

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	I
RESUMO	II
ABSTRACT	IV
RESUMEN	VI
RESUM	VIII
ÍNDICE	X
LISTA DE FIGURAS	XV
LISTA DE QUADROS	XVIII
LISTA DE GRÁFICOS	XXV
ABREVIATURAS	26
3. INTRODUÇÃO	29
3.1 Problema a investigar e justificação da sua pertinência	29
3.2 Objetivos	35
3.3 Fases da investigação	38
3.4 Justificação	39
1.5 Introducción	42
1.5.1 Problema a investigar y justificación de su relevancia	42
1.5.2 Objetivos	48
1.5.3 Hipóteses:	49
1.5.4 Fases de investigación	51
1.5.5 Justificación	52
2. MOTIVAÇÃO DO AUTOR	56
2.1 O projeto CAD/CAM na Indústria Cerâmica	56
2.2 A tecnologia CAD/CAM em Portugal (1988)	57
2.3 O que se conhecia sobre a tecnologia CAD/CAM em Cerâmica	58
2.4 O sistema CAD/CAM para cerâmica	60
2.5 Núcleo de CAD/CAM do CENCAL (1990)	65
2.6 Considerações subsequentes	67
3. EVOLUÇÃO DA PROTOTIPAGEM DIGITAL	69
3.1 Considerações gerais	69
3.2 Evolução do CAD e das interfaces gráficas	69

3.2.1	A Pré-histórica dos computadores – antes de 1945	70
3.2.2	Os pioneiros 1945-1955.....	72
3.2.3	Época histórica 1955-1965	73
3.2.4	Época tradicional 1965-1980.....	78
3.2.5	Época moderna 1980-1995	84
3.2.6	Após 1995.....	92
3.2.7	Os dias de hoje.....	94
3.3	Fabricação Aditiva (<i>additive manufacturing</i>).....	96
3.3.5	Definição	96
3.3.6	Processos	97
4.	ESTADO DA ARTE - INTERFACES.....	113
4.1	Interface de utilizador	113
4.1.5	Considerações gerais	113
4.2	Gerações de interfaces	117
4.2.5	Interface gráfica de utilizador.....	118
4.3	Modelos de interação	119
4.3.5	Formas de interação.....	119
4.3.6	Interface por linha de comandos.....	120
4.3.7	Interface por seleção de menus.....	121
4.3.8	Interface por seleção de ícones.....	122
4.3.9	Interface por manipulação direta	123
4.3.10	Interface por preenchimento de formulários	124
4.3.11	A melhor interface.....	124
4.4	Interação pessoa computador.....	125
4.5	Avaliação de interfaces	128
4.5.5	Conceito de usabilidade.....	128
4.5.6	Avaliação heurística	133
4.5.7	Avaliação ergonómica	134
4.6	Ensino aprendizagem das tecnologias CAD 3D	135
4.6.5	Antes do paradigma WIMP	135
4.6.6	O paradigma WIMP.....	138
4.6.7	Enquadramento teórico do modelo “construtivista”	138
4.6.8	Considerações Gerais	143
4.6.9	Interfaces Gráficas de Utilizador.....	145
5.	1ª FASE DA INVESTIGAÇÃO - ANÁLISE DE INTERFACES	149
5.1	Metodologia de análise de dados - Considerações gerais	149
5.2	Perfil da população	149
5.3	Caracterização da população.....	150
5.4	Desenho metodológico.....	151
5.4.5	Ensaios de interação	151
5.5	Metodologia de análise de dados – registo automático de movimentos.....	156

5.5.5	Operacionalidade na construção de objetos	158
5.5.6	Operacionalidade na modificação de objetos	158
5.5.7	Operacionalidade na manipulação dinâmica de objetos	159
5.5.8	Recurso a técnicas de visualização 3D	160
5.6	Metodologia de registo e análise de dados.....	161
5.7	Análise de resultados.....	164
5.7.5	Considerações iniciais.....	164
5.7.6	Autonomias na aprendizagem.....	165
5.7.7	Análise global	166
5.7.8	Tratamento dos dados	170
5.7.9	Verificação de hipóteses	176
6.	2ª FASE DA INVESTIGAÇÃO - INQUÉRITO	179
6.1	Metodologia de análise de dados - Considerações gerais	179
6.1.5	O inquérito	179
6.1.6	A amostra.....	180
6.1.7	Caracterização da amostra global	180
6.2	Caracterização da amostra de designers.....	185
6.2.5	Experiência como designer.....	185
6.2.6	Curso ou área de atividade.....	186
6.2.7	Currículo com formação em CAD 3D.....	187
6.2.8	Escola de formação.....	188
6.2.9	Software aprendido no curso	189
6.2.10	Utilização de software 3D enquanto designer	190
6.2.11	Software usado como designer.....	191
6.3	Representações na fase conceptual de desenvolvimento de projeto 194	
6.3.5	Verificação da normalidade da distribuição	194
6.3.6	Determinação do teste a utilizar.....	195
6.3.7	Representação através de texto	195
6.3.8	Representação através de esquema	198
6.3.9	Representação através de esquiço.....	201
6.3.10	Representação através de maquete	204
6.3.11	Representação através de Modelo CAD 3D.....	206
6.3.12	Representação através de Protótipo Rápido	209
6.3.13	Considerações sobre a análise efetuada.....	212
6.4	Utilização regular de tecnologias CAD 3D na fase conceptual de desenvolvimento de produto	213
6.5	Utilização regular de tecnologias CAD 3D na fase conceptual de desenvolvimento de produto	215
6.6	Valorização dos efeitos do uso das tecnologias de CAD 3D	217
6.6.5	Verificação da fiabilidade dos dados	218
6.6.6	Seleção do teste estatístico a efetuar.....	219

6.6.7	Efeito CAD 3D - "Apoiar a Criatividade" - Estatísticas descritivas	219
6.6.8	Efeito CAD 3D - "Apoiar e melhorar a comunicação " - Estatísticas descritivas	221
6.6.9	Efeito CAD 3D - "Ocorrência de novas ideias" - Estatísticas descritivas	223
6.6.10	Efeito CAD 3D - "Simplificar através da comparação de soluções" - Estatísticas descritivas	225
6.6.11	Efeito CAD 3D - "Concretizar ideias mais rapidamente" - Estatísticas descritivas	227
6.6.12	Efeito CAD 3D - "Reconhecimento de falhas e erros" - Estatísticas descritivas	230
6.6.13	Efeito CAD 3D - "Simular soluções para facilitar modificação de conceitos" - Estatísticas descritivas	232
6.6.14	Efeito CAD 3D - "Melhorar a compreensão do produto" - Estatísticas descritivas	234
6.6.15	Efeito CAD 3D - "Reconhecimento de requisitos desconhecidos" - Estatísticas descritivas	235
6.6.16	Efeito CAD 3D - "Testar virtualmente funcionalidade do produto" - Estatísticas descritivas	238
6.1	Valorização dos efeitos do uso das tecnologias de Prototipagem Rápida	240
6.1.1	Verificação da fiabilidade dos dados	241
6.1.2	Efeito PR - "Apoiar e melhorar a comunicação " - Estatísticas descritivas	242
6.1.3	Efeito PR - "Estudar ergonomicamente o objeto" - Estatísticas descritivas	244
6.1.4	Efeito PR - "Encurtar etapas no desenvolvimento de produto" - Estatísticas descritivas	246
6.1.5	Efeito PR - "Proporcionar a otimização do produto" - Estatísticas descritivas	249
6.1.6	Efeito PR - "Concretizar ideias mais rapidamente" - Estatísticas descritivas	251
6.1.7	Efeito PR - "Reconhecimento de falhas e erros" - Estatísticas descritivas	253
6.1.8	Efeito PR - "Simular soluções para facilitar modificação de conceitos" - Estatísticas descritivas	255
6.1.9	Efeito PR - "Melhorar a compreensão do produto" - Estatísticas descritivas	257
6.1.10	Efeito PR - "Reconhecimento de requisitos desconhecidos" - Estatísticas descritivas	259

6.1.11	Efeito PR - "Testar funcionalidade do produto" - Estatísticas descritivas	261
6.2	Valorização dos efeitos do uso das tecnologias de Prototipagem Digital	263
6.2.5	Importância da Prototipagem Digital - Estatísticas descritivas	263
6.2.6	Verificação de hipóteses	269
7.	3ª FASE DA INVESTIGAÇÃO - PRODUTO CRIATIVO	277
7.1	Considerações gerais	277
7.2	Modelos de Avaliação do Produto Criativo	278
7.3	Metodologia de análise de dados - Análise do Produto Criativo	283
7.3.5	Dimensão Novidade	286
7.3.6	Dimensão Resolução	292
7.3.7	Dimensão Elaboração e Síntese	300
7.3.8	Considerações sobre a análise efetuada	310
7.3.9	Relação da avaliação do produto criativo com a qualidade/complexidade da modelação 3D	313
7.3.10	Relação da avaliação do produto criativo considerando o tipo do projeto	319
7.3.11	Relação da avaliação da qualidade/complexidade da modelação 3D considerando o tipo do projeto	323
7.3.1	Verificação de hipóteses	326
8.	CONCLUSÕES	330
8.1	Conclusões	330
8.2	Conclusiones	341
	Bibliografia	353
	ANEXO A - Inquérito a designers - prototipagem digital em design de produto	365
	ANEXO B - Projetos alunos - Exploração de técnicas	372
	ANEXO C - Projetos alunos - Aplicação de técnicas	393
	ANEXO D - Avaliação do produto criativo - grelha	406
	ANEXO E - Quadros de comparação múltipla de médias - modos	408
	Quadro E-2 – Quadro de comparação múltipla de médias - esquema	410
	ANEXO F - Quadros de comparação múltipla de médias - efeitos CAD 3D	411
	ANEXO G - Quadros de comparação múltipla de médias - efeitos PR	414
	ANEXO H - Quadros de comparação múltipla de médias - efeitos PD	419
	ANEXO I - Software CAD aprendido durante o curso de Design	421