

O processo de projeto em suporte digital tridimensional.

Dissertação

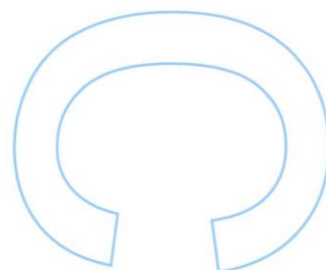
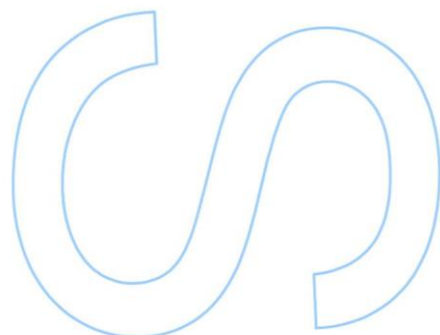
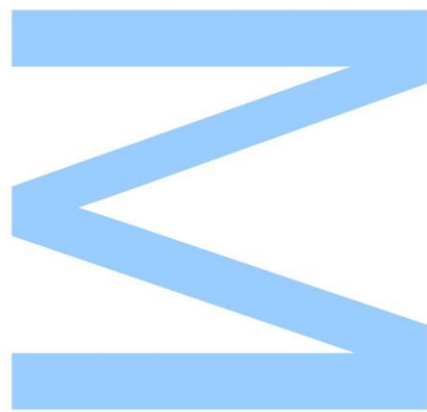
Rosendo Alves Lemos da Silva

Mestrado em Arquitetura Paisagista

Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território
2020

Orientador Académico

Prof. Dr. José Miguel Esteves Lameiras, Professor Auxiliar,
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

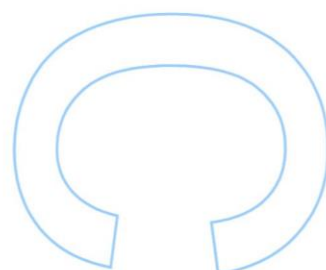
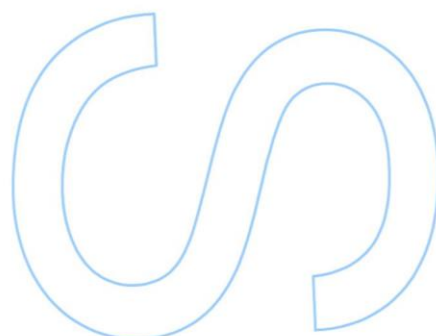
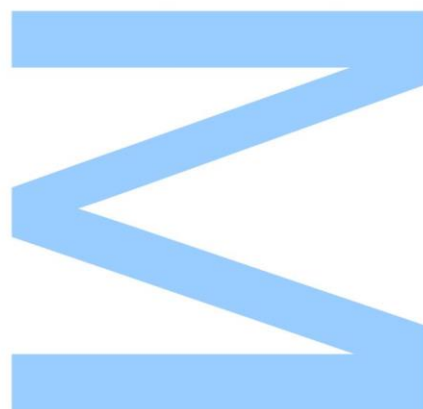




Todas as correções determinadas pelo júri, e só essas, foram efetuadas.

O Presidente do Júri,

Porto, ____/____/____



Agradecimentos

Primeiro de tudo, gostaria de agradecer aos meus pais que me acompanharam e me apoiaram nesta jornada, lembrando-me constantemente que, independentemente da quantidade de trabalho que tenho para fazer, devo ter sempre momentos de pausa.

Ao João, que inconscientemente traçou o meu destino quando me sugeriu experimentar o jogo que me introduziu ao mundo do projeto em três dimensões há mais de uma década atrás no MiniPreço de Ermesinde.

À Filipa, pela sua paciência e constante disponibilidade em ouvir-me falar de assuntos relacionados com esta tese.

Ao pessoal do curso que realizou este percurso académico comigo, em destaque a Matilde e o Tomás pelas aventuras que partilhamos.

Aos docentes que me permitiram chegar a este ponto e me ajudaram a superar quaisquer adversidades.

Finalmente, um especial obrigado ao meu orientador Professor Doutor José Miguel Lameiras pela confiança, disponibilidade e apoio no decorrer deste trabalho.

Resumo

Esta tese parte de uma análise do processo de projeto em Arquitetura Paisagista e do potencial da tecnologia digital tridimensional. O trabalho começa pelo estudo dos processos de representação utilizados nesta área ao longo do tempo com o intuito de entender quais existem e qual a utilidade de cada um. Existe também um foco no processo de projeto em si onde se esclarece a diversidade de termos relativos a este e se entende em que altura entram em ação os diversos métodos de representação mencionados até ao momento. Nesta revisão de literatura são introduzidos os conceitos de representação tridimensional, renderização¹ em tempo real e realidade virtual. Estas são as tecnologias que se pretendem implementar no processo de projeto em Arquitetura Paisagista neste trabalho. Será feita uma introdução a cada uma com a apresentação das potenciais oportunidades presentes de acordo com estudos realizados.

Combinando a informação das duas temáticas é possível entender onde poderão ser aplicadas as ferramentas digitais tridimensionais no processo de projeto em Arquitetura Paisagista. Partindo desta premissa, inicia-se a primeira fase de desenvolvimento onde se descreve o método proposto e se seleciona soluções computacionais que cumprem os requisitos mínimos para apoiarem este novo processo. Entre as soluções computacionais escolhidas é feita uma comparação de modo a entender qual ou quais as que melhor tiram partido da tecnologia tridimensional de modo a corresponder às necessidades de um Arquiteto Paisagista.

O resultado desse estudo comparativo é testado num caso de estudo. De modo a verificar as capacidades e limitações deste processo de projeto em suporte digital tridimensional é feita uma análise através do desenvolvimento de uma proposta para a envolvente do i3S e IPATIMUP.

Palavras-chave: Processo de Projeto, Tecnologia Tridimensional, Renderização em Tempo Real, Realidade Virtual, Ferramentas Digitais Tridimensionais, Soluções Computacionais.

¹ De acordo com o dicionário Priberam: Processamento ou criação de uma imagem com pormenor e definição (ex.: *renderização de arquitetura; renderização de imagens; renderização do modelo; renderização tridimensional realista*)

Abstract

This thesis starts from an analysis of the design process in Landscape Architecture and the potential of three-dimensional digital technology. The work begins by studying the representation processes used in this area over time in order to understand which exist as well as what's their purpose. There is also a focus on the design process itself, clarifying the diversity of terms related to it and understanding when the various methods of representation mentioned so far come into play. In this literature review, the concepts of tridimensional representation, real-time rendering and virtual reality are also introduced. These are the new technologies that this work proposes to be implemented in Landscape Architecture's design process. An introduction will be made to each one of them by showcasing the potential opportunities present according to previous studies.

Combining the information from the two themes, it is possible to understand where three-dimensional digital tools can be applied in the landscape architecture design process. Based on this premise, the first development phase begins, where the proposed method is described and computational solutions that meet the minimum requirements to support this new process start getting selected. A comparison is made between the computational solutions chosen in order to understand which ones take better advantage of three-dimensional technology to correspond to the needs of a Landscape Architect.

The result of this comparative study is tested in a case study. In order to verify the capabilities and limitations of this design process in three-dimensional digital support, an analysis is made through the development of a proposal for the surroundings of i3S and IPATIMUP.

Keywords: Design Process, Three-Dimensional Technology, Real-Time Rendering, Virtual Reality, Three-Dimensional Digital Tools, Computational Solutions.

Índice

Resumo.....	IV
Abstract	V
Índice	VI
Índice de Figuras	VII
Índice de Tabelas	IX
Lista de Abreviaturas.....	X
1. Introdução	1
1.1. Apresentação do tema.....	1
1.2. Objetivos	1
1.3. Metodologia.....	2
2. O Projeto em Arquitetura Paisagista	3
2.1. A Representação	3
2.2. O Processo.....	6
3. Representação Digital.....	8
3.1. Representação Tridimensional	8
3.2. Representação em Tempo Real	11
3.3. Realidade Virtual	13
4. Processo de Projeto apoiado por Soluções Computacionais	16
4.1. Potencial de Integração	16
4.2. Estudo Comparativo	18
4.3. O Processo de Projeto em Suporte Digital Tridimensional.....	21
5. Caso de Estudo: Projeto para a Envolvente do i3S e IPATIMUP	24
5.1. Enquadramento da Área de Intervenção	24
5.2. Programa.....	29
5.3. Projeto	30
5.3.1. Projeto de Modelação	33
5.3.2. Projeto de Vegetação.....	38
5.3.3. Projeto Imersivo	46
5.3.4. Processo Iterativo	48
6. Considerações Finais	49
6.1. Discussão.....	49
6.2. Conclusões.....	50
Referências	52

Índice de Figuras

Figura 1 - Metodologia	2
Figura 2 – Plano geral de um Jardim do Antigo Egipto.	3
Figura 3 - Nivelamento de terreno.	4
Figura 4 – Grafismos de Arquitetura Paisagista.	4
Figura 5 - O antes e depois, "Red Books" de Humphry Repton.....	5
Figura 6 – Projeto de visualização de floresta (1998).	6
Figura 7 – Objetos de projeto: inter-relação entre elementos vegetais e arquitetónicos (2001).....	10
Figura 8 – Desenho concetual em Realidade Virtual produzido por Matt Schaefer.....	17
Figura 9 – Modelo-teste em SketchUp.	22
Figura 10 – Modelo-teste em EnScape.	22
Figura 11 – Modelo-teste em Twinmotion.....	22
Figura 12 – Modelo-teste em Lumion.	22
Figura 13 – Limite da área de intervenção.	24
Figura 14 – Envolvente da área de intervenção.	25
Figura 15 – Comparação entre fotografias de 2019 e de 2009 do mesmo sítio.	26
Figura 16 – Comparação entre fotografias de 2019 e de 2015 do mesmo sítio (Outono e Inverno).....	26
Figura 17 – Cartografia do Porto.	27
Figura 18 – Modelação de terreno existente.....	28
Figura 19 – Plano de situação existente.....	28
Figura 20 – Plano conceptual para a área de intervenção.....	29
Figura 21 – Plano geral da proposta resultante do processo de projeto bidimensional..	32
Figura 22 – Representação realista da proposta em planta, construída a partir do modelo 3D.....	32
Figura 23 – Plano de modelação resultante do processo de projeto bidimensional.	33
Figura 24 – Modelação tridimensional das áreas pavimentadas (vista de topo e de oeste para este).....	34
Figura 25 – Prolongamento de muretes e aparecimento de lancis indesejados.	34
Figura 26 – Modelação do terreno sem expressão.....	34
Figura 27 – Desenho do murete e eliminação do lancil.	35
Figura 28 – Desenho do murete e eliminação do lancil.	35
Figura 29 – Extensão do SketchUp: Profile Builder 3, Smart-Path Selection Tool.	35
Figura 30 – Seleção do perímetro da superfície que se pretende gerar.	35
Figura 31 – Extensão do SketchUp: Soap Skin & Bubble, Generate Soap Skin.	35

Figura 32 – Superfície lisa gerada a partir do perímetro selecionado anteriormente.	35
Figura 33 – Extensão do SketchUp: Soap Skin & Bubble, Generate Soap Bubble.....	36
Figura 34 – Superfície com volume resultante de um valor de pressão positivo.....	36
Figura 35 – Superfície pintada com um padrão losangular mal orientado.	36
Figura 36 – Extensão do SketchUp: Fredo6, ThruPaint, UV Painting.....	36
Figura 37 – Superfície pintada com um padrão losangular orientado corretamente.	36
Figura 38 – Resultado final da superfície tridimensional gerada sem curvas de nível. ..	36
Figura 39 – Modelação do terreno gerada a partir do método descrito.....	37
Figura 40 – Livre navegação no espaço 3D para exploração e edição do mesmo.	37
Figura 41 - Vegetação proposta a partir do processo de projeto em duas dimensões... 38	
Figura 42 – Primeiro teste de diferentes composições de vegetação no mesmo espaço (perspetiva e plano).	40
Figura 43 – Segundo teste de diferentes composições de vegetação no mesmo espaço (perspetiva e plano).	40
Figura 44 – Terceiro teste de diferentes composições de vegetação no mesmo espaço (perspetiva e plano).	40
Figura 45 – Último teste de diferentes composições de vegetação no mesmo espaço (perspetiva e plano).	40
Figura 46 – Ferramenta do Twinmotion: Settings, Localization.	41
Figura 47 – Antes e Depois, previsão do crescimento do estrato arbóreo.....	41
Figura 48 – Ferramenta do Twinmotion: Settings, Weather.....	41
Figura 49 – Estudo do crescimento da vegetação ao longo dos anos no mesmo local. 42	
Figura 50 – Proposta para a área de intervenção no verão e no inverno.	42
Figura 51 – Proposta para a área de intervenção na primavera, verão, outono e inverno; estudo da variação da vegetação com a sazonalidade.	43
Figura 52 – Ferramenta do Twinmotion: Settings, Weather.....	43
Figura 53 – Ferramenta do Twinmotion: Vegetation Paint.....	44
Figura 54 – Exemplos de estratos de vegetação dispostos a partir da ferramenta mencionada anteriormente.....	44
Figura 55 - Vegetação proposta a partir do processo de projeto em três dimensões. ...	45
Figura 56 – Proposta sem iluminação artificial e com mobiliário urbano em falta.	46
Figura 57 – Versão diurna e noturna da proposta com iluminação artificial e mobiliário urbano.....	46
Figura 58 - Adição de objetos estáticos para contextualização da proposta.....	46
Figura 59 - Personalização de personagens e seleção de grupos.	47
Figura 60 - Diversos percursos (a laranja) e fatores personalizáveis da circulação por bicicleta (em baixo).	47

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Comparação do desempenho das diferentes soluções computacionais em diferentes componentes do processo de projeto em Arquitetura Paisagista.	19
Tabela 2 – Comparação do desempenho das diferentes soluções computacionais em diferentes componentes de representação em Arquitetura Paisagista.	20
Tabela 3 – Comparação das diferentes soluções computacionais de acordo com diferentes parâmetros de avaliação.....	20
Tabela 4 – Comparação da utilidade oferecida por cada solução computacional.	23

Lista de Abreviaturas

2D – Duas Dimensões / Bidimensional

3D – Três Dimensões / Tridimensional

CAD – Computer Aided Design (Desenho Assistido por Computador)

ha – Hectares

i3S – Instituto de Investigação e Inovação em Saúde

IPATIMUP – Instituto de Patologia e Imunologia Molecular da Universidade do Porto

RV – Realidade Virtual

1. Introdução

1.1. Apresentação do tema

Esta tese foi realizada em torno de um tema que me é de grande interesse, projetar em suporte digital tridimensional. Muito antes de ter entrado neste curso, por volta dos 10 anos, tive a oportunidade de aceder ao mundo por detrás dos videojogos que me levou a desenvolver uma curiosidade relativa ao modo como estes eram criados, mais especificamente a nível de criação de cenários para jogos de computador. Através de tutoriais comecei a desenvolver mapas para os jogos que mais gostava, raramente os publicava, mas adorava o facto de poder criar, explorar e aprimorar as minhas criações. O programa mais utilizado assemelhava-se a uma versão mais complexa do que o SketchUp, ou seja, o espaço de trabalho consistia num ambiente digital tridimensional sem renderização. Para visualizar o projeto e poder testá-lo teria de estar constantemente a ligar o jogo, a fazer uma compilação e uns tantos outros cálculos para lá do meu conhecimento. Era um processo demorado, sim, mas a satisfação que tinha de desenhar o mundo em três dimensões era incalculável (uma vez que, até à data, só desenhava à mão como gostaria que os mapas dos jogos fossem). Este interesse que tinha em projetar o espaço (maioritariamente exterior) manteve-se ao longo dos anos e ajudou-me facilmente a escolher o curso de Arquitetura Paisagista. No entanto, para meu espanto, métodos de conceção de projeto digitalmente no meio tridimensional nunca foram incentivados. Atualmente, não só as soluções computacionais de modelação 3D estão bem mais desenvolvidas e simples do que há treze anos atrás como também já permitem visualizar e trabalhar com o produto final instantaneamente ao contrário daquilo com que me habituei a trabalhar. Logo, estando ciente da potencialidade que esta tecnologia traz para Arquitetura Paisagista, decidi utilizar o meu conhecimento, ideias e experiências relacionadas sobre o tema para compor esta tese.

1.2. Objetivos

Ao longo deste trabalho pretende-se expor e comprovar o potencial que o processo de projeto em suporte digital tridimensional tem ao ser introduzido em Arquitetura Paisagista. Para tal, nesta tese encontrar-se-ão respostas para as seguintes questões: Porque é que esta tecnologia deve ser integrada? Onde é que pode ser integrada? Como pode ser integrada?

A partir destas perguntas chave, entender-se-á como o processo pode ser otimizado desde a sua conceção até à sua representação e que soluções computacionais possuem as ferramentas cuja tecnologia se adequa às nossas necessidades ao projetar.

A intenção desta tese não é impor o uso dos métodos propostos nem das soluções computacionais avaliadas, mas sim dar a entender o valor que os avanços tecnológicos têm para a Arquitetura Paisagista e expor quais as ferramentas cuja tecnologia tem maior potencial para complementar o processo de projeto.

1.3. Metodologia

Na figura seguinte encontra-se o modo como as perguntas anteriores irão ser respondidas neste trabalho. O “Porquê?” será explicado numa fase de análise a partir da revisão bibliográfica, o “Onde?” e “Como?” serão esclarecidos a partir da síntese da informação recolhida e posterior comparação de soluções computacionais. Na última fase será composto e testado o processo de projeto proposto.

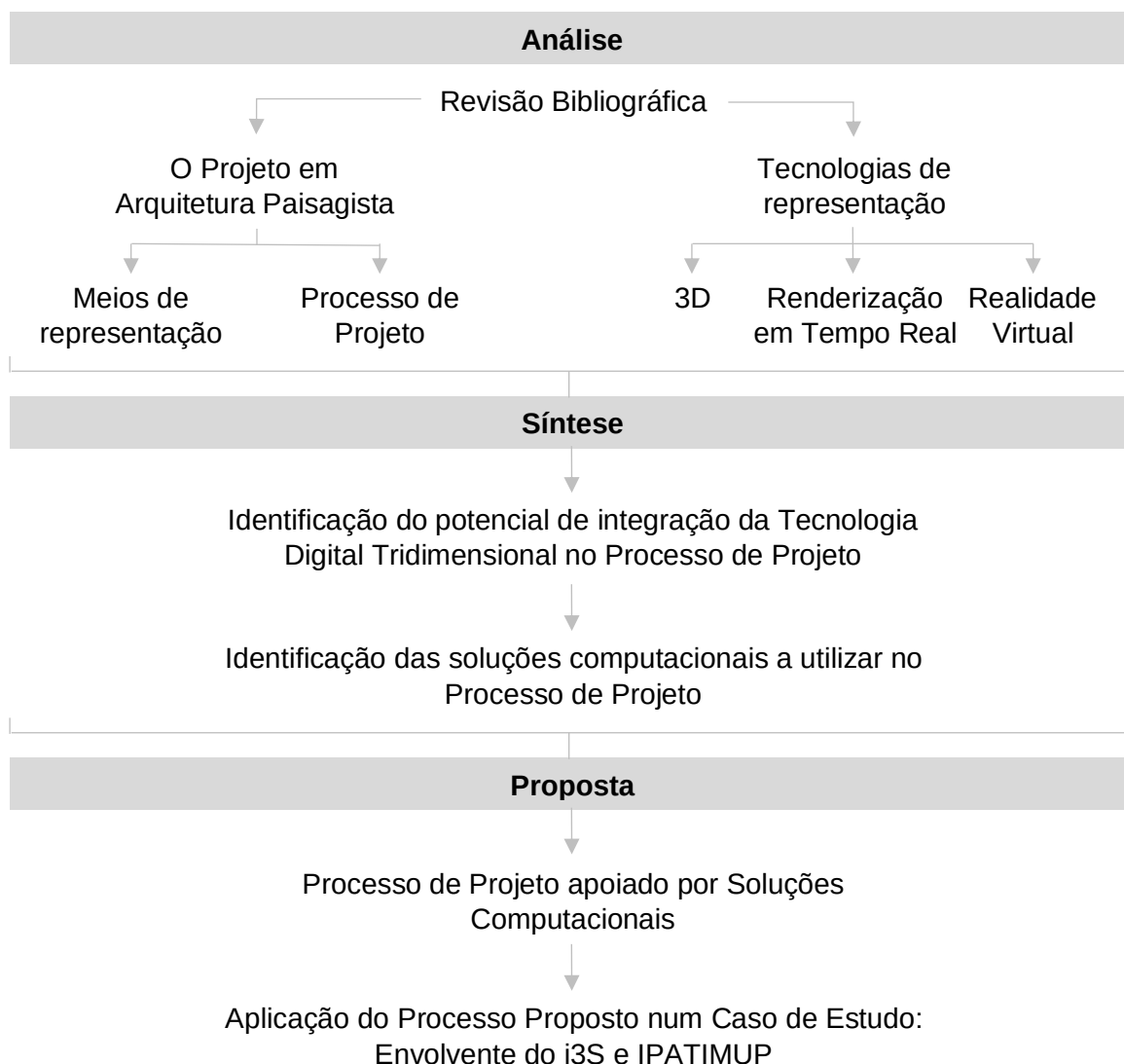


Figura 1 - Metodologia

2. O Projeto em Arquitetura Paisagista

Em Arquitetura Paisagista, a representação visual sempre foi e continuará a ser essencial. A representação da ideia para o projetista permite com que este fique mais conhecedor da sua proposta, tornando a imagem num componente de reflexão. A comunicação com outros profissionais, clientes ou até mesmo o público, também depende constantemente da visão, de modo que, aprimorar este meio de expressão de pensamentos deverá constar nas prioridades de desenvolvimento de cada projeto. Nos subcapítulos seguintes analisar-se-ão os meios de representação mais relevantes ao longo do tempo que surgiram como resposta a um processo de projeto iterativo.

2.1. A Representação

Desenhar à mão livre é um processo antigo que permite a resolução de problemas. O desenho possibilita analisar situações, explorar alternativas e apresentar soluções que por vezes só são conseguidas com a síntese do traço (Eckerberg, 1999). Claramente não inventado por arquitetos paisagistas, esta habilidade revela estar presente em nós desde o Paleolítico, já aí eram feitos desenhos nas cavernas que contam a história de uma era.

Os primeiros desenhos de planos que demonstram uma tentativa de representação precisa de um jardim remetem para o Antigo Egipto (Figura 2)². Mesmo com uma distorção devido a uma intenção de perspetivar a área de projeto, a ideia ainda é perceptível e o desenho transmite informação crucial relativa à organização do espaço. Os planos de maior dimensão também começaram a surgir, conhecidos como cartas ou mapas, peças que continham um enorme estudo da paisagem que continha as respetivas civilizações. Estes mapas tinham muitos

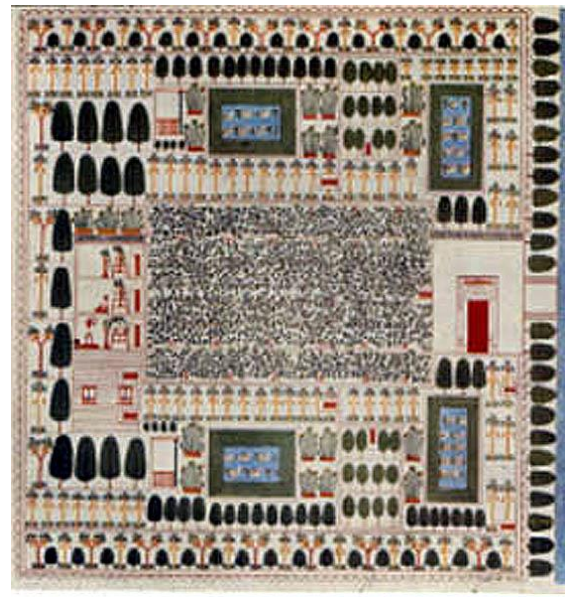


Figura 2 – Plano geral de um Jardim do Antigo Egipto.

usos desde o planeamento de ataques e defesa até exploração dos recursos naturais, no entanto, devido aos métodos cartográficos primitivos, eram imprecisos. Com o passar dos anos, o rápido desenvolvimento da ciência (trigonometria e astronomia) e da tecnologia (novos mecanismos de impressão) permitiram que os mapas fossem produzidos em

²Fonte: <https://hort.purdue.edu/newcrop/history/egypt/38.html>

maiores quantidades de forma rápida, rigorosa e clara. Atualmente, apesar de ainda se usar este método, as impressões digitais têm vindo a substituí-lo, sendo criadas a partir de tecnologia a laser que digitaliza o terreno e produz imagens rasterizadas³ ou vetorizadas⁴ (Eckerberg, 1999).

Os planos de menor escala passaram a ser mais utilizados no século XVII, com desenhos mais complexos e organizados que permitiam exprimir a essência do jardim a partir da clareza da técnica. A partir do século XVIII, em França, este método adquiriu uma base mais científica na sua conceção, os espaços eram analisados na procura dos princípios geométricos, por vezes com o intuito de chegar às proporções divinas⁵. Houve mais atenção ao detalhe de construção e surgem pela primeira vez as representações em corte ou secção para demonstrar o nivelamento dos diferentes terraços do projeto (Figura 3)⁶.

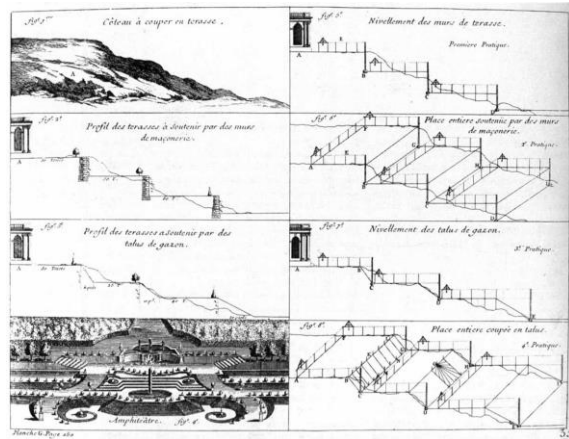


Figura 3 - Nivelamento de terreno.

Desde então as ideias, princípios e grafismos foram os que mais se alteraram, houve uma simplificação da linha acompanhada pelo uso de símbolos decorativos. Mais tarde, adotou-se um estilo moderno, simples e com um certo efeito tridimensional que eventualmente chegou ao modo como desenhamos planos gerais à mão atualmente: figuras com aspeto pouco naturalista criadas com linhas finas, acompanhadas por sombras que permitem identificar altura ou profundidade por comparação. Verificou-se o aparecimento deste estilo elegante e sofisticado devido ao uso gradual do computador para desenho, houve uma aproximação da linguagem analógica da digital (Figura 4)⁷.

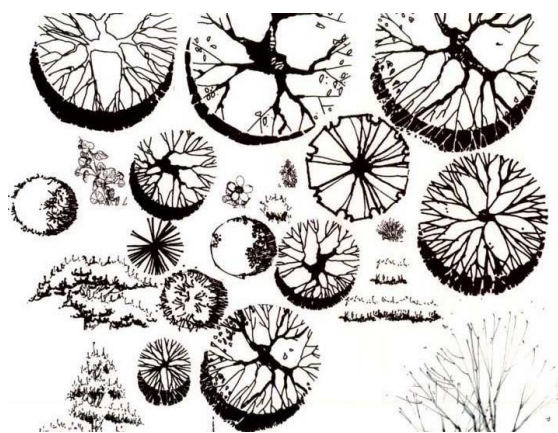


Figura 4 – Grafismos de Arquitetura Paisagista.

³Imagem composta por pixéis ou pontos.

⁴Imagem composta por representações numéricas, vetores matemáticos.

⁵Constante real algébrica irracional que permite obter o auge de harmonia e beleza no desenho do espaço.

⁶Fonte: Eckerberg, K. (1999)

⁷Fonte: <https://i.pinimg.com/originals/90/c1/ac/90c1ac2f611aad37944b25f29158702a.jpg>

Relativamente aos desenhos perspectivados, só começaram a ser melhor utilizados no Renascimento e apenas em 1803 é que entraram no campo da arquitetura paisagista como técnica de representação e resolução das questões da paisagem por Humphry Repton. O que atualmente é mais conhecido por simulações tiveram origem nas pinturas que Repton fazia para os seus clientes. Os seus trabalhos foram compilados num livro com o



Figura 5 - O antes e depois, "Red Books" de Humphry Repton.

título de "Red Books" onde é possível visualizar pinturas dispostas aos pares que pretendiam transmitir as alterações que iriam ser efetuadas num espaço após a materialização das suas propostas. Este uso de duas imagens para comparação do existente com o proposto foi adotado devido à falta de leitura que uma representação bidimensional oferecia (Figura 5)⁸. Ao longo dos anos, variações deste meio de representação foram-se desenvolvendo, chegando a ser usado, por exemplo, por Olmsted ao projetar o Central Park, tornando-se mais tarde uma das ferramentas com mais potencial de representação na qual esta tese irá ter grande incidência, a representação digital tridimensional.

A representação do projeto era conseguida através do uso destes métodos. Planos, secções e perspetivas funcionavam em conjunto pois deveriam ser lidas como um só para o entendimento do projeto na sua totalidade. No entanto, estes não eram os únicos meios para produzir uma apresentação dinâmica e eficaz.

Uma outra técnica usada desde a antiguidade é a criação de modelos físicos (maquetes) que até hoje é a única maneira analógica de se visualizar o projeto livremente de qualquer ângulo.

Mais recentemente, a fotomontagem surgiu como uma técnica comum de representação da proposta. A manipulação de fotografias de paisagem iniciou-se fazendo contornos sobre a mesma seguido de uma pintura completa do espaço para manter o espírito e a atmosfera presentes na foto. Devido a desenvolvimentos tecnológicos, o método acabou por cair em desuso, dando o lugar a montagens digitais, mais rápidas, fáceis e geometricamente precisas.

⁸Fonte: <https://pithandvigor.com/2013/05/before-after-humphry-repton/>

É notório como as mesmas técnicas mudam ao longo dos séculos, mas é ainda mais evidente esta mudança nos anos mais recentes. A entrada reticente dos computadores pessoais na vida de cada um marcou o início do uso das ferramentas de desenho digital como complemento às técnicas analógicas mencionadas anteriormente. Faz pouco mais do que 30 anos que as primeiras ferramentas de desenho digital foram introduzidas nos escritórios de arquitetura paisagista e desde então que o leque de competências que um arquiteto paisagista deve demonstrar não parou de expandir.

Os pioneiros neste mundo digital, apesar das limitações a nível de qualidade visual, já conseguiam trabalhar a paisagem ao nível tridimensional (Figura 6)⁹ e precisamente por causa da velocidade com que se obtia resultados visuais é que os programas CAD começaram a ser a ferramenta crucial de ensino na área.



Figura 6 – Projeto de visualização de floresta (1998).

Estudantes que beneficiaram deste tipo de aprendizagem não só tinham novas habilidades de desenho como mais facilmente arranjavam emprego. Entretanto, a procura por ferramentas digitais que ajudassem a desenvolver o projeto de maneira mais precisa e eficiente tem aumentado, estando este assunto mais desenvolvido no capítulo 3 onde se dá enfoque à tecnologia digital tridimensional. Apesar de algumas destas novas ferramentas mimicarem métodos antigos e outras oferecerem novas possibilidades, os modos de representação analógicos ainda prevalecem.

2.2. O Processo

Em Arquitetura Paisagista não existe um processo considerado universal que tenha guiado o desenvolvimento de todos os projetos uma vez que a resolução dos diversos desafios enfrentados não segue uma fórmula ou um raciocínio teórico. Aquilo que se tem verificado a partir dos métodos de representação observados é que as propostas derivam de uma análise e síntese feita através do desenho. O processo de projeto é o procedimento que se toma para resolver e organizar os problemas identificados no meio físico de modo a se ajustar às necessidades do ser humano. Cada situação é um caso distinto fazendo com que a solução para um local não seja válida para outro. Modelação, vegetação, mobiliário, atividades e seres vivos são elementos a ter em

⁹Fonte: Lange, E. (2002).

conta neste processo mental que usualmente é diretamente expresso e avaliado através do desenho. O projetista, com esta capacidade de expor visualmente a situação, liberta o seu lado criativo para detetar novos problemas e desenvolver novas ideias, continuando este processo de tentativa e erro com o intuito de aprimorar a proposta. Esta característica denomina-se de processo iterativo.

“Descobri que, no meu próprio trabalho, as dificuldades surgem quando há algum obstáculo oculto que eu não entendo e não consigo desvendar. Quando consigo “ver” obstáculos ou entrar em contacto com o que me está a bloquear, eu consigo lidar com a situação” – (Halprin, 1970)

Relativamente ao método, Hideo Sasaki desenvolveu um em três fases: pesquisa, análise e síntese. Numa primeira fase pretende-se que se leia e se discuta documentos escritos e examine planos e desenhos com o intuito de isolar as questões principais relativamente à área de intervenção. Na fase de análise dever-se-á produzir diagramas de circulação, utilização-funcionalidade, espaço e de relações entre eles de modo a entender o possível funcionamento entre diferentes partes da proposta. Usualmente é obtido um plano concetual que esclarece a organização dos diversos elementos. Na fase de síntese existe uma articulação de todos os fatores num desenho onde se tem em conta o tamanho, forma e material. Não só é organizado o espaço de maneira funcional como também é necessário ter em conta a qualidade estética do mesmo.

A produção técnica (meios de representação como planos, cortes, simulações, etc...) é a maneira convencional de orientar o observador ao longo deste processo complexo, ou seja, quando se trata apenas de representar sem contributo para a conceção da proposta está-se a obter o produto do processo de projeto. Ter em conta a diferença entre o processo de projeto e a obtenção do produto do mesmo é importante porque, por vezes, verifica-se que o trabalho roda involuntariamente em torno dessa obtenção do produto por necessidades representativas. Aqui residem sérios problemas uma vez que o foco não está em desenvolver as soluções com o maior rigor possível e a conceber uma proposta de qualidade, mas sim em produzir peças de representação para clientes ou apresentações.

3. Representação Digital

Em poucos anos, as ferramentas de visualização digital tridimensional têm evoluído e recebido mais atenção. Não só estas se tornaram mais intuitivas com a atenuação exponencial da curva de aprendizagem como também mais acessíveis. A evolução dos computadores pessoais para modelos consideravelmente mais potentes também possibilitou trabalhar com modelos cada vez mais complexos e com uma qualidade visual superior. A acrescida sofisticação das visualizações quase que não deixa espaço para a imaginação tornando crucial a sua implementação no sistema educativo para que os estudantes progridam com estas novas ferramentas e sejam capazes de evoluir para outras assim que necessário na vida profissional. Apesar de inicialmente as ferramentas disponíveis não terem sido desenvolvidas para responder às necessidades que um projeto em Arquitetura Paisagista exige, com o crescimento deste mercado, foram-se especificando em diversos nichos. Tirar partido desta oportunidade e envolver o curso nestas novas tecnologias trará um desenvolvimento mais orientado e eficiente das ferramentas digitais que nos são mais úteis.

3.1. Representação Tridimensional

No processo de projeto de Arquitetura Paisagista define-se uma disposição ordenada de vários elementos tridimensionais sobre superfícies mais ou menos complexas que correspondem à situação atual ou futura de um terreno real. Portanto, tirar partido de uma ferramenta que permitisse ir para além do desenho bidimensional seria vantajoso para o processo de desenvolvimento da obra.

No entanto, apesar de já existir algo que satisfaça essa necessidade, raramente é utilizado para conceção da proposta, apenas para representação. Conforme visto no capítulo anterior, a tecnologia de representação tridimensional é maioritariamente utilizada num processo de obtenção do produto do processo de projeto. Este tipo de abordagem traz aspetos negativos para a proposta que hoje em dia poderiam ser evitados. Eckart Lange enuncia este mesmo problema por volta do ano 2002 e indica que a razão pela qual isto se sucedia é porque havia falta de ferramentas intuitivas de manipulação e desenho da paisagem. A mesma justificação não se aplica à situação atual.

Um dos problemas mais recorrentes que surge a partir do uso incorreto de ferramentas com tecnologias de representação tridimensional é a superficialidade da imagem. Uma imagem torna-se superficial quando não é uma representação fidedigna do projeto e é modificada apenas de modo a agradar o olhar do espectador. Estas

modificações podem ir desde a alteração do projeto em si até ao uso das melhores condições atmosféricas e melhor luz para atingir o efeito fotográfico profissional. Devido a esta falta de transparência do projetista com a comunidade, as reações mais despertadas pelos visitantes da obra são de choque e desilusão assim que encontram a realidade inconveniente (Rekittke e Paar, 2009).

A não utilização das ferramentas 3D como um meio de desenvolvimento do conceito faz com que detalhes ou erros não sejam tidos em conta porque não existe leitura dos mesmos em 2D. Como já foi referido por Lawrence Halprin, quanto mais fácil for a visualização do método de projetar, mais fácil é identificar tanto problemas como as respetivas soluções. Estando o projeto desenvolvido em duas dimensões e, posteriormente, tirar partido da tecnologia tridimensional pode dar origem à superficialidade da imagem. Erros e problemas do projeto a nível de caminhos, modelação e vegetação são ajustados, representa-se a obra numa data futura com aspeto utópico e irreal onde a vegetação tem as dimensões exatas e os materiais não apresentam desgaste. Para além disso, não se prevê todas as possibilidades de uso de espaço, escolhe-se sempre a altura do dia com melhor iluminação e ainda há hipóteses do projeto se encontrar completamente alienado da realidade.

Apesar da tecnologia 3D ainda não permitir obter uma representação exata da realidade, é possível promover o seu desenvolvimento a partir da utilização das ferramentas que estão disponíveis atualmente. Não se pretende que as imagens produzidas sejam só para serem apelativas esteticamente, pretende-se que se transmita toda a funcionalidade e essência da proposta para preparar o público ao invés de o desiludir. Rekittke e Paar (2009) afirmaram que só uma coisa pode ser pior do que imagens digitais enganadoras do projeto: um mau projeto. São dois conceitos que irão estar interligados se o que for representado não corresponder ao construído.

Estando agora exposto o problema residente no mau uso da tecnologia tridimensional, irá ser revelado ao longo deste e dos próximos subcapítulos as vantagens que as diferentes ferramentas 3D têm sobre o processo de projeto em Arquitetura Paisagista.

Simonds, em 1997, introduziu três objetos conceituais em arquitetura paisagista: os planos base, os planos verticais e os planos elevados. O tamanho e forma de cada objeto é importante no processo de projeto, mas entender a relação topológica entre eles é ainda mais crucial quando se considera conceitos arquitetónicos como unidade, ritmo,

proporção e simetria, algo que o 2D não permite interpretar. Em 2001, Ruyten, tendo em conta estes conceitos, criou uma tabela de modo a sintetizar essa visão geral (Figura 7)¹⁰.

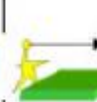
Architectural objects		A solitaire	B.1 base plane	B.2	C.1 vertical plane	C.2	D.1 overhead plane	D.2
Planting objects								
1.1								
2.1								
2.2								
3.1								
3.2								

Figura 7 – Objetos de projeto: inter-relação entre elementos vegetais e arquitetónicos (2001).

A partir daqui entende-se a divisão entre os três diferentes planos e quais os elementos, tanto naturais como arquitetónicos, que melhor se relacionam de acordo com a sua forma e altura. Repton, como já foi mencionado, verificou-se ser o pioneiro na representação destas inter-relações nas pinturas das suas obras.

No entanto, é necessário ter em atenção que o elemento com que o arquiteto paisagista mais trabalha é o natural, que ao longo do tempo cresce, sofre intervenção humana a partir da manutenção e é mais facilmente afetado por fatores climáticos. Isto torna a representação da vegetação mais irregular e exige uma maior atenção e reflexão sobre o futuro desenvolvimento do projeto do que um par de imagens de antes e depois. A constante alteração dos seres vegetais necessita de ser planeada e atualmente já há ferramentas que permitem prever de maneira aproximada o aspeto da proposta ao longo dos anos.

¹⁰Fonte: van Lammeren, R. J. A., Clerc, V., Kramer, H., & Ligtenberg, A. (2002).

Em suma, a tecnologia 3D por si só permite perceber a inter-relação dos diferentes objetos do projeto assim como as suas alterações ao longo do tempo resultantes de processos de crescimento naturais. O treino e prática da Arquitetura Paisagista neste suporte tridimensional revela ser uma mais valia.

3.2. Representação em Tempo Real

A renderização em tempo real pode ser definida como a ferramenta que permite adicionar o fator da interatividade no mundo virtual, ou seja, permite com que se possa interagir com o meio da mesma forma que se interage no mundo real a partir de uma constante reprodução de imagens. Este tipo de tecnologia já se encontra entre nós há bastantes anos sendo o exemplo mais comum, que melhor representa a renderização em tempo real, os videojogos. Estes são desenvolvidos por motores de videojogos que são programas que permitem criar um projeto e todo um conjunto de elementos interativos por onde o jogador mais tarde poderá explorar. Não só estas características parecem úteis como atualmente já existem soluções computacionais mais direcionadas para a arquitetura que nos facilitam o fluxo de trabalho ao mesmo tempo que permitem obter os resultados desejados de um motor de videojogos. No entanto, em Arquitetura Paisagista, esses tipos de utilidades ainda não fazem parte do processo de projeto, ficando-se a perder em aspetos que não são visíveis em 2D como: condições atmosféricas, posição solar, iluminação artificial, variação da vegetação por estação do ano e idade, movimento, atividade humana, animais, sons, etc...

Implementar esta funcionalidade de interatividade permitiria estar um passo à frente no modo como se representa e desenvolve o conceito ao mesmo tempo que gera um modelo 3D de alta qualidade gráfica como subproduto do desenho de projeto. Não só apenas beneficia a revisão e constante análise das soluções desenvolvidas com uma rápida e precisa representação da ideia como é das ferramentas mais acessíveis. Não é necessário equipamento de realidade virtual ou aumentada para tirar proveito desta tecnologia, esta funciona apenas pelo monitor.

Como apoio ao que foi referido até agora relativamente à renderização em tempo real segue-se um estudo feito há uns anos atrás. Em 2011, John e Lowe compararam o uso de maquetes com o uso e produto de um motor de jogos para desenvolvimento de um projeto em arquitetura paisagista (na altura ainda não existiam renderizadores especializados que produzissem resultados tão adequados ao objetivo como na atualidade) com o intuito de avaliar os efeitos que cada meio de representação tinha sobre as propostas.

A duração deste projeto foi de 6 semanas onde as primeiras 3 serviram para o desenvolvimento do conceito e as restantes foram para a composição da maquete física e digital (cada método correspondia a uma metade da turma).

Os alunos desenvolveram todos uma proposta com sucesso apesar de ter sido apontado um aspeto negativo pelo grupo que realizou o projeto no motor de jogos. Estes afirmaram que poderiam ter melhores resultados se tivessem experiência prévia ou mais tempo para aprender a manusear com o novo programa. Fora isso, não houve outro problema, o que significa que se essa experiência ocorresse atualmente, tal situação não se iria verificar devido à fácil curva de aprendizagem das intuitivas soluções computacionais disponíveis atualmente.

Antes da avaliação dos resultados obtidos pelos dois grupos e da observação do modo como a proposta estava a ser desenvolvida, pode-se perceber que a maquete digital tinha demonstrado um desempenho muito superior uma vez que a maquete física, apesar de disponibilizar a narrativa do espaço a partir da visualização da modelação de uma perspetiva aérea, limitava na correção de elementos numa pequena escala, não dando a perceção de experiência no espaço.

As vantagens mais evidentes do uso da renderização em tempo real verificadas nesta experiência foram:

- Facilitou o processo iterativo com a rápida visualização e edição de ideias a nível de modelação, vegetação e mobiliário. Tal não era verificado na maquete física uma vez que é um processo lento e destrutivo.

- Possibilitou a visualização da proposta a partir de novas perspetivas e permitiu identificar problemas de escala ao poder estar virtualmente presente no mesmo. Na situação da maquete física, que se encontrava a uma escala de 1/1000, a representação de objetos médios e grandes, como árvores e candeeiros, só tinham 5 a 8 mm de altura, verificando-se ser uma enorme barreira na qualidade de representação e leitura.

- Tirou-se partido do som para aumentar a perceção sensorial da paisagem. Sons desde o caminhar ao cantar dos pássaros permitiam ter uma experiência mais imersiva. Era um sucesso a junção do sentido da visão com audição.

- Tempo e animação. Objetos, água e vento são alguns dos elementos identificados pelos alunos que eram fundamentais para o desenho do sistema onde tudo interage. “Trazer vida ao projeto” é aplicado no sentido literal.

- Partilha de experiência. Não só todos os alunos puderam experienciar o projeto dos outros como o conseguiram fazer todos ao mesmo tempo. Na fase de avaliação e crítica, todos se encontravam dentro do projeto permitindo assim a interação individual e coletiva no espaço.

Este estudo possibilitou obter uma ideia geral do poder da renderização em tempo real e da interatividade que o 3D permite obter. Num dos pontos foi mencionada a adição de imersão que vai ser mais desenvolvida no subcapítulo seguinte relativo à realidade virtual, o ápice de imersão digital (sendo a renderização em tempo real através de um monitor considerado um nível de imersão inferior).

3.3. Realidade Virtual

A realidade virtual teve a sua origem na ciência de comunicação visual, mas a crescente presença de novos mecanismos e aplicações fizeram com que se separasse das outras ferramentas de visualização. Dos diversos usos que possa ter, na área de Arquitetura Paisagista esta ferramenta tem o propósito de permitir visualizar realidades inacessíveis (Elsevier, 2015). As cenas representadas pela realidade virtual garantem ser um laboratório tridimensional onde se desenvolvem e experimentam propostas de Arquitetura Paisagista, em que a inacessibilidade espacial ou temporal desejadas são atingidas devido aos diferentes níveis de precisão na configuração do ambiente virtual.

Nas últimas décadas, representações digitais da paisagem usando realidade virtual avançaram de representações estáticas simplistas a visualizações realistas, permitindo exploração com movimento em tempo real. No entanto, o que separa a realidade virtual da maioria das ferramentas de visualização não é o facto de simular a realidade, grande parte através do sentido visual (o componente humano dominante da percepção sensorial), mas sim porque pode ser efetivamente usada para criação de novas formas e volumes, indo para lá da réplica, a partir do modo mais imersivo possível até à data.

Esta experiência (não apenas visualização) de uma realidade virtual foi definida por Heim (1998) e MacEachern (1999) que consideraram quais os fatores que deveriam estar presentes na composição de ambientes virtuais em arquitetura paisagista.

O fator mais importante e mais característico desta tecnologia é a Imersão. Esta foi definida como um estado psicológico caracterizado pela percepção do ser em ser envolvido, incluído e de estar em interação com o ambiente. As representações 3D anteriormente mencionadas oferecem uma fraca sensação de imersão (vista através do monitor) ao contrário das representações em realidade virtual.

O segundo ponto é a Interatividade. Esta pode ter diferentes significados, desde o mais simples, que consiste em navegação no espaço e todos os meios de exploração do mesmo, até um tipo mais complexo conhecido como manipulação da cena. Em Arquitetura Paisagista pretende-se que o uso da realidade virtual seja para o desenvolvimento do projeto, fazendo com que tecnologias de interatividade simples se tornem obsoletas para nossa área. Pretende-se adicionar, remover e mover objetos livremente e de todos os modos possíveis, mudar cor, material, tamanho, forma assim como alterar o terreno de acordo com as nossas necessidades.

Deverá estar presente o fator relativo à Intensidade de informação. Reflete-se no nível de detalhe presente na informação geográfica do modelo em Realidade Virtual. Uma vez que cada projeto é realizado com base num espaço no mundo real, regras relativas às condições geográficas do local devem condicionar o aspeto do virtual (topografia, edificado, orientação e ângulo do Sol).

Por fim, deverão estar presentes objetos inteligentes para assistir os utilizadores na interpretação do ambiente virtual. Considera-se também uma característica essencial porque o objetivo não é meramente representar o real, mas sim melhorá-lo através de mini mapas de orientação, anotações flutuantes esclarecedoras do que estamos a visualizar ou até mesmo vegetação que reage a diferentes estações do ano, por exemplo.

Apesar de algumas destas características já estarem presentes no 3D mais simples, a realidade virtual não só traz a imersão para a arquitetura paisagista como também junta outras qualidades numa só tecnologia, tornando-a a ferramenta de desenvolvimento e representação com mais potencial.

Com o propósito de testar as capacidades comunicativas desta tecnologia, Hadi, Kretzler e Warren-Kretzschmar (2011) realizaram um estudo em que diversos utilizadores tiveram oportunidade de observar e explorar três projetos para um mesmo local. Depois de experienciar as diferentes maquetes virtuais escolheram a que mais gostaram e responderam um questionário relativo ao ensaio feito. Trinta e seis pessoas participaram neste teste tendo a maioria delas a idade entre os 21 e os 25 anos.

Relativamente à habilidade de percorrer o espaço, todos os participantes afirmaram ter uma boa experiência, no entanto, o meio pela qual o fizeram não lhes era desconhecido, utilizaram o teclado para movimentação, algo bastante diferente dos controlos que acompanham os óculos de realidade virtual. No entanto, é preciso ter em conta que apesar de ser um equipamento cuja maioria ainda não tem prática de manuseio, este foi desenhado precisamente para esse propósito ao contrário do teclado, portanto pode-se considerar que com o hábito não seria uma tarefa complicada.

A questão seguinte era relativa ao modo como operavam com o modelo virtual, cerca de 17% dos participantes referiram que se perderam dentro do projeto, um número bastante significativo que foi minimizado para 6% (dois participantes) com a simples adição de um mini mapa de orientação. Outra medida que facilitaria a orientação no espaço era o facto de conseguir mudar a vista normal para uma perspetiva de pássaro de modo a ter visão geral sobre o projeto, no entanto, 17% dos participantes revelavam não conseguir fazer essa transição, sendo relevante tornar essa utilidade mais acessível. No geral, 22% achou fácil operar com esta tecnologia, 70% apresentou uma resposta neutra e 8% achou difícil. A devida prática e integração da tecnologia no dia a dia traria sem dúvida respostas mais positivas.

A questão final era relacionada com a capacidade dos equipamentos de realidade Virtual na comunicação das ideias entre o projetista e o cliente, dos 36 participantes, 35 acordaram que seria bastante viável.

Deste estudo concluiu-se que arquitetos paisagistas que utilizam realidade virtual para o desenvolvimento do projeto ainda têm bastantes benefícios numa fase de comunicação da ideia. Isto porque, não só afirmaram ser um bom meio representativo, como perceberam com clareza as diferentes ideias apresentadas em cada um dos três projetos apresentados. A partir desta experiência, verificou-se que o modelo em realidade virtual estimulou cognitivamente e consciencializou os participantes em relação ao desenvolvimento do local em questão.

4. Processo de Projeto apoiado por Soluções Computacionais

Os dois capítulos anteriores focaram-se na revisão da literatura, mais especificamente sobre o processo de projeto em arquitetura paisagista e as oportunidades que a tecnologia tridimensional traz para a área. Este capítulo irá combinar o essencial destes dois temas, de modo a concluir qual o processo de projeto em suporte digital tridimensional ideal. Será esclarecido o potencial de integração das tecnologias mencionadas seguido de um estudo comparativo que irá avaliar o desempenho de soluções computacionais relacionadas.

4.1. Potencial de Integração

Após uma reflexão sobre a utilidade das soluções computacionais de modelação e renderização em tempo real, foi possível entender quão essenciais são para o desenvolvimento do projeto, excluindo de imediato qualquer ideia onde se pretenda apenas gerar modelos tridimensionais para meras representações. O uso indevido deste tipo de tecnologia reflete-se tanto na superficialidade das representações como na qualidade da proposta em si e na quantidade de tempo disponível para a sua conceção.

Tendo também em conta que a metodologia de projeto é não linear, conclui-se que quanto mais rápido se puder rever as soluções propostas para os diversos desafios que vão sendo descobertos, mais eficientemente a proposta ganha qualidade. Estas ferramentas deverão pelo menos apoiar o desenvolvimento do projeto em fases iniciais pelo seu grande poder catalisador no processo iterativo. Isto permitirá materializar as ideias de imediato, esclarecendo não só o impacto que têm sobre o espaço como diminuindo a chance de encontrar algo incoerente com a evolução da proposta.

“Estou convencido de que o maior potencial na representação da paisagem está numa integração precoce no processo de projeto. Somente se as imagens (bonitas) forem uma parte integrada do processo de projeto, podemos esperar resultados melhores e mais informados.” - (Eckerberg, 1999)

Antes de qualquer desenho em plano ou qualquer volume criado, o processo de projeto parte de uma investigação, um levantamento de dados que revelam ter algum tipo de valor e peso sobre as decisões a tomar no desenho do espaço. Possivelmente o levantamento com maior importância, o topográfico, é normalmente obtido através de curvas de nível e pontos cotados disponíveis online que, por vezes, se encontram desatualizados ou não existem de todo. Um método usado para contornar este impasse

consiste na obtenção de curvas de nível a partir do Google Earth. No entanto, uma outra forma de fazer levantamento topográfico, e mais de acordo com um fluxo de trabalho a três dimensões, é a obtenção de uma superfície tridimensional precisamente com o mesmo programa. Atualmente é possível gerar um terreno digital a partir de uma série de imagens. Esta adaptação do modo como se executa o levantamento topográfico altera todo o desenrolar do processo de projeto. Obter uma superfície tridimensional digital torna o uso de curvas de nível desnecessário e suporta o uso de ferramentas com tecnologia 3D.

De seguida entra-se numa fase de síntese onde se compõe resoluções para os desafios encontrados. Nesta etapa, na qual se recorre a esboços e planos conceituais, poder-se-á tirar partido da realidade virtual. Soluções computacionais de modelação que suportam este tipo de tecnologia permitem o desenho com ou



Figura 8 – Desenho conceitual em Realidade Virtual produzido por Matt Schaefer.

sem rigor em três dimensões, podendo estar incluída na área de desenho a superfície previamente gerada sem curvas de nível da área de intervenção. Este meio de conceitualizar é possível, mas menos eficaz a partir de um monitor, a liberdade de movimento e traçado só revela ser superior ao método analógico através da Realidade Virtual (Figura 8)¹¹.

“As ferramentas criativas de RV (...) permitem que os projetistas desenhem conceitos espaciais à mesma velocidade que rabiscam no papel. O benefício adicional dos esboços de RV é que os projetistas não têm apenas uma representação das suas ideias, mas também um artefacto 3D que podem explorar a qualquer escala.” – (Schaefer, 2018)

Após este ponto, a proposta deverá ser materializada, dando início ao projeto de modelação. Com o apoio de uma solução computacional de modelação dever-se-á desenhar a rede de caminhos num plano 2D e posteriormente sobrelevar de acordo com a superfície gerada digitalmente ou desenhar a rede de caminhos num espaço 3D em relação à mesma superfície. Neste último caso, recomenda-se a criação das áreas inalteradas em primeiro lugar (as que irão coincidir entre as duas superfícies), como por exemplo, áreas de implantação de edifícios e perímetro da área de intervenção, não só

¹¹Fonte: <http://www.mattschaeferdesign.com/designing-in-vr>

para ter pontos de referência na construção tridimensional, mas também para manter uma topografia coerente. A partir dos caminhos e áreas pavimentadas será possível gerar superfícies tridimensionais individuais das áreas verdes. Por ser uma tarefa mais precisa, é preferível o uso do monitor, mas, para teste e edição da modelação criada, a representação da proposta à escala real em realidade virtual torna-se vantajosa.

Segue-se para o projeto de vegetação que deverá ser desenvolvido numa solução computacional de renderização em tempo real. Verifica-se necessária esta mudança uma vez que se deverá projetar a vegetação com uma representação mais exata e de acordo com a realidade. Deste modo, fica-se provido de uma biblioteca de elementos vegetais de qualidade que nos irão apoiar na composição de diferentes ideias para o lugar. Este tipo de procedimento abre espaço para criatividade uma vez que facilmente obtemos resultados visíveis em três dimensões das diversas propostas.

Por fim, cabe ao projetista detalhar a proposta com elementos que acentuem a imersão do lugar de acordo com o meio de representação que usar. Uma representação em realidade virtual exigirá uma atenção mais cuidada ao detalhe uma vez que se pretende que quem visualize se sinta dentro do projeto.

4.2. Estudo Comparativo

Após a reflexão sobre como devem ser utilizadas as ferramentas com tecnologia tridimensional no processo de projeto, realizou-se um estudo comparativo entre soluções computacionais que revelavam cumprir os requisitos mínimos desejados até ao momento. Como renderizadores interativos e imersivos foram escolhidos para esta comparação o EnScene, Lumion, Twinmotion e Unreal Engine. Os escolhidos para trabalho de modelação foram o 3DSMax, Blender e SketchUp. Outras soluções computacionais foram adicionadas à comparação dado à popularidade que têm dentro da Arquitetura Paisagista como o Photoshop, V-ray, Revit e AutoCad.

Inicialmente irá verificar-se em que fase de processo de projeto cada solução computacional tem melhor desempenho (Tabela 1) de seguida irá estar em apreciação a qualidade de cada um na representação da proposta (Tabela 2) e, por fim, irão estar em comparação o preço, os recursos de aprendizagem disponíveis, a facilidade de manuseio e a curva de aprendizagem (Tabela 3), sendo que estes dois últimos se tratam de fatores eliminatórios. Uma solução computacional pode ter avaliação máxima em tudo excetuando na curva de aprendizagem e facilidade de manuseio que automaticamente torna inviável a sua utilização nesta área.

De seguida encontram-se as tabelas em que a avaliação a cada componente de cada solução computacional é feita entre valores de 0 a 5 de acordo com a escala de Lickert. A legenda para as duas primeiras tabelas é interpretada deste modo:

- 5 a 4 (verde): A componente está presente na solução computacional e é possível obter um resultado excelente ou de elevada qualidade (respetivamente).

- 3 (amarelo): A componente está presente na solução computacional e é possível obter um resultado de média qualidade.

- 2 a 1 (vermelho): A componente está presente na solução computacional, mas o resultado obtido é de baixa qualidade, não recomendável.

- 0 (branco): A componente não está presente na solução computacional.

Photoshop	1	0	4	0	0
EnScape	0	0	4	4	3
Lumion	0	0	4	3	0
Twinmotion	0	0	4	4	4
V-ray	0	0	5	0	0
Unreal Engine	0	2	5	5	5
3DSMax	0	5	4	5	3
Blender	2	5	4	5	0
SketchUp	2	5	0	0	4
Revit	5	3	2	0	0
AutoCad	5	2	1	0	0
Soluções Computacionais	Desenho 2D	Modelação 3D	Renderização	Interatividade em tempo real	Realidade Virtual
	Processo de Projeto				

Tabela 1 – Comparação do desempenho das diferentes soluções computacionais em diferentes componentes do processo de projeto em Arquitetura Paisagista.

A partir desta tabela é possível comprovar a distribuição por grupos de modeladores e renderizadores feita no primeiro parágrafo deste subcapítulo e ainda identificar um grupo especializado em desenho bidimensional. Note-se que não há uma única solução computacional capaz apresentar valores acima de 2 em todos os campos daí ser necessário a procura de um conjunto de soluções computacionais que tenham uma boa sinergia entre si e cumpram os requisitos mínimos (valores iguais ou superiores a 3) nesta e na tabela seguinte.

Photoshop	3	4	4	1	0	0
EnScape	0	4	4	4	3	3
Lumion	0	4	4	4	0	2
Twinmotion	0	4	4	4	4	4
V-ray	0	5	5	3	0	2
Unreal Engine	0	5	5	5	5	5
3DSMax	0	4	4	5	0	2
Blender	4	4	4	4	0	2
SketchUp	4	2	2	2	0	2
Revit	5	2	2	2	0	2
AutoCad	5	2	0	0	0	0
Soluções Computacionais	Plano 2D	Imagem estática	Imagem 360°	Vídeo	Interatividade em tempo real	Realidade Virtual
	Representação					

Tabela 2 – Comparação do desempenho das diferentes soluções computacionais em diferentes componentes de representação em Arquitetura Paisagista.

Analisando todos os valores até agora, o Unreal Engine revela ser o que mais se destaca ao longo de todas as componentes de renderização e representação, estando um pouco mais atrás o Blender, mais especializado em modelação, aparentando ser uma combinação viável para o desenvolvimento de um projeto. No entanto, será a partir da última tabela que se poderá concluir quais as soluções computacionais deverão ser tidas em conta na conceção de um projeto. A avaliação está feita na mesma escala de 0 a 5 com o mesmo código de cor, só que em vez de cada um ter o significado que tinha anteriormente apenas se interpreta que quanto mais elevado o número, melhor cada solução computacional fica avaliada em determinada componente.

Photoshop	5	4	5	24,59€
EnScape	5	5	4	38,08€
Lumion	5	5	4	249,92€
Twinmotion	5	5	5	Grátis
V-ray	2	2	5	26,25€
Unreal Engine	2	1	5	Grátis
3DSMax	3	3	5	255€
Blender	3	2	5	Grátis
SketchUp	5	5	4	19,19€
Revit	3	3	5	290€
AutoCad	4	4	5	279€
Soluções Computacionais	Curva de Aprendizagem	Facilidade de Manuseio	Recursos de Aprendizagem	Preço /mês (junho, 2020)

Tabela 3 – Comparação das diferentes soluções computacionais de acordo com diferentes parâmetros de avaliação.

Esta tabela permite verificar que grande parte das soluções computacionais mencionadas são de difícil uso, incluindo o Blender e Unreal Engine, que até agora pareciam ser os mais indicados para o processo de projeto em suporte digital tridimensional. A razão pela qual que isto se verifica é porque nenhum dos dois foi

desenhado em específico para projeto de arquitetura. O Unreal Engine trata-se de um motor de videojogos, exatamente o que foi mencionado num estudo analisado anteriormente, onde se verificou que, apesar da mais valia que esta solução computacional trouxe para o desenvolvimento do projeto, a complicada curva de aprendizagem e falta de destreza de manuseio dificultam qualquer processo.

Dos renderizadores, os que apresentam um melhor desempenho são o EnScene e o Twinmotion, podendo também ser considerado o Lumion, e como modelador, o SketchUp que se distingue da sua competição pela sua velocidade, facilidade de uso e funcionamento com realidade virtual. Os renderizadores aprovados funcionam perfeitamente com o SketchUp podendo-se passar para a próxima fase de comparação. Antes de avançar é necessário relembrar que o objetivo desta tese não é indicar qual o melhor ou pior programa no geral. As soluções computacionais escolhidas são apenas utilizadas para ilustrar as oportunidades que podem oferecer para a Arquitetura Paisagista através das ferramentas que disponibilizam.

Soluções computacionais focadas em projeto bidimensional já não são consideradas uma vez que o processo de projeto que se pretende desenvolver com o uso exclusivo da tecnologia 3D é possível.

4.3. O Processo de Projeto em Suporte Digital Tridimensional

Com o intuito de reduzir o número de opções de renderizadores a um, foi realizado um outro estudo comparativo. Para obter resultados mais específicos da capacidade de cada uma das soluções computacionais, foi realizado um modelo-teste.

Seguindo a metodologia descrita no subcapítulo *Potencial de Integração*, a conceção do modelo-teste iniciou-se no SketchUp a partir de um desenho bidimensional que foi sobrelevado de modo a obter diferenças de nível significativas. Neste exemplo recorreu-se ao uso do 2D uma vez que não se tratava de uma proposta para um espaço real e não existia uma superfície da área de intervenção existente sobre a qual se pudesse projetar. Estando a rede de caminhos e modelação gerados em SketchUp, desenvolveram-se as restantes etapas de projeto nos renderizadores.

Desenvolveu-se o projeto de vegetação num dos renderizadores e de seguida replicou-se o resultado nos outros, inclusive no SketchUp, para garantir uma comparação justa em todos os aspetos. Iluminação artificial, mobiliário urbano e outras componentes que aumentam o nível de imersão foram também considerados.

Relativamente ao processo de projeto em si, todas as soluções computacionais garantiram um eficaz processo iterativo, proporcionando um aumento da qualidade da proposta significativo com a constante revisão do mesmo a partir da tecnologia em tempo real. Outros aspetos encontram-se em maior detalhe na tabela seguinte (Tabela 4). A verde está assinalada a solução computacional com melhor desempenho em determinado aspeto e a vermelho o que está em falta e é considerado importante.

Resumidamente, o Twinmotion foi o que mais se destacou por possuir ferramentas cujo uso em Arquitetura Paisagista se revela bastante vantajoso, como por exemplo: a fácil manipulação de elementos paisagísticos no espaço, a possibilidade de observação do projeto de vegetação em diferentes estações do ano e fases de crescimento e ainda prever o movimento e uso do espaço. O EnScape vai de encontro à informação concluída na comparação anterior, de facto verifica-se ser o renderizador que obtém resultados mais rápidos, uma vez que funciona como uma extensão do SketchUp, mas não oferece outras utilidades únicas. O Lumion é o que apresenta uma melhor qualidade de imagem e representação da vegetação, no entanto, em comparação com os atributos dos outros, torna-se a opção menos recomendável.



Figura 9 – Modelo-teste em SketchUp.



Figura 10 – Modelo-teste em EnScape.



Figura 11 – Modelo-teste em Twinmotion.



Figura 12 – Modelo-teste em Lumion.

	Twinmotion	EnScene	Lumion
Topografia	Modelação exata do SketchUp ao importar projeto (necessário ajustar texturas).	Modelação exata do SketchUp ao importar projeto (necessário ajustar texturas).	Modelação suavizada do SketchUp ao importar projeto (sem necessidade de ajustar a disposição das texturas).
	Impossível modelar ou pintar com mais do que 1 textura a modelação importada com o projeto.	Impossível modelar ou pintar com mais do que 1 textura a modelação importada com o projeto.	Impossível modelar, mas possível pintar com mais do que 1 textura a modelação importada com o projeto.
	Possível adicionar, modelar e pintar terreno envolvente.		Possível adicionar, modelar e pintar terreno envolvente.
	Possível importar modelação do projeto à parte e depois modelar e pintar com mais do que 1 textura.		
Vegetação	Disposição por unidade, alinhamento e mancha.	Disposição por unidade.	Disposição por unidade e alinhamento.
	Qualidade elevada.	Qualidade média.	Qualidade excelente.
	Pouca variedade	Variedade elevada.	Variedade elevada.
	Possível variar a vegetação ao longo das estações do ano.		
	Possível variar a vegetação por idade.		
Animais, Pessoas e Veículos	Variedade e personalização excelente.	Pouca variedade.	Variedade elevada.
	Qualidade excelente.	Qualidade excelente.	Qualidade excelente.
	Móveis e estáticos.	Estáticos.	Móveis e estáticos.
	Animação de percursos em tempo real.		Animação de percursos em vídeo.
Água	Variedade elevada.	Variedade baixa.	Variedade elevada.
	Qualidade elevada.	Qualidade média.	Qualidade média.
Luz	Luz natural personalizável.	Luz natural personalizável.	Luz natural personalizável.
	Qualidade elevada de luz natural.	Qualidade média de luz natural.	Qualidade elevada de luz natural.
	Luz artificial personalizável.	Luz artificial personalizável.	Luz artificial personalizável.
	Variação da luz natural e artificial entre dia e noite.	Variação da luz natural entre dia e noite.	Variação da luz natural entre dia e noite.
Estruturas construídas	Qualidade elevada de estruturas.	Qualidade razoável de estruturas.	Qualidade elevada de estruturas.
	Nível de detalhe excelente.	Nível de detalhe baixo.	Nível de detalhe elevado.
	Qualidade média de reflexões.	Qualidade média de reflexões.	Qualidade elevada de reflexões.
Atmosfera	Personalização excelente de ambiente com sons, decalques, vento e condições meteorológicas.		Personalização média de ambiente com sons e desgaste de materiais.
VR	Sim.	Sim.	Não.
Outros atributos	Possível observar sistema de rega em raio-X. Ideal para obter vídeos, executáveis 3D e Realidade Virtual como produto final.	Rápida representação da proposta em 3D e Realidade Virtual	Ideal para obter imagens, vídeos ou panoramas como produto final.

Tabela 4 – Comparação da utilidade oferecida por cada solução computacional.

Concluindo, para tirar o máximo de proveito de ferramentas digitais tridimensionais e melhorar o processo de projeto dever-se-á utilizar as ferramentas que o SketchUp em combinação com o Twinmotion oferecem. O próximo capítulo está destinado a um caso de estudo onde se coloca em comparação o método sugerido, com o apoio do SketchUp e Twinmotion, com um método de conceção de projeto bidimensional, desenvolvido maioritariamente por meios analógicos e por AutoCad, num espaço real.

5. Caso de Estudo: Projeto para a Envolvente do i3S e IPATIMUP

Inicia-se agora o último capítulo que tem como objetivo comprovar os resultados obtidos no anterior. Realizou-se o enquadramento e análise do espaço em questão, a Envolvente do i3S e IPATIMUP, e adotaram-se dois processos diferentes para a conceção da proposta. O primeiro, mais convencional, foi realizado estritamente em duas dimensões enquanto que o segundo, defendido nesta tese, possui uma vertente mais tridimensional, interativa e imersiva.

Escolheu-se esta área para base do caso de estudo porque se verificou ser o local mais indicado para explorar o potencial das ferramentas com tecnologia tridimensional no processo de projeto em Arquitetura Paisagista. Os desafios que este espaço apresenta a nível de acessos, vegetação e principalmente modelação são o que o torna ideal para este caso.

5.1. Enquadramento da Área de Intervenção

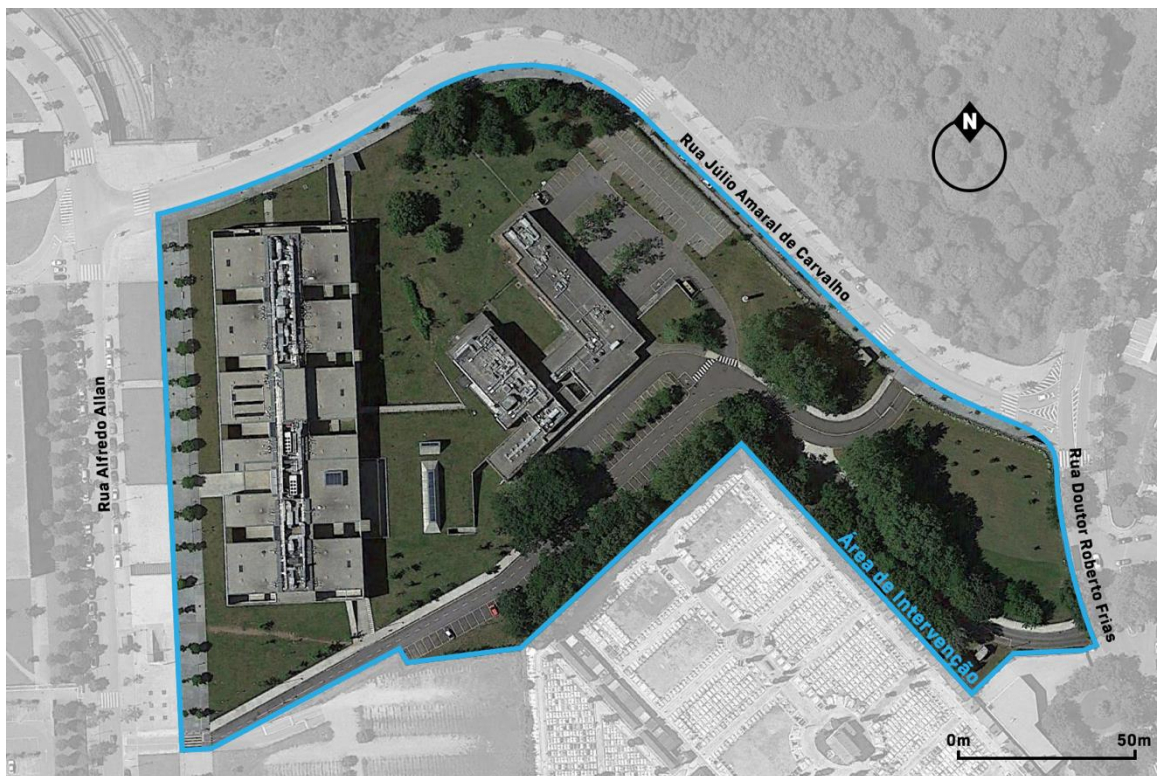


Figura 13 – Limite da área de intervenção.

Localizado no Polo 2 (Zona da Asprela) do Campus da Universidade do Porto, este espaço verde contém dois edifícios: o i3S e o IPATIMUP, conectados entre si. O primeiro é o Instituto de Investigação e Inovação em Saúde, totalmente dedicado a laboratórios e serviços de investigação e o IPATIMUP é um edifício mais antigo que foi reconvertido para salas de aulas de pós-graduação, auditórios e serviços administrativos do i3S.

A área de intervenção encontra-se maioritariamente envolvida por faculdades, sendo as mais próximas as que se encontram na Figura 14, porque se localiza quase no cerne de um dos polos universitários do Porto. Está provido de meios de transportes públicos e de parques de estacionamento sendo considerada uma zona de fácil acesso e de grande fluxo. Estudos relativos à circulação pedonal e ciclável indicam que toda a área em torno é bastante utilizada verificando-se uma mais valia se se adotasse uma ideia de campus aberto. Isto porque, apesar de possuir cerca de 3,7ha de área, a grande maioria dos espaços verdes encontram-se isolados da envolvente a partir de um gradeamento periférico que impede qualquer uso recreativo de potenciais visitantes.

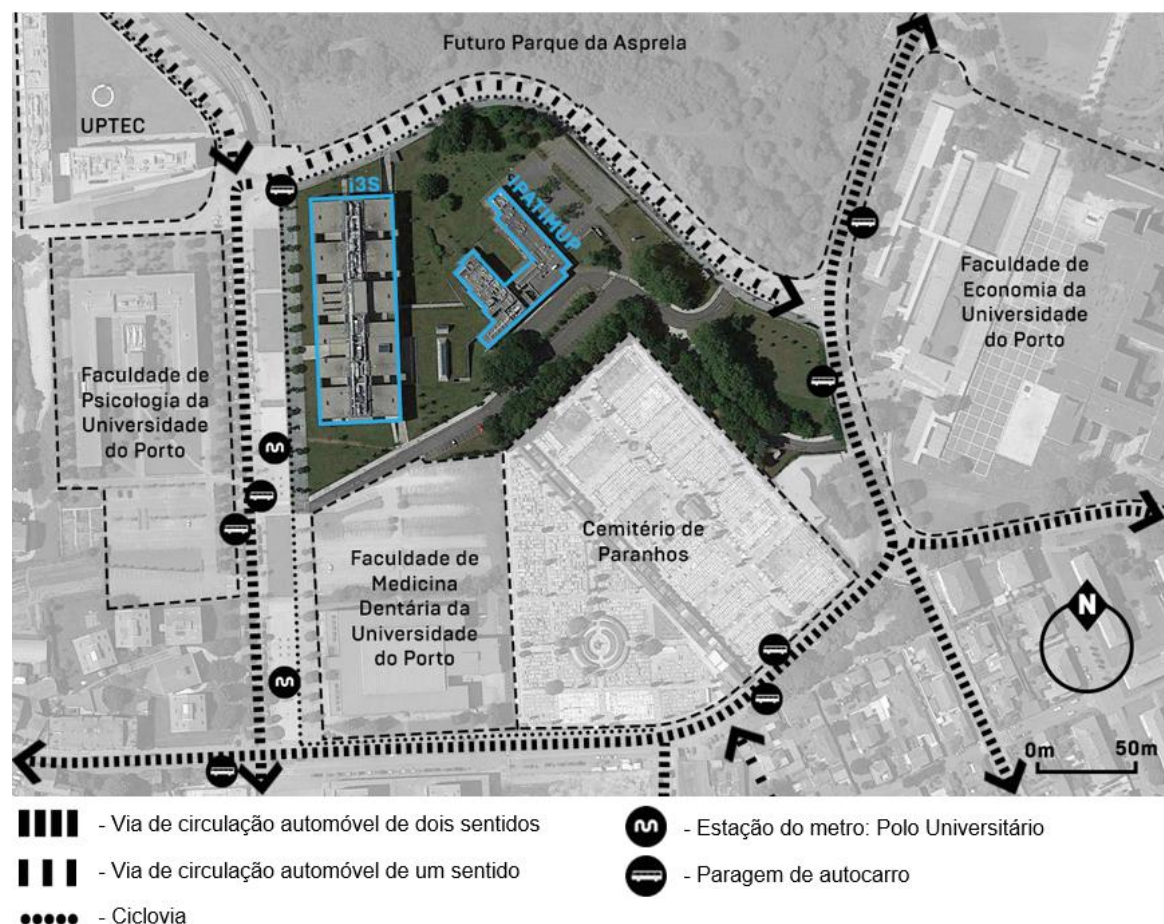


Figura 14 – Envolvente da área de intervenção.

A restrição à entrada na área de intervenção não só retira um espaço verde que deveria pertencer à comunidade como também cria uma enorme desconexão com o próprio lugar.

Trata-se de uma área com potencial a ser explorado. Não será o espaço verde que irá receber a maior atenção da comunidade académica uma vez que se encontra adjacente ao futuro Parque da Asprela, mas a sua presença irá dar uma continuidade adequada a esse parque e acomodar devidamente os utilizadores correntes.

Os pares de imagens seguintes mostram a presença desse gradeamento em dois locais em períodos de tempo distintos. Também é possível aferir o impacto que a construção do i3S teve no lugar (Figura 15) e perceber melhor o interior desta zona inacessível com a comparação da mesma imagem em diferentes estações do ano (Figura 16).



Figura 15 – Comparação entre fotografias de 2019 e de 2009 do mesmo sítio.



Figura 16 – Comparação entre fotografias de 2019 e de 2015 do mesmo sítio (Outono e Inverno).

Na última fotografia é possível observar um terreno bastante inclinado, contudo trata-se apenas de um pequeno exemplo das irregularidades topográficas possíveis encontrar ao longo de toda a área de intervenção. Apesar da diferença máxima entre cotas ser de 6 metros (desde a cota 108m a norte até à 114m a sudeste), raramente se encontra uma inclinação gradual do terreno contando com variações bruscas em diversos pontos. A partir da Cartografia do Porto dificilmente se obtém esse tipo de informação não só porque as curvas de nível estão de metro em metro como também não estão de acordo com a presença do edifício mais recente, o i3S, nem de novas vias de circulação automóvel (Figura 17). De modo a obter uma modelação mais precisa, teve-se em conta os pontos cotados junto ao muro do cemitério a Sul e os que vêm de Norte, obtidos no plano de modelação do futuro Parque da Asprela. Estes últimos foram prolongados ao longo de toda a rua Júlio Amaral de Carvalho até à área de intervenção. O resultado obtido encontra-se na Figura 18. Das diferentes irregularidades de terreno observáveis, a mais notável é a que se eleva e esconde a área que conecta os dois edifícios, formando uma cobertura verde que une e cria continuidade entre os espaços verdes a norte e sul.

A Figura 19 trata-se de uma reconstrução do plano da situação existente com o apoio de ferramentas disponíveis online. Ainda que não tenha sido desenhado para o público geral, nota-se uma falta de especificação dos espaços verdes para usufruto daqueles que frequentam as instalações do i3S e IPATIMUP.

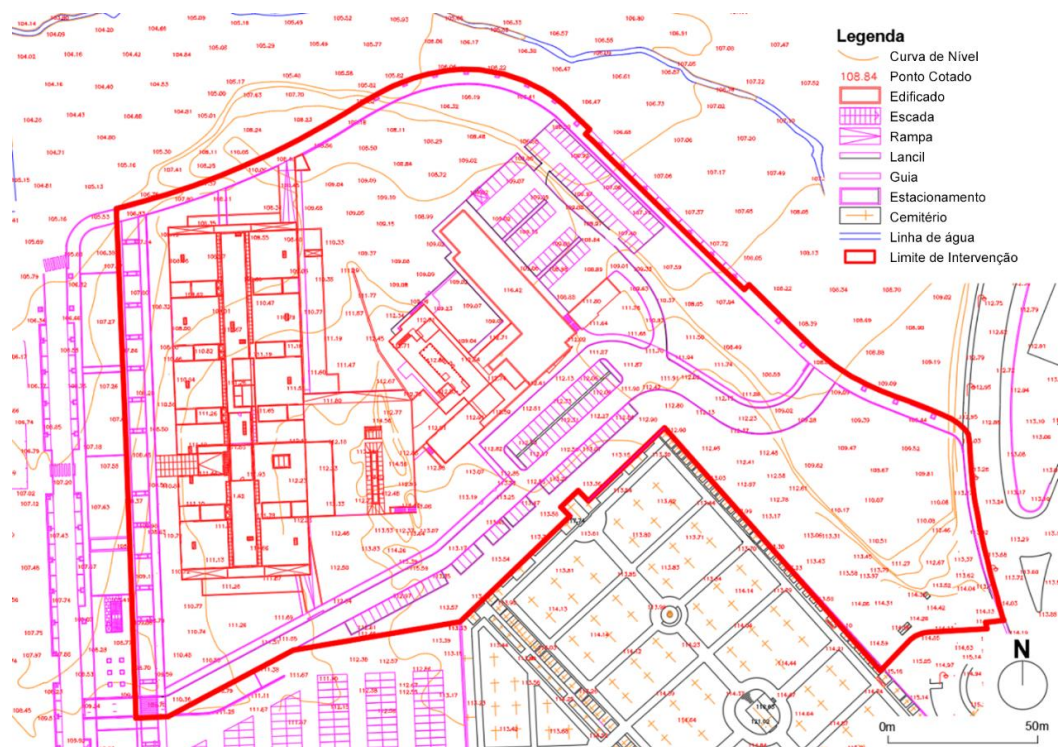


Figura 17 – Cartografia do Porto.

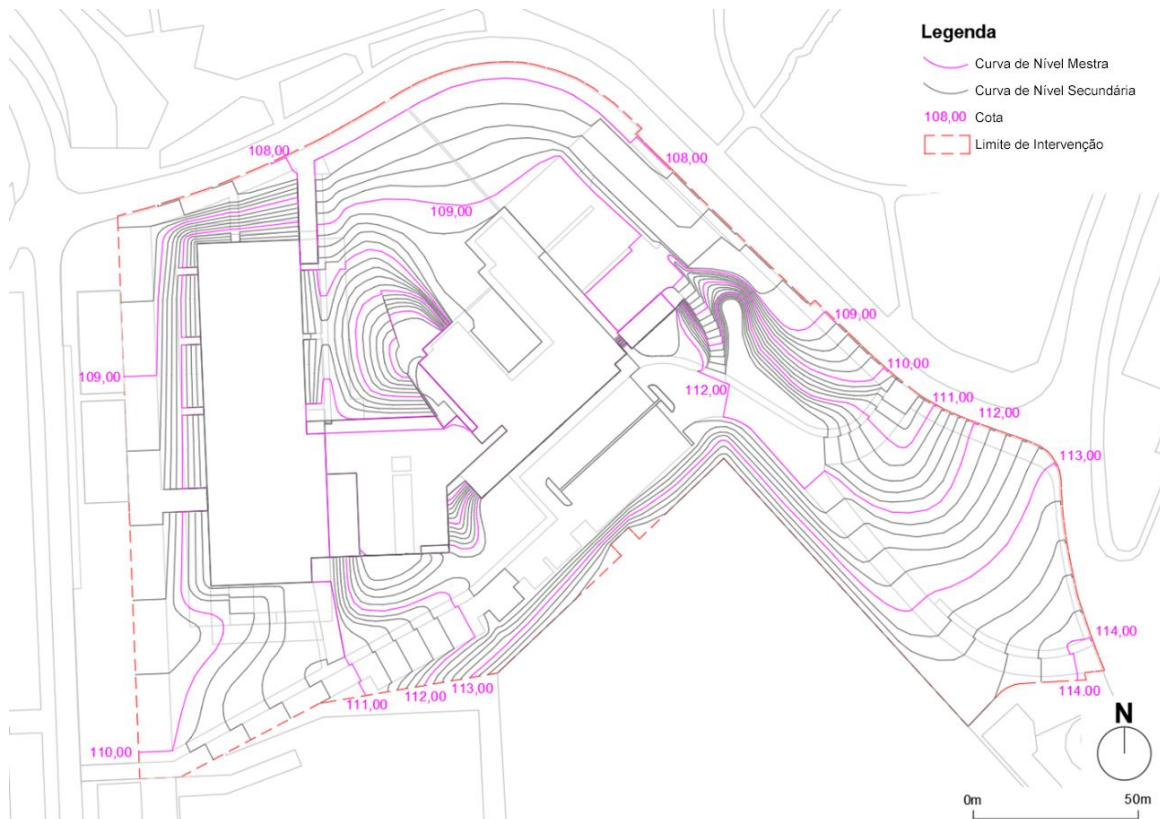


Figura 18 – Modelação de terreno existente.

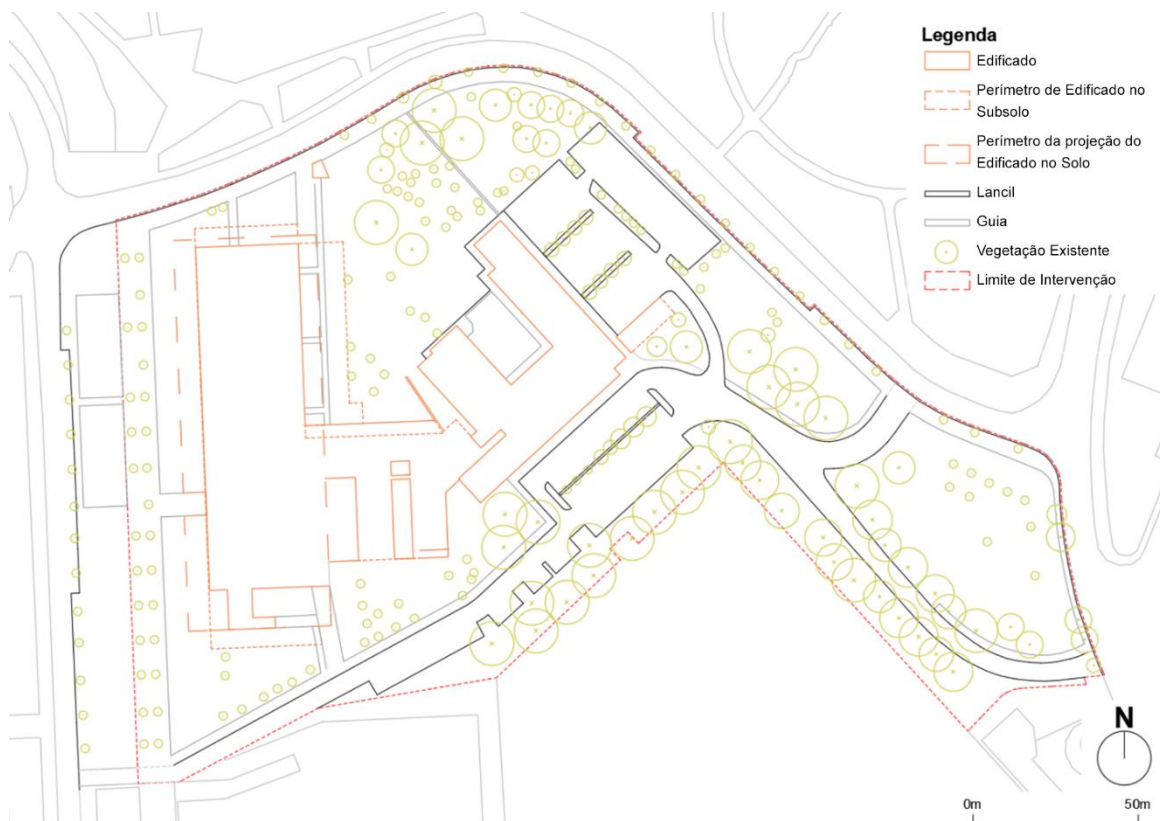


Figura 19 – Plano de situação existente.

5.2. Programa

O enquadramento descrito permitiu caracterizar o espaço de modo a entender quais os pontos fortes e fracos desta área de estudo. Com o objetivo de solucionar ou minimizar os problemas detetados e tirar proveito das oportunidades, o programa é composto pelos seguintes pontos:

- Remoção da grade e abertura de acessos para o Parque da Asprela: Isto permitirá a conexão dos espaços verdes com o exterior e abrirá novas oportunidades para a criação de acessos e caminhos.
- Demolição de um dos parques de estacionamento: Esta medida permitirá a criação de um contínuo verde, que atualmente se encontra muito fragmentado por parques de estacionamento e respetivos acessos viários, ao mesmo tempo que reduz o fluxo de veículos dentro da área de intervenção e se tira maior proveito dos transportes públicos.
- Criação de uma praça nas faces interiores do i3S e abertura de clareiras com o suporte de muretes: Com a necessidade de criar espaços de recreio para o pessoal do i3S e IPATIMUP, surge esta medida que não só torna o lugar mais apelativo como resolve grande parte das complicações associadas ao terreno acidentado.

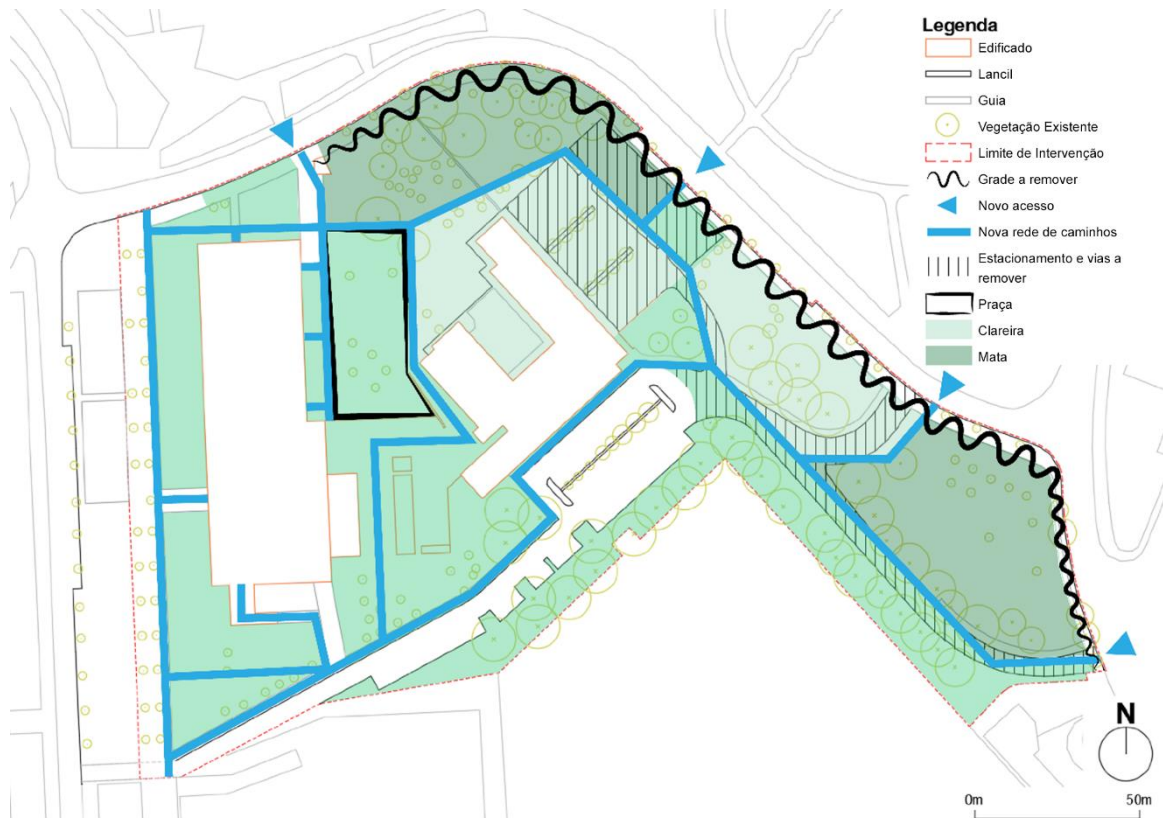


Figura 20 – Plano conceptual para a área de intervenção.

5.3. Projeto

A proposta para esta área consiste na sua abertura para as zonas envolventes e adaptação da mesma aos potenciais novos usos que poderá ter. Pretende-se que esta área de intervenção seja desenhada para o usufruto do pessoal das instalações nela contida, da comunidade académica da proximidade e de todos os visitantes que pretendam permanecer ou atravessar este espaço. Várias áreas foram compostas para os demais propósitos estando todas elas conectadas por uma rede de caminhos que permite uma circulação eficiente tanto dentro do espaço como entre este e a sua envolvente. Os principais espaços a serem criados são os que se encontram delimitados no plano concetual: uma praça, duas clareiras e duas áreas de mata.

Assumindo que as zonas de refeitório se encontram nas faces menos expostas dos edifícios, pretende-se que se crie junto às mesmas uma espécie de praça que consiga acolher um mais elevado número de indivíduos nas horas de pausa. A clareira adjacente tem como objetivo sustentar atividades mais recreativas que possam decorrer ao fim da tarde, por exemplo. Como esta se encontra em torno do edifício, seria mais adequado a existência de uma outra que não tivesse uma relação tão forte com o edificado e pudesse ser mais usufruída por um tipo de utilizadores diferente, outros membros da comunidade académica ou simplesmente por aqueles que ali circulam.

Ambas as matas têm como objetivo salvaguardar os espaços verdes interiores que possam ter mais movimento. A que se encontra a norte resguarda a praça e a clareira de modo a criar um ambiente mais reservado e não tão exposto, a que se encontra a sudeste já não tem como objetivo criar um ambiente reservado mas sim mais protegido da Rua Doutor Roberto Frias que é a via de circulação mais rápida. Esta divisão de zonas (Figura 20) foi adaptada para estar em concordância com a rede de caminhos que foram traçados não só de modo a garantir a fácil circulação no espaço, mas também para se tornar um local de atravessamento viável e confortável. Mantem-se o acesso aos edifícios e assegura-se a conexão com diferentes pontos de interesse: Parque da Asprela, faculdades, estação de metro e paragens de autocarro.

Existem apenas dois tipos de quebras de zonas verdes: o acesso viário que leva ao estacionamento do IPATIMUP e as rampas de acesso às garagens do i3S. O impacto do primeiro foi minimizando quando se removeu parte do estacionamento e se tornou uma rua sem saída. Junto ao muro do cemitério a área verde será composta pela vegetação existente sem nenhum tipo de alteração para circulação, não tornando necessário o atravessamento da via. Relativamente às rampas do i3S, que têm uma presença pronunciada na face norte e sul do edifício, houve uma tentativa de minimizar o seu

impacto. Enquanto que a rampa a sul não teve modificações significativas (até porque era a que causava menos impacto), a rampa a norte ficou provida de uma pequena ponte. Com o intuito de fazer um caminho mais direto e funcional, a existência de uma pequena passagem sobrelevada tendo em conta a altura das viaturas que por baixo circulam e a largura do edifício subterrâneo revelava ser a melhor opção uma vez que une as mesmas cotas de um lado e do outro da rampa.

Na zona que terá mais visibilidade (a frente do i3S que se encontra voltada para oeste) encontra-se um caminho largo que permite aceder a pequenos espaços de repouso acompanhados por alinhamentos arbóreos. Uma vez que este é possivelmente o caminho que atualmente tem mais movimento pretende-se melhorar a qualidade de atravessamento do mesmo. Mais a sul encontra-se o caminho que sobe até à rampa de estacionamento do i3S e que parte da proximidade da escadaria que leva ao metro. Aqui existe atualmente um caminho informal cujo propósito era garantir uma deslocação mais eficaz entre os transportes públicos e o edificado. Este trajeto existe para cobrir essa necessidade passando por uma área de repouso e mais afastada do movimento que as anteriores mencionadas. Ainda existe outra via pedonal que se separa da via para automóvel a partir de um alinhamento arbóreo que, após a passagem pelo acesso à rampa do i3S, é contínuo até ao estacionamento do IPATIMUP. A bifurcação que existe nesse caminho entre os dois edifícios permite o acesso à cobertura verde, que funcionará como clareira para lazer e dá acesso às zonas mais dedicadas ao pessoal das instalações. Na área prevista para ser uma praça encontram-se diversas zonas para se sentar ou deitar com uma quantidade de sombra adequada aos diversos gostos. O caminho que vem da cobertura verde desce a uma inclinação de 6% e é acompanhado à sua direita por patamares contidos por muretes que revelam a entrada para uma clareira. Para mitigar a presença do edifício, encontram-se árvores em torno do seu perímetro de diferentes tamanhos. A segunda clareira, mais afastada do edificado, possui vários patamares para vencer o desnível acentuado que existe enquanto que cria zonas de lazer e recreio.

Com estas ideias base foi possível a conceção de uma proposta de projeto que foi desenvolvida por dois métodos distintos. Nas figuras seguintes encontram-se dois planos, um gerado a partir do AutoCad (Figura 21) e outro gerado a partir do Twinmotion (Figura 22). As duas propostas são bastante semelhantes, mas há algumas diferenças chave que apenas se detetam com uma análise mais aprofundada sobre o projeto de modelação, o projeto de vegetação e o processo iterativo.

A representação realista gerada pela visualização de topo da maquete digital não foi uma simples conversão do anterior para 3D. A seguir entrar-se-á em maior detalhe como cada um foi desenvolvido e como o 3D permitiu solucionar problemas do outro método, possibilitando o desenvolvimento de uma proposta mais coesa e trabalhada.

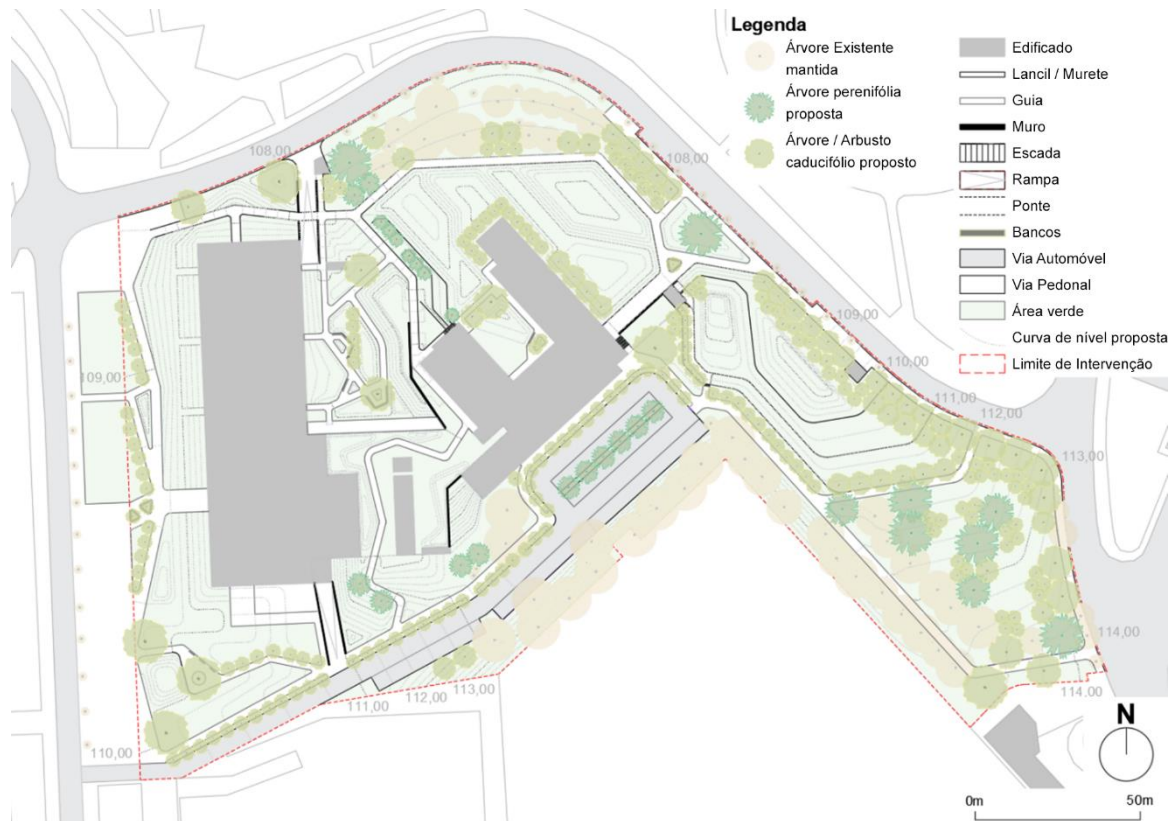


Figura 21 – Plano geral da proposta resultante do processo de projeto bidimensional.



Figura 22 – Representação realista da proposta em planta, construída a partir do modelo 3D.

5.3.1. Projeto de Modelação

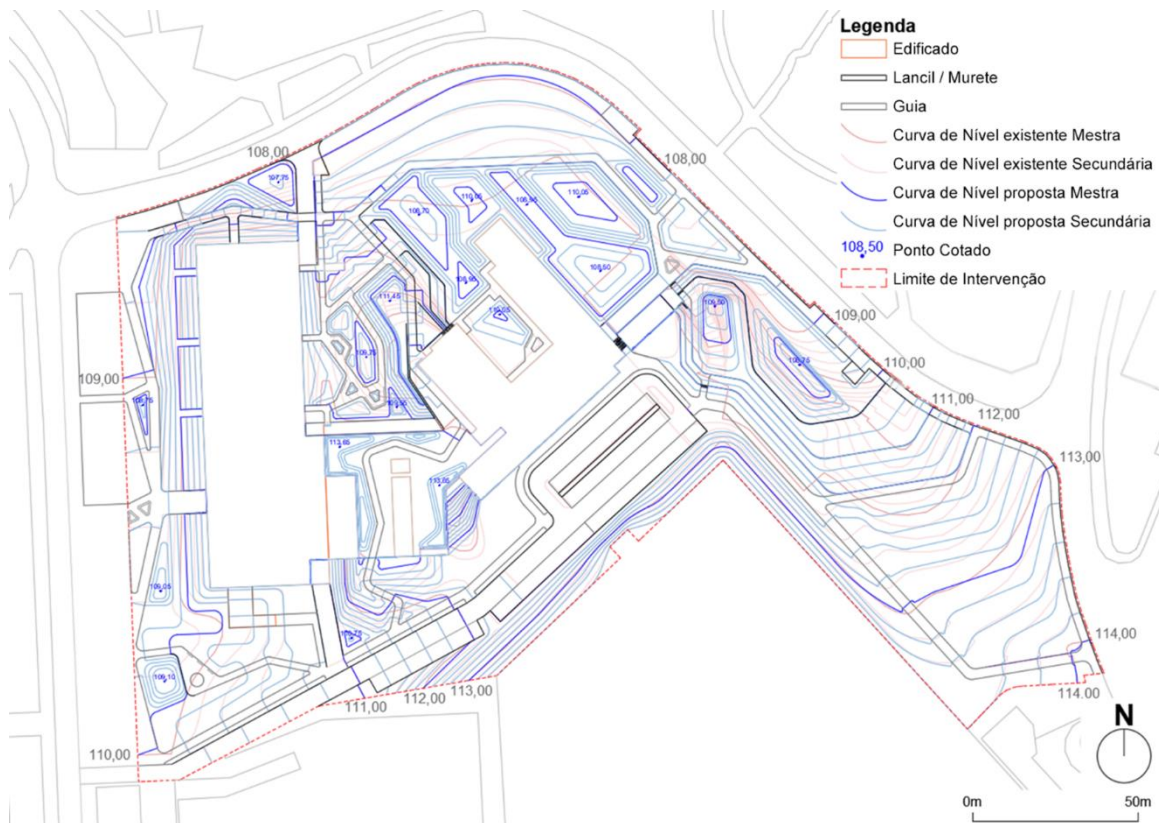


Figura 23 – Plano de modelação resultante do processo de projeto bidimensional.

De todas as fases para a conceção do projeto, esta foi a mais demorada. Uma área de intervenção com uma topografia complexa requer uma visualização tridimensional para se obter resultados mais imediatos e precisos. Uma vez que o objetivo não era já tirar partido de programas de modelação, estas curvas de nível sofreram inúmeras alterações até chegarem a um nível satisfatório.

Esta modelação (Figura 23) surgiu de acordo com alguns objetivos. Primeiramente, é garantido no máximo uma inclinação de 6% em todos os caminhos propostos, promovendo o acesso a qualquer espaço da área de intervenção por qualquer visitante. De seguida, estando a rede de caminhos composta seria ideal refletir sobre a drenagem de todo o espaço de modo a evitar que estes novos trajetos fiquem inundados. Todo o desenho da modelação tem em conta o percurso da água, esperando sempre que esta acabe nas bacias de retenção mais próximas. Um outro objetivo a alcançar com esta modelação seria criar faces do terreno voltadas a sul uma vez que a área de intervenção está bastante orientada a norte. Esse objetivo foi alcançado com a criação de pequenos taludes ao longo das clareiras para incentivar os utilizadores do espaço a deitar ou sentar voltados para o sol. As árvores que já existiam previamente e foram mantidas nesta área de intervenção têm a modelação envolvente inalterada.

Assim que o resultado revelou ser satisfatório num ponto de vista bidimensional, procedeu-se à transformação das curvas de nível numa superfície de terreno tridimensional (Figura 24).

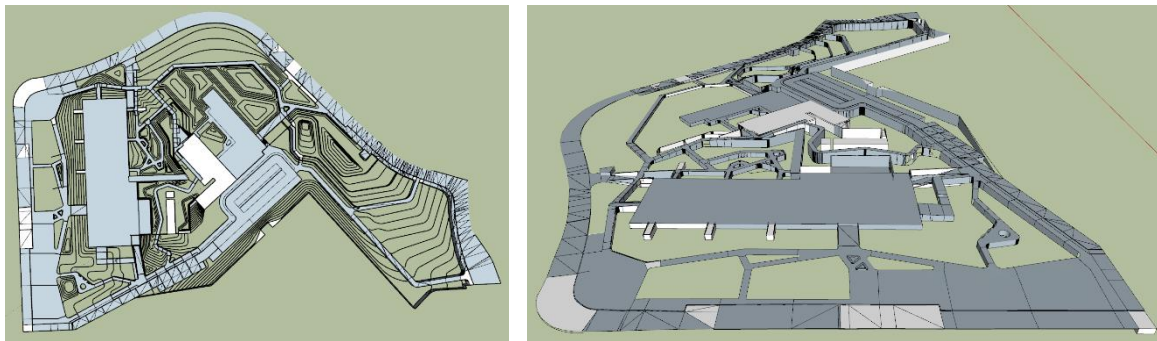


Figura 24 – Modelação tridimensional das áreas pavimentadas (vista de topo e de oeste para este).

Não foi necessário modelar a base por completo no SketchUp para detetar os erros e incongruências presentes na modelação vinda do AutoCad. Apesar de se ter tentado evitar problemas no desenho do terreno, estes não deixaram de aparecer. Uma das situações mais recorrentes, que se verificou ao longo de toda a área de intervenção, foi a alteração das transições entre espaços verdes e pavimentados. Locais onde o passeio deveria estar à mesma altura que o prado encontravam-se separados por um lancil e muretes que deveriam conter o terreno num certo espaço estendiam-se como lancis para outras zonas (Figura 25).

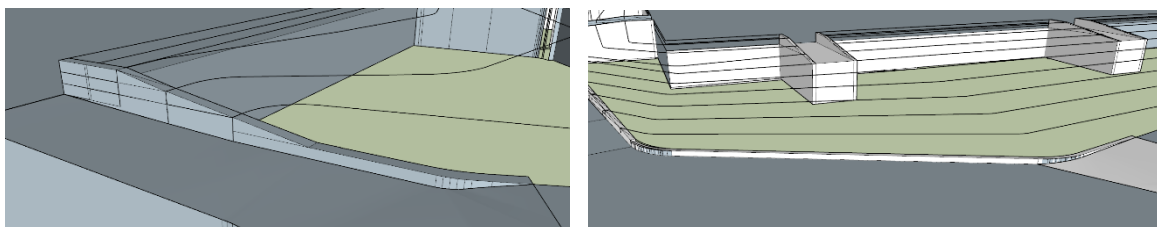


Figura 25 – Prolongamento de muretes e aparecimento de lancis indesejados.

Na figura anterior também é possível observar uma distorção brusca no caminho junto à ponta do lancil da esquerda. Verifica-se então que uma das causas deste tipo de erros provem do facto de não serem um problema perceptível em

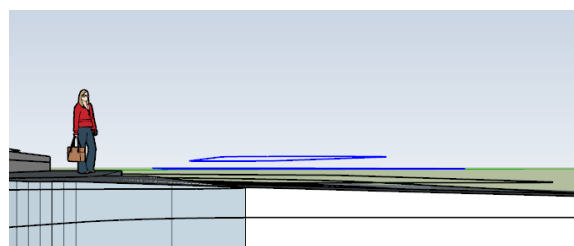


Figura 26 – Modelação do terreno sem expressão.

2D, ou seja, se o problema não for visível, dificilmente se resolve. Outro problema detetado, mas que não se verificou ser tão ocorrente foi a presença de curvas de nível que, sobrelevadas, não tinham a expressão prevista (Figura 26). No exemplo ao lado pretendia-se que a modelação criasse uma barreira visual, no entanto, numa vista tridimensional, verifica-se que não estava representado corretamente.

Estes problemas podem ser resolvidos e evitados tirando partido de soluções computacionais que funcionam com tecnologia tridimensional.

Ao lado encontra-se uma série de imagens que vão acompanhar a descrição do procedimento que se deverá ter com essa mesma tecnologia. Uma vez identificado o problema (Figura 27), deverá retirar a camada que contem as curvas de nível e desenhar a proposta exatamente como se tinha planeado – o murete acaba no fundo da rampa e remove-se o lancil entre o espaço verde e a praça adjacente (Figura 28). Estes problemas que aparentam ser pouco significativos levam a um maior custo, imprevisto à partida, e diminuem a qualidade estética do lugar. Seguidamente, de modo a gerar uma superfície de acordo com o desejado, utiliza-se a ferramenta selecionada na Figura 29 para delimitar o seu perímetro. O resultado obtido deverá ser idêntico ao que se encontra na Figura 30.

O próximo passo será a utilização da ferramenta que se encontra na Figura 31 de modo a obter uma superfície tridimensional repartida homogeneamente pela quantidade de faces quadradas necessárias. Quantas mais faces quadradas a superfície tiver, mais precisas serão as edições posteriores no terreno. No entanto, a superfície gerada sem qualquer outro tipo de intervenção deverá ter um aspeto idêntico ao da Figura 32.

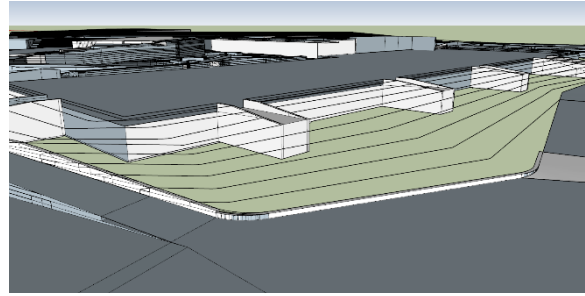


Figura 27 – Desenho do murete e eliminação do lancil.

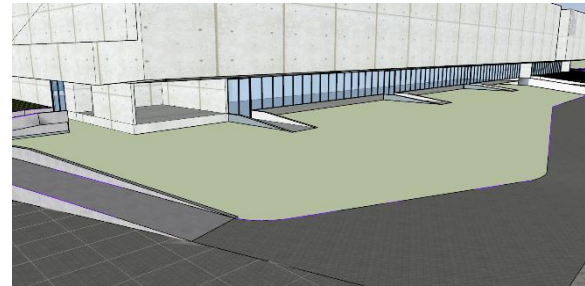


Figura 28 – Desenho do murete e eliminação do lancil.



Figura 29 – Extensão do SketchUp: Profile Builder 3, Smart-Path Selection Tool.

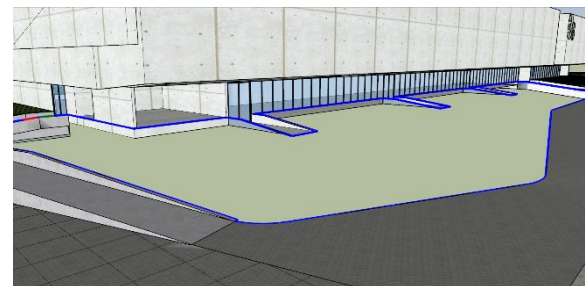


Figura 30 – Seleção do perímetro da superfície que se pretende gerar.



Figura 31 – Extensão do SketchUp: Soap Skin & Bubble, Generate Soap Skin.

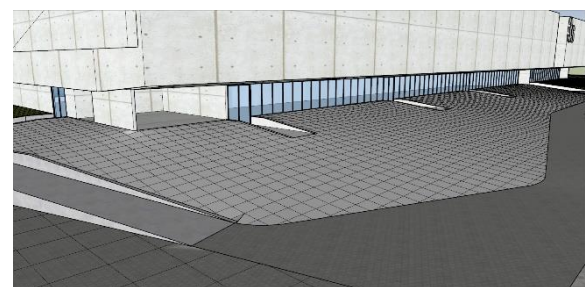


Figura 32 – Superfície lisa gerada a partir do perímetro selecionado anteriormente.

Uma vez que se não se trata de uma superfície pavimentada, lisa e uniforme, no passo seguinte adiciona-se volume à mesma de modo a obter o efeito tridimensional mais credível. O resultado obtido na Figura 34 é possível a partir do uso da ferramenta que se encontra na Figura 33: a partir de um certo valor, positivo ou negativo, esta gera uma pressão sobre a superfície, podendo resultar num efeito de aterro ou escavação.



Figura 33 – Extensão do SketchUp: Soap Skin & Bubble, Generate Soap Bubble.

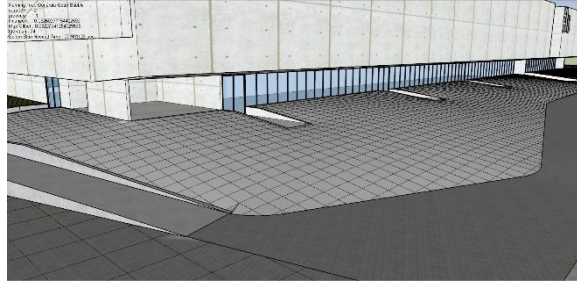


Figura 34 – Superfície com volume resultante de um valor de pressão positivo.

A superfície 3D está gerada, mas ainda não está finalizada. Com a ferramenta de pintura do SketchUp testou-se o modo como um padrão de losango se ia dispor ao longo das faces e verificou-se que nenhuma estava corretamente orientada (Figura 35). Como resposta a este problema utilizou-se a ferramenta presente na Figura 36 que permitiu orientar as faces da superfície corretamente gerando um padrão de losango intacto (Figura 37). Por fim, a superfície está pronta a ser pintada pelo respetivo material (Figura 38). Este último passo é bastante importante para manter a qualidade e imersão no espaço. Uma simples distorção de um pavimento de cubo é o suficiente para desviar o foco em qualquer projeto.

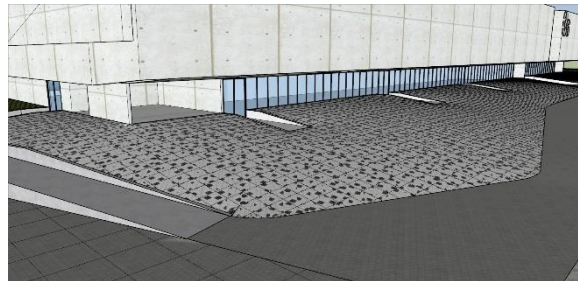


Figura 35 – Superfície pintada com um padrão losangular mal orientado.



Figura 36 – Extensão do SketchUp: Fredo6, ThruPaint, UV Painting.

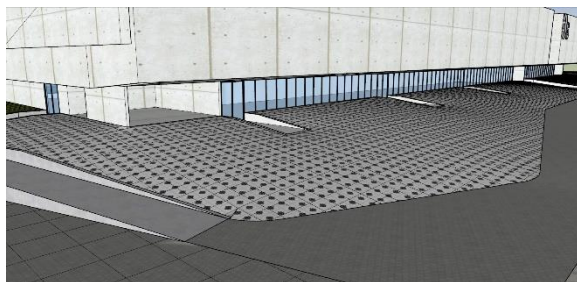


Figura 37 – Superfície pintada com um padrão losangular orientado corretamente.

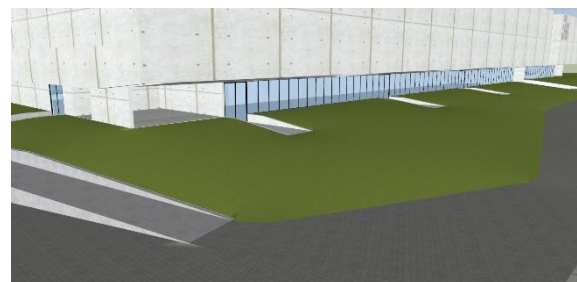
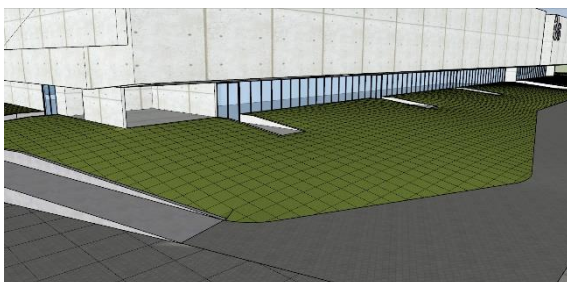


Figura 38 – Resultado final da superfície tridimensional gerada sem curvas de nível.

Aplicando este método em toda a extensão da área de intervenção, obtém-se o resultado que se pretendia. Na Figura 39 encontra-se uma visão geral sobre a proposta toda remodelada sem utilizar curvas de nível. As duas imagens seguintes revelam a leitura que uma maquete eletrónica tridimensional pode proporcionar ao projetista ou a qualquer outro indivíduo que seja confrontado com este projeto (Figura 40). Qualquer face representada está apta a sofrer quaisquer tipos de edições futuras, mantendo-se um nível de iteratividade elevado e constante ao longo do processo de projeto.



Figura 39 – Modelação do terreno gerada a partir do método descrito.

O projeto de modelação encontra-se finalizado assim que a modelação de terreno, rede de caminhos, edificado e outros elementos construídos necessários à composição do espaço, como muretes, muros e lancis, estiverem devidamente representados e dispostos. A fase seguinte será projetar a vegetação uma vez que já se tem o “canvas” tridimensional pronto para tal. Neste caso de estudo, o desenvolvimento do projeto irá continuar no Twinmotion, mas, como foi verificado anteriormente, poderia manter-se no SketchUp com o apoio da extensão EnScape.

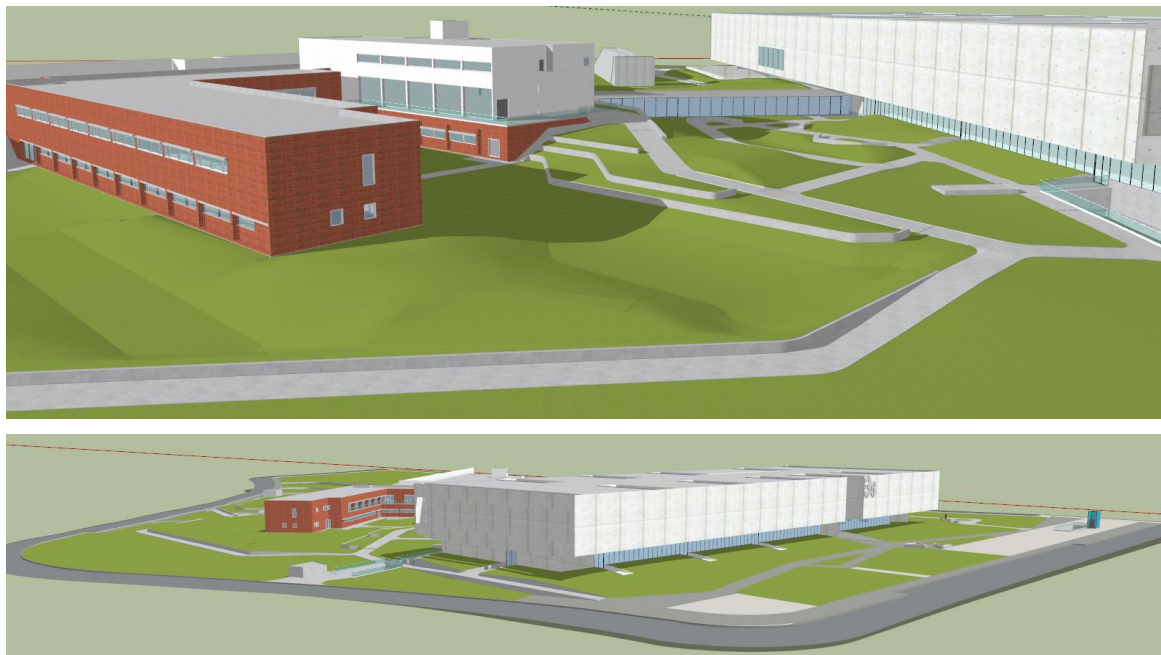
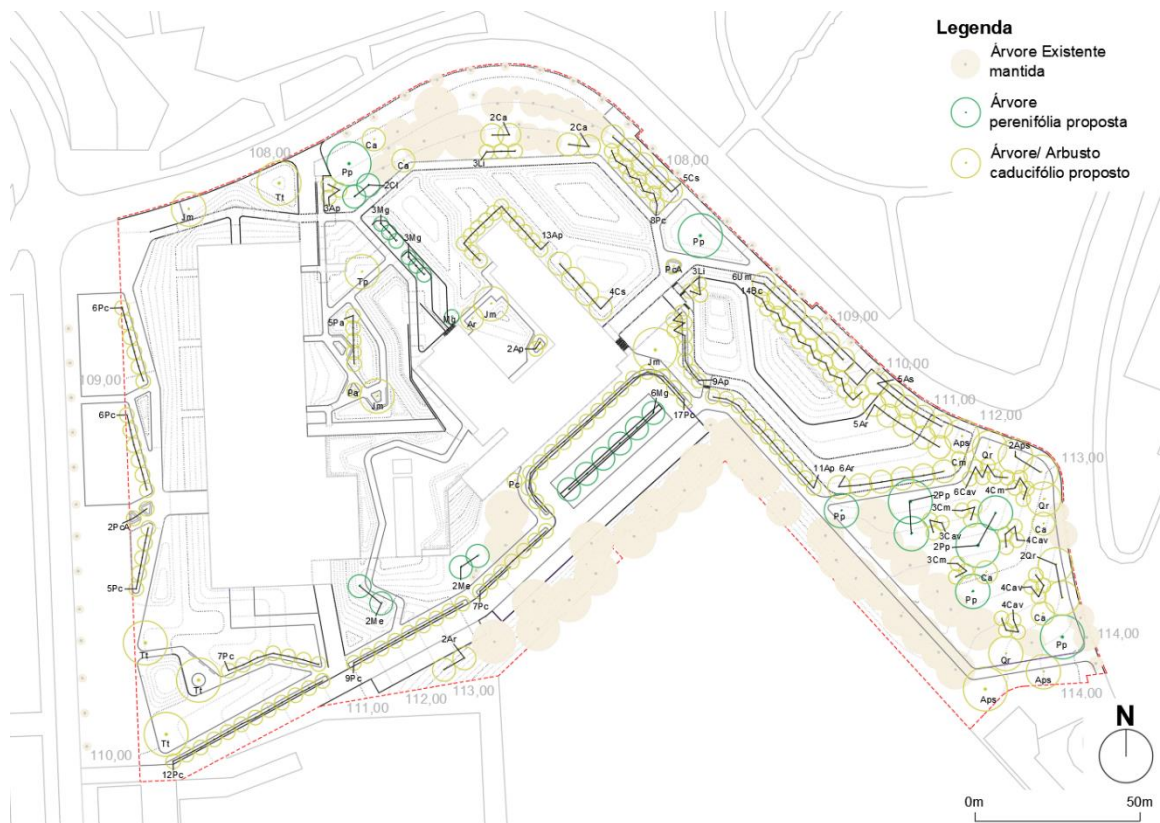


Figura 40 – Livre navegação no espaço 3D para exploração e edição do mesmo.

5.3.2. Projeto de Vegetação



Árvores propostas:

38 Ap - *Acer palmatum* (Bordo japonês)

5 Aps - *Acer pseudoplatanus* (Falso-plátano)

14 Ar - *Acer rubrum* (Bordo vermelho)

5 As - *Acer saccharinum* (Bordo prateado)

14 Bc - *Betula celtibérica* (Vidoeiro)

9 Cs - *Castanea sativa* (Castanheiro)

9 Ca - *Celtis australis* (Lodão)

2 Cl - *Chamaecyparis lawsoniana* (Cedro-branco)

4 Jm - *Jacarandá mimosifolia* (Jacarandá)

12 Mg - *Magnolia grandiflora* (Magnólia)

4 Me - *Metrosideros excelsa* (Metrosídero)

9 Pp - *Pinus pinea* (Pinheiro-manso)

6 Pa - *Prunus avium* (Cerejeira)

3 PcA - *Prunus cerasifera* "Atropurpurea" (Ameixoeira-de-jardim)

70 Pc - *Pyrus calleryana* (Pereira de flor)

3 Qr - *Quercus robur* (Carvalho-alvarinho)

1 Tp - *Tilia platyphyllos* (Tília-de-folhas-grandes)

4 Tt - *Tilia tomentosa* (Tília prateada)

6 Um - *Ulmus minor* (Ulmeiro)

Arbustos propostos:

21 Cav - *Corylus avellana* (Aveleira)

11 Cm - *Crataegus monogyna* (Pilriteiro)

6 Li - *Lagerstroemia indica* (Murta do Cabo)

8 Pc - *Philadelphus coronarius* (Sílindra)

Figura 41 - Vegetação proposta a partir do processo de projeto em duas dimensões.

O projeto de vegetação bidimensional consistiu inicialmente por entender quais as árvores que iriam permanecer no projeto e onde iriam ser colocados novos exemplares de vegetação. Tendo em conta o trabalho de modelação executados, apenas poderia ficar a mancha de vegetação junto ao cemitério, que se permaneceu relativamente inalterada, e a mancha de vegetação mais a Norte, que foi complementada com mais espécies. As árvores e arbustos propostos foram dispostos de acordo com plano concetual, constituindo zonas de matas com vegetação mais densa e mantendo clareiras desobstruídas. Alinhamentos arbóreos também foram tidos em conta em zonas mais periféricas da área de intervenção.

A escolha das espécies baseou-se principalmente nas cores que estas podiam apresentar ao longo do ano, através do tronco, folhas, flor e frutos, sendo que as mais desejadas eram as que continham vermelho e/ou branco. Uma vez que estas eram as cores dos dois edifícios, explorar as mesmas a partir da vegetação de modo a causar contraste ou complemento era o efeito mais desejado.

As espécies arbóreas com maior impacto com a sua cor vermelha são o *Acer palmatum*, *Acer rubrum* e *Pyrus calleryana* que se encontram maioritariamente em alinhamentos arbóreos periféricos, contrastando com o i3S, em torno do IPATIMUP, revigorando a sua cor, ou enquadrando a clareira a este.

As espécies que contêm a cor branca situam-se mais no estacionamento, zona de clareira e também complementam no enquadramento da clareira este. Estas composições são maioritariamente formadas pela *Betula celtibérica*, *Magnolia grandiflora* e *Prunus avium*. A *Pyrus calleryana* também entra neste grupo devido à sua intensa floração branca na primavera.

Estão presentes ainda algumas espécies cuja cor ainda não foi mencionada que têm como intuito criar uma quebra desta repetição de paleta. O *Jacarandá mimosifolia*, *Prunus cerasifera* "Atropurpurea" e *Lagerstroemia indica* estão pontualmente distribuídos de modo a identificar pontos de interesse, incentivando a circulação no espaço com as suas cores roxas e rosas.

O grupo das resinosas, composto pelo *Pinus pinea* e *Chamaecyparis lawsoniana*, estão presentes nas zonas de entrada e saída para garantir a constante identificação dos mesmos ao longo do ano.

Após a conclusão do projeto de vegetação em 2D, procedeu-se à conversão do mesmo para verificar se a proposta se traduzia num espaço tridimensional do modo como era esperado. Apesar da solução computacional utilizada não ter todas as espécies

escolhidas para a proposta, foi possível fazer uma leitura da ideia que se pretendia transmitir, com a utilização de outras com características semelhantes a nível de forma e cor, e identificar problemas. A partir da visualização ao nível do olho humano foi possível trazer uma nova perspetiva sobre a proposta, a mais importante, que até agora não tinha sido observável pelo método 2D.

Foi identificado que a estética do lugar não estava de acordo com o que era previsto, portanto, recorreu-se às ferramentas digitais tridimensionais para formar composições de vegetação diferentes e escolher a mais ideal.



Figura 42 – Primeiro teste de diferentes composições de vegetação no mesmo espaço (perspetiva e plano).



Figura 43 – Segundo teste de diferentes composições de vegetação no mesmo espaço (perspetiva e plano).



Figura 44 – Terceiro teste de diferentes composições de vegetação no mesmo espaço (perspetiva e plano).



Figura 45 – Último teste de diferentes composições de vegetação no mesmo espaço (perspetiva e plano).

Esta ação é possível tirando partido da disposição de objetos por camadas presente na solução computacional em uso. Agrupando cada ideia em diferentes camadas torna possível observar cada uma através de um processo iterativo não destrutivo em meros segundos. Existe assim um poder significativo de comparação no modo como se percebe a forma, tamanho e cor dos diversos elementos naturais.

Em conjunto com mais uma utilidade, um outro elemento de comparação pode ser considerado: a sombra. Localizando no mapa a posição da área de intervenção e ajustando a direção do Norte (Figura 46), é possível obter uma orientação solar a qualquer hora do dia de qualquer mês bastante precisa.

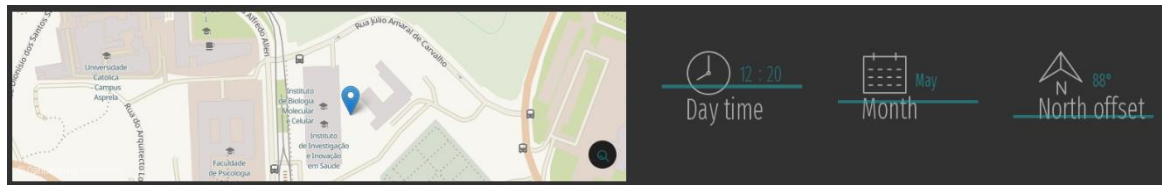


Figura 46 – Ferramenta do Twinmotion: Settings, Localization.

O segundo problema detetado com a projeção da vegetação em duas dimensões resultou da falta de perceção no que toca ao crescimento das árvores a longo prazo. A partir de uma ferramenta presente no Twinmotion foi possível verificar que certas árvores tinham crescimentos diferentes dos expectáveis, colidindo em grande parte com o edificado ou sobrepondo-se demasiado umas sobre as outras. Um exemplo desse problema encontra-se na Figura 47, árvores que não apresentavam problemas numa fase inicial acabaram por “consumir” o edifício.



Figura 47 – Antes e Depois, previsão do crescimento do estrato arbóreo.

A ferramenta mencionada encontra-se na Figura 48 e é a partir desta que se consegue observar a vegetação em diferentes estados de crescimento, podendo afetar todas as árvores da área de intervenção ou apenas as seleccionadas, permitindo assim a adição de mais um aspeto a ter em conta no planeamento de vegetação em suporte digital tridimensional (Figura 49).



Figura 48 – Ferramenta do Twinmotion: Settings, Weather.



Figura 49 – Estudo do crescimento da vegetação ao longo dos anos no mesmo local.

Esta solução computacional contém um catálogo de vegetação especial uma vez que é capaz de responder a diferentes necessidades exigidas no campo da Arquitetura Paisagista. Cada árvore, arbusto e herbácea contém diferentes parâmetros personalizáveis que tornam cada indivíduo único.

Outro aspeto que influencia a percepção do espaço é a maneira como a vegetação reage às diferentes estações do ano, tratando-se de outro fator necessário ter em conta no planeamento de um espaço exterior cujo efeito não é tão perceptível em duas dimensões. Como foi possível verificar no plano de vegetação, houve uma distinção prévia entre perenes e caducas, no entanto, somente quando se construiu a proposta num meio tridimensional é que ficou perceptível quão deserta ficava a área de intervenção no inverno. A inability de observar todos estes fatores no momento podem pôr em causa a proposta.



Figura 50 – Proposta para a área de intervenção no verão e no inverno.

Esta alteração sazonal da vegetação também está incluída no conjunto de parâmetros personalizáveis referidos anteriormente. Tirando partido desta utilidade, foi possível fazer uma melhor composição de vegetação onde a quantidade de perenes e caducas estavam equilibradas de modo a abrir os diversos campos de visão desejados. Outro ponto que esta ferramenta permitiu trabalhar foi o jogo de cores possíveis ao longo do ano devido ao acesso imediato ao aspeto de cada indivíduo em diferentes estações.



Figura 51 – Proposta para a área de intervenção na primavera, verão, outono e inverno; estudo da variação da vegetação com a sazonalidade.

A ferramenta do Twinmotion que permitiu obter estes resultados encontra-se na Figura 52 e trata-se de um outro parâmetro regulado por um botão deslizante, num clique obtém-se estas variações na vegetação. A facilidade de manuseio desta solução computacional verifica-se recorrente e vai de acordo com a tabela apresentada no capítulo anterior.

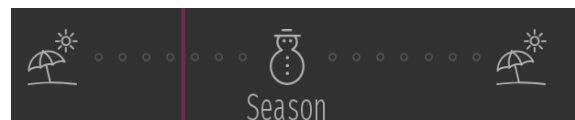


Figura 52 – Ferramenta do Twinmotion: Settings, Weather.

Finalmente, o último desafio que projetar num meio bidimensional oferece é desenvolver composições harmoniosas entre os diferentes estratos de vegetação que existem. Apesar de se estar ciente das coordenadas x e y ao desenhar, a variável que prevalece e faz a diferença é a z. Estando esta em falta, o impacto que as composições vegetais têm no espaço não é traduzido a quem observa. Portanto, será conveniente tirar partido das funcionalidades que a tecnologia tridimensional oferece.

Na Figura 53 encontra-se a ferramenta que permite popular o espaço com conjuntos de espécies vegetais diferentes. Apesar de funcionar com árvores, o seu uso ideal verifica-se na composição de prado e de outros estratos mais baixos (Figura 54). Se após uma pintura do terreno o resultado não for o esperado, sempre é possível editar as espécies nela contida, assim como tamanho e quantidade, tudo em tempo real.

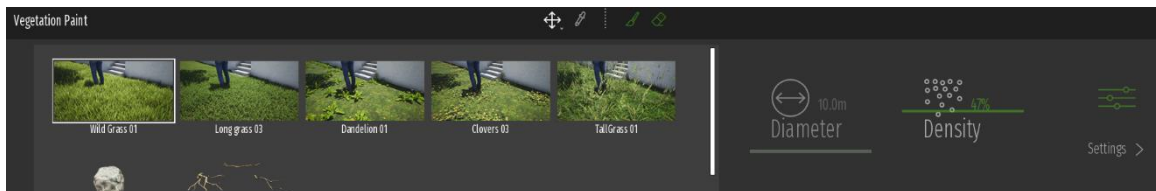


Figura 53 – Ferramenta do Twinmotion: Vegetation Paint.

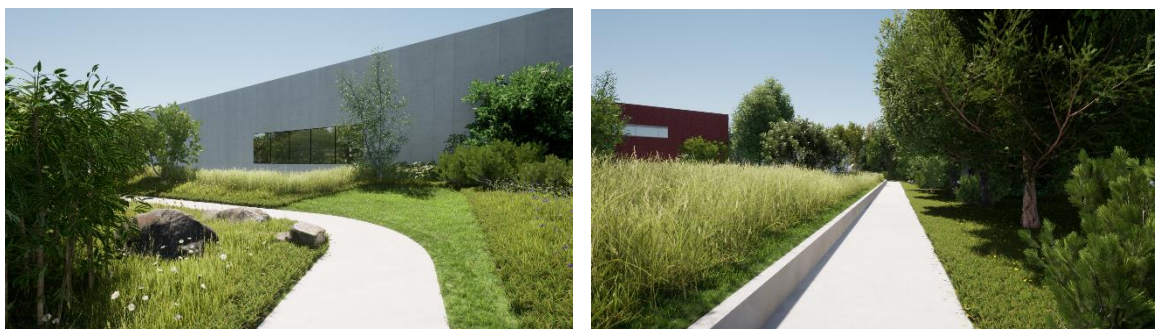
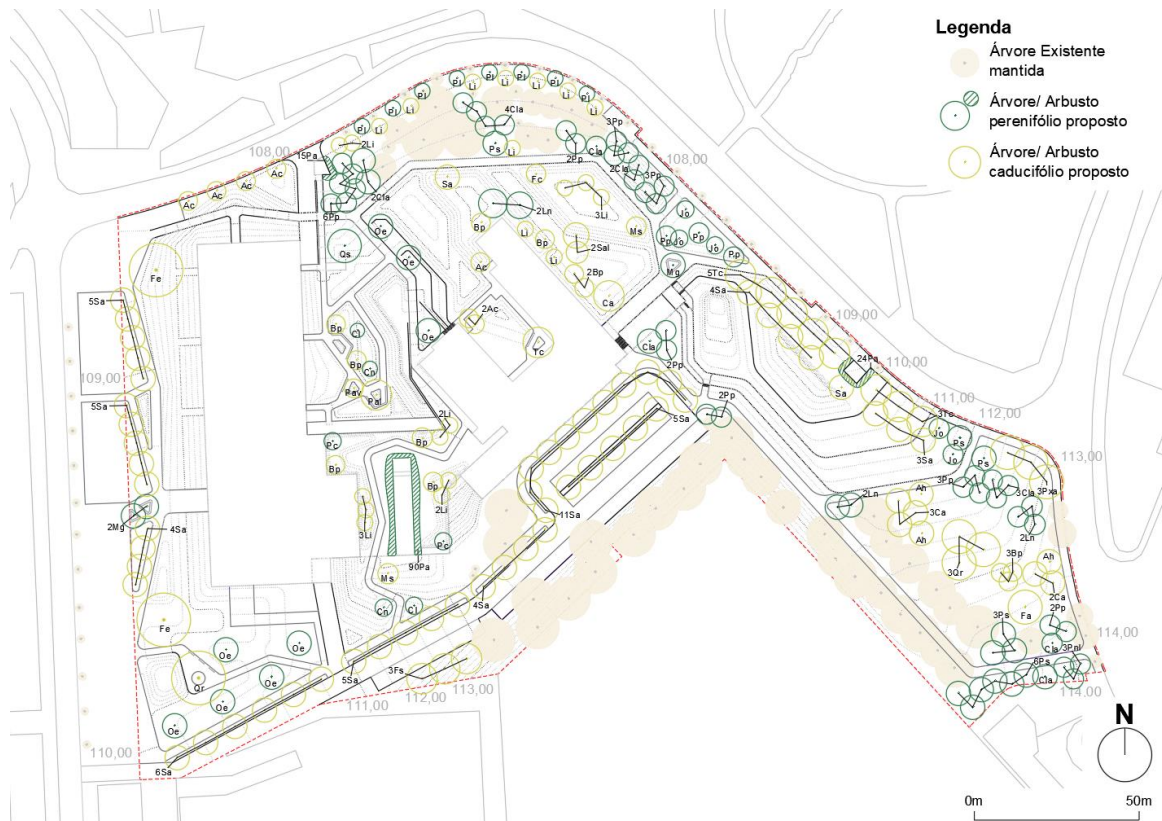


Figura 54 – Exemplos de estratos de vegetação dispostos a partir da ferramenta mencionada anteriormente.

Tendo em conta o que foi descrito, uma nova proposta de vegetação surgiu. Na Figura 55 é possível visualizar em plano 2D o resultado que se obteve em 3D para facilitar a comparação entre os dois métodos utilizados.

Revela-se uma disposição mais solta da vegetação em zonas mais abertas uma vez que foi trabalhada ao nível do olho humano tendo em conta vários fatores que são apenas perceptíveis ao circular sobre a proposta. A paleta de cores anteriormente escolhida ficou agora mais abrangente, sem o aspeto tão técnico que tinha, para garantir uma variedade mais acolhedora. Existe ainda a predominância no vermelho, sobretudo em torno do i3S, mas agora presente devido à *Sorbus aucuparia*, cuja forma e aspeto estavam mais de acordo com o que era idealizado para o espaço do que a *Pyrus calleryana*. Existe também uma procura pelo equilíbrio entre vegetação perene e caduca que resulta numa melhor organização e aspeto do espaço ao longo de todas as estações do ano. As perenifólias predominantes são o *Pinus pinaster* e a *Chamaecyparis lawsoniana* dado que as duas formas quase opostas permitem obter as composições desejadas. Apesar da aparente dominância em número da *Phyllostachys aurea*, esta apenas se encontra em torno de pequenas estruturas construídas para diminuir o seu impacto, ao passo que o arbusto que mais realce tem é a *Lagerstroemia indica*.



Árvores propostas:

7 Ac - *Acer campestre* (Bordo Comum)

3 Ah - *Aesculus Hippocastanum* (Castanheiro-da-Índia)

12 Bp - *Betula pubescens* (Vidoeiro)

6 Ca - *Celtis australis* (Iódão-bastardo)

15 Cla - *Chameacyparis lawsoniana* (Cedro-branco)

2 Cn - *Citrus limon* (Limoeiro)

3 Fg - *Fagus sylvatica* (Faia)

1 Fc - *Ficus carica* (Figueira)

1 Fa - *Fraxinus angustifolia* (Freixo-comum)

2 Fa - *Fraxinus Excelsior* (Freixo-europeu)

3 Mg - *Magnolia grandiflora* (Magnolia)

2 Ms - *Malus sylvestris* (Macieira-brava)

8 Oe - *Olea europaea* (Oliveira)

26 Pp - *Pinus pinaster* (Pinheiro-bravo)

6 Ps - *Pinus sylvestris* (Pinheiro-silvestre)

3 Pxa - *Platanus x acerifolia* (Plátano)

1 Pal - *Populus alba* (Choupo-branco)

3 Pnl - *Populus nigra* "Italica" (Choupo-negro-de-copa-estreita)

1 Pav - *Prunus avium* (Cerejeira)

4 Qr - *Quercus robur* (Carvalho-alvarinho)

1 Qs - *Quercus suber* (Sobreiro)

2 Sal - *Salix alba* (Salgueiro-branco)

46 Sa - *Sorbus aucuparia* (Tramazeira)

9 Tc - *Tilia cordata* (Tília de Folhas Pequenas)

Arbustos propostos:

2 Cla - *Cotoneaster lacteus* (Cotoneaster de Folha Larga)

4 Jo - *Juniperus oxycedrus* (Zimbro)

19 Li - *Lagerstroemia indica* (Murta do Cabo)

6 Nl - *Laurus nobilis* (Loureiro)

129 Pa - *Phyllostachys aurea* (Bambu dourado)

8 Pl - *Prunus lusitanica* (Azereiro)

2 Pc - *Pyracantha coccinea* (Piracanto)

Figura 55 - Vegetação proposta a partir do processo de projeto em três dimensões.

5.3.3. Projeto Imersivo

Até agora houve uma descrição de um possível modo de projetar em três dimensões, onde se realçou o carácter interativo inerente a esta tecnologia. Como já foi mencionado há uns capítulos atrás, quer em fase de desenvolvimento como de representação, a interatividade é um dos fatores que proporciona imersão. A partir deste ponto indicar-se-á como detalhar a proposta de modo a garantir o envolvimento de quem visualiza o ambiente virtual.

Os objetos a acrescentar após o projeto de modelação e vegetação, que deverão fazer parte da proposta em si, são toda a iluminação artificial e mobiliário urbano que tenha sido esquecido. Na Figura 57 consegue-se perceber como o local ganha mais atmosfera e credibilidade ao seguir este passo em comparação com a



Figura 56 – Proposta sem iluminação artificial e com mobiliário urbano em falta.



Figura 57 – Versão diurna e noturna da proposta com iluminação artificial e mobiliário urbano.

Deverá ter-se em consideração outros elementos presentes no mundo real exterior para oferecer contextualização e não dar a entender que a proposta se encontra isolada da sua envolvente. Na Figura 58 encontram-se exemplos desses objetos estáticos.



Figura 58 - Adição de objetos estáticos para contextualização da proposta.

Por fim, e definitivamente o elemento mais importante, deverão ser adicionadas figuras humanas. Ao contrário dos outros objetos mencionados que podem ser acrescentados apenas numa fase final, esta solução computacional possui diversas ferramentas relacionadas a esta função que devem ser usufruídas ao longo de todo o desenvolvimento do projeto. Não só as figuras humanas disponíveis aumentam a sensação de ser envolvido e incluído no espaço como permitem avaliar e prever o comportamento e relações entre indivíduos na área de intervenção. De entre o diverso catálogo de indivíduos nesta solução computacional, destacam-se os seguintes:

- Figuras estacionárias animadas: estas podem ser escolhidas uma a uma ou adicionadas através de grupos à área de intervenção. Existe uma quantidade considerável de figuras humanas distintas, com roupa e ações personalizáveis. Isto permite não só com que não haja repetição de personagens na cena como também especificar as ações que fazem em determinada situação (Figura 59).

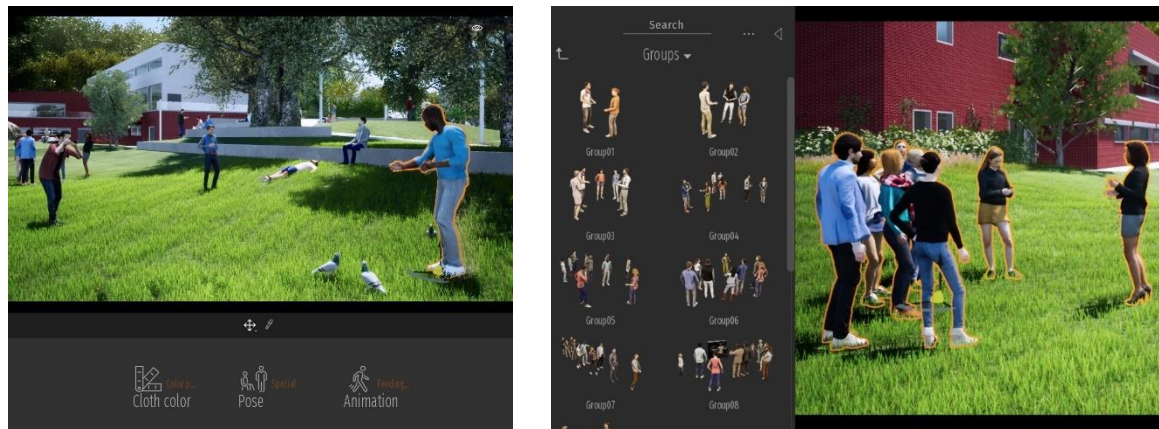


Figura 59 - Personalização de personagens e seleção de grupos.

- Percurso de objetos: esta ferramenta permite traçar vários caminhos que podem ser percorridos por pessoas através de diversos modos. A circulação pedonal e ciclável permitem avaliar o modo como o espaço é utilizado e se os caminhos estão otimizados de acordo com o espetável. A circulação através do automóvel, barco ou avião também podem ser adicionados e realçarão o efeito imersivo da maquete digital tridimensional. Cada percurso inclui diversos fatores personalizáveis que variam consoante o meio de deslocação (Figura 60).

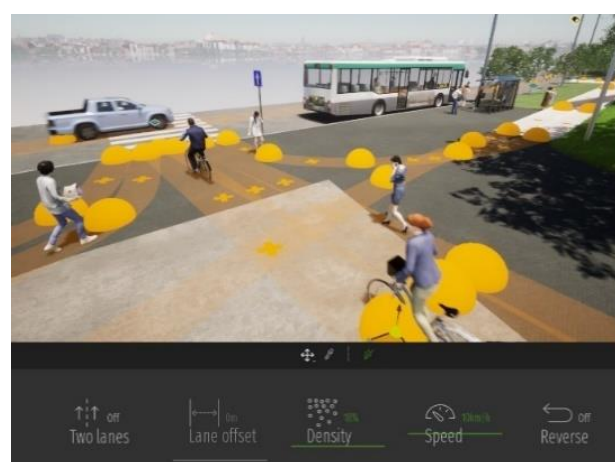


Figura 60 - Diversos percursos (a laranja) e fatores personalizáveis da circulação por bicicleta (em baixo).

O modo como se representa toda a proposta no final é que irá ditar se o nível de imersão é elevado, e tira proveito destas últimas ferramentas, ou se é baixo. Este tipo de soluções computacionais permitem exportar o projeto em diversos meios convencionais como imagem, imagem panorama e vídeo, que não proporcionam qualquer tipo de imersão, no entanto, estão dotados de outros métodos que correspondem às nossas necessidades, o executável (ficheiro partilhável e interativo da proposta), que proporciona um nível de imersão baixo e a realidade virtual, que se encontra no topo das experiências imersivas do mundo digital.

5.3.4. Processo Iterativo

No subcapítulo relacionado com o processo de projeto em Arquitetura Paisagista, foi indicado que o mesmo se desenvolve tirando partido da exposição visual do que se está a projetar. Desse modo, é possível observar os diferentes desafios e compor possíveis soluções. À medida que se vai avançando neste processo, novas situações ocorrem ou novos elementos entram em consideração no desenvolvimento da proposta, sendo necessária uma nova revisão. Conclui-se assim que se trata de um processo não linear em que uma constante análise da proposta é necessária para a aprimorar.

Tendo em conta a comparação feita entre o processo bidimensional e tridimensional nos subcapítulos anteriores, pode-se afirmar que o último mencionado está melhor adaptado para acolher a iteração desejada. A velocidade com que a ideia que se tem é representada e trabalhada é o motivo pela qual isto se verifica.

A nível de projeto de modelação, o processo apoiado por ferramentas digitais tridimensionais (Figura 31 e Figura 33) permite rapidamente gerar e editar superfícies de terreno, possibilitando uma considerável fluidez e experimentação de diversas ideias.

O projeto de vegetação também revela estar otimizado devido à facilidade de disposição de vegetação (Figura 53), rápida observação dos efeitos da crescimento e sazonalidade (Figura 49 e Figura 51) e simplicidade na comparação de várias composições vegetais para determinado espaço (Figura 42 até Figura 45).

Em contraste com o processo de projeto em suporte bidimensional, o digital tridimensional funciona sempre em torno de um base que pode ser multiplicável e editável, constantemente sujeita a alterações que podem ser não destrutivas.

6. Considerações Finais

Neste último capítulo tentar-se-á fazer uma análise dos resultados obtidos no caso de estudo e posteriormente concluir que ideias podem ser retiradas de todo este trabalho. Pretende-se que não só sejam evidentes os pontos negativos e positivos da representação digital tridimensional (3D) em Arquitetura Paisagista como também como os mitigar e evoluir, respetivamente, no futuro.

6.1. Discussão

A aplicação do processo de projeto em suporte digital tridimensional para a formulação de uma proposta para a área de intervenção do caso de estudo revelou ter sido bem-sucedida, uma vez que correspondeu tanto às minhas expectativas como à revisão bibliográfica. A tecnologia tridimensional em Arquitetura Paisagista provou ter um melhor desempenho na representação do conceito em relação aos habituais meios bidimensionais ao mesmo tempo que facilita o desenvolvimento do mesmo ao tornar o processo iterativo mais eficiente.

A nível de modelação, permitiu uma simplificação no manuseio e edição do terreno, sem o uso de curvas de nível e pontos cotados, através de superfícies geradas digitalmente. Estas superfícies poderiam ser convertidas em curvas de nível caso houvesse necessidade de compor planos de modelação, assegurando o caráter de complementaridade deste método.

Em termos de vegetação, a representação detalhada de cada espécie de cada estrato vegetal em diversas épocas do ano e diferentes estados de crescimento provaram ser apenas uma mais valia na composição da proposta.

O processo proposto tem como objetivo complementar os processos atuais, propondo métodos alternativos que permitem um aumento da qualidade das propostas. Na sua totalidade verificou-se que se trata de um processo simples, rápido e eficaz que transfere o tempo que previamente era usado na obtenção de peças de representação para o mais essencial processo criativo. O projetista apenas necessitará de se focar no desenvolvimento da proposta, que por si só é facilitado tanto pela renderização em tempo real como realidade virtual, que terá como subproduto uma maquete eletrónica para os demais usos.

No entanto, é necessário ter em atenção que, apesar da tecnologia se encontrar num nível bastante avançado, as ferramentas que diretamente auxiliam o desenvolvimento do projeto em arquitetura paisagista ainda têm muito que evoluir.

Nenhuma das soluções computacionais foi desenvolvida especificamente para esta área, fazendo que aspetos mais relacionados com a vegetação estejam em défice.

No Twinmotion, apesar de cada exemplar de vegetação presente no seu catálogo conter dados relativos à variação de tamanho e aspeto com a idade, não só não apresentava variações em cada fase de crescimento como, por vezes, a diferença que se verificava entre cada uma não era nada mais do que um redimensionamento do objeto vegetal. É importante mencionar também que a quantidade de espécies vegetais disponíveis ainda é muito escassa obrigando o projetista a depender de outras com aspeto idêntico para compor a cena.

Tendo em conta estes pontos positivos e negativos, é possível formular hipóteses daquilo que se espera desta tecnologia em Arquitetura Paisagista tanto num futuro próximo como num pouco mais distante.

6.2. Conclusões

Esta tese permitiu reforçar a ideia do quão importante é o envolvimento da Arquitetura Paisagista com as novas tecnologias. O método apresentado funciona em torno da renderização em tempo real a partir de um monitor, algo com que atualmente já estamos familiarizados, e adapta-se de modo a tirar proveito da próxima ferramenta que permite trazer mais benefícios para a área, a realidade virtual. Verifica-se que se trata de uma utilidade cada vez mais acessível não só pela continua redução do custo do equipamento necessário para o seu uso como também pela quantidade de recursos de aprendizagem e meios de modelação tridimensionais intuitivos disponíveis. A progressão gradual no mundo tecnológico é o que vai garantir a adaptação da Arquitetura Paisagista ao futuro, estando, mais tarde, cada projetista apto a fazer novas adaptações no seu método de trabalho.

É importante mencionar que o uso destas ferramentas traz benefícios indiretos ao arquiteto paisagista, não se limitam só a afetar o modo de projetar com a melhoria do desempenho e gestão do tempo. Para além disso, também permitem o desenvolvimento de novas competências e, consequentemente, abrem-se novas possibilidades. O desenvolvimento e consolidação de competências a nível do 3D em tempo real e realidade virtual é vantajoso no facto em que, atualmente, a procura por profissionais com essas competências é elevado e, de acordo com um estudo realizado pela Epic Games, continuará a aumentar significativamente na próxima década. Relativamente às possibilidades, esta expansão da Arquitetura Paisagista poderá abranger novas carreiras como criador de cenários e ambientes para jogos de computador, artista 3D e especialista

de visualização 3D. A utilização da tecnologia tridimensional no ensino também traz vantagens porque diminui a necessidade de abstração e possibilita que o arquiteto paisagista fique mais conhecedor da sua proposta.

Esta trata-se de uma área de investigação atual na qual a Arquitetura Paisagista deve ter um papel preponderante. Existem muitos desenvolvimentos oriundos das áreas da computação gráfica e jogos de computador, mas também das áreas da arquitetura, engenharia e construção, através do BIM. Portanto, tendo em conta que esta tecnologia irá ter um progresso considerável nos próximos anos, caberá a nós tirar proveito das ferramentas que estão disponíveis atualmente.

O Professor Doutor José Miguel Lameiras é um exemplo distinto de um Arquiteto Paisagista português que reconhece o potencial das novas tecnologias e tira partido das mesmas para um desenvolvimento mais eficiente e informado de cada proposta. Tendo como inspiração a sua atitude face à exploração de novos meios de projetar, este trabalho foi desenvolvido também com o intuito de incentivar os projetistas a não se acomodarem. A adaptação dos diversos processos de projeto de acordo com os avanços tecnológicos é cada vez mais fundamental para a criação de um bom projeto.

Referências

Akhmad Arifin, H., Kretzler, E., & Warren-Kretzschmar, B. (2011). Communicating landscape design ideas by using virtual reality (VR) landscape models.

Campus, Landezine. Disponível em: <http://landezine.com/index.php/landscapes/landscape-architecture/realized-projects/campus/> acessado em 03/2020.

Corrida e Ciclismo na Envolve do i3S e IPATIMUP, Strava. Disponível em: <https://www.strava.com/heatmap#17.77/-8.60210/41.17517/hot/ride> acessado em 02/2020.

Creator's Field Guide to Emerging Careers in Interactive 3D, Epic Games. Disponível em: <https://epicgames.ent.box.com/s/n12ixy53l8cknz73npimsr54frkvm72c> acessado em 01/2020.

Digital Landscape Architecture Conference. Disponível em: <http://www.kolleg.loel.hs-anhalt.de/landschaftsinformatik/dla-conference.html> acessado em 03/2020.

Eckerberg, K. (1999). *Information technology in landscape architecture* (Vol. 6).

Farinha-Marques, P.; Lameiras, J. M.; Andrade, G.; Carvalho, L.; Carvalho, L.; Costa, N.; Maia, R.; Teixeira J. C.; Lindeza, A. (2018). Projeto de execução do Parque Central da Asprela. Porto: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. ISBN: 978-989-99306-7-4

Gill, L., Lange, E., & Romano, D. (2010). Interactive 3D landscape assessment models.

Gottfredson, J. A. (2014). Design Process in Landscape Architecture: Developing a Learning Guide for the Design Workshop Archives at Utah State University.

Halprin, L. (1969) *RSVP Cycles: Creative Processes in the Human Environment*. New York: Braziller.

Hayek, U. W., Melsom, J., Neuenschwander, N., Girot, C., & Grêt-Regamey, A. (2011). Interdisciplinary studio for teaching 3D landscape visualization: Lessons from the LVML.

I3S - Instituto de Inovação e Investigação em Saúde / Serôdio, Furtado & Associados, Arquitectos Lda., Archdaily. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/784088/i3s-instituto-de-inovacao-e-investigacao-em-saude-seronio-furtado-associados> acessado em 02/2020.

Johns, R., & Lowe, R. (2005). Unreal editor as a virtual design instrument in landscape architecture studio. In *Proceedings of the 6th international conference for information technologies in landscape, Dessau, Germany* (pp. 330-336).

Lange, E. (2002). Visualization in Landscape Architecture and Planning—Where we have been, where we are now and where we might go from here. *Trends in GIS and*

Virtualization in Environmental Planning and Design. Proceedings at Anhalt University of Applied Sciences, 8-18.

Portman, M. E., Natapov, A., & Fisher-Gewirtzman, D. (2015). To go where no man has gone before: Virtual reality in architecture, landscape architecture and environmental planning. *Computers, Environment and Urban Systems*, 54, 376-384.

Rekittke, J., & Paar, P. (2010). Dirty Imagery-The Challenge of Inconvenient Reality in 3D Landscape Representations. *Peer-reviewed Proc. Digital Landscape Architecture 2010*, 221-230.

Schaefer, M. (2018). Designing in VR. Disponível em: <http://www.mattschaeferdesign.com/designing-in-vr>

Swaffield, S. (Ed.). (2002). *Theory in landscape architecture: a reader*. University of Pennsylvania Press.

van Lammeren, R. J. A., Clerc, V., Kramer, H., & Ligtenberg, A. (2002). Virtual Reality in the landscape design process. In *Proceedings International Conference on 'Landscape planning in the era of globalisation'* (pp. 158-165).

Watson, D. (2010). Are landscape programmes meeting the challenge of educating the second generation of digital landscape architects.

What is Interactive 3D, Epic Games. Disponível em: https://www.unrealengine.com/en-US/blog/what-is-interactive-3d?fbclid=IwAR2OGckoBGlomY9p6b_hR_QOx6Hq4Aygkw2SHVWkJ1klA00zxbAKRE8B_LY acedido em 01/2020.