforço. Apesar dos desenhos dos espaços do vazamento das superfícies serem irregulares e assimétricos, não se tratou de uma composição aleatória.

O entendimento do conforto que se pretende é um equilíbrio entre a natureza do material (ferro fundido) e o contexto de utilização, espaço público. Quer isso dizer que não se pretende atingir o mesmo conforto que se exige a um produto de uso doméstico, mas um conforto equilibrado na relação material/equipamento de uso exterior.

Pretendíamos que os vazamentos tivessem uma assimetria em relação à nervura central, nervura essa que oferece estabilidade e rigidez à peça e serve de canal de enchimento para o processo de fundição. Os vazamentos têm uma forma orgânica, ainda que estilizada.

Há que salientar que, para esta afinidade de forma natural/ industrial, foi importante a observação de algumas referências, como imagens de obra do arquiteto Antoni Gaudí, que com mestria faz esse equilíbrio (Zerbst, 2019).

Após a modelação formal da cadeira, procedeu-se à sua impressão 3D em filamento de plástico PLA⁵ com uma escala 1/5 para melhor perceção da forma e proporções da peça. Foram realizadas 14 impressões tridimensionais.

À medida que o desenho foi ganhando forma foi necessário consolidar conhecimento técnico que sustentasse a sua materialização. As visitas às instalações da empresa CIF foram fundamentais para ter contacto com diversos exemplares de modelos que ajudaram a uma melhor compreensão do processo. Dada a volumetria e complexidade da peça, a sua execução em série só seria possível decompondo-a em vários componentes, facilitando assim a sua produção.

A execução da peça em três componentes (base, assento e encosto) surge como a solução mais viável para a sua concretização. Embora cada componente implique o desenvolvimento de um ou mais modelos, este processo é o mais adequado às caixas de fundição utilizadas pela empresa CIF.

Este fator agradou aos representantes da empresa CIF, além de ajustado ao processo de produção, a economia de espaço no transporte do produto diminui custos e abre novas perspetivas de negócio em mercados mais distantes.

Tecnicamente, o contacto com a empresa serviu para fazer ajustes em algumas secções, nomeadamente nas espessuras dos encaixes. Foi-nos proposto aumentar as espessuras para garantir maior resistência e consequentemente maior durabilidade. Sugestão esta que implementamos depois de muita reflexão, de modo que não tivesse um significativo impacto visual na peça.

Foi abordado também a quantidade de caixas de macho necessárias. A nossa proposta para a produção do componente da base contemplava a utilização de quatro machos, um macho para o interior, um macho para as ligações do topo e dois machos para as fixações. Segundo o Engenheiro Nuno Barbosa, a produção de machos requer muitas horas de

⁵ PLA - O polímero ácido láctico é um polímero constituído por moléculas de ácido láctico, um ácido orgânico de origem biológica.

Figura 348: À esquerda, vista lateral de uma das primeiras formas demasiado recta e industrial (imagem do autor).

Figura 349: Ao centro, vista da retaguarda de uma das primeiras formas demasiado recta e industrial (imagem do autor).

Figura 350: À direita, vista frontal de uma das primeiras formas demasiado recta e industrial (imagem do autor).

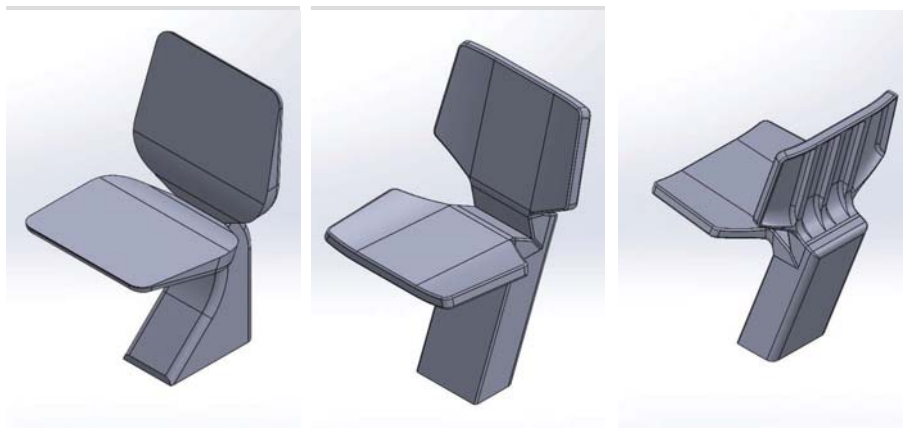


Figura 351: À esquerda, perspectiva frontal da proposta inspirada no assento do tractor (imagem do autor).

Figura 352: Ao centro, vista da retaguarda da proposta inspirada no assento do tractor (imagem do autor).

Figura 353: À direita, vista lateral da proposta inspirada no assento do tractor (imagem do autor).

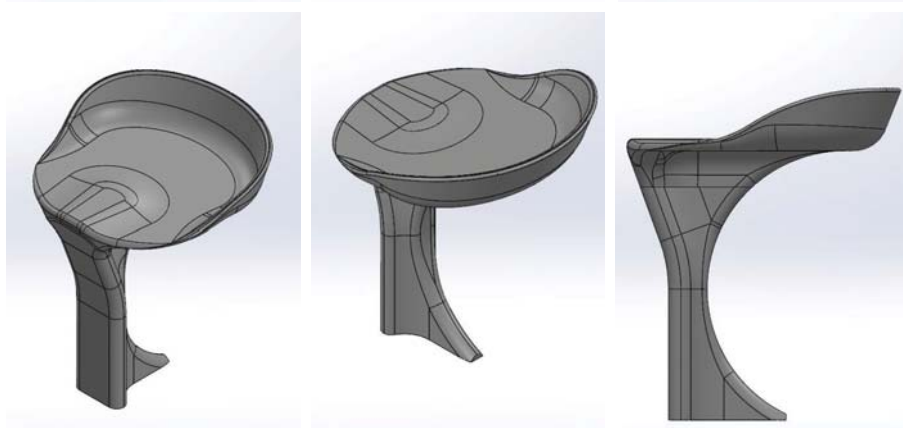


Figura 354: À esquerda, perspectiva frontal da proposta inspirada no assento do tractor com padrão aplicado para orrífios vazados (imagem do autor).

Figura 355: Ao centro, vista lateral da proposta inspirada no assento do tractor com padrão aplicado para orrífios vazados (imagem do autor).

Figura 356: À direita, vista perspectiva de trás da proposta inspirada no assento do tractor com padrão aplicado para orrífios vazados (imagem do autor).

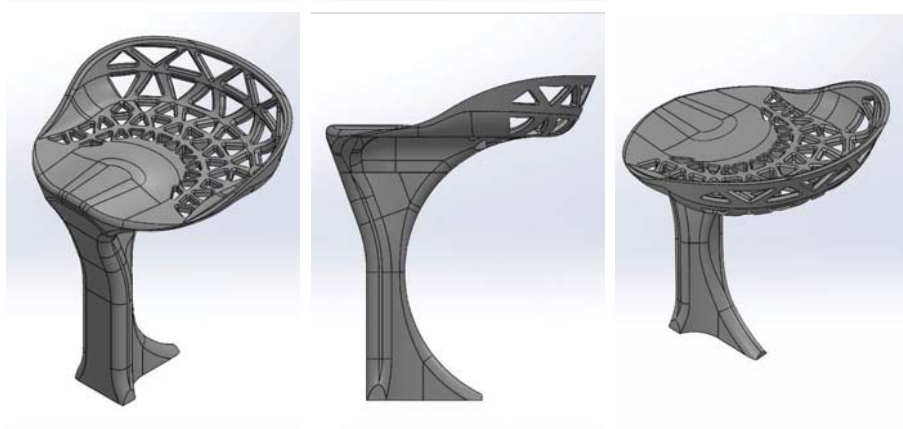
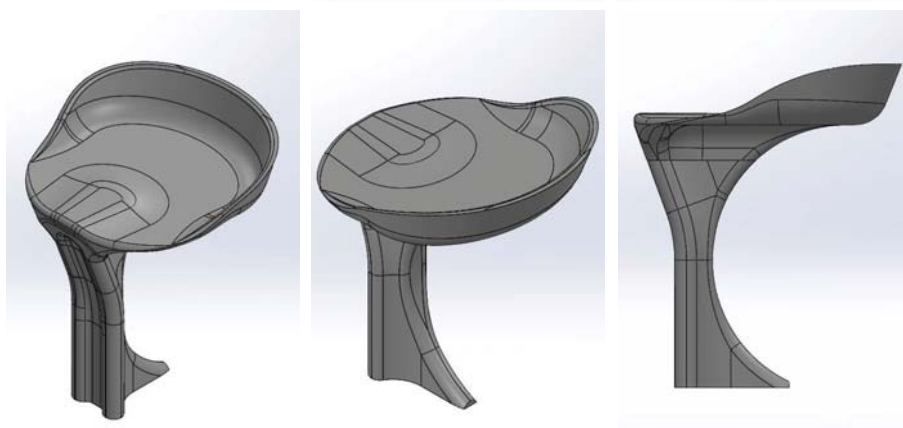


Figura 357: À esquerda, perspectiva frontal da proposta inspirada no assento do tractor com alteração de proporção de assento em relação à figura 295 (imagem do autor).

Figura 358: Ao centro, vista da retaguarda da proposta inspirada no assento do tractor alteração de proporção de assento em relação à figura 296 (imagem do autor).

Figura 359: À direita, vista lateral da proposta inspirada no assento do tractor alteração de proporção de assento em relação à figura 297 (imagem do autor).



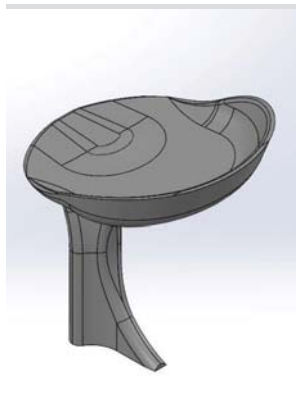
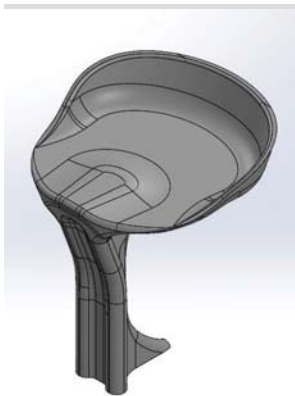


Figura 360: À esquerda, perspectiva frontal da proposta inspirada no assento do tractor com alteração de proporção de assento em relação à figura 301(imagem do autor).

Figura 361: Ao centro, vista da retaguarda da proposta inspirada no assento do tractor alteração de proporção de assento em relação à figura 302 (imagem do autor).

Figura 362: À direita, vista lateral da proposta inspirada no assento do tractor alteração de proporção de assento em relação à figura 303 (imagem do autor).

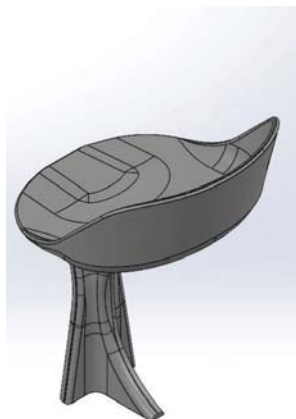
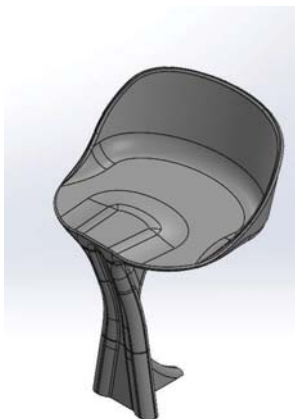


Figura 363: À esquerda, perspectiva frontal da proposta inspirada no assento do tractor com alteração da altura do encosto em relação à figura 304 (imagem do autor).

Figura 364: Ao centro, vista da retaguarda da proposta inspirada no assento do tractor alteração da altura do encosto em relação à figura 305 (imagem do autor).

Figura 365: À direita, vista lateral da proposta inspirada no assento do tractor alteração de proporção da altura do encosto em relação à figura 306 (imagem do autor).

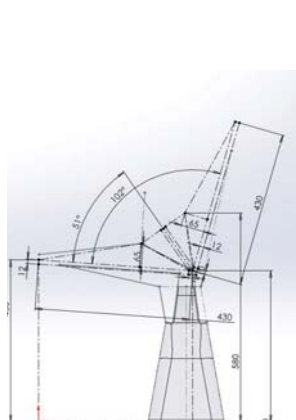
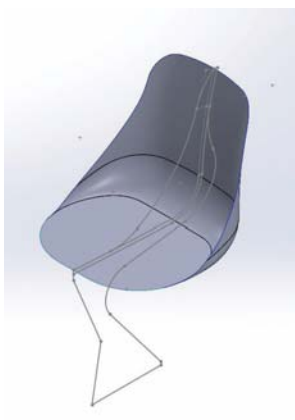


Figura 366: À esquerda, elevação do encosto (imagem do autor).

Figura 367: Ao centro, vista lateral de nova proposta com ensaio de ângulo de assento e abertura de encosto (imagem do autor).

Figura 368: À direita, vista frontal da nova proposta apresentada na figura 311 (imagem do autor).

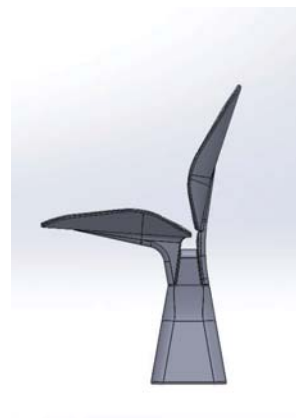
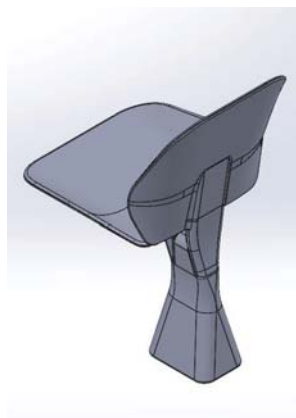
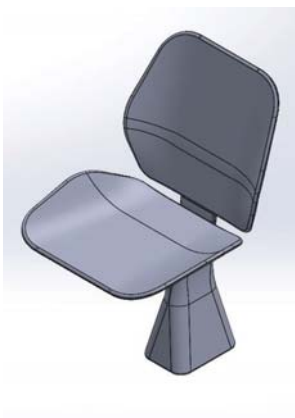


Figura 369: À esquerda, perspectiva superior frontal da nova proposta (imagem do autor).

Figura 370: Ao centro, perspectiva superior traseira da nova proposta (imagem do autor).

Figura 371: À direita, vista lateral da nova proposta (imagem do autor).

Figura 372: À esquerda, Visualização lateral de modelação tridimensional digital das três peças em que a cadeira vai ser produzida (imagem do autor).

Figura 373: Ao centro, visualização lateral de modelação tridimensional digital da peça do encosto e assento com o ângulo de posicionamento entre as duas e dimensões gerais (imagem do autor).

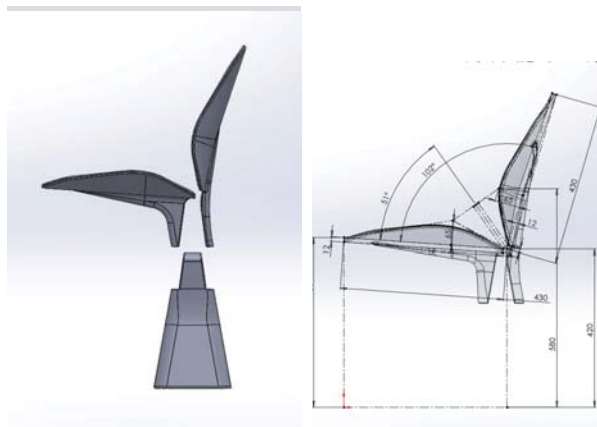


Figura 374: À esquerda, visualização em perspectiva frontal da forma final da cadeira (imagem do autor).

Figura 375: Ao centro, visualização em perspectiva de retaguarda da forma final da cadeira (imagem do autor).

Figura 376: À direita, visualização da vista lateral da forma final da cadeira (imagem do autor).

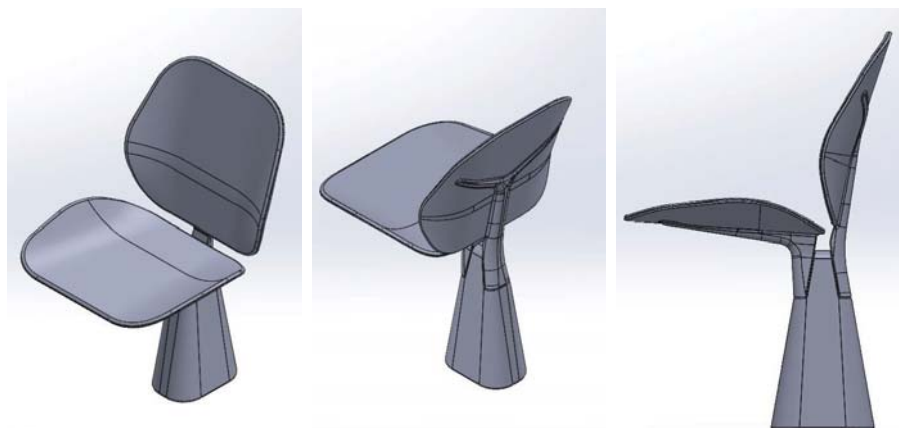


Figura 377: À esquerda, visualização em perspectiva frontal da forma final da cadeira com os orifícios (imagem do autor).

Figura 378: Ao centro, visualização em perspectiva de retaguarda da forma final da cadeira com os orifícios (imagem do autor).

Figura 379: À direita, visualização da vista lateral da forma final da cadeira com os orifícios (imagem do autor).

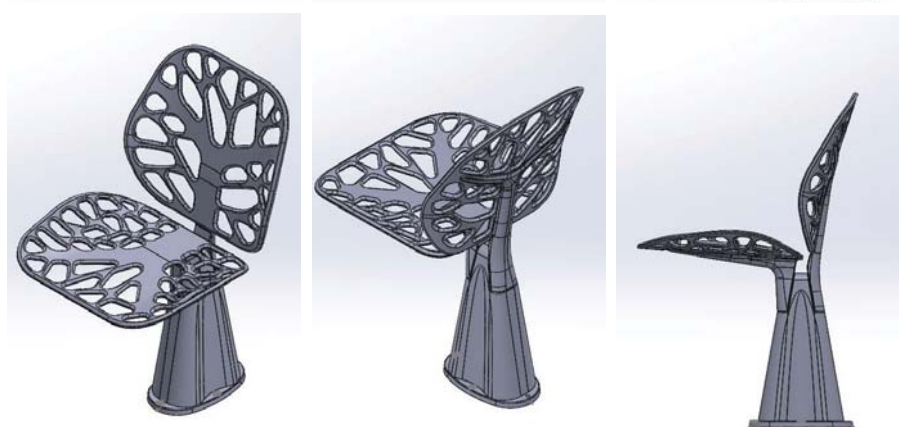


Figura 380: À esquerda, Visualização lateral de modelação tridimensional digital das três peças em que a cadeira vai ser produzida como orifícios (imagem do autor).

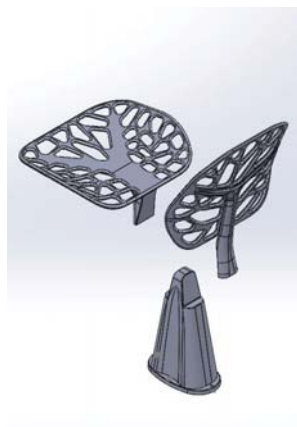




Figura 381: À esquerda, visualização da vista lateral em impressão 3D em PLA da primeira proposta (imagem do autor).
Figura 382: Ao centro, visualização da vista de retaguarda em impressão 3D em PLA da primeira proposta (imagem do autor).
Figura 383: À direita, visualização da vista frontal em impressão 3D em PLA da primeira proposta (imagem do autor).

Figura 384: À esquerda, visualização da vista lateral em impressão 3D em PLA da segunda proposta (imagem do autor).
Figura 385: Ao centro, visualização da vista de retaguarda em impressão 3D em PLA da segunda proposta (imagem do autor).
Figura 386: À direita, visualização da vista frontal em impressão 3D em PLA da segunda proposta (imagem do autor).

Figura 387: À esquerda, vista frontal da impressão tridimensional proposta inspirada no assento do tractor (imagem do autor).
Figura 388: Ao centro, vista da retaguarda da proposta inspirada no assento do tractor (imagem do autor).
Figura 389: À direita, vista da perspectiva lateral da proposta inspirada no assento do tractor (imagem do autor).

Figura 390: À esquerda, vista lateral da proposta inspirada no assento do tractor com o encosto subido e o pé mais trabalhado (imagem do autor).
Figura 391: Ao centro, vista frontal da proposta inspirada no assento do tractor com o encosto subido e o pé mais trabalhado (imagem do autor).
Figura 392: À direita, vista perspectiva frontal da proposta inspirada no assento do tractor com o encosto subido e o pé mais trabalhado (imagem do autor).

Figura 393: Primeiras impressões tridimensionais em PLA, que se pode visualizar forma e ensaio dos primeiros padrões sobre a forma inspirada no assento do trator (imagem do autor).

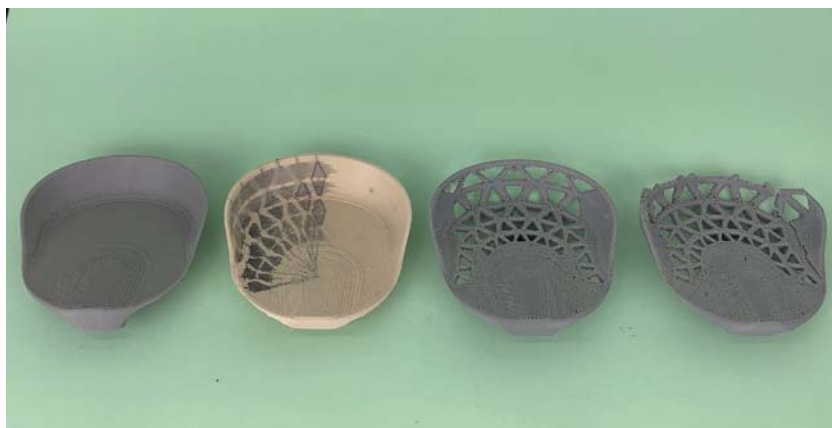


Figura 394: Visualização de um segundo corte em máquina a laser de placas de MDF para posterior colagem e elaboração de maquete à escala real (imagem do autor).



Figura 395: Montagem e colagem das várias camadas após corte (imagem do autor).



Figura 396: Colagem das várias camadas do encosto da maquete (imagem do autor).





Figura 397: Vista frontal do assento (imagem do autor)



Figura 398: Vista lateral do assento (imagem do autor).



Figura 399: Vista da retaguarda do assento (imagem do autor).



Figura 400: Vista superior do assento (imagem do autor)

Figura 401: À esquerda, visualização da modelação tridimensional digital da peça do assento sem orifícios (imagem do autor).

Figura 402: Ao centro, mapa de pressão corporal na peça do assento, sendo que o vermelho é onde há mais pressão e o azul onde há menos pressão (imagem do autor).

Figura 403: À direita, sobreposição das nervuras sobre o mapa de pressão corporal (imagem do autor).

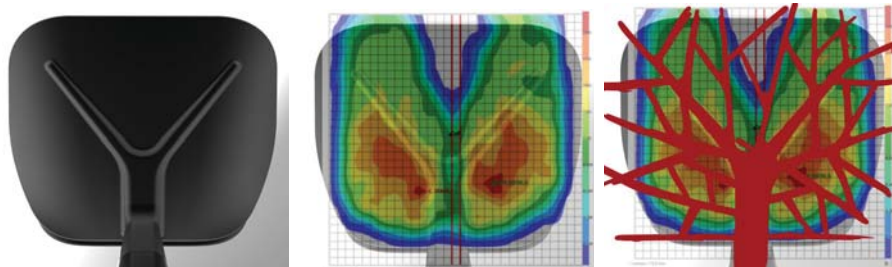


Figura 404: À direita, visualização das nervuras mais trabalhadas (imagem do autor).

Figura 405: Ao centro, visualização do vazamento (imagem do autor).

Figura 406: À esquerda, modelação tridimensional digital das várias nervuras incluindo a central (imagem do autor).

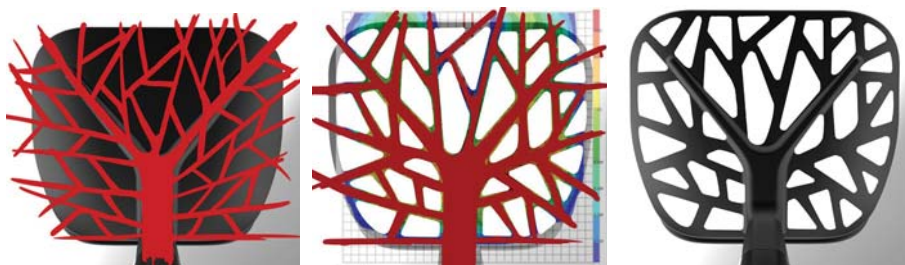


Figura 407: À esquerda, visualização da modelação tridimensional digital da peça do encosto sem orifícios (imagem do autor).

Figura 408: Ao centro, mapa de pressão corporal na peça do encosto, sendo que o vermelho é onde há mais pressão e o azul onde há menos pressão (imagem do autor).

Figura 409: À direita, sobreposição das nervuras sobre o mapa de pressão corporal (imagem do autor).

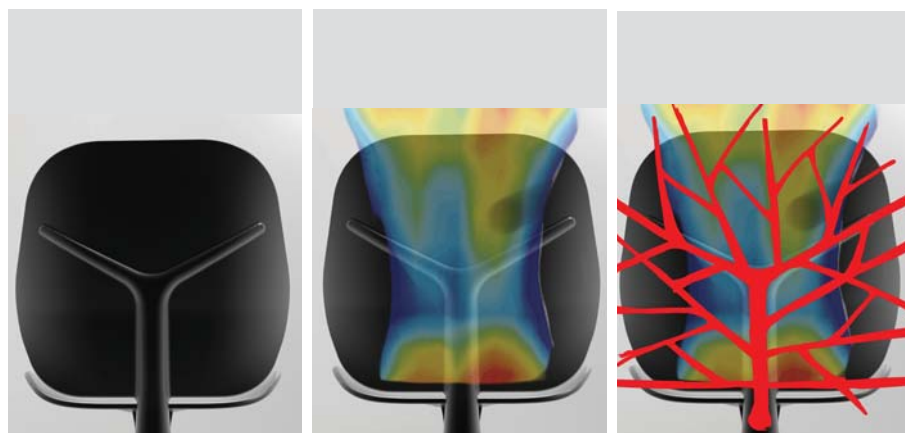


Figura 410: À direita, visualização das nervuras mais trabalhadas (imagem do autor).

Figura 411: Ao centro, visualização do vazamento (imagem do autor).

Figura 412: À esquerda, modelação tridimensional digital das várias nervuras incluindo a central (imagem do autor).

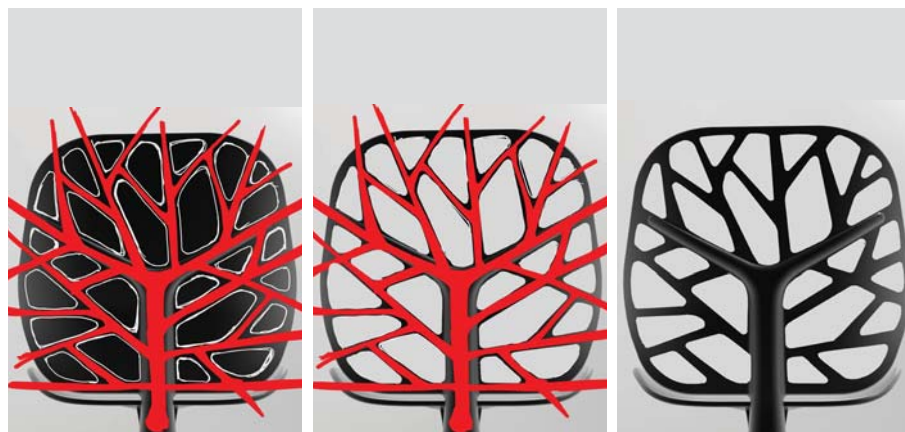




Figura 413: À esquerda, visualização da vista lateral em impressão 3D em PLA da proposta final (imagem do autor).

Figura 414: Ao centro, visualização da perspectiva frontal em impressão 3D em PLA da proposta final (imagem do autor).

Figura 415: À direita, visualização da perspectiva retaguarda em impressão 3D em PLA da proposta final (imagem do autor).

Figura 416: À esquerda, visualização da vista lateral em impressão 3D em PLA da proposta final com orifícios (imagem do autor).

Figura 417: Ao centro, visualização da perspectiva frontal em impressão 3D em PLA da proposta final com orifícios (imagem do autor).

Figura 418: À direita, visualização da perspectiva retaguarda em impressão 3D em PLA da proposta final com orifícios (imagem do autor).

Figura 419: À esquerda, visualização da perspectiva frontal em impressão 3D em PLA da proposta final com orifícios com desenvolvimento do desenho da base (imagem do autor).

Figura 420: Ao centro, visualização da perspectiva frontal em impressão 3D em PLA da proposta final com orifícios com desenvolvimento do desenho da base (imagem do autor).

Figura 421: À direita, visualização da perspectiva frontal em impressão 3D em PLA da proposta final com a forma da base final (imagem do autor).

Figura 422: À esquerda, visualização da vista frontal em impressão 3D em PLA da peça da base (imagem do autor).

Figura 423: Ao centro, visualização da vista frontal em impressão 3D em PLA da peça do encosto (imagem do autor).

Figura 424: À direita, visualização da vista frontal em impressão 3D em PLA da peça do assento (imagem do autor).

Figura 425: Vista de cima das três peças em impressão 3D em PLA que irão constituir o banco (imagem do autor).



Figura 426: Vista frontal das três peças em impressão 3D em PLA que irão constituir o banco (imagem do autor).



Figura 427: Vista lateral do desenvolvimento da proposta final da cadeira em impressão 3D em PLA (imagem do autor).



Figura 428: Perspectiva frontal do desenvolvimento da proposta final da cadeira em impressão 3D em PLA (imagem do autor).



trabalho e consequentemente iria refletir-se no valor comercial da peça. Todo o processo de moldação do componente da base foi otimizado para a aplicação de apenas um macho que respondesse às necessidades descritas anteriormente.

Como resultados das interações com a empresa CIF, estabeleceu-se que o componente da base é composto por um modelo dos quais são retirados dois moldes que se encaixam simetricamente. É necessário um macho que complemente os moldes, o macho preenche o interior da base para que esta seja oca e tenha as reentrâncias necessárias para a sua instalação. Esta caixa de macho preenche também o espaço para a criação das fixações no topo, que irão receber os componentes do encosto e do assento e duas furações para a fixação dos parafusos, que irão apertar os componentes do encosto e do assento.

O componente do assento é composto por dois modelos distintos: um para o molde superior e outro para o molde inferior.

O componente do encosto é composto por dois modelos distintos: um para o molde frontal e outro para o molde traseiro. De referir que as dimensões gerais dos modelos foram ajustadas de acordo com os tamanhos standards das placas de fundição fornecidas pela empresa CIF.

Quando se deu por finalizada a forma do banco, atribuiu-se o nome à cadeira de Sophia, como tributo a uma das inspirações para o conceito e iniciou-se a fase de prototipagem.

5.4 Protótipo

Consideramos a fase de prototipagem a ação que vai fazer com que o banco deixe de estar em formato digital ou em pequenas maquetes para passar para o protótipo (escala real e material real). A ação que consideramos foi o início da modelação digital dos modelos a três dimensões. Relembramos, conforme o descrito em relação à tecnologia, que os modelos são as peças positivas com a forma da peça

Figura 429: Vista sobre a modelação tridimensional digital de uma das partes do modelo para o molde do encosto (imagem do autor).

Figura 430: Vista sobre a modelação tridimensional digital de uma das partes do modelo para o molde do assento (imagem do autor).

Figura 431: Vista sobre a modelação tridimensional digital de uma das partes do modelo para o molde do macho que entrará na base (imagem do autor).

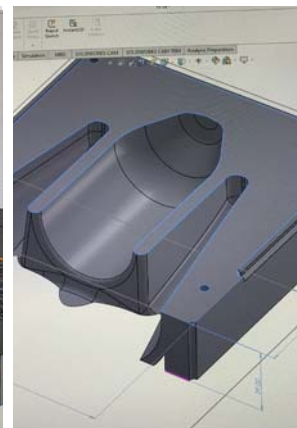
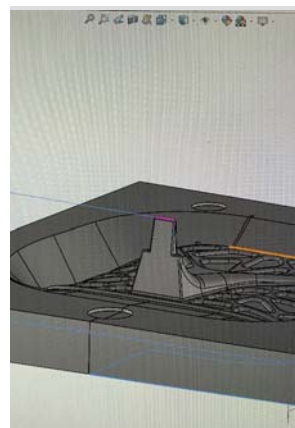
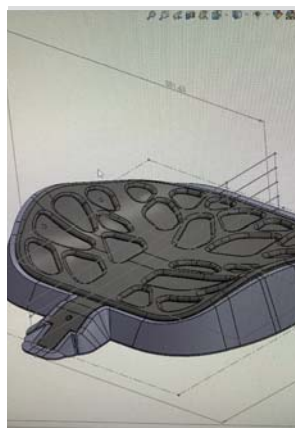


Figura 432: Colagem de várias placas de MDF (*medium-density fibreboard*) para servirem de matéria-prima para a produção dos modelos (imagem do autor).

Figura 433: Pormenor da colagem de várias placas de MDF com a prensão feita por grampos e utilização de cola de madeira para a união (imagem do autor).

Figura 434: Colocação das placas coladas na máquina CNC com a fresa para iniciar o desbaste após programação da máquina (imagem do autor).



Figura 435: Primeiro desbaste e pó originado (imagem do autor).

Figura 436: Segundo desbaste bruto (imagem do autor).

Figura 437: Visualização dos socacos brutos originados pelo desbaste (imagem do autor).



Figura 438: Novo desbaste onde é possível ver a forma mais finalizada do modelo (imagem do autor).

Figura 439: Pormenor onde se pode ainda visualizar pequenos solcacos feitos pela fresa (imagem do autor).

Figura 440: Visualização do modelo com melhor acabamento que a figura anterior (imagem do autor).



final (mas 3% maiores que a peça final) que vão prensar a areia e originar os moldes. Os modelos têm de contemplar a linha de apartação⁶ e o ângulo para a desmoldagem.

Neste processo foram utilizados dois *softwares* de modelação devido à complexidade da geometria e ao tamanho do ficheiro.

Os *softwares* utilizados foram o *Solidworks* e o *Fusion 360*.

A primeira peça do modelo foi maquinada em CNC (Controle Numérico Computadorizado) com 3 eixos em várias placas de MDF (*médium-density fibreboard*) coladas entre si para atingir a dimensão pretendida na oficina da Design Factory Aveiro. Apesar de limitado, ajustar os modelos para serem produzidos numa máquina CNC de três eixos, representa as mesmas limitações que o processo de produção dos moldes por meio dos modelos. Ou seja, num processo de moldação com uma linha de apartação, esta só se pode fazer numa única direção, a mesma que permitiu que os modelos fossem maquinados numa máquina CNC de três eixos.

Os modelos foram feitos em MDF por ser um material financeiramente acessível e por ser resistente o suficiente para um primeiro protótipo e para uma produção de poucas unidades. Existem materiais mais duráveis para quando são tiragens maiores, como o alumínio ou resinas, entre outros. A escolha do MDF deveu-se também ao facto do processo de maquinação ser realizado em duas máquinas CNC distintas, com dimensões diferentes e para diminuir o gasto de material e os tempos de maquinação. Após a maquinação, as peças foram montadas nos respetivos modelos com cola branca e pregos. Foi aplicado betume de poliéster em algumas zonas para eliminar linhas de colagem e pequenos defeitos. Finalmente, foram lixadas para retirar o excesso de betume e algumas linhas de maquinação deixadas pela fresa da máquina CNC.

A concretização dos modelos foi a etapa mais complicada de todo processo. Exigiu a aquisição de competências técnicas como a programação CAM (*Computer-Aided Manufacturing*) para poder operar as máquinas CNC. Foram necessárias várias semanas de maquinação e acabamentos dos modelos, que coincidiram com obras na Design Factory Aveiro que

⁶ A linha de apartação é a linha de união dos dois taceiros dos moldes. Neste caso irão ser dois, mas existem moldes mais complexos com mais taceiros.

Figura 441: Outro modelo, este realizado também numa máquina CNC mas mais pequena. Foram colocadas as placas de MDF sem estarem coladas e cortadas em pequenas dimensões (imagem do autor)

Figura 442: Corte da placa onde irá ser colado o modelo da figura anterior (imagem do autor).

Figura 443: Já com as várias camadas coladas entre si, procedeu-se à colagem das várias partes do modelo à placa (imagem do autor).

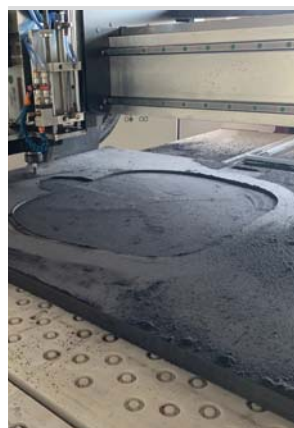


Figura 444: Colagem das várias partes do modelo da base (imagem do autor).

Figura 445: Colocação de alguma massa para tornar a superfície mais lisa e preenchimento de algumas irregularidades (imagem do autor).

Figura 446: Testagem da peça no modelo fêmea (imagem do autor).



Figura 447: Colocação de alguma massa para tornar a superfície mais lisa e preenchimento de algumas irregularidades (imagem do autor).

Figura 448: Primeiro desbaste de outro modelo (imagem do autor).

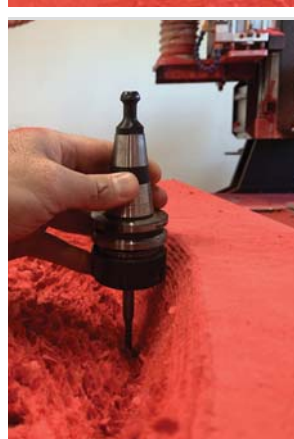
Figura 449: Segundo desbaste de outro modelo (imagem do autor).



Figura 450: Visualização de vários socacos originados um desbaste da fresa e já visualização de outro desbaste com melhor acabamento (imagem do autor).

Figura 451: A fresa de 5mm com que se estava a trabalhar partiu, e na impossibilidade de arranjar outra devido ao tempo dos trabalhos, testou-se a passagem com a fresa de 8mm (imagem do autor).

Figura 452: Pormenor com a passagem da fresa de 8mm (imagem do autor).



dificultaram o acesso às oficinas e a máquinas, impedindo que o desenvolvimento fosse constante.

Os modelos foram posteriormente enviados à empresa CIF para a aplicação dos gitos de acordo com os processos e ferramentas de produção da empresa. Foi também aplicado uma pintura para impermeabilizar. Assim, foi dada por concluída a produção dos modelos.

Para a produção dos componentes da cadeira foram colocadas as caixas de fundição sobre os modelos, aplicadas as ferramentas para a formação do canal de descida e os respiradouros para a saída de gases. A areia foi prensada contra os modelos para produção dos moldes, que seguidamente ficaram em repouso para secarem, até se encontrarem com as condições de humidade ideais para se proceder ao enchimento.

Foram montadas as caixas de fundição com os moldes de areia, no caso do componente da base foi também aplicado o macho. De seguida procedeu-se ao enchimento dos moldes. Após retirados dos moldes de areia, os componentes foram à granalhadora, onde pequenas esferas de aço foram projetadas para limpeza das areias e outras impurezas aderentes à superfície. Seguiu-se o processo de rebarbagem, eliminando os gitos e as costuras.

Dado que a ligação entre os componentes é feita por parafusos, foi necessário abrir a rosca para que os parafusos pudessem ser apertados.

Para acabamento dos componentes, e uma vez que a peça se destina a utilização exterior, passou-se por um processo de metalização com fio de zinco. Este processo consiste em fundir fio de zinco por meio de uma pistola de gás (oxigénio e propano), projetando o zinco sobre a superfície da peça fundida, conferindo uma proteção mais eficaz e assim prevenir a corrosão do material. Por cima da metalização é aplicado uma pintura em esmalte para uniformização da cor.

5.5 Implementação

Para implementação do banco é necessário a instalação de uma sapata de betão com um tubo de aço com secção

Figura 453: Alexandre Kumagai a colocar massa em alguns modelos para suavizar algumas irregularidades (imagem de César Rodrigues).



Figura 454: Alexandre Kumagai a colar as várias peças do modelos (imagem de César Rodrigues).

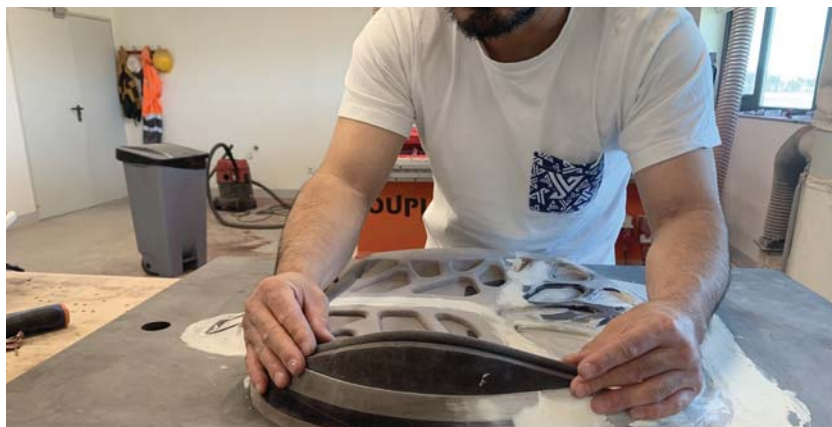


Figura 455: Alexandre Kumagai a lixar a massa em alguns modelos para suavizar algumas irregularidades (imagem de César Rodrigues).



Figura 456: Alexandre Kumagai a passar o formão na massa em alguns modelos para suavizar algumas irregularidades (imagem de César Rodrigues).





Figura 457: Alexandre Kumagai a passar o formão na massa em alguns modelos para suavizar algumas irregularidades (imagem de César Rodrigues).

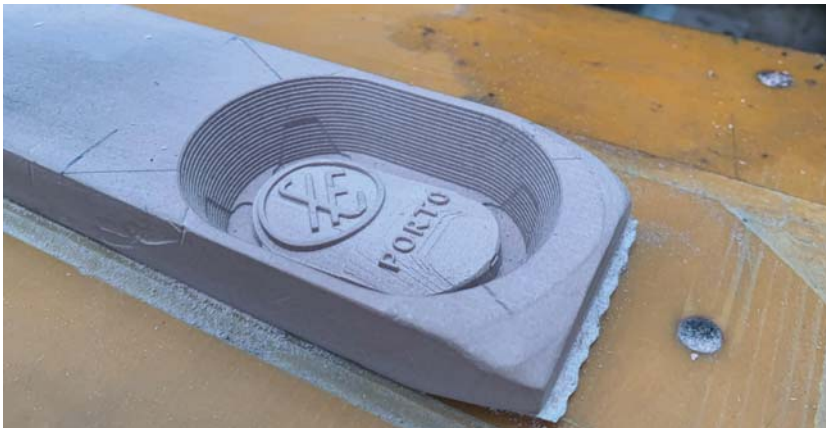


Figura 458: Fabricação do pormenor do logotipo da CIF para o modelo da peça (imagem do autor).



Figura 459: Vista sobre uma das metades do modelo que irá originar o assento (imagem do autor).



Figura 460: Vista sobre três metades de modelos das várias peças que constituem a cadeira (imagem do autor).

Figura 461: Aplicação dos gitos nos modelos (imagem do autor).



Figura 462: Pintura para acabamento dos modelos e aumentar a durabilidade dos mesmos (imagem do autor).



Figura 463: Moldagem do encosto (imagem do autor).



Figura 464: Moldes de areia prensada montados e colocados nos carris para enchimento (imagem do autor).

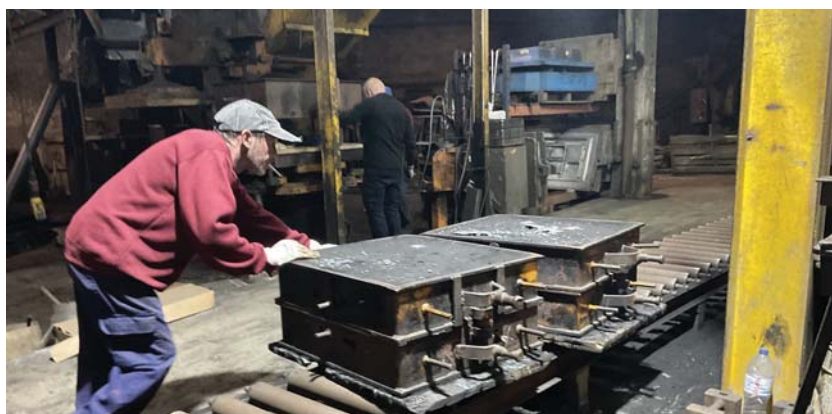




Figura 465: Modelos do encosto e do assento após a moldagem (imagem do autor).



Figura 466: A fundição do material, o ferro (imagem do autor).

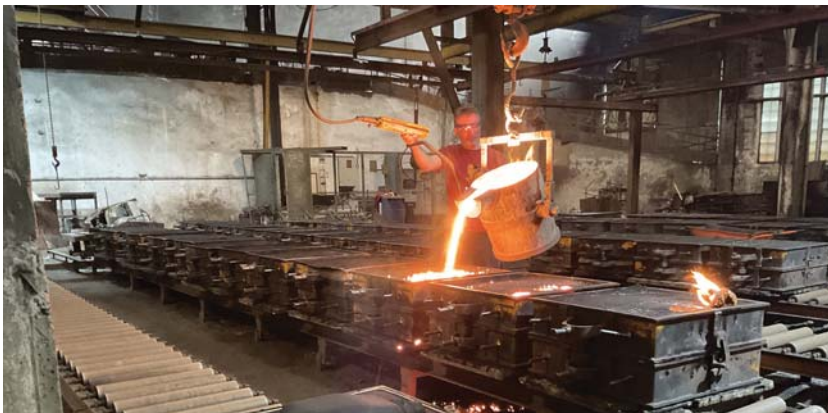


Figura 467: Vazamento do ferro fundido (imagem do autor)



Figura 468: Vazamento do ferro fundido, pormenor do ferro incandescente (imagem do autor).

Figura 469: Desmoldagem do assento (imagem do autor).



Figura 470: Desmoldagem do assento. A peça ainda se encontra em brasa (imagem do autor).



Figura 471: Assento após desmoldagem. Pormenor com a peça ainda em brasa (imagem do autor).



Figura 472: Assento e encosto após desmoldagem ainda com areia presa às peças (imagem do autor).



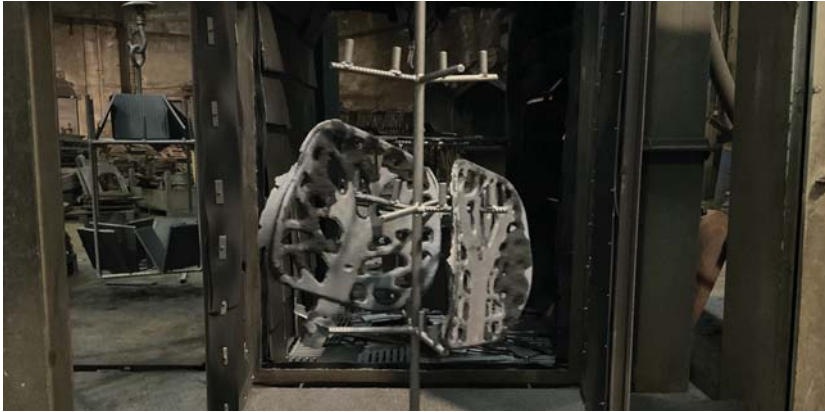


Figura 473: Colocação do assento e do encosto na granelhadora (imagem do autor).



Figura 474: Assento após limpeza de granelhadora (imagem do autor).



Figura 475: Rebarbagem do assento (imagem do autor).



Figura 476: Vista das peças fundidas posicionadas em frente aos respectivos modelos (imagem do autor).

Figura 477: Escavação do orifício no local onde pretende-se implementar a sapata para o banco (imagem do autor).

Figura 478: Preenchimento do orifício com betão para instalação da sapata. Se necessário, é instalado previamente uma armação (imagem do autor)

Figura 479: Tubo de aço com secção redonda com 60mm de diâmetro (imagem do autor).

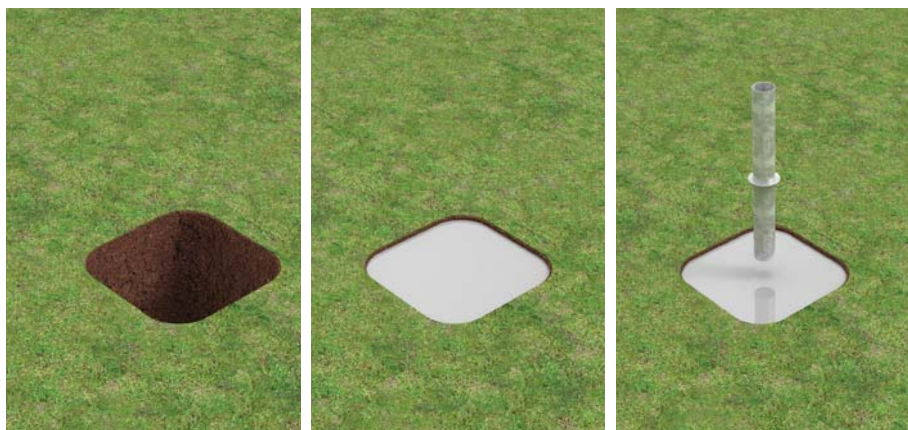


Figura 480: Aplicação do tubo de aço no betão fresco (imagem do autor).

Figura 481: Arranjo do terreno após consolidação da sapata (imagem do autor).

Figura 482: Introdução da base no banco no tubo (imagem do autor).

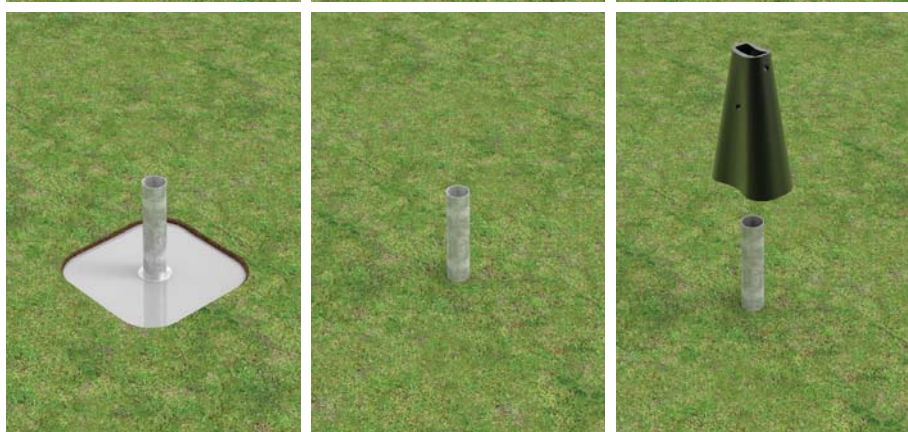


Figura 483: Assentamento da base (imagem do autor).

Figura 484: Alinhamento dos parafusos com os orifícios da base ao tubo (imagem do autor).

Figura 485: Aplicação dos parafusos que irão fixar a base ao tubo (imagem do autor).



Figura 486: Alinhamento do assento do banco com a base (imagem do autor).

Figura 487: Alinhamento do encosto do banco (imagem do autor).

Figura 488: Alinhamento do encosto ao assento (imagem do autor).

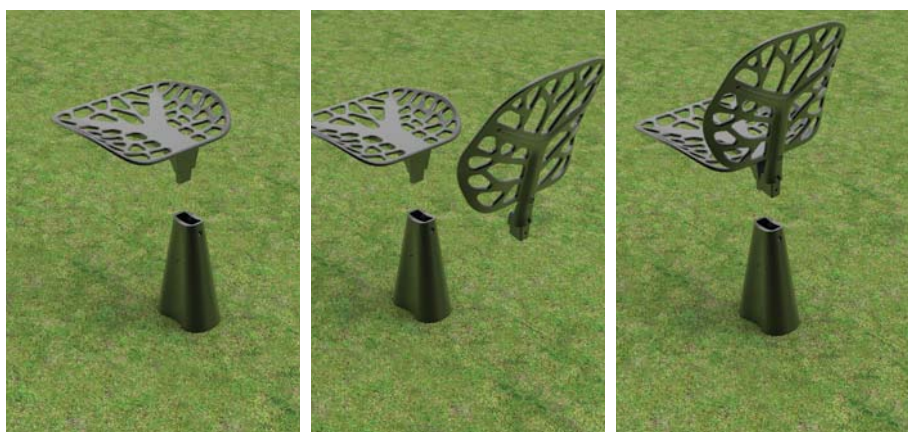




Figura 489: Alinhamento do parafuso que irá fixar o encosto ao assento (imagem do autor).
Figura 490: Aplicação do parafuso que irá fixar o encosto ao assento (imagem do autor).
Figura 491: Introdução do encosto e do assento na base (imagem do autor).



Figura 492: Alinhamento do parafuso que irá fixar o encosto à base (imagem do autor).
Figura 493: Aplicação do parafuso que irá fixar o encosto à base (imagem do autor).
Figura 494: Alinhamento do parafuso que irá fixar o assento à base (imagem do autor).



Figura 495: Aplicação do parafuso que irá fixar o assento à base (imagem do autor).
Figura 496: Vista da perspectiva a 3/4 da peça (imagem do autor).
Figura 497: Perspectiva lateral da peça (imagem do autor).



Figura 498: Perspectiva frontal da peça (imagem do autor).
Figura 499: Perspectiva da parte de trás da peça (imagem do autor).
Figura 500: Detalhe do logotipo da CIF na peça (imagem do autor).



Figura 501: Simulação de duas cadeiras Sophia no jardim Botânico, Porto (imagem do autor).

redonda com 60mm de diâmetro. Esta sapata com tubo pode ser pré-fabricada ou enchida no local. As dimensões da sapata dependem das características do solo onde será aplicada.

É importante garantir a verticalidade do tubo e um comprimento de 26 cm a partir da superfície.

Uma vez consolidada a sapata e o tubo, encaixa-se o tubo na componente base. Em ambas as laterais da base encontram-se fixações para parafusos M8. Roda-se a base até a direção pretendida e aplica-se os dois parafusos que irão fazer pressão sobre o tubo e fixar a posição da base.

As duas fixações no topo da base são semelhantes, definindo o sentido pretendido, define-se a fixação em que será aplicada a costa e a fixação em que será aplicado o assento.

Encaixa-se as costas na base e aplica-se dois parafusos M8 que irão consolidar a ligação. Executa-se o mesmo procedimento para o assento. Após esta sequência de passos, a implementação da peça estará concluída.

Em termos técnicos, o processo de implementação consiste nos passos ilustrados nas figuras (484-507) que colocadas de forma sequencial:

Há que fazer a salvaguarda que as dimensões foram estudadas para a implementação com uma sapata de cimento. Poderá haver a necessidade de se alterar as dimensões da sapata conforme o pavimento e a estabilidade do terreno.

Local para implementação do protótipo

Pensou-se em implementar esta peça no jardim da Faculdade de Belas Artes, ao qual este Mestrado pertence. Atualmente não existem bancos no jardim e este poderia ser um objeto simbólico representando o curso à semelhança das estátuas presentes que simbolizam o percurso de vários artistas do curso de escultura ou pinturas e /murais que simbolizam o curso de pintura.

Não foi possível em tempo útil tratar dos procedimentos burocráticos necessários para providenciar a implementação.

5.6 Manutenção

É comum encontrar peças de ferro fundido nas ruas da cidade do Porto como equipamento urbano e elementos arquitetónicos,



Figura 502: Simulação de um bancos no Parque das Águas junto ao miradouro e à fonte (imagem do autor)

marcados com o nome ou logotipo das empresas que as produziram. Ao analisarmos a cronologia das empresas de fundição no Porto, percebemos que muitas destas empresas extinguíram-se há 50, por vezes 70 anos. Isso comprova a longevidade dos produtos. Em jeito de brincadeira, Nuno Barbosa, diretor da CIF, diz que o problema do seu negócio é que o seu cliente compra apenas uma peça na vida.

As peças de exterior produzidas pela empresa CIF são metalizadas e pintadas com uma tinta esmalte, para conferir proteção e acabamento. No entanto, como qualquer metal sujeito a intempéries, o ferro fundido com o tempo, desenvolve uma camada de oxidação à superfície. Para uma manutenção regular das peças é aconselhado a utilização periódica de um produto limpa metais, como por exemplo, das marcas Coração ou Duraglite. Esta manutenção poderá ser feita no local.

Em casos de oxidação mais acentuada, é aconselhado a remoção da peça para um tratamento profissional mais eficaz, que passa pela decapagem dos componentes e, posteriormente, uma nova pintura.

No caso da nossa peça, é necessário ter-se também em atenção o estado dos parafusos que deverão ser substituídos, caso estejam corroídos e não cumpram a função de fixação.

Em caso de danos permanentes, a nossa peça é composta por três componentes que poderão ser substituídos individualmente, sem a necessidade de substituir a totalidade da peça.

6. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FUTURAS

A pesquisa e o projeto foram desenvolvidos procurando dar resposta aos objetivos definidos para esta dissertação que a seguir se recapitulam de forma sistematizada.

No contexto académico, pretendeu-se analisar a problemática da fundição de ferro de forma inovadora alinhada com os pilares do desenvolvimento sustentável.

Ao nível do desenvolvimento do projeto, pretendeu-se demonstrar ser exequível e com valor acrescentado:

1- Apresentar uma estética atual, fabricada de uma forma sustentável através da tecnologia tradicional da fundição de ferro.

2- Demonstrar, com a implementação de uma peça, que a sua estética se integra nos espaços escolhidos não colidindo com os outros elementos já existentes.

3- Explorar através do desenho da peça as características mecânicas e processuais do material e da tecnologia, valorizar a fundição de ferro, e contribuir de uma forma pedagógica para o público em geral.

4- Contribuir para aumentar o interesse por esta tecnologia e pelas suas saídas profissionais.

5- Contribuir para a sua manutenção e revitalização para que não se percam os conhecimentos associados a esta indústria que ainda detém algumas fases com características manuais. Ao contribuir para a valorização destes saberes tradicionais, está a preservar-se um saber cultural e uma identidade local.

Conclusões:

Pela mesma ordem relaciona-se as conclusões:

1- Foi possível responder positivamente ao primeiro objetivo proposto, com um desenho de estética contemporânea utilizando a fundição de uma forma sustentável pela minimização do material, pela reutilização de material de sucata, reutilização de parte das areias e utilização de energia de origem elétrica na sua produção.

2- Não foi possível implementar fisicamente a peça no espaço em tempo útil. Contudo, simulou-se digitalmente a sua inserção para que se pudesse validar esteticamente se a peça se coadunava com o espaço e com os outros elementos já existentes. Constatou-se que a peça se harmonizava no espaço ao ter um carácter de inspiração da natureza, sem uma estética demasiado impositiva, coabitando equilibradamente com outros elementos de outras estéticas.

3- Explorou-se as características do material, sendo que houve uma complementaridade de tecnologia digital atual à tecnologia tradicional ao nível dos modelos que deram origem aos moldes. A peça desenvolvida permitiu testar num software de modelação as suas características mecânicas e de tensões, assim como o auxílio no fabrico dos modelos, que por sua vez foi produzido através de uma máquina CNC de 3 eixos.

Ficou assim demonstrado a viabilidade da fundição ser

um caminho válido para produção de desenhos atuais que conjugam o saber tradicional com a tecnologia atual.

4- Foi demonstrado interesse por parte da empresa caso de estudo, a CIF, em prosseguir com a produção da peça desenhada, podendo no futuro ter um maior alcance a um público mais vasto. Espera-se ainda que esta dissertação contribua para suscitar o interesse por esta tecnologia junto do público académico.

5- Ao demonstrar uma proposta viável e com uma estética contemporânea, espera-se estar a contribuir para uma nova perspetiva sobre o material e sobre técnica, revitalizando e valorizando a fundição de ferro

Considerações futuras no âmbito do projeto:

Para considerações futuras no âmbito do projeto, será necessário encontrar um parceiro para se efetuar a implementação física num local verde de usufruto público na cidade do Porto. Posteriormente, observação da utilização das cadeiras poderá sugestionar variações da tipologia ou desenho de outros elementos urbanos com a proposta de linguagem adotada de estética contemporânea, sem esquecer a história da cidade, fomentando a utilização do material e revitalizando a técnica.

Considerações para estudos futuros:

Após este estudo, foram encontradas algumas áreas que requerem algum desenvolvimento como:

- A análise da dinâmica das empresas de fundição e outras empresas que poderão integrar nos seus processos produtivos os resíduos de areias e escórias das empresas de fundição.
- A realização do levantamento do património dos modelos históricos que existem guardados na empresa CIF, catalogando-os e contextualizando-os, tal como foi realizado em relação ao património da extinta fundição do Ouro (Cordeiro, 1999)
- A partir do ponto anterior, seria interessante realizar um estudo sobre a viabilidade do turismo industrial sobre a fundição de ferro no distrito do Porto, onde Santos já deu o primeiro passo ao desenvolver um estudo sobre uma possível rota de turismo industrial na área de Crestuma (Santos, 2016).



Figura 503: Simulação de dois bancos no jardim do passeio alegre com sombras das árvores a serem projetadas e a coexistirem com elementos de mobiliário urbano já existente (imagem do autor).







Figura 504: Simulação de quatro bancos na Alameda do Dragão, Porto (Imagem do autor)



Figura 505: Simulação de inserção da cadeira Sophia numa clareira no Jardim botânico, Porto (imagem do autor).



Figura 506: Simulação da cadeira Sophia junto ao caminho pedonal no jardim botânico (imagem do autor).



Figura 507: Simulação de duas cadeiras Sophia junto à lateral da casa da Sophia de Mello Breyner no jardim botânico, Porto (imagem do autor).





Figura 508: Cão realizado em fundição de ferro que estava nas instalações da CIF (imagem do autor).



7. BIBLIOGRAFIA

AAPICO. (N/A). AAPICO. Acedido em 06/02/2022 a <https://www.aapico.com>

Adler, D. (1999). *METRIC HANDBOOK Planning and Design Data*. Acedido em 08/02/202 a https://www.academia.edu/8960502/_Architecture_Ebook_Metric_Handbook_Planning_and_Design_Data

Alphand, A. (2018). *Les Promenades de Paris. Planches (Éd. 1867)*. Hachette Livre, BNF

Alves, J. F. (1996) *O emergir das associações industriais no Porto (meados do século XIX)*. *Análise Social*, vol. XXXI (136-137), 1996(2º-3º), 527-544
Acedido em 18/05/2019 a <http://analisesocial.ics.ul.pt/documentos/1223394575R6tPZ6np3Ec00ST8.pdf>

Ambiente Direct. (N/A). *Magis Chair One Chair With Concrete base*. Acedido em 28/11/2021

Ambigroup. (N/A). *Reciclagem de metais*. Acedido em 02/01/2022 a <http://www.ambigroup.com/index.php?id=176>

Andersen, S. M. B. (2001). *Obra Poética I*, pág.129, Editorial Caminho.

ARSOPI. (N/A). ARSOPI. Acedido em 06/02/2022 a <https://www.arsopi.pt>

Associação Portuguesa da Fundição. (N/A). Associação Portuguesa da Fundição. Acedido em 27/12/2021 a <https://apf.com.pt/>.

Barradas, S. (2015). *A produção de mobiliário urbano de fundição em Portugal: 1850-1920*. [Tese Doctoral, Faculdade de Belas Artes da Universidade de Barcelona]. TDX Tesis Doctorals en Xarxa. Acedido a 03/07/2018 em <https://www.tdx.cat/handle/10803/316775?locale-attribute=en#page=1>

Beira, F. P. (N/A). *Fundição Penedo Beira*. Acedido em 06/02/2022 a <https://fundicaopenedobeira.pt/>

Broughtons, Lighting & Ironmongery (N/A). *Architectural periods and how they influence your period home*. Acedido em 06/02/2022 a <https://www.broughtons.com/content/1127/architectural-periods-how-they-influence-the-restoration-of-your-home/>

Cardoso, A. (1976a). *Manual do Fundidor (Vol. Livro I)*. Livraria Bertrand.

Cardoso, A. (1976b). *Manual do Fundidor (Vol. Livro II)*. Livraria Bertrand.

Castro, A., Leitão, A., & Silva, F. (2018). *Contributos para um Plano Estratégico para a Indústria Portuguesa da Fundição*. Acedido em 18/01/2022 a https://issuu.com/391038/docs/apfplanoestrat_gico_final_web2

Christie's.(N/A) *Untitled (1.12.88)*. Acedido em 23/11/2021 a https://www.christies.com/lot/lot-6191138?ldp_breadcrumb=back&intObjectID=6191138&from=salessummary&lid=1

CIF - COMPANHIA INDUSTRIAL DE FUNDIÇÃO. (N/A). CIF - COMPANHIA INDUSTRIAL DE FUNDIÇÃO. Acedido em 03/11/2021 a <http://www.cif.pt>

Cordeiro, J.M.L. (1999) *O triste fim da Fundição do Ouro* Acedido em 23/11/2021 a <https://www.publico.pt/1999/04/25/jornal/o-triste-fim-da-fundicao-do-ouro-132703>

Cordeiro, J.M.L. (1996) *Empresas e empresário portugueses na segunda metade do século XIX*. *Análise Social*, vol. XXXI(136-137), (2º-3º), 313-342. Acedido em 18/05/2019 a <http://analisesocial.ics.ul.pt/documentos/122339417117sTH7ms2Vu44XL9.pdf>

Design is fine (N/A) *Ronan and Erwan Bouroullec, Vegetal Chair (2008)* Acedido em 28/11/2021 a <https://www.design-is-fine.org/post/49717223904/ronan-and-erwan-bouroullec-vegetal-chair-2008>

Domingos, T., Vieira, R. d. S., Sousa, T., Felício, L., Teixeira, R., Morais, T., O'Neill, D., Ribeiro, T., Santos, J., Teixeira, C., Rodrigues, O. L., Monteiro, M. L., Almeida, M., & Canaveira, P. (2021). *Limites Ecológicos, O Impacte Intergeracional do Uso de Recursos Naturais. F. C. G. e. A. p. o. Desenvolvimento & d. I. S. Técnico*. Acedido em 21/01/2022 a https://gulbenkian.pt/de-hoje-para-amanha/wp-content/uploads/sites/46/2021/11/JI_LimitesEcologicos_PT_web.pdf

Duritcast. (N/A). *Duritcast*. Acedido em 06/02/2022 a <https://www.duritcast.pt/>

Eco.nomia. (NA)) *O que é a economia circular?* Retirado em 16/05/2022 a <https://economiecircular.gov.pt/pt/economia-circular/estrategias>

EDP. (N/A). *Uma história de dois séculos: Portugal acende a primeira lâmpada*. Acedido em 11/11/2021 a <https://www.edp.com/pt-pt/historias-edp/uma-historia-de-dois-seculos-portugal-acende-a-primeira-lampada>

Fábrica Visão. (N/A). *Fábrica Visão*. Acedido em 06/02/2022 a <http://fabricavisao.com/>

Felino. (N/A). *Felino*. Acedido em 06/02/2022 a <https://www.felino.pt/>

Ferespe. (N/A). *Ferespe*. Acedido em 11/11/2021 a <https://ferespe.com/>

Fucoli. (N/A). *Fucoli*. Acedido em 11/11/2021 a <https://www.fucoli-somepal.pt/>

Fundição do Alto da Lixa. (N/A). *Fundição do Alto da Lixa* Acedido em 06/02/2022 a <https://www.fal.pt/>

Fundição Penedo Beira. (N/A). *Fundição Penedo Beira*. Acedido em 06/02/2022 a <https://fundicaopenedobeira.pt/>

FUNFRAP – Fundição Portuguesa. (N/A). *Tupy*. Acedido em 06/02/2022 a <https://www.tupy.com.br>

Gay, J. (1985). *Cast Iron*. John Murray.

Herring, E. (2016). *Street Furniture Design - Contesting Modernism in Post-War Britain*. Bloomsbury Publishing.

Himmelheber, G. (1996). *Cast-Iron Furniture and All other forms of iron furniture*. Philip Wilson.

Keegan, T., Tayler, C., & Tayler, G. (1990). *Seat Collectors Guide - The cast iron seats*, PF Great Britain & Ireland.

Kotzin, E. L. (2002). *Timeline of casting Technology*. Engineered Casting Solutions, Spring, 76-80. Acedido em 06/02/2022 a <https://www.yumpu.com/en/document/read/4688179/s-timeline-of-casting-technology-afs-birmingham-district-chapter>

Lamb, M. (2014). *Pewter Stools* Acedido em 28/11/2021 a <https://maxlamb.org/166-pewter-stools/>

Lim, X. (16/05/2020). *The World Is Running Out of Elements, and Researchers Are Looking in Unlikely Places for Replacements*. Acedido em 02/01/2022 a <https://www.discovermagazine.com/planet-earth/the-world-is-running-out-of-elements-and-researchers-are-looking-in-unlikely>

LIPOR. (N/A). *Como funciona o Centro de Triagem da LIPOR?* Acedido em 28/12/2021 a https://www.lipor.pt/fotos/editor2/PORTAL_2020/VALORIZAR/UNIDADES/triagem_pdf_portal_2020.pdf

Lopes, D. (10/05/2019). *A extração do ferro da rocha. Como tudo acontece*. Acedido em 02/01/2022 a <https://www.mineralex.net/a-extracao-do-ferro-da-rocha-como-tudo-acontece/>

Manzini, E. (2015). *Design, when everybody designs, Introduction to design for social innovation*. Massachusetts Institute of Technology.

Matos, A. M. C. (1998). *A Indústria metalúrgica e metalomecânica em Lisboa e no Porto na segunda metade do século XIX*. *Arqueologia e Indústria*, 1, 83-100.

Matos, A. M. C. d. (1999). *A utilização de novos materiais e estruturas no contexto do património urbano Oitocentista*. *Arqueologia e Indústria*, 2/3, 19-127.

Marques, T. P., Bruno, N., & Truta, B. (2017). *Jardins do Palácio de Cristal*. Camara Municipal do Porto.

McDonough, W., & Braungart, M. (2009). *Cradle to cradle: Remaking the way we make things*. Vintage.

Metalimpex Group. (N/A). *NOSSO NEGÓCIO : OTIMIZAR O SEU*. Acedido em 02/01/2022 a <https://www.metalimpexgroup.com/pt-pt/atividades/>.

Milia Shop (N/A) *Algue Room Divider Vitra*. Acedido em 28/11/2021 a <https://www.miliashop.com/en/screen/11264-algue-room-divider-vitra.html>

Neufert, E. (1976). *A arte de Projetar em Arquitetura*. Editorial Gustavo Gili. Acedido em 08/02/2020 a https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5696284/mod_resource/content/0/NEUFERT.pdf

ODS. (N/A). *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e o BCSD Portugal*. Acedido em 02/01/2022 a <https://www.ods.pt/>

Olimar. (N/A). *Olimar*. Acedido em 06/02/2022 a <https://www.olimar-metalomecanica.com/>

Owen, M. (1997). *Antique Cast Iron*. Blandford Press.

Panero, J. (1996). *Las dimensiones humanas en los espacios interiores: estándares antropométricos*. GG / Mexico Acedido em 08/02/2020 a https://www.academia.edu/38361588/Las_dimensiones_humanas_en_espacios_interiores_Julius_Panero_y_Martin_Zelnik_pdf

Papanek, V. (1995). *The Green Imperative: Natural Design for the Real World*. Thames and Hudson.

Pereira, M. d. C. M. (2000). *O Porto no Tempo de Garret*. Biblioteca Pública Municipal do Porto.

Queiroz, J.F.F. (2001). *Subsídios para a História das Fábricas de Fundição do Porto no século XIX*. Associação Cultural Amigos do Porto, Boletim, 3ª Série, nº19. Acedido a 08/11/2018 a http://www.franciscoqueiroz.com/Subsidios_para_a_historia_das_fundicoes_do_Porto.pdf

Queiroz, J.F.F. (2005). *A companhia de Artefactos de Metais estabelecida no Porto (1837-1852). Para o estudo monográfico de uma fundição pioneira*. Separata de Arqueologia Industrial, 4ª série, I (1-2), 15-72. Retirado a 08/02/2018 a http://www.franciscoqueiroz.com/A_Companhia_de_Artefactos_de_Metais.pdf

Queiroz, J.F. F. (2008). *A “Primeira Associação de Indústria Fbril Portuense” e a fundição em Crestuma*. População e Sociedade, 16, 131-137. Acedido em 08/02/2018 a <https://www.cepese.pt/portal/pt/populacao-e-sociedade/edicoes/revista-populacao-e-sociedade-no-16/a-201cprimeira-associacao-de-industria-fabrill-portuense201d-e-a-fundicao-em-crestuma>

Relvas, E., & Braga, P. B. (1991). *Coretos em Lisboa, 1790-1990*. Fragmentos.

Santos, C. (2014) *A população do Porto de 1700 a 1820 : contribuição para o estudo da demografia urbana*. Revista de história, Vol. 1 (1978), p. 281-350, 21 grav. Repositório Comum. Acedido a 18/05/2019 em <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/9417?locale=pt>

Santos, D. R. F. (2016). *Crestuma, património e turismo industrial* [Tese de mestrado, ISCET – Instituto Superior de Ciências Empresariais e Turismo]. Repositório Comum. Acedido a 03/07/2020 em <https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/24233/1/Projeto%20mestrado%20Crestuma%20-%20Raquel%20Santos-2016.pdf>

The artist. (N/A). *12 Famous Paintings by Mark Rothko*. Acedido em 13/11/2021 a <https://www.theartist.me/art/12-famous-paintings-by-mark-rothko/>

The European Foundry Association. (2021). *The European Foundry Industry 2020 - Annual statistics and national reports*. Acedido em 07/02/2022 a https://www.caef.eu/wp-content/uploads/2019/01/CAEF-Co7_2020-complete.pdf

The European Foundry Association. (N/A). *Foundry Industry In Europe By Numbers*. Acedido em 02/01/2022 a <https://www.caef.eu/statistics/>

Vecteezy. (N/A). *Pure blue water in the pool with light reflections Free Video.* Acedido em 13/11/2021 a <https://www.vecteezy.com/video/1621554-pure-blue-water-in-the-pool-with-light-reflections>

Wahl, C. M. (N/A). *CMW Foundries.* Acedido em 06/02/2022 a <https://www.cmw.pt/>

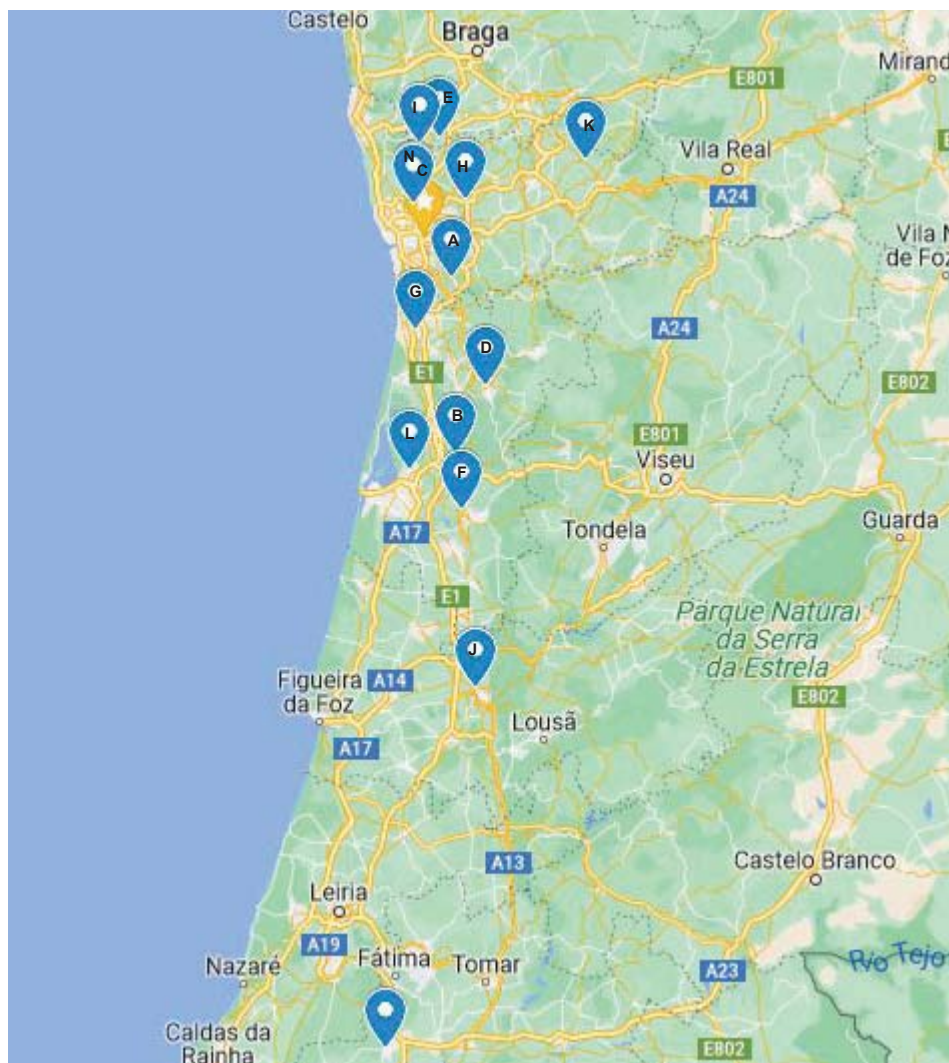
Zerbst, R. (2019). *Gaudi, The complete Works.* Taschen.

Zollern. (N/A). *Zollern.* Acedido em 06/02/2022 a <https://www.zollern.com/en/>

8- ANEXOS

Figura 509: Mapa com a localização das 14 principais Fundições de Ferro em Portugal continental:

- A) CIF - Companhia Industrial de Fundição, SA.
- B) Fundição Penedo Beira Lda.
- C) AAPICO.
- D) Arsopi - Indústrias Metalúrgicas Arlindo S. Pinho, Lda.
- E) Cruz Martins & Wahl Lda.
- F) Duricast, SA.
- G) Fabrica Visão, Lda.
- H) Felino - Fundição de Ferro
- I) FERESPE - Fundição de Ferro SA.
- J) Fucoli - Somopal, Fundição de Ferro SA.
- K) FAL - Fundição do Alto da Lixa SA.
- L) Tupy - Funtrap - Fundição Portuguesa SA.
- M) Olimar - Construções Electromecânicas Domingos Francisco Ramilo SA.
- N) Zollern & Comandita



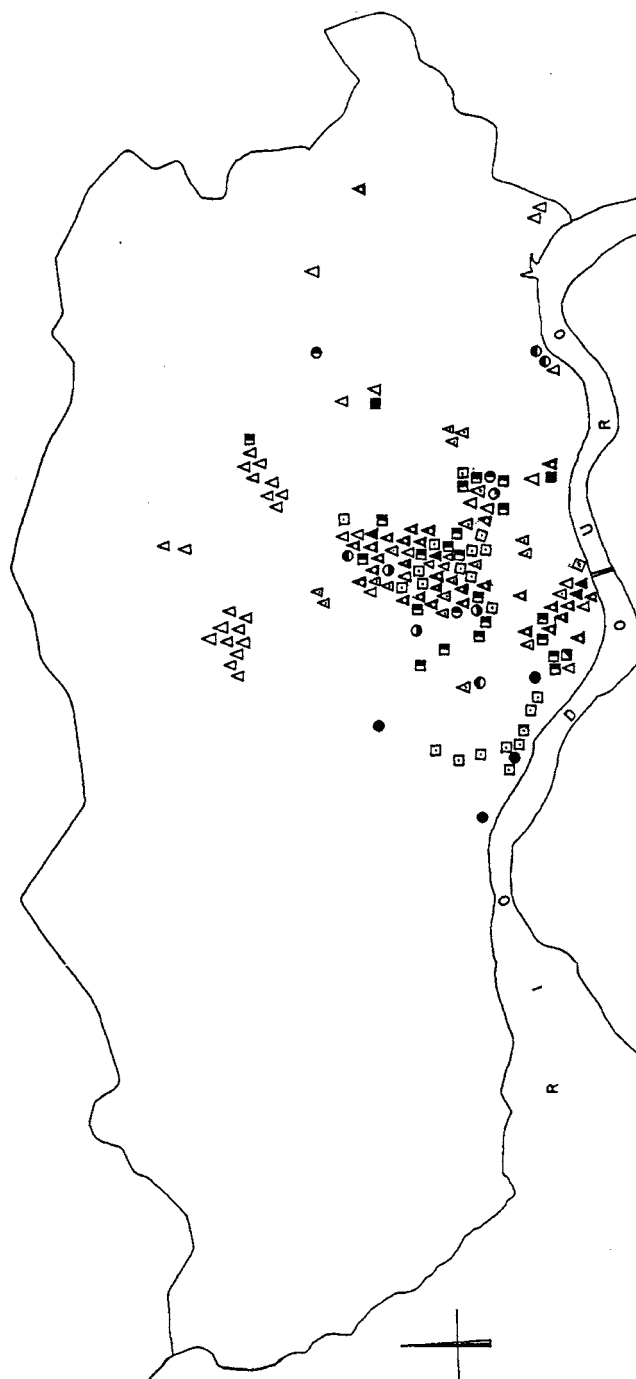
LEGENDA

-  Indústrias da alimentação
-  Indústrias têxteis
-  Indústrias de chapéus/
outros artigos de vestuário
-  Indústrias de curtumes
-  Indústrias de cortiça
-  Indústrias de papel
-  Indústrias gráficas
-  Indústrias químicas
-  Indústrias de produtos
minerais não metálicos
-  Indústrias metalúrgicas
-  Indústrias de produtos metálicos
-  Indústrias de derivados de petróleo
-  Indústrias de bebidas
-  Indústrias do tabaco
-  Indústrias transformadoras diversas
-  Armazenagem

Figura 510: Distribuição geográfica dos estabelecimentos industriais do Porto, 1857-1869 (imagem de José Manuel Lopes Cordeiro em Cordeiro, 1996).

Distribuição geográfica dos estabelecimentos industriais do Porto que requereram alvará no período de 1857-1869

[MAPA I]



LEGENDA

-  Indústrias da alimentação
-  Indústrias têxteis
-  Indústrias de chapéus/
outros artigos de vestuário
-  Indústrias de curtumes
-  Indústrias de cortiça
-  Indústrias de papel
-  Indústrias gráficas
-  Indústrias químicas
-  Indústrias de produtos
minerais não metálicos
-  Indústrias metalúrgicas
-  Indústrias de produtos metálicos
-  Indústrias de derivados de petróleo
-  Indústrias de bebidas
-  Indústrias do tabaco
-  Indústrias transformadoras diversas
-  Armazenagem

Distribuição geográfica dos estabelecimentos industriais do Porto que requereram alvará no período de 1870-1879

[MAPA II]

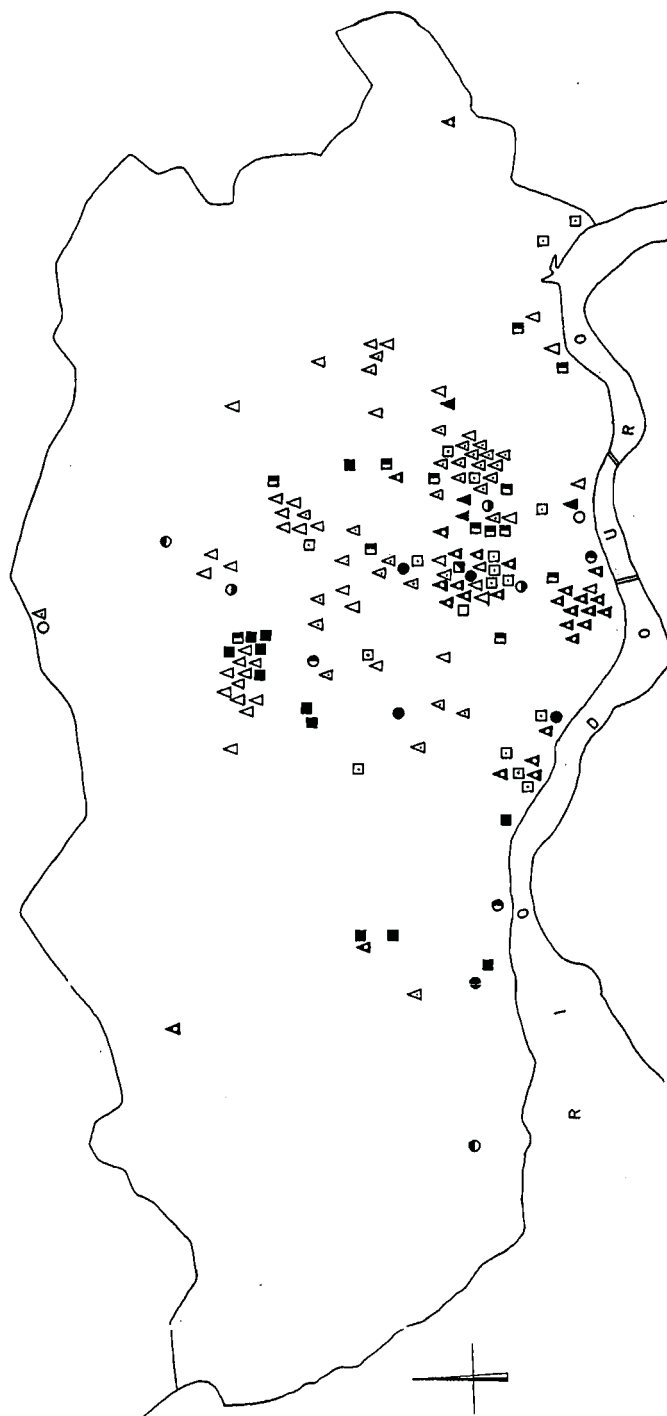


Figura 511: Distribuição geográfica dos estabelecimentos industriais do Porto com especial enfoque nas fundições de ferro, 1870-1879 (imagem de José Manuel Lopes Cordeiro em Cordeiro, 1996).

LEGENDA

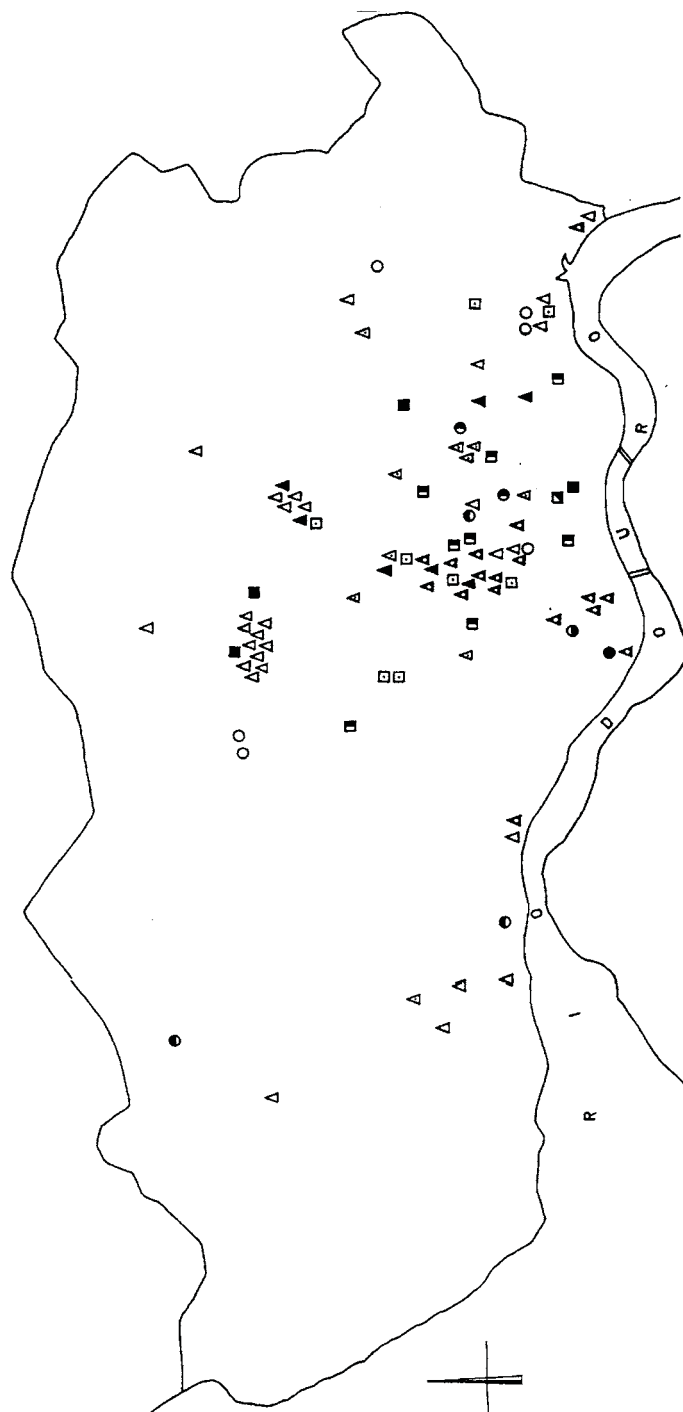
-  Indústrias da alimentação
-  Indústrias têxteis
-  Indústrias de chapéus/
outros artigos de vestuário
-  Indústrias de curtumes
-  Indústrias de cortiça
-  Indústrias de papel
-  Indústrias gráficas
-  Indústrias químicas
-  Indústrias de produtos
minerais não metálicos
-  Indústrias metalúrgicas
-  Indústrias de produtos metálicos
-  Indústrias de derivados de petróleo
-  Indústrias de bebidas
-  Indústrias do tabaco
-  Indústrias transformadoras diversas
-  Armazenagem

Figura 512: Distribuição geográfica dos estabelecimentos industriais do Porto 1880-1889 (imagem de José Manuel Lopes Cordeiro em Cordeiro, 1996).

Figura 513: Distribuição geográfica dos estabelecimentos

Distribuição geográfica dos estabelecimentos industriais do Porto que requereram alvará no período de 1880-1889

[MAPA III]



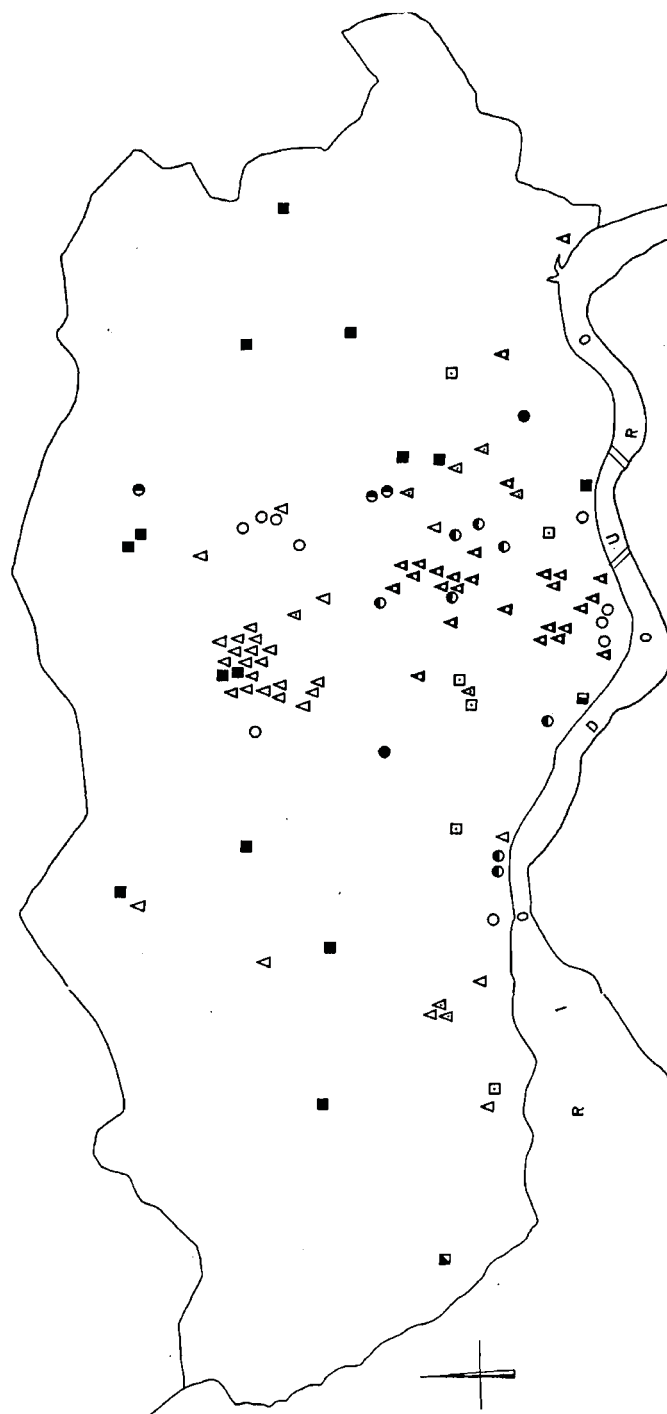
LEGENDA

-  Indústrias da alimentação
-  Indústrias têxteis
-  Indústrias de chapéus/
outros artigos de vestuário
-  Indústrias de curtumes
-  Indústrias de cortiça
-  Indústrias de papel
-  Indústrias gráficas
-  Indústrias químicas
-  Indústrias de produtos
minerais não metálicos
-  Indústrias metalúrgicas
-  Indústrias de produtos metálicos
-  Indústrias de derivados de petróleo
-  Indústrias de bebidas
-  Indústrias do tabaco
-  Indústrias transformadoras diversas
-  Armazenagem

industriais do Porto com especial enfoque nas fundições de ferro, 1890-1899 (imagem de José Manuel Lopes Cordeiro em Cordeiro, 1996).

Distribuição geográfica dos estabelecimentos industriais do Porto que requereram alvará no período de 1890-1899

[MAPA IV]



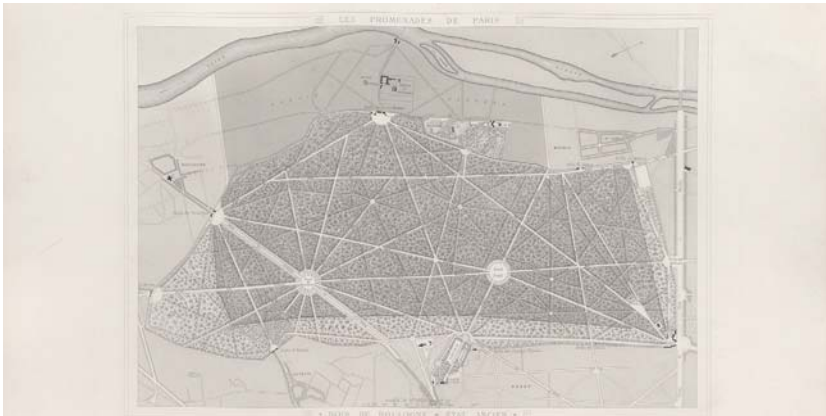


Figura 514: Planta do Parque Público em Paris, Le Bois de Boulogne, no projeto "*Les promenades de Paris*" (imagem retirada de Alphand, 2018) .

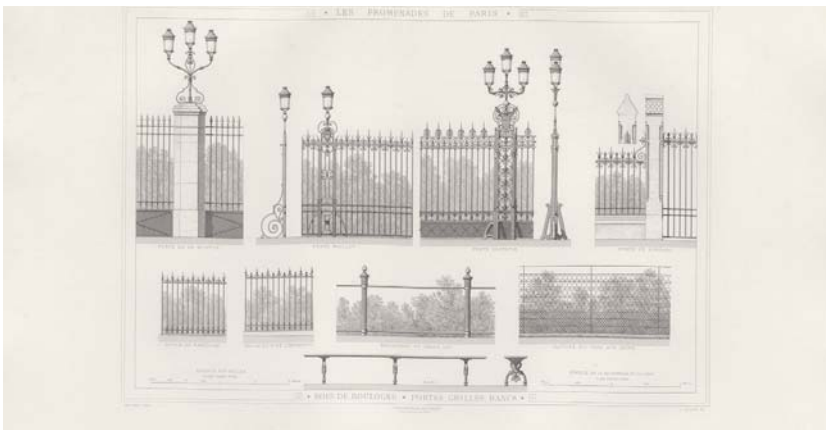


Figura 515: Gradeamentos do Parque Público em Paris, Le Bois de Boulogne, no projeto "*Les promenades de Paris*" (imagem retirada de Alphand, 2018).



Figura 516: Candeeiros para iluminação pública no projeto "*Les promenades de Paris*" (imagem retirada de Alphand, 2018).

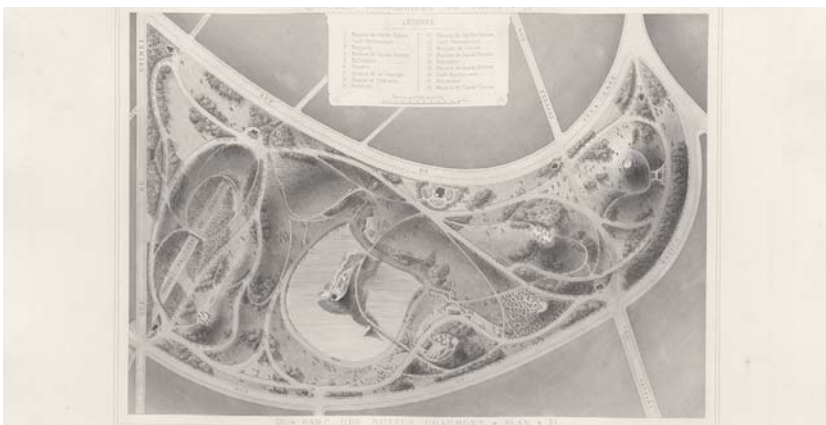


Figura 517: Planta de interior no projeto "*Les promenades de Paris*" (imagem retirada de Alphand, 2018).

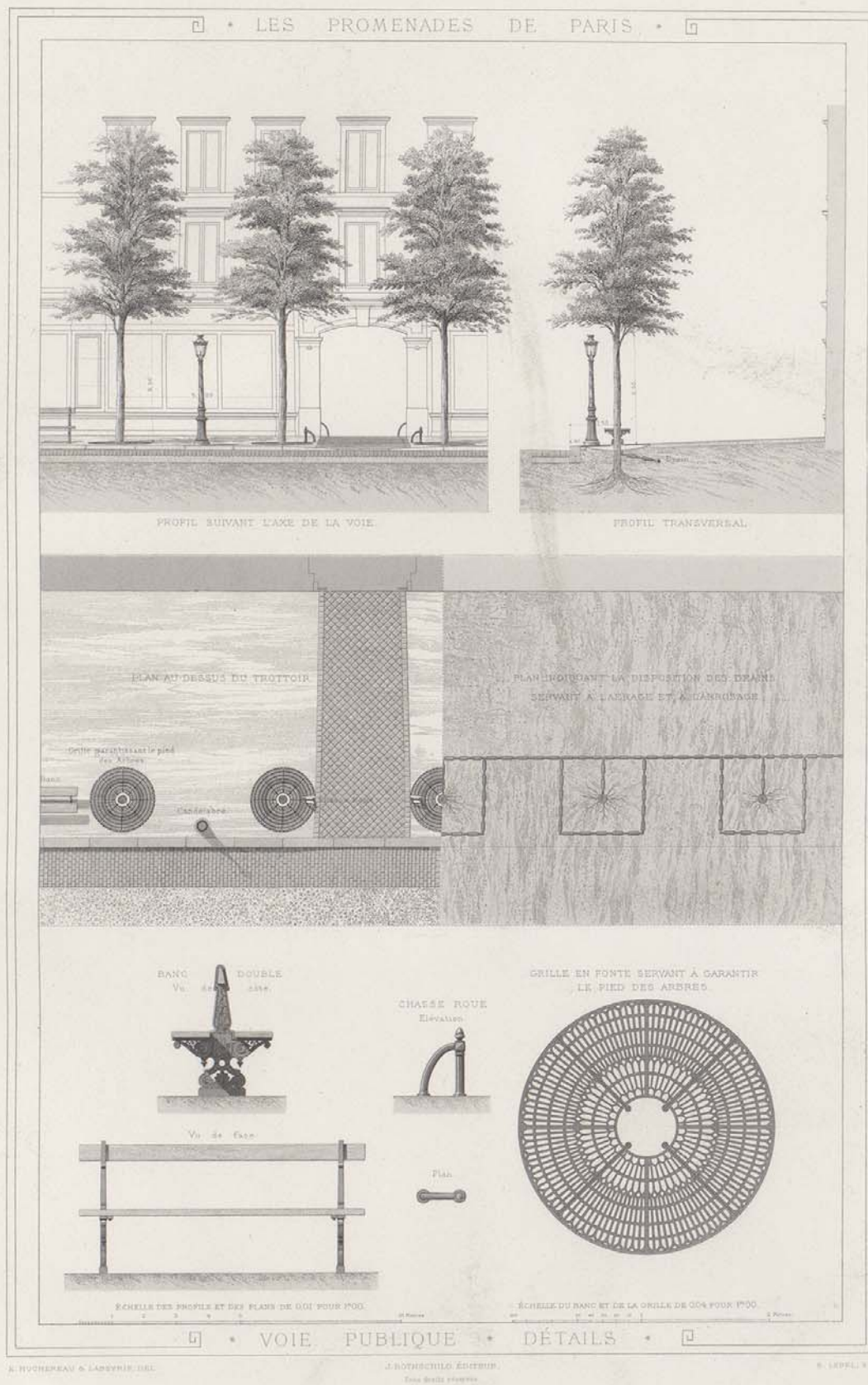
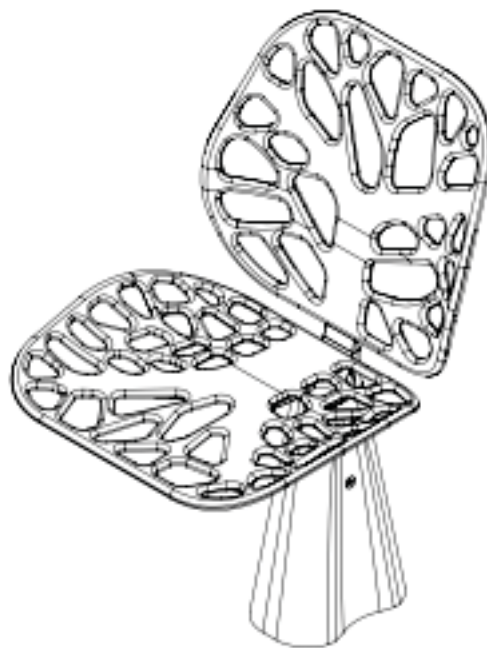
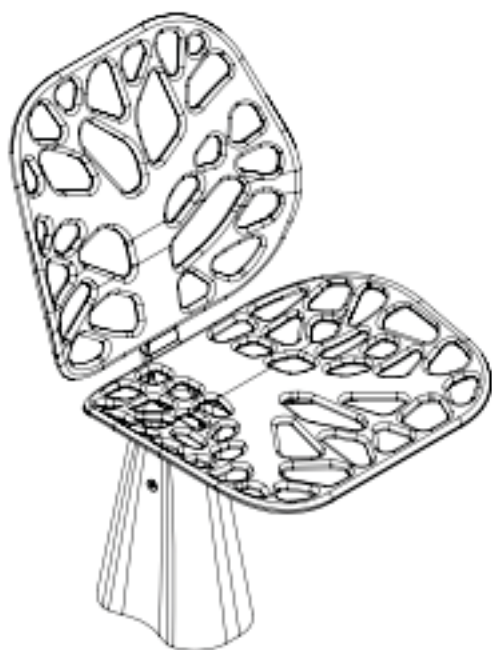


Figura 518: Vista de detalhe do projeto "Les promenades de Paris" (imagem retirada de Alphand, 2018)



escala 1:10

Figura 519: Desenho das várias perspectivas da cadeira (imagem do autor).

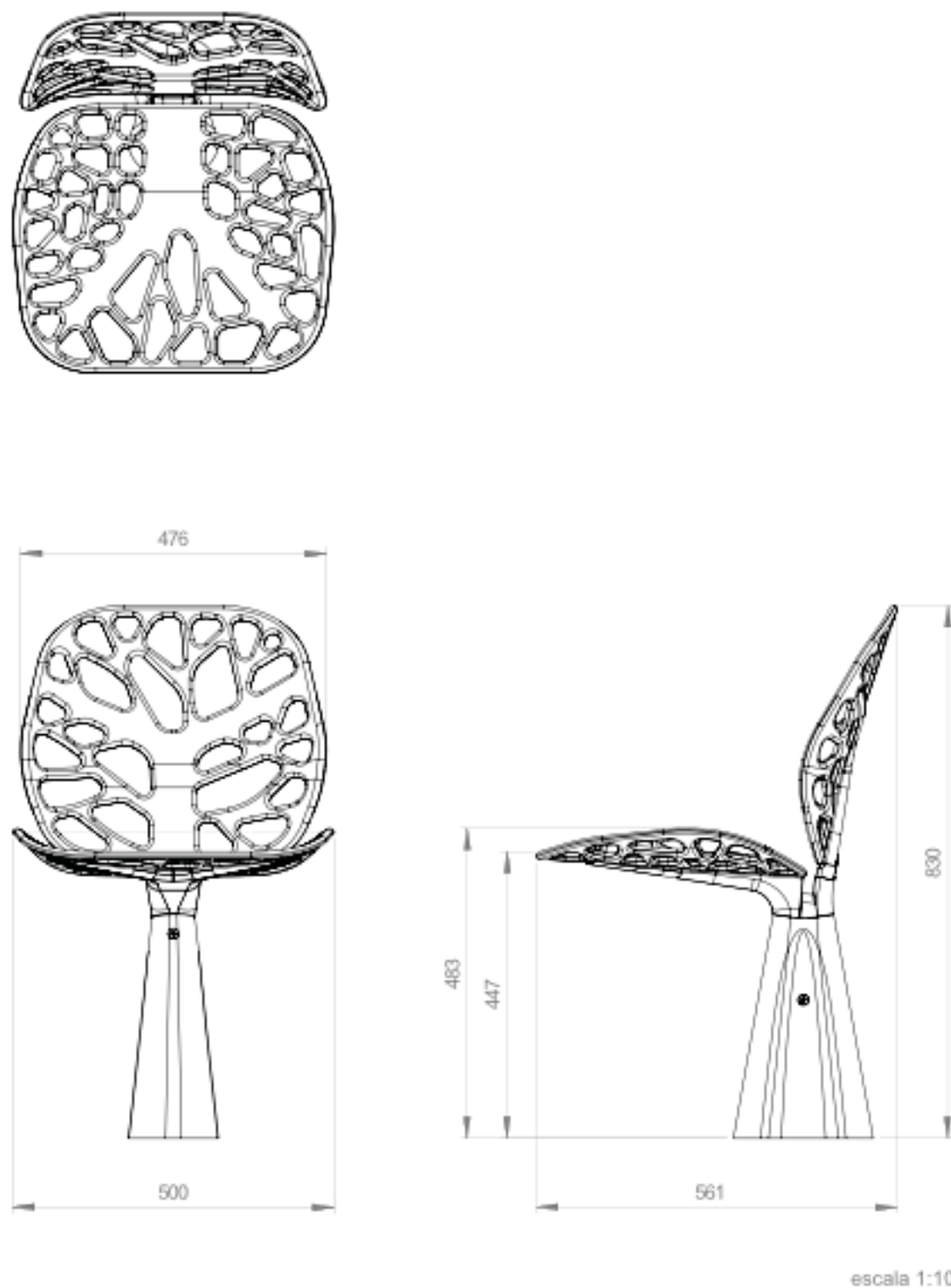


Figura 520: Dimensões gerais da cadeira com as três vistas principais (imagem do autor).

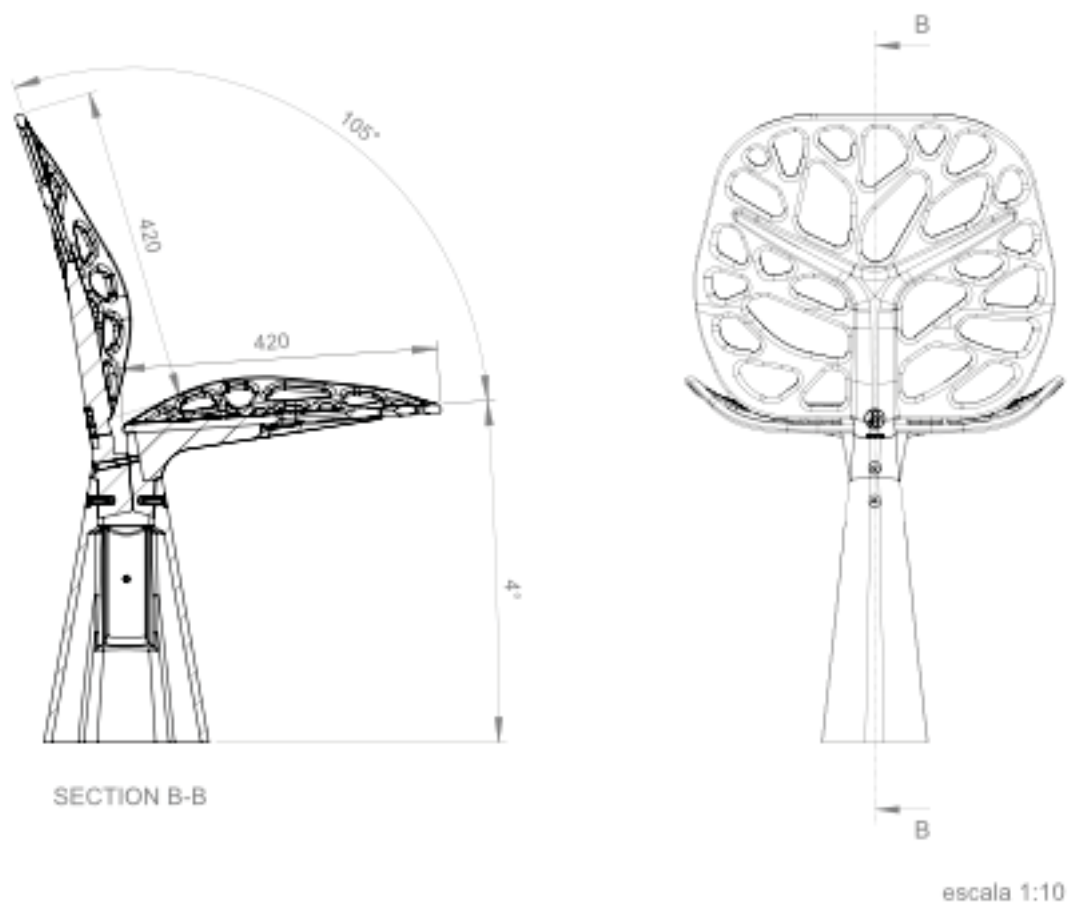


Figura 521: Corte na vista lateral com as principais dimensões da cadeira (imagem do autor).

