



INSTITUTO
UNIVERSITÁRIO
DE LISBOA

As implicações no projeto de arquitetura do conceito “Shearing Layers”

Tiago Sarsfield Rodrigues Barros

Mestrado Integrado em Arquitetura

Orientadores:

Doutor Pedro da Luz Pinto, Professor Auxiliar
ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa

Doutor Vasco Nunes da Ponte Moreira Rato, Professor Associado
ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa

Novembro, 2020

Departamento de Arquitetura e Urbanismo

As implicações no projeto de arquitetura do conceito “Shearing Layers”

Tiago Sarsfield Rodrigues Barros

Mestrado Integrado em Arquitetura

Orientadores:

Doutor Pedro da Luz Pinto, Professor Auxiliar
ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa

Doutor Vasco Nunes da Ponte Moreira Rato, Professor Associado
ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa

Novembro, 2020

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus orientadores, Vasco Rato e Pedro Luz Pinto, pela sua disponibilidade, confiança, críticas e partilhas de conhecimento.

Agradeço aos meus colegas e amigos pela partilha de ideias e apoio constante.

Agradeço à minha família e namorada pela contínua companhia, compreensão e estímulo que deu sentido à execução desta investigação.

RESUMO

O tema da investigação teórica centra-se na hipótese da integração de requisitos do ciclo de vida da arquitetura no projeto de arquitetura através do conceito *Shearing Layers*. Os temas abordados – o projeto de arquitetura, o ciclo de vida da arquitetura e a sua análise, *shearing layers* e a economia circular – justificam e informam o universo do projeto, bem como da hipótese de investigação.

O projeto de arquitetura surge de um conceito. Esse conceito pode ser entendido como uma ideia, pensamento ou noção que cria a fundamentação do projeto de arquitetura e que o move, como força e identidade. Cada projeto de arquitetura deve derivar de um conceito, pois este conceito é a razão de ser do produto final que se pretende obter através do projeto – o conceito está para o projeto como a raiz está para a árvore.

O ciclo de vida da arquitetura, em concreto, dos edifícios é o conjunto de todas as fases que levam à concretização do resultado idealizado. Cada fase inclui um conjunto de resultados específicos, que auxiliam a um planeamento mais controlado e mais eficiente em termos de gestão.

O conceito de *Shearing Layers* foi conceitualizado por Frank Duffy, e foi complementado por Stewart Brand no seu livro *How Buildings Learn: What Happens After They're Built*, onde uma das grandes conclusões foi a de que os edifícios não partilham da mesma presunção de eternidade que a arquitetura – pelo contrário, são marcados pelo passar do tempo e da influência da arquitetura considerada moderna ou atual.

PALAVRAS-CHAVE

Arquitetura, projeto de arquitetura, ciclo de vida da arquitetura, ACV, *shearing layers*, economia circular

ABSTRACT

The theme of this investigation is centered on the hypothesis of the integration of the life cycle assessment criteria in the architectural project through the concept of Shearing Layers. The themes approached – the architectural project, the life cycle of architecture and its LCA, shearing layers and the circular economy – justify and inform the universe of the project, as well as the main investigation hypothesis.

The architectural project arises from a concept, initially. The concept may be interpreted as an idea, thought or notion that created the basis for the architectural project and that moves through it.

Each architectural project must derive from a concept, for this concept is the main cause for the final product that one wants to achieve through the concept. The concept is to the project like a root is to a tree.

The LCA, specifically, of buildings, is the conglomerate of all the phases that lead to the event of the idealized result. Each phase includes specific guidelines, that help plan the ordeal in a more controlled and efficient matter, in terms of management.

The concept of Shearing Layers was thought of by Frank Duffy, and then further developed by Stewart Brand in his book *How Buildings Learn: What Happens After They're Built*, where one of the conclusions was that buildings don't share in the same assumption of eternity that architecture does – it's actually quite the opposite, buildings are scarred by the passing of time and the influence of the architecture considered modern or trendy.

KEYWORDS

Architecture, architectural project, life cycle assessment, life cycle of architecture, shearing layers, circular economy.

Índice do texto

1. Introdução
 - 1.1. Enquadramento
 - 1.2. Objetivos
 - 1.3. Metodologia
2. Estado de Arte
 - 2.1. O que é o projeto de arquitetura
 - 2.2. Ciclo de vida da arquitetura
 - 2.2.1. ACV: Análise do Ciclo de Vida da Arquitetura
 - 2.3. Shearing Layers
 - 2.3.1. Casos de Estudo
 - 2.3.2. Economia Circular
3. Hipótese de investigação
 - 3.1. Integração de requisitos do ciclo de vida da arquitetura através do conceito Shearing Layers
4. Conclusão e desenvolvimentos futuros
5. Workshop
6. Apresentação do Projeto
7. Residência Escolar
8. Considerações Finais
9. Bibliografia

1. Introdução

1.1 Enquadramento

De forma a enquadrar o tema de investigação individual, é da maior importância a análise a alguns tópicos fulcrais para a arquitetura. Com este enquadramento pretende-se auxiliar a uma melhor compreensão global do projeto em desenvolvimento neste trabalho. Existem vários tópicos essenciais que constituem a problemática com que lida a arquitetura nos tempos correntes, e, em destaque podemos individualizar três problemas.

O primeiro problema passa pela existência reduzida de recursos, que é um obstáculo que vai muito além da arquitetura, mas por agora, focar-nos-emos no impacto deste problema no âmbito da construção arquitetónica. Este problema é facilmente evidenciado através da análise do Dia da Sobrecarga da Terra – este dia marca a data anual em que os seres humanos consumiram os recursos naturais disponíveis para esse ano. O Dia da Sobrecarga da Terra chega todos os anos mais cedo, o que demonstra que a tendência é para o esgotamento dos recursos naturais mais rapidamente.

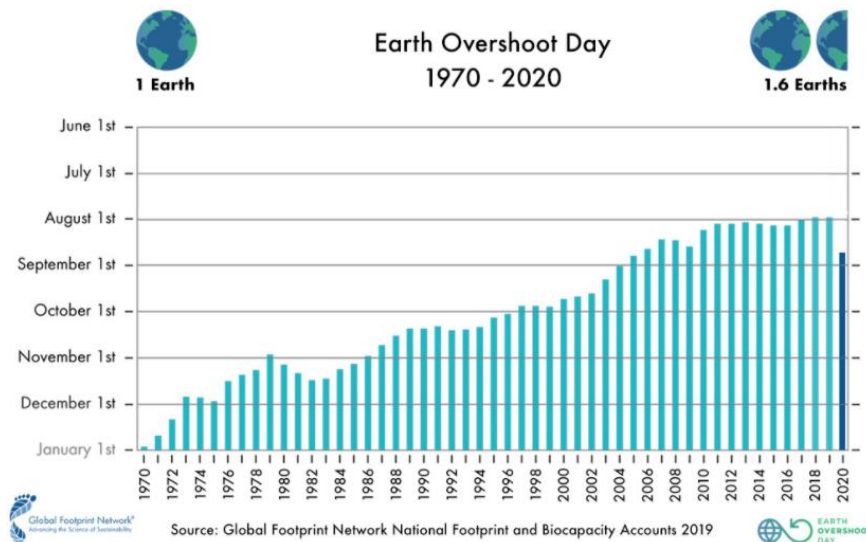


Figura 1 - Dia de Sobrecarga da Terra, Evolução anual (Overshoot Day, 2020)

O segundo problema que releva para este assunto tem um forte nexos de causalidade com o problema supra-mencionado, e este é o do consumo de muitos materiais pela construção, e o seu subsequente desperdício. Sendo que os recursos são reduzidos, e finitos, é importante ter em conta a quantidade de matéria não reutilizável que representa, essencialmente, um desperdício – nem que só se venha a revelar como tal decorrido algum tempo.

O último desafio a ter em conta é o do aumento mundial da população, e entre este aumento encontra-se também um aumento substancial da população urbana. A população mundial, hoje, é 1860 vezes o que era há doze milénios, quando a população mundial era estimada em 4 milhões – metade da população de Londres em 2013. (Max Roser, 2013, revisto em 2019)

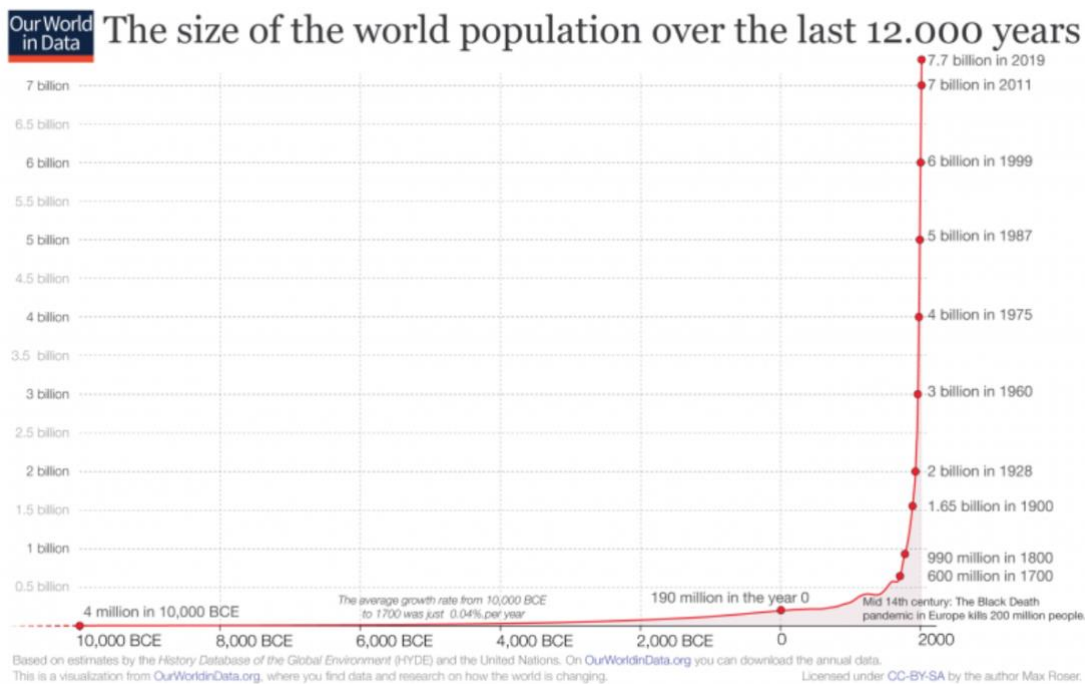


Figura 2- População mundial nos últimos 12.000 anos (Max Roser, 2013, revisto em 2019)

Estes três desafios, devidamente conjugados, estão interligados e justificam-se uns aos outros. O aumento da população urbana, em específico, leva a uma crescente necessidade de criar mais habitação, que por sua vez passa por construir mais como opção espontânea, atividade que comporta o consumo de muitos materiais e que leva ao desperdício eventual dos mesmos, e estes recursos são finitos, como já analisámos. O problema é olhado neste trabalho numa ótica circular – para quebrar o padrão, há que propor soluções inovadoras que permitam a otimização do ciclo de vida da arquitetura e do setor da construção.

A problemática da finitude dos recursos é algo que cada vez mais tem ganho reconhecimento na sociedade moderna, e é um objetivo geral o de proteger o ambiente, conservar os recursos naturais e garantir a subsistência da espécie humana, e não só, do planeta. A eficiência é palavra chave para resolver este problema, de mãos dadas com a sustentabilidade – pois através da eficiência a sustentabilidade poderá ser atingida, na medida em que a orientação dos recursos de forma eficiente tem que ser complementada com a preocupação de qual será o ciclo de vida útil dos recursos utilizados, de que forma estes poderiam ser melhor empregues, ou até mesmo se existem outras alternativas viáveis e que se afigurem mais adequadas para a prossecução da sustentabilidade na construção, e como estilo de vida. Diretamente ligado com a finitude de recursos, existe um problema ligado ao setor em análise – a atividade de construção comporta a utilização de uma grande quantidade de recursos variados, e naturalmente, o seu desperdício também.

A atividade de construção consome mais matéria-prima e recursos naturais do que o setor alimentar (Construct, 2016). O problema do consumo em grande escala de recursos prende-se na sua essência com o terceiro problema a ser desenvolvido: o aumento da população no geral e o aumento da população urbana, na especificidade. O crescimento do setor da construção deu-se de forma prolífera pela grande procura de habitações, e a economia de recursos não é objetivamente um critério utilizado no processo da construção – surge sim, muitas vezes, mas no modelo de construção atual não existem, aparentemente, sinais gritantes e flagrantes de que há uma

consciencialização da finitude dos recursos e matérias-primas. Todos estes problemas nos guiam à procura de uma solução, que obrigatoriamente terá que passar por um teste de proporcionalidade entre a necessidade que existe de certos recursos com base no seu desempenho em termos de sustentabilidade e a problemática acima apresentada em que o cenário é de crescimento populacional, maior procura por habitações e construções de infraestrutura para acomodar a população em expansão e a escassez dos recursos que se afiguram indispensáveis para o desenvolvimento destes projetos urbanos.

O estudo do conceito “shearing layers” desmistifica de forma muito interessante algumas destas questões, oferecendo contexto para vários fatores estimulantes da longevidade da construção - como o da adaptabilidade, capacidade de mudança e utilidade prática. Tem de haver uma preocupação com a função do edifício durante o seu ciclo de vida, de forma a prolongar o mesmo e isto começa precisamente no processo de planeamento do edifício - os materiais que deverão ser usados, utilização funcional, manutenção.

O conceito de “shearing layers” tem muito para oferecer ao projeto de arquitetura.

1.2. Objetivos

Os objetivos da investigação teórica passam por conseguir desenvolver um processo de projeto para a integração de requisitos de ciclo de vida em arquitetura através do conceito de Shearing Layers, assegurando que os requisitos de ciclo de vida não colocam em causa a qualidade arquitetónica das soluções propostas, bem como propor critérios de integração do ciclo de vida no projeto de arquitetura.

1.3. Metodologia

O processo de realização deste trabalho começou com uma grande recolha e análise de informação, de variadas fontes, como livros, relatórios académicos e websites. Toda a informação recolhida foi analisada de forma crítica, e questionada frequentemente através da contraposição de todos os conceitos analisados. A componente teórica do trabalho serve de base de fundamentação à componente prática, e por isso mesmo foi essencial que ambas as componentes fossem trabalhadas em simultâneo de forma a conferir uma maior complementaridade entre a base teórica e a concretização prática.

Logicamente, foi necessário proceder a um estudo sobre o local de intervenção de forma a contextualizar o trabalho e permitir pensar o projeto de acordo com a possível evolução do edifício, tendo em conta as suas características. Para pensar o projeto, foi essencial compreender a temática teórica da investigação, que se focou muito no conceito de Shearing Layers, sustentabilidade e economia circular, e esta compreensão foi feita através da investigação de obras de referência e análise de vários casos de estudo – sempre visando a sua transposição para a proposta de projeto.

2. Estado de Arte

2.1. O que é o projeto de arquitetura

O projeto de arquitetura surge de um conceito, primeiramente. O conceito pode ser entendido como uma ideia, pensamento ou noção que cria a fundamentação do projeto de arquitetura e que o move, como força e identidade. Cada projeto de arquitetura deve derivar de um conceito, pois este conceito é a razão de ser do produto final que se pretende obter através do projeto – o conceito está para o projeto como a raiz está para a árvore.

O projeto é fiel ao conceito desde o início até ao fim, e por isto, podemos considerar que o conceito é um dos únicos elementos do projeto de arquitetura que não se altera, pelos menos não significativamente. O conceito é desenvolvido a partir de três áreas chave – o sítio, que afeta o projeto tendo em conta o clima, orientação solar, vistas, acessos, história; as pretensões do cliente, como os pré-requisitos funcionais; e a tipologia do edifício. Um projeto exemplar de arquitetura muito raramente se irá desviar do contexto em que está inserido e estará bem enraizado no local. No livro “Uma análise de forma – Le Corbusier” de Geoffrey Baker, o autor defende que é pela aplicação controlada de forças que os fenómenos visuais se comunicam às pessoas como expressão das forças que governam as nossas vidas, indicando equilíbrio ou discórdia, movimento, tensão ou interações entre fenómenos. O ênfase do projeto de arquitetura não está na harmonia, unidade ou equilíbrio – mas sim num padrão de forças que se equilibram, ordenam e unem entre si (Baker, 2005).

Os edifícios relacionam-se com a área envolvente da forma mais ativa possível, tendo em conta fatores como uma vista, a posição do sol, ou a proximidade de um acesso. Fatores do local, como um rio, uma estrada ou uma montanha serão considerados como forças, e como forças agem diretamente ou indiretamente sobre a forma que o projeto de arquitetura vai assumir.

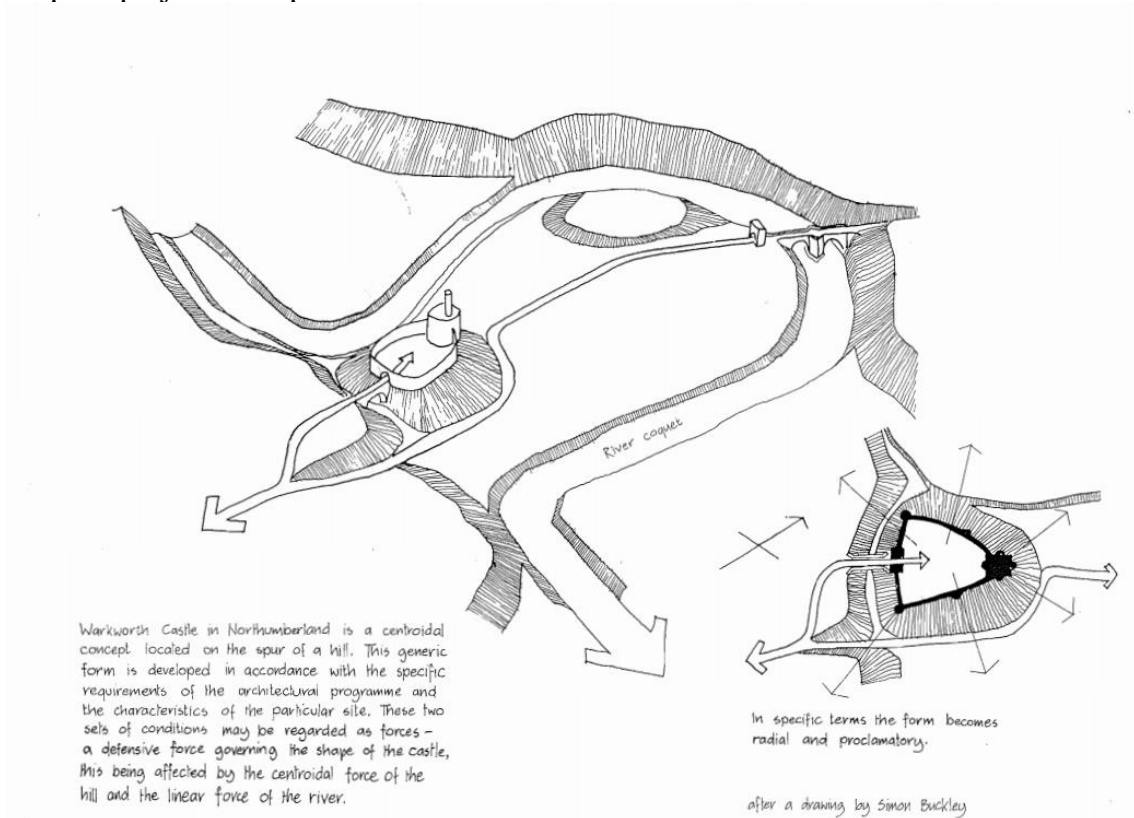


Figura 3 - Interação de forças do local (Baker, 2005)

O porquê de criar um conceito é uma questão que surge muitas vezes no meio arquitetónico. Um conceito forte e diferenciado oferece ao arquiteto um caminho e uma direção muito clara durante a implementação do projeto, até à sua conclusão – quase como um manual de instruções. Quando o projeto se depara com um problema ou com uma questão, recorre-se ao conceito de forma a dirigir o pensamento a uma solução que mantenha a intenção inicial do projeto intacta. A diferença entre um projeto de arquitetura bem sucedido e um projeto mediano reside, em grande parte, na força do seu *underlying concept*, da força que o motiva e molda (What is an Architectural Concept?, 2020).

A questão central do projeto de arquitetura, para além do seu conceito, é o espaço e a construção do mesmo através de elementos arquitetónicos – sendo que o espaço individual é determinado pela sua função, um conjunto espacial precisará de uma ordenação superior, de um tema espacial. A função determina apenas a organização espacial, sendo que um edifício se modifica imensas vezes segundo motivos que nem sempre são os funcionais – um bom exemplo disto mesmo é a vida útil de antigas construções. O pensamento arquitetónico em termos de projetar nunca é um processo académico, mas antes a expressão da obra pensada através de gramática arquitetónica que se estrutura de forma temática e não estilista – e esta gramática arquitetónica traduz-se em níveis de referência do projeto que são a tipologia, topografia e elementos arquitetónicos. (Neufert, Arte de projetar em arquitetura, 2019)

Tipologia: a estrutura tipológica de uma edificação desenvolve-se a partir da sua função, assim como da sua construção e situação de implantação. A estrutura tipológica é tridimensional e, por isso, deve ser entendida como tema espacial.

Topografia: o tema da topografia refere-se à localização da obra, que é única, e desenvolve a partir dela sua situação urbana ou sua relação com a paisagem natural. A caracterização da obra urbanística ou paisagística, no sentido de sua integração na paisagem natural, determina essencialmente a qualidade de seus espaços públicos.

Elementos arquitetónicos: os componentes arquitetónicos, que conformam um edifício, sempre estão em relação com a forma final que assumirá o projeto e acompanham princípios formais, assim como técnicos e formais de uso.

Ilustração 7 a 9 da Fig. 4 – exemplos de fachada/aberturas.

Ilustração 13 a 15 da Fig. 4– exemplos de cobertura.

(Neufert, Arte de Projetar em Arquitetura , 2019)

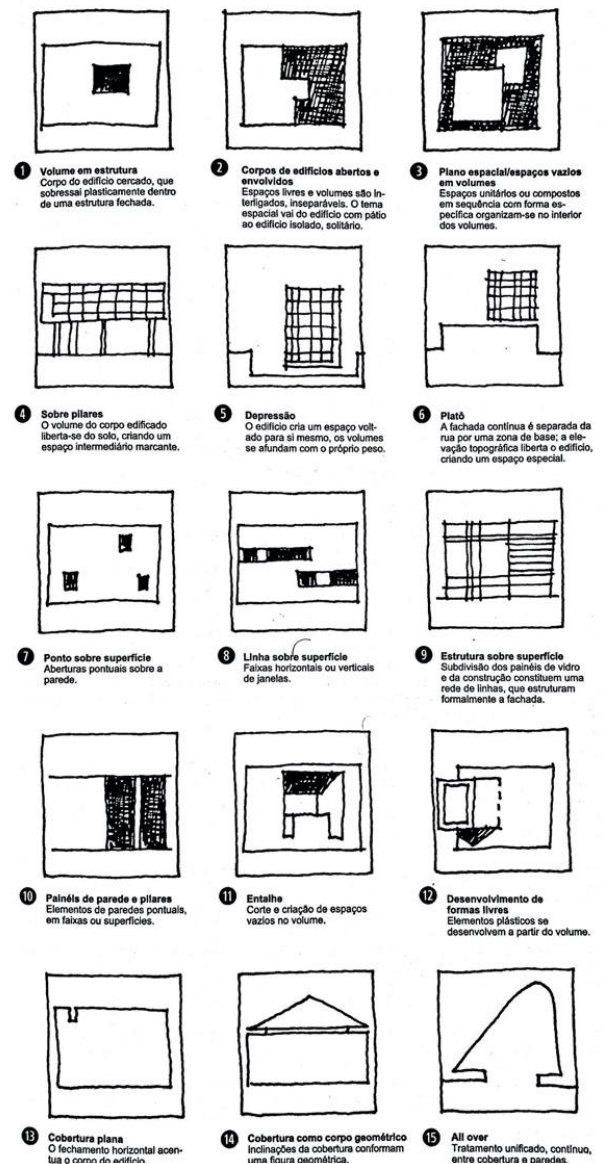


Figura 4 – Níveis de Organização Referenciais

Afigura-se ainda relevante abordar o tema das construções sustentáveis, que muito importam ao tema desta investigação teórica. A construção e o funcionamento de edifícios colocam o nosso meio ambiente sob pressão substancial, e por isto mesmo, é importante procurar uma redução eficaz dos efeitos negativos da construção em termos ambientais e climáticos. Há que ter em consideração que os edifícios têm uma vida longa de utilização, e que, por esse motivo, os efeitos económicos e ambientais devem ser estudados a longo prazo – o objetivo é alcançar para todas as fases do ciclo de vida do edifício (projeto, construção, uso, renovação, demolição) a minimização de gasto de recursos, e a obtenção de um dano mínimo à natureza.

Existem variados fatores que têm implicações na sustentabilidade de um edifício, nomeadamente a sua qualidade em termos de arquitetura, de projeto e do planeamento do edifício. O tempo de uso dos edifícios é, em média, entre 50 a 100 anos (Estatística, 2010), mas edificações muito mais antigas encontram-se ainda hoje em utilização devido ao facto dos ciclos de renovação e modernização serem mais longos do que os técnicos (de funcionamento) do edifício. O ciclo de funcionamento é o tempo que o edifício é utilizado, pré renovação ou modernização – ou seja, antes de sofrer alterações. No manual de Neufert, são apresentados alguns critérios para a sustentabilidade da arquitetura, (não obstante alguns poderem ser transversais a todos os projetos:

- A relação do projeto com o local e o programa da construção;
- A qualidade formal da edificação, sua atualização e originalidade;
- Estruturas efetivas e que permitem uma boa atualização;
- Durabilidade da construção e dos materiais utilizados;
- Uso adequado de materiais com durabilidade;
- Possibilidade de mudanças dentro do uso original;
- Possível mudança total de uso diante de determinadas necessidades.

Questões sobre as necessidades do projeto	É necessária uma construção nova ou é possível somente a renovação da existente?
Otimização espacial	Otimização do programa baseado em espaços realmente necessários Otimização da comunicação espacial
Revisão e otimização da situação do terreno	O terreno é adequado ao programa do projeto? Situação, fluxo de tráfego etc.
Otimização do projeto	Ótima utilização e possível falta de uso (subsolo, sistema estrutural, circulação central etc.) Forma: tipologia, relação planta-fachada, atualidade e forma original etc. Conforto para o usuário
Longo tempo de uso	Durabilidade, possibilidade de mudança de uso, renovação simples
Uso de materiais duráveis	Longo tempo de vida, redução de medidas de manutenção e renovação Materiais adequados e possibilidade de envelhecimento
Otimização da geometria das partes construtivas	Para aumento do valor de uso, grandes áreas de aplicação, melhores

	possibilidades de reciclagem e reutilização
Evitar materiais e partes construtivas de difícil de separação	Melhor capacidade de reciclagem e incentivo de reelaboração, uso continuado e reaproveitamento de materiais usados e partes construtivas
Materiais e partes construtivas com baixo dano ambiental	Reaplicação simplificada, facilidade de eliminação de restos, proteção do solo e lençol freático
Demolição controlada no caso de impossibilidade de mudança de uso	Separação de tipos de materiais e, na medida do possível, reaproveitamento de materiais nobres e partes construtivas

Figura 5 - Regras Fundamentais do Projeto (Neufert, *Arte de Projetar em Arquitetura*, 2019)

2.2. Ciclo de vida da Arquitetura

O ciclo de vida da arquitetura, em concreto, dos edifícios é o conjunto de todas as fases que levam à concretização do resultado idealizado. Cada fase inclui um conjunto de resultados específicos, que auxiliam a um planeamento mais controlado e mais eficiente em termos de gestão.

Toda a construção do ciclo de vida da arquitetura implica o conceito de sustentabilidade, que é definido como o “encarar as necessidades de hoje sem sacrificar a habilidade das futuras gerações de encararem as suas próprias necessidades” (International Institute for Sustainable Development, s.d.). O conceito de sustentabilidade é encarado como um conceito vago e adaptável a várias disciplinas, sendo também uma disciplina em si. Foi no início da década de 1990 que questões de sustentabilidade verdadeiramente começaram a impactar a arquitetura internacional, criando novos paradigmas orientados especialmente para a vertente ambiental. (Midões, 2012) O setor da construção faz mover uma enorme quantidade de recursos que são transformados e aplicados, e no fim do seu ciclo de vida, são demolidos, reciclados ou simplesmente depositados num aterro. Este processo tem, por razões óbvias, um grande impacto ambiental e daí surgir uma maior preocupação com a sustentabilidade da arquitetura.

O projeto de arquitetura assume aqui uma importância fundamental, sendo que este é um *starting point* para idealizar e planear com o objetivo de atingir um nível de sustentabilidade desejado. A sustentabilidade de um edifício está muito ligada à durabilidade do mesmo, e por isso, o projeto deverá ter em conta quantos anos são previstos para a fase de utilização do edifício, de forma a selecionar os materiais que melhor satisfaçam as necessidades dos utilizadores do edifício e que tenham em conta o impacto de cada material utilizado. (Coelho, 2012)

De forma a avaliar a sustentabilidade ambiental de um projeto, existem vários tópicos que devem ser estudados, como: a orientação solar e dos ventos, as características e condicionantes ambientais, os materiais de estrutura, o tratamento das fachadas e coberturas, áreas envidraçadas e de abertura, considerando a proporção quanto à área da divisão e o posicionamento da fachada.(seja ele vazado, transparente ou translúcido). (Gonçalves, 2006)

A sustentabilidade de um projeto arquitetónico parte da compreensão do contexto no qual o edifício se insere e nas decisões iniciais de projeto. A análise seguinte incidirá sobre duas, de muitas das questões fundamentais na sustentabilidade arquitetónica: os materiais (que influenciam diretamente a sustentabilidade) e os métodos de avaliação da sustentabilidade (que pretendem avaliar a sustentabilidade e

orientar um projeto), que serão tratados no próximo subcapítulo – ACV: análise do ciclo de vida da arquitetura.

Quanto aos materiais, cabe deixar uma nota introdutória devido à sua relevância quando toca à sustentabilidade de um projeto, tendo em conta que os materiais, a água e a energia são os três principais recursos necessários para a construção. Tal como o conceito de sustentabilidade, que é bastante vago, o conceito de um material sustentável é igualmente vago – o que leva a que seja preferencial uma avaliação casuística, pois o que é vantajoso para um caso concreto poderá ser ruinoso noutro. Existem vários aspetos a ter em conta quando se avalia a sustentabilidade ao longo do ciclo de vida, no entanto, o aspeto que prevalece no mercado de construção é o económico, inevitavelmente. No entanto, a introdução de novas tecnologias apresenta grandes potencialidades a nível de redução do impacto ambiental da construção, o que é um possível avanço muito interessante para o futuro da arquitetura sustentável. (Mateus, 2004)

Uma segunda questão fundamental para a sustentabilidade da arquitetura é a que alude às ferramentas de avaliação da sustentabilidade. Dada a crescente preocupação global com o conceito de construção sustentável, têm vindo a surgir vários sistemas de avaliação que pretendem caracterizar um edifício com base e nos termos da sua sustentabilidade.

2.2.1. ACV: Análise do Ciclo de Vida da Arquitetura

A análise do ciclo de vida ou Life-Cycle Assessment (LCA) é uma metodologia que permite a quantificação do potencial impacto ambiental associado a um produto ou serviço ao longo do seu ciclo de vida. Esta ferramenta permite uma análise comparativa de produtos/serviços, bem como uma análise que leva à identificação das fases e dos materiais que ao longo do ciclo de vida de um produto são mais prováveis de causar um impacto ambiental maior. (Neiva, 2012)

Este modelo de análise tem vindo a causar impacto na tomada de decisões a nível do setor da construção, tendo em conta que o modelo foi adaptado para avaliar em termos económicos e ambientais vários materiais e produtos de várias indústrias. Esta metodologia é útil na fase de planeamento e de projeto do edifício, tendo em conta que é nestas fases que são tomadas as decisões referentes à seleção de materiais, produção de resíduos e emissões, bem como relativas ao consumo de energia e água na vida útil do edifício. Este modelo assume uma grande relevância no setor da construção, como já foi mencionado, porque este setor é conhecido por não ser *environmental friendly* e por essa mesma razão, é neste setor que têm vindo a crescer as preocupações no sentido de orientar para uma melhoria ambiental – até pela dimensão que este setor representa na sociedade, é essencial para um futuro sustentável que ele se torne mais “amigo do ambiente”.

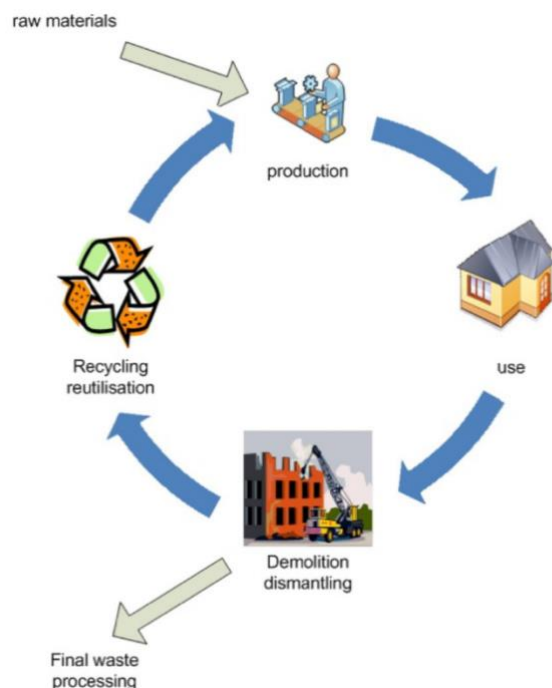


Figura 6 - LCA de um edifício (Foundation, 2016)

A metodologia de análise do ciclo de vida foi tradicionalmente pensada para avaliar produtos e materiais, no entanto, é comumente adaptada a edifícios tal como já foi mencionado. Existem múltiplos casos de estudo que demonstram a aplicação prática da Análise do Ciclo de Vida a edifícios, e afigura-se necessário plasmar dois casos de estudo.

O primeiro caso de estudo é o estádio olímpico na Austrália, também conhecido como ANZ Stadium, construído em Sydney e inaugurado a 6 de março de 1999. Foi criada uma ferramenta de software pelo departamento de Empreendimentos e Serviços Públicos do governo de Nova Gales do Sul, baseado no modelo Boustead III – um modelo de projeto e de cálculo de ciclo de vida de materiais, que foi utilizado para realizar uma análise de ciclo de vida de três designs distintos para o estádio. Os resultados foram analisados e o modelo de design que foi escolhido para projetar o estádio foi o que proporcionava o melhor desempenho em termos ambientais. Este modelo foi usado para avaliar e escolher os materiais, bem como estudar o consumo de água e de energia, o que resultou numa construção de grande dimensão com impacte ambiental reduzido que se transformou numa referência para outros projetos de estádios desportivos.

A utilização do LCA para projetar o estádio resultou objetivamente numa redução de 30% no consumo de energia, uma redução de 37% nas emissões de gases de efeito estufa e uma redução de 13% na utilização de água. (Rivera)

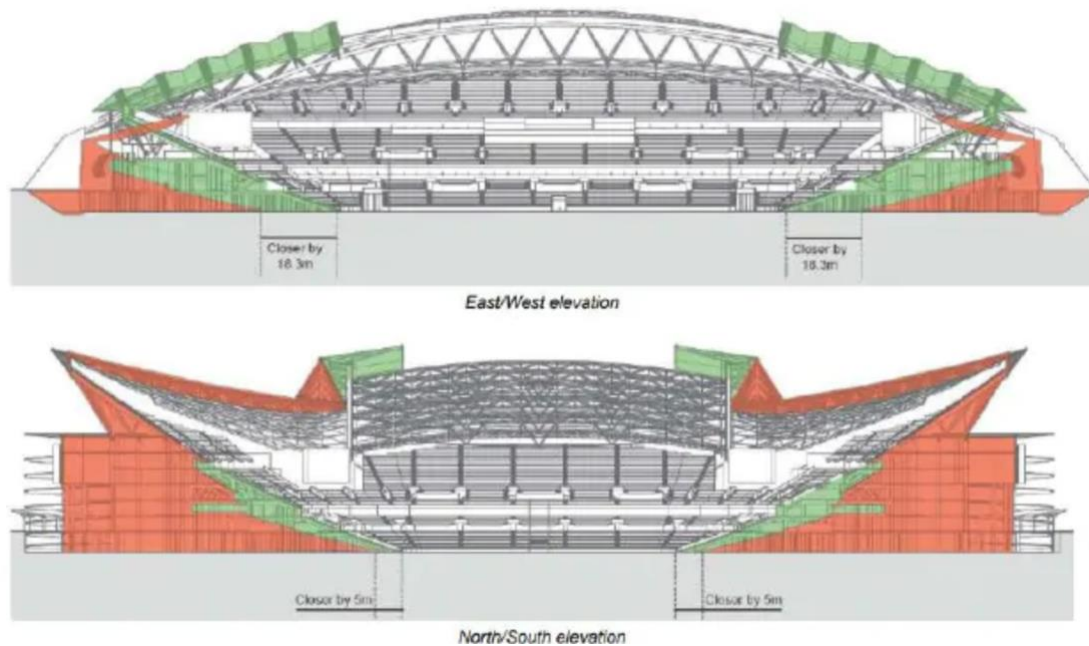


Figura 7- Estádio Olímpico Australiano (Foundation, 2016)



Figura 8 - Estádio Olímpico Australiano (Gorrey, 2019)

O segundo caso de estudo é um pouco mais abrangente e é referente aos apartamentos de terra crua na Indonésia. Foi feito um estudo que avaliou e estudou o impacto das habitações de um único andar, que são predominantes na Indonésia, através do método LCA. O estudo tinha como maior objetivo o apuramento de que material apresentava maior longevidade para a construção destas habitações, e o resultado apontou claramente para a terra crua como material que oferece uma longevidade razoável e um impacto ambiental muitíssimo menor (entre 40 a 50 anos) e que, quando confrontada com o cimento (betão, argamassas, betonilhas, blocos de betão...) oferece melhor *performance* energética do que este. Este estudo chamou a atenção para a importância do estudo dos materiais e de uma escolha ponderada durante a fase inicial do projeto.

A casa de terra crua de Budi Pradono, um arquiteto indonésio, é composta por duas estruturas elevadas, e foi construída com materiais de origem local. O contentor de 2,20m que se pode observar nas figuras 7 e 8 é proveniente de um porto marítimo de uma ilha próxima da localização da casa e foi colocado a um ângulo de 60 graus para criar um teto alto para o quarto principal de forma a criar uma entrada de luz natural

abundante portas na casa. Budi Pradono também construiu as paredes com uma espessura de 30cm, de argila que foi obtida a 20km da casa, que foi misturada com areia, cimento, palha e esterco de vaca por artesãos locais.



Figura 9 - Casa de Argila de Budi Pradono



Figura 10 - Casa de Argila de Budi Pradono

Uma análise do ciclo de vida processa-se tradicionalmente por quatro fases:
1ª fase – definição do objetivo e do âmbito da avaliação,
2ª fase – inventário das partes integrantes,
3ª fase – avaliação do impacto,
4ª fase – interpretação dos resultados obtidos.
(Vasconcelos, Ferramentas de análise de grau de sustentabilidade no ambiente construído. Dissertação de Mestrado. FEUP, 2014)

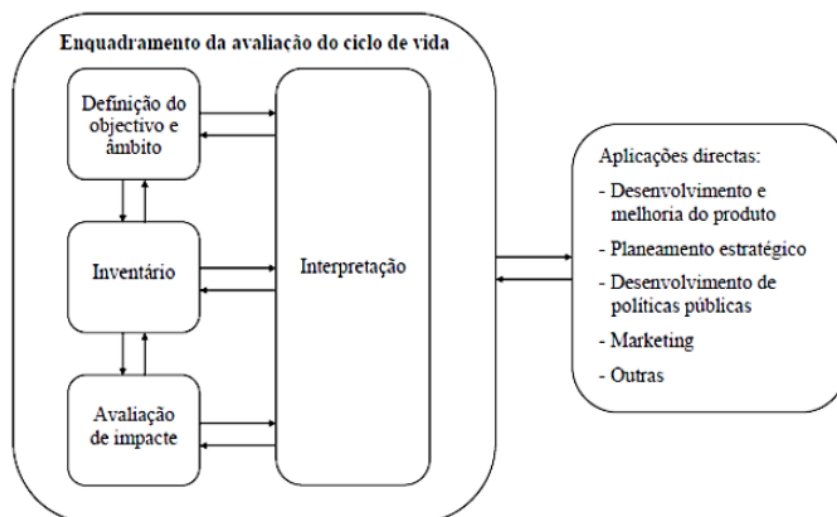


Figura 11 - Esquematisação das fases de uma LCA segundo a ISO14040/Gestão Ambiental

Na primeira fase são determinados os enquadramentos e os limites da investigação, bem como são analisados os pontos fracos e pontos fortes entre vários materiais/produtos de forma a criar as bases que se afigurem necessárias para a comparação. Na segunda fase é feito o inventário que envolve a construção do ciclo de vida (parte quantitativa do LCA), e aqui são considerados os Inputs e os Outputs – os inputs são os recursos utilizados e os outputs são os resíduos e as emissões criados por esses mesmos recursos. Esta segunda fase é muito focada na análise dos inputs e dos outputs, de forma a incluir e considerar o total de recursos consumidos e das emissões criadas. Da segunda fase decorre logicamente a terceira fase, que se foca na avaliação dos impactes, que são deduzidos através do estudo dos inputs e dos outputs. Por último, a quarta fase utiliza todos os dados recolhidos nas fases anteriores de forma a responder às questões levantadas na primeira fase respetiva aos objetivos da LCA.

Uma questão relevante à qual a LCA, em alguns casos, não responde diz respeito ao fim de vida de um edifício, que é uma fase que tipicamente provoca grandes consumos de energia e um grande aumento do impacto ambiental do edifício. No fim de vida de um edifício, o que acontece tradicionalmente é a sua demolição, e a respetiva transferência dos seus elementos para aterros ou incineradores devido à dificuldade de separação dos mesmos. Para que seja possível a reciclagem dos materiais de construção tem que haver uma mudança drástica nos projetos de edifícios, de forma a prever e precaver o fim de vida dos mesmos e tornar possível o desmantelamento dos seus elementos construtivos no fim de vida do respetivo edifício. Ainda assim, em casos de demolição, o processo de demolição em si mesmo tem que sofrer grandes melhorias de modo a reduzir o esforço na remoção dos elementos do edifício. (Batista, 2015)

2.3 Shearing Layers

O conceito de Shearing Layers foi conceitualizado por Frank Duffy, e foi complementado por Stewart Brand no seu livro *How Buildings Learn: What Happens After They're Built*, (Brand, 1994) onde uma das grandes conclusões foi a de que os edifícios não partilham da mesma presunção de eternidade que a arquitetura – pelo contrário, são marcados pelo passar do tempo e da influência da arquitetura considerada moderna ou atual. Os edifícios sentem o passar do tempo, e estão em constante evolução e atualização – caso contrário, não perduram. O arquiteto principal é o tempo,

ou a passagem do mesmo pelo edifício, bem como o impacto que o edifício provoca nas pessoas. É enfatizada a capacidade de adaptação do edifício, sem que este perca a sua aparência que o tornou marcante: um exemplo relevante disto mesmo é o do Boston Athenæum, uma biblioteca que foi alterada, por necessidade de adaptação, sem desfigurar o exterior.

Frank Duffy, arquiteto britânico, criador do conceito de *Shearing Layers* chama a atenção para o facto de não existir um “edifício”, mas sim que um edifício corretamente projetado são várias camadas de diferentes componentes e que todas estas componentes têm ciclos de vida diferentes, desde a eternidade até à variabilidade diária apontada ao recheio, por exemplo. A teoria de Duffy foi baseada no trabalho de ecologistas, e originou a ideia de que existem processos na natureza que operam no seu próprio tempo, e que deve ser adotado um modelo da mesma base aquando do ciclo de vida dos edifícios.

Um edifício, por norma, é compreendido como uma realidade una – no entanto, não o é totalmente. Frank Duffy distinguiu quatro camadas ou *layers*: estrutura (shell), infraestruturas e redes prediais (services), distribuição funcional (scenery) e recheio (set) – e o arquiteto defendeu que a qualificação ideal seria esta de forma a oferecer soluções práticas para problemas práticos e soluções mais robustas para problemas de maior dimensão, neste caso, que afetassem a estrutura, por exemplo. Duffy argumentou que as camadas de alteração lenta, relacionadas com a construção, necessitavam de maior atenção por parte do arquiteto, ao contrário da camada de serviços, que é de alteração rápida e não requer tanta atenção na sua primeira instalação. Este conceito de Frank Duffy era o dos 4 s’s: Shell, Services, Scenery and Set.

Em 1994, Stewart Brand alargou o conceito de 4 s’s para 6 s’s que, na sua opinião que retratou no seu livro *How buildings learn: What happens after they’re built*, melhor acomodavam as necessidades que o conceito *shearing layers* impunha. Os 6 s’s de Stewart Brand eram: localização (site), estrutura (structure), envolvente exterior (skin), infraestruturas e redes prediais (services), distribuição funcional (space plan) e coisas (recheio), como utensílios e decoração (stuff). (Wikipedia, s.d.)

Para além de estar em constante mudança, diferentes partes do mesmo edifício estão em mudança a passos diferentes, a seguir ordenadas da mais estável para a que se altera mais frequentemente: local (site), estrutura (structure), envolvente (skin), infraestruturas (services), distribuição funcional (space plan) e recheio (stuff).

O local (site) é a configuração geográfica, a localização urbana e o lote legalmente definido onde a construção ficará sita. O contexto e limites do local ultrapassam gerações de edifícios efémeros.

A estrutura (structure) é a fundação do edifício e os elementos de suporte, estes são dispendiosos de alterar e levantam algumas preocupações em relação aos perigos que causam caso modificados. A vida da estrutura varia de 30 a 300 anos, mas a média são 60 anos.

A envolvente (skin) é mais permeável a mudanças. Os elementos de fachada e de cobertura podem mudar de 20 em 20 anos, para acompanhar as tendências de moda arquitetónica e tecnológica, ou para reparações. Um foco mais recente nos custos energéticos levou a que a pele fosse repensada de forma a ter melhor isolamento e ser hermética.

As infraestruturas (services) são as “entranhas” funcionais de um edifício... Cabos de comunicações, fios elétricos, sistemas de canalização, sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado e partes móveis como elevadores ou escadas rolantes são exemplos destes serviços. Estas partes degradam-se a cada 7 a 15 anos, e

muitos edifícios são demolidos precocemente se os seus sistemas obsoletos estiverem embutidos de forma muito profunda na estrutura e não permitirem uma substituição fácil.

A distribuição funcional (space plan) é o *layout* ou distribuição interior, ou seja, a forma como se organizam os espaços interiores, o que determina a localização de paredes, tetos, pavimentos, portas e elementos de circulação horizontal e vertical. Espaços comerciais podem chegar a mudar a sua distribuição funcional a cada 3 anos, e uma casa poderá apenas mudar a sua distribuição funcional após 30 anos.

O recheio (stuff) como cadeiras, mesas, molduras, pequenos eletrodomésticos, candeeiros são coisas que se movimentam diariamente, mensalmente... Mobiliário parece ser um nome bastante adequado, tendo em conta que são elementos móveis.

(Brand, How Buildings Learn: What Happens After They're Built, 1994)

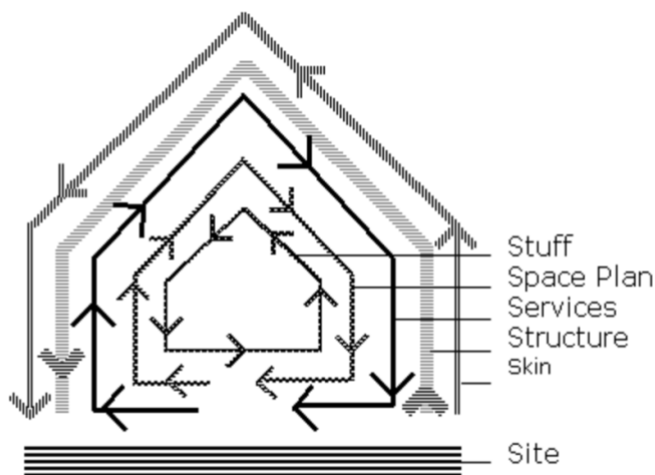


Figura 12 - Shearing Layers of Change

(Kase, 2020)

Estas “camadas” ou *layers* de mudança pretendem permitir a apreensão de um edifício não como um todo, mas como partes individualizadas que mudam e se deterioram ao seu próprio ritmo – o autor, Stewart Brand, defende que pelos diferentes ritmos de mudança das suas componentes, um edifício está sempre a demolir-se a si próprio. O autor frisa que pensar nos edifícios utilizando o conceito de *shearing layers* é muito mais prático e permite não cometer erros típicos e de resolução morosa, como resolver um “problema de 5 minutos com uma solução a 50 anos” – ou seja, resolver um problema de forma mais complexa e trabalhosa do que a necessária para a eficácia da solução. (Brand, How Buildings Learn: What Happens After They're Built, 1994)

O estudo de cada camada tem implicações económicas, sociais e ambientais – e há uma questão fortíssima por trás de todo o conceito de *shearing layers*, que é a sustentabilidade. Existe uma hierarquia entre as camadas individualizadas pelo autor, que pode ser explicada através de um exemplo: o que for feito às duas camadas basilares, local (site) e estrutura (structure) será mais difícil de alterar após a construção inicial e poderá ter o impacto mais longo em termos cronológicos, quer seja positivo ou negativo.

As camadas permitem uma integração em harmonia, quando são bem pensadas e individualizadas. Outro exemplo dado pelo autor no seu livro é relativo ao aquecimento de um edifício... A forma como uma sala ou um quarto são aquecidos depende de qual é a relação entre esse mesmo quarto/sala com as infraestruturas (services) de aquecimento e arrefecimento, que por sua vez dependem da eficiência energética da envolvente (skin), que depende dos constrangimentos que a estrutura (structure) lhe impõe. Stewart Brand frisa repetidamente no seu livro que as infraestruturas (services) têm uma enorme

importância porque a própria longevidade do edifício poderá ser determinada pela capacidade do mesmo absorver e integrar nova tecnologia relativamente à camada de serviços.

“Quase nenhum edifício se adapta bem. Os edifícios estão desenhados para não se adaptarem; têm um orçamento que não lhes permite adaptarem-se, uma construção que não lhes permite adaptarem-se, uma administração que não lhes permite adaptarem-se, regulados e tributados de forma a não se adaptarem, até são remodelados de forma a não se adaptarem. Mas todos os edifícios (exceto monumentos) se adaptam inevitavelmente, por vezes, de forma pobre, porque a utilização que é feita dele está constantemente a mudar.”

Stewart Brand

(Brand, How Buildings Learn: What Happens After They're Built, 1994)

(Tradução própria)

É raro o caso em que um edifício é ocupado pelo dono original por um longo período de tempo, por isso, mesmo em edifícios feitos por encomenda, estes são adaptados para acomodar necessidades de novos utilizadores. Existe uma diferença entre pensar um edifício para este ser flexível ou pensar um edifício para que este seja adaptado a novas utilizações. William Addis e J. Schouten diferenciam entre estes dois tipos de construção da seguinte forma:

Um edifício flexível é um edifício que foi feito de forma a permitir que facilmente se reinvente o seu interior de forma a servir as necessidades e expectativas dos novos ocupantes.

Um edifício adaptável é um edifício que foi pensado e feito para permitir que seja facilmente alterado para prolongar a sua vida, por exemplo, através da expansão ou contração do espaço, para servir novos propósitos ou padrões de utilização. Uma grande parte dos edifícios provaram ser adaptáveis mais por acidente do que por escolha, ou por design. Um bom exemplo disto mesmo é a Wren House, em Hatton Garden (Londres), que foi construída em 1670, como igreja e acabou por se reinventar. A Wren House vai ser aprofundada no ponto 2.1.2.1 – Casos de Estudo. (Cheshire, 2019)

Nos dias que correm, já existem iniciativas e movimentos que propõe formas de deliberadamente pensar os edifícios para que estes sejam mais flexíveis e adaptáveis. John Habraken, um arquiteto holandês propôs uma nova abordagem ao design de edifícios, a que ele chamou de “Edifício Aberto”, um conceito que foi adotado um pouco pelo mundo inteiro. Um dos princípios deste conceito é providenciar ambientes construídos (edifícios) que durem porque defende que se podem ajustar e adaptar à mudança. Habraken reconheceu que existem muitas ideias diferentes, mas parecidas à sua, que poderiam ser tidas em consideração quando se está a planear o design do ambiente construído, incluindo algumas ideias relacionadas com a forma de pensar subjacente à economia circular, um tema abordado no ponto 2.1.2.2.

Habraken propõe uma separação rígida entre uma estrutura primária de longa duração de uma estrutura secundária de curta duração, defendendo que esta asseguraria melhor adaptação a novos equipamentos e novas necessidades dos utilizadores durante o ciclo de vida do edifício. O governo holandês aplicou a filosofia do “Edifício Aberto” e desenvolveu um programa que combina a standardização, adaptabilidade e individualização, chamado “Industrial, Flexível e Desmontável (IFD)”. O critério de design para um edifício IFD inclui algumas especificações como:

- Integração e independência do que Stewart Brand define como camadas ou *layers*;

- Um método de construção seco, sem cimento, sem argamassas e selantes de aplicação, apenas reversível por destruição e demolição;
- Dimensionamento modular, com muita atenção aos desenhos, testes de protótipos;
- Adaptabilidade de todas as partes... (Kilpatrick, 2013)

Um excelente exemplo desta filosofia do “Edifício Aberto” é o Hospital Martini (Figura 13), que foi construído em 2008 em Groningen, e desenhado pela SEED Architects’. Este edifício inclui a standardização do esqueleto do edifício de blocos de construção uniformes, com painéis de fachada e a maior parte dos serviços sendo completamente pré-fabricados – tudo isto contribui para a maior adaptabilidade do edifício. Extensões de 2.4 x 7.2m (v. Figura 12) podem ser adicionadas ao exterior do edifício, permitindo que a área possa ser aumentada até mais ou menos 10%. As paredes dos compartimentos são desmontáveis, permitindo que os espaços possam ser reconfigurados ou até reconvertidos para outras utilizações. (Cheshire, 2019)

Os princípios do IFD são aplicados ao nível das divisões, sendo que é possível mover pontos de fornecimento de eletricidade, gases clínicos e águas, bem como balcões e armários de arrumos. O *layout* interno do hospital pode ser totalmente reconfigurado, sendo que espaços dedicados a alas hospitalares podem ser alterados para salas de consultas, escritórios ou até mesmo apartamentos. O Hospital Martini é um exemplo de sucesso de como se pode deliberadamente desenhar e pensar um edifício para que este seja mais flexível, de forma a poder ser alterado ou até totalmente reconfigurado.



Figura 13 - Hospital Martini

(Hoekstra, 2008)



Figura 14 - Exemplo das extensões de 2.4x7.2m. Hospital Martini

(architects, 2008)

Conseguimos então observar uma linha de pensamento muito semelhante entre o conceito de Shearing Layers e o conceito de Edifício Aberto (Open Building) de John Habraken. Os edifícios têm que ter a capacidade de adaptação necessária para integrar a mudança, ou então tornar-se-ão inúteis. “O que ontem era uma fábrica, hoje é um teatro. O que ontem era uma igreja hoje é um estacionamento. Os armazéns são substituídos por bares, aos quais se seguem ateliers e escritórios. O que era um convento transformou-se numa escola, ou numa biblioteca ou numa pousada ou numa prisão.” (Gaspar, 2000)

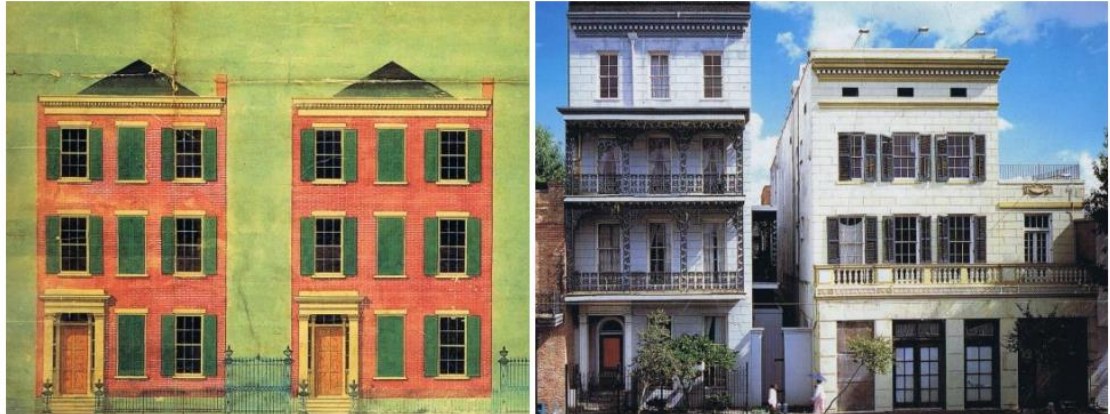


Figura 15 - Edifícios habitacionais idênticos em Inglaterra.. Em 1857 (esquerda) e em 1993 (à direita). (Brand, *How Buildings Learn: What Happens After They're Built*, 1994)

Para Stewart Brand, todos os edifícios crescem nas traseiras, ocupando vazios; em altura, acrescentando pisos, ocupando sótãos e cobrindo terraços; ou mesmo para baixo, escavando no solo. O autor distingue ainda entre três tipos de edifício, que se alteram de forma distinta: são estes os edifícios comerciais, habitacionais e institucionais. Os edifícios comerciais estão sempre em mudança, pressionados pela concorrência e constante inovação que leva a que a adaptação dos mesmos tenha que ser rápida e eficiente. Os edifícios de habitação também sofrem alterações frequentes, mas por ação dos seus próprios habitantes e não por pressão exterior, de forma a responder aos novos desejos e necessidades dos mesmos. Por sua vez, os edifícios institucionais são muito resistentes à mudança – são projetados para se mostrarem estáveis e imutáveis.

Tendo tudo isto em conta, podemos afirmar que todos os edifícios se alteram, de uma forma ou de outra, durante a sua ocupação, e por isso mesmo não se deve olhar um projeto como uma obra acabada, mas sim como o início de algo. O próprio Stewart Brand assim o diz no seu livro *How Buildings Learn: What Happens After They're Built*, frisando que “Um edifício não é algo que se acabe. Um edifício é algo que se começa.” (Brand, *How Buildings Learn: What Happens After They're Built*, 1994)

O projeto definido pelo arquiteto terá sempre a sua continuidade, no entanto, este será alterado pelas necessidades dos habitantes do mesmo – aqui surge um sistema desenvolvido pelo autor, *Scenario Buffered Building*. Este sistema consiste na suposição de diferentes cenários durante a fase do projeto, admitindo um final inconclusivo para o edifício e que permite alargar ao máximo as suas possibilidades (ver figura 12). Este método é uma alternativa, ou complemento, ao programa arquitetónico convencional que se foca demasiado nas necessidades imediatas dos primeiros utilizadores do edifício, e abre novas perspetivas de futuro.

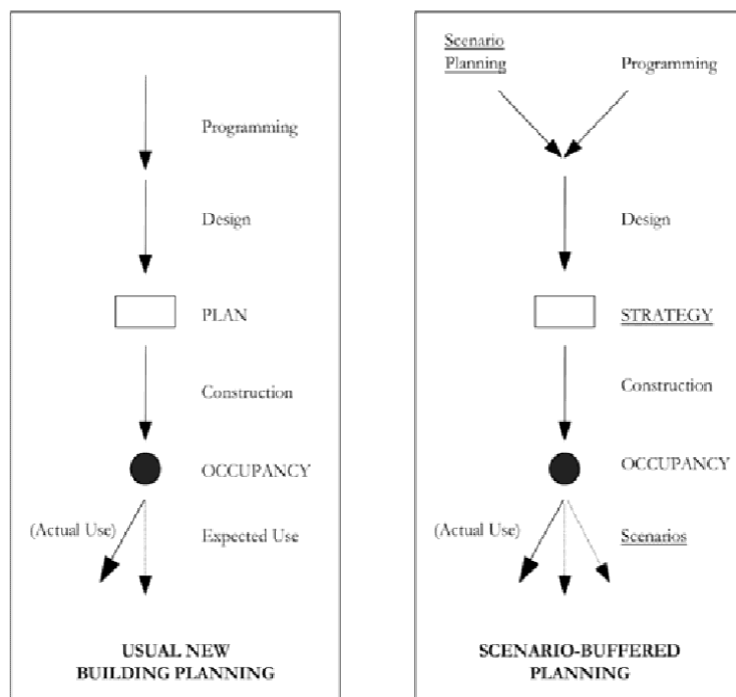


Figura 16 - Scenario Buffered Building de Stewart Brand (Brand, *How Buildings Learn: What Happens After They're Built*, 1994)

Se a mudança é algo inevitável à arquitetura, só faz sentido ter essa mudança em consideração desde o início do projeto de forma a facilitar o processo de adaptação à mudança vindoura. A mudança e todo o processo que esta por detrás deste fenómeno deve ser vista como uma situação permanente e inerente ao próprio fenómeno arquitetónico, pois só assim se conseguirá viabilizar um edifício a longo prazo. (Valagão, 2015)

Stewart Brand dissertou muito acerca da forma como os edifícios mudam e se adaptam com a passagem do tempo no seu livro que é objeto de estudo nesta investigação teórica, *How Buildings Learn: What Happens After They're Built* e neste livro, propôs algumas estratégias que, na sua opinião, tornariam mais fácil o processo de adaptação à mudança dos edifícios.

- Estruturas permeáveis à mudança: deve-se aplicar mais orçamento e esforço de planeamento à estrutura do edifício e menos nos acabamentos. O foco deve ser a facilidade de manutenção e adaptação.
- Planeamento de cenário: Stewart Brand diz que todos os edifícios são previsões, e que todas as previsões são erradas. Utilizar o planeamento de cenário para determinar os alternativos potenciais futuros de utilização do edifício vão auxiliar os designers do edifício a pensar em como é que o edifício poderá ser utilizado. Isto minimizará as chances que o edifício tem de se tornar obsoleto e cair em desuso.
- Planeamento simples de forma: os exemplos de casos de estudo que Stewart Brand propõe no seu livro mostram que a única configuração de espaço que “cresce” bem e se subdivide de forma eficiente é o retângulo. Edifícios de forma complexa muitas das vezes resultam em edifícios que são mais difíceis de adaptar e alterar.
- Shearing Layers: este ponto é o foco de estudo deste trabalho, tanto na investigação teórica como no meu projeto e é discutido no capítulo sexto do livro de Brand. Aplicando a ideia de que os edifícios tem camadas

independentes e diferentes resulta num imperativo de design que se traduz no seguinte: um edifício adaptável tem que permitir flexibilidade entre os sistemas que se alteram a ritmos diferentes, neste caso o *Local, Estrutura, Envolvente, Infraestruturas, Distribuição funcional e Recheio*.

(Brand, *How Buildings Learn: What Happens After They're Built.*, 1997)

Por fim Brand propõe que os arquitetos podem maturar de artistas de espaço para artistas de tempo, bastando para isto ter em consideração como os edifícios poderão mudar e criando estruturas que permitam essa mudança.

(Cheshire, 2019)

Afigura-se importante mencionar o conceito MultiEspacial – traduzido de MultiSpace que teve muito impacto no projeto que se desenvolveu no âmbito deste trabalho. O maior atelier de arquitetura da Escócia em 2008, 3DReid (em específico, o arquiteto Chris Gregory), devido à recessão que se fazia sentir pelo mundo, quis estimular a indústria da construção com o seu conceito que pretendia reduzir o desperdício de recursos e desperdício de potenciais lucros. Este conceito foi concretizado através de uma série de parâmetros de design que devem orientar este tal conceito MultiEspacial.

A pesquisa do MultiEspacial comparou parâmetros diferentes para tipos diferentes de edifícios, de forma a identificar onde existiam sobreposições e consequentemente onde existiam oportunidades de orientar o design para a flexibilidade e adaptabilidade. Os parâmetros chave examinados incluíam:

1. Pé-Direito do piso;
2. Proximidade a outros edifícios;
3. Profundidade do plano;
4. Design estrutural;
5. Revestimento de paredes ou de fachadas;
6. Circulação vertical e manutenção.

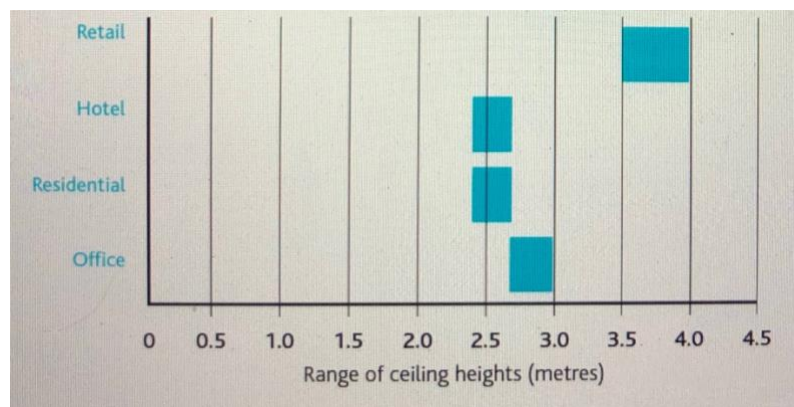


Figura 17- Comparação das alturas do chão ao teto

(Cheshire, 2019)

A comparação feita na Figura 15 do pé-direito de vários tipos de edifícios demonstra que há alguma sobreposição entre os standards típicos de escritórios, edifícios residenciais e hotéis, enquanto que os edifícios de comércio estavam fora da escala. A pesquisa feita pela 3DReid indicou que alturas mais generosas permitem um leque mais abrangente de soluções de manutenção. A solução proposta por eles foi de apostar numa construção de pavimentos com menor espessura que permita pé direito mais generoso sem adicionar muito à altura total do edifício, bem como um rés-do-chão com pé-direito duplo que acomode um edifício de comércio ou um espaço de receção.

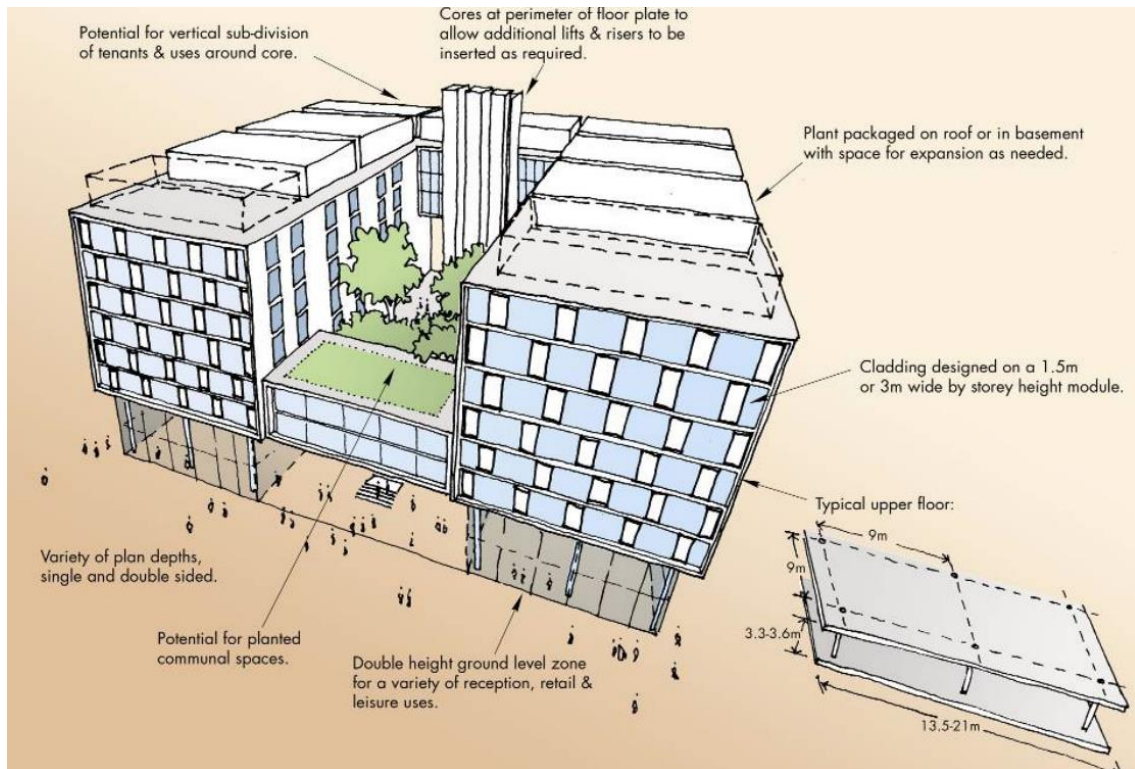


Figura 18- Sumário do conceito do MultiSpace mostrando as características de adaptabilidade

(Beadle)

A figura 16 sumariza os resultados da pesquisa que foi levada a cabo pela 3DReid, mais especificamente, por Chris Gregory, que demonstra o leque de características que criam um edifício com capacidade de se adaptar. Um excelente exemplo de um edifício que se conseguiu adaptar enquanto os edifícios vizinhos sucumbiram à passagem do tempo está localizado em Abbey Mill, Bradford em Avon. Foi construído como uma fábrica de tecidos, originalmente, mas com o declínio da indústria da lã eventualmente foi vendido e usado para fabricar tapetes. Durante a I Guerra Mundial, foi utilizado pelo exército como local para descanso dos soldados. Em 1915, o edifício foi comprado por uma empresa de borracha.



Figura 19- Edifício Abbey Mill, Bradford em Avon

(Bradford on Avon Museum)

A empresa de borracha utilizava o edifício para armazenar componentes de borracha e para a produção da mesma. Em 1967, o edifício foi convertido em escritórios

e restaurantes, com a exceção do rés-do-chão. Em 1996 foi novamente convertido num edifício residencial, com apartamentos. Estas utilizações, em princípio, todas parecem incompatíveis, e por isso é que a sobrevivência de Abbey Mill é tao relevante para o estudo da adaptabilidade dos edifícios.

A pesquisa e os casos de estudo apontam para o facto de ser possível projetar um edifício para que este seja adaptável. A utilização de Shearing Layers permite aos edifícios maior flexibilidade e maior facilidade de adaptação. Em específico, a separação entre a estrutura principal, a fachada, os serviços e os interiores do edifício permite à estrutura que se mantenha enquanto a fachada é remodelada, ou que os interiores sejam alterados de acordo com novos layouts sem serem constrangidos pelas paredes estruturais. De igual forma, os serviços a que Stewart Brand se refere precisam de ser acessíveis e não demasiado emaranhados com a estrutura de forma a serem facilmente substituídos, sendo que são uma camada de rápido desgaste.

2.3.1. Casos de Estudo

Caso de Estudo: Wren House

É considerada um dos edifícios mais emblemáticos de Hatton Garden, e até como um marco histórico local. A Wren House levou, até aos dias de hoje, uma vida bastante agitada. Foi construída como uma igreja em 1600, no entanto, foi destruída pelas chamas do Grande Incêndio de Londres, que ocorreu em 1666. Mais tarde, foi severamente bombardeada e atacada na II Guerra Mundial.

Este edifício, de alguma forma, enraizou-se na consciência comum dos residentes locais pela combinação da sua arquitetura distinta e história complexa. Projetada por Sir Christopher Wren, originalmente, Wren House é agora um edifício com escritórios e habitações. Stewart Brand fala, num capítulo do seu livro, do “romance da manutenção” e isso espelha-se no desenvolvimento e adaptação à passagem do tempo da Wren House, que demonstrou flexibilidade e resiliência ao longo do tempo.



(Newberry)

Figura 20 - Wren House em 1953



(Warner Lofts)

Figura 21 - Wren House atualmente

Caso de Estudo: Edifício Liberty



Figura 22 - Edifício Liberty após a primeira expansão.

(Brand, Youtube, 1997)

O autor demonstra ao utilizar o exemplo do edifício Liberty, que é um estabelecimento comercial – *department store*, que se está a “atualizar” a 6 velocidades diferentes, nas suas diferentes partes. O edifício Liberty começou por ser uma pequena loja em 1875, criada por Arthur Liberty, em Londres. Aos poucos, a pequena loja foi-se expandindo ao longo da rua e acabou por se tornar maciça e

imponente.

Ocorreram múltiplas mudanças de serviços, por exemplo, com a atualização do sistema elétrico, instalação de escadas rolantes, atualização do sistema de aquecimento e canalização. A planificação está em constante mudança, também – mas o elemento que mais se encontra em mudança sucessiva é o recheio, tendo em conta que é uma loja e que a decoração, montras, e posicionamento de expositores são sempre temporários. O diretor de serviços criativos da Liberty, Paul Muller, afirma que a dificuldade não está em manter as coisas como estão, mas sim em adaptá-las constantemente – caso contrário, a loja tornar-se-ia num museu.

O edifício Liberty está em constante mudança, a velocidades diferentes, e isto é relevante porque é através das diferenças de velocidade que se infere a capacidade de adaptação do edifício. Os processos de mudança mais rápidos oferecem ao edifício originalidade e desafio, enquanto que os processos mais lentos demonstram continuidade e moderação.



(Daniel, 2019)

Figura 23 - Edifício Liberty atualmente.

A moda é um motor dinâmico e incansável da arquitetura. Um edifício está num estado constante de aprendizagem, e isto não o torna incompleto – pois ele está sempre a ser renovado e melhorado até alcançar o que Stewart Brand chama de “estado adaptado”, que por sua vez não é um estado final ou acabado. Até os melhores edifícios têm de ser renovados e desafiados periodicamente, senão tornam-se em “cadáveres” bonitos. A diferença entre um edifício que vai melhorando progressivamente e um que vai piorando progressivamente está na sua capacidade de adaptação. A idade e capacidade de adaptação de um edifício são o que faz com este venha a ser adorado, pois o edifício “aprende” e evolui com os seus ocupantes, bem como os seus ocupantes aprendem com ele.

Os edifícios que sobrevivem à passagem do tempo só por vezes têm um aspeto distinto ou apelativo, o que Stewart Brand defende é que eles têm uma mestria improvisada, que pode até parecer aleatória, e camadas de alma. A Tor House é um excelente exemplo disto mesmo, construída por Robinson Jeffers, em que relíquias como figuras olmecas foram embutidas nas paredes. A casa abraça o tempo, sendo que em si foram imbutidos materiais como vestígios minerais das torres da Irlanda e conjuntos de figuras maias. Jeffers construiu também uma torre de pedra, de 13m de altura, mas com duas lareiras, duas escadarias (uma delas secreta) e cinco pisos, na qual se incluía um andar para os seus filhos brincarem. Edifícios como este encarnam maturidade, experiência, complexidade, subtilidade, resiliência – o tempo ensina-os como se adaptarem, e eles ensinam-nos a nós como o fazer.



Figura 24 - Tor House (Trip Advisor, 2020)

2.3.2 Economia Circular

“A essência de uma economia circular está em concetualizar bens de forma a facilitar a sua desmontagem e reutilização, e em estruturar modelos de negócios para que os fabricantes possam colher benefícios por recolher e renovar, recuperar ou redistribuir produtos que produzem.” (Cheshire, 2019)

A economia circular é baseada na em manter materiais e recursos em uso e reter o seu valor, ao invés da economia linear, em que os materiais são consumidos e descartados. Para que se consiga manter materiais em utilização por um espaço de tempo maior e sem perderem o seu valor, é necessário que os produtos sejam pensados para serem reutilizados ou modificados, em vez de serem descartados. O próprio conceito de resíduo ou desperdício deve ser repensado como um recurso a ser explorado pelas indústrias. A economia linear pode ser definida como *fazer-usar-descartar*, enquanto que a economia circular pretende quebrar este ciclo e tende mais para ser definida como *fazer-usar-reutilizar*.

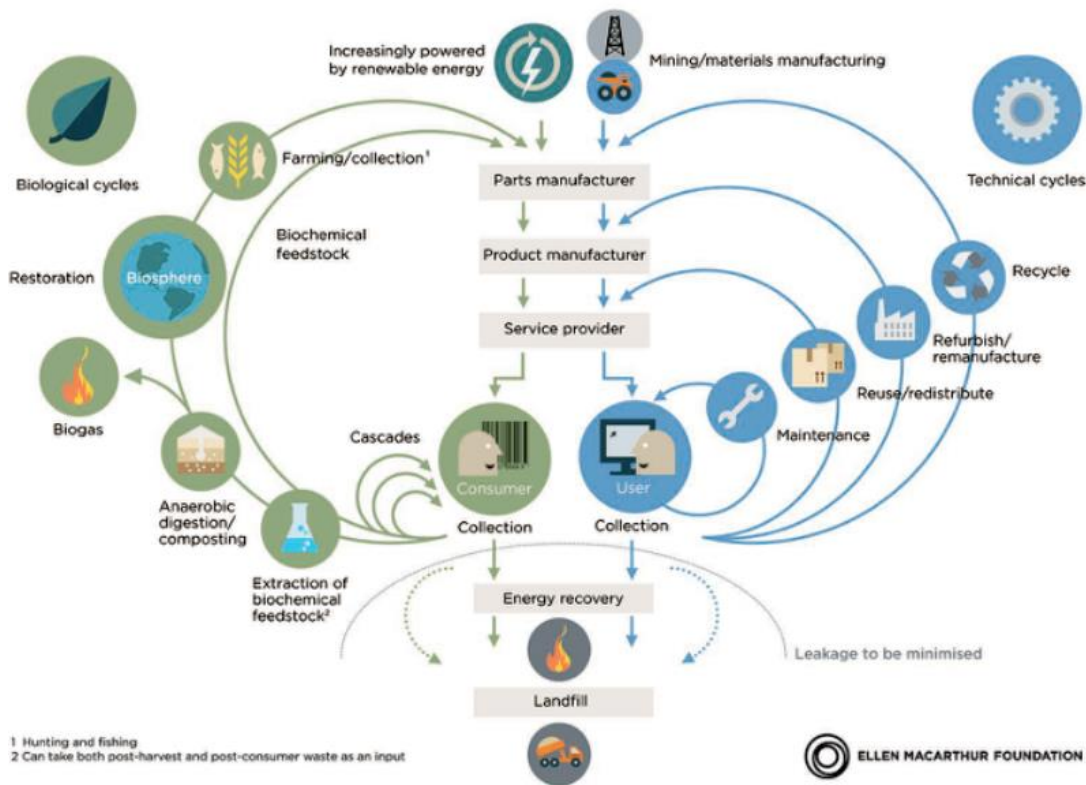


Figura 25 - Economia Circular

(Cheshire, 2019)

A fundação Ellen MacArthur foi estabelecida em 2010 com a missão de acelerar a transição rumo a uma economia circular, e trabalha com empresas, governos e acadêmicos para construir uma economia que seja regenerativa e restaurativa desde o princípio. (Ellen MacArthur Foundation, s.d.) Desde o início, o propósito é de excluir o conceito de desperdício ou resíduo e repensar os materiais como recursos preciosos que devem ser preservados, ao invés de descartados após consumidos. Materiais biológicos, como a madeira ou tecidos naturais são utilizados em produtos que podem ser devolvidos ao ambiente no seu fim de vida.

Estes materiais têm potencial para ser utilizados em “cascatas”, como por exemplo, uma viga de madeira pode ser utilizada na estrutura de um edifício, depois como elemento não estrutural, depois transformada num painel de fibras antes de ser sujeita à compostagem para produzir biogás. Materiais técnicos, como metais ou plásticos, são utilizados em produtos que mantêm estes materiais em uso pelo máximo de tempo possível. Estes materiais são essenciais para a economia, são finitos e não devem ser devolvidos sem mais ao meio ambiente, pois podem ser tóxicos para o mesmo.

Os produtos feitos de materiais técnicos devem ser desenhados para serem duráveis e adaptáveis, se necessário. Outra coisa necessária a fazer é pensar os produtos de forma a que as suas partes e componentes se possam separar no final de vida útil – assim, os componentes úteis poderão ser reutilizados e os que não podem ser reutilizados devido ao desgaste, deverão ser reciclados.

Os edifícios contêm muitos componentes complexos, particularmente os utilizados na planta e nos equipamentos utilizados nos serviços (services) e na decoração interior. Por exemplo, uma lâmpada fluorescente contém muitos materiais técnicos em

partes muito pequenas, incluindo alumínio, zinco, tungstênio e níquel. Contém também substâncias tóxicas como mercúrio e crômio. Aqui surge o problema do fim de vida do produto, em que, se não for separado e tratado devidamente, poderá “perder-se” e afetar o ambiente.

É muito difícil aplicar os princípios da economia circular, diretamente, aos edifícios, pois estes são conjuntos complexos de produtos e materiais com variadas diferenças em termos de tempo de vida, propósito e exigências. A ideia de pensar um edifício em camadas, ou *layers*, ajuda a caminhar para uma solução para este problema, permitindo aos arquitetos e designers que lidem com cada elemento do edifício com regras diferentes. Por exemplo, a estrutura e a envolvente podem ser feitas de modo a que sejam adaptáveis a durarem entre 80-100 anos, enquanto que as camadas internas serão menos duradouras e terão que ser feitas de modo a serem adaptadas de acordo com o passar do tempo e das novas exigências que são feitas ao edifício.

Manter as camadas independentes umas das outras é essencial, pois é isso que permite não só que a estrutura se mantenha quando se está a alterar outras camadas, como a envolvente, mas também facilita o processo de fim de vida do edifício.

Para observar o conceito de circularidade na arquitetura, afigura-se interessante a análise de um caso de estudo. Foi feita uma compilação de casos de estudo pelo Co.Project, que surgiu dum relatório feito pela Fundação Ellen MacArthur. O enquadramento proposto pela fundação identifica seis maneiras através das quais organizações e os governos podem aplicar a circularidade: regenerar, partilhar, otimizar, volta cíclica ou *loop*, virtualizar e trocar.

Regenerar: pretende identificar a utilização de energias renováveis para “alimentar” os edifícios (energia solar, energia eólica, energia geotérmica, energia hidráulica); recuperação de recursos (regeneração de lixo orgânico, produção de composto); criar sistemas de produção renováveis (produção de bio-gás, produção de eletricidade); recuperação de terrenos (salvar terras virgens, construir em locais industriais).

Partilhar: pretende mutualizar a utilização de bens e a reutilização dos mesmos, através da partilha de infraestruturas (parques de estacionamento partilhados, áreas verdes partilhadas); *co-housing* (partilha de casa); partilha de escritórios.

Otimizar: pretende otimizar a performance do sistema ao prolongar o período de utilização dos produtos (através de reparação/manutenção); reduzir a utilização de recursos (melhorar eficiência) e produzir *off-site* (pré-fabricados); melhorar a eficiência na utilização de energia, de água, eficiência dos materiais e redução da utilização de transportes.

Volta cíclica ou *loop*: pretende reciclar materiais através da otimização do fim de vida dos mesmos, da promoção de edifícios modulares e da remanufactura e remodelação de produtos e suas componentes.

Virtualizar: “deslocar” a utilização de recursos e fornecer a utilidade dos mesmos virtualmente através da substituição de produtos físicos com serviços virtuais (por exemplo, e-books em vez de livros); substituir localizações físicas com virtuais (é o exemplo das conferências online e das compras online); fornecimento de serviços remotos (computação em nuvem, serviços de armazenamento online). Pretende também promover o teletrabalho e a virtualização de produtos e processos. Este ponto é especialmente relevante nos tempos que correm, dado o contexto mundial de distanciamento social devido à pandemia COVID-19.

Trocar: pretende selecionar recursos e tecnologias de forma sábia, recorrendo à utilização de energias renováveis, utilizando novas tecnologias como a impressão 3D ao invés de utilizar soluções técnicas tradicionais e optando por soluções mais técnicas.

Para ilustrar o enquadramento proposto pela fundação Ellen MacArthur para um melhor enquadramento da circularidade na arquitetura, surge o caso de estudo do Parque Olímpico Rainha Elizabete, em Londres, no Reino Unido. Este projeto foi construído em 2012 para os Jogos Olímpicos e Paraolímpicos, como um projeto de regeneração a nível distrital. O parque foi pensado em dois níveis distintos: um que se focava em criar um local adequado para receber o evento, e outro que se focava em criar um novo projeto de sucesso para a cidade depois dos jogos. O ênfase estava em gerar um projeto que pudesse ser um legado. A LLDC (London Legacy Development Corporation) aceitou a responsabilidade pelo local após os jogos e está responsável pela regeneração contínua do parque e da área circundante. O objetivo em termos de resíduos para os empreiteiros foi de 95% dos resíduos não perigosos serem desviados para um aterro sanitário com um objetivo adicional de reutilização de materiais em 50%.

Os elementos do enquadramento que estão fortemente presentes neste projeto são o de otimização e de volta cíclica ou *loop*.

O primeiro elemento a salientar é o da otimização. É importante projetar uma maneira de reduzir a criação de resíduos, tendo isto um impacto significativo na redução de custos em materiais e custos associados com a gestão e processamento de resíduos no local. Vamos olhar ao exemplo do Podium Café, inserido num edifício no Parque Olímpico Rainha Elizabete, onde os arquitetos seguiram uma hierarquia para os resíduos serem reduzidos ao máximo, através de quatro formas específicas. A primeira forma foi a substituição de armações de madeira por madeira laminada transversalmente, pois esta pode ser fabricada fora do local em condições controladas que permitem a redução de resíduos no local e a necessidade de futuras alterações pela sustentabilidade do material. A segunda forma foi a alteração das fundações profundas para fundações mais superficiais (tendo em conta as possibilidades que o solo oferece), reduzindo o nível de escavações em 275mm. Isto permitiu uma redução do material escavado a ser eliminado, que seria inevitavelmente enviado para fora do Parque para ser processado, tendo em conta que o Parque tinha um excedente de material escavado. A terceira estratégia adotada foi a substituição de estacas de aço por estacas de betão pré-fabricadas, o que reduziu a quantidade de resíduos. Por último, utilizaram BIM Modeling (Building Information Modeling) para minimizar conflitos logísticos e auxiliar a uma perfuração de poços de fundação no solo mais eficiente.

O Estádio Olímpico foi pensado para ter uma estrutura muito leve, e em última análise, para ser parcialmente desconstruído, e ser utilizado como legado, mas mantido funcional e adaptado à sua nova utilização. A estrutura minimalista do Estádio utilizou menos 90% de aço do que o Estádio Olímpico de Beijing, construído em 2008.

(TimeOutMagazine, 2019)



Figura 26 - Estádio Olímpico Queen Elizabeth

O segundo elemento a salientar é o *loop* ou volta cíclica que assenta em dois princípios – pensar o design para a reutilização e tornar eficiente a eliminação de bens utilizados. O maior objetivo foi conseguir não criar um espaço apenas adequado para o evento internacional que motivou a sua construção, e não criar um “elefante branco”. Um “elefante branco” é um objeto extravagante e pouco prático, cujo dono não consegue manter devido aos custos de manutenção, e do qual não se consegue livrar. Tal como os locais dedicados a certas funções, os caminhos do parque também foram desenhados para permitir o movimento de grandes afluências de pessoas para os Jogos Olímpicos mas que permitissem uma redução para dimensões mais adequadas à menor afluência esperada após os Jogos Olímpicos. Alguns exemplos de como isto foi conseguido: as estacas de madeira utilizadas nas pontes foram aparafusadas em vez de pregadas para facilitar a remoção de secções da ponte; a ponte do Parque Central foi feita de forma a que pudesse ser facilmente levantada durante os trabalhos de estreitamento da ponte e reutilizada. (Foundation, 2016)

Durante a construção do Parque, tornou-se muito óbvio que conseguir uma reutilização de material em grande escala seria um desafio. A questão aqui é que havia uma discrepância grande em termos de alvos de reutilização dispersos pelo Parque. Esta diferença entre as áreas do Parque dependeu de variadíssimos fatores, incluindo: a oferta e a procura dos materiais, os tipos de materiais a serem removidos e as quantidades que permitiam reutilização, e o nível de sensibilidade em que os materiais eram removidos. Isto estabeleceu um precedente muito importante, porque no seguimento da construção do Parque Olímpico, foi estabelecido um contrato para a eliminação dos materiais dentro da LLDC, a London Legacy Development Corporation, que foi a empresa criada para construir o Parque Olímpico em 2012. O novo contrato permitiu que todos os projetos da LLDC fossem incentivados à reutilização de bens através de parcerias com as comunidades utilizadoras. Mais de 40 organizações comunitárias receberam bens doados por parte da LLDC como as bancadas temporárias do Centro Aquático do Parque Olímpico e cabines telefónicas. (Foundation, 2016)

“Construir sobre as valências dos Jogos Olímpicos mais sustentáveis de sempre, a LLDC coloca a sustentabilidade ambiental no centro de tudo o que constrói e tudo o que faz. A reutilização de materiais é uma vertente muito importante da nossa ação e estabelecemos um objetivo de 50% de materiais reutilizados. O caso de estudo do Parque Olímpico destaca a forma como esse objetivo foi atingido e demonstra que é possível prolongar a vida útil dos materiais e equipamentos através do contrato para a eliminação dos materiais e do trabalho árduo dos nossos empreiteiros.”

Paul Brickell, Diretor-Executivo de Parcerias Comunitárias e Parcerias de Regeneração



Figura 27 - Estádio Olímpico Queen Elizabeth

3. Hipótese de investigação

3.1 Integração de requisitos do ciclo de vida da arquitetura através do conceito Shearing Layers

Afigura-se importante integrar os requisitos do ciclo de vida da arquitetura através do conceito Shearing Layers, após ambos os conceitos terem sido explorados nos capítulos 2.2 e 2.3, respetivamente. Uma análise do ciclo de vida processa-se tradicionalmente por quatro fases:

1ª fase – definição do objetivo e do âmbito da avaliação,

2ª fase – inventário das partes integrantes,

3ª fase – avaliação do impacto,

4ª fase – interpretação dos resultados obtidos.

(Vasconcelos, Ferramentas de análise de grau de sustentabilidade no ambiente construído. Dissertação de Mestrado. FEUP, 2014)

A análise do ciclo de vida está intimamente ligada ao conceito de Shearing Layers. Este modelo de análise (ACV) tem vindo a causar impacto na tomada de decisões a nível do setor da construção, tendo em conta que o modelo foi adaptado para avaliar em termos económicos e ambientais vários materiais e produtos de várias indústrias. Esta metodologia é útil na fase de planeamento e de projeto do edifício, tendo em conta que é nestas fases que são tomadas as decisões referentes à seleção de materiais, produção de resíduos e emissões, bem como relativas ao consumo de energia e água na vida útil do edifício. O conceito Shearing Layers pretende ser um conceito presente e influente no projeto de arquitetura, bem como a análise do ciclo de vida.

Em conjunto, estes dois conceitos poderão agir para aumentar a durabilidade de um edifício e reduzir a sua “pegada ecológica”, tomando em conta as limitações do edifício, dos recursos utilizados e o impacto ambiental da construção. O conceito Shearing Layers acrescenta informação útil ao modelo de análise do ciclo de vida, pois permite que esta análise seja feita a nível de camadas, ao invés de ser referente ao edifício como um todo. Isto permite uma maior especificidade e maior eficácia da ACV.

Como referido anteriormente, uma questão relevante à qual a LCA, em alguns casos, não responde diz respeito ao fim de vida de um edifício pode ser muito melhorada através do conceito Shearing Layers. Shearing Layers encara a mudança como algo inevitável à arquitetura, e defende que faz sentido que essa mudança seja tida em conta desde o início do projeto para facilitar a adaptação a essa mudança vindoura. O conceito Shearing Layers oferece uma nova perspetiva para a análise do ciclo de vida da arquitetura, porque permite o enquadramento da ACV orientado para cada “camada”.

Surge, neste contexto, um caso de estudo relativo à adaptação dos edifícios através da análise dos seus padrões de comportamento, com o objetivo de atingir um bom nível de sustentabilidade. Este caso de estudo foi feito em relação a edifícios de escritórios em Melbourne, Austrália, e é um excelente exemplo de adaptação sustentável.

Se “o desafio de atingir um desenvolvimento sustentável no século XXI terá lugar nas áreas urbanas por todo o mundo” (Newton and Bai, 2008), cada vez mais as decisões informadas no que diz respeito à adaptação dos edifícios já existentes são essenciais. A Europa têm mostrado maior desenvolvimento a respeito da adaptação e evolução dos edifícios e subúrbios do que a Austrália. Na Austrália, os escritórios contribuem com cerca de 12% de todas as emissões de gases de efeito de estufa, e o objetivo para a cidade de Melbourne é de readaptar 1.200 propriedades do distrito comercial central até ao final de 2020, de forma a tornar-se neutra em termos de carbono (Wilkinson, 2014).

Os edifícios de escritórios em Melbourne são classificados utilizando a matriz de qualidade de edifícios do Conselho de Propriedade da Austrália, que utiliza medidas como o número e velocidade dos elevadores, classificação ambiental em termos de eficiência energética, qualidade do hall de entrada, para determinar o nível a que cada edifício corresponde. A escala de classificação vai desde Premium (a melhor qualidade), a A, B, C e D. Cerca de 18% dos edifícios no distrito comercial central estão classificados como C e D, os níveis mais baixos e que, conseqüentemente, têm os valores de mercado mais baixo. Estes edifícios que estão classificados com C e D tem menos probabilidade de serem adaptados, face aos edifícios com melhores classificações. Este caso de estudo explora os padrões e natureza das adaptações feitas ao longo do tempo com 12 edifícios escolhidos de maneira aleatória. Uma análise de toda a atividade de adaptação no distrito comercial central mostrou que a ação está largamente focada nos escritórios de qualidade e classificação superior.

Neste caso de estudo, foi concluído que fatores importantes para a adaptação de edifícios com classificações de C e D são: a idade, a localização e o tipo de proprietário. A idade é crítica para a adaptação, pois à medida que os edifícios envelhecem, deterioram-se e precisam que as suas partes integrantes sejam reparadas ou substituídas. A localização foi considerada como um fator de impacto, tendo em conta que as propriedades sitas em locais favorecidos com maior frequência tinham maior probabilidade de serem adaptadas. O distrito comercial central de Melbourne pode ser dividido em 5 zonas: Prime, Low Prime, High Secondary, Low Secondary e Fringe. A melhor localização é Prime, onde se encontram os valores mais elevados em termos de capital. Em relação aos tipos de proprietários, conclui-se que os proprietários institucionais tendiam a adaptar mais os seus edifícios (Wilkinson, 2014).

Os critérios adotados para examinar os padrões de adaptação foram: número de adaptações, idade, localização, qualidade da construção, classificação histórica, número de andares, área total, tipo de construção, tipo de proprietário, data de aquisição e qualificação de sustentabilidade. Doze edifícios foram selecionados aleatoriamente para este caso de estudo, e daqui extraiu-se o facto que os edifícios com 30-70 anos de construção terem uma maior frequência de adaptações. Para efeitos deste caso de estudo, uma adaptação deve ser considerada como uma alteração de maior ou menor escala, mudança na utilização de um edifício, extensão ou redução da área total ou renovações estéticas.

Nos doze edifícios escolhidos, 58% foram propositadamente construídos para a sua utilização atual e 42% tiveram outra utilização prévia, e foram re-propositados. No entanto, todos foram construídos para utilização comercial, indicando que há uma hipótese razoável de mudança de utilização durante o ciclo de vida de um edifício. Onze dos doze edifícios apenas funcionam como escritórios, enquanto que um deles é utilizado como zona comercial e edifício. Cinco dos edifícios têm interesse histórico e sete não. Dez dos edifícios não tem capacidade para extensão lateral, mas dois têm capacidade para extensão, sujeito a licença de construção – no entanto, um terço dos edifícios conseguiriam ser adaptados de forma a incorporar uma extensão vertical, o que permitiria um aumento de área.

Quanto aos acessos: sete edifícios têm acessos a partir da rua e da lateral do edifício, três edifícios têm acessos a partir da rua e da traseira do edifício, um edifício tem acesso da rua, da lateral e das traseiras, e um outro edifício apenas tem acesso a partir da rua.

Quanto aos envelopes, um envelope deve ser entendido como todo o revestimento exterior de um edifício, encerrado pelo seu telhado, paredes, portas, janelas e fundações. O envelope pode minimizar o ganho ou perda de temperatura e infiltração de humidade.

É um fator chave para a sustentabilidade de um edifício, devido à sua capacidade de proteger do ambiente exterior, manter a qualidade do ar interior, aumentar a durabilidade do edifício, controlar o influxo de luz natural e aumentar a eficiência energética (Wilkinson, 2014). Os envelopes são predominantemente construídos com tijolos (quatro edifícios) ou pedra (quatro edifícios). Na maioria, os envelopes estão em boas condições: seis edifícios foram considerados em bom estado sem defeitos visíveis, quatro edifícios tinham imperfeições mínimas na superfície e os outros dois edifícios estavam ultrapassados, mas utilizáveis. Tendo em conta o tipo de construção destes doze edifícios, é evidente que predomina o enquadramento do betão, independentemente da área total do edifício ou do número de andares.

O número de ocupantes dentro das propriedades do caso de estudo variou entre nenhum (estando o imóvel vago) a 67. A maioria das propriedades tinha ocupação múltipla, e apenas duas das propriedades tinham só um ocupante. Em relação à localização, dois dos edifícios estão situados na zona Prime, dois edifícios estão situados na Low Prime, dois edifícios estão situados na High Secondary, quatro edifícios estão na Low Secondary e dois edifícios estão na Fringe. Através de dados do caso de estudo foi possível aferir que em edifícios de qualificação C e D, a adaptação é muitas vezes motivada por mudança de proprietário (Wilkinson, 2014).

É aparente que as obras feitas em todos os 12 edifícios durante o período em questão envolvem múltiplas alterações internas e pouca oportunidade é dada para alterar o envelope externo dos edifícios. Por conseguinte, o âmbito de adaptação para o envelope de forma a atingir uma maior eficiência energética é limitado. Os padrões de adaptação mostram que as obras de adaptação que são feitas não são suscetíveis de melhorar o desempenho dos edifícios no que diz respeito à sustentabilidade e poderão acabar por criar uma maior pegada ambiental ao longo do ciclo de vida do edifício no que diz respeito ao desperdício e ao consumo de energia.

As adaptações foram predominantemente feitas para responder a questões de alterações legislativas e para fazer pequenas renovações à medida que os arrendamentos expiram, para não haver um desgaste excessivo. Dada a frequência das adaptações e mudanças de arrendamentos, é pouco provável que estes equipamentos e acessórios estejam desgastados, e o resultado é que os materiais úteis são enviados para aterros numa base regular. O carbono incorporado nestes materiais é então perdido permanentemente. Isto levanta sérias questões acerca da sustentabilidade em propriedades comerciais utilizadas para arrendamento. Muitos dos materiais que vão para os aterros poderiam ser reciclados e reutilizados. Os resíduos típicos de uma adaptação de um escritório incluem tapetes, divisórias, mobiliário de escritório, entre outros. Uma das conclusões do caso de estudo foi que a cidade de Melbourne deveria investigar o potencial de um esquema em que os materiais recicláveis e reutilizáveis seriam removidos dos edifícios dos escritórios para serem separados e enviados para reciclagem e reutilização.

Tendo em conta a ocupação dos edifícios com uma multiplicidade de inquilinos em diferentes condições de arrendamento, é um desafio desenvolver uma abordagem coordenada que permita uma otimização da sustentabilidade.

As conclusões deste caso de estudo foram bastante homogéneas: os padrões de arrendamento a curto prazo para utilização comercial agravam a abordagem fragmentada das adaptações neste setor do mercado em Melbourne. No futuro, será necessária uma abordagem diferente que permita a otimização dos benefícios da adaptação e da sustentabilidade para minimizar desperdícios desnecessários. Um perigo muito real é o das adaptações numerosas, que ao longo do tempo podem parecer sustentáveis, mas podem não o ser na verdade no contexto do ciclo de vida do edifício (Wilkinson, 2014).

4. Conclusão e desenvolvimentos futuros

Em jeito de conclusão, a transformação é inerente aos seres humanos, e isto reflete-se, naturalmente, na arquitetura e na cidade. Os edifícios mudam ao longo do tempo, conforme a sua passagem, conforme as necessidades de quem os habita – e mudam quer ao nível de forma, quer ao nível de uso. O ato de projetar, discutido no ponto 2.1., tem que ter esta premissa de mudança constante em conta.

O conceito de Shearing Layers foi conceitualizado por Frank Duffy, e foi complementado por Stewart Brand no seu livro *How Buildings Learn: What Happens After They're Built*, (Brand, 1994), e foi um pilar ao longo desta investigação teórica. Uma das grandes conclusões foi a de que os edifícios não partilham da mesma presunção de eternidade que a arquitetura – pelo contrário, são marcados pelo passar do tempo e da influência da arquitetura considerada moderna ou atual. Os edifícios sentem o passar do tempo, e estão em constante evolução e atualização – caso contrário, não perduram. O arquiteto principal é o tempo, ou a passagem do mesmo pelo edifício, bem como o impacto que o edifício provoca nas pessoas.

O conceito Shearing Layers foi complementado com muitos outros, como a análise do ciclo de vida da arquitetura (ACV) que foi discutido em maior detalhe como hipótese de investigação. Shearing Layers oferece um olhar fresco, que, quando conjugado com técnicas como a ACV, permite tornar o projeto de arquitetura mais sustentável – seguindo o mote da Positive Impact School.

O projeto não deve ser olhado como uma obra terminada, mas sim como uma obra em constante transformação e mudança, com flexibilidade para tal. Há que deixar margem de manobra para a transformação do projeto, de forma a permitir a produção de soluções mais adequadas às necessidades específicas do edifício, facilitar o processo de acomodação à mudança e estimular as vertentes sustentáveis e flexíveis do projeto de arquitetura. Se “o desafio de atingir um desenvolvimento sustentável no século XXI terá lugar nas áreas urbanas por todo o mundo” (Newton and Bai, 2008), cada vez mais as decisões informadas no que diz respeito à adaptação dos edifícios já existentes são essenciais.

5. Workshop

Durante o semestre, decorreu um workshop em parceria com o Atelier RUA onde as turmas se dividiram de modo a formar grupos de trabalho para desenvolver um projeto durante uma semana. Este projeto teve como objetivo uma articulação entre o atelier de arquitetos e os estudantes de Mestrado, de forma a introduzir os alunos à realidade do mercado de trabalho. O trabalho de equipa juntava alunos de turmas diferentes, o que permitiu trocas de perspetivas, ideias e opiniões em relação ao trabalho que estava a ser desenvolvido na cadeira de Projeto de Arquitetura relativamente à investigação teórica final. Afigura-se relevante introduzir o workshop na investigação teórica pois foi um trabalho que permitiu expandir horizontes e novas perspetivas relativamente à mesma, que influenciaram o projeto final e a globalidade do trabalho realizado este ano.

O workshop foi realizado em conjunto com os colegas Helga Sousa, Gonçalo Grácio, Sara Jesus, Stefani Roman e Tiago Medeiros.

O objeto da colaboração com o atelier foi uma intervenção num edifício habitacional que pertence ao Bairro do Lumiar, na Alameda das Linhas de Torres. O projeto passava principalmente por uma reinterpretação do bairro, em que o grupo desenvolveu um bairro-jardim em que transformou toda a zona urbanística numa zona verde. Era proposta assim a quebra dos muros do parque que trazia o jardim da Quinta das Conchas para dentro do bairro – a nossa proposta tinha dois campos de intervenção, o campo urbanístico numa escala maior, e o edifício habitacional numa escala mais pequena.

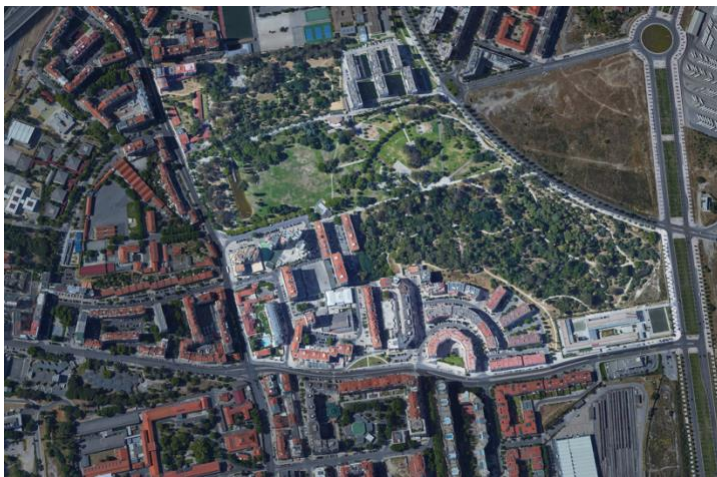


Figura 29 - Ortofotomapa Representação Urbana Parque e Zona Habitacional



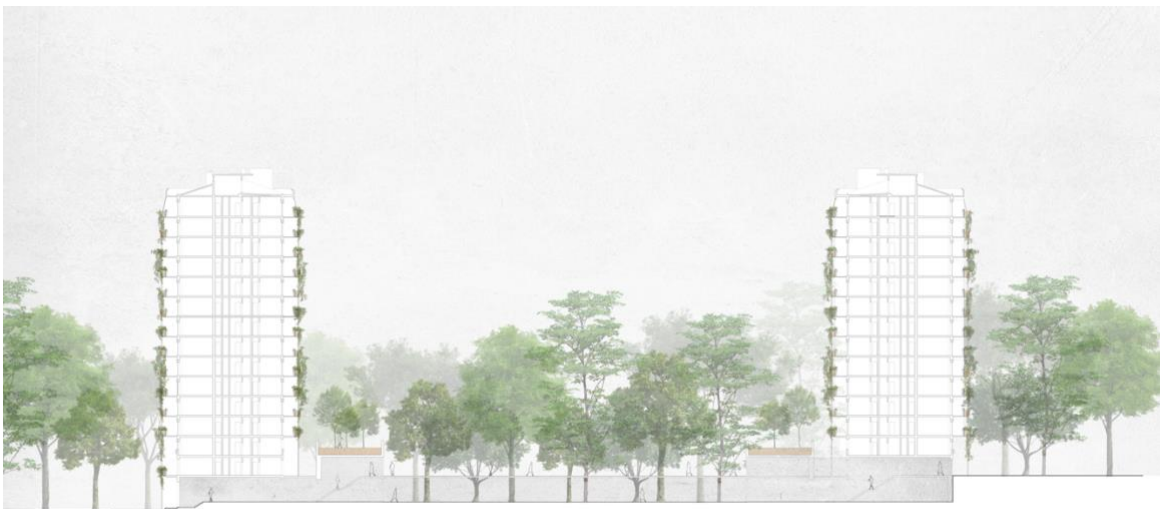
Figura 28 - House Ring. Eugene Stamo, 1973. Moscovo, Russia.

A reabilitação do edifício passava por um tratamento de todas as incoerências que ocorriam na fachada e trazia um novo olhar refrescante e verde ao edifício, integrando as fachadas no espaço de jardim. As fachadas eram cobertas de heras, em jeito de jardim vertical. O objetivo desta proposta exemplificada no painel abaixo era o de ser um módulo ou exemplo a seguir para o resto das habitações do bairro, permitindo a implementação da ideia cidade-jardim.



existente

Figura 30 - Corte Existente



requalificação
da envolvente

Figura 31 - Corte de Requalificação Proposta

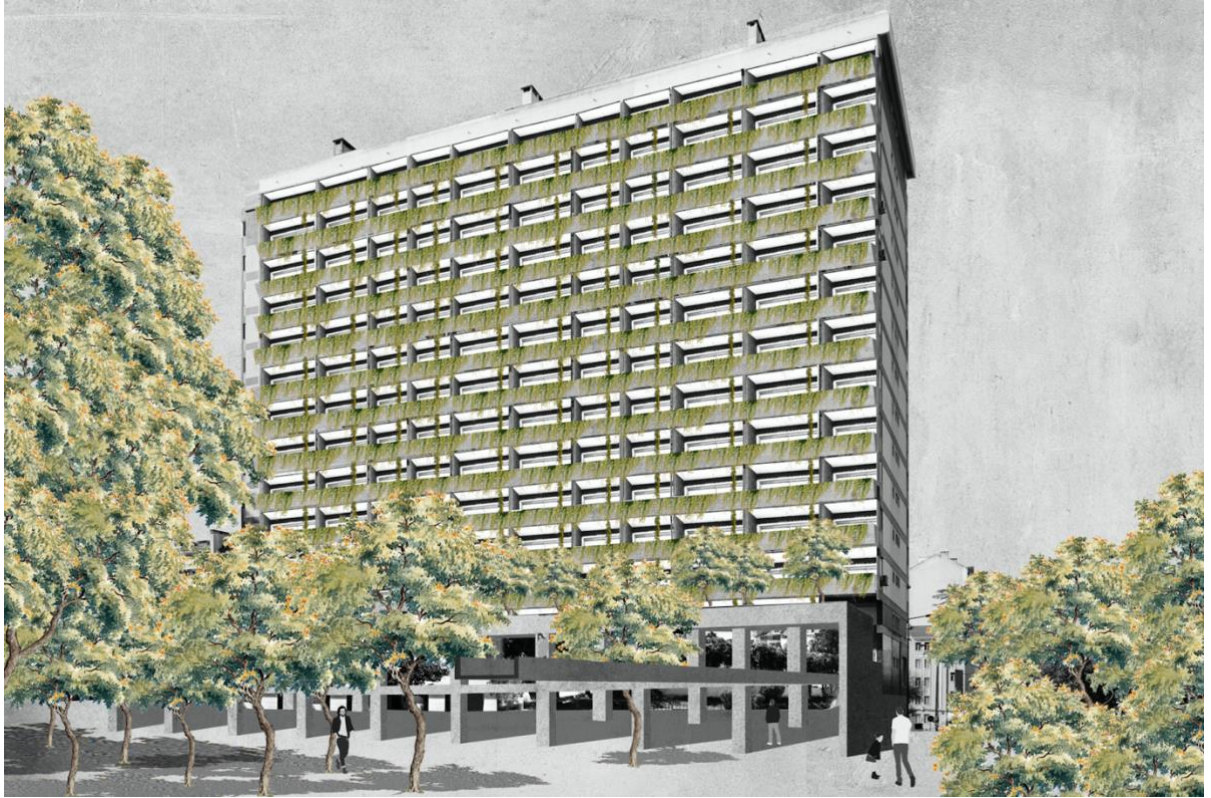


Figura 32 - Painel Final Workshop

6. Apresentação do Projeto

O tema que foi escolhido foi desenvolvido sobre o mote da Positive Impact School, e foi proposto pelos Professores Vasco Rato e Pedro Pinto. O tema sob o qual o projeto foi pensado é a arquitetura regenerativa, no âmbito de habitar integrando atos humanos e naturais e criando impacte positivo nos ecossistemas.

O local de implementação do projeto que foi proposto pelos docentes da cadeira está sito na zona urbanística da Cidade Universitária de Lisboa.



Figura 33 – Ortofotomapa dos limites da cidade universitária de Lisboa

A Cidade Universitária de Lisboa é um campus universitário localizado na zona do Campo Grande, e é o maior campus de ensino superior em Portugal. Na Cidade Universitária de Lisboa, estudam mais de trinta e sete mil alunos (Universidade de Lisboa, 2020). A Cidade Universitária é limitada, a Norte, pela Faculdade de Ciências; a sul, pela

Av. das Forças Armadas e pelo ISCTE-IUL; a oriente, pelo Campo Grande e pela Biblioteca Nacional; a ocidente, pela Av. dos Combatentes, onde se situa o Estádio Universitário de Lisboa. Está servida por três estações de metro – a Estação da Cidade Universitária, a Estação de Entrecampos e a Estação do Campo Grande. Para além do metro, existem outros transportes públicos que servem a zona da cidade universitária, como os autocarros.

Muitas pessoas deslocam-se também por meio de veículos próprios, e nesse sentido, faz sentido mencionar o parque de estacionamento da EMEL, que foi o local escolhidos pelos docentes para se desenvolver o projeto arquitetónico.

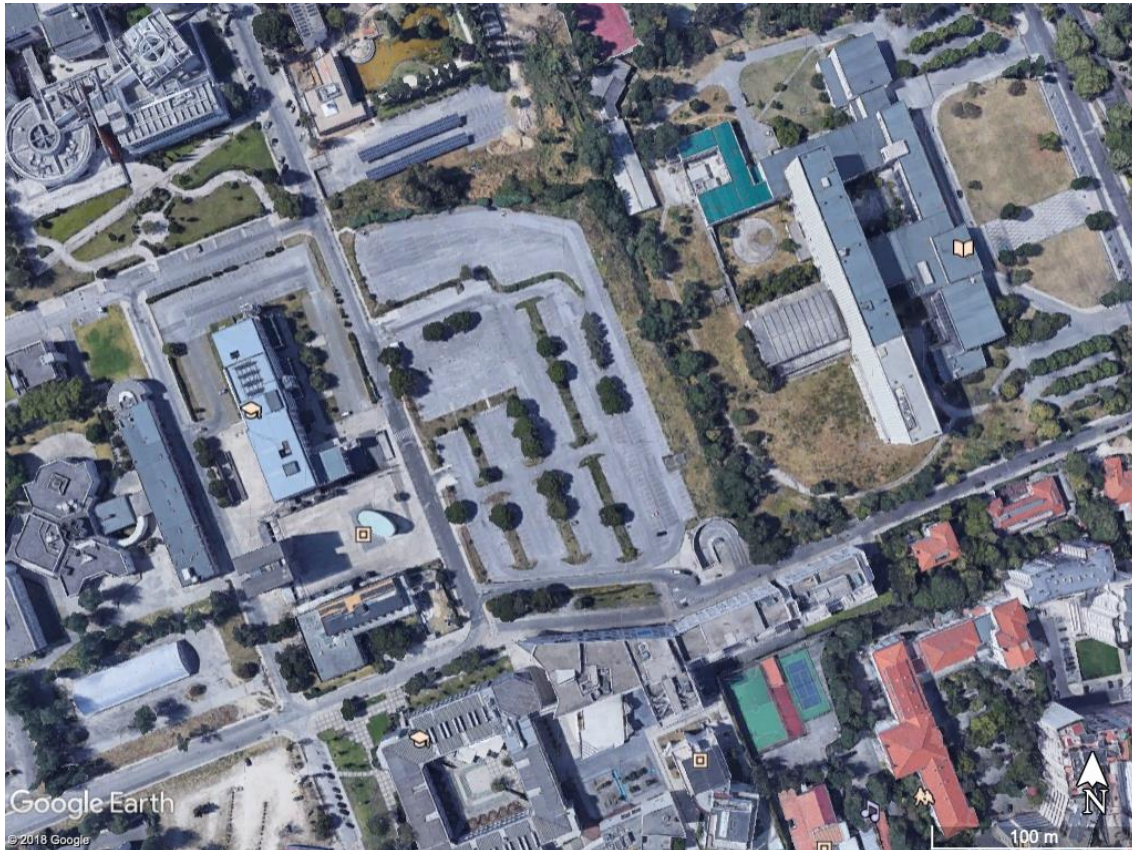


Figura 34 - Fotografia Aérea do Parque da EMEL na Cidade Universitária (Google Earth, 2020)

Este parque é limitado a Sul pelo ISCTE-IUL; a norte, pela Faculdade de Psicologia da Universidade de Lisboa; a nascente, pela Biblioteca Nacional; a poente, pelo IGOT e pela Faculdade de Medicina Dentária da Universidade de Lisboa.

O que foi pedido passa por uma reinterpretação deste consolidado urbanístico através da integração de tópicos propostos pelos docentes, estes tópicos são os seguintes:

- Ciclo de vida de materiais;
- Reaproveitamento de água;
- Energia renovável;
- Mobilidade sustentável;
- Mais biodiversidade;
- Produção de alimentos;
- Economia circular de resíduos;

O programa passa então pelo desenvolvimento de um complexo Positive Impact School, que tem como premissa a retirada de carros deste centro universitário, pois a ideia de ser substituído o parque de estacionamento pelo complexo tem o objetivo de reduzir

substancialmente o número de carros a circular nesta zona estudantil. Este programa pretende englobar:

- Uma escola de sustentabilidade;
- Uma residência escolar;
- Um centro de incubação e empreendedorismo;
- Um centro transdisciplinar sócio-tecnológico constituído por um fablab, maker space, repair shop e library of things;
- Produção alimentar;
- Áreas verdes;
- Espaço público urbano.

Foi assim lançado então o início do trabalho, num núcleo de três alunos onde foi desenvolvido este complexo. O grupo foi composto por três alunos: Rana Shehabi, Isabel Ávila e eu, Tiago Barros. O terreno que é de atual posse da EMEL é constituído por aproximadamente 28000m². Iniciou-se assim o projeto, realizando uma análise SWOT que represento nos mapas abaixo, desenhos técnicos da pré-existência e planeada uma estratégia de projeto.

A estratégia escolhida na análise SWOT foi iniciada primeiramente por destacar os pontos fracos da localização, e identificar as vias de circulação principais e os espaços verdes já existentes. Foram também destacados pelo grupo áreas inutilizadas que podem causar espaços perdidos.

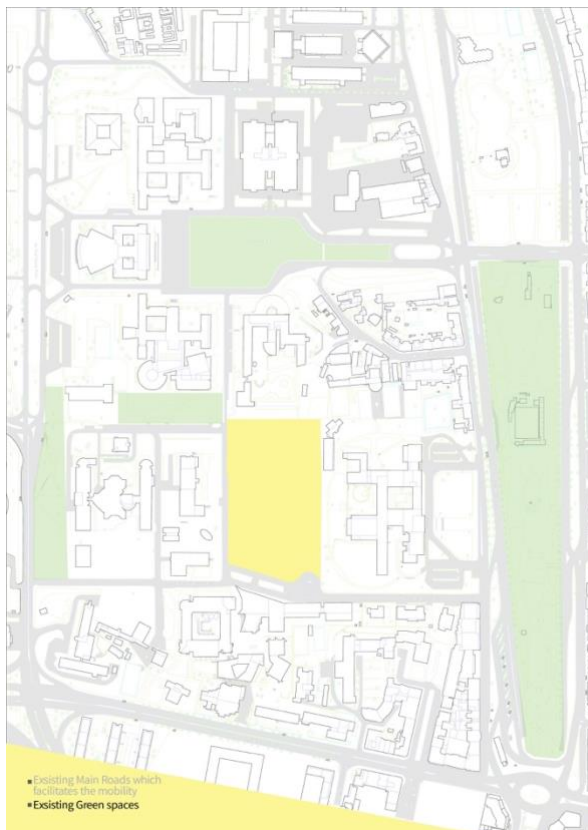


Figura 30 - Análise dos sistemas de arruamentos e dos espaços verdes. Categorizado como um ponto forte.



Figura 31 – Análise de espaços urbanos inutilizados. Categorizados como possíveis oportunidades para o projeto.

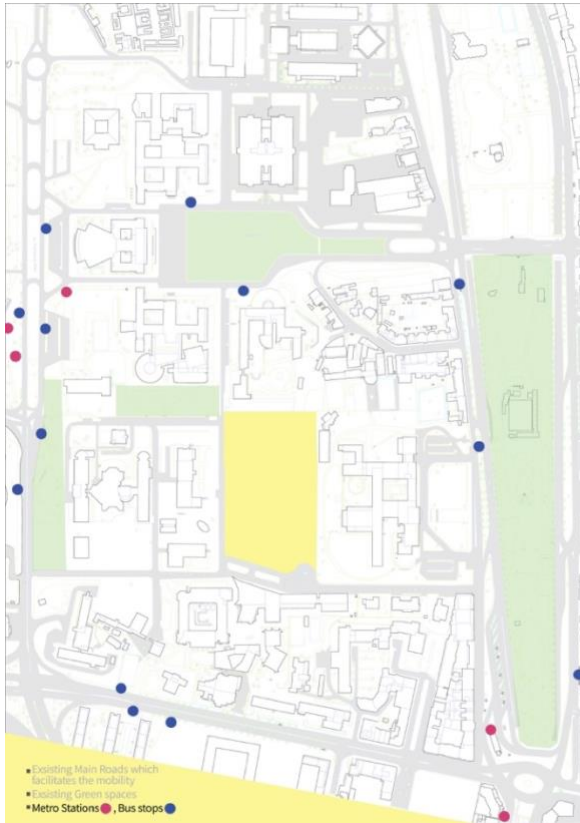


Figura 33 – Análise de sistemas de mobilidade. Categorizado como Ponto forte da cidade universitária.



Figura 32 – Análise da relação urbana entre edifícios. Categorizada como Fraqueza, as áreas inutilizadas que podem causar espaços perdidos.



Figura 34 – Análise da qualidade das relações dentro do sistema urbano. Oportunidade de relacionar os espaços verdes e os edifícios.

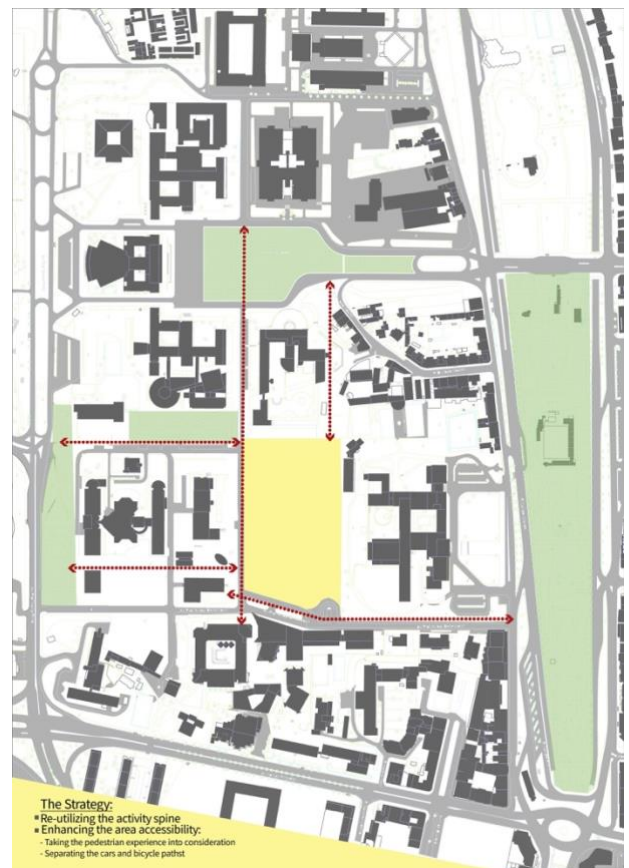


Figura 35 - Estratégia. Oportunidade de reutilizar a espinha de atividade, melhorar e priorizar as acessibilidades dos pedestres através da separação de ciclovias e vias para viaturas.

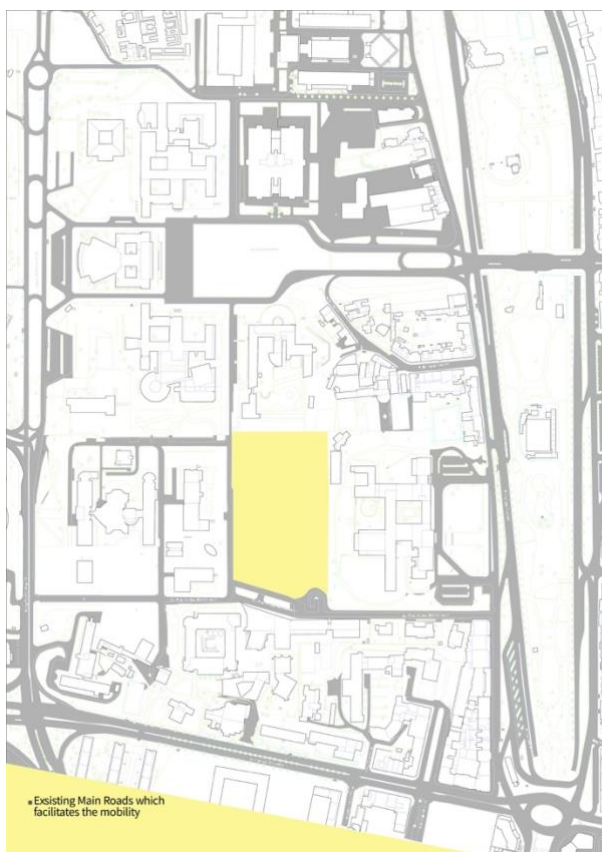


Figura 37 – Mobilidade e arruamentos. Categorizado como uma Ameaça.

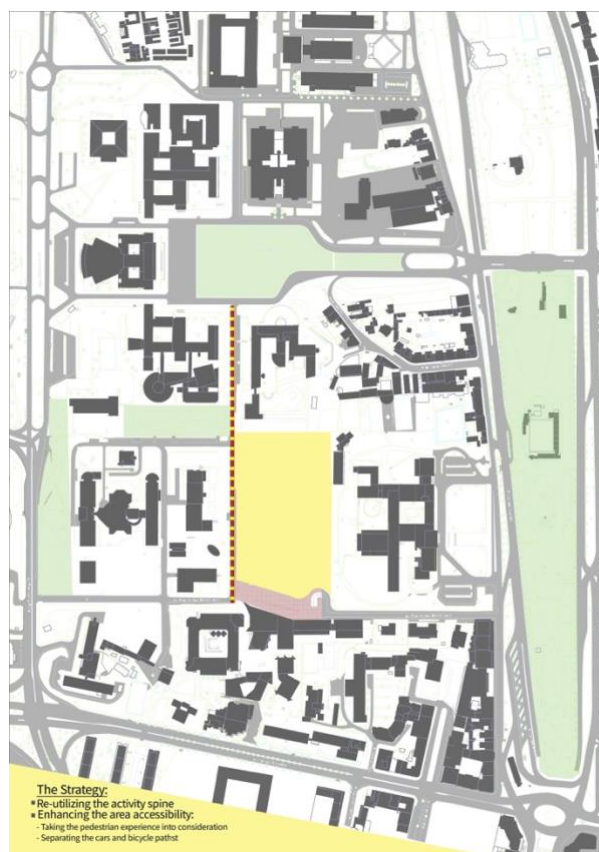


Figura 36 – Estratégia em volta da Espinha de Atividade. Oportunidade de priorizar a atividade e experiência dos pedestres através do desvio das viaturas motoras.

A análise SWOT permitiu representar o espaço tendo em conta as suas principais vias de acesso, o que demonstra a mobilidade e pontos de acesso à Cidade Universitária (as estações de Metro e paragens de Autocarros estão representadas nas figuras de análise SWOT), e permitiu também representar os espaços verdes já existentes.

Deparámo-nos com edifícios que tinham raros elos de comunicação. Os edifícios estão aqui implantados sem ter uma matriz urbanística, não têm uma ligação entre eles e funcionam como unidades, dentro da sua zona de implantação, e acabam por não criar relações de conexão urbana entre si. Na cidade universitária a malha urbana é quase impossível de ser revelada.

Argumentamos assim que procuramos uma melhor comunicação entre edifícios, espaços verdes e sistemas viários e pedestres. Quanto à estratégia final, definimos uma re-utilização da “espinha de atividade”, uma via pedonal central, melhorando a acessibilidade e mobilidade na área, tendo em consideração a experiência dos pedestres e separando as ciclovias das estradas.

O *master plan* é desenhado e formatado à volta destas diretrizes, para poder ser integrado com o máximo de elementos da envolvente. Foram desenhadas várias propostas e tentativas formais para chegar a um plano final, abaixo represento alguns desenhos técnicos e maquetes do processo de criação da proposta.

Proposal:

Proposal Diagrams:



Plot Limits + Possible Connections



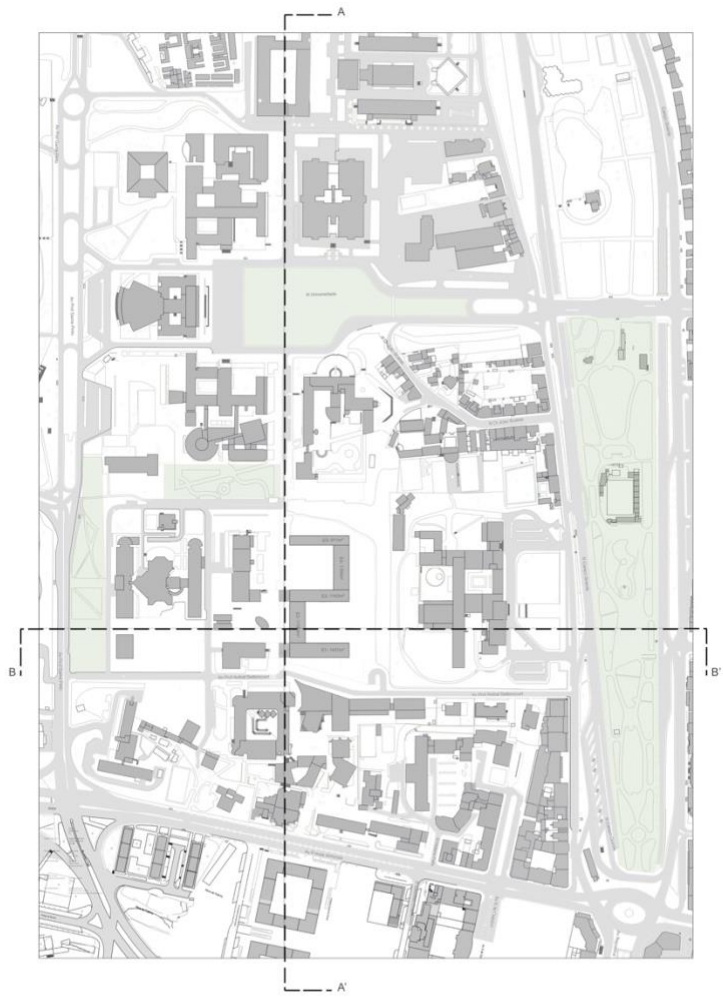
Connections Strategy



Grid Lines



Urban Spaces Contexts & Spaces Definition



The Functional program:

Commercial Market
 - Shared Eating zone
 - WC

Food Production Urban Farming
 - Composting zone
 - Storage

Sustainable School Classrooms
 - Offices
 - Auditorium

Social-technologic fablab
 Repair shop
 Material Library

Incubation and Entrepreneurship Centre
 Common Spaces
 Offices

School Residence Individual Rooms
 Distribution/circulation
 Common areas (kitchen and living room)

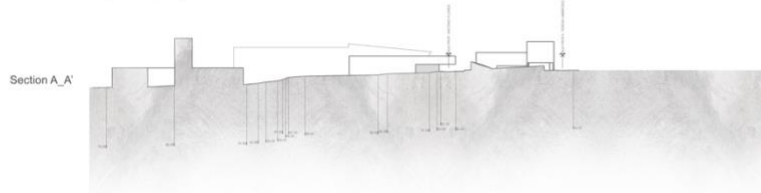
The Strategy:

The proposed strategy aims to create better connections for the buildings with the surrounding ones by creating a 'Positive Space' that can facilitate the conversation between the building and create a visual order to the urban context.

- * Reutilizing the activity spine
- * Making the street that surround the area occasional
- * Enhancing the area accessibility by:

- Taking Pedistrian experience into consideration
- Separating cars and bicycles pathes and creating new ones

Sections:



Section B_B'

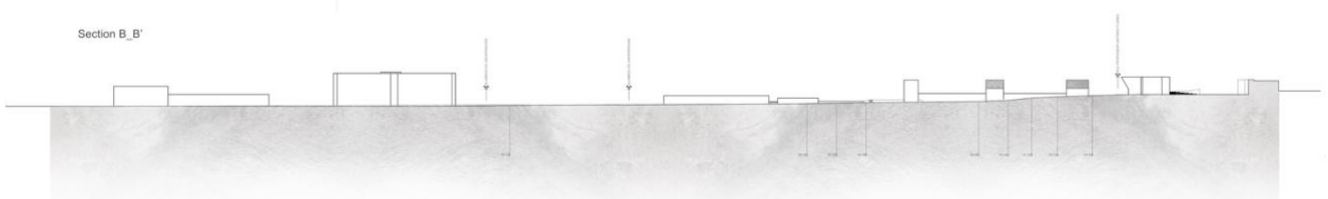


Figura 38 - Painel processo sumariado

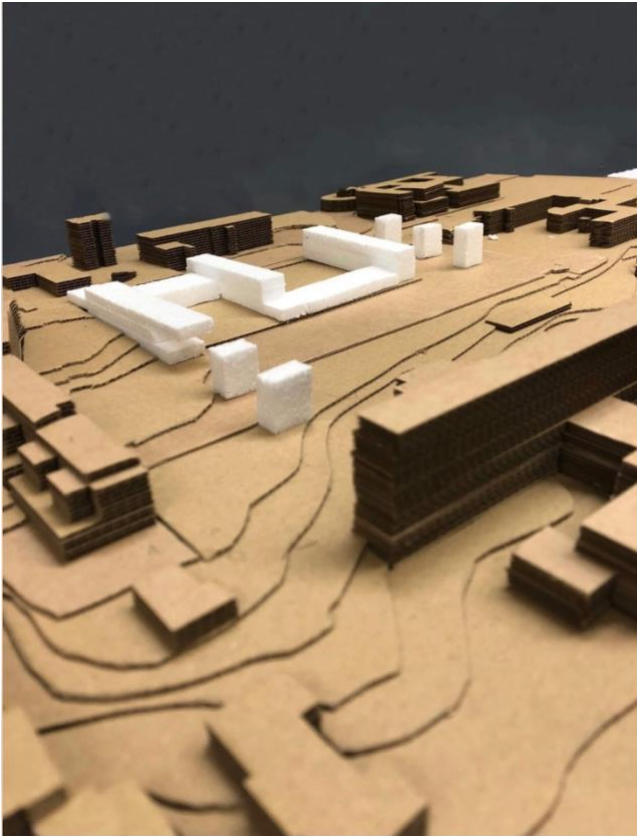


Figura 40 - Processo formal de maquete (1)

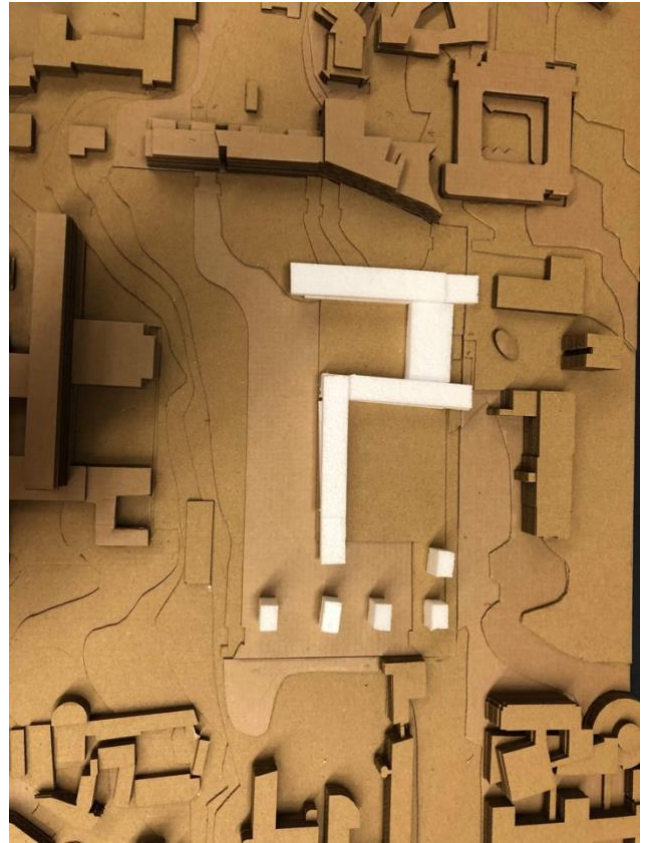


Figura 39 - Processo formal de maquete (2)



Figura 42 - Processo formal de maquete (3)



Figura 41 - Processo formal de maquete (4)

A proposta final de grupo descreve um edifício que cria espaços públicos com diferentes tipos de privacidade. Largos quadrangulares que vão ser definidos tanto pelo edifício proposto como pelos edifícios adjacentes, pois assim, pretende-se criar uma ligação e uma ideia de maior unidade entre os edifícios da cidade universitária. O edifício é constituído por três volumes principais paralelos entre si, perpendiculares à Biblioteca Nacional, e outros dois edifícios complementares que servem de ligação entre todo o complexo, dando assim uma ideia de unidade.

Os largos de carácter público encontram-se a nascente do terreno e pertencem à “espinha de atividade”, falada de modo contínuo nas análises SWOT, bem como na parte da estratégia final. O programa destes três principais edifícios, apesar de nesta fase de grupo estar um pouco em aberto, ficou decidido que existiria um elemento mais a sul de residência estudantil, um elemento central de comércio, produção alimentar e um polo de empreendedorismo. O edifício a norte fica programado assim para a escola de Sustentabilidade. Os três edifícios teriam no máximo quatro andares acima do nível térreo e seriam energeticamente alimentados com painéis solares nas suas coberturas. Os edifícios também foram pensados de maneira a que pudessem utilizar a sua área de cobertura para recolher água da chuva para ser utilizada na zona de produção de alimentos, no caso do edifício de produção alimentar. Os dois edifícios que servem de ligação entre os três edifícios principais teriam programas secundários e teriam no máximo, dois pisos. Com o objetivo de serem impermeáveis ao nível térreo, para permitirem a passagem entre uma zona mais pública, largos e “espinha de atividade”, e uma zona semi-pública de solo permeável e ajardinada que, por sua vez, liga ao jardim da biblioteca nacional, criando uma ligação com a natureza.

Abaixo, represento os elementos maquete e painel da proposta final do projeto que define assim, o *master plan*. Dando assim por concluída a fase de grupo, decidiu-se prosseguir individualmente, através de uma divisão dos edifícios para que cada elemento do grupo pudesse desenvolver em maior profundidade um só edifício.



Figura 43 - Painel de grupo da proposta final

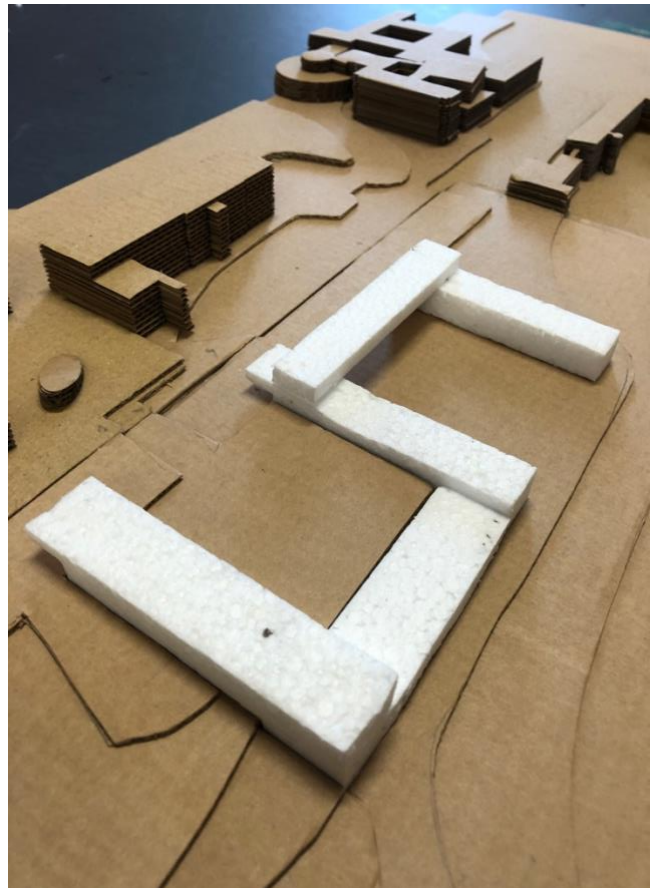


Figura 46 - Proposta de maquete final (vista 1)

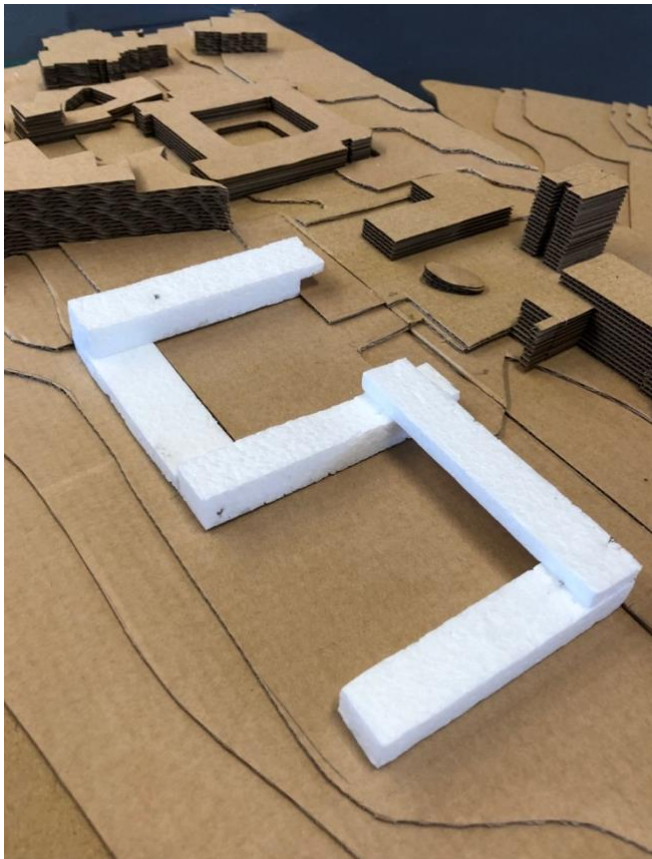


Figura 44 - Proposta de maquete final (vista 2)



Figura 45 - Proposta de maquete final (vista 3)

7. Residência Escolar

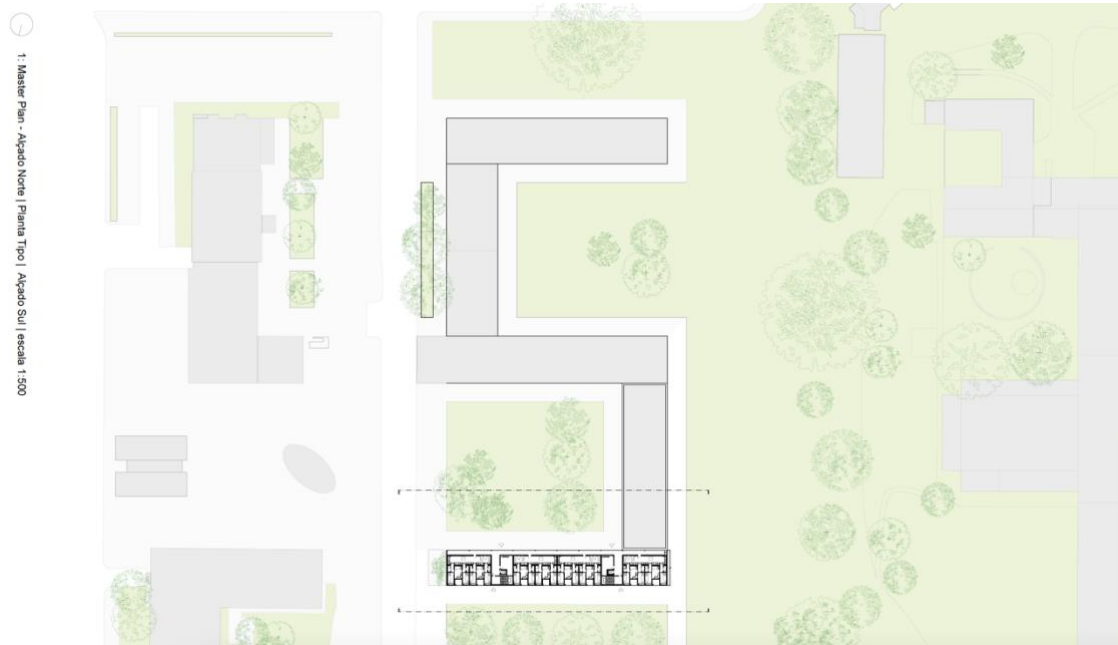


Figura 47 - Planta Tipo

Aquando da divisão do trabalho de grupo, tornou-se objeto de desenvolvimento deste trabalho o edifício mais a sul do complexo. O edifício antes proposto mantém a sua zona de implantação. É importante relembrar que o complexo está implantado num terreno com um pouco de inclinação e, sendo assim, temos um largo de pavimento impermeável em cima junto à “espinha de atividade”, e em baixo, um grande jardim verde que acompanha todo o complexo e que também pertence a biblioteca Nacional. A residência escolar de planta retangular encontra-se implantada assim paralelamente ao ISCTE e perpendicularmente à Biblioteca Nacional. A sua planta ocupa 797m², 70 metros de comprimento por 11,35 metros de largura. A residência encontra-se implantada a várias cotas, pois o terreno nesta zona é manipulado para o complexo entrar em ligação com a parte de trás do jardim da Biblioteca Nacional. Sendo assim, a poente, o edifício começa por estar implantado a cota 88, que assim dá acesso e ligação entre a zona jardinada das traseiras da biblioteca e o edifício residencial. Na proposta também é desenhado o nó entre o edifício de residência e o edifício secundário de menor cota que estava planeado no *master plan*, este edifício secundário tem um programa que é constituído por serviços, pequeno comércio alimentar e uma zona de *open space* que servirá maioritariamente para os estudantes usarem como zona para estudo, convívio e relaxamento.

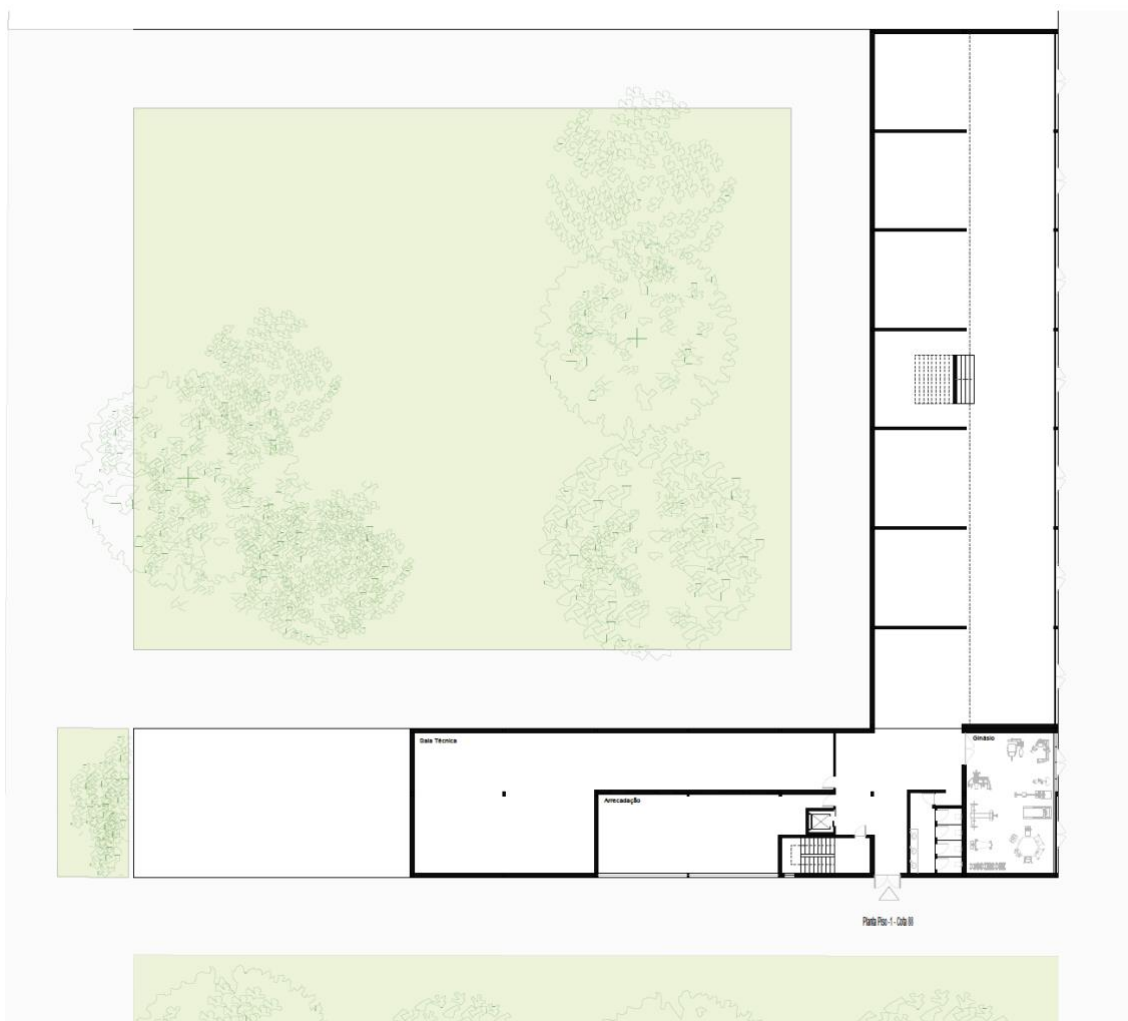


Figura 48 - Planta de implantação à cota 88

O edifício secundário acaba por estar implantado a cota 88 e funciona como muro de suporte que aguenta e separa altimetricamente o largo quadrangular que está implantado a cota 91. No entanto, o edifício tem uma passagem que pretende encaminhar as pessoas que provém do largo para a zona ajardinada inferior. Este edifício é constituído por dois pisos, sendo um deles todo construído em mesanine, o que faz com que tenha uma ligação espacial com o piso de baixo, piso este que tem um grande vão que ilumina toda esta área e cria esta ideia de impermeabilidade visual, entre o nascente e o poente do edifício, entre o largo superior e a zona de jardim inferior. Este piso, que se encontra a cota 91, também tem uma função importante de ligação corredor, pois através desta longa mesanine será possível deslocarmo-nos sem passarmos pelo exterior - entre o edifício da residência de estudantes e o outro edifício central, também mencionado no plano que programaticamente alberga uma zona de empreendedorismo, produção alimentar e comércio.

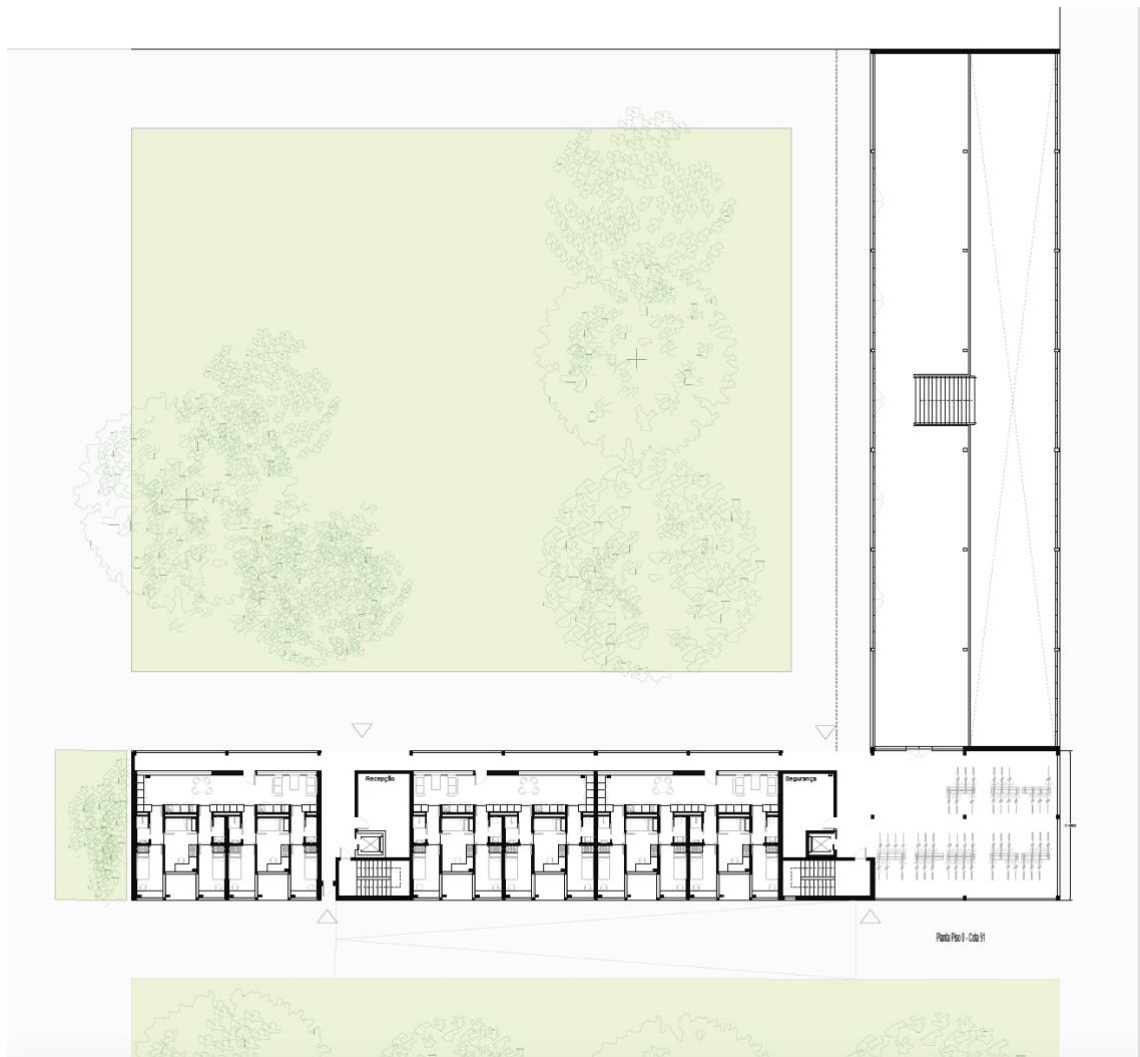


Figura 49 - Planta de implantação à cota 91

O objetivo é que estes edifícios funcionem todos separadamente, mas ao mesmo tempo que haja conexões entre eles. Os vários edifícios em formato facha, programaticamente, foram pensados para se complementarem e com o objetivo que o Complexo Positive Impact School faça sentido.

Pretende-se agora dar mais atenção ao edifício da Residência escolar, descrevê-lo e explicá-lo o mais claramente possível. Esta explicação estará sempre suportada por desenhos e referências que têm a intenção de mostrar e esclarecer o raciocínio.

Primeiro é de se explicar os acessos, e para isso descreve-se os alçados onde estes acontecem. Tanto no alçado Norte como no alçado Sul temos entradas para o edifício, mas serão apresentadas hierarquicamente: primeiro o alçado Norte, depois o sul e por fim, o nascente e poente.

O alçado Norte, que desenha os limites do largo tem duas entradas principais junto aos dois acessos de distribuição vertical.

A fachada virada a Norte tem como principal característica a imponente Galeria de Distribuição e os esbeltos pilares estruturais, que agarram as faixas longas, que por sua vez resguardam os utilizadores da galeria de caírem. Esta fachada é constituída por quatro níveis que se repetem, porém, existe uma exceção nos últimos dois pisos, no canto superior direito temos uma tipologia que se encontra em balaço que tem um grande impacto no edifício.

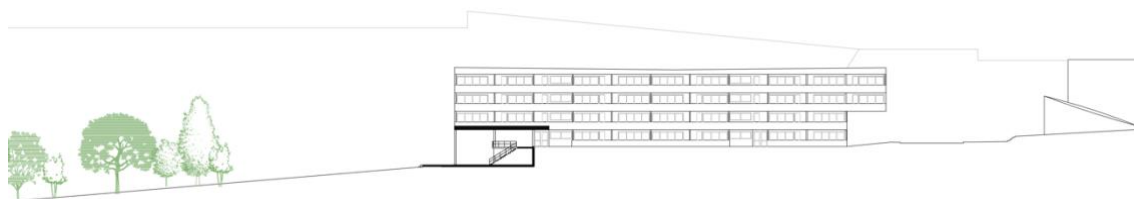


Figura 50 - Alçado Norte e Corte pelo edifício secundário de estudo e lazer

O alçado Sul, por sua vez também tem duas entradas junto aos acessos verticais, mas estes são de menores dimensões, são apenas pequenas portas generosas para facilitar o acesso do utilizador do edifício à sua residência independentemente de onde ele se faz chegar. É importante também referir que a sua cota acompanha o terreno desde a cota 91 até a cota 88: a fachada sul desce com o declive durante os 70 metros do seu comprimento e diverge assim em 3 metros. O edifício aparece no terreno como uma pedra aparece semi enterrada no solo.



Figura 51 - Alçado Sul

A fachada Sul é constituída por simples vãos com caixilhos elegantes e alumínio lacado. Como esta fachada está virada a sul, decidiu-se desenvolver um sistema de sombreamento a par com o dimensionamento dos vãos. Este sistema de sombreamento é desenhado em continuidade com as guardas das varandas. Estas guardas são ripas de madeira que vem agarradas á parte estrutural da fachada e que, à medida que chegam à parte superior de um vão, saem para fora na perpendicular. As guardas, com as medidas corretamente planeadas e calculadas, têm a função de fazer sombra durante o ano nos meses de maior intensidade solar, logicamente, meses estes de maior calor. No entanto, nos meses de menos intensidade solar, logicamente, menos calor, estão planeadas para não fazer sombra. Isto permite que haja um maior controlo da temperatura interna do edifício e que não seja necessário recorrer durante as diferentes estações do ano a sistemas de climatização. Em seguida, deixo uma imagem com a folha de cálculo que permitiu calcular o dimensionamento, e chegar estas conclusões em relação ao sistema sombreamento.

Location	Lisboa	N/S?
Latitude [°]	38,7	N

	Shading/Sunlight until...	Use Max Solar Altitude?	Angle [°]	Max solar altitude [°]	Solar radiation coming from...	
Day for total shading	01/jun	11/jul	1	<input type="checkbox"/> yes	73,5	South
Day for total sunlight	01/nov	9/fev	2	<input type="checkbox"/> yes	35,6	South

Partial incidence of solar radiation	
Solar altitude (3)	<input type="checkbox"/>
h' [m]	<input type="checkbox"/> measured from the bottom of the window

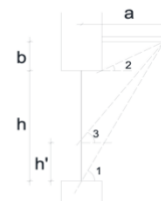


Figura 52 - Folha de Cálculo Sistema de Sombreamento

Os topos elegantes do edifício são fachadas quase cegas. A fachada Nascente dá para o terreno ajardinado e para as traseiras da biblioteca Nacional.

A fachada Poente tem uma característica especial, pois deste lado faz uma saliência e no edifício de 4 pisos, acaba por ter nos dois últimos níveis salientes, um módulo estrutural. Fica assim em balanço, o que dá um aspeto diferente a esta fachada cega.

Este edifício é constituído por um elemento organizador da planta que é fundamental: é a galeria. A distribuição pelas tipologias de apartamentos passa então por este corredor, que apesar de ser exterior, tem cobertura - isto permite que as regras de evacuação do edifício e as suas respetivas distâncias sejam maiores do que se a mesma galeria fosse interior. A galeria tem 1,5 metros de largura por 70 metros de comprimento.

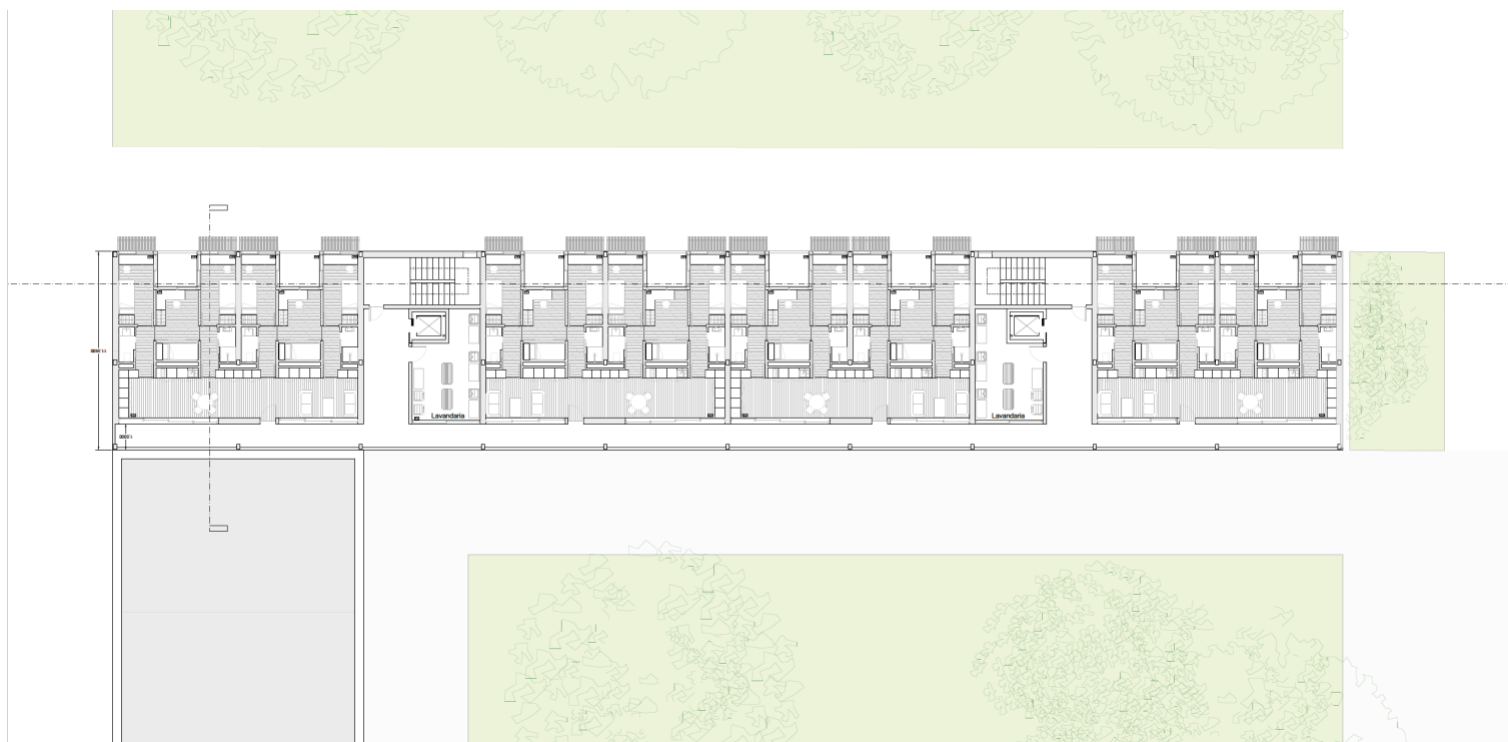


Figura 53 - Planta tipológica da organização dos módulos habitacionais

O edifício está desenhado estruturalmente com uma métrica de 7 metros entre pilares. A escolha de altura do pé direito foi de 3 metros entre lages, lages estas que são dimensionadas para serem finas. Esta escolha foi informada pelo conceito MultiEspacial, previamente abordado no capítulo Shearing Layers. Este pé direito é o que, de um modo geral, se aplica a mais possibilidades e programas e que tem uma maior facilidade de se adaptar com o tempo, sendo assim procurado o objetivo de prolongar a vida deste edifício e estimular a sua sustentabilidade.

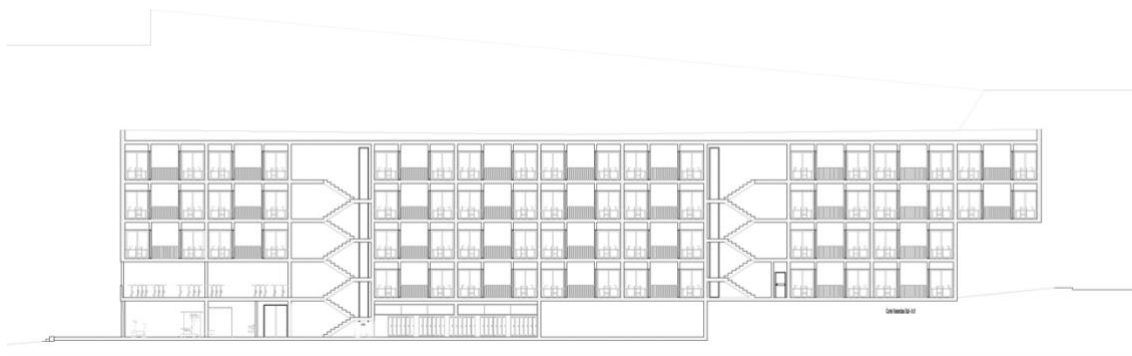


Figura 54 - Corte pela caixa de distribuição vertical

Para além dos quatro pisos acima da cota 91, temos um piso que acaba por estar em metade subterrâneo. Este piso só tem vão na fachada Sul e tem um programa que pretende melhorar o conforto de vida dos residentes: neste piso temos acesso direto para o exterior bem como uma chegada de um acesso de distribuição vertical.

Neste plano (-1), programaticamente, temos uma sala técnica que dá acesso a todas as máquinas que controlam e fazem funcionar o edifício, assim como um tanque de recolha de água da chuva a partir da cobertura, de grande capacidade que está enterrado debaixo da mesma sala. Nesta sala técnica, estão também os acumuladores energéticos que recolhem energia solar através dos painéis fotovoltaicos dispostos na cobertura.

Existe também uma sala de arrumos, um ginásio e um Hall de distribuição que dá ligação ao edifício de lazer e comércio vizinho, e uma zona de estacionamento de bicicletas. Os quatro pisos, da cota 91 em diante, são dedicados a habitação para estudantes, e contamos assim com 32 módulos de apartamentos. Cada apartamento tem capacidade para 6 estudantes, com direito a fruir de uma zona de sala de estar e cozinha comum com 30 m². Esta sala de estar, comum, está virada a Norte e tem acesso direto para a Galeria.

Em relação à composição dos apartamentos e da mobília, os apartamentos são para seis estudantes (T6) de 128m², existem dois módulos/tipologia iguais que se repetem. Estes módulos que começam a partir da zona da sala para dentro tem uma particularidade especial que os torna sustentáveis. O objetivo passa por construir com materiais que sejam o mais leves e limpos possível. Deste modo, a longevidade do edifício e o seu programa podem ser mais flexíveis e adaptáveis à passagem do tempo.

Em termos objetivos, este módulo constrói-se então agarrado a uma estrutura de pilares do edifício, mas depois não usa tijolo, nem cimento, nem argamassa para criar divisórias! Optou-se sim, por utilizar matérias à base de madeira (aglomerados, placas, vigas e pilares) que posteriormente podem ser lacados, revestidos e estucados por texturas que possam fazer mais sentido durante o ciclo de vida do edifício. Como por exemplo, as casas de banho que são revestidas a material cerâmico para uma melhor impermeabilização, tendo em conta a utilização que é mais propensa a humidade.



Figura 55 - Pormenores

Este módulo/tipologia é constituído então por dois quartos iguais com área de 8m^2 , um quarto com $9,6\text{m}^2$ e uma casa de banho completa dividida ao meio, zona de banho e zona sanitária, ambas acompanhadas de lavatório. Os três quartos estão dispostos à volta de uma varanda agradável com $4,6\text{m}^2$ e todas tem um grande vão virado a sul. Os quartos têm um design de mobiliário específico para se enquadrar com as pequenas dimensões do mesmo, e assim sendo, o estudante conta com uma cama singular, um armário, cabeceira e uma secretária com cadeira. O mobiliário foi pensado desta forma pois tem a intenção de cumprir uma função importante, que é de oferecer a máxima utilidade ao estudante.

Como em média, um estudante só vai viver neste edifício durante a sua vida académica, não faz sentido que cada aluno, sempre que aluga um quarto, tenha que trazer o seu mobiliário. Se conseguirmos que este mobiliário passe por várias gerações de estudantes, vamos conseguir um impacto ecológico positivo e assim evitar o desperdício de materiais e mobília (camada do recheio no conceito de Shearing Layers).

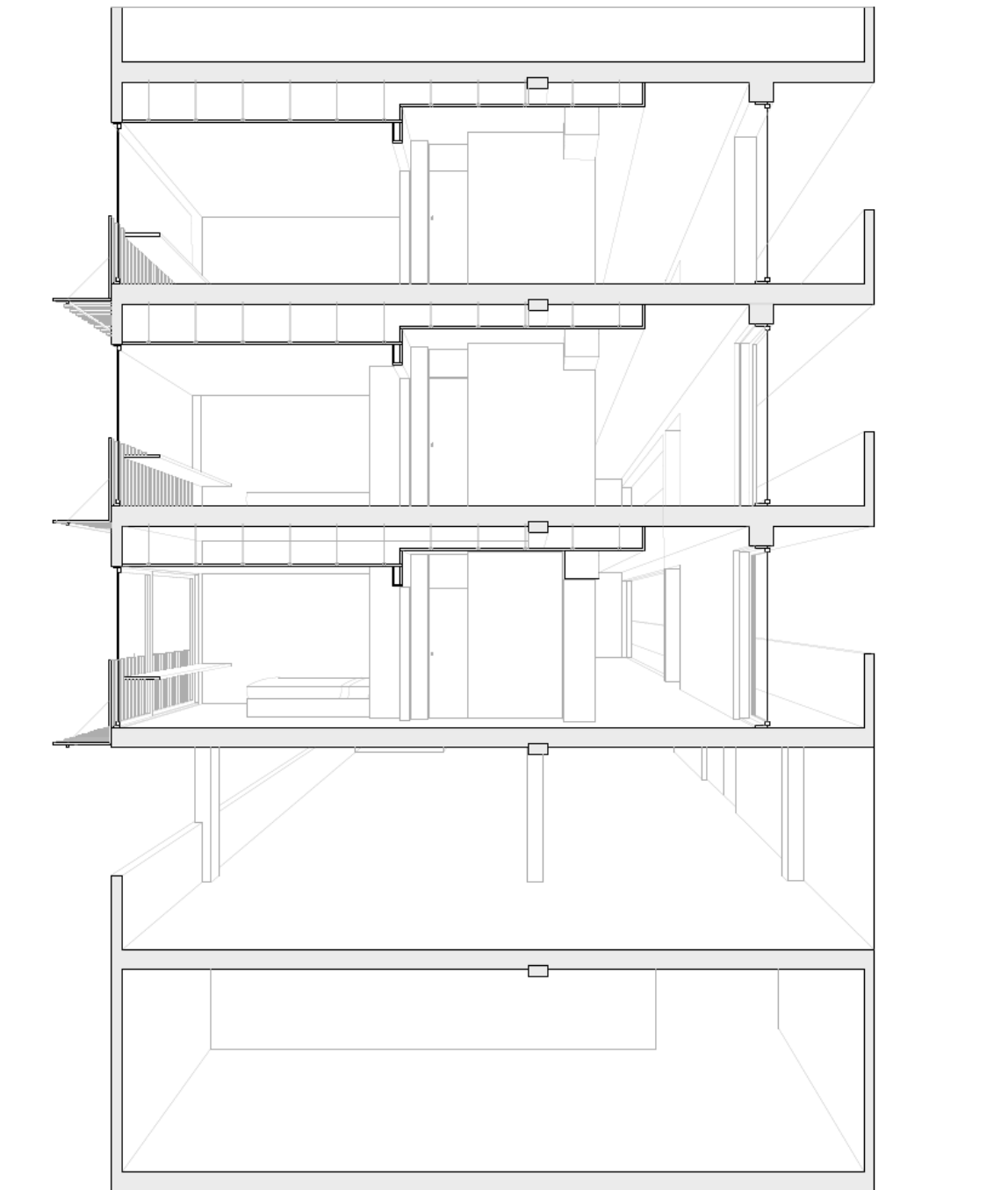


Figura 56 - Corte perspectivado da residencia

Para justificar economicamente a minha proposta, calculo que, em média, cada aluno inquilino usufrui de cerca de 25m^2 , e por isso é que o edifício se torna rentável. Assumindo um custo médio de construção por m^2 de 1200€ , obtemos um valor global de construção aproximado de $4.200.000\text{€}$. Estimando que o preço a ser cobrado pela renda mensal aos alunos, é de cerca de 325€ , obtém-se uma receita anual estimada de 750.000€ , conseguindo-se assim uma boa relação custo-retorno. Desta forma, é possível rentabilizar a proposta, e simultaneamente, oferecer a opção de um edifício sustentável à população académica.

Em relação à materialidade do edifício, foi tido como objetivo projetar a partir de uma estrutura de betão armado, no entanto, foi percebido que o betão é um material muito pouco sustentável. O ferro e o cimento Portland que são utilizados na composição do betão armado têm uma grande pegada ecológica. A opção escolhida para este projeto foi o geopolímero, considerado como sendo o “betão ecológico”. A nova mistura de geopolímero usa até menos 52% de combustível do que o cimento Portland.

Num esforço para reduzir a produção de resíduos e tornar a construção mais sustentável, foi desenvolvido um geopolímero mais competitivo em termos de preços, e mais amigo do ambiente. O geopolímero oferece benefícios em termos de longevidade da estrutura, face ao cimento Portland devido à sua composição fibrosa.



Figura 57 - Benefícios e Composição do Geopolímero (Assi, 2018)

É importante evidenciar a necessidade do betão de geopolímero. Todo este projeto é fundado no conceito de sustentabilidade, e tendo em conta que o setor da construção é um dos que estão em maior crescimento a nível mundial, há uma necessidade gritante de um material amigo do ambiente. De acordo com estatísticas mundiais, todos os anos são necessárias 260,00,00,000 toneladas de cimento, e prevê-se que esta quantidade aumente em 25% durante os próximos 10 anos. (Aleem, 2012)

A indústria térmica produz um resíduo que se chama de cinzas volantes, e as refinarias químicas utilizadas na produção de cimento produzem águas residuais. As cinzas volantes, em conjunto com as águas residuais, fazem parte da composição do betão de geopolímero, que não utiliza nenhum cimento. O facto do betão de geopolímero não recorrer a cimento permite uma melhoria significativa na redução de emissão de dióxido de carbono na atmosfera. Algumas propriedades do betão de geopolímero, que levaram a que este fosse escolhido, são:

- Não é tóxico;
- Impermeável;
- Alta resistência ao calor;
- Resistência a todos os solventes inorgânicos;
- Boa força compressora.

(Aleem, 2012)

8. Considerações Finais

É notório na descrição do projeto que este tem uma ligação íntima com os conceitos apresentados na investigação teórica. A presença da sustentabilidade foi uma vertente principal na elaboração do projeto, e foi muito discutida na componente teórica. O conceito Shearing Layers informou em muito o projeto, tendo em conta a sua influência na materialidade do edifício e na mobília – optou-se sempre por opções mais duráveis, com uma boa capacidade de adaptação e que fossem sustentáveis.

9. Bibliografia

- Aleem, M. A. (Fevereiro de 2012). *Geopolymer Concrete - A Review*. Obtido de Research Gate:
https://www.researchgate.net/publication/276306520_Geopolymer_concrete_-_A_review
- architects, S. (2008). *Seed*. Obtido de Seed:
<https://seedarchitects.nl/en/projects/martini-hospital/>
- Assi, L. (10 de Outubro de 2018). *Science Direct*. Obtido de Science Direct:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652618321085>
- Baker, G. (2005). *Le Corbusier - An analysis of form*. New York: Spon Press.
- Batista, D. F. (2015). *A Análise de Ciclo de Vida Aplicada ao Projeto de Arquitetura*. Covilhã.
- Beadle, K. (s.d.). *Adaptable Futures: Setting the Agenda*. Obtido de Adaptable Futures:
Setting the Agenda: <http://adaptablefutures.com/wp-content/uploads/2011/10/Beadle-et-al-2008.pdf>
- Bradford on Avon Museum*. (s.d.). Obtido de Bradford on Avon Museum:
<http://www.bradfordonavonmuseum.co.uk/abbey-mill>
- Brand, S. (s.d.). Obtido de Youtube:
<https://www.youtube.com/watch?v=HTSbtM12IZw>
- Brand, S. (1994). *How Buildings Learn: What Happens After They're Built*.
- Brand, S. (1997). *How Buildings Learn: What Happens After They're Built*. Londres: Phoenix Illustrated.
- Brand, S. (1997). *Youtube*. Obtido de
<https://www.youtube.com/watch?v=HTSbtM12IZw>
- Brand, S. (s.d.). *How Buildings Learn: What Happens After They're Built*. Em S. Brand, *How Buildings Learn: What Happens After They're Built*.
- Cheshire, D. (2019). *Building Revolutions*. RIBA Publishing.
- Coelho, A. C. (2012). *A sustentabilidade do uso da madeira na construção*.
- Construct. (20 de 9 de 2016). *Desperdício na construção civil: impactos no meio ambiente*. Obtido de Construct: <https://constructapp.io/pt/desperdicio-na-construcao-civil-impactos-no-meio-ambiente/>
- Daniel, A. (2019). *City A.M*. Obtido de <https://www.cityam.com/london-department-store-liberty-set-change-owners-lead/>
- Ellen MacArthur Foundation*. (s.d.). Obtido de Ellen MacArthur Foundation:
www.ellenmacarthurfoundation.org/
- Estatística, I. N. (2010). *Estatísticas da Construção e Habitação*. Obtido de Est.
- Foundation, E. M. (Abril de 2016). *Circularity in The Built Environment: Case Studies*. Obtido de
<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Built-Env-Co.Project.pdf>
- Gaspar, P. L. (2000). *Para a Compreensão da Flexibilidade - Trabalho de Síntese. Prova de aptidão pedagógica e capacidade científica*. FAUL.

- Gonçalves, J. (2006). *Arquitetura Sustentável: uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa, prática e ensino*.
- Google Earth. (2020). Obtido de Google Earth: googleearth.com
- Gorrey, M. (2019). *The Sidney Morning Herald*. Obtido de The Sidney Morning Herald : <https://www.smh.com.au/national/nsw/a-cauldron-effect-810-million-anz-stadium-revamp-plan-forges-ahead-20190925-p52uxv.html>
- Hoekstra, R. (2008). *Divisare*. Obtido de Divisare: <https://divisare.com/projects/73513-burger-grunstra-architecten-rob-hoekstra-new-martini-hospital-in-groningen>
- IISD. (s.d.). Obtido de International Institute for Sustainable Development: <https://www.iisd.org/topic/sustainable-development>
- International Institute for Sustainable Development. (s.d.). Obtido de <https://www.iisd.org/topic/sustainable-development>
- Kase. (2020). Obtido de Kase: http://www.kase.co.za/patterns/content/pattern_48.htm
- Kilpatrick, I. (2013). *Inter-Generational Living / Open Building*.
- Mateus, R. (2004). *Novas Tecnologias Construtivas com vista à Sustentabilidade da Construção*.
- Max Roser, H. R.-O. (2013, revisto em 2019). *World Population Growth*.
- Midões, E. (2012). *A sustentabilidade e o ciclo de vida dos edifícios*.
- Neiva, M. (2012). *Utilização do método LCA no projeto de edifícios sustentáveis*. Coimbra.
- Neufert, E. (2019). *Arte de projetar em arquitetura*. Gustavo Gili.
- Neufert, E. (2019). *Arte de projetar em arquitetura*. Brasil: Gustavo Gili.
- Neufert, E. (2019). *Arte de Projetar em Arquitetura*. G. Gili.
- Newberry, S. (s.d.). *RIBA Architecture*. Obtido de RIBA Architecture: <https://www.architecture.com/image-library/RIBApix/image-information/poster/st-andrews-school-now-wren-house-43-hatton-garden-london/posterid/RIBA57940.html>
- Overshoot Day. (2020). Obtido de Earth Overshoot Day: <https://www.overshootday.org/newsroom/infographics/>
- Rivera, E. (s.d.). *Eco-Conscious Architecture Through Life Cycle Assessment for Buildings*. Werner Lang, Aurora McClain.
- TimeOutMagazine. (2019). *Time Out Magazine*. Obtido de <https://www.timeout.com/london/sport-and-fitness/queen-elizabeth-olympic-park>
- Trip Advisor. (2020). Obtido de Trip Advisor: https://www.tripadvisor.pt/Attraction_Review-g32172-d110259-Reviews-Tor_House-Carmel_Monterey_County_California.html#photos;aggregationId=&albumid=&filter=7&ff=162602757
- Universidade de Lisboa. (2020). Obtido de Universidade de Lisboa: <https://www.ulisboa.pt/>
- Valagão, J. M. (2015). *A flexibilidade na Arquitectura - Proposta de uma unidade multifuncional no intendente*.
- Vasconcelos, S. (2014). *Ferramentas de análise de grau de sustentabilidade no ambiente construído. Dissertação de Mestrado. FEUP*.

Vasconcelos, S. (s.d.). *Ferramentas de análise de grau de sustentabilidade no ambiente construído. Dissertação de Mestrado - FEUP.* .

Warner Lofts. (s.d.). Obtido de Warner Lofts: <https://www.warnerlofts.co.uk/wren-house>

What is an Architectural Concept? (2020). Obtido de Archisoup: <https://www.archisoup.com/what-is-an-architectural-concept>

Wikipedia. (s.d.). Obtido de https://en.wikipedia.org/wiki/Shearing_layers

Wilkinson, S. J. (2014). *How Buildings Learn: Adaptation of low grade commercial buildings in Melbourne.* Facilities.