



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR  
Engenharia

# Desenho, Cor, Forma, Realidade Virtual

**José Paulo Proença Guerra**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em

**ARQUITECTURA**

(Ciclo de Estudos Integrados)

Orientador: Prof. Doutor Luís Miguel de Barros Moreira Pinto

Covilhã, Outubro de 2014



# Dedicatória

À Luísa, minha esposa e às minhas filhas Jessica e Cláudia, aos meus pais e irmãos.



# Agradecimentos

Quero deixar expresso o meu mais profundo agradecimento a todos os que, de uma forma directa ou indirecta, me apoiaram neste percurso e na elaboração desta dissertação. A todos, o meu muito obrigado!

Em primeiro lugar nunca poderei exprimir plenamente a gratidão pelo apoio e excelente orientação, a generosa ajuda e disponibilidade constante do meu orientador científico, ao Sr. Professor Doutor Arquitecto Luís Miguel de Barros Moreira Pinto, a quem agradeço imenso não só a possibilidade que me deu de realizar um trabalho estimulante, criativo e desafiante, mas também pelo seu incentivo e empenho, a sua contínua orientação, apoio bibliográfico e a pronta disponibilidade para o esclarecimento de dúvidas, transmissão e partilha de conhecimentos ao longo deste trabalho.

À Sra. Professora Doutora Ana Maria Tavares Ferreira Martins, pelos seus conhecimentos excelentes, conselhos admiráveis, o incansável incentivo, a grande amizade e a disponibilização de elementos necessários que muito ajudou neste percurso e concretização desta dissertação.

Aos Srs. Presidentes, da Faculdade de Engenharia e dos Departamentos do DECA e DEM, agradeço a amizade, o incentivo a prosseguir e a possibilidade facultada de permitir nas condições possíveis a realização deste percurso que culminou na efectivação desta dissertação.

A todos os Srs. Professores do DEM, do DECA, Engenheiros e Arquitectos e demais colegas que na UBI me ajudaram, pelo incentivo e amizade ou que de alguma forma me apoiaram e não foram pessoalmente mencionados.

Exprimo a minha sincera gratidão à UBI pelas condições concedidas indispensáveis na obtemperação do percurso nesta Instituição que me honra servir, não esquecendo os Srs. Magníficos Reitores Professores Doutores António Carreto Fidalgo, João Sampaio Queiroz, Manuel Santos Silva, e Cândido Passos Morgado, que me admitiu de braços abertos há 20 anos.

À Luísa, minha esposa e às minhas filhas Jessica e Cláudia, pela compressão, pelo ânimo e alento, a ilimitada paciência e pela forma como souberam estar presentes, acompanhando-me sempre em todas as horas, durante o curso e na execução desta dissertação.

Aos meus pais, por todo o sacrifício, dedicação e apoio demonstrados em todos os momentos da minha vida.

Bem-haja a todos!



# Prefácio

Uma imagem que ocorre com qualquer realidade, é entendida de forma selectiva, a compreensão da imagem depende das características que a identificam, o desenho, a cor e a forma vão influenciar e estimular o espectador, em função do conhecimento que este possui e da formação que tenha tido.

A representação gráfica digital é um desenho elaborado em computador, é uma imagem ou um ambiente desenhado para simular uma realidade alternativa, fictícia e imaginativa através de recursos tecnológicos, estamos perante a realidade virtual e 3D, esta representação gráfica digital pode ser definida de maneiras diferentes de acordo com uma perspectiva técnica ou conceitual.

A realidade virtual pode ter várias aplicações nos vários domínios como na arquitectura, na medicina, na produção automóvel, no fabrico e concepção de produtos, no entretenimento, na simulação, no treino e educação, mas verifica-se que o termo realidade virtual mais parece estar conotado com a realidade aumentada que é outra nova tecnologia em grande expansão e desenvolvimento que no futuro a arquitectura poderá beneficiar extremamente desta área.

A arquitectura valoriza-se visualmente, conquista prestígio e notoriedade com a representação digital, pois é confinante com sistemas de realidade virtual, 3D e BIM, esta permite fornecer aos arquitectos e afins um projecto mais detalhado, realista e com visibilidade tridimensional, a arte arquitectónica nos dias de hoje exige que tenha as melhores soluções nas suas mãos.

Podemos reconhecer que no futuro próximo esta indústria de projectos de arquitectura serão as novas tecnologias relacionadas a este tipo de aplicações que permitem aos arquitectos possam ir para além dos limites da imaginação.



# Resumo

Os projectos criados por Arquitectos resultam numa maior qualidade devido à sua capacidade de dominar e utilizar as novas tecnologias e processos, novos recursos como os novos materiais, a decisão de soluções com sensibilidade e criatividade, contudo o Arquitecto recorre ao acto de projectar sempre na busca incessante por um bom final, sendo porém a forma actual e a utilizada para apresentar um projecto: o desenho. Este é para o Arquitecto o elemento base de suporte para o projecto mas que surge do acto de projectar com dedicação, como um vício e uma paixão, no qual este resolve desenhar os seus projectos com geometria bidimensional, tarefas que seriam demoradas se modeladas manualmente e sujeitas a risco de erro humano. A perspectiva é uma percepção visual e formato de aparência de síntese geométrica que permite ter uma ideia da representação do real, de uma forma no espaço bidimensional, se a essa forma lhe aplicarmos expressão linear ou cromática, cores ou texturas estaremos a transmitir um destaque ou relevo, se a essas perspectivas juntarmos a colocação de elementos integrantes e envolventes, temos a sensação de estar próximos da representação da realidade. Com os novos processos de desenho de projecto elaborado por computação, com modelação tridimensional, utilizando várias técnicas e programas CAD (desenho assistido por computador) mantemos as características como (imaginação, expressividade e sentimento) a criatividade, a expressão e a emoção que persistem e estão igualmente presentes no desenho em CAD, além da rapidez temos (precisão, simplicidade e apresentação) o rigor, a facilidade e a exibição.

Nas animações virtuais tanto o Arquitecto como o observador anda em todo o espaço virtual em movimento constante que inspira a acreditar tratar-se de uma vivência e experiencia quase real que nas imagens de perspectivas estáticas 3D nunca alcançaria com a prática e mestria. Portanto, os Arquitectos procuram aproveitar as novas tecnologias no desenho de projectos, como em desenho tridimensional 3D ou terceira dimensão, numa imagem estática como em renderização 3D, a modelação 3D como na realidade virtual em tempo real e tecnologia BIM, do controlo de custos e da sustentabilidade para representar graficamente os seus desenhos projectados, numa realidade virtual que será real ou imaginária, no espaço real ou na web. Pretende-se com esta dissertação esclarecer aspectos que nos levam do desenho projectual à mão à representação gráfica digital, como objectivo de facultar aos intervenientes da área da arquitectura, informação relevante sobre potencialidades da realidade virtual e BIM. Com vista à obtenção de resultados, foi realizado um inquérito de forma a obter um conjunto de dados para caracterização e quantificação das principais preferências. Os resultados obtidos indicam existir uma concordância de respostas no que concerne às preferências, sendo possível verificar que a adopção de programas de CAD 3D e BIM poderá responder às necessidades dos inquiridos.

## Palavras-chave

Desenho, Cor, Forma, Percepção, CAD 3D, Realidade Virtual e BIM.



# Abstract

The projects created by Architects result in a higher quality due to their ability to master and use the new technologies and processes, new features such as the new materials, the decision to solutions with sensitivity and creativity, yet the Architect uses to the act of projecting always in constant search for a good end, but the current form being used to present a project: it's the drawing. This is for the Architect the base element and of support for the project but that arise from the act of designing with dedication as an addiction and a passion, in which the Architect solves draw their projects with two-dimensional geometry, tasks that would be time-consuming if modeled manually is subject in the risk of human error. The perspective is a visual perception and shape of appearance of geometric synthesis that gives an idea of the real representation of a shape in two-dimensional space, if this form we apply it to expression linear or chromatic, colors or textures will be broadcasting a highlight, if these prospects joining the placement of components and surrounding elements, we have the feeling of being on proximity to the representation of reality. With the new processes from drawing of project prepared by computer, with three-dimensional modeling, using various techniques and CAD programs (computer aided design) we maintain the features such as (imagination, expressiveness and feeling) the creativity, expression and emotion that persist and are also presents in the drawing in CAD, beyond the speed we have (accuracy, simplicity and presentation) a rigour, ease and viewing.

In the virtual animations both the Architect either as the viewer they walk in space virtual in constant movement that inspires to believing this is an almost real experience and that in images of the static prospects 3D would never reach with practice and mastery. Therefore, the Architects seek to take advantage of new technologies in the drawing of projects, such as 3D three-dimensional drawing or third dimension, in a still image such as in 3D rendering, the modeling 3D such as in virtual reality in real-time and BIM technology, on cost control and from the sustainability to graphically represent their projected drawings, on a virtual reality that will be real or imaginary, in real space or on the web.

The aim of this thesis to clarify aspects that lead the project-hand drawing with digital imaging, as objective of providing stakeholders in the field of architecture, relevant information about potential of BIM and virtual reality. With a view to obtaining results, a survey was conducted in order to obtain a data set for characterization and quantification of the main preferences. The results indicate there is a concordance of the responses with respect to preferences, it is possible to verify that the adoption of 3D CAD and BIM software can meet the needs of respondents.

## Keywords

Drawing, Color, Form, Perception, CAD 3D, Virtual Reality and BIM.



# Índice

|  |           |
|--|-----------|
| LISTA DE FIGURAS.....  | XV        |
| LISTA DE TABELAS.....  | XVIIII    |
| LISTA DE ACRÓNIMOS .....   | XIX       |
| <b>PARTE I - INTRODUÇÃO .....</b>  | <b>1</b>  |
| INTRODUÇÃO.....  | 3         |
| <b>PARTE II - OBJECTIVOS, QUESTÃO CENTRAL, METODOLOGIA E ESTRUTURA .....</b> | <b>5</b>  |
| <b>CAPÍTULO 1.....</b>   | <b>9</b>  |
| 1. OBJECTIVOS.....   | 9         |
| 1.1 Questão central .....  | 9         |
| 1.2 Motivação e Metodologia .....  | 10        |
| 1.3 Estrutura.....   | 10        |
| <b>PARTE III - DESENHO, COR, FORMA, REALIDADE VIRTUAL .....</b>              | <b>11</b> |
| <b>CAPÍTULO 2.....</b>   | <b>15</b> |
| 2. DESENHO .....   | 15        |
| 2.1 Desenho como forma de expressão .....                                    | 16        |
| 2.2 Desenho técnico e arquitectónico .....                                   | 17        |
| 2.3 Desenho digital CAD / 3D .....   | 19        |
| <b>CAPÍTULO 3.....</b>   | <b>23</b> |
| 3. COR.....  | 23        |
| 3.1 Cor como elemento fundamental .....                                      | 24        |
| 3.2 Relação entre percepção da cor e luz.....                                | 25        |

|   |    |
|---|----|
| <b>CAPÍTULO 4</b> .....   | 29 |
| 4. FORMA .....  | 29 |
| 4.1 A forma e a função na arquitectura .....  | 30 |
| 4.2 Percepção da forma .....  | 31 |
| <b>CAPÍTULO 5</b> .....   | 35 |
| 5. REALIDADE VIRTUAL .....  | 35 |
| 5.1 Renderização e imagem 3D .....  | 37 |
| 5.2 Realidade virtual e BIM .....   | 38 |
| <b>PARTE IV - QUESTIONÁRIO, ESTUDO DE CASO, ESTATÍSTICA, ANÁLISE E REFLEXÃO</b> ..... | 39 |
| <b>CAPÍTULO 6</b> .....   | 43 |
| 6. QUESTIONÁRIO .....   | 43 |
| 6.1 Estudo de caso e tratamento estatístico.....                                      | 43 |
| 6.2 Análise da informação recolhida .....   | 47 |
| <b>CAPÍTULO 7</b> .....   | 55 |
| 7. REFLEXÃO .....   | 55 |
| 7.1 Reflexão final.....   | 57 |
| <b>PARTE V - CONCLUSÃO FINAL E PERSPECTIVAS DE FUTURO</b> .....                       | 61 |
| 8. CONCLUSÃO.....   | 61 |
| 8.1 Conclusão final .....   | 61 |
| 8.2 Perspectivas de futuro .....  | 62 |
| <b>REFERÊNCIAS - BIBLIOGRÁFICAS E INTERNET</b> .....                                  | 63 |
| 9. REFERÊNCIAS .....  | 63 |
| 9.1 BIBLIOGRAFIA .....  | 65 |
| 9.2 NETGRAFIA.....  | 66 |

# Lista de Figuras

|   |    |
|---|----|
| Fig. 1 - Quadro “Guernica” de Picasso .....   | 16 |
| Fig. 2 - Perspectiva dum projecto .....   | 18 |
| Fig. 3 - Desenho de uma perspectiva baseada numa fotografia .....                               | 19 |
| Fig. 4 - Desenho gráfico digital em CAD de alçado e perspectiva 3D de um projecto.....          | 20 |
| Fig. 5 - Cores de pigmento primárias e secundárias.....   | 23 |
| Fig. 6 - Teoria das cores.....  | 23 |
| Fig. 7 - Pintura de uma perspectiva baseada numa fotografia .....                               | 24 |
| Fig. 8 - Pintura de uma perspectiva baseada num desenho .....                                   | 25 |
| Fig. 9 - Telas pintadas por alunos em tributo a Nadir Afonso, Cargaleiro e Vieira da Silva .... | 26 |
| Fig. 10 - Formas Positivas .....  | 32 |
| Fig. 11 - Formas Negativas .....  | 32 |
| Fig. 12 - Imagem de desenho 3D de alçado .....  | 35 |
| Fig. 13 - Imagem de desenho 3D de perspectiva .....   | 36 |
| Fig. 14 - Imagem Render de alçado .....   | 37 |
| Fig. 15 - Imagem Render de perspectiva .....  | 38 |
| Fig. 16 - Gráfico das respostas diárias .....   | 43 |
| Fig. 17 - Questões relacionadas com a identificação e situação actual .....                     | 44 |
| Fig. 18 - Questões relacionadas com o desenhar, a percepção e a técnica .....                   | 45 |
| Fig. 19 - Questões relacionadas com a distinção e características do desenho .....              | 46 |
| Fig. 20 - Questão relacionada com o Software de desenho CAD/3D mais usado .....                 | 46 |
| Fig. 21 - Apresentação de um campo para sugestões sobre o assunto .....                         | 47 |
| Fig. 22 - Informação da conclusão das respostas e o agradecimento .....                         | 47 |
| Fig. 23 - Síntese do género .....   | 48 |
| Fig. 24 - Síntese da idade .....  | 48 |
| Fig. 25 - Síntese das habilitações .....  | 48 |
| Fig. 26 - Síntese da situação ocupacional .....   | 48 |
| Fig. 27 - Síntese da actividade profissional .....  | 48 |
| Fig. 28 - Síntese da transmissão do objectivo final do desenho .....                            | 49 |

|  |    |
|--|----|
| Fig. 29 - Síntese do proveito e compensação de desenhar em PC .....                          | 49 |
| Fig. 30 - Síntese da importância da cor no desenho.....                                      | 49 |
| Fig. 31 - Síntese da indução da cor na criatividade e imaginação .....                       | 49 |
| Fig. 32 - Síntese do registo gráfico digital na apreciação estética .....                    | 49 |
| Fig. 33 - Síntese da percepção da forma em registo gráfico digital na realidade virtual..... | 50 |
| Fig. 34 - Síntese do uso de Software CAD como ferramenta de desenho ser o futuro .....       | 50 |
| Fig. 35 - Síntese da frequência de alguma Formação/Workshop na área de CAD/3D .....          | 50 |
| Fig. 36 - Síntese da preferência em frequência de Formação/Workshop na área CAD/3D.....      | 50 |
| Fig. 37 - Síntese da distinção do desenho feito à mão do produzido em CAD/3D.....            | 51 |
| Fig. 38 - Síntese das três características comuns aos dois tipos de desenho .....            | 51 |
| Fig. 39 - Síntese das três características da representação gráfica em CAD/3D .....          | 51 |
| Fig. 40 - Síntese dos três “Softwares CAD/3D” utilizados com mais frequência .....           | 52 |
| Fig. 41 - Imagem de Render 3D .....  | 57 |
| Fig. 42 - Imagem de Render 3D .....  | 58 |
| Fig. 43 - Imagem de Render 3D .....  | 58 |

# Lista de Tabelas

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1 - Síntese estatística, 1ª Parte - Questão 1.1 .....       | 55 |
| Tabela 2 - Síntese estatística, 1ª Parte - Questão 1.2 .....       | 55 |
| Tabela 3 - Síntese estatística, 1ª Parte - Questão 1.3 .....       | 55 |
| Tabela 4 - Síntese estatística, 1ª Parte - Questão 1.4 .....       | 55 |
| Tabela 5 - Síntese estatística, 1ª Parte - Questão 1.5 .....       | 55 |
| Tabela 6 - Síntese estatística, 2ª Parte - Questão 2.1 a 2.9 ..... | 56 |
| Tabela 7 - Síntese estatística, 3ª Parte - Questão 3.1 a 3.3 ..... | 56 |
| Tabela 8 - Síntese estatística, 3ª Parte - Questão 3.4 .....       | 56 |



# Lista de Acrónimos

|          |  |
|----------|--|
| 3D       | (Three-dimensional) Terceira Dimensão ou Desenho Tridimensional              |
| BIM      | (Building Information Modeling) Modelação e Informação para Construção       |
| CAD      | (Computer Assisted Design) Desenho Assistido por Computador                  |
| Hardware | Equipamentos informáticos, de redes e periféricos                            |
| PC       | (Personal Computer) Computador pessoal                                       |
| RA (AR)  | (Augmented Reality) Realidade Aumentada                                      |
| RV (VR)  | (Virtual Reality) Realidade Virtual  |
| Software | Sistemas operativos e programas informáticos                                 |
| VRML     | (Virtual Reality Modeling Language) Linguagem de Modelação Realidade Virtual |



# **Parte I**

## **Introdução**



# Introdução

A discussão sobre o desenho arquitectónico tradicional feito à mão, e o desenho produzido em ambiente gráfico digital, com o auxílio do computador, bem como sobre as suas relações com as metodologias arquitectónicas de projecto e os seus resultados, é uma das actuais e importantes, dentre as discussões dos Arquitectos, profissionais e estudantes.

A arquitectura existe para servir o ser humano e a humanidade, além de uma arte que tem uma utilidade própria é um campo de acção que necessita de Arquitectos com adequada formação e qualificação profissional, devendo adquirir conhecimentos para materializar as suas pretensões, produzindo projectos com a sua criatividade e talento.

As obras criadas por Arquitectos resultam numa maior qualidade devido à sua capacidade de utilizar e dominar processos, novos recursos como novos materiais e, à resolução de soluções com sensibilidade e criatividade, mas que surgem do acto de projectar com afinco como um vício e uma paixão, onde o Arquitecto procura numa busca incessante por um bom final.

A reprodução visual é a primeira forma de arte que nos acompanha desde tempos mais longínquos, como o esboço, o traço, o desenho e a pintura é a base de qualquer representação visual. A importância que o desenho tem na representação do espaço sendo este real ou imaginário é a forma de descobrir o que é representado, para quem o interpreta e como é compreendido por quem o executa.

A linguagem visual está ligada às correntes da Bauhaus, de Paul Klee e Wassily Kandinsky, que alvitram pela procura das origens do desenho com base nas cores puras, tanto na forma como na abstracção ou rigor científico, para interpretação das formas e do estado de arte<sup>1</sup> (Pinto, 2012).

O modo como se compreende a arquitectura está intimamente ligado à sua percepção e à forma como cada individuo interpreta o conteúdo visual e como o apreende, tendo por base a sua cultura e os conhecimentos científicos adquiridos ao longo dos anos.

Existem outros meios de conservar a superfície material, sobrepondo-lhe uma superfície ideal, utilizada não apenas como uma superfície plana, mas também como uma forma a três dimensões. A menor ou maior espessura da linha, a situação da forma face à superfície, a interacção de uma forma por outra são exemplos suficientes para se avaliar a extensão gráfica do espaço. A cor oferece possibilidades idênticas, utilizada adequadamente podendo avançar ou recuar transformando a imagem numa forma flutuante, o que equivale à extensão pictórica do espaço<sup>2</sup> (Kandinsky, 1998).

---

<sup>1</sup> Cfr, Pinto, Luís Moreira; Desenho, Percepção e Forma; Edições Colibri; Lisboa, 2012; p. 18

<sup>2</sup> Cfr, Kandinsky, Wassily; Do espírito na Arte; Publicações Dom Quixote; Lisboa, 1998; p. 95

Segundo Manfredo Massironi, a interacção visual com os planos de que são constituídos os objectos é a condição que permite ver a profundidade e assumir informações acerca do espaço e da nossa actuação<sup>3</sup> (Massironi, 1996), o desenho constituído por um certo traçado sobre uma dada superfície é um meio de extrema simplicidade técnica.

O meio correcto e seguro para apresentar um projecto, é o desenho mas pode ser feito de duas formas: a primeira de forma geométrica e convencional por representação gráfica manual através de esboços, desenhos lineares, perspectivas e desenhos técnicos como plantas, cortes e alçados utilizando os utensílios tradicionais; mas o desenho técnico de projecto teve uma transformação ao longo do tempo, sendo este executado manualmente através das ferramentas convencionais (como régua, esquadro, compasso, aparo e lápis, depois canetas de tinta da china, etc.), apesar de se poder desenhar desta forma, actualmente e com maior rapidez cada vez mais se utiliza meios informáticos e programas específicos para realizar projectos recorrendo ao desenho assistido por computador CAD, renderização 3D e tecnologia BIM.

Com o aparecimento dos “programas de computador associados à ideia tridimensional do Arquitecto, estes revolucionaram o modo de apresentar e projectar, facilitando o entendimento da forma final, em tempo real. Com estas novas tecnologias a arquitectura começou a abrir um leque de oportunidades criativas e a novas formas de arquitectura, admitindo a possibilidade de visualizar formas e objectos projectados em 3D torna inevitável a apresentação dos mesmos de modo a permitir modelos cada vez mais foto-realísticos”<sup>4</sup> (Pinto, 2008).

Estas novas tecnologias 3D conseguem através da modelação uma manipulação da representação gráfica digital como se de uma realidade se tratasse, originando uma síntese da concepção visual, permitindo a capacidade e inteligência de notar as diferenças, fazer comparações, observar as cores, ver as formas e reparar nas texturas, ou seja isto implica ter um critério estético e ter um raciocínio idêntico ao de desenhar à mão, tal como numa representação gráfica manual da forma temos (imaginação, expressividade e sentimento) a criatividade, a expressão e a emoção estão igualmente presentes no desenho em CAD, além da rapidez ainda temos (precisão, simplicidade e apresentação) o rigor, a facilidade e a exibição.

Com as novas formas de projecto devido ao “avanço tecnológico e as condições que o Mundo actual nos oferece, leva-nos a problemas nunca antes imaginados, como a sustentabilidade ou a nanotecnologia. Problemas que em muitos casos se transformam por antítese na solução. A arquitectura transformou-se, tornou-se tecnológica e ao mesmo tempo muito mais artística, uma vez que novas formas de arquitectura estão a surgir, inculcando um “ar” escultórico, em que se transforma numa “pele” criativa tecnologicamente avançada, em relação a uma estrutura. A forma cobre a função e muitas vezes o que parece não o é! Estamos perante uma nova consciência arquitectónica - O Caos - organiza-se a ele próprio”<sup>5</sup> (Pinto, 2010).

---

<sup>3</sup> Cfr, Massironi, Manfredo; Ver pelo Desenho; Edições 70, Lda.; Lisboa, 1996; p. 70

<sup>4</sup> Cfr, Pinto, Miguel Moreira; Desenho na Acção Projectual; Revista Arquitectura NAUBI; Gráfica Covilhã, 2008; p. 9

<sup>5</sup> Cfr, Pinto, Miguel Moreira; Mensagem do Director de Curso; Revista A+U Magazine NAUBI; Covilhã, 2010; p. 4

## **Parte II**

### **Capítulo 1**



# **Capítulo 1**

**Objectivos, Questão Central,  
Motivação e Metodologia  
Estrutura**



# Capítulo 1

## 1. Objectivos

Esta dissertação no âmbito da arquitectura procura encontrar elementos fundamentais no campo do desenvolvimento das fases da actividade projectual, começando pelos esquissos, passando pelos desenhos, a concepção das formas, a aplicação de cores e texturas, mas actualmente com recurso à aplicação de técnicas que nos transportam para a realidade virtual.

A elaboração desta dissertação tem como objectivo o desenvolvimento de um trabalho que tem por base a pesquisa, o estudo e a análise de características, transformações e adaptações do Desenho, da Cor, da Forma e da Realidade Virtual que nos leve a compreender a utilização de programas de computador no desenvolvimento de projectos de arquitectura, recorrendo a um pequeno questionário a fim de se obter algumas conclusões.

Desta forma, pretendemos analisar e pesquisar de que modo se deu a evolução do desenho de projecto de arquitectura pelos métodos tradicionais até à actualidade da representação gráfica digital, as suas transformações com a influência e desenvolvimento das novas tecnologias, nomeadamente a introdução do desenho CAD e similares, hoje permite-nos ter visualizações de espaços e formas em tempo real, imagens em movimento 3D e o recurso da tecnologia BIM.

### 1.1 Questão central

A tecnologia muda constantemente o modo como produzimos os projectos na arquitectura, o desenho é e será a base da representação mas a forma de visualização sofreu alterações, com as novas tecnologias como o CAD, a representação 3D e a realidade virtual com movimento. Será “A realidade virtual vai acelerar o processo de entendimento do objecto projectado?”<sup>6</sup> (Pinto, 2007).

Simultaneamente surgiu recentemente a importância da tecnologia BIM (Building Information Modeling) que o seu uso é agora obrigatória em alguns países, essa obrigação é imposta para ser uma norma geral num futuro próximo.

Será que existem soluções, condições e estaremos nós preparados para a implementação do BIM em Portugal, de modo a possibilitar um olhar digital sobre todo o projecto, isto é permitindo uma melhor visualização e observação quer da sustentabilidade quer do controlo de custos do projecto de arquitectura?

---

<sup>6</sup> Cfr, Pinto, L. Miguel Moreira; História da Percepção na Acção Projectual; Universidade Portucalense; Porto, 2007; p. 8

## **1.2 Motivação e Metodologia**

A motivação desta dissertação pretende compreender o fenómeno do desenho 3D e a realidade virtual, que processo tencionou as evoluções, transformações e adaptações no desenho de projecto, desde o uso da cor, da forma e o aproximou da realidade virtual permitindo uma melhor visualização, em ligação com a evolução do progresso e o desenvolvimento tecnológico.

A metodologia ocorre dos temas referidos, como dos elementos que compõem o desenho, desde signos, símbolos ou códigos como se de uma escrita tratasse, visto sabermos que o desenho é uma linguagem universal e acessível a todos, o desenho é também uma forma de conhecimento, representando-se por pontos, linhas, manchas e formas, surgindo depois as sombras, as cores e as texturas, a sua concepção está ligada à imaginação e à criatividade do sujeito que desenha.

No desenho a representação da cor é relevante na medida que esta influênciava o ser humano na predilecção por determinadas harmonias de acordo com o gosto pessoal e a estética da arte que lhe permitirão descobrir, explorar e exprimir o sentimento ou emoções do extraordinário mundo da harmonia das cores e texturas.

A forma é uma figura ou imagem visível do conteúdo, conferindo a aparência a um corpo através dos limites exteriores configurando um aspecto próprio e particular, esta inclui elementos primários, como o ponto, a linha, o plano e o volume, além de outras propriedades visuais.

A realidade virtual com a utilização massiva de meios informáticos como auxiliares em desenho de projectos de arquitectura veio facilitar a produção e proliferação destes, apresentando modelos tridimensionais, substituindo as maquetes, mostrando em 3D desenhos que deixaram de se fazer em estirador e passaram a computador, permitindo a modelagem de formas arquitectónicas e a apresentação da edificação em animações de vídeo 3D em tempo real.

## **1.3 Estrutura**

A estrutura desta dissertação está pensada, elaborada e dividida em capítulos de forma a possuir cinco partes, sendo que na parte I, temos a introdução do tema; na parte II, surge o capítulo 1 que temos os objectivos, a questão central, a metodologia e a estrutura; seguidamente temos a parte III com o desenvolvimento do tema e os capítulos 2, 3, 4 e 5 que abrangem os conteúdos do desenho, cor, forma e realidade virtual; posteriormente aparece a parte IV com os capítulos 6 e 7, inclui-se um questionário que foi elaborado a alunos de arquitectura, caso de estudo sobre o desenho, o CAD/3D e a realidade virtual, com o devido tratamento estatístico, a respectiva análise da informação recolhida e uma reflexão conveniente; finalmente temos a parte V com o capítulo 8 da conclusão que expõe a conclusão final e as perspectivas de futuro e por fim surgem as referências.

## **Parte III**

**Capítulo 2 - Desenho**

**Capítulo 3 - Cor**

**Capítulo 4 - Forma**

**Capítulo 5 - Realidade Virtual**



## **Capítulo 2**

### **Desenho**



# Capítulo 2

## 2. Desenho

O desenho, palavra que deriva do latim “designo”, tem por significado “desenhar” e “representar”. O desenho estabelece a relação entre a linguagem e o mundo real ou imaginário, sendo a nossa percepção visual, que não é mais do que uma ideia mental, que temos de uma determinada realidade<sup>7</sup> (Rodrigues, 2010).

“A captação de qualquer imagem pelos nossos olhos implica o desenvolvimento de uma actividade mental...”<sup>8</sup> (Francastel, 1983). “O desenho é a representação feita através de linhas e sobre uma superfície. O desenho à mão livre, é executado sem o recurso a instrumentos, apenas com material tradicional, através da acção da mão sobre o suporte. O desenho de observação é feito à mão livre e representa qualquer forma ou objecto observado. O desenho criativo é o que representa um registo real e que adquire qualidades expressivas, denotando um sentido estético constituindo uma forma de arte”<sup>9</sup> (Rodrigues, 2002).

A pintura utiliza a mancha para preencher superfícies com cor, o desenho caracteriza-se pela representação gráfica de traços ou intenção de desenhar formas, dependendo do propósito pode-se produzir sobre uma superfície física ou meios virtuais, imagens figurativas ou abstractas.

O desenho pode ser reconhecido desde um simples traço até formas complexas, e quem desenha não tem responsabilidade e obrigação de imitar a natureza visível com a perfeição esperada, o registo gráfico pode passar pela representação real ou abstracta que reside na mente humana.

A representação do desenho tem duas categorias:

- 1) Desenho representativo - tem a finalidade de representar formas que reproduzem aparência da realidade, tanto da natureza como as criadas pelo homem, a sua concepção pode surgir a partir da observação, da memória ou da imaginação:
  - a) Desenho de observação um registo representativo a partir da observação de um modelo transferindo para o desenho a forma, textura, cor e luz por meio da observação directa;
  - b) Desenho de memória um registo gráfico que espelha mentalmente elementos visualizados;
  - c) Desenho de imaginação um registo original ou combinado e inspirado em elementos reais.
- 2) Desenho abstracto - é um registo gráfico não representativo que tem como motivo de referência, formas orgânicas da natureza e ou formas geométricas da composição com linhas, com planos e ou sólidos geométricos.

---

<sup>7</sup> Cfr, Rodrigues, Luís; Desenho, Criação e Consciência; BonD, Books on Demand; Lisboa, 2010; p. 35

<sup>8</sup> Cfr, Francastel, Pierre; A Imagem, a Visão e a Imaginação; Edições 70; Lisboa, 1983; p. 87

<sup>9</sup> Cfr, Rodrigues, Maria João; Vocabulário Técnico e Crítico de Arquitectura; Quimera; Coimbra, 2002; p. 107

## 2.1 Desenho como forma de expressão

O desenho depende das circunstâncias em que é realizado e da tipologia de desenho a que nos reportamos. Por sua vez, a tipologia de desenho depende do tipo de instrumentos, do suporte e dos interesses ou necessidades do autor.

É desta conjuntura que resulta a expressão específica de um desenho. Esta expressão implica uma relação entre a percepção e a imaginação, da qual resulta a delimitação do espaço bidimensional através da conjunção do ponto, da linha e da mancha.

Esta combinação é gerida pelo binómio mente-corpo que une uma imagem e é o produto da coadunação ideia/representação/descrição/estruturação/reflexão<sup>10</sup> (Rodrigues, 2010).

Quem desenha sabe que aquilo que apreendemos do objecto e aquilo que afecta o sentir de emoções e sensações, do qual possuímos a percepção, com o qual idealizamos a sua representação, numa imagem, numa expressão ou num desenho, é um fenómeno da intuição e do conhecimento imediato, como uma manifestação sensível da essência do desenhador, quem desenha com sentido e intencionalidade, do saber abstracto e da experiencia concreta da vida defende a visão da essência e origem das coisas, sabendo que desenha do mundo real que é<sup>11</sup> (Janeiro, 2011).



Fig. 1 - Quadro “Guernica” de Picasso <sup>(1)</sup>

Através do desenho várias zonas do cérebro são activadas de modo que este processo implica a percepção visual e o envolvimento psicológico do autor. Nestas condições permite ao autor criar novos espaços e formas através da sua própria percepção em que o desenhador se envolve sempre que desenha<sup>12</sup> (Rodrigues, 2010).

O desenho surge como instrumento de transmissão, com traços expressivos que transportam as ideias para o papel e, com traços precisos que permitem ao desenhador concretizar a sua construção.

<sup>10</sup> Cfr, Rodrigues, Luís; Desenho, Criação e Consciência; BonD, Books on Demand; Lisboa, 2010; p. 25

<sup>11</sup> Cfr, Janeiro, Pedro; Desenho como final de um regresso; Fenomenologia e Ciência, UTL/FA; Évora, 2011; p. 36

<sup>12</sup> Cfr, Rodrigues, Luís; Desenho, Criação e Consciência; BonD, Books on Demand; Lisboa, 2010; p. 44

Projectar é aprender a pensar, a construir, a olhar, observar, ver, imaginar, inventar e criar<sup>13</sup> (Baeza, 2009). A arquitectura beneficia de vários métodos para transmitir de várias formas, sentimentos como as emoções, sensações e ideias com a finalidade fundamental de comunicar através do desenho. Assim, comunicar é uma função que implica uma expressão e uma intencionalidade<sup>14</sup> (Pinto, 2007).

Contudo, o desenho como expressividade relaciona-se como modo de expressar uma ideia, transformando a capacidade de um registo transmitir as suas intenções, pelas qualidades perceptivas e pelos aspectos socioculturais de quem transmite uma “mensagem”, estes serão fundamentais na escolha dos elementos que se pretendem representar e a qualidade do registo que se quer ver transmitido<sup>15</sup> (Pinto, 2007).

Como escreveu Alcino Ferreira, os arquitectos apaixonados pelo resultados dos seus gestos, desenham e que acontece com naturalidade. Do gesto de desenhar é que nasce o espaço, sendo no vazio do novo espaço que o objecto exige a presença na coerência do estilo, logo o desenho será sempre a tentação para o arquitecto<sup>16</sup> (Ferreira, 2008).

O Arq. Álvaro Siza Vieira, confessa que “a preocupação principal em desenhar suponhamos, uma cadeira é a de que se pareça com uma cadeira”<sup>17</sup> (Vieira, 1998), qualquer objecto nasce como conceito da ideia fecunda do arquitecto ao desenhar.

## 2.2 Desenho técnico e arquitectónico

No processo de concepção do desenho, natural às actividades artísticas, a arquitectura tem uma forma própria de se expressar, a sua expressão depende de um sistema baseado em símbolos gráficos e elementos representativos que traduzem da melhor forma possível o conceito ou ideia arquitectónica.

A convenção desenvolvida para a linguagem da arquitectura trouxe uma universalização de seus termos, uma forma específica de expressar a arquitectura que está presente na sua actividade, desde o momento da concepção da ideia até à representação final, pronta para a execução.

A arquitectura faz-se principalmente na cabeça do Arquitecto, depois desenvolve-se no papel, o sistema de símbolos da arquitectura conforme conhecemos hoje teve o início teórico no Renascimento, o qual considerou as formas importantes de representação: o desenho técnico.

O desenho técnico moderno como a representação gráfica para arquitectura ou representação gráfica de projectos de arquitectura recorre a desenhos específicos de e para utilização técnica, mais precisamente desenhos técnicos que representam os projectos de arquitectura.

---

<sup>13</sup> Cfr, Baeza, Alberto Campo; A Ideia Construída; Caleidoscópio; Lisboa, 2009; p. 43

<sup>14</sup> Cfr, Pinto, Miguel Moreira; História da Percepção Acção Projectual; Universidade Portucalense; Porto, 2007; p. 65

<sup>15</sup> Cfr, Pinto, Miguel Moreira; História da Percepção Acção Projectual; Universidade Portucalense; Porto, 2007; p. 67

<sup>16</sup> Cfr, Ferreira, Alcino; Ética e profissões, Desafios da modernidade, Actas de colóquio; Universidade Lusíada Editora; Lisboa, 2008; p. 4

<sup>17</sup> Cfr, Vieira, Álvaro Siza; Imaginar a Evidencia; Edições 70; Lisboa, 1998; p. 133

Segundo Vitruvius, o Arquitecto é “um artista perfeito, deverá ser... perito no desenho gráfico, erudito em geometria,...” Portanto, “A geometria, por seu lado proporciona à arquitectura muitos recursos. Em primeiro lugar, logo a seguir às linhas rectas,” etc., “... com o qual muito mais facilmente se efectuam as representações gráficas dos edifícios nos seus próprios locais,” e mais “... através da óptica, se orientam correctamente os vãos de iluminação nas construções a partir de determinadas zonas” da orientação solar e da entrada de luz natural. Através de cálculos e computações “... se calculam as despesas dos edifícios, se define a lógica das medidas e se encontram soluções para as difíceis questões das comensurabilidades (sistema proporcional de medidas) através da lógica e métodos geométricos”<sup>18</sup> (Maciel, 2006).

Desenho técnico é a forma tradicional de expor arquitectura mas a maquete garante visibilidade e representação arquitectónica e permite visualização de um modelo tridimensional, estes exigem saber, conhecimento específico, visto que são utilizados planos ou figuras planas bidimensionais como plantas, cortes e alçados para representar formas funcionais e espaciais arquitectónicas, agora as maquetes como as perspectivas permitem uma visão tridimensional.



Fig. 2 - Perspectiva dum projecto, nem todos os Arquitectos são talentosos a criar um desenho à mão <sup>(2)</sup>

Todos sabemos que os recursos virtuais de modelação ajudam os Arquitectos, profissionais e estudantes a desenvolverem os seus projectos e acontece muitas vezes ser a única forma de visualizar um projecto de arquitectura. Com Frank Gehry por exemplo, o seu famoso Museu Guggenheim de Bilbao, foi totalmente produzido em três dimensões e os seus componentes foram fabricados através de modelos tridimensionais.

A concepção do desenho está sempre em evolução, vemos que com a perspectiva o desenho adquiriu a competência de visualizar a forma e traduzir a profundidade do espaço, o desenho perspéctico tem uma capacidade de traduzir ou representar as formas tridimensionais<sup>19</sup> (Rodrigues, 2010).

Actualmente é impensável apresentar projectos sem incluir imagens 3D, os Arquitectos tem clientes que aguardam ansiosos por imagens 3D, e na maioria dos casos dependem dessas imagens para compreender perfeitamente o desenho técnico do projecto arquitectónico.

<sup>18</sup> Cfr, Maciel, M. Justino; Vitruvius, Tratado de Arquitectura, Livro I, Cap. III, 2º; ISTPRESS; Lisboa, 2006; p. 31

<sup>19</sup> Cfr, Rodrigues, Luís; Desenho, Criação e Consciência; BonD, Books on Demand; Lisboa, 2010; p. 268

## 2.3 Desenho digital CAD / 3D

Desenham-se linhas e pontos, que no seu conjunto vão dar origem às plantas, cortes e alçados de um projecto. Mas se for utilizado um programa que aplique 3D como base de trabalho, então estaremos perante uma modelação, em que, ao se alterar ou desenhar uma parte do objecto, o mesmo estará a ser actualizado no seu todo”<sup>20</sup> (Pinto, 2012).

Segundo o livro do Prof. Arq. Moreira Pinto, “desenhar utilizando programas de desenho assistido por computador, é normalmente o mesmo que modelar, ou seja, quando é utilizado um programa tipo CAD, o raciocínio é idêntico ao desenhar à mão.

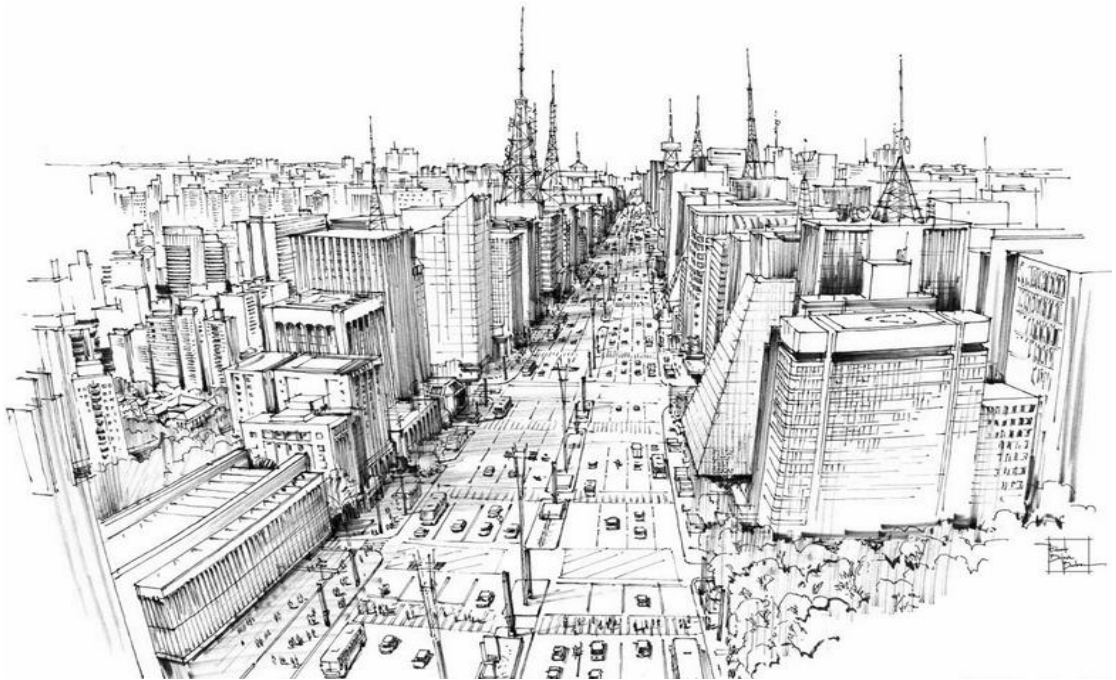


Fig. 3 - Desenho de uma perspectiva baseada numa fotografia <sup>(3)</sup>

O desenho digital elaborado em CAD e 3D com vista seu desdobramento específico para a arquitectura tem importância na profissão do Arquitecto, através do aparecimento da maquete pela influência da "proveniência" do modelo tridimensional na arquitectura.

“A consciência do uso de programas assistidos por computador deve estar sempre aliada à compreensão de que é mais uma ferramenta de registo das nossas intenções. ... O primeiro impulso será sempre o de desenhar um croqui rápido, onde as ideias fluem naturalmente entre a mente e a mão, entre a mão e o papel. O desenho de arquitectura será sempre emotivo, nos seus primeiros traços. O desenho de arquitectura situa-se entre o espaço artístico e o técnico, tendo uma representação rica ao nível dos registos”<sup>21</sup> (Pinto, 2012).

O desenho Digital proporciona integrar ferramentas de computação gráfica para a realização e apresentação de projectos e ambientes, realizando a síntese entre o conhecimento tecnológico, projectual, construtivo pela percepção, sensibilidade plástica e expressiva da cultura artística.

<sup>20</sup> Cfr, Pinto, Luís Moreira; Desenho, Percepção e Forma; Edições Colibri; Lisboa, 2012; p. 24

<sup>21</sup> Cfr, Pinto, Luís Moreira; Desenho, Percepção e Forma; Edições Colibri; Lisboa, 2012; p. 47

“Quando é utilizado um programa tipo CAD, o raciocínio idêntico ao de desenhar à mão, mas se for utilizado um programa que aplique o 3D como base de trabalho, então estaremos perante uma modelação. Com o uso da perspectiva e da colocação de elementos da envolvente, passou-se a incutir uma sensação de realidade virtual e ainda com a aplicação de cores leva as perspectivas a aproximarem-se ainda mais da realidade. O desenho em representação gráfica digital CAD e 3D ganha espaço na actividade projectual. Os Arquitectos sentem necessidade de explicarem a sua ideia através de imagens virtuais”<sup>22</sup> (Pinto, 2008).

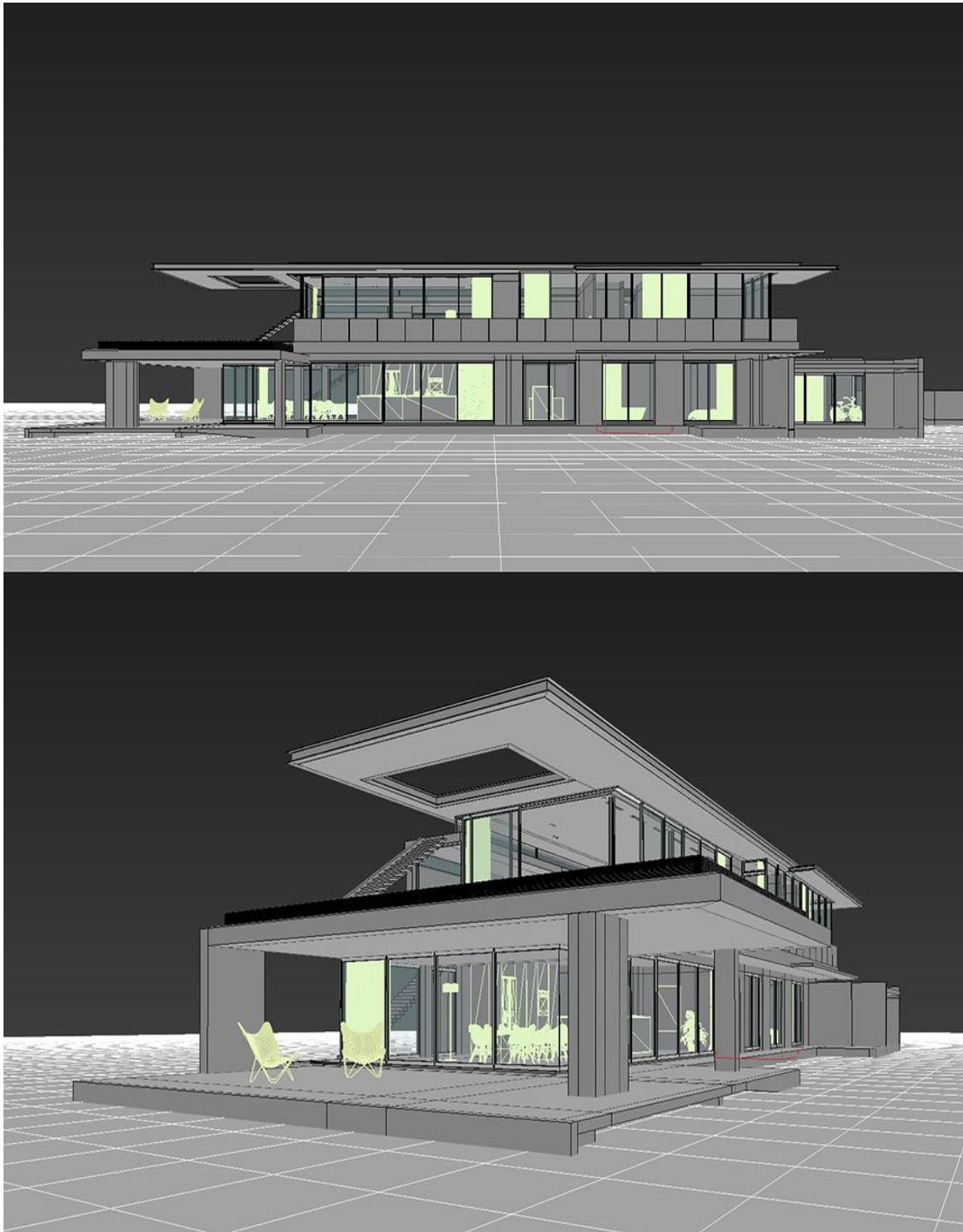


Fig. 4 - Desenho gráfico digital em CAD de alçado e perspectiva 3D de um projecto <sup>(4)</sup>

<sup>22</sup> Cfr, Moreira Pinto, Miguel; Desenho na Acção Projectual; Revista Arquitectura NAUBI; Gráfica Covilhã, 2008; p. 8

## **Capítulo 3**

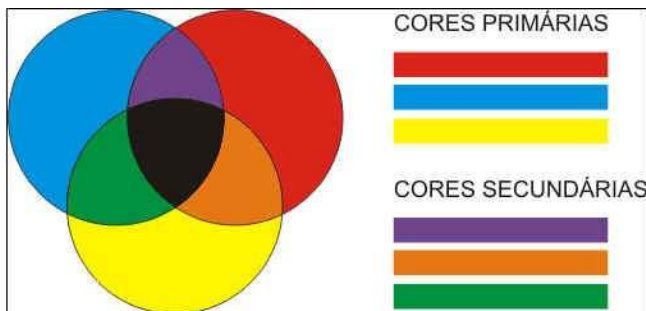
**Cor**



# Capítulo 3

## 3. Cor

No vocabulário, temos a cor como, a sensação perceptível pelo sentido da vista, causada pela refração da luz nos corpos. As cores dos corpos são na prática valorizadas ou classificadas na teoria das cores de Goethe: a) cores fundamentais ou primárias: amarelo, azul e vermelho, com as quais se podem compor em teorias todas as outras cores e cuja mistura numa certa relação conduz sempre à ausência de cor, o preto da síntese aditiva; b) cores compostas do 1º grau ou secundárias: laranja = amarelo + vermelho, verde = amarelo + azul, violeta = vermelho + azul;



c) cores compostas do 2º grau ou terciárias: castanho = laranja + violeta, turquesa = violeta + verde, ocre = verde + laranja, etc. Estas podem ser apresentadas num esquema cromático que forma o Círculo de Cores Naturais de Goethe<sup>23</sup> (Rodrigues, 2002).

Fig. 5 - Cores de pigmento primárias e secundárias, <sup>(5)</sup>

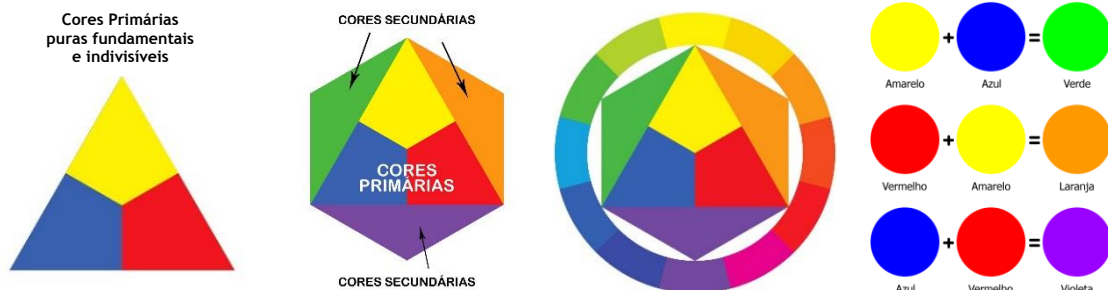


Fig. 6 - Teoria das cores <sup>(6)</sup>

“Sob o ponto de vista do efeito das cores sobre o homem, estas dividem-se em cores quentes e cores frias; as primeiras ligadas à imagem do fogo, tendo como base o vermelho, e as segundas, tendo como base o azul que estão ligadas à imagem da água. Existem bastantes estudos sobre a influência da cor no comportamento sensorial do homem, e é um factor importante a ter em conta quando se usa em espaços habitáveis, hospitais, lares de repouso, restaurantes, hotéis, supermercados, salas de espectáculos, estabelecimentos de ensino, fábricas, etc.”<sup>24</sup> (Rodrigues, 2002).

A cor na arquitectura traduz a intenção de determinar a sua forma pela nossa percepção, com a cor observamos o conceito espacial da arquitectura, acentuando as suas características e intenções, através da cor percebemos a informação da imagem envolvente, nas suas vertentes estéticas, ergonómicas e de conforto, como uma informação visual responsável pela imagem espacial e temporal da nossa envolvente.

<sup>23</sup> Cfr, Rodrigues, Maria João; Vocabulário Técnico e Crítico de Arquitectura; Quimera; Coimbra, 2002; p. 94

<sup>24</sup> Cfr, Rodrigues, Maria João; Vocabulário Técnico e Crítico de Arquitectura; Quimera; Coimbra, 2002; p. 95

### 3.1 Cor como elemento fundamental

Existem diversas teorias que explicam a recepção da cor pelos seres humanos. No entanto, estas podem ser separadas em dois grandes grupos, uma das teorias da cor que trabalham com a cor-luz e a as que trabalham com a cor-pigmento. A cor-luz é uma radiação luminosa, visível, que é o resultado da decomposição da luz branca, sendo esse tipo de cor o é que visualizado quando olhamos para uma televisão, ou numa sala de cinema, a sobreposição dessas diversas cores-luz resulta no branco. Já a cor-pigmento é uma substância material, como uma tinta, sendo que este tipo de coloração tem natureza química e é utilizada basicamente na pintura, a sobreposição de diversas cores-pigmento resulta no preto.

Enquanto o primeiro grupo centraliza-se nos trabalhos de Newton com a formação das cores pela luz, o segundo baseia-se na teoria das cores de Goethe, com cores formadas por pigmentos, é a teoria a mais aceite que utiliza os estudos da cor-pigmento que separa as cores em primárias, secundárias e terciárias.

As cores primárias também são chamadas de cores puras, pois na teoria de cor-pigmento, não se formam da mistura de outras cores, mas ao contrário, é a partir destas três cores que todas as outras são formadas.



Fig. 7 - Pintura de uma perspectiva baseada numa fotografia <sup>(7)</sup>

Trabalhar com cores não é uma tarefa fácil, é necessário avaliar várias condicionantes, além do círculo cromático temos ainda a escala cromática, depois é preciso cuidar da luminosidade e saturação, a luminosidade é se a cor é clara ou escura, sendo a cor luminosa ou clara aquela com maior quantidade de branco, enquanto a saturação é a pureza ou intensidade da cor, sendo mais intensa ou pura quanto mais viva, vibrante e iluminada. “... Aprender a pintar com estímulos para o fazer, em relação ao desenho é comum considerar-se que é preciso aprender, praticar e exercitar”<sup>25</sup> (Rodrigues, 2010).

<sup>25</sup> Cfr, Rodrigues, Luís; Desenho, Criação e Consciência; BonD, Books on Demand; Lisboa, 2010; p. 127

## 3.2 Relação entre percepção da cor e luz

A cor surge através de um fenómeno óptico que é provocado pela acção de um feixe de fótons sobre células específicas da retina, as quais transmitem impressões para o sistema nervoso, permitindo diferenciar as formas no espaço com maior exactidão. Portanto, a cor resulta da existência da luz.

O branco é a ausência total de cor, sendo a luz pura, o preto é a ausência total de luz, sendo a não reflexão das cores, ou seja, se a luz não existisse, não existiriam cores. O preto é alcançado quando algo absorve praticamente toda a luz que o atinge, já o branco é visto como algo que reflecte praticamente todas os feixes de luz. Pode-se dizer que o branco e o preto não são cores propriamente, mas sim a presença ou ausência da luz.

Como o branco e preto não são cores, mas características da luz, que convencionamos chamar de cor, logo na ausência de luz não há cores, apenas existe o preto, o preto, como tal, é conhecido como a ausência de cor e é o que menos reflecte luz, podendo ser utilizado moderadamente como contraste e recurso para realçar outras cores utilizadas.

Mas como o branco é a presença de todas as cores, sendo que o branco reflecte os raios luminosos que incidem sobre uma superfície branca e que permitem perceber a claridade e a leveza de um determinado ambiente que o tornem agradável.



Fig. 8 - Pintura de uma perspectiva baseada num desenho <sup>(8)</sup>

Na reacção à cor “ninguém nega que as cores carregam intensa expressividade, mas ninguém sabe como tal expressividade ocorre. Admite-se, ser amplamente aceite que a expressividade se baseia na associação...” relativamente em termos das qualidades expressivas encontradas na distinção muito comum que é feita entre cores quentes e cores frias, “Mas qualquer teoria da associação não é neste caso mais esclarecida do que em outras áreas. O efeito das cores é directo e espontâneo para ser apenas o produto de uma interpretação ligado ao que se percebe pelo conhecimento”<sup>26</sup> (Arnheim, 1995).

<sup>26</sup> Cfr, Arnheim, Rudolf; Arte e Percepção Visual; Livraria Pioneira Editora, 9ª ed.; São Paulo, 1995; p. 358

Como grande parte dos estímulos que chegam ao cérebro são direccionados pela visão, o nosso cérebro desenvolveu diferentes representações psicológicas, todos nós temos cores preferenciais em virtude de sinestésias ou relações subjectivas que o nosso cérebro associou a algum outro sentimento, comportamento, acção ou situação. As cores significam coisas diferentes para diferentes pessoas, ao passo que as formas produzem reacções semelhantes.

Ao idealizarmos um ambiente num projecto, primeiro imaginamos as cores que serão pintadas as paredes e tectos, depois os pisos, os rodapés, as janelas, etc., com esta técnica e por esta ordem vamos escolhendo as cores dos elementos pelo seu tamanho, ou seja, a escolha das cores é feita das formas maiores até às formas menores, de um modo geral, as cores claras funcionam melhor do que as escuras, as cores quentes funcionam melhor do que as frias e as cores vivas funcionam melhor do que as esbatidas.

A utilização de demasiada profusão e variedade de cores cria confusão e é desagradável, e demasiada unidade cria monotonia, para se conseguir um bom projecto de cor, é necessário saber-se posicionar-se entre estes dois extremos<sup>27</sup> (Mahnke, 1996).

A pintura transmite emoção através do silêncio, a pintura é expressão, existe uma harmonia na vida da pintura que nasce e se inspira na origem da percepção, mas isto não significa que a pintura reproduza obrigatoriamente à semelhança do que a visão capta. As cores têm qualidades e características que permitem bastantes possibilidades de efeitos na escolha do ambiente que se pretende proporcionar aos utilizadores, na prática temos que escolher as cores tendo em consideração além da incidência e entrada de luz natural, o tipo de efeito que se quer produzir para determinado espaço e ambiente, assim como o efeito que as cores e a luz natural tem sobre o ser humano. A pintura uma expressão criadora resultado da percepção e não uma reprodução real da natureza, é uma projecção da perspectiva do pintor que está focalizado num ponto que o inspira pintar, porém “arte aplica composição e expressão na arquitectura e relacionam-se com um contexto estruturais da acção projectual”<sup>28</sup> (Pinto, 2007).



Fig. 9 - Telas pintadas por alunos em tributo a Nadir Afonso, Cargaleiro e Vieira da Silva (fotos do autor)

<sup>27</sup> Cfr, Mahnke, Frank H.; Color, Environment & Human Response; John Wiley & Sons; New York, 1996: p. 26

<sup>28</sup> Cfr, Pinto, Miguel Moreira; História da Percepção Acção Projectual; Universidade Portucalense; Porto, 2007; p. 217

# Capítulo 4

## Forma



# Capítulo 4

## 4. Forma

Do vocabulário, temos a forma como “configuração ou aparência externa de um objecto. A figura, tal como é definida por linhas, ângulos e as suas intersecções. Opõe-se à matéria que constitui esse objecto. Tal oposição, nas artes plásticas e em arquitectura, existe meramente na aparência, uma vez que a forma é a expressão de uma ordem estética que molda a matéria até a transportar para o domínio do sensível. Ao conferirmos à matéria qualidades sensíveis que expressam um sentido, o artista realiza as suas tarefas primordiais: dominar o mundo material ao conferir valor; pelas formas definidas encontrar uma linguagem de valor universal”<sup>29</sup> (Rodrigues, 2002).

A forma concebida de uma volumetria representa o resultado final de uma ideia inicial e de todo o processo criativo, sendo que neste procedimento complexo, o pensamento e a forma permanecem ligados, além disso, “a forma ultrapassa sempre a função prática das coisas encontrando na sua configuração as qualidades visuais como a rotundidade ou a agudeza, força ou fragilidade, harmonia ou discordância. Portanto, são lidas simbolicamente como imagens da condição humana. De facto, estas qualidades puramente visuais da aparência são as mais intensas e são elas que nos atingem mais directa e profundamente”<sup>30</sup> (Arnheim, 1995).

Não se cria uma forma como se monta um computador, a finalidade da forma não é ser possível a repetição de certo ciclo de associação de fenómenos, ao contrário permitir elaboração a partir de um signo sintético, de séries de interpretações novas, múltiplas e divergentes<sup>31</sup> (Francastel, 1998).

Segundo José Luís Moia (2004), a forma constitui uma das características essenciais dos objectos. Percebe-se por contrastes no campo visual e refere-se aos aspectos espaciais das coisas, excepto à situação e à orientação. Constantemente contemplamos formas diversas e cada uma delas possui determinado sentido para a nossa percepção. No estudo da psicologia das formas, a palavra alemã «Gestalt» corresponde mais à estrutura e organização do que à forma em si. A vida das formas é um facto subjectivo. Interpretamos as formas por analogia com os fenómenos que nos acontecem, isto é, projectando-nos e confundindo-nos com elas. Por este motivo as formas nos parecem leves, graciosas, espontâneas, sérias, severas, com carácter de potência, etc. Assim, o acto estético não é um acto visual, mas pertence ao pensamento. Os elementos plásticos são os elementos básicos com os quais se constrói um esquema tridimensional, e agrupam-se em três classes: linhas, planos e sólidos, a sua integração origina um quarto elemento plástico, a forma no espaço<sup>32</sup> (Moia, 1987).

---

<sup>29</sup> Cfr, Rodrigues, Maria João; Vocabulário Técnico e Crítico de Arquitectura; Quimera; Coimbra, 2002; p. 137

<sup>30</sup> Cfr, Arnheim, Rudolf; Arte e Percepção Visual; Livraria Pioneira Editora, 9ª ed.; São Paulo, 1995; p. 90

<sup>31</sup> Cfr, Francastel, Pierre; A imagem, a visão e a imaginação; Edições 70, Lda.; Lisboa, 1998; p. 43

<sup>32</sup> Cfr, Moia, José Luís; *Como se Projecta uma Vivenda*; Gustavo Gili, S.A.; Barcelona, 1987; p. 133

## 4.1 A forma e a função na arquitectura

A arquitectura distingue-se pela forma construída, pela natureza espacial, pela organização das formas e pela utilização dos materiais. No desenho projectual tem de haver um equilíbrio entre as relações estruturais e as visuais.

O peso físico e os esforços dos materiais afectam a organização das formas. O apoio tem de ser fisicamente capaz de suportar a carga, mas além disso o seu aspecto tem de por em evidência a sua capacidade de resistência. Nada é tão ridículo como um suporte exageradamente forte a sustentar uma pequena carga<sup>33</sup> (Moia, 1987).

A determinação da função e organização dos espaços para as actividades humanas, visto segundo Vitruvius<sup>34</sup> (Maciel, 2006) e seguidamente por Leon Battista Alberti, são três as condições básicas na arquitectura: *Firmitas, Utilitas e Venustas* (solidez, funcionalidade e beleza), espaços habitáveis feitos pelo homem<sup>35</sup> (Yáñez, 1989) para a definição da firmeza, da função e da elegância do espaço arquitectónico: a robustez, a utilidade e a estética, concebível com o propósito de satisfazer a habitabilidade do homem.

A interpretação da forma arquitectónica é praticamente determinada pela relação que existe entre os elementos construtivos e os espaços que definirão a sua função ou ambiente, como as zonas de utilização ou função e as zonas de circulação e interligação, a forma admite sempre transformações durante o trabalho de representação, como resultado do “sistema conceptual”

Na concepção das formas arquitectónicas, projectar é organizar e fixar construtivamente os elementos formais que resultam de uma vontade ou intenção de transformar um dado ambiente ou lugar, projectar é um jogo criativo de figuras ou formas geométricas, que inclui um procedimento de avaliação circunscrita, que resultará na definição das formas possíveis para criar espaços e volumes com carácter estético que servirá para determinada função.

As formas arquitectónicas serão aquelas que estão ligadas às construções, à materialidade, traduzidas por sólidos geométricos, criando espaços e volumes com função ou carácter estético.

Resumindo, do ponto de vista arquitectónico, projectar é imaginar e criar elementos formais e funcionais através da capacidade do pensamento criativo com o qual se desenvolvem soluções adequadas que resultam da vontade ou intenção de proporcionar ou transformar um determinado espaço e ambiente.

Através do desenho pode-se entender a forma, a função, a textura e até a maneira de ser de quem a desenhou e é através dos elementos do desenho que todas as formas tem a sua origem. A leitura de qualquer elemento desenhado leva à procura de reconhecer a forma<sup>36</sup> (Pinto, 2012).

---

<sup>33</sup> Cfr, Moia, José Luís; *Como se Projecta una Vivenda*; Gustavo Gili, S.A.; Barcelona, 1987; p. 133

<sup>34</sup> Cfr, Maciel, M. Justino; Vitruvius, *Tratado de Arquitectura*, Livro I, Cap. III, 2º; ISTPRESS; Lisboa, 2006; p. 41

<sup>35</sup> Cfr, Yáñez, Enrique; *Arquitectura, Teoria, Diseño y Contexto*; Editorial Limusa, Barcelona; México, 1989; p. 22

<sup>36</sup> Cfr, Pinto, Luís Moreira; *Desenho, Percepção e Forma*; Edições Colibri; Lisboa, 2012; p. 58

## 4.2 Percepção da forma

Segundo o autor Prof. Arq. Moreira Pinto, citando “O desenho é a representação do que se consegue perceber, e percebe-se o que se representa”<sup>37</sup> (Lisboa, 1997). Para quem observa a ideia representada, encontrar-se-á perante a percepção. Esta será uma espécie de combinação entre o pensamento e o sentir, que depois de trabalhada em conjunto, e de se reconhecerem algumas características do desenho, irá dar origem ao entendimento da forma representada”<sup>38</sup> (Pinto, 2012). Quem produz um registo gráfico de uma forma, passa por um processo perceptivo e criativo que não será apenas um mero registo de estímulos externos<sup>39</sup> (Pinto, 2012).

Da experiência visual depende a percepção da informação recolhida, conferindo uma forma a essas sensações visuais, dando uma resposta à análise da observação, sendo a forma uma aparência ou configuração visível do conteúdo<sup>40</sup> (Arnheim, 1995), de material visual ou do objecto, que os nossos olhos recebem e percebem, percebendo de modo que a mente humana possa captar e compreender aquela forma. Assim, também uma imagem se pode considerar Forma<sup>41</sup> (Arnheim, 1978), uma vez que adquire estatuto de realidade como percepção visível de um volume, pois é compreendida como uma forma de registo que parte da observação. “Quem observa um desenho, interpreta um objecto constituído pelo material gráfico e dar-se-á conta de que o referente do que está a observar não é o objecto representado, mas uma interpretação”<sup>42</sup> (Pinto, 2012).

“A relação inevitável entre a cor e a forma leva-nos a examinar os efeitos que a forma exerce sobre a cor... A delimitação exterior da forma é adequada quando desvenda o seu conteúdo interno do modo mais expressivo... apesar da sua diversidade nunca poderá superar dois limites exteriores: 1º a forma como delimitação tem como objectivo recortar na superfície um objecto material e consequentemente desenhar um objecto material sobre esta superfície; ou 2º a forma permanece abstracta, ou seja, ela não representa nenhum objecto real, constituindo um ser puramente abstracto”<sup>43</sup> (Kandinsky, 1998).

A forma e “a percepção da obra de arte assenta num processo de compreensão, não de reconhecimento, a obra de arte é o possível, nunca o certo. É sempre ambígua, sempre susceptível de perder determinados aspectos da sua realidade ou de ganhar outros... O que o Arquitecto apresenta não é o que viu ou aprendeu; é aquilo que procura e o que quer revelar”<sup>44</sup> (Francastel, 1998).

---

<sup>37</sup> Cfr, Lisboa, Fernando; Desenho de Arquitectura Assistido por Computador; Publicações FAUP; Porto, 1997

<sup>38</sup> Cfr, Pinto, Luís Moreira; Desenho, Percepção e Forma; Edições Colibri; Lisboa, 2012; p. 24

<sup>39</sup> Cfr, Pinto, Luís Moreira; Desenho, Percepção e Forma; Edições Colibri; Lisboa, 2012; p. 26

<sup>40</sup> Cfr, Arnheim, Rudolf; Arte e Percepção Visual; Livraria Pioneira Editora, 9ª ed.; São Paulo, 1995; p. 89

<sup>41</sup> Cfr, Arnheim, Rudolf; La Forma Visual de la Arquitectura; Edições Gustavo Gili; Barcelona, 1978; p. 200

<sup>42</sup> Cfr, Pinto, Luís Moreira; Desenho, Percepção e Forma; Edições Colibri; Lisboa, 2012; p. 27

<sup>43</sup> Cfr, Kandinsky, Wassily; Do espirito na Arte; Publicações Dom Quixote; Lisboa, 1998; p. 64

<sup>44</sup> Cfr, Francastel, Pierre; A imagem, a visão e a imaginação; Edições 70, Lda.; Lisboa, 1998; p. 42

As áreas do fundo também tem forma, constituindo o que se chama a forma negativa do espaço não ocupado. A percepção da forma existe tanto a forma positiva como a forma negativa e por isso tem a sua importância no desenho<sup>45</sup> (Moia, 1987).

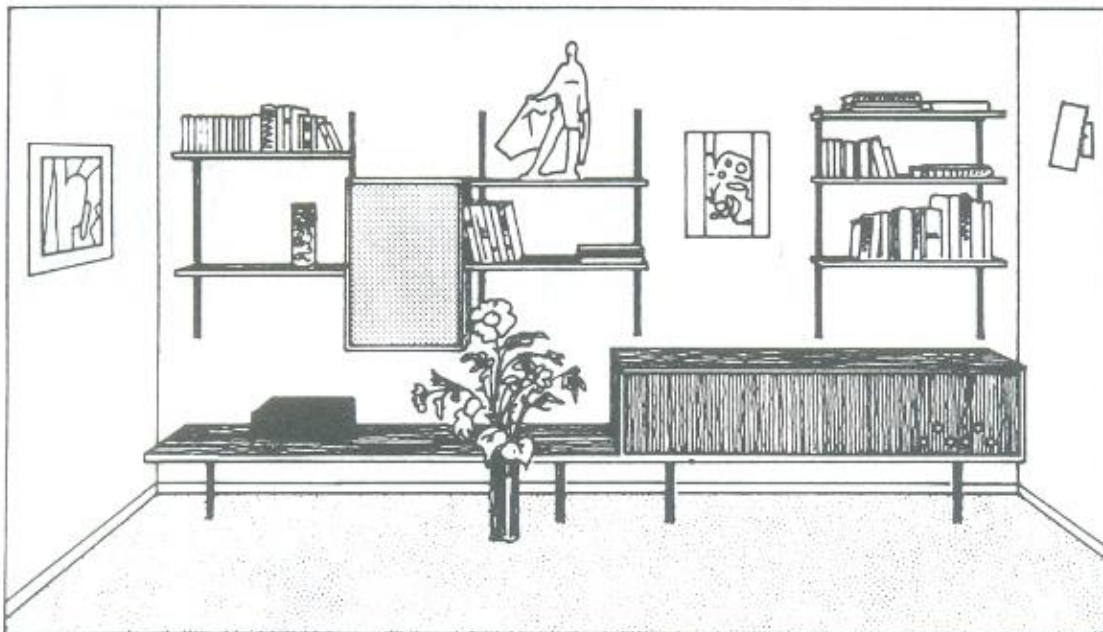


Fig. 10 - Formas Positivas <sup>(46)</sup>

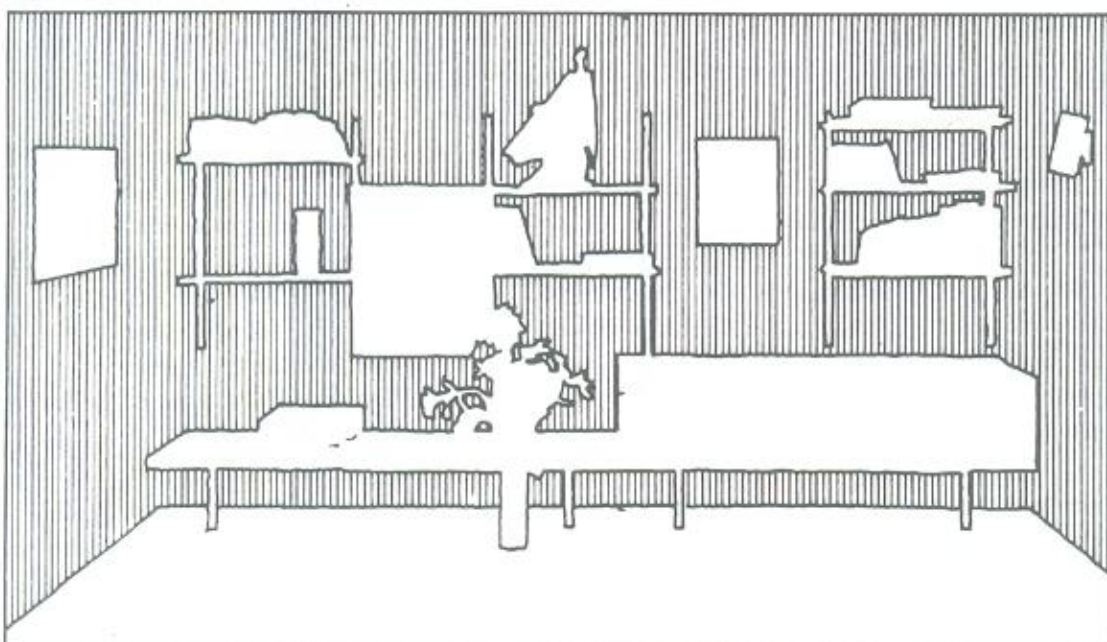


Fig. 11 - Formas Negativas <sup>(46)</sup>

Qualquer forma tem um contorno e uma superfície, o contorno é o limite exterior desta, uma espécie de fronteira entre o significado forma e o insignificante fundo. A forma bidimensional ou tridimensional é produzida num tipo de suporte, este pode ser qualquer recurso material, pode ser uma base quer seja em papel, escultura ou computador/CAD 2D ou 3D<sup>46</sup> (Moia, 1987).

<sup>45</sup> Cfr, Moia, José Luís; *Como se Projecta una Vivenda*; Gustavo Gili, S.A.; Barcelona, 1987; p. 133

<sup>46</sup> Cfr, Moia, José Luís; *Como se Projecta una Vivenda*; Gustavo Gili, S.A.; Barcelona, 1987; p. 134

# Capítulo 5

## Realidade Virtual



# Capítulo 5

## 5. Realidade virtual

A modelação do desenho arquitectónico e a renderização permitem criar imagens de projectos arquitectónicos, no maior realismo possível e imagens incríveis, consegue-se a representação tridimensional da forma num ambiente espacial com detalhes foto realísticos<sup>47</sup> (Pinto 2008).

As tecnologias da Computação Gráfica desenvolvidas nos últimos anos podem ser consideradas como a sistematização da representação gráfica com grande influência no processo projectual arquitectónico. A mais importante dessas tecnologias para o projecto arquitectónico tem sido as ferramentas CAD que mesmo incorporando conceitos das sistematizações anteriores da perspectiva e da geometria descritiva, apresentam conceitos próprios e caracterizam-se por uma maneira completamente diferente de interacção entre o indivíduo e os materiais.

Aliadas ao CAD estão disponíveis outras ferramentas, que permitem a simulação cada vez mais aproximada do projecto arquitectónico em desenvolvimento, com o potencial de influenciar os processos criativos e cognitivos envolvidos no projecto arquitectónico. Embora constituam-se, as tecnologias aplicadas essencialmente à representação são ferramentas computacionais que possuem recursos que permitem uma relação completamente nova com o conceito projectual.



Fig. 12 - Imagem de desenho 3D de alçado <sup>(9)</sup>

As variadas formas de visualização do objecto estáticas ou animadas, a ampla gama de informações que podem ser relacionadas de diversas maneiras, a agilidade e rapidez na construção de tipos diferentes de representação gráfica, configuram um ambiente projectual distinto que estimula processos relacionados com talento, ligados à aptidão criativa e cognitiva. A realidade virtual é a forma mais avançada de comunicação entre o homem e o computador até agora disponível, sendo capaz de dar às pessoas a sensação real de viver num ambiente criado pelo computador e de visualizar objectos que não existem na realidade.

Na realidade virtual e perspectiva tridimensional a expectativa da virtualização em tempo real é grande e empresas de *hardware* e *software* investem seriamente nesta área nos últimos anos.

<sup>47</sup> Cfr, Moreira Pinto, Miguel; Desenho na Acção Projectual; Revista Arquitetura NAUBI; Gráfica Covilhã, 2008; p. 9

A Realidade Virtual pode também ser definida como uma forma das pessoas visualizarem, manipularem e interagirem com computadores e dados extremamente complexos, pode ser definida como uma forma avançada de interface, onde o utilizador pode explorar e ter a sensação de estar dentro de um ambiente tridimensional concebido através do computador.

Segundo Morie, o sistema de realidade virtual constitui três partes, o utilizador, os programas (software) e um computador (hardware), o utilizador comunica com o computador através da visualização virtual, só possível através da utilização de equipamentos específicos, de forma que os ambientes virtuais possam ser um ambiente imaginário de um projecto arquitectónico do tipo RV ou uma simulação de um ambiente real do tipo RA “Augmented Reality”, ou seja a realidade aumentada RA um ambiente 3D usando dispositivos multissensoriais com a junção das três intenções básicas: imersão, interacção e envolvimento<sup>48</sup> (Morie 1994).



Fig. 13 - Imagem de desenho 3D de perspectiva <sup>(10)</sup>

A imersão está ligada com o sentimento de se estar dentro do ambiente, um sistema imersivo é obtido com a utilização de capacete de visualização, mas existem também sistemas imersivos baseados em salas com projecções das visões nas paredes, pisos e tectos. Além do factor visual, os dispositivos ligados com os outros sentidos também são importantes para o sentimento de imersão, como o som, o posicionamento da pessoa e dos movimentos da cabeça, os dispositivos reactivos, porém não é imersiva a visualização tridimensional através de monitor de computador ou televisão, logo é considerada não imersiva.

A interacção é a capacidade do computador captar as entradas do utilizador em tempo real e modificar as acções e actual no ambiente tridimensional, este é um dos motivos das pessoas utilizarem a RV para o divertimento, já que a interacção é um dos princípios dos videojogos.

O envolvimento é uma ideia que está ligada com o sentimento do utilizador com determinada emoção, esta emoção pode ser relacionada com ver um filme, que é considerado um envolvimento passivo ou participar num jogo, que é considerado envolvimento activo.

A realidade virtual é capaz de proporcionar ao utilizador as três das possibilidades ao permitir a exploração dinâmica de ambientes virtuais, imersão, interacção e envolvimento do utilizador.

---

<sup>48</sup> Cfr, Morie, J. F.; Inspiring the future: merging mass communication, art, entertainment and virtual environment, Computer Graphics; Touchstone; New York, 1994; p. 136

## 5.1 Renderização e imagem 3D

A renderização 3D tem poder de transformar e tornar as imagens mais cativantes, tanto nos aspectos técnicos (detalhes do modelo, elementos envolventes, tratamento dos materiais, aplicação de texturas e configurações do render) quanto nos artísticos (fotografia, iluminação, composição da imagem, decoração de ambientes e adequação ao conceito de enquadramento).

Com as novas tecnologias incorporadas no *hardware* e *software* modernas, estas permitem inúmeras possibilidades com a utilização dos equipamentos informáticos no apoio ao ensino e aprendizagem aplicados ao desenho de projecto de arquitectura, os Arquitectos, Professores, Alunos e profissionais da área podem dedicar mais tempo à concepção do projecto em si, libertando-se do trabalho manual pesado para os computadores que tem cada vez mais poder de processamento na apresentação de imagens 3D através do processo de renderização.



Fig. 14 - Imagem Render de alçado <sup>(11)</sup>

As máquinas não sonham, não imaginam nem desenham as imagens, objectos e desenhos de projectos, estes surgem através da mente, ideia ou pensamento por realização das actividades humanas, mas possibilitam a representação gráfica digital e a modelação 3D permitindo a visualização e renderização de imagens tridimensionais e da realidade virtual numa imagem. Os modelos são tridimensionais, no entanto não se podem percorrer. Isto só será possível com a animação dinâmica, realizada com programas de computador apropriados<sup>49</sup> (Pinto, 2007).

O termo adaptado “arquitectura digital” incluem que todas as decisões de projecto sejam relevantes e consideradas em conjunto sendo integradas num todo por uma equipa de trabalho em conjunto, cooperativo e organizado em rede com poder de fixar prioridades, verificando, confirmando e certificando alterações e mudanças relacionadas com a inclusão no projecto arquitectónico, permitindo partilhar em rede com a tecnologia de informação de 3D e BIM.

A constituição, elaboração e organização das características técnicas do projecto da obra, visando a sustentabilidade e um rápido controlo, passam por um tratamento do sistema BIM.

<sup>49</sup> Cfr, Pinto, Miguel Moreira; História da Percepção Acção Projectual; Universidade Portucalense; Porto, 2007; p. 224

## 5.2 Realidade virtual e BIM

A realidade virtual é um termo aplicado à arquitectura digital uma área cada vez mais interveniente no domínio arquitectónico associado com as boas práticas e obras inovadoras da arquitectura contemporânea, pois têm sido marcadas pela utilização de tecnologias digitais de projecto e construção avançadas com recurso à tecnologia BIM.

A realidade virtual, o 3D e BIM estão sempre em permanente conjugação com o desenho tridimensional, a criação digital e os sistemas informativos reagem com os intervenientes, através de metodologias e objectivos que exploram as potencialidades da realidade virtual e tridimensionalidade, permitindo aos Arquitectos serem capazes de desenvolver uma actuação relevante na aplicação de tecnologias digitais avançadas e na solução de problemas reais da actualidade, tendo em vista análise de funções que permitam considerar processos e inovações.



Fig. 15 - Imagem Render de perspectiva <sup>(12)</sup>

O BIM (Building Information Modeling) é um termo descritivo para um serviço ou a solução de um produto, com as capacidades do seu significado, Modelação e Informação na Construção, não é um *software* único, é uma área em rápido crescimento na indústria AEC (Arquitectura, Engenharia e Construção) onde irá provocar mudanças fundamentais aos Arquitectos e profissionais, processos de trabalhos e modelos de negócio. Pois, trata-se de alcançar todos os benefícios da nova tecnologia que requer uma compreensão clara dos conceitos BIM e dos fluxos de informação no processo centralizado na colaboração usado desde o projectar à construção.

O BIM traduz-se pela utilização de modelos que representam bases de dados geométricos e espaciais, juntamente com características e propriedades embutidas, especificações e critérios de desempenho com dados computáveis associados. Os modelos são tipicamente manipulados e integrados em ambiente 3D, com os dados subjacentes podem ser usados para indicar e designar a construção de imensas configurações, aspectos e encargos diferentes ao longo do ciclo de vida do projecto, custos de construção, operação, recuperação ou reciclagem.

## **Parte IV**

### **Capítulo 6 e 7**



## **Capítulo 6**

**Questionário, Estudo de Caso  
e Tratamento Estatístico,  
Análise da Informação Recolhida**



# Capítulo 6

## 6. Questionário

Este questionário foi concebido no âmbito da Dissertação de Mestrado em Arquitectura sobre o tema da relação e diferença do desenho técnico à mão, relativamente à representação gráfica digital em CAD e 3D, ou seja o recurso da Realidade Virtual em projectos de arquitectura, pretendendo apurar e apresentar resultados caracterizando e auferindo hábitos e necessidades de Arquitectos, Projectistas e Desenhadores.

Foi então elaborado um inquérito e colocado na internet à disposição de colegas e alunos da área de arquitectura.

Com este pequeno questionário pretendeu-se obter a opinião sobre o desenho de Projectos de Arquitectura, sejam estes obtidos pelo desenho técnico à mão ou através da representação gráfica digital com auxílio de meios informáticos em computador e programas de CAD e 3D.

As opiniões foram essenciais para se poder definir a importância da utilização de *Software* em Projectos de Arquitectura, todas as respostas foram confidenciais e utilizadas apenas para tratamento estatístico.

Síntese das 66 respostas obtidas:



Fig. 16 - Gráfico das respostas diárias (do autor)

### 6.1 Estudo de caso e tratamento estatístico

Apresenta-se seguidamente o questionário que foi colocado *online* na internet e dividido em três partes, na seguinte hiperligação:

<https://docs.google.com/forms/d/1fe7N7eP0etktR3qjdevegAbhoRwvOYVxGdA86h9ZFFY/viewform>

1º Parte, grupo de questões relacionadas com a identificação e situação actual.

## Desenho à mão e/ou representação gráfica digital CAD/3D em projectos de arquitectura

No âmbito da Dissertação de Mestrado em Arquitectura sobre "Realidade Virtual" pretendo apurar e apresentar resultados caracterizando/auferindo hábitos e necessidades de Arquitectos, Projectistas e Desenhadores.

Com este pequeno questionário pretendo obter a sua opinião sobre o desenho de Projectos de Arquitectura, sejam eles obtidos pelo desenho técnico à mão ou através da representação gráfica em computador CAD/3D.

A sua opinião é importante para se poder apurar a importância da utilização de Software em Projectos de Arquitectura, pelo que solicitamos apelando à sua participação.

Todas as respostas são confidenciais e utilizadas apenas para tratamento estatístico.

Agradecemos, desde já, a sua colaboração, apresentando os nossos melhores cumprimentos,

Obrigado pela sua colaboração.

\*Obrigatório

### 1. Identificação

**Sexo: \***

- Masculino  
 Feminino

**Idade: \***

- Menos de 20 anos  
 Entre 21 e 25 anos  
 Entre 26 e 30 anos  
 Mais de 31 anos

**Habilitações: \***

(Terminado ou frequentado)

**Local de residência, trabalho e/ou estudo:**

(Resposta opcional)

**Qual é a sua situação ocupacional? \***

- Estudante  
 Trabalhador  
 Trabalhador-estudante  
 Outra:

**A sua actividade profissional está relacionada com a sua formação? \***

- Sim  
 Não

**Qual a sua actividade ou área profissional?**

(Resposta opcional)

Continuar »

33% concluído

Fig. 17 - Questões relacionadas com a identificação e situação actual (do autor)

2º Parte, grupo de questões relacionadas com o desenhar, a percepção e a técnica.

## 2. Questões para resposta com SIM ou NÃO

Desenhar à mão, transmite melhor o objectivo final do que desenhar em computador? \*

Sim

Não

Desenhar à mão, é mais proveitoso e compensador do que desenhar em computador? \*

Sim

Não

A cor é importante no desenho? \*

Sim

Não

A cor na representação gráfica induz no observador criatividade e imaginação? \*

Sim

Não

A representação em registo gráfico digital provoca uma apreciação estética? \*

Sim

Não

A forma é um dos elementos na representação gráfica digital que permite perceber a realidade virtual? \*

Sim

Não

A utilização de software CAD (computer assisted design) como ferramenta de desenho é o futuro? \*

Sim

Não

Já frequentou alguma formação/workshop na área de CAD/3D? \*

Sim

Não

Gostaria de frequentar uma formação/workshop na área de CAD/3D? \*

Sim

Não

« Anterior   Continuar »


 66% concluído

Fig. 18 - Questões relacionadas com o desenhar, a percepção e a técnica (do autor)

3º Parte, grupo de questões relacionadas na distinção e características do desenho.

**3. Questões para resposta com três exemplos**

O que distingue o desenho feito à mão do produzido em CAD/3D \*

- Exibição/apresentação
- Criatividade/imaginação
- Expressão/expressividade
- Facilidade/simplicidade
- Rigor/precisão
- Emoção/sentimento

Diga três características comuns aos dois tipos de desenho \*

- Exibição/apresentação
- Criatividade/imaginação
- Expressão/expressividade
- Facilidade/simplicidade
- Rigor/precisão
- Emoção/sentimento

Diga três características da representação gráfica em CAD/3D \*

- Exibição/apresentação
- Criatividade/imaginação
- Expressão/expressividade
- Facilidade/simplicidade
- Rigor/precisão
- Emoção/sentimento

Fig. 19 - Questões relacionadas com a distinção e características do desenho (do autor)

Última parte, questão relacionada ao *Software* de desenho CAD/3D mais utilizado.

Diga três exemplos de "Software CAD/3D" que utiliza com frequência. \*

- AutoCAD
- ArchiCAD
- Revit
- SketchUp
- Vectorworks
- Allplan
- 3ds Max
- Rhinoceros
- SketchBook
- Blender
- Cinema4D
- Maya
- V-Ray
- Mental-Ray
- Maxwell Render
- Artlantis
- Lumion
- Outra:

Fig. 20 - Questão relacionada com o *Software* de desenho CAD/3D mais usado (do autor)

Por fim, é apresentada a caixa de sugestões relacionada com o assunto em questão.

Se tem alguma sugestão que gostaria de colocar, por favor utilize a caixa de comentários, poderá se pretender deixar o seu contacto ou email.

**Assinatura/Nome:**  
(Opcional)

Nunca envie palavras-passe através dos Formulários do Google. 100%: terminou.

Fig. 21 - Apresentação de um campo para sugestões sobre o assunto (do autor)

Acabando o questionário surge no final a informação da conclusão e agradecimento.

## Desenho à mão e/ou representação gráfica digital CAD/3D em projectos de arquitectura

As suas respostas foram registadas com sucesso. Obrigado pela sua colaboração.

Fig. 22 - Informação da conclusão das respostas e o agradecimento (do autor)

### 6.2 Análise da informação recolhida

Após recolha dos resultados das questões, segue-se um apanhado sob a forma de gráficos de modo a permitir uma melhor leitura relativamente ao questionário que foi proposto.

Esta recolha de dados estatísticos destina-se à colecta, análise e interpretação de dados, houve a preocupação com os métodos de recolha, organização, resumo, apresentação e interpretação dos dados, sobre as características das fontes donde estes foram reunidos, para melhor compreender as situações, assim como o tirar de conclusões.

#### Resultados obtidos do questionário:

Obteve-se um bom resultado que atingiu as 66 respostas, seguidamente estas são apresentadas graficamente, quantitativamente e percentualmente, apenas as respostas obrigatórias foram importantes com o objectivo de obter e se conseguir retirar algumas conclusões.

## Grupo 1. Identificação:

### 1.1 - Sexo

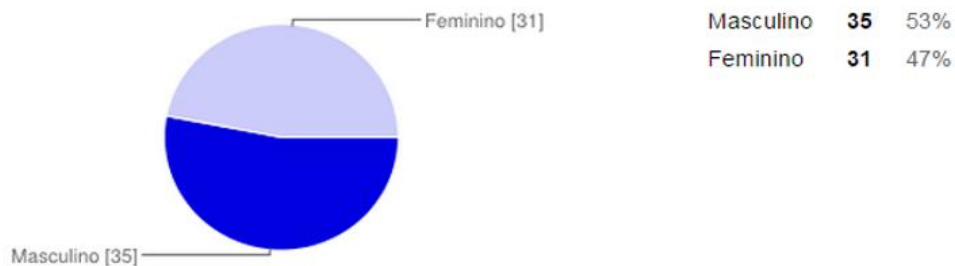


Fig. 23 - Síntese do género (do autor)

### 1.2 - Idade



Fig. 24 - Síntese da idade (do autor)

### 1.3 - Habilitações

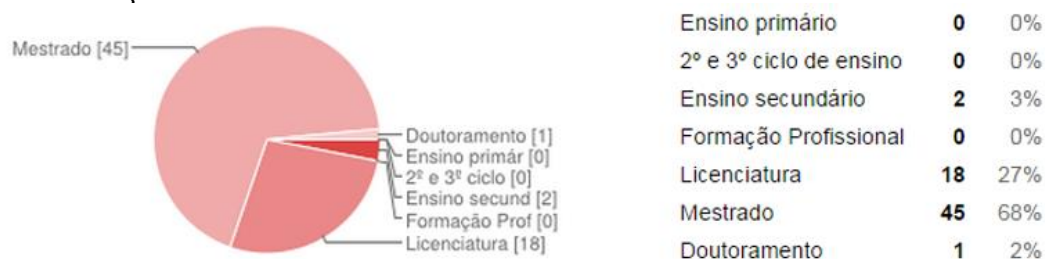


Fig. 25 - Síntese das habilitações (do autor)

### 1.4 - Qual é a sua situação ocupacional?



Fig. 26 - Síntese da situação ocupacional (do autor)

### 1.5 - A sua actividade profissional está relacionada com a sua formação?

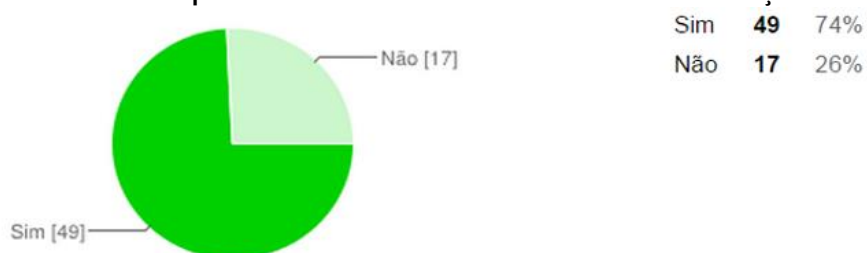


Fig. 27 - Síntese da actividade profissional (do autor)

## Grupo 2. Questões para resposta com *Sim* ou *Não*:

### 2.1 - Desenhar à mão, transmite melhor o objectivo final do que desenhar em computador?

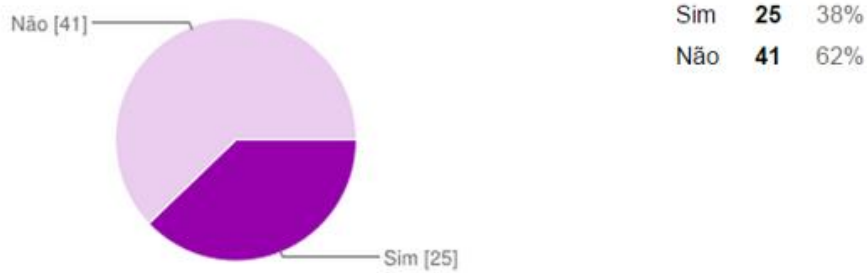


Fig. 28 - Síntese da transmissão do objectivo final do desenho (do autor)

### 2.2 - Desenhar à mão, é mais proveitoso e compensador do que desenhar em computador?

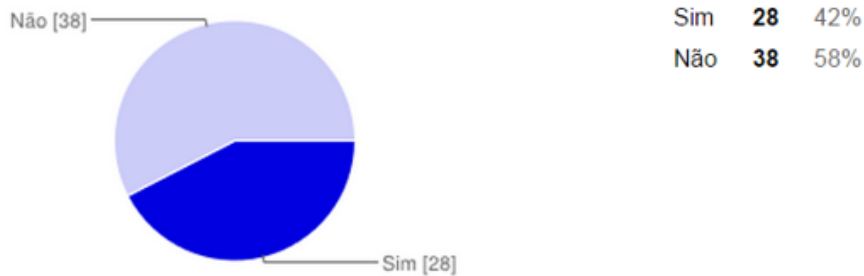


Fig. 29 - Síntese do proveito e compensação de desenhar em PC (do autor)

### 2.3 - A cor é importante no desenho?

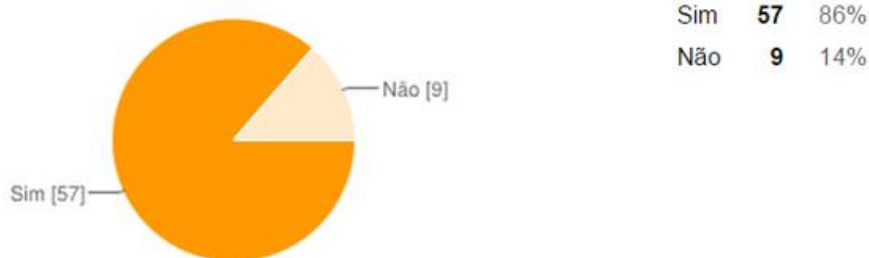


Fig. 30 - Síntese da importância da cor no desenho (do autor)

### 2.4 - A cor na representação gráfica induz no observador criatividade e imaginação?



Fig. 31 - Síntese da indução da cor na criatividade e imaginação (do autor)

### 2.5 - A representação em registo gráfico digital provoca uma apreciação estética?

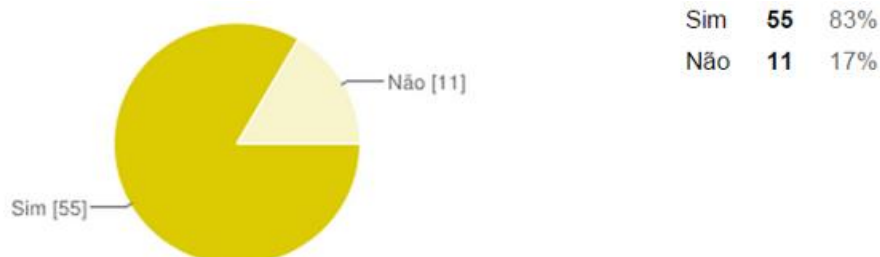


Fig. 32 - Síntese do registo gráfico digital na apreciação estética (do autor)

**2.6 - A forma é um dos elementos na representação gráfica digital que permite perceber a realidade virtual?**

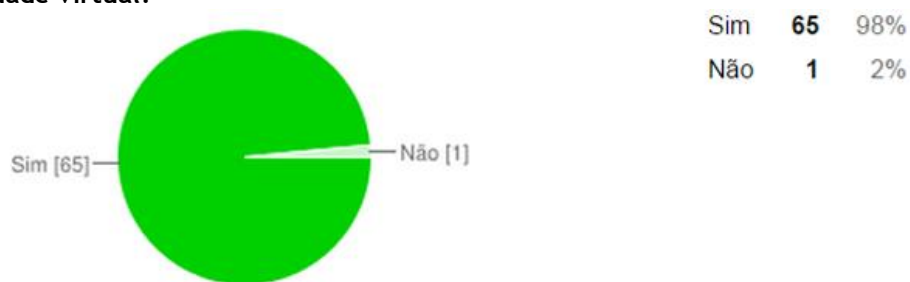


Fig. 33 - Síntese da percepção da forma em registo gráfico digital na realidade virtual (do autor)

**2.7 - A utilização de Software CAD (computer assisted design) como ferramenta de desenho é o futuro?**

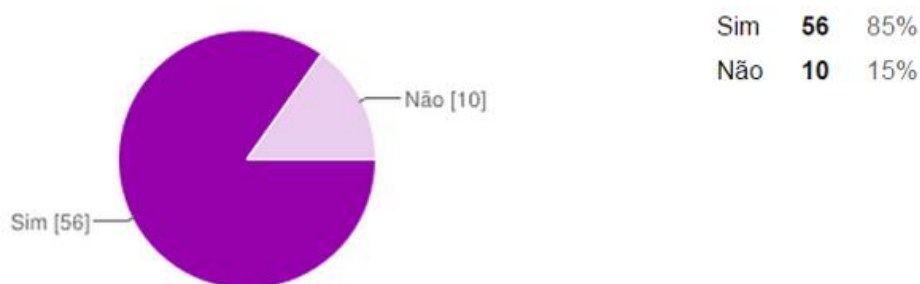


Fig. 34 - Síntese do uso de Software CAD como ferramenta de desenho ser o futuro (do autor)

**2.8 - Já frequentou alguma Formação/Workshop na área de CAD/3D?**

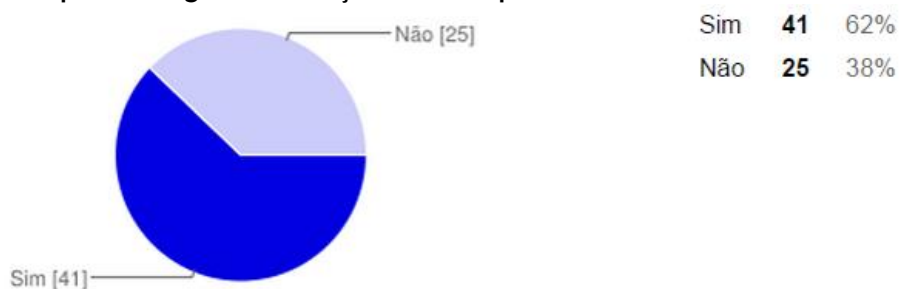


Fig. 35 - Síntese da frequência de alguma Formação/Workshop na área de CAD/3D (do autor)

**2.9 - Gostaria de frequentar uma Formação / Workshop na área de CAD / 3D?**

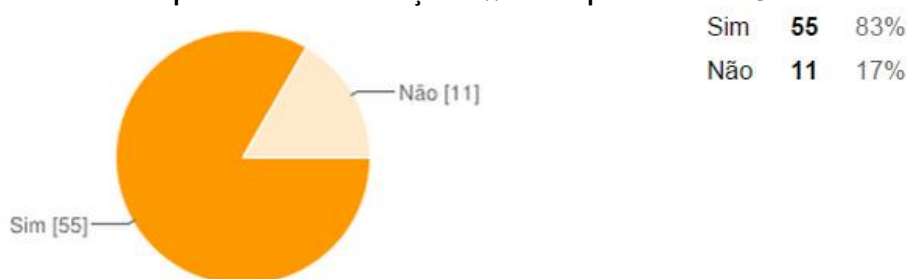


Fig. 36 - Síntese da preferência em frequência de Formação/Workshop na área de CAD/3D (do autor)

No primeiro grupo de questões, as respostas foram equitativas, pessoais e com valor intrínseco para o assunto que importa comprovar.

No segundo grupo, estes resultados já foram mais valiosos e objectivos para as conclusões que se pretendem obter.

Seguidamente, no terceiro grupo surgem três questões relacionadas com a distinção e características do desenho feito à mão e do produzido com representação gráfica em CAD/3D.

### Grupo 3. Questões para resposta com três exemplos:

#### 3.1 - O que distingue o desenho feito à mão do produzido em CAD/3D?

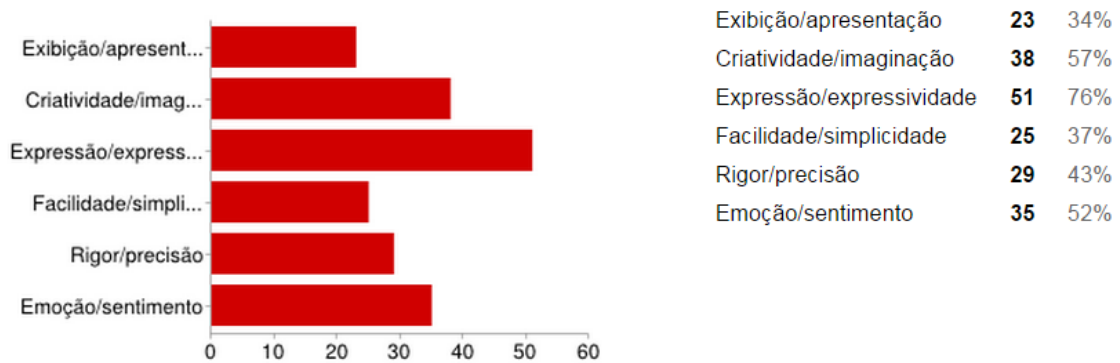


Fig. 37 - Síntese da distinção do desenho feito à mão do produzido em CAD/3D (do autor)

#### 3.2 - Diga três características comuns aos dois tipos de desenho?

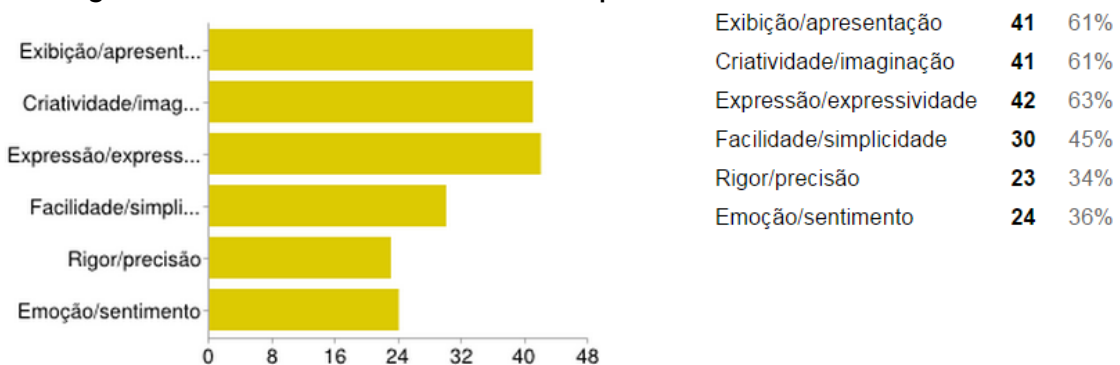


Fig. 38 - Síntese das três características comuns aos dois tipos de desenho (do autor)

#### 3.3 - Diga três características da representação gráfica em CAD/3D?

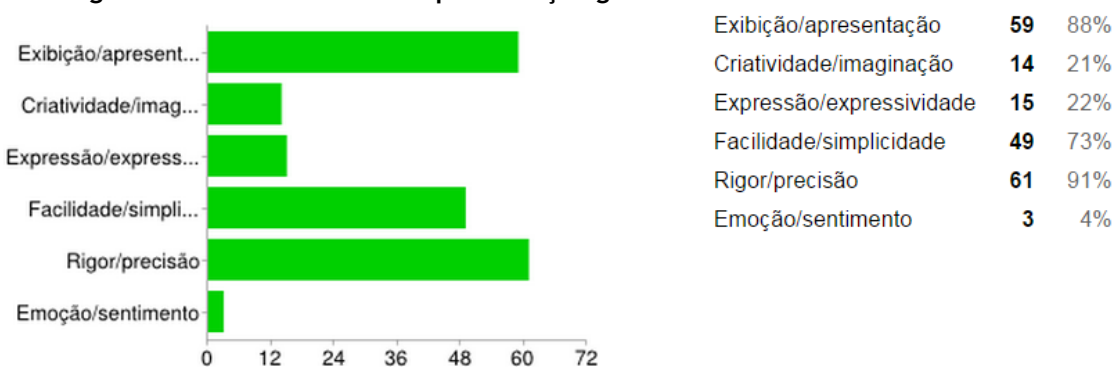


Fig. 39 - Síntese das três características da representação gráfica em CAD/3D (do autor)

Conjuntamente no terceiro grupo surge uma questão relacionada com a utilização mais constante de *softwares*, ou seja o recurso a programas de computador usado com mais frequência para conceber projectos de arquitectura, com recurso à representação gráfica digital em CAD, renderização 3D e animação virtual em tempo real.

No final deste terceiro grupo surge uma questão relacionada com o *software de CAD/3D* de mais frequente utilização, servindo para se conhecer os que predominam e são mais usados.

### 3.4 - Diga três exemplos de “Software CAD/3D” que utiliza com frequência?

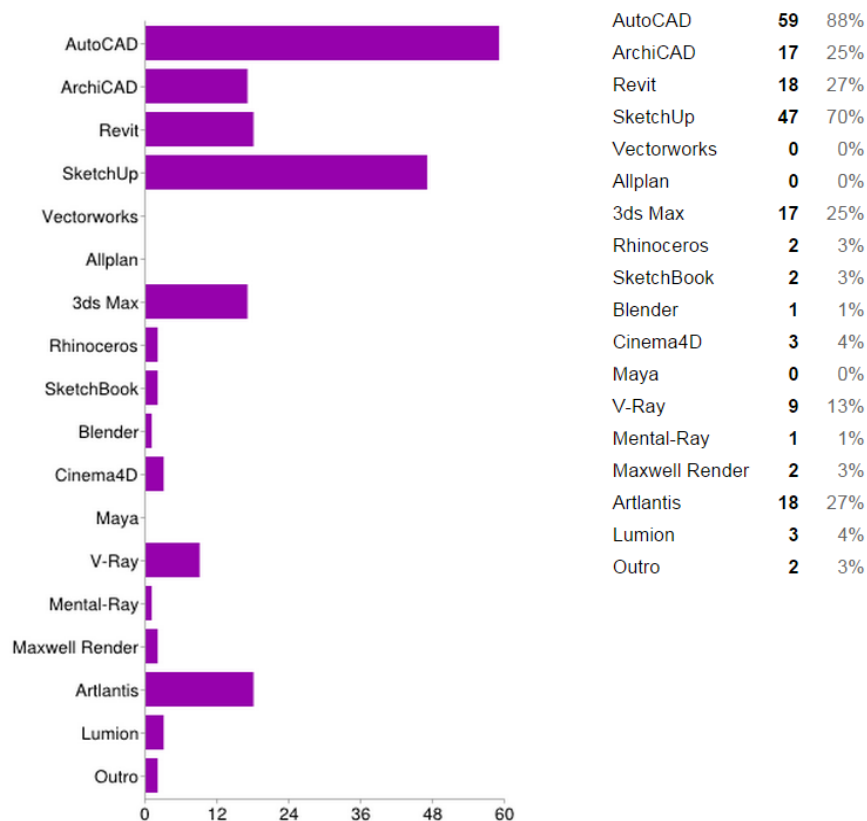


Fig. 40 - Síntese dos três “Softwares CAD/3D” utilizados com mais frequência (do autor)

Na caixa de sugestões foram colocados alguns comentários, dos quais aqui se expõe 4 ex.:

- “É claro que, no momento, o AutoCAD é uma ferramenta de trabalho importante embora ele por si só seja pouco melhor do que um “estirador electrónico”. Tendo o complemento do ArchiCAD ou Revit a situação melhora bastante, pois estes oferecem outro tipo de ferramentas que agilizam muito o trabalho. Contudo, e ainda assim, prefiro desenhar à mão pois o que esses programas nunca irão ter é a liberdade do lápis sobre o papel”;

- “Olá. Achei muito interessante o tema da tese para o teu mestrado. Meus parabéns e boa continuação. Irei divulgar a tua página de questionário a outros amigos meus da área que terão gosto em te ajudar”;

- “Seria extremamente importante existir cadeiras, em pelo menos um ano do curso de Arquitectura, que fornecesse todas essas bases de utilização desses programas, que nos permitisse atingir essa “Realidade Virtual”. Visto que o futuro é precisamente esse”;

- “No meu entender certas questões são difíceis de ser reduzidas a um sim ou não, dado que certas técnicas produzem melhores resultados em ou para certas situações. O uso de *software* não se limita apenas ao desenho de representação. Meras linhas vectoriais poderão conter muita informação que pode ser gerada a partir de *inputs* estáticos ou dinâmicos”.

## **Capítulo 7**

### **Reflexão final dos resultados obtidos**



# Capítulo 7

## 7. Reflexão

A estatística subsequente são os resultados obtidos do estudo de opinião através do questionário proposto, dividido em três partes para determinar a amostra da população abrangida.

Os resultados desta 1ª parte serviram para verificar o leque de abrangência das respostas dadas.

Neste caso a pessoas de ambos os sexos que se relacionam directamente com o desenho e a arquitectura.

Tabela 1 - Síntese estatística (do autor)

| Questões 1ª parte | Masculino  | Feminino |
|-------------------|------------|----------|
| Questão 1.1       | <b>35</b>  | 31       |
| Percentagem       | <b>53%</b> | 47%      |

A faixa etária estava incluída nos menores de 20 anos, entre os 21 e os 25 anos, dos 26 aos 30 anos e com idade superior aos 31 anos.

Tabela 2- Síntese estatística (do autor)

| Questões 1ª parte | Menos de 20 anos | Dos 21 - 25 anos | Dos 26 - 30 anos | Maiores 1 anos |
|-------------------|------------------|------------------|------------------|----------------|
| Questão 1.2       | 2                | <b>43</b>        | 15               | 6              |
| Percentagem       | 3%               | <b>65%</b>       | 23%              | 9%             |

Nas habilitações estavam incluídas todos graus académicos.

Tabela 3 - Síntese estatística (do autor)

| Questões 1ª parte | Ensino Secundário | Licenciatura | Mestrado   | Doutoramento |
|-------------------|-------------------|--------------|------------|--------------|
| Questão 1.3       | 2                 | 18           | <b>45</b>  | 1            |
| Percentagem       | 3%                | 27%          | <b>68%</b> | 2%           |

A situação ocupacional incluía 3 posições.

Tabela 4 - Síntese estatística (do autor)

| Questões 1ª parte | Estudante  | Trabalhador | Trab.- Estudante |
|-------------------|------------|-------------|------------------|
| Questão 1.4       | <b>35</b>  | 17          | 14               |
| Percentagem       | <b>53%</b> | 26%         | 21%              |

A actividade profissional relacionada com a formação incluía 2 posições.

Tabela 5 - Síntese estatística (do autor)

| Questões 1ª parte | Sim | Não |
|-------------------|-----|-----|
| Questão 1.5       | 49  | 17  |
| Percentagem       | 74% | 26% |

Nas respostas para as questões propostas da 2ª parte, estavam incluídas duas hipóteses de resposta: Sim ou Não, relativamente às questões do desenho à mão, cor, forma, representação gráfica digital, realidade virtual e formação na área CAD e 3D.

Tabela 6 - Síntese estatística (do autor)

| Questões 2ª parte | SIM             | NÃO             |
|-------------------|-----------------|-----------------|
| Questão 2.1       | 25 = 38%        | <b>41 = 62%</b> |
| Questão 2.2       | 28 = 42%        | <b>38 = 58%</b> |
| Questão 2.3       | <b>57 = 86%</b> | 9 = 14%         |
| Questão 2.4       | <b>56 = 85%</b> | 10 = 15%        |
| Questão 2.5       | <b>55 = 83%</b> | 11 = 17%        |
| Questão 2.6       | <b>65 = 98%</b> | 1 = 2%          |
| Questão 2.7       | <b>56 = 85%</b> | 10 = 15%        |
| Questão 2.8       | <b>41 = 62%</b> | 25 = 38%        |
| Questão 2.9       | <b>55 = 83%</b> | 11 = 17%        |

Nas respostas para as questões propostas da 3ª parte, estavam incluídas três hipóteses de escolha, são apresentados os três pressupostos com maior relevância.

Tabela 7 - Síntese estatística (do autor)

| Questões 3ª parte        | Questão 3.1 |            | Questão 3.2 |            | Questão 3.3 |            | Total      |             |
|--------------------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|------------|-------------|
| Exibição/apresentação    | 23          | 34%        | <b>41</b>   | <b>61%</b> | <b>59</b>   | <b>88%</b> | <b>123</b> | <b>183%</b> |
| Criatividade/imaginação  | <b>38</b>   | <b>57%</b> | <b>41</b>   | <b>61%</b> | 14          | 21%        | 93         | 139%        |
| Expressão/expressividade | <b>51</b>   | <b>76%</b> | <b>42</b>   | <b>63%</b> | 15          | 22%        | <b>108</b> | <b>161%</b> |
| Facilidade/simplicidade  | 25          | 37%        | 30          | 45%        | <b>49</b>   | <b>73%</b> | 104        | 155%        |
| Rigor/precisão           | 29          | 43%        | 23          | 34%        | <b>61</b>   | <b>91%</b> | <b>113</b> | <b>168%</b> |
| Emoção/sentimento        | 35          | 52%        | 24          | 36%        | 3           | 4%         | 62         | 92%         |

Na resposta para a questão 3.4 proposto na 3ª parte, relativamente ao *software* escolhido são três as hipóteses de mais preferências e utilizado com maior frequência.

Tabela 8 - Síntese estatística (do autor)

| Questões 3ª parte | AutoCAD    | SketchUp   | Revit      | ArchiCAD   | 3ds Max | Artlantis |
|-------------------|------------|------------|------------|------------|---------|-----------|
| Questão 3.4       | <b>59</b>  | <b>47</b>  | <b>18</b>  | <b>18</b>  | 17      | 17        |
| Porcentagem       | <b>88%</b> | <b>70%</b> | <b>27%</b> | <b>27%</b> | 25%     | 25%       |

Os valores nas tabelas a *Bold* (Negrito) salientam o peso das preferências, relativamente às opções das hipóteses de escolhas de acordo com preferências, verifica-se a predominância das respostas e a aplicação com maior frequência.

## 7.1 Reflexão final

Dos resultados alcançados verificamos a estatística baseada na análise das respostas ao questionário, tendo consideração tendência podemos afirmar o seguinte:

- Relativamente às respostas da segunda parte, quanto ao desenho à mão vemos que se mantém o gosto e a emoção do desenhar, trata-se de sentir na mente pela percepção quando realizamos uma expressão que surge com a criatividade.
- A utilização da cor e da forma vemos que são igualmente pertinentes na expressão do desenho, mas observamos que a utilização de *software* CAD como ferramenta de desenho prevalece.
- Relativamente às respostas da terceira parte, quanto ao desenho à mão domina a expressão, criatividade e emoção, enquanto sendo comum aos dois tipos de desenho impera a expressão, criatividade e exibição, mas na representação 3D sobressai o rigor, a exibição e a facilidade.
- Os valores nas tabelas ressaltam o peso da preponderância, relativamente às opções das hipóteses de escolhas de acordo com preferências, a predominância e utilização com maior frequência incide sobre a exibição/apresentação, rigor/precisão e a expressão/expressividade.
- Relativamente à utilização do *software*, domina o AutoCAD, seguindo-se o SketchUp e posteriormente em igualdade de circunstâncias surge o Revit e o ArchiCAD, sendo a escolha para renderização recaindo nos programas Artlantis e 3ds Max.



Fig. 41 - Imagem de Render 3D <sup>(13)</sup>

“As imagens virtuais e alguns e desenhos em três dimensões provocam uma ambiência que nos fazem sentir<sup>50</sup>... Qualquer tipo de opinião seria sempre discutível, mas é apenas a confrontação entre uma atitude mais prática e outra mais romântica. O uso de tecnologias baseadas no 3D significa actualmente, uma revolução na atitude de imaginação, concepção, elaboração, visualização e representação final do projecto. Com a aplicação de programas próprios, a Realidade Virtual, consegue definir situações em que o observador interage com o objecto<sup>51</sup>.

<sup>50</sup> Cfr, Pinto, Miguel Moreira; História da Percepção Acção Projectual; Universidade Portucalense; Porto, 2007; p. 192

<sup>51</sup> Cfr, Pinto, Miguel Moreira; História da Percepção Acção Projectual; Universidade Portucalense; Porto, 2007; p. 197

Pois, não restam dúvidas quando se analisa que “na área da arquitectura, chegou-se à conclusão que do ponto de vista do observador, os dois tipos de registo gráfico, são Desenhos”<sup>52</sup>.



Fig. 42 - Imagem de Render 3D <sup>(14)</sup>

“O realismo da imagem será a principal atracção dos modelos gerados por computador”<sup>53</sup>.



Fig. 43 - Imagem de Render 3D <sup>(15)</sup>

Decisivamente podemos perceber que as técnicas utilizadas para desenhar estão a mudar. Portanto, desta forma esperamos ter dado uma contribuição para a oposição e diminuição dos obstáculos emotivos entre os Arquitectos e programas de desenho assistido por computador. “Desenhar é Arte, e desenhar com o auxílio do computador continua a ser Arte” ... e “possibilita a inclusão de procedimentos rápidos, versáteis e cómodos, nunca antes imaginados”<sup>54</sup>.

<sup>52</sup> Cfr, Pinto, Luís Moreira; Desenho, Percepção e Forma; Edições Colibri; Lisboa, 2012; p. 60

<sup>53</sup> Cfr, Pinto, Miguel Moreira; História da Percepção Acção Projectual; Universidade Portucalense; Porto, 2007; p. 195

<sup>54</sup> Cfr, Pinto, Miguel Moreira; História da Percepção Acção Projectual; Universidade Portucalense; Porto, 2007; p. 231

## **Parte V**

### **Conclusão Final e Perspectivas de Futuro**



# Parte V

## 8. Conclusão

Em conclusão, podemos referir que os resultados alcançados foram baseados na análise do questionário, nas estatísticas e na bibliografia consultada.

As conclusões a que conseguimos chegar são coincidentes com os resultados obtidos nas respostas do questionário, com as razões que levam os profissionais da arquitectura e afins a trabalhar com uma interface intuitiva, capturando e mantendo o pensamento e a ideia inicial do projecto, com ferramentas para as quais dentro de um ambiente de projecto conceitual temos a capacidade de actuar na visualização, na mudança e análise de processo do projecto, permitindo que se obtenha uma melhor perspectiva do projecto.

“As gerações habituadas a desenhar em papel, com materiais e técnicas convencionais, sentem por vezes relutância em aceitar o uso de programas informatizados. Mas para as novas gerações, esse é um factor decisivo e que não vão descartar quando tiverem que desenhar.

As possibilidades trazidas pelo computador no campo do desenho e dos métodos de representação vêm abrir novos horizontes ao Arquitecto. A evolução do *hardware*, dos periféricos e a quantidade de *software* gráfico vocacionado para o desenho possibilitam a inclusão de procedimentos rápidos, versáteis e cómodos, nunca antes imaginados. O computador torna-se uma ferramenta fundamental do Arquitecto, pelo que a tendência espelha uma continuidade cada vez mais assídua, do computador na vida do Arquitecto”<sup>55</sup>.

### 8.1 Conclusão final

A realidade virtual 3D estática ou dinâmica beneficia a arquitectura com a actividade mais avançada de representação gráfica digital e visualização do projecto de arquitectura.

Com a utilização das novas tecnologias em projectos de arquitectura, estas são as que melhor cumprem os requisitos necessários (simplicidade, rigor, controlo e apresentação), vindo beneficiar dos diversos métodos e das vantagens como a exibição, a fiabilidade, a rentabilidade e o controlo de custos, com o objectivo de solucionar muitos dos problemas encontrados quando apresentados pelos métodos convencionais acabando por expor algumas falhas ou omissões.

As potencialidades das novas tecnologias aplicadas à arquitectura, como o 3D, a realidade virtual e o BIM são reconhecidas por muitos profissionais da área da arquitectura e das engenharias envolvidas, sendo que a sua utilização tem vindo a ser melhorada com o passar do tempo a nível empresarial.

---

<sup>55</sup> Cfr, Pinto, Miguel Moreira; História da Percepção Acção Projectual; Universidade Portucalense; Porto, 2007; p. 231

Verificou-se segundo o Arq. Moreira Pinto, confirmou que “A arquitectura transformou-se porque a tecnologia também se transformou”<sup>56</sup>.

## 8.2 Perspectivas de futuro

Apesar de os objectivos propostos no início da dissertação terem sido alcançados com bastante sucesso, no respeitante aos resultados obtidos indiscutivelmente e relativamente ao proposto atestar e comprovar, existem ainda diversas melhorias que se podem, aliás devem ser desenvolvidas e implementadas com o uso dos diferentes recursos tecnológicos, de modo a conseguir progredir e evoluir no exercício da acção projectual e no âmbito da área de actividade dos Arquitectos, nomeadamente nos projectos de arquitectura.

Reconhecendo este facto, considera-se de extrema importância a existência de cursos superiores com alguma componente de estudos em Arquitectura Digital, com uma área dedicada ao ensino teórico e prático destes processos, com uma forte componente multidisciplinar, que possa contribuir para que no futuro Arquitectos e profissionais de diversas áreas criativas possam adquirir aptidões, uma consciência crítica e as competências práticas necessárias para assumirem uma posição de relevo, no contexto nacional e internacional, e na criação de soluções inovadoras, desde a escala do material à escala da cidade.

Podemos considerar, neste contexto, que Arquitectos recém-formados e os actuais estudantes de arquitectura têm pensado numa formação diferente, que incorpore o uso destas tecnologias, de modo a estruturar e definir a prática projectual sob novos processos criativos e cognitivos.

Na opinião de alguns Arquitectos, as universidades têm um papel importante na mudança deste panorama, pois deverão fornecer aos seus alunos as ferramentas-base para os mesmos serem capazes de aprender e trabalhar nesta ou outra futura tecnologia.

No entanto, enquanto a maioria das instituições de ensino superior continua-se a ensinar os seus alunos com base no velho paradigma baseado no documento, sabe-se que incluir o desenho 3D e o BIM não é uma tarefa fácil por causa dos extensos currículos existentes, não há espaço para outros temas ou disciplinas, em alguns casos alterar o conteúdo implica poder arriscar a acreditação dos cursos ou ciclos de estudos.

No que se refere ao ensino a nível nacional, há ainda muito por fazer, tanto mais que os estudantes de arquitectura necessitam de conhecer os programas de desenho 3D, ou arriscam-se a ficar na debilidade profissional, pois neste momento actual têm que ser autodidactas se quiserem aprender algo sobre o desenho aplicado às valências do 3D, BIM e Realidade Virtual.

Esperando desta forma ter dado alguma contribuição para a diminuição dos obstáculos emocionais e relutância entre os Arquitectos, os programas de desenho e as novas tecnologias.

---

<sup>56</sup> Cfr, Pinto, Luís Moreira; Desenho, Percepção e Forma; Edições Colibri; Lisboa, 2012; p. 62

## **Referências**

### **9. Bibliográficas e da Internet**



## 9.1 Bibliografia

- ARNHEIM, Rudolf. Arte e Percepção Visual. São Paulo: Livraria Pioneira Editora, 1995.
- ARNHEIM, Rudolf. La Forma Visual de la Arquitectura. Barcelona: Edições GG Gustavo Gili, 1978.
- BAEZA, Alberto Campo. A Ideia Construída. LISBOA: Caleidoscopio, 2000.
- FERREIRA, Alcino. Ética e profissões, Desafios da modernidade. Lisboa: Universidade Lusíada Editora, 2008.
- FRANCASTEL, Pierre. A Imagem, a Visão e a Imaginação. Lisboa: Edições 70, Lda., 1998.
- JANEIRO, Pedro António. “Verdade ou consequência - O Desenho com “final de um regresso”.” Fenomenologia e Ciência. Évora: Universidade Évora, 2011.
- KANDINSKY, Wassily. Do espírito na Arte. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1998.
- LISBOA, Fernando. Desenho de Arquitectura Assistido por Computador. Porto: Publicações FAUP, 1997.
- MACIEL, M. Justino. Vitruvius, Tratado de Arquitectura. Lisboa: IST PRESS, 2006.
- MAHNKE, Frank H. Color, Environment & Human Response. New York: John Wiley & Sons, 1996.
- MASSIRONI, Manfredo. Ver pelo Desenho. Lisboa: Edições 70, Lda., 1996.
- MOIA, José Luís. Como se Projecta una Vivenda. Barcelona: Gustavo Gili, S. A., 1987.
- MOIRE, J. F. Inspiring the future: merging mass communication, art, entertainment and virtual environment, Computer Graphics. Nova Iorque: Touchstone, 1994.
- PINTO, Luís Miguel Moreira. “Desenho na Acção Projectual.” IV Ciclo de Conferências de Arquitectura. Covilhã: Gráfica da Covilhã, 2008.
- PINTO, Luís Miguel Moreira. “Revista do Núcleo de Arquitectura.” A + U Magazine. Covilhã: NAUBI, 2010.
- PINTO, Luís Miguel Moreira. História da Percepção na Acção Projectual. Porto: Universidade Portucalense, 2007.
- PINTO, Luís Miguel Moreira. Desenho - Percepção e Forma. Lisboa: Edições Colibri, 2012.
- RODRIGUES, Luís Filipe. Desenho, Criação e Consciência. Lisboa: BonD, Books on Demand, 2010.
- RODRIGUES, Maria João, Pedro Fialho Sousa, e Horácio Manuel Bonifácio. Vocabulário Técnico e Crítico de Arquitectura. 3ª. Coimbra: Quimera, 2002.
- VIEIRA, Álvaro Siza. Imaginar a Evidência. Lisboa: Edições 70, 1998.
- VITRÚVIO, Marcus. Tratado de Arquitectura. Lisboa: ISTPress, 2006.
- YÁNEZ, Enrique. Arquitectura, Teoría, Diseño y Contexto. México: Editorial Limusa, 1989.

## 9.2 Netgrafia

[1] Fig. 1 - Quadro “Guernica” de Picasso, <http://www.vagon293.es/ars/quienes-son-los-personajes-que-aparecen-en-el-guernica-de-picasso>, em 28/8/2014

[2] Fig. 2 - Perspectiva de um projecto, nem todos os Arquitectos são talentosos a criar um desenho à mão, <http://www.ebbilustracoes.blogspot.com.br>, em 28/8/14

[3] Fig. 3 - Desenho de uma perspectiva baseada numa fotografia, <http://www.ebbilustracoes.blogspot.com.br>, em 22/9/14

[4] Fig. 4 - Desenho gráfico digital em CAD de alçado e perspectiva 3D de um projecto, [http://www.3dtotal.com/index\\_tutorial\\_detailed.php?id=1877&catDisplay=1&roPos=1&page=1#.VCPdFvldXL8](http://www.3dtotal.com/index_tutorial_detailed.php?id=1877&catDisplay=1&roPos=1&page=1#.VCPdFvldXL8), em 24/09/2014

[5] Fig.5 - Cores de pigmento primárias e secundárias, <http://www.euachei.com.br/educacao/artes/percepcaodascotes>, em 28/8/2014

[6] Fig. 6 - Teoria das cores, <http://rabiscandonophotoshop.blogspot.pt/2014/02/teoria-dascotes-conheca-o-circulo.html>, em 28/08/2014

[7] Fig. 7 - Pintura de uma perspectiva baseada numa fotografia, <http://www.ebbilustracoes.blogspot.com.br>, em 22/9/14

[8] Fig. 8 - Pintura de uma perspectiva baseada num desenho, <http://www.ebbilustracoes.blogspot.com.br>, em 22/9/14

[9] Fig.12 - Imagem de desenho 3D de alçado, [http://www.3dtotal.com/index\\_tutorial\\_detailed.php?id=1877&catDisplay=1&roPos=1&page=1#.VCPdFvldXL8](http://www.3dtotal.com/index_tutorial_detailed.php?id=1877&catDisplay=1&roPos=1&page=1#.VCPdFvldXL8), em 24/09/2014

[10] Fig.13 - Imagem de desenho 3D de perspectiva, [http://www.3dtotal.com/index\\_tutorial\\_detailed.php?id=1877&catDisplay=1&roPos=1&page=1#.VCPdFvldXL8](http://www.3dtotal.com/index_tutorial_detailed.php?id=1877&catDisplay=1&roPos=1&page=1#.VCPdFvldXL8), em 24/09/2014

[11] Fig.14 - Imagem Render de alçado, [http://www.3dtotal.com/index\\_tutorial\\_detailed.php?id=1877&catDisplay=1&roPos=1&page=1#.VCPdFvldXL8](http://www.3dtotal.com/index_tutorial_detailed.php?id=1877&catDisplay=1&roPos=1&page=1#.VCPdFvldXL8), em 24/09/2014

[12] Fig.15 - Imagem Render de perspectiva, [http://www.3dtotal.com/index\\_tutorial\\_detailed.php?id=1877&catDisplay=1&roPos=1&page=1#.VCPdFvldXL8](http://www.3dtotal.com/index_tutorial_detailed.php?id=1877&catDisplay=1&roPos=1&page=1#.VCPdFvldXL8), em 24/09/2014

[13] Fig. 41 - Imagem de Render 3D, <http://www.architosh.com/2013/10/product-in-depth-chaos-groups-new-v-ray-for-sketchup>, em 23/9/14

[14] Fig. 42 - Imagem de Render 3D, <http://www.tutoriais3dmax.com.br/2011/12/imagem-3d-do-dia-post4.html>, em 23/9/14

[15] Fig. 43 - Imagem de Render 3D, [www.tutoriais3dmax.com.br/2012/06/residencia-de-alto-padrao.html](http://www.tutoriais3dmax.com.br/2012/06/residencia-de-alto-padrao.html), em 23/09/2014



