



Sustentabilidade de edifícios- Certificação de um conjunto habitacional multifamiliar pelo sistema LiderA

RUI ANDRÉ SÁ GONÇALVES

julho de 2023

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO

RELATÓRIO DE ESTÁGIO
MESTRADO EM ENERGIAS SUSTENTÁVEIS

Sustentabilidade de edifícios

Certificação de um conjunto habitacional multifamiliar
pelo sistema LiderA

Rui André de Sá Gonçalves



POLITÉCNICO DO PORTO

Junho 2023

RELATÓRIO DE ESTÁGIO
MESTRADO EM ENERGIAS SUSTENTÁVEIS (MES)

Sustentabilidade de edifícios

Certificação de um conjunto habitacional multifamiliar
pelo sistema LiderA

Nome do autor: Rui André de Sá Gonçalves

Número de estudante: 1171427

Relatório de estágio curricular apresentado ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Energias Sustentáveis.

Orientadora:

Professora Doutora Eunice Maria Vilaverde Fontão

Supervisor:

Engenheiro José Fernando Moreira de Carvalho

26 junho 2023

RESUMO

Palavras-Chave

Construção sustentável, LiderA, Sustentabilidade

O setor da construção apresenta um grande impacto no ambiente. Este impacto causa uma grande necessidade de tornar as construções mais sustentáveis. No presente documento são explorados os vários sistemas de avaliação da sustentabilidade das construções que foram desenvolvidos, de maneira a tornarem o termo sustentável quantificável.

No âmbito da sustentabilidade dos edifícios, foi realizado na empresa Omega- Serviços de Engenharia, Lda. um estudo de soluções necessárias para que um conjunto habitacional multifamiliar tenha um bom desempenho social, económico e ambiental, com o objetivo de ser reconhecido como sustentável, pelo sistema LiderA, e a sua consequente certificação.

O facto do empreendimento se encontrar numa fase inicial de projeto, quando foi desenvolvido o presente documento, permite uma maior adesão de soluções desejadas. Simultaneamente esta é a fase onde existe maior viabilidade e facilidade de implementação de mudanças nas soluções previstas.

Numa primeira fase do estágio, onde poucas decisões sobre o empreendimento haviam sido tomadas, foram desenvolvidos 3 cenários, propondo várias soluções que resultariam numa certificação pessimista, realista ou otimista. Posteriormente, no decorrer do estágio foram tomadas decisões com base nos cenários, que serviram de base para a avaliação real das soluções previstas. A implementação destas soluções na fase de execução garantem a certificação com classe A.

Por fim, de maneira a entender o panorama atual da sustentabilidade de soluções correntes para os edifícios, foi realizada a avaliação pelo sistema LiderA de um empreendimento que se encontra concluído. Esta avaliação permitiu verificar que as soluções correntes estão cada vez mais sustentáveis.

ABSTRACT

Keywords

LiderA, Sustainability, Sustainable Construction

The construction sector has a tremendous impact on the environment. This impact causes a great need to make buildings more sustainable. In this paper the various systems of assessment of the sustainability of buildings that have been developed are explored, which make the term sustainable quantifiable.

In the framework of buildings' sustainability, it was carried out in the company Omega- Serviços de Engenharia, Lda. a study of solutions needed for a multifamily housing complex to have a good social, economic, and environmental performance, with the aim of being recognized as sustainable, by the LiderA system, and its consequent certification.

The fact that the development is in an early stage of design, when this document was developed, allows greater adherence to desired solutions. Simultaneously, this is the phase where there is greater feasibility and ease of implementation of changes in the solutions envisaged.

In a first phase, where few decisions about the project had been taken, 3 scenarios were developed, proposing various solutions that would result in a pessimistic, realistic, or optimistic certification. Subsequently, in the course of the internship, decisions were made based on the scenarios, which served as a basis for the actual evaluation of the solutions planned. The implementations of these solutions in the execution phase guarantee certification with grade A.

Finally, in order to understand the current panorama of sustainability of current solutions for buildings, an evaluation was made by LiderA system of a building, which is now completed. This evaluation allowed to verify that the current solutions are increasingly sustainable.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer à Professora Doutora Eunice Maria Vilaverde Fontão, orientadora do estágio, pela dedicação, disponibilidade e conhecimentos que me transmitiu durante o desenvolvimento deste relatório.

A toda a equipa da Omega, por me terem acolhido de braços abertos e com carinho, e por toda a ajuda e conhecimentos transmitidos.

Ao Engenheiro José Fernando Moreira de Carvalho, pela oportunidade de desenvolver a tese de mestrado na Omega, e por toda a disponibilidade e sabedoria que transmitiu durante o estágio.

À minha família que me incentivaram a ser melhor toda a minha vida e me apoiaram incondicionalmente, não só nesta fase, mas sim em todo o meu percurso académico.

À minha namorada Rita pelo seu apoio e carinho incondicional, e me reconfortar quando foi mais difícil lidar com toda esta fase do meu percurso académico.

A todos os meus amigos que me acompanharam durante o meu percurso académico, pelos momentos que nunca esquecerei.

Rui André de Sá Gonçalves

ÍNDICE GERAL

RESUMO.....	i
ABSTRACT	iii
AGRADECIMENTOS	v
ÍNDICE GERAL.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE TABELAS	xiii
LISTA DE ABREVIATURAS	xv
CAPÍTULO 1.....	1
1 - Introdução.....	1
1.1 - Empresa de acolhimento.....	1
1.1.1 - Omega-Serviços de Engenharia, Lda.....	1
1.1.2 - Grupo Omega.....	2
1.2 - Objetivos do estágio.....	3
1.3 - Estrutura do relatório.....	3
CAPÍTULO 2.....	5
2 - Sustentabilidade de edifícios.....	5
2.1 - Introdução	5
2.1.1 - Clube de Roma	5
2.1.2 - Conferência de Estocolmo	6
2.1.3 - Relatório de Brundtland	6
2.1.4 - Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (Eco-92)....	7
2.1.5 - Conferência das Nações Unidas de Istambul.....	7
2.1.6 - Conferência de Joanesburgo	7
2.1.7 - Protocolo de Quioto	8
2.1.8 - COP21.....	8
2.1.9 - Agenda 2030	8
2.1.10 - Acordo Verde Europeu.....	9
2.2 - Construção Sustentável	10
2.3 - Avaliação da sustentabilidade na construção	13
2.4 - Sistemas de avaliação de sustentabilidade na construção	14
2.4.1 - BREEAM	14
2.4.2 - LEED	16
2.4.3 - CASBEE.....	18
2.4.4 - BEPAC	20
2.4.5 - DGNB	21

2.4.6 - GBCA	22
2.4.7 - HQE.....	23
2.4.8 - AQUA	24
2.4.9 - NABERS.....	25
2.4.10 - SBTool.....	27
2.4.11 - LiderA	28
2.5 - Materiais de Construção Sustentáveis	33
2.5.1 - Madeira	34
2.5.2 - Cortiça	35
2.5.3 - Bambu	36
2.5.4 - Cobertura Verde.....	36
CAPÍTULO 3.....	39
3 - Estudo desenvolvido de suporte ao estágio.....	39
3.1 - Introdução	39
3.2 - Apresentação do caso de estudo	39
3.3 - Explicação dos critérios de avaliação do LiderA.....	42
3.4 - Cenários	49
3.4.1 - Cenário pessimista.....	49
3.4.2 - Cenário realista	50
3.4.3 - Cenário Otimista	52
3.4.4 - Avaliação dos cenários	54
CAPÍTULO 4.....	57
4 - Aplicação do sistema LiderA ao empreendimento caso de estudo ...	57
4.1 - Avaliação da vertente Integração local	57
4.2 - Avaliação da vertente Recursos	60
4.3 - Avaliação da vertente Cargas ambientais	62
4.4 - Avaliação da vertente Qualidade do serviço e resiliência.....	64
4.5 - Avaliação da vertente Vivências socioeconómicas	65
4.6 - Avaliação da vertente Uso Sustentável	68
4.7 - Resumo da avaliação do Housefactory	69
CAPÍTULO 5.....	71
5 - Aplicação do sistema LiderA a um empreendimento concluído	71
5.1 - Apresentação do Laranjeiras <i>Luxury Apartments</i>	71
5.2 - Avaliação pelo sistema LiderA.....	74
5.3 - Discussão dos resultados	75
CAPÍTULO 6.....	77
6 - Considerações finais	77

6.1 - Desenvolvimentos futuros	78
<i>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</i>	<i>79</i>
<i>ANEXOS</i>	<i>83</i>
<i>ANEXO A – PLANTA PISO -1 HOUSEFACTORY</i>	<i>83</i>
<i>ANEXO B – PLANTA TIPO HOUSEFACTORY.....</i>	<i>85</i>
<i>ANEXO C – PLANTA COBERTURA HOUSEFACTORY</i>	<i>87</i>
<i>ANEXO D – ALÇADOS NORTE E SUL</i>	<i>89</i>
<i>ANEXO E – ALÇADOS NASCENTE E POENTE</i>	<i>91</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Logótipo Omega- Serviços de Engenharia, Lda.(Omega, 2023)	1
Figura 2 Edifício sede da Omega (Omega, 2023)	2
Figura 3 Logótipo Grupo Omega (Grupo Omega, 2023)	2
Figura 4 Empresas do grupo Omega em Portugal (Grupo Omega, 2023)	3
Figura 5 Empresas do grupo Omega no Brasil e Moçambique (Grupo Omega, 2023) ..	3
Figura 6 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (United Nations, 2015).....	9
Figura 7 Desenvolvimento populacional entre 0 e 2021 (Our World in Data, 2023) ..	10
Figura 8 Previsão do crescimento populacional (United Nations, 2022).....	11
Figura 9 Princípios da Construção Sustentável (Mateus, 2009).....	13
Figura 10 Logótipo BREEAM (BRE, 2023)	14
Figura 11 Classe de certificação LEED (Green Building Alliance, 2023)	18
Figura 12 Logótipo CASBEE (IBEC, 2023)	19
Figura 13 Ferramentas CASBEE	19
Figura 14 logótipo DGNB (DGNB, 2023)	21
Figura 15 Classificação Green Star (Pires, 2017)	23
Figura 16 Etapas NABERS.....	25
Figura 17 Classificação NABERS (NABERS, 2023)	26
Figura 18 Certificado SBTool (Coto, 2016)	28
Figura 19 Vertentes e áreas LiderA (Duarte Pinheiro, 2020a)	29
Figura 20 Níveis de avaliação LiderA (Duarte Pinheiro, 2020a)	33
Figura 21 Pavimento realizado em vigas de madeira.....	34
Figura 22 Placa de aglomerado expandido de cortiça (Batista, 2017).....	35
Figura 23 Cobertura realizada em bambu (Soares, 2013)	36
Figura 24 Cobertura verde de um edifício (Pinto, 2014).....	37
Figura 25 Localização do Housefactory	40
Figura 26 Edifício pré-existente	40
Figura 27 Piso tipo do Housefactory	42
Figura 28 Classificação do solo local.....	57
Figura 29 Área impermeável inicial	58
Figura 30 Área impermeável final	59

Figura 31 Localização do empreendimento “Laranjeiras Luxury Apartments”	71
Figura 32 Edifício novo	72
Figura 33 Edifício reabilitado	73
Figura 34 Renderização obra final (PREDIBISA, 2023)	73

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 Variantes BREEAM (Calixto, 2016).....	15
Tabela 2 Avaliação BREEAM (Calixto, 2016).....	16
Tabela 3 Avaliação LEED (Lucas, 2011).....	17
Tabela 4 Avaliação CASBEE (Calixto, 2016)	20
Tabela 5 Vertentes DGNB (Pires, 2017).....	22
Tabela 6 Avaliação AQUA (Calixto, 2016).....	25
Tabela 7 Avaliação NABERS(Sousa, 2012)	26
Tabela 8 Avaliação SBTool (Calixto, 2016).....	27
Tabela 9 Vertente de Integração Local (Duarte Pinheiro, 2020a)	30
Tabela 10 Vertente de Recursos (Duarte Pinheiro, 2020a)	30
Tabela 11 Vertente de Cargas ambientais (Duarte Pinheiro, 2020a)	31
Tabela 12 Vertente da qualidade do serviço e resiliência (Duarte Pinheiro, 2020a) ..	31
Tabela 13 Vertente das vivências socioeconómicas	32
Tabela 14 Vertente de uso sustentável (Duarte Pinheiro, 2020a).....	32
Tabela 15 Energia necessária para transformação dos materiais (Lage, 2009).....	36
Tabela 16 Características do empreendimento	41
Tabela 17 Avaliação dos cenários do Housefactory	54
Tabela 18 Resumo da avaliação do Housefactory	69
Tabela 19 Avaliação do empreendimento corrente pelo sistema LiderA.....	74
Tabela 20 Classe de avaliação LiderA	75

LISTA DE ABREVIATURAS

AQACS– Avaliadores Qualificados em Avaliação da Construção Sustentável

AQUA– Alta Qualidade Ambiental

BEE– *Building Environmental Efficiency*

BEPAC– *Building Environmental Performance Criteria*

BRE– *Building Research Establishment*

BREEAM– *Building Research Establishment Environmental Assessment Method*

CASBEE– *Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency*

CIB– *Conseil International du Bâtiment*

COP21– *21st Conference of the parties*

COV– Compostos Orgânicos Voláteis

DAP– Declaração Ambiental de Produto

DGNB– *Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen*

GBCA– *Green Building Council Australia*

GBCI– *Green Business Certification Inc.*

GBTool– *Green Building Tool*

HQE– *Haute Qualité Environnementale des Bâtiments*

iiSBE– *International Initiative for Sustainable Built Environment*

LEED– *Leadership in Energy & Environmental Design*

LiderA– Liderar pelo Ambiente

NABERS– *National Australian Buildings Environmental Rating System*

OCDE– Organização de Cooperação e Desenvolvimento Económico

SBTool– *Sustainable Building Tool*

CAPÍTULO 1

1 - Introdução

O tema da sustentabilidade e a indústria da construção devem estar intrinsecamente ligados, devido ao impacto ambiental que os edifícios apresentam. O consumo de recursos e produção de resíduos na construção é um problema cada vez mais urgente cuja solução passa pela otimização dos consumos através de soluções mais eficientes e estritamente necessárias e pela diminuição da produção de resíduos, através da utilização de materiais recicláveis e/ou reutilizáveis e pela reutilização de resíduos para fins secundários.

Realizou-se um estágio curricular cujo tema foi a sustentabilidade dos edifícios, na empresa Omega-Serviços de Engenharia, Lda, apresentada em seguida.

1.1 - Empresa de acolhimento

1.1.1 - Omega-Serviços de Engenharia, Lda

Esta empresa foi fundada em 1986 pelo Eng.º José Carvalho, sócio-gerente. É especializada em engenharia civil e trabalha essencialmente em: Projetos de engenharia; Fiscalização; Gestão de empreendimentos. Na Figura 1 está presente o seu logótipo.



Figura 1 Logótipo Omega- Serviços de Engenharia, Lda.(Omega, 2023)

O estágio realizou-se na sua sede situada na Rua Fernão Lopes, 157- 2º Esquerdo A, 4150-318, no Porto. O edifício sede foi projetado e fiscalizado pela própria Omega e pode ser observado na Figura 2.



Figura 2 Edifício sede da Omega (Omega, 2023)

1.1.2 - Grupo Omega

A Omega-Serviços de Engenharia, Lda pertence ao grupo Omega que iniciou a sua atividade em 1986, com a criação da empresa Omega-Serviços de Engenharia, Lda. (Figura 3).



Figura 3 Logótipo Grupo Omega (Grupo Omega, 2023)

O grupo ganhou uma maior dimensão na década de 90, e expandiu a sua área de atividade, com a junção de gestão imobiliária e hotelaria, e está representado na Figura 4 as empresas pertencentes ao grupo Omega em Portugal.

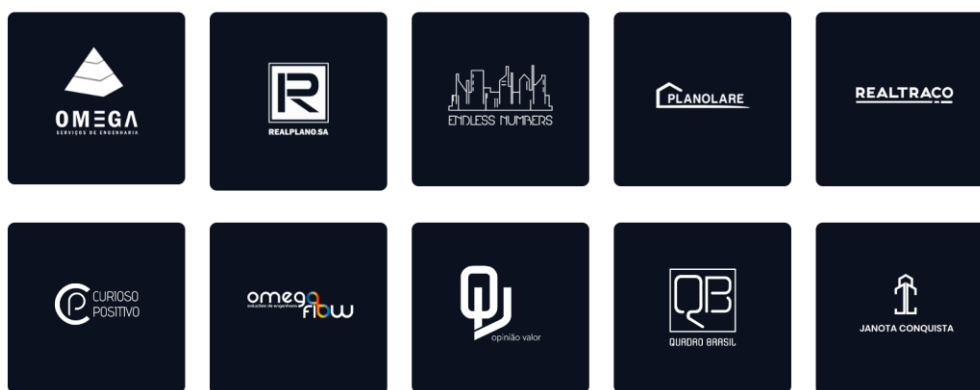


Figura 4 Empresas do grupo Omega em Portugal (Grupo Omega, 2023)

Posteriormente, o grupo expandiu-se internacionalmente, estando presente no Brasil e Moçambique, como se pode observar na Figura 5.



Figura 5 Empresas do grupo Omega no Brasil e Moçambique (Grupo Omega, 2023)

1.2 - Objetivos do estágio

No âmbito do estágio foi abordado o tema da sustentabilidade, nomeadamente nos edifícios. De acordo com a vontade da empresa de iniciar o processo de certificação dos seus empreendimentos, a finalidade deste estágio é a aplicação do sistema de avaliação de sustentabilidade LiderA, escolhido pela mesma, a um empreendimento, garantindo a sua certificação. Deste modo, houve um estudo aprofundado do sistema LiderA, existiu um acompanhamento dos vários projetos e participação nas reuniões pertencentes ao empreendimento, e um auxílio nas tomadas de decisão e definição de objetivos para que fossem realizadas as escolhas corretas e as mudanças necessárias ao cumprimento dos critérios exigidos pelo sistema LiderA.

1.3 - Estrutura do relatório

O presente documento é composto por seis capítulos, sendo este primeiro capítulo o enquadramento para os restantes.

O segundo capítulo contém o estado da arte sobre sustentabilidade dos edifícios. Começando pelo tema de desenvolvimento sustentável, especificando posteriormente para a vertente da construção sustentável e os vários sistemas de avaliação da sustentabilidade nos edifícios. Por fim são ainda apresentados alguns exemplos de materiais de construção sustentáveis.

No terceiro capítulo são apresentados os estudos realizados durante o estágio, juntamente do caso de estudo e três cenários hipotéticos de avaliação que foram desenvolvidos numa fase preliminar: pessimista, realista e otimista.

No quarto capítulo é realizada a avaliação do caso de estudo para as soluções reais previstas para o empreendimento, fruto das decisões tomadas com base nos cenários hipotéticos previamente desenvolvidos, para cada parâmetro do sistema LiderA.

No quinto capítulo é apresentado um empreendimento concluído, que foi concebido com práticas correntes e não com a sustentabilidade sendo um dos fatores mais importantes, e a sua avaliação pelo sistema LiderA, de maneira a entender o panorama atual da sustentabilidade de edifícios correntes.

O sexto capítulo contém as considerações finais e desenvolvimentos futuros.

CAPÍTULO 2

2 - Sustentabilidade de edifícios

2.1 - Introdução

Segundo Richard Heinberg *“o conceito de sustentabilidade é essencial para compreender e solucionar o dilema ecológico das nossas espécies”*, e define os seguintes cinco axiomas da sustentabilidade (Heinberg, 2007):

- Qualquer sociedade que use, continuamente recursos críticos de modo insustentável, entrará em colapso;
- O crescimento populacional e/ou crescimento das taxas de consumo dos recursos não é sustentável;
- Para ser sustentável, o uso dos recursos renováveis deve seguir uma taxa que deverá ser inferior ou igual à taxa de reposição;
- Para ser sustentável, o uso de recursos não-renováveis tem de evoluir a uma taxa em declínio, e a taxa de declínio deve ser maior ou igual à taxa de esgotamento;
- A sustentabilidade requer que as substâncias introduzidas no ambiente pela atividade humana sejam minimizadas e tornadas inofensivas para as funções de biosfera.

Vários marcos históricos marcam o progresso do desenvolvimento sustentável no planeta, começando pelo Clube de Roma, em 1968.

2.1.1 - Clube de Roma

Em 1968, na Itália, foi criado o Clube de Roma, que consistia em 30 elementos com diversas atividades em 10 países com o objetivo de discutir medidas de resolução de problemas políticos, sociais, culturais, ambientais e tecnológicos (Sousa, 2012).

Deste encontro surgiu um relatório que concluía que os limites mais importantes para o crescimento socioeconómico eram a população, a produção agrícola, os recursos naturais, a produção industrial e a poluição. Com base neste relatório, em 1972 é publicado o livro *“The Limits to Growth”* (“Os Limites do Crescimento”) no qual é questionada a capacidade de o ambiente suportar o crescimento populacional a longo prazo, podendo este crescimento ainda provocar crises ambientais graves. Assim, o relatório apresenta como solução um abrandamento do crescimento populacional e que a produção industrial e utilização de recursos seja repensada, de maneira a criar um equilíbrio (Meadows et al., 1972).

2.1.2 - Conferência de Estocolmo

Em 1972 foi realizada a Conferência de Estocolmo, conhecida como “Homem e o meio Ambiente”, onde foram discutidos fundamentalmente os temas da poluição e preservação. Assim, com a cooperação entre governos, foram estabelecidos os seguintes princípios (Sousa, 2012):

- Proteção, conservação e recuperação do meio ambiente;
- Gestão, conservação e uso racional dos recursos naturais para fins domésticos, urbanos, científicos, agropecuários, industriais, de transporte, turísticos e económicos em geral;
- Estabelecimento de métodos de monitoramento e de avaliação de impacto ambiental, bem como o seu aperfeiçoamento;
- Solução coordenada das questões relacionadas aos impactos ambientais derivados de atividades desenvolvidas na região fronteira entre países;
- Proteção da saúde humana, animal e a elevação dos níveis de bem-estar social e económico dos habitantes nas regiões fronteiriças;
- Troca de informação e cooperação sobre questões de interesse nacional e global, relativas ao meio ambiente e desenvolvimento.

2.1.3 - Relatório de Brundtland

Em 1987, a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento juntamente de Gro Harlem Brundtland, desenvolveram o relatório de Brundtland “*Our Common Future*” (“O Nosso Futuro Comum”), onde surge a definição mais conhecida de desenvolvimento sustentável: “*desenvolvimento sustentável é aquele que garante que as necessidades atuais sejam satisfeitas sem comprometer a capacidade de gerações futuras satisfazer as suas próprias necessidades*” (Brundtland, 1987).

Neste relatório é representada a incompatibilidade entre os padrões de consumo de recursos e o desenvolvimento, fazendo um apelo à necessidade de ser criada uma nova relação entre o ser humano e o ambiente, conciliando o crescimento económico com as questões ambientais e sociais (Sousa, 2012). Ainda neste relatório, está apresentada uma lista de medidas a serem implementadas a nível internacional (Brundtland, 1987):

- Diminuição do consumo de energia;
- Desenvolvimento de tecnologias para o uso de fontes energéticas renováveis;
- Aumento da produção industrial nos países não-industrializados com base em tecnologias ecologicamente adaptadas.

2.1.4 - Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (Eco-92)

Em 1992, no Rio de Janeiro, de maneira a serem estabelecidos princípios de desenvolvimento sustentável, foi desenvolvida a Agenda 21 durante a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, também designada por Cimeira da Terra.

A Agenda 21 envolve 178 países e estabelece um conjunto de princípios e diretrizes para alcançar o desenvolvimento sustentável, abordando questões ligadas à preservação e regeneração ambiental, desenvolvimento social, diminuição de desigualdades regionais, construção de cidades sustentáveis, estratégias de criação de emprego e adoção de novos modelos de gestão. Nesta agenda é ainda realçada a importância de cada país definir as suas diretrizes com base nos princípios apresentados, criando assim uma Agenda 21 local para cada país. Os princípios que serviram como base de desenvolvimento da Agenda 21 local foram (Sousa, 2012):

- Criar uma estrutura de abordagem e terminologia que adicionasse valor às agendas nacionais ou regionais;
- Criar uma agenda para atividades locais realizadas pelo CIB (*Conseil International du Bâtiment*) e pelas organizações internacionais suas parceiras;
- Criar um documento fonte para a definição de atividades de investigação e desenvolvimento na construção civil.

2.1.5 - Conferência das Nações Unidas de Istambul

Em 1996, em Istambul, foi desenvolvida a Agenda Habitat, com base na Agenda 21 aplicado ao setor da construção civil, tendo como objetivo o abrigo para todos e a sustentabilidade dos aglomerados urbanos. A habitação é considerada um requisito essencial para a qualidade de vida neste documento.

2.1.6 - Conferência de Joanesburgo

Em 2002, nesta conferência foi definido que o desenvolvimento sustentável assenta em 3 pilares: económico, social e ambiental. Para garantir que existe um equilíbrio entre estas 3 vertentes, foram estabelecidos os seguintes objetivos (Espírito Santo, 2010):

- Garantir que o crescimento económico não provoque poluição ambiental regionalmente e globalmente;
- Aumentar a eficiência do uso dos recursos;
- Analisar o ciclo de vida completo de um produto;

- Proporcionar aos consumidores maior informação sobre produtos e serviços;
- Utilizar os impostos e as leis para fomentar a inovação no campo das tecnologias limpas.

Os acordos estabelecidos pretendiam incentivar investimentos em novas tecnologias energéticas e novas formas de reciclar e reutilizar materiais, de maneira que este acontecimento foi fundamental para o desenvolvimento de leis e introdução de limites de poluição para alcançar metas ambientais (Sousa, 2012).

2.1.7 - Protocolo de Quioto

Este protocolo foi negociado em 1997 no Japão, mas apenas entrou em vigor legalmente em 2005, e consiste num acordo internacional que impõe limites nas emissões de gases que provocam efeito de estufa.

Este protocolo apresenta os seguintes objetivos (Sousa, 2012):

- Redução em 5% das emissões face a 1990, entre 2008 e 2012, aplicado ao conjunto dos países industrializados;
- As partes envolvidas têm de progredir na implementação das obrigações do Artigo 4.1 que estabelece compromissos para todos os países;
- Requisitos anuais e plurianuais de publicitação em relatórios. Estes relatórios são analisados por especialistas que incidem nas emissões e implementações dos aspetos do Protocolo;
- Os vários países devem renegociar o período e limites após 2012.

2.1.8 - COP21

O COP21 foi realizado em 2015 em Paris, e representa a 21ª Conferência das Partes (*Conference of the Parties*) onde foi desenvolvido o “Acordo de Paris”, um acordo universal com os objetivos de estabelecer um limite para o aquecimento global de 2°C acima dos níveis observados na era pré-industrial, aumentar a capacidade de adaptação aos impactos adversos das mudanças climáticas e garantir fluxos de financiamento consistentes para baixas emissões de gases de efeito de estufa (Nations, 2015b).

Com base nesta conferência, a agenda 2030 foi desenvolvida posteriormente.

2.1.9 - Agenda 2030

Nesta agenda, realizada em 2015, foram definidos os 17 objetivos de desenvolvimento sustentável, resultado do trabalho conjunto de governos e

cidadãos de maneira a acabar com a pobreza, promover a prosperidade e bem-estar de todos, proteger o ambiente e combater as alterações climáticas (Nations, 2015a).

Os 17 objetivos estão por sua vez divididos em 169 metas que devem ser cumpridas até 2030, e podem ser observados na seguinte Figura 6 (United Nations, 2015)



Figura 6 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (United Nations, 2015)

2.1.10 - Acordo Verde Europeu

O Acordo Verde Europeu (*European Green Deal*) foi apresentado pela Comissão Europeia a 11 de dezembro de 2019, e contém iniciativas, estratégias e legislações que pretendem habilitar uma sociedade e economia europeia justa, inclusiva e sustentável. Os objetivos presentes neste acordo são: uma União Europeia neutra em carbono até 2050 e a dissociação entre o crescimento económico e o uso de recursos, e apresentam as seguintes áreas chave (Fetting, 2020):

- Aumentar a ambição climática da União Europeia para 2030 e 2050;
- Fornecimento de energia limpa, acessível e segura;
- Mobilizar a indústria para uma economia limpa e circular;
- Construção e reabilitação de uma maneira eficiente, quanto aos recursos e energia;
- Ambição de poluição zero para um ambiente livre de tóxicos;
- Preservar e restaurar ecossistemas e biodiversidade;
- Um sistema alimentar justo, saudável e ambientalmente amigável (*Farm to Fork*);
- Acelerar a transição para mobilidade inteligente e sustentável.

2.2 - Construção Sustentável

Na Figura 7, está representado o crescimento da população mundial total desde o ano 0 (zero) até 2021. Entre o ano 0 e 1700 a população mundial mantém-se relativamente constante ou com um aumento ligeiro. Porém, após este período, que coincide com a revolução industrial, é possível observar um crescimento rápido e exponencial. A construção surge como resposta a este crescimento, através da construção de novos edifícios. No entanto, o crescimento do setor da construção, implica o aumento do consumo de recursos naturais e da produção de resíduos.

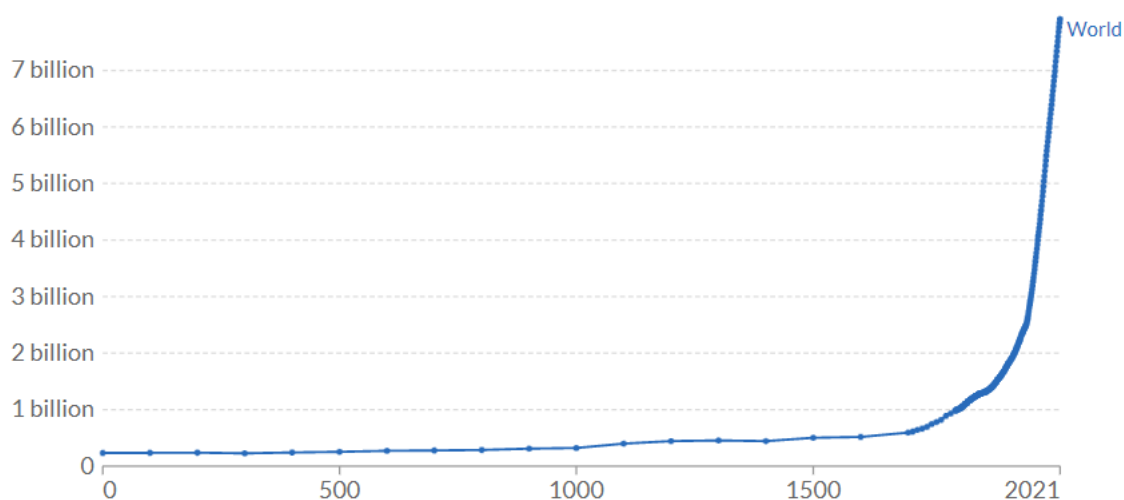


Figura 7 Desenvolvimento populacional entre 0 e 2021 (Our World in Data, 2023)

Os edifícios, em todo o seu ciclo de vida, são uns dos principais consumidores de energia, água e outros recursos necessários para garantir o nível de conforto e qualidade de vida da sociedade moderna, sendo que os edifícios europeus são responsáveis por cerca de 50% de todos os materiais extraídos e energia consumida, e cerca de 35% de toda a água consumida (Ferreira et al., 2023).

De acordo com o gráfico representado na Figura 8, a previsão é que a população aumente e atinja os 10 bilhões de habitantes entre 2050 e 2060, começando a estabilizar entre os 10 e 11 bilhões de habitantes. A construção também deverá continuar a crescer, acompanhando o crescimento da população.

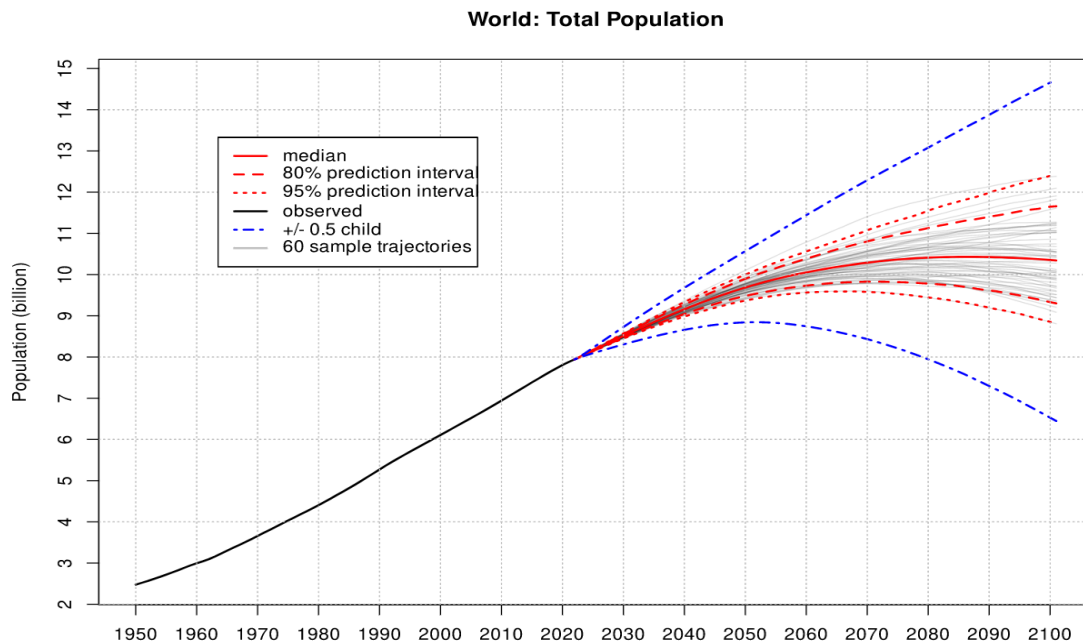


Figura 8 Previsão do crescimento populacional (United Nations, 2022)

Uma vez que o recurso a materiais sustentáveis, com baixa energia incorporada (energia necessária em toda a transformação de um material desde matéria prima até ao produto final, incluindo o seu transporte), de origem natural e local, reutilizáveis e/ou recicláveis, é muito reduzido, a construção apresenta um grande impacto no ambiente (Calixto, 2016). Visto que cerca de 80% do tempo das pessoas é passado no interior dos edifícios, o setor da construção torna-se um dos mais importantes a intervir, através da implementação dos princípios de desenvolvimento sustentável que minimizem os gastos energéticos e impactos ambientais, juntamente com a melhoria da qualidade de vida dos ocupantes, protegendo-os de doenças e poluição (Sousa, 2012).

Em 1994, na “*First World Conference for Sustainable Construction*” realizada na Florida, surge pela primeira vez o termo “Construção Sustentável”, cuja definição foi apresentada por Charles Kibert: “*criação de um ambiente construído saudável, tendo em consideração os princípios ecológicos e a utilização eficiente dos recursos*”, e foram definidos os seguintes princípios (Calixto, 2016):

- Minimização do consumo de água e energia, recorrendo a fontes renováveis, como energia solar, energia eólica e biomassa;
- Minimização da ocupação do solo;
- Utilização de materiais eco-eficientes, locais, recicláveis, com grande durabilidade e baixa energia incorporada;
- Adequação dos projetos para beneficiarem da orientação solar, exposição ao vento, iluminação e ventilação natural, etc.;

- Utilização de materiais não tóxicos que previnam a proteção e cooperação com os sistemas naturais;
- Durabilidade dos edifícios, incluindo indicações para a sua conservação e manutenção, de maneira a reduzir os custos no ciclo de vida.

Em 1996, nas Conferências das Nações Unidas realizadas em Istambul, foi assinada a Agenda Habitat II, onde surgem novos conceitos e estratégias de construção com 2 grandes objetivos: abrigo adequado para todos e o desenvolvimento sustentável dos aglomerados humanos num mundo em urbanização (United Nations, 1996).

Já num projeto da OCDE (Organização de Cooperação e Desenvolvimento Económico), um edifício é considerado sustentável se minimiza os impactes adversos sobre os ambientes, natural e construído, quer à escala do edifício, como também à escala regional e até global. Neste projeto são definidas as seguintes prioridades da construção sustentável (Mateus, 2009):

- Uso eficiente de recursos;
- Eficiência energética (incluindo a redução dos gases de efeito de estufa);
- Prevenção da poluição (incluindo a qualidade do ar interior e a diminuição do ruído);
- Harmonização com o ambiente (incluindo a Avaliação do Impacte Ambiental);
- Abordagem integrada e sistémica dos diversos aspetos da construção relacionados com o desenvolvimento sustentável.

Mateus (2009) considera a construção sustentável como um conceito holístico e multidisciplinar, e que apesar de existirem várias definições, este conceito, integra fundamentalmente princípios de qualidade ambiental com condicionantes económicas, a equidade social e legado cultural, estando representado na Figura 9 (Mateus, 2009).

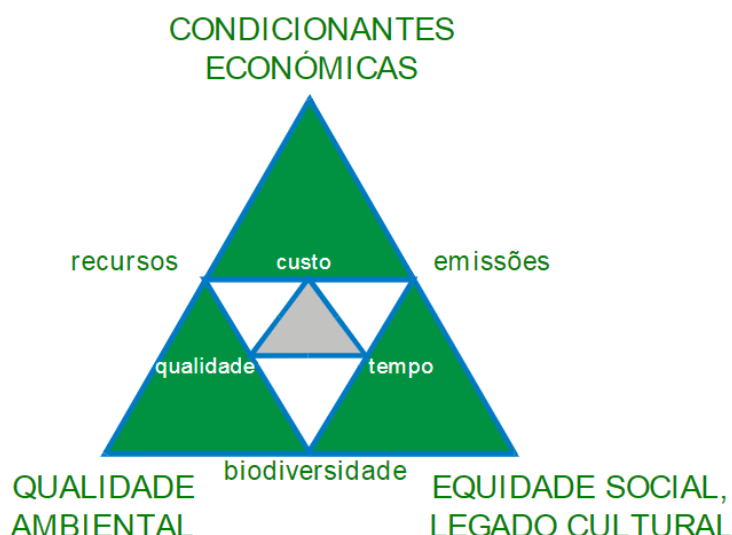


Figura 9 Princípios da Construção Sustentável (Mateus, 2009)

Nesta perspetiva, são definidos os seguintes pilares para a construção sustentável, que devem ser aplicados em todas as fases do ciclo de vida de uma construção, sendo estas projeto, construção, operação e demolição (Mateus, 2009):

- Economizar energia e água;
- Assegurar a salubridade dos edifícios;
- Maximizar a durabilidade dos edifícios;
- Planear a conservação e a manutenção dos edifícios;
- Utilizar materiais eco-eficientes;
- Apresentar baixa massa de construção;
- Minimizar a produção de resíduos;
- Ser económica;
- Garantir condições dignas de higiene e segurança nos trabalhos de construção.

2.3 - Avaliação da sustentabilidade na construção

Com base nos conceitos de desenvolvimento e construção sustentáveis apresentados anteriormente, surge então a necessidade de existirem ferramentas para avaliar o desempenho ambiental dos edifícios, nomeadamente no consumo de recursos, produção de resíduos e emissões poluentes.

Assim, foram desenvolvidos os seguintes sistemas, que estão descritos em detalhe na secção seguinte:

- 1990- *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* (BREEAM)

- 1992- *Haute Qualité Environnemental des Bâtiments* (HQE)
- 1993- *Building Environmental Performance Criteria* (BEPAC)
- 1994- *Leadership in Energy & Environmental Design* (LEED)
- 1998- *National Australian Buildings Environmental Rating System* (NABERS)
- 2002- *Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency* (CASBEE)
- 2002- *Green Building Council Australia* (GBCA)
- 2005- *Liderar pelo Ambiente* (LiderA)
- 2007- *Sustainable Building Tool* (SBTool)
- 2008- *Alta Qualidade Ambiental* (AQUA)
- 2008- *Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen* (DGNB)

2.4 - Sistemas de avaliação de sustentabilidade na construção

2.4.1 - BREEAM

Criado em 1990 no Reino Unido, pelo BRE (*Building Research Establishment*), este foi o primeiro sistema de avaliação da sustentabilidade de edifícios e estabelece um conjunto de boas práticas na conceção, projeto, construção e operação. Na Figura 10 está representado o logótipo do sistema BREEAM (BRE, 2023).



Figura 10 Logótipo BREEAM (BRE, 2023)

O BREEAM foi desenvolvido para mitigar o impacto ambiental das construções, permitir que estas sejam reconhecidas de acordo com os seus benefícios ambientais, fornecer um rótulo ambiental credível para construções

e estimular a procura de construções sustentáveis. Assim, o sistema apresenta os seguintes princípios (BRE, 2020):

- Garantir a qualidade ambiental através de medição acessível, holística e equilibrada;
- Utilização de medições quantificadas para determinar a qualidade ambiental;
- Adoção de uma abordagem flexível;
- Utilização das melhores práticas como base para a quantificação da qualidade ambiental;
- Reflexão dos benefícios sociais e económicos resultantes do cumprimento das metas ambientais estabelecidas;
- Disponibilizar uma estrutura de avaliação comum adaptada ao contexto local;
- Integração de profissionais da construção nos processos de desenvolvimento e operação;
- Adoção de certificação por uma terceira parte;
- Dar reconhecimento de mercado a construções com reduzido impacte ambiental;
- Assegurar que as melhores práticas ambientais são incorporadas em todas as fases da construção;
- Desafiar o mercado a fornecer soluções inovadoras e economicamente viáveis que minimizem os impactes ambientais das construções.

O sistema BREEAM pode ser aplicado a vários tipos de projetos distintos, existindo 13 variantes do sistema, dependendo do tipo de projeto a que se aplica, e podem ser observados na Tabela 1 (Calixto, 2016):

Tabela 1 Variantes BREEAM (Calixto, 2016)

Variantes	Descrição
<i>BREEAM Offices</i>	Escritórios
<i>BREEAM Multi-residential</i>	Habitações residenciais
<i>BREEAM EcoHomes</i>	Casas ecológicas
<i>BREEAM Retail</i>	Espaços comerciais
<i>BREEAM Healthcare</i>	Unidades de saúde
<i>BREEAM Education</i>	Escolas
<i>BREEAM Industrial</i>	Indústrias
<i>BREEAM Courts</i>	Tribunais
<i>BREEAM Prisons</i>	Prisões
<i>BREEAM Communities</i>	Centros comunitários e instalações de lazer
<i>BREEAM Data centers</i>	Centro de dados
<i>BREEAM Other buildings</i>	Edifícios de usos diversificados
<i>BREEAM Internacional</i>	Adaptado a outros países

A avaliação é realizada em 10 áreas: Gestão; Saúde e bem-estar; Energia; Transporte; Água; Materiais; Resíduos; Ocupação do solo e ecologia local; Poluição; Inovação. Estas áreas e os seus respetivos pesos podem ser verificados na Tabela 2 (Calixto, 2016)

Tabela 2 Avaliação BREEAM (Calixto, 2016)

Área de avaliação	Descrição	Peso (%)
Gestão	Aspetos globais de política e procedimentos ambientais	12
Saúde e bem-estar	Ambiente interno e externo ao edifício	15
Energia	Energia operacional e emissão de CO ₂	19
Transporte	Localização do edifício e emissões relacionadas com o transporte	8
Água	Consumo de água	6
Materiais	Implicações ambientais de seleção de materiais	12,5
Resíduos	Eficiência dos recursos através de uma gestão eficaz e adequada dos resíduos da construção	7,5
Ocupação do Solo e ecologia local	Direcionamento do crescimento urbano; Valor ecológico do local	10
Poluição	Poluição de ar e água, excluindo CO ₂	10
Inovação	Inovação no campo da sustentabilidade	10

Após a avaliação, segue-se a certificação, que pode apresentar os seguintes níveis (Lucas, 2011):

- Não classificado; < 30%
- Aprovado; ≥ 30%
- Bom; ≥ 45%
- Muito Bom; ≥ 55%
- Ótimo; ≥ 70%
- Excelente; ≥ 85%

2.4.2 - LEED

O USGBC (*United States Green Building Council*) é uma organização sem fins lucrativos, que pretende a promoção de edifícios ambientalmente responsáveis e de alto desempenho. Assim, em 1994 surge o sistema LEED, cujo objetivo é o desenvolvimento e implementação de práticas ambientalmente responsáveis. Este sistema é muito abrangente e apresenta uma grande adaptabilidade, e encontra-se atualmente em mais de 40 países, estando a ser constantemente atualizado pelos seus membros (Calixto, 2016).

O desempenho ambiental é avaliado ao longo de todo o ciclo de vida e a sua avaliação incide em 7 categorias: Locais sustentáveis; Eficiência da água; Energia e atmosfera; Materiais e recursos; Qualidade ambiental interna; Inovação e design; Prioridade regional. As categorias de “Inovação e design” e “Prioridade regional” são considerados como secundários, permitindo a obtenção de 10 pontos extra (Calixto, 2016). Todas as categorias e os seus pesos estão apresentados na Tabela 3 (Lucas, 2011).

Tabela 3 Avaliação LEED (Lucas, 2011)

Áreas de avaliação	Parâmetros	Peso	
		Pontos	%
Localização Sustentável	Escolha do local; Densidade de desenvolvimento da comunidade; Requalificação de terrenos; Acesso a transportes públicos; Proteção ou restauração do local; Espaço aberto; Efeito térmico; etc.	26	23,6
Eficiência e água	Aproveitamento de águas residuais; Redução do uso da água	10	9,1
Energia e atmosfera	Otimização do desempenho energético; Energia renovável e “verde”; Reforço de sistemas de climatização	35	31,9
Materiais e recursos	Reutilização de constituintes do edifício e de materiais; Utilização de conteúdos recicláveis e da região; Controlo de resíduos da construção	14	12,7
Qualidade ambiental interna	Qualidade mínima do ar interior; Monitorização da distribuição do ar; Aumento da ventilação; Utilização de materiais com baixa emissão; Conforto térmico; Controlo de fontes poluentes no interior; etc.	15	13,6
Inovação e Design	Inovação e design; Acreditação profissional	6	5,5
Prioridade regional	Prioridades ambientais entre diferentes regiões	4	3,6

O LEED permite a sua aplicação a qualquer tipo de construção, apresentando 9 variantes distintas, dependendo do tipo de projeto onde vai ser aplicado, que são (Calixto, 2016):

- *Existing Buildings* (Edifícios existentes);
- *Core & Shell* (Fase de projeto);
- *New Construction* (Edifícios novos ou grandes reabilitações);
- *Schools* (Edifícios de ensino);
- *Neighborhood Development* (Urbanizações);
- *Retail* (Mercado de retalho);
- *Healthcare* (Edifícios destinados para a saúde);
- *Homes* (Edifícios residenciais);

- *Commercial Interiors* (Arrendamento de espaços).

A certificação é realizada pelo GBCI (*Green Business Certification Inc.*), tem uma validade de 5 anos, e as classes de certificação podem ser observadas na Figura 11 (Green Building Alliance, 2023). A USGBC pretende que com a certificação, os seus edifícios beneficiem de certas vantagens (Pires, 2017):

- Contribuir contra as alterações climáticas;
- Aumentar a saúde e bem-estar dos utilizadores;
- Proteger e restaurar a biodiversidade e os serviços dos ecossistemas;
- Promover a sustentabilidade;
- Construir uma economia “verde”;
- Aumentar a igualdade social, justiça ambiental e qualidade de vida das comunidades.



Figura 11 Classe de certificação LEED (Green Building Alliance, 2023)

2.4.3 - CASBEE

O sistema CASBEE (*Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency*) foi criado em 2002, no Japão, com o objetivo de avaliar edifícios residenciais, escolares e de escritórios. Surge através de uma parceria entre o governo japonês e um conjunto de empresas, devido à preocupação em preservar o ambiente, garantindo que os edifícios contribuíssem para esta preservação (IBEC, 2014). Na Figura 12 está representado o logótipo do sistema CASBEE (IBEC, 2023).



Figura 12 Logótipo CASBEE (IBEC, 2023)

O CASBEE apresenta fundamentalmente os seguintes princípios (Pires, 2017):

- Premiar e valorizar edifícios com desempenhos ambientais elevados;
- Simplificar o sistema de avaliação;
- Possibilitar a aplicação a vários tipos de projetos;
- Considerar as características da indústria de construção asiática, mais especificamente japonesa;
- Considerar o ciclo de vida na avaliação;
- Avaliar a qualidade e carga ambiental do edifício, com base no indicador de eficiência ambiental dos edifícios.

Este sistema apresenta quatro ferramentas distintas que dependem do tipo de utilizador e fase do projeto. Estas quatro ferramentas podem ser divididas em duas categorias, uma para edifícios novos e outra para edifícios existentes (Lucas, 2011), como se pode observar na Figura 13.

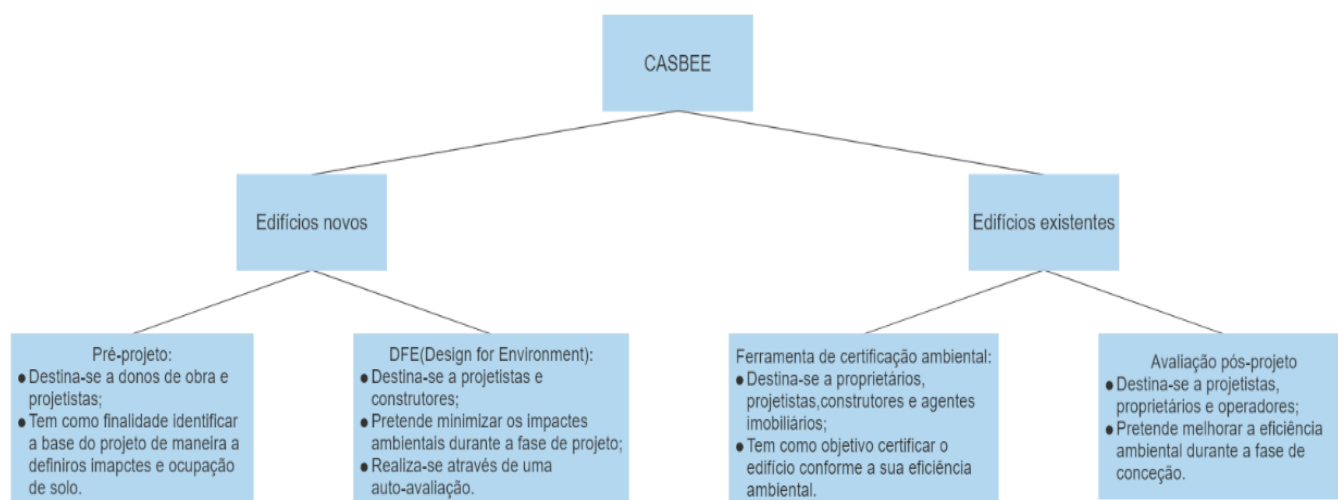


Figura 13 Ferramentas CASBEE

O edifício em estudo é considerado um espaço fechado, sendo limitado pelo próprio terreno. Assim, o ambiente do edifício em estudo é relacionado com o ambiente externo público. O sistema apresenta um indicador designado por BEE (*Building Environmental Efficiency*) que consiste na relação entre dois fatores, “L” e “Q”, que representam as cargas ambientais, e a qualidade e desempenho ambiental, respetivamente. Quanto maior for o quociente Q/L, maior será a sustentabilidade ambiental (Lucas, 2011).

A avaliação divide-se em seis áreas: Ambiente interior, Qualidade dos serviços, Ambiente externo (dentro do lote do edifício), Energia, Recursos e materiais, e Ambiente Externo (fora do lote do edifício), que podem ser observadas na Tabela 4, juntamente com os seus respetivos pesos na avaliação final (Calixto, 2016).

Tabela 4 Avaliação CASBEE (Calixto, 2016)

Áreas de avaliação	Descrição	Peso (%)
Ambiente Interior	Ruído e acústica; Conforto térmico; Iluminação; Qualidade do ar	20
Qualidade dos serviços	Funcionalidade; Durabilidade; Flexibilidade	15
Ambiente externo (dentro do lote do edifício)	Manutenção e criação de ecossistemas; Características locais e culturais	15
Energia	Carga térmica do edifício; Uso de energia natural; Eficiência dos sistemas prediais; Operação eficiente	20
Recursos e materiais	Água; Materiais ecológicos	15
Ambiente externo (fora do lote do edifício)	Poluição do ar; Ruído e odores; Ventilação; Iluminação; Efeito de pontos de calor; Carga na infraestrutura local	15

A certificação apresenta vários níveis: Superior (S), Muito Bom (A), Bom (B+), Menos Bom (B-), Fraco (C) e o seu resultado é expresso de zero a cinco.

2.4.4 - BEPAC

Este sistema foi desenvolvido em 1993 na província de British Columbia, no Canadá, para avaliar o desempenho ambiental dos edifícios. Posteriormente, devido às necessidades energéticas e prioridades ambientais locais, foram criadas versões para as províncias de Ontário e The Maritimes (Lucas, 2011). É um método de avaliação que contém critérios não só relativos ao projeto do edifício, mas também ao seu ciclo de vida, e destina-se exclusivamente a edifícios comerciais novos ou existentes.

Este sistema pretende encorajar o mercado a adotar práticas que valorizem a proteção do ambiente, certificando-os conforme a sua gestão e qualidade ambiental do projeto e a avaliação está fundamentada em seis vertentes (Calixto, 2016):

- Proteção da camada de ozono;
- Impacte ambiental do uso de energia;
- Qualidade do ambiente interior;
- Conservação de recursos;
- Local e contexto de Implementação;
- Transporte.

Estas categorias são divididas de maneira a atingir um maior detalhe e, apesar de não estar definida nenhuma área mais relevante em relação às outras, o sistema dá uma atenção reforçada à proteção da camada de ozono e o impacte ambiental do uso de energia. Já os parâmetros de avaliação são divididos em: Essenciais, Importantes e Suplementares, com uma pontuação entre 1 e 10 pontos (Lucas, 2011).

2.4.5 - DGNB

O *Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen*, ou Conselho Alemão para Edifícios Sustentáveis em português, foi fundado em 2007, e em 2008 criou o *DGNB Certificate System* para avaliar e auxiliar no planeamento de edifícios sustentáveis. Este sistema pretende melhorar a qualidade de vida enquanto minimiza custos adicionais, realizar planeamentos mais eficientes, um maior valor de mercado para os donos de edifícios, e uma maior promoção de produtos de construção sustentáveis (DGNB, 2023). Na Figura 14 está apresentado o logótipo da DGNB (DGNB, 2023)



Figura 14 logótipo DGNB (DGNB, 2023)

O DGNB apresenta possibilidades de avaliar um conjunto diverso de projetos, sendo que este conjunto é designado como CORE 14 (Pires, 2017), e os diferentes projetos podem ser observados na Tabela 5.

Tabela 5 Vertentes DGNB (Pires, 2017)

Vertentes	Descrição
<i>New Offices</i>	Escritórios Novos
<i>Residential Building</i>	Edifício Residencial
<i>Healthcare</i>	Edifício de Cuidados de Saúde
<i>Hotels</i>	Hotéis
<i>Assembly Buildings</i>	Assembleias
<i>Tenant Fit-Out</i>	Edifício para inquilinos
<i>Office and Business Districts</i>	Distrito de Escritórios e Negócios
<i>Dwellings</i>	Edifícios de apartamentos
<i>Educational Facilities</i>	Edifícios de Educação
<i>Retail</i>	Comércio
<i>Industrial</i>	Indústria
<i>Urban Districts</i>	Distritos Urbanos
<i>Industrial Locations</i>	Zonas de Indústria
<i>Existing Offices</i>	Escritórios Existentes

A certificação está dividida em quatro fases: Preparação e registo, Submissão de documentação, Ensaio de compatibilidade, e Resultados e atribuição do certificado. Já a classificação desta certificação pode ser: Bronze, Prata, Ouro e Platina (Pires, 2017).

2.4.6 - GBCA

O GBCA (*Green Building Council Australia*), criado em 2002, com o objetivo de incentivar o uso de práticas sustentáveis na indústria australiana, lançou em 2003 o sistema Green Star. Com este sistema o GBCA pretende que a eficiência ambiental aumente, juntamente com a saúde e bem-estar das comunidades. O sistema apresenta quatro vertentes, dependendo do tipo de projeto (Pires, 2017):

- *Communities*: Desenvolvimento de bairros;
- *Design & As built*: Novos edifícios ou renovações;
- *Interiors*: Remodelação e reequipamento de interiores;
- *Performance*: Avaliar o desempenho operacional de edifícios;

A classificação deste sistema pode ir de um a seis, no entanto, os projetos do tipo *Design & As built*, *Interiors* e *Communities* encontram a sua classificação entre quarto e seis, como é possível observar na Figura 15 (Pires, 2017).



Figura 15 Classificação Green Star (Pires, 2017)

2.4.7 - HQE

A associação HQE foi criada em 1992, em França, tendo sido estabelecida em 1996 como método, pretendendo promover o desenvolvimento sustentável dos edifícios, infraestruturas e territórios.

Este sistema assenta fundamentalmente em diminuir os impactos dos edifícios sobre o ambiente exterior a nível global, regional e local, e criar um ambiente interior confortável e são para os utilizadores (Lucas, 2011).

A estrutura apresenta duas partes, gestão do empreendimento e qualidade ambiental, cuja avaliação incide em 4 áreas: eco-construção, que relaciona o edifício com a sua envolvente; gestão, de todos os recursos e resíduos do edifício; conforto, higrotérmico, acústico, visual, olfativo; saúde, garantir boa qualidade no interior do edifício (Lucas, 2011).

Com a certificação dos edifícios, a associação pretende que estes beneficiem (Calixto, 2016):

- Custos operacionais reduzidos;
- Gestão de energia, água e resíduos;
- Controlo em termos de qualidade, custos e prazos;
- Qualidade de vida melhorada para os utilizadores;
- Riscos de saúde reduzidos;
- Valor e longevidade dos edifícios aumentados.

A certificação difere de outros sistemas, por não apresentar um sistema de pontuação. Assim a certificação é feita quando um nível de qualidade ambiental previamente definido é atingido. A certificação final pode apresentar os seguintes níveis (Pires, 2017):

- Certificado (*Pass*)
- Bom (*Bon*)
- Muito Bom (*Trés Bon*)
- Excelente (*Excelent*)
- Excecional (*Exceptionnel*)

2.4.8 - AQUA

O sistema AQUA foi criado no Brasil sendo um processo de gestão de construção, sendo maioritariamente aplicado a edifícios ainda por construir, podendo ser aplicado a reabilitações. Pretende otimizar o projeto de maneira a este atingir valores positivos de desempenho ambiental e energético.

Este sistema admite uma série de características muito específicas, de maneira a tornar o AQUA adequado aos edifícios brasileiros comparado com outros sistemas. O sistema é baseado no HQE e funciona essencialmente através da atribuição de certificados, tendo o edifício um certificado para cada fase determinada do projeto. O facto de o sistema não depender de um único certificado, garante que existe uma avaliação detalhada em cada fase, sem minimizar a importância de todas as outras. As fases avaliadas são (Calixto, 2016):

- Programa;
- Conceção;
- Realização;
- Operação;
- Desconstrução, caso se aplique.

A avaliação é realizada a partir de duas vertentes, o sistema de gestão e empreendimento que depende do comprometimento do empreendedor com questões de desempenho ambientais, implantação e funcionamento previstos no projeto, e monitorização e análise de todo o processo; e também a vertente da qualidade ambiental do edifício, que é dividida em quatro grupos, como se pode observar na Tabela 6 (Calixto, 2016):

Tabela 6 Avaliação AQUA (Calixto, 2016)

Avaliação da qualidade ambiental do edifício	Descrição
EcoConstrução	Relacionar o edifício com a envolvente; Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos; Obra com baixo impacte ambiental
EcoGestão	Gestão de energia, água e resíduos; Manutenção
Conforto	Higrotérmico; Acústico; Visual; Olfativo
Saúde	Qualidade sanitária dos ambientes, ar e água

2.4.9 - NABERS

Desenvolvido na Austrália em 1998, o NABERS (*National Australian Building Environmental Rating System*) pode ser aplicado para avaliar escritórios e residências já existentes. Uma característica crucial do sistema é a possibilidade de comparar edifícios com a mesma tipologia, permitindo a apresentação de resultados médios da zona estudada, que irão auxiliar na definição de objetivos para futuras construções (Calixto, 2016).

O sistema pode ser dividido em 2 etapas: a primeira etapa referente à avaliação do desempenho do edifício, e a segunda ao comportamento do ocupante do edifício (Lucas, 2011), como se pode verificar na Figura 16.

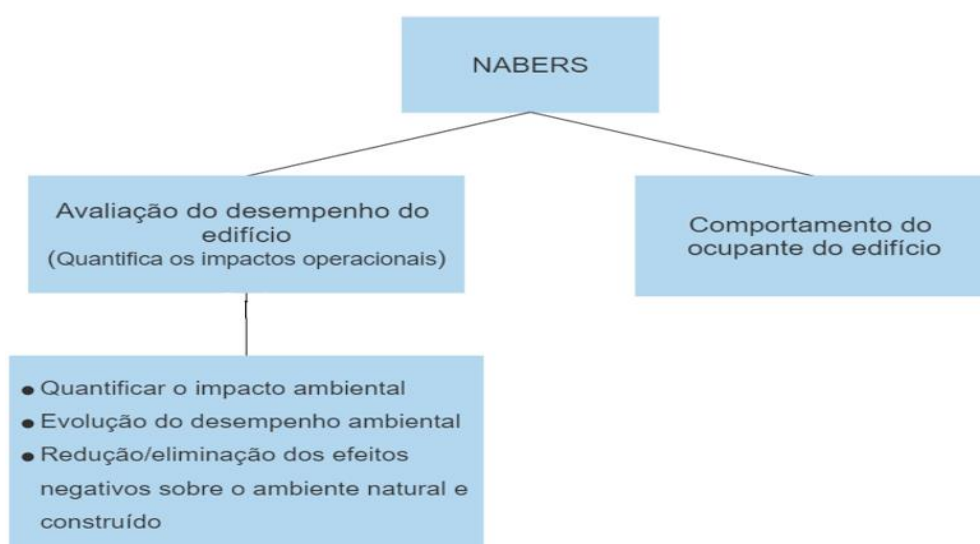


Figura 16 Etapas NABERS

Este sistema apresenta 8 áreas de avaliação, que se encontram descritas na Tabela 7 (Sousa, 2012).

Tabela 7 Avaliação NABERS(Sousa, 2012)

Áreas de avaliação	Parâmetros	Peso (%)
Solo	Uso correto e biodiversidade	16
Materiais	Impacte dos materiais utilizados na edificação	7
Energia	Consumo energético durante a construção e operação da edificação	17
Água	Avaliar o consumo, a poluição e reaproveitamento de água pluvial	7
Ambiente Interior	Qualidade do ar interior e escolha de materiais	13
Recursos	Uso eficiente de recursos	10
Transportes	Facilidade de acesso ao transporte coletivo	17
Resíduos	Emissões para o meio ambiente	13

A avaliação de cada critério é entre 1 e 6 estrelas, sendo 1 estrela uma situação com capacidade para grande melhoria, e 6 estrelas um desempenho líder de mercado (Calixto, 2016), como está representado na Figura 17 (NABERS, 2023).



Figura 17 Classificação NABERS (NABERS, 2023)

Já a certificação final pode apresentar os níveis (Lucas, 2011):

- Básico (não atinge pelo menos 1 estrela em todas as categorias);
- Medalha Verde (atinge pelo menos 1 estrela em todas as categorias);
- Medalha Bronze (atinge pelo menos 2 estrelas em todas as categorias);
- Medalha Prata (atinge pelo menos 4 estrelas em todas as categorias);
- Medalha Ouro (atinge pelo menos 5 estrelas em todas as categorias).

2.4.10 - SBTool

O SBTool é uma ferramenta de avaliação e certificação de desempenho sustentável de edifícios, originalmente denominado de GBTool (*Green Building Tool*), e foi desenvolvida pelo iiSBE (*International Initiative for Sustainable Built Environment*).

Sendo uma ferramenta internacional, várias versões foram realizadas, de maneira a se adaptarem o melhor possível ao contexto do país onde o SBTool está a ser aplicado. Assim, em 2009 foi criado o SBTool_{PT}, numa colaboração entre os representantes do iiSBE em Portugal, a Universidade do Minho e a ECOCHOICE (Pires, 2017).

A iiSBE Portugal apresenta os seguintes objetivos com o SBTool_{PT} (Pires, 2017):

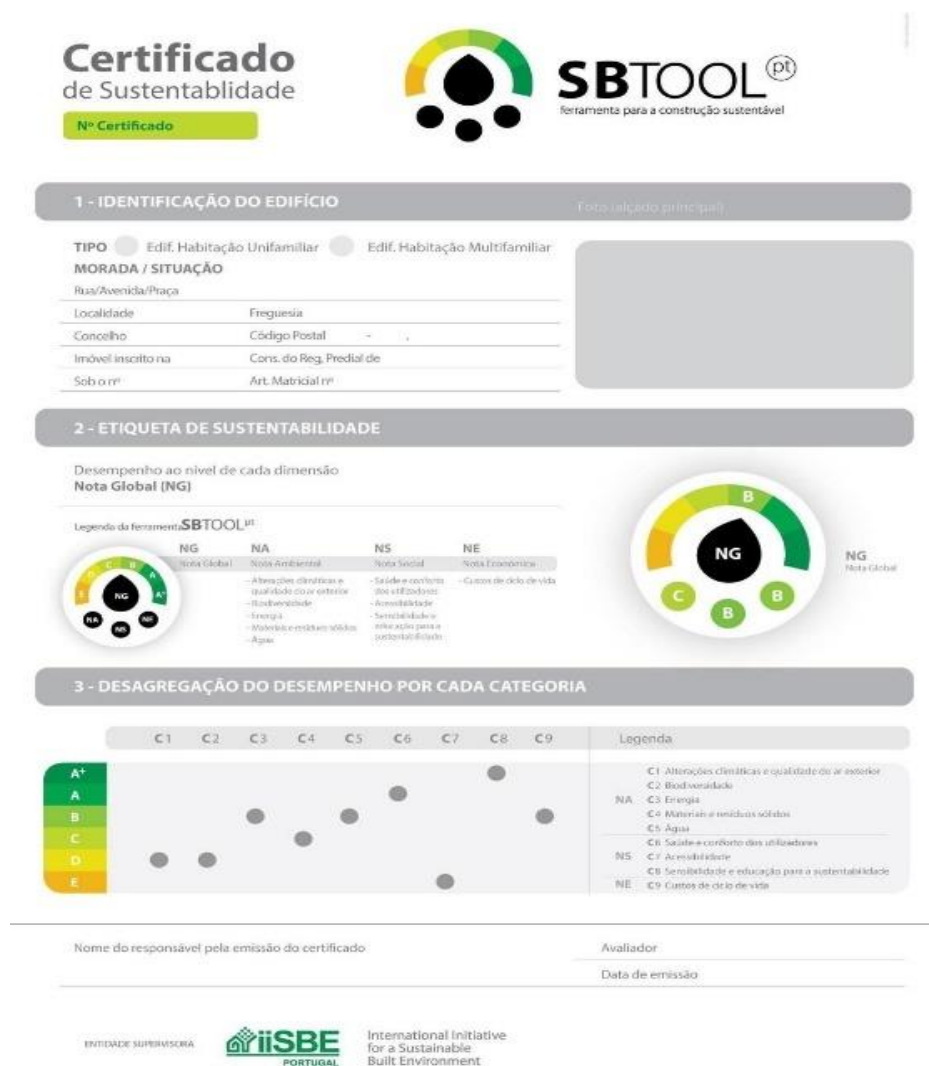
- Adaptar o SBTool à realidade portuguesa;
- Certificar a sustentabilidade de edifícios;
- Formar AQACS (Avaliadores Qualificados em Avaliação da Construção Sustentável);
- Promoção de iniciativas de construção sustentável a nível local e regional.

Uma característica importante desta ferramenta é a possibilidade de ser utilizado, não só pelas entidades responsáveis pelo projeto em estudo, mas também pelos próprios clientes. O SBTool apresenta 4 vertentes: Projetos novos e reabilitações; Várias tipologias no mesmo edifício; Edifícios com mais de 100 pisos; Resultados relativos e resultados absolutos. Já a sua avaliação está dividida em 7 áreas, como se pode observar no seguinte Tabela 8 (Calixto, 2016).

Tabela 8 Avaliação SBTool (Calixto, 2016)

Área de Avaliação	Parâmetros de Avaliação	Peso (%)
Uso de recursos	Água, Energia, Solo e Materiais	23
Cargas ambientais	Emissões, Efluentes e Resíduos sólidos	27
Qualidade do ambiente interno	Qualidade do ar, Ventilação, Iluminação e Conforto	18
Qualidade dos serviços	Flexibilidade, Adaptabilidade, Controlabilidade pelo usuário, Espaços externos e Impactes nas propriedades adjacentes	16
Aspetos socioeconómicos	Aspetos Socioeconómicos	5
Gestão pré-ocupação	Planeamento do processo de construção, Verificação, Pré-entrega e Planeamento da operação	8
Aspetos culturais	Cultura e Património	3

Finalmente, após a avaliação, segue-se a certificação que se encontra entre E e A+, sendo que a classificação “E” representa a prática corrente e a classificação “A” um desempenho superior ao melhor praticado. Um exemplo de certificação pelo SBTool pode ser verificado na Figura 18 (Coto, 2016).



Certificado de Sustentabilidade
Nº Certificado

SBTOOL^{pt}
ferramenta para a construção sustentável

1 - IDENTIFICAÇÃO DO EDIFÍCIO

Nota (alçada principal)

TIPO ☐ Edif. Habitação Unifamiliar ☐ Edif. Habitação Multifamiliar

MORADA / SITUAÇÃO

Rua/Avenida/Pracça

Localidade Freguesia

Concelho Código Postal

Imóvel inscrito na Cons. do Reg. Predial de

Sob o nº Art. Matricial nº

2 - ETIQUETA DE SUSTENTABILIDADE

Desempenho ao nível de cada dimensão
Nota Global (NG)

Legenda da ferramenta SBTOOL^{pt}

NG	NA	NS	NE
Nota Global	Nota Ambiental	Nota Social	Nota Económica
- Alterações climáticas e qualidade do ar exterior - Biodiversidade - Energia - Materiais e recursos sólidos - Água	- Saúde e conforto dos utilizadores - Acessibilidade - Sustentabilidade e mitigação para o contexto climático	- Custos de ciclo de vida	

3 - DESAGREGAÇÃO DO DESEMPENHO POR CADA CATEGORIA

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
A+									
A									
B									
C									
D									
E									

Legenda:

- C1 Alterações climáticas e qualidade do ar exterior
- C2 Biodiversidade
- C3 Energia
- C4 Materiais e recursos sólidos
- C5 Água
- C6 Saúde e conforto dos utilizadores
- C7 Acessibilidade
- C8 Sustentabilidade e educação para a sustentabilidade
- C9 Custos de ciclo de vida

Nome do responsável pela emissão do certificado

Avaliador

Data de emissão

ENTIDADE SUPERVISORA

iISBE
PORTUGAL

International Initiative
for a Sustainable
Built Environment

Figura 18 Certificado SBTool (Coto, 2016)

2.4.11 - LiderA

O LiderA é um “Sistema voluntário de apoio ao desenvolvimento de soluções e avaliação da sustentabilidade da construção, que atribui, em caso de desempenho comprovado, uma certificação pela marca portuguesa LiderA- Sistema de Avaliação da Sustentabilidade.” (Duarte Pinheiro, 2020).

O sistema assenta em 6 princípios que devem ser adotados para a procura da sustentabilidade (Duarte Pinheiro, 2020a):

1. Valorizar a dinâmica local e promover uma adequada integração;
2. Fomentar a eficiência no uso dos recursos;
3. Reduzir o impacto das cargas (quer em valor, quer em toxicidade);
4. Assegurar a qualidade do serviço e resiliência ambiental, focada no conforto ambiental;
5. Fomentar as vivências socioeconómicas sustentáveis;
6. Assegurar a melhor utilização sustentável dos ambientes construídos, através da gestão ambiental e inovação, e a sua promoção.

Apresenta seis vertentes de bom desempenho ambiental, sendo estes divididos em 20 áreas e 40 critérios, sendo 30 obrigatórios e 10 opcionais (Duarte Pinheiro, 2020a). Na Figura 19 encontra-se as áreas que são avaliadas neste sistema

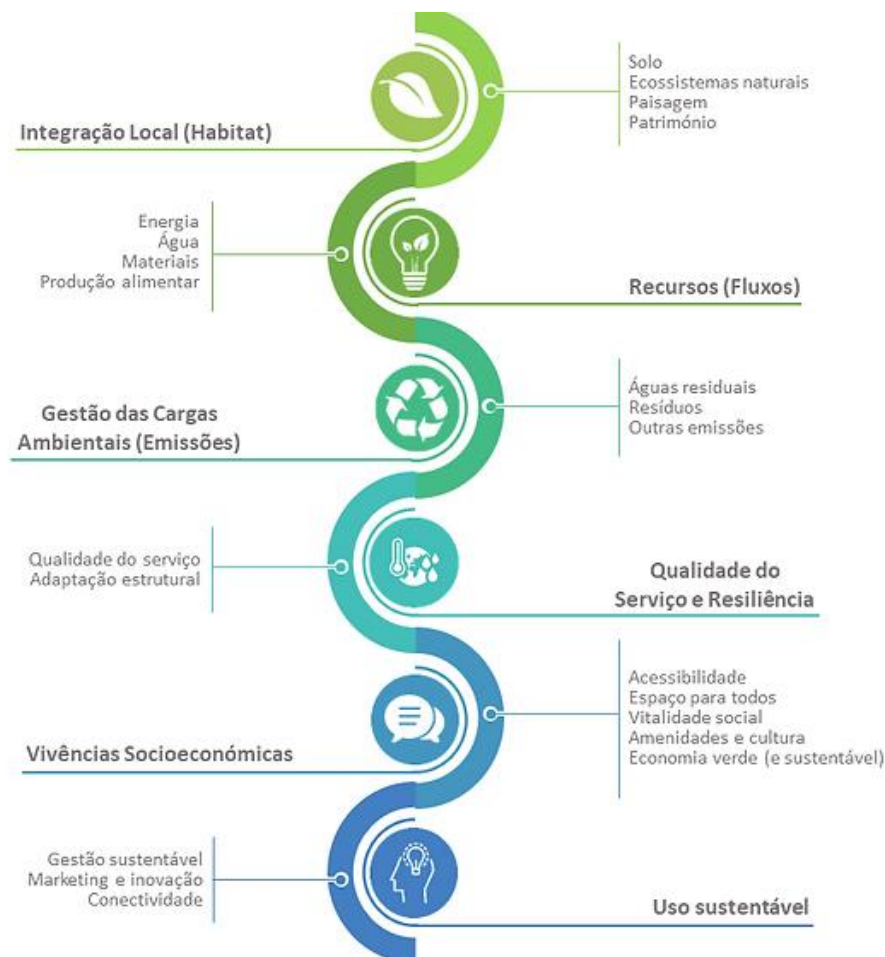


Figura 19 Vertentes e áreas LiderA (Duarte Pinheiro, 2020a)

A escolha da localização de um empreendimento é um aspeto chave no seu desenvolvimento inicial. A ocupação do solo e as respetivas alterações ecológicas provenientes de uma construção, afetam o seu desempenho ambiental. Na Tabela 9 estão apresentados os parâmetros de avaliação da vertente da integração local, juntamente com o peso desta vertente na classificação final (Duarte Pinheiro, 2020a).

Tabela 9 Vertente de Integração Local (Duarte Pinheiro, 2020a)

Áreas	Parâmetro	Peso
Solo	P1- Organização territorial	4%
	P2- Potenciar funções do solo	
Ecossistemas naturais	P3- Valorização ecológica	4%
	P4- Serviços dos ecossistemas	
Paisagem e património	P5- Valorização da paisagem	4%
	P6- Valorização do património construído	

O consumo de recursos (energia, água, materiais e recursos alimentares), pode ser muito significativo na determinação da sustentabilidade, podendo ocorrer em várias fases do ciclo de vida de um empreendimento. Nesta vertente devem ser implementadas medidas que diminuam o consumo destes recursos, sem que a qualidade de vida dos ocupantes seja prejudicada.

Assim, valoriza-se o fornecimento de energia proveniente de fontes renováveis e a utilização de equipamentos eficientes. Na Tabela 10 estão apresentados os parâmetros de avaliação da vertente dos recursos, juntamente com o peso desta vertente na classificação final (Duarte Pinheiro, 2020a).

Tabela 10 Vertente de Recursos (Duarte Pinheiro, 2020a)

Áreas	Parâmetro	Peso
Energia	P7- Desempenho passivo	15%
	P8- Sistemas energéticos	
	P9- Gestão de carbono	
Água	P10- Uso ponderado de água	7%
	P11- Gestão da água local	
Materiais	P12- Produtos e materiais de origem responsável	7%
	P13- Durabilidade dos ambientes construídos	
Produção alimentar	P14- Contributo para produção alimentar local e acesso	1%

Os edifícios provocam cargas ambientais através da emissão de efluentes líquidos, dos resíduos sólidos, ruído e emissões atmosféricas. Pretende-se que exista uma diminuição destas cargas, nomeadamente através do reaproveitamento de água residual para usos secundários, reutilização e reciclagem de resíduos, isolamento ao ruído, e diminuição de emissões atmosféricas. Na Tabela 11 estão apresentados os parâmetros de avaliação da vertente das cargas ambientais, juntamente com o peso desta vertente na classificação final (Duarte Pinheiro, 2020a).

Tabela 11 Vertente de Cargas ambientais (Duarte Pinheiro, 2020a)

Áreas	Parâmetro	Peso
Águas residuais	P15- Gestão de águas residuais	2%
Resíduos	P16- Gestão de resíduos	3%
Outras emissões	P17- Gestão do ruído	5%
	P18- Gestão das emissões atmosféricas	
	P19- Gestão das cargas ambientais	

Atualmente, os edifícios devem ter capacidade de satisfazer os ocupantes, quer seja devido à qualidade de serviço, ou a capacidade de ajuste do edifício a intervenções e alterações. Na Tabela 12 estão apresentados os parâmetros de avaliação da vertente da qualidade do serviço e resiliência, juntamente com o peso desta vertente na classificação final (Duarte Pinheiro, 2020a).

Tabela 12 Vertente da qualidade do serviço e resiliência (Duarte Pinheiro, 2020a)

Áreas	Parâmetro	Peso
Qualidade do serviço	P20- Qualidade ambiental e outros aspetos	9%
	P21- Segurança e controlo dos riscos (humanos)	
Adaptação estrutural	P22- Adaptação climática e outros riscos naturais	6%
	P23- Resiliência e evolução adaptativa	

Este sistema relaciona diretamente a sociedade com o espaço em que se situa, avaliando a acessibilidade e mobilidade, que abrange o tipo e a facilidade de deslocações realizados pela população, os custos do ciclo de vida, a qualidade e tipo de amenidades presentes, a interação social do empreendimento com a população, a diversidade económica e o controlo e segurança. Na Tabela 13 estão apresentados os parâmetros de avaliação da vertente das vivências socioeconómicas, juntamente com o peso desta vertente na classificação final (Duarte Pinheiro, 2020a).

Tabela 13 Vertente das vivências socioeconómicas

Áreas	Parâmetro	Peso
Acessibilidade	P24- Mobilidade ativa	4%
	P25- Sistemas de transportes eficientes	
Espaço para todos	P26- Áreas contruídas inclusivas	4%
	P27- Espaços inclusivos: ruas e espaços públicos acessíveis e seguros	
Vitalidade social	P28- Flexibilidade e complementaridade de usos	4%
	P29- Contributo para o bem-estar comunitário	
	P30- Responsabilidade social (e vitalidade)	
Amenidades e cultura	P31- Amenidades amigáveis	3%
	P32- Contributo para cultura e identidade	
Economia verde	P33- Baixos custos no ciclo de vida	7%
	P34- Contributo para economia circular	
	P35- Contributo para empregos ambientais	

No uso sustentável valoriza-se a disponibilização de informação, através do sistema de gestão de maneira a assegurar a consistência e concretização dos critérios e soluções com reflexos no desempenho ambiental.

O nível de informação permite facilitar boas condições de utilização e contribui para as práticas ambientais, garantindo também que os empreendimentos são corretamente utilizados. Assim, os empreendimentos apresentam o seu melhor desempenho. Na Tabela 14 estão apresentados os parâmetros de avaliação da vertente do uso sustentável e resiliência, juntamente com o peso desta vertente na classificação final (Duarte Pinheiro, 2020a).

Tabela 14 Vertente de uso sustentável (Duarte Pinheiro, 2020a)

Áreas	Parâmetro	Peso
Conectividade	P36- Conectividade e interação (sistemas digitais)	3%
Gestão sustentável	P37- Gestão da informação para atuação sustentável	5%
	P38- Manutenção e gestão para a sustentabilidade	
	P39- Monitorização e governância	
Marketing e inovação	P40- Marketing e inovação	3%

A avaliação destes parâmetros é realizada através de uma atribuição de nível desempenho (de G a A++), sendo que o nível E corresponde à

prática corrente, o nível G à solução menos eficiente e as classes A+ para soluções que procurem a neutralidade ou regeneração.

Após um processo de verificação independente pelo LiderA, se for comprovado um desempenho de classe C ou superior, o empreendimento será reconhecido se em fase de plano e projeto, e certificado na fase de obra e operação, para este mesmo desempenho. Na Figura 20 está apresentado os níveis de avaliação (Duarte Pinheiro, 2020a).

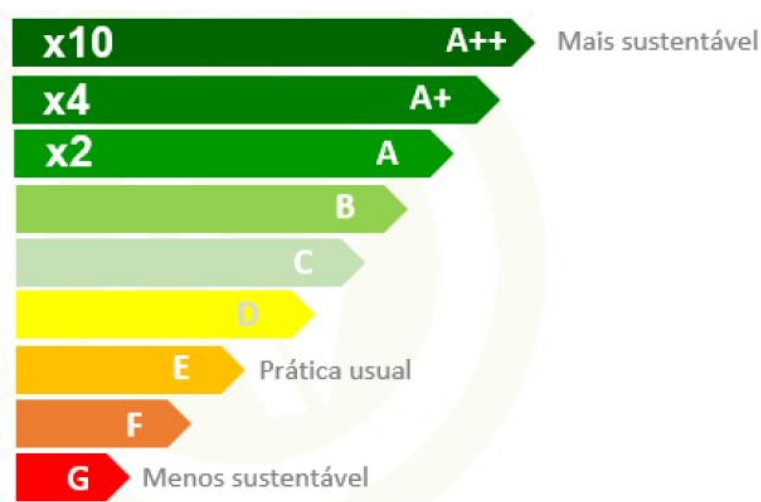


Figura 20 Níveis de avaliação LiderA (Duarte Pinheiro, 2020a)

2.5 - Materiais de Construção Sustentáveis

Os sistemas anteriormente apresentados contém áreas de avaliação comuns, sendo uma destas os materiais utilizados nas construções. Assim, estão de seguida apresentados 3 materiais como exemplo de soluções com características sustentáveis e potencial para grande implementação. Está apresentada ainda a cobertura verde que se apresenta mais como um sistema construtivo do que um material, no entanto, devido aos seus grandes benefícios nos edifícios está descrito neste documento.

O enorme consumo de recursos naturais e produção de resíduos contribuem consideravelmente para o grande impacto ambiental das construções. Assim, a escolha correta de materiais torna-se fundamental numa construção sustentável. Na escolha dos materiais devem ser considerados os seguintes aspetos:

- Baixa energia incorporada: A energia incorporada num material engloba toda a energia consumida durante a sua extração, transporte e produção;
- Baixa toxicidade: Os edifícios contêm milhares de produtos químicos e metais pesados que causam a poluição do ar interior e contaminação da água da torneira;
- Baixa produção de resíduos;

- Reciclável;
- Reutilizável;
- Origem local;
- Origem natural;
- Elevada durabilidade;
- Obtido a partir de resíduos;
- Obtido a partir de fontes renováveis.

2.5.1 - Madeira

As árvores são libertadoras de oxigénio e consumidoras de dióxido de carbono, o que ajuda a combater o aquecimento do planeta e a manter a qualidade do ar. A madeira é reciclável, renovável, biodegradável e necessita de pouca energia na sua transformação, sendo assim considerado um material ambientalmente sustentável (Marques, 2008).

É um material durável, com elevada resistência estrutural, especialmente quando comparado ao seu peso próprio, um bom isolamento térmico, acústico e elétrico. Também apresenta um bom comportamento ao fogo, por apresentar uma combustão lenta. Além disso, na presença de temperaturas elevadas ocorre na madeira o fenómeno de “carbonização”, onde a camada superficial carboniza e torna-se 6 vezes mais isolante termicamente protegendo a secção interior da madeira da temperatura elevada, assegurando assim uma maior segurança estrutural do elemento (Costa, 2009). Na Figura 21 está representado um exemplo de uma estrutura de pavimento realizada em madeira.



Figura 21 Pavimento realizado em vigas de madeira

A análise do ciclo de vida da madeira comprova que esta apresenta um melhor desempenho que o betão e o aço, em relação à energia incorporada, emissões de gases, libertação de poluentes para o ar, produção de poluentes para a água e produção de resíduos sólidos. No entanto, a utilização da madeira deve ser sustentável, garantindo um reflorestamento global e um equilíbrio entre o desenvolvimento e manutenção dos recursos. Desta maneira, as florestas têm capacidade de preservar o dinamismo biológico, assegurando o seu crescimento e fixação do dióxido de carbono (Marques, 2008).

2.5.2 - Cortiça

A cortiça é um material leve, com características elásticas e praticamente impermeável a líquidos e gases. É um excelente isolamento térmico, elétrico e acústico. Apresenta um bom comportamento ao fogo, e tem a capacidade de ser comprimido sem expansão lateral. A produção da cortiça é benéfica e sustentável, já que a utilização da cortiça promove a produção de mais cortiça, levando a um aumento entre 250% a 400%, comparativamente a um sobreiro que não seja explorado, que por sua vez leva a uma maior fixação da quantidade de dióxido de carbono (Batista, 2017).

O aglomerado expandido de cortiça (Figura 22) é produzido recorrendo a vapor de água, os geradores são alimentados pelos resíduos resultantes da trituração e acabamentos, e utiliza resinas do próprio material para a aglomeração, o que torna este produto ideal para uma construção sustentável (Batista, 2017).



Figura 22 Placa de aglomerado expandido de cortiça (Batista, 2017)

No fim de vida do edifício, as placas de aglomerado expandido podem ser recolhidas integralmente, já que se encontram inalteradas. Quando ocorrem quebras nas placas ou contaminação devido a outros produtos, as

placas são trituradas dando origem a granulados que podem ser reutilizados (Batista, 2017).

2.5.3 - Bambu

O bambu pode ser utilizado de diversas maneiras e diferentes finalidades. Como material estrutural pode ser utilizado em lajes, pilares, paredes e vigas. Como material não estrutural pode servir de telha, caleira, tubo de queda, tubagem de alimentação de água, pavimentos, etc. Este material é renovável e sustentável, tem um crescimento muito rápido, é pouco exigente em relação ao solo e clima, durável quando tratado e com um custo de produção muito baixo (Soares, 2013). Na Figura 23 é possível observar uma cobertura realizada em bambu.



Figura 23 Cobertura realizada em bambu (Soares, 2013)

Na Tabela 15 estão representados os valores de energia necessários para se obter o respetivo material. O bambu é o material com menor energia necessária, comparativamente a materiais mais comuns como o betão e aço, sendo ainda menor que a madeira, que como já foi observado anteriormente, é por si uma escolha sustentável (Lage, 2009).

Tabela 15 Energia necessária para transformação dos materiais (Lage, 2009)

Material	Energia (MJ/m ³)
Aço	1.500
Betão	240
Madeira	80
Bambu	30

2.5.4 - Cobertura Verde

Consistem numa camada de vegetação, uma camada de substrato e uma camada de drenagem que são aplicadas na cobertura de um edifício. As camadas vegetais funcionam como uma barreira de proteção mecânica

contra danos provocados pelo vento, granizo, incêndios, etc. Estas camadas servem ainda como isolamento acústico para o edifício, com a camada de terra vegetal responsável pelo isolamento nas baixas frequências, e a vegetação pelo isolamento nas altas frequências, e isolamento térmico, arrefecendo o ambiente através do fenómeno de evapotranspiração. É possível que se verifique variações de temperaturas a 100°C durante o ano e 50°C ao longo de 24h numa cobertura. Se implementada uma cobertura verde, as camadas de terra vegetal e plantas protegem a restante cobertura, diminuindo esta variação para 35°C durante o ano e 15°C ao longo de 24h, preservando a estrutura da deterioração devida à elevada flutuação de temperatura e impacte da radiação ultravioleta (Pinto, 2014).

As coberturas verdes apresentam os seguintes benefícios (Ferraz, 2012):

- Produção de oxigénio;
- Redução dos níveis de poluição;
- Diminuição dos efeitos da ilha de calor urbana;
- Regulação térmica do ambiente;
- Redução da variação de humidade da envolvente;
- Aumento de vida útil da cobertura;
- Diminuição dos níveis de ruído externos no interior do edifício;
- Isolamento térmico do edifício;
- Retenção da água das chuvas prevenindo inundações;



Figura 24 Cobertura verde de um edifício (Pinto, 2014)

CAPÍTULO 3

3 - Estudo desenvolvido de suporte ao estágio

3.1 - Introdução

No início do estágio, após o contacto das entidades responsáveis por vários sistemas de avaliação da sustentabilidade pela empresa Omega, esta decidiu que a certificação do seu empreendimento seria realizada pelo sistema LiderA, nomeadamente por ser um sistema nacional.

Numa fase inicial do estágio houve um estudo aprofundado do sistema LiderA e dos seus vários critérios de avaliação. Este estudo permitiu apoiar as reuniões decorrentes de projeto, permitindo a sugestão de soluções que seriam valorizadas pelo sistema. Após o estudo do sistema LiderA, com base no estudo prévio do empreendimento foram desenvolvidos 3 cenários hipotéticos, que serviram como base para as tomadas de decisão provenientes das reuniões de projeto.

O empreendimento escolhido pela empresa Omega para ser certificado pelo sistema LiderA, e consequentemente o objeto do trabalho principal do estágio está apresentado em seguida.

3.2 - Apresentação do caso de estudo

O empreendimento que serviu para certificação pelo sistema LiderA tem a denominação de Housefactory. Está localizado na rua Coronel Almeida Valente 357, na freguesia de Paranhos, concelho do Porto, como se pode observar na Figura 25. A envolvente apresenta moradias de habitação unifamiliar e multifamiliar, com 2 e 3 pisos e edifícios de habitação coletiva, com 4 e 6 pisos.



Figura 25 Localização do Housefactory

O edifício pré-existente no lote, presente na Figura 26, com uso industrial, será demolido integralmente, à exceção da fachada principal que será mantida e reabilitada.



Figura 26 Edifício pré-existente

A construção nova terá dois edifícios de habitação coletiva, com ligação entre si. Os edifícios possuem 4 pisos, sendo 3 para habitação, que serão idênticos, com um total de 93 habitações (3 T0; 84 T1; 6T2), e o piso -1 para o estacionamento que será exterior coberto integralmente sob as edificações e uma sala de condomínio. O lote contém espaços verdes contínuos para usufruto dos condóminos e o acesso à via pública é realizado apenas por um portão dando acesso à rua Coronel Almeida Valente.

Na Figura 27 está representada a planta de um dos pisos deste empreendimento, onde é perceptível os dois edifícios com a sua ligação, o acesso pedonal e de viaturas, e os espaços verdes exteriores. As restantes plantas e desenhos técnicos deste empreendimento podem ser consultados, nos anexos. Na Tabela 16 estão apresentadas algumas características relevantes do empreendimento.

Tabela 16 Características do empreendimento

Descrição	
Área terreno	4.930,28 m ²
Arranjos exteriores	2.738,40 m ²
Área de implantação	2.152,04 m ²
Área bruta total	8.409,47 m ²
Número de frações	93
Área de edificação	5830,75 m ²



Figura 27 Piso tipo do Housefactory

3.3 - Explicação dos critérios de avaliação do LiderA

Antes de serem apresentados os cenários desenvolvidos, são apresentados os critérios pelos quais as avaliações foram realizadas. Os critérios de avaliação do sistema LiderA estão apresentados em seguida:

P1- Valorização territorial

O local escolhido para a construção deve apresentar um impacto reduzido no solo. É priorizada a valorização de locais ou edifícios degradados. Deve existir uma organização territorial que permita o desenvolvimento equilibrado do território. Neste critério deve ser ainda considerado todas as restrições dos Planos de Ordenamento do Território.

P2- Potenciar funções do solo

Devem ser asseguradas as funções naturais do solo e, se possível diminuir as áreas de implantação do edifício e restantes áreas impermeáveis, de maneira maximizar a percentagem de área permeável do solo face ao total do lote.

P3- Valorização ecológica

As intervenções humanas devem ter o objetivo de aumentar o valor ecológico dos locais. Pode ser efetuado através do aumento da biodiversidade local e da valorização das zonas naturalizadas. Devem ser aumentados os habitats e preservadas as espécies animais ou vegetais considerados importantes.

P4- Interligação de habitats

O ambiente construído deve integrar e respeitar as zonas naturais existentes, minimizando a afetação das mesmas, nomeadamente através da salvaguarda dos habitats naturais relevantes, bem como da implementação de zonas de continuidade entre eles. Deve-se minimizar a destruição da biodiversidade e das zonas naturais e assegurar a biodiversidade a longo prazo. As barreiras e obstáculos físicos entre habitats devem ser evitados, com o objetivo de promover a continuidade da estrutura verde nas zonas envolventes e favorecer a interligação de habitats.

P5- Integração paisagística

Os edifícios devem contribuir para a valorização da paisagem construída. Se possível deve contribuir para a valorização da componente natural. O tipo de construção deve ser semelhante à circundante, promovendo uma integração e contribuição para a malha urbana.

P6- Valorização do património construído

O património construído pode ter uma grande influência na identidade e características do local, daí que deve ser conservado e valorizado. É importante assegurar práticas de conservação e promover a preservação do ambiente construído em causa.

P7- Desempenho passivo

Devem ser implementadas soluções de desempenho passivo dos edifícios, de maneira a diminuir as necessidades nominais de energia. Estas soluções podem ser aplicadas através de isolamento térmico nas paredes, sombreamento dos vãos, ventilação natural, orientação adequada das habitações, introdução de sistemas passivos (ex. parede de Trombe), etc.

P8- Sistemas energéticos

Este critério encontra-se diretamente associado ao desempenho obtido na certificação energética.

P9- Gestão de carbono

As emissões de CO₂ devido à utilização de energia no edifício devem ser reduzidas, nomeadamente através do uso de fontes de energia renovável e escolha de equipamentos eficientes.

P10- Uso ponderado de água

Deve ser reduzido o consumo de água proveniente da rede de abastecimento pública. Para isto devem ser adotados sistemas eficientes com níveis elevados de certificação hídrica, cuja utilização de água é reduzida, conseguindo o mesmo fim que os outros equipamentos menos eficientes (ex. torneiras misturadoras).

P11- Gestão de águas locais

É fundamental contribuir para o ciclo natural de água através da naturalização da gestão de águas no local, nomeadamente diminuindo as escorrências superficiais e atenuando os eventuais efeitos de picos em momentos de pluviosidade. O sistema de gestão de águas pluviais deve permitir a infiltração e drenagem para linhas de água naturais e retenção de poluentes em zonas com eventuais contaminantes.

P12- Produtos e materiais de origem responsável

Devem ser utilizados materiais de origem responsável: produtos com DAP; produtos com avaliações do ciclo de vida; origem natural; conteúdo reciclado; produtos certificados; produtos locais.

P13- Durabilidade dos ambientes construídos

Numa estratégia de sustentabilidade, a durabilidade dos elementos construídos deve ser aumentada, de maneira a reduzir os consumos de materiais durante o ciclo de vida dos edifícios, diminuindo não só os custos para os ocupantes, como também o impacto ambiental das operações de renovação e demolição. As soluções escolhidas devem ser adequadas às condições presentes.

P14- Produção local de alimentos

Potenciar a produção de alimentos no local que satisfaça, mesmo que em valores reduzidos, os ocupantes dos edifícios presentes no local. Esta produção local pode criar uma dinâmica ecológica, contribuindo para uma maior sustentabilidade.

P15- Gestão das águas residuais

Devem ser implementados sistemas de tratamento local, de maneira a diminuir a pressão sobre as estações de tratamento municipais e, sempre que possível, recorrer a sistemas biológicos adequados e de baixa intensidade em energia e materiais. Assim, a água é reutilizada na zona, para rega no exterior e abastecimento de autoclismos no interior, entre outros usos secundários que não necessitem de água potável.

P16- Gestão dos resíduos

A redução da produção de resíduos na sua globalidade e nas várias fases de construção/vida do empreendimento, deve ser encarada como uma meta a atingir, sendo definidas soluções que permitam reincorporar resíduos ou pela diminuição da quantidade de resíduos produzida.

P17- Gestão do ruído

As fontes de ruído devem ser identificadas para que sejam reduzidas, de forma que os ocupantes disponham de níveis de ruído aceitáveis, garantindo o conforto dos mesmos.

P18- Gestão das emissões atmosféricas

Devem ser diminuídos, ou preferencialmente eliminados todos os equipamentos que funcionem com combustão, de forma a minimizar as emissões para a atmosfera, com especial atenção para as emissões de SO₂ e NO_x.

P19- Gestão de outras cargas ambientais

As alterações do balanço térmico local provocam o fenómeno de ilha de calor urbano, o que resulta em condições ambientais desagradáveis, quer pelo aumento de temperatura em alturas de calor, quer nas situações de rápido arrefecimento, que criam desconforto. Assim, pretende-se reduzir estas alterações climáticas decorrentes.

P20- Qualidade ambiental e outros aspetos

Devem ser assegurados adequados níveis de qualidade do ar, conforto higrotérmico, conforto acústico, conforto térmico, avaliando os níveis para cada uma destas quatro dimensões.

P21- Segurança e controlo dos riscos (humanos)

Torna-se importante pensar no tipo de espaço que se propõe num empreendimento e nas suas possíveis utilizações, de modo a reduzir condições que produzam riscos de vandalismo e criminalidade. Devem ser aplicadas medidas de controlo e inibição da criminalidade e vandalismo que podem ser organizadas em áreas referentes à iluminação, vigilância, permeabilidade do espaço e campos de visão nesse espaço.

P22- Controlo dos riscos

Os riscos naturais existentes devem ser avaliados para que a possibilidade de ocorrer algum acidente involuntário seja reduzida. Deve ser analisada a possibilidade de catástrofes e desenvolver medidas de prevenção, preparação e atuação em emergência.

P23- Resiliência

Deve ser encontrado um equilíbrio adequado face a alterações significativas, dos sistemas se adaptarem e caminharem para o seu estado inicial. Assegurar sistemas diversos que permitam manter o serviço natural e humano, ajustando face a variações.

P24- Mobilidade ativa

Pretende-se reduzir a necessidade de transportes, a partir de meios de baixo impacto, por exemplo, através da criação de infraestruturas (pedonais, ciclovias)

P25- Sistemas de transportes eficientes

Preferencialmente, devem ser utilizados tipos de transportes mais ecológicos, sendo então valorizada a proximidade a transportes públicos, especialmente se estes apresentarem sistemas eficientes do ponto de vista das emissões.

P26- Áreas construtivas inclusivas

É necessário eliminar as barreiras existentes, que impedem ou dificultam o acesso ao interior de edifícios, contribuindo para a alienação de parte dos membros da sociedade. Tal poderá ser eliminado através execução de um planeamento cuidado das construções e respetivas características, prevendo a criação de zonas de acessibilidade, numa procura de soluções inclusivas.

P27- Espaços inclusivos

Os espaços públicos devem ser seguros e acessíveis, assegurando o conforto de quem nestes circula.

P28- Flexibilidade e complementaridade de usos

Deve-se assegurar a existência de zonas modulares e ajustáveis às necessidades evolutivas. Este aspeto contribui para manter o ambiente construído e zonas ajustadas às necessidades dos seus ocupantes, evitando que o seu uso se torne obsoleto ao fim de algum tempo, bem como fomentando a sua capacidade de se adaptar a diferentes usos. Assim, é importante fomentar a flexibilidade dos espaços, através da acessibilidade, áreas modulares, adaptáveis e expansíveis.

P29- Contributo para o bem-estar comunitário

Deverá ser possível à globalidade da população e à vizinhança usufruir das infraestruturas e espaços que sejam criados para o empreendimento. Podem ainda ser promovidas atividades que solicitem a participação dos ocupantes e da comunidade adjacente.

P30- Responsabilidade social

A interligação com a comunidade é importante para promover a coesão social e a boas vivências do espaço. Assim, deve de haver um contributo do empreendimento para a comunidade.

P31- Amenidades locais

A proximidade dos ocupantes às amenidades locais é uma mais-valia para o ambiente local, sendo criada uma relação vantajosa para as diferentes partes.

P32- Contributo para a cultura e identidade

Devem ser implementadas medidas que promovam a identidade e valorização cultural do espaço, preservando o espírito do lugar.

P33- Custos no ciclo de vida

O estudo do ciclo de vida é importante para o sucesso e viabilidade de uma construção, por ser uma forma de maximizar a rentabilidade do edificado e dos ambientes construídos, simultaneamente minimizando a sua manutenção.

P34- Contributo para a economia circular

A procura da redução, reutilização, recuperação e reciclagem de materiais e de energia, com o objetivo de diminuir o consumo de recursos e poupança económica.

P35- Contributo para dinâmica económica local

Devem ser criadas condições para potenciar e incentivar as atividades económicas locais, de forma a reduzir as desigualdades sociais ao nível local, identificando e adaptando soluções com esta finalidade.

P36- Conetividade e interação

Os edifícios devem ter capacidade de criação de uma rede com uso de tecnologias de comunicação e informação, com base na sustentabilidade e melhoria da qualidade de vida dos ocupantes.

P37- Gestão da informação para atuação sustentável

Deve ser realizado o levantamento e quantificação das informações, relativamente ao modo de funcionamento e gestão do edificado, que são disponibilizadas aos ocupantes do edifício e responsáveis pela manutenção.

P38- Manutenção e gestão para a sustentabilidade

Os ocupantes devem ter a possibilidade de controlar os níveis de conforto consoante as suas necessidades. Assim, aspetos como a ventilação (mecânica e natural) e os níveis de iluminação (artificial e natural) devem poder ser controlados e adaptados pelos ocupantes.

P39- Monitorização e governância

Devem ser implementados sistemas de gestão ambiental ao nível de conforto em cinco grandes áreas: temperatura, humidade, ventilação, sombreamento e iluminação. As soluções propostas devem abranger todas estas áreas e promover a interação entre estas, resultando num melhor comportamento do edifício.

P40- Marketing e Inovação

Deve ser reforçada e incentivada a adoção de medidas completamente inovadoras, que melhorem o desempenho ambiental nos critérios anteriormente apresentados.

3.4 - Cenários

Numa fase inicial do estágio, onde apenas existia um estudo prévio e poucas decisões haviam sido tomadas quanto ao empreendimento, foram desenvolvidos 3 cenários hipotéticos de implementação de medidas para cada parâmetro de avaliação do LiderA, de maneira a entender como seria afetada a classificação final. Os 3 cenários são:

- Pessimista, onde poucas a nenhuma medidas de melhoria são implementadas,
- Realista, onde algumas medidas de melhoria são implementadas, nomeadamente as que podem ser implementadas mais facilmente e rapidamente;
- Otimista, onde são implementadas quase todas as medidas que seria possível, não havendo um limite imposto por custos.

Apesar dos cenários serem hipotéticos, foram considerados certos aspetos, nomeadamente relacionados com a localização do empreendimento, que puderam ser avaliados nesta fase. Assim, alguns parâmetros apresentam a mesma classificação, independentemente do cenário.

3.4.1 - Cenário pessimista

Num cenário pessimista, o espaço exterior apresenta uma área verde que representa cerca de 38% da área do lote. Todas as soluções de pavimento exterior são impermeáveis, resultando num índice de impermeabilização de 0,62. Nos espaços verdes são implementadas poucas espécies arbóreas, que por sua vez ocupam menos de 50% em área, face à área verde total. Esta arborização não cria continuidade ao longo do lote, e

devido ao número reduzido de arborização presente, não são criados habitats diversos. Não existe produção local de alimentos nestes espaços verdes. O estacionamento de veículos é realizado à superfície sob os edifícios, e de maneira a promover a mobilidade ativa por parte dos ocupantes, os edifícios beneficiam de um caminho exclusivamente pedonal junto a estes.

O isolamento térmico utilizado é poliestireno expandido, colocado pelo interior, os vãos realizados por vidro simples com uma caixilharia sem corte térmico e o seu sombreamento realizado por uma cortina interior. O certificado energético que o empreendimento detém é de classe A. Existe energia renovável através de painéis solares fotovoltaicos, no entanto estes satisfazem as necessidades energéticas dos edifícios em valores muito reduzidos. Existem vários equipamentos de funcionamento com combustão, nomeadamente aquecedores a gás, fogões a gás e esquentadores.

Não existe medidas de redução do consumo de água potável, não existindo sistemas de reaproveitamento de águas pluviais e águas residuais, através do tratamento das mesmas e uso para fins secundários que não exijam água potável. Assim, apenas existe redução das escorrências imediatas de águas pluviais devido à vegetação presente.

Os materiais utilizados são correntes, sendo apenas uma pequena quantidade proveniente de origem responsável. Desta maneira, a durabilidade dos elementos é a seguinte: estrutura- 50 anos; acabamentos- 5 anos; equipamentos- 10 anos; canalizações- 20 anos. A estrutura assegura condições de segurança face aos riscos de incêndio, sísmico e eólico. Os edifícios beneficiam ainda de detetores de incêndio nas zonas comuns.

A cobertura apresenta possibilidade para instalação de energia renovável, além da presente e ainda pré-instalação para climatização. O projeto é pensado para soluções inclusivas e detém iluminação natural diurna e sombreamento realizado por vegetação. De maneira a facilitar a acessibilidade aos sistemas, as tubagens estão concentradas tanto para a cozinha como para a casa de banho. O controlo de iluminação e sombreamento dos vãos é realizado manualmente. Já a temperatura e ventilação natural é mecânica não programável. O empreendimento beneficia ainda de rede 5G interior e exterior.

3.4.2 - Cenário realista

Neste cenário, o espaço exterior apresenta a área verde prevista, com cerca de 38% da área total do lote, tal como no cenário pessimista. No entanto, a solução de pavimento da praça de circulação de veículos é permeável que, juntamente com a área verde, diminui o índice de impermeabilização para 0,48. Nos espaços verdes existe um número

significativo de espécies autóctones arbóreas que ocupam mais de 50% da área verde total. Esta arborização permite a criação de habitats diversos, e cria ligações e continuidade no lote. Algumas destas espécies são árvores de fruto, existindo assim uma pequena produção alimentar local. Os espaços exteriores encontram-se bem iluminados e com um campo de visão aberto e ainda beneficiam de mobiliário urbano para um melhor conforto por parte dos seus ocupantes. Juntamente com o caminho pedonal junto ao edifício, existe ainda um estacionamento de bicicletas dentro do lote para usufruto dos ocupantes dos edifícios, promovendo assim uma mobilidade de baixo impacto.

O isolamento térmico escolhido é a lã de rocha, por ser um material inerte, aplicada pelo interior. Os vãos apresentam vidros duplos, com uma caixilharia com estanquicidade e corte térmico, sendo o seu sombreamento realizado pelo exterior, a partir de persianas com cor clara. O certificado energético neste cenário tem classe A+, com um desempenho até 80%. A energia renovável presente é assegurada através de painéis solares fotovoltaicos que satisfazem mais de 25% das necessidades energéticas dos edifícios, sendo que a energia produzida que não é utilizada é vendida e a receita suporta até 50% dos custos do condomínio. De maneira a aumentar o conforto acústico dos ocupantes, os equipamentos que produzem ruído estão adequadamente localizados, existindo isolamento acústico nas paredes onde estes se encontram. Os equipamentos a combustão foram reduzidos face ao cenário pessimista, existindo apenas esquentadores e fogões a gás.

Com o objetivo de reduzir o consumo de água potável nos edifícios, são utilizadas torneiras misturados com redutor de caudal e autoclismos de dupla descarga com certificações hídricas de classe A, juntamente de um sistema de controle e corte por zona, para minimizar os danos de eventuais fugas. Existe tratamento e reaproveitamento de águas pluviais e residuais para fins secundários que não exijam água potável, reduzindo assim até 50% as escorrências imediatas de águas pluviais, e reaproveitando mais de 25% das águas residuais cinzentas. De maneira a reduzir os resíduos sólidos urbanos produzidos pelos ocupantes, os resíduos orgânicos são utilizados para compostagem e ainda existe um local para deposição de óleos.

Neste cenário, existe uma maior preocupação nos materiais utilizados e na sua origem, contabilizando até 50% em peso de materiais de origem responsável. Assim, a durabilidade dos elementos é a seguinte: estrutura- 75 anos; acabamentos- 7,5 anos; equipamentos- 15 anos; canalizações- 30 anos. Esta escolha de materiais e equipamentos mais duráveis e com baixo custo de funcionamento reduzem os custos de ciclo de vida do empreendimento. A estrutura assegura condições de segurança face aos riscos de incêndio, sísmico, eólico e fenómenos de temperatura extrema.

A fachada, cobertura e espaços comuns apresentam uma paleta com cores claras de maneira a reduzir o efeito de ilha de calor urbano. A cobertura apresenta possibilidade para instalação de energia renovável, além da

presente e ainda pré-instalação para climatização, tal como se verificou no último cenário. O projeto é pensado para soluções inclusivas e detém iluminação natural diurna, juntamente com artificial noturna, sombreamento realizado por vegetação e sinalização em braille nos espaços comuns. De maneira a facilitar a acessibilidade aos sistemas, as tubagens estão concentradas tanto para a cozinha como para a casa de banho.

O empreendimento beneficia de rede 5G no interior e exterior, no entanto existe ainda um sistema integrado de comunicação e controlo para a energia. Existem sistemas automatizados contínuos de monitorização de água e energia. Os ocupantes terão acesso às plantas das suas habitações, juntamente dos manuais dos equipamentos presentes, de maneira a assegurar o bom funcionamento destes. O controlo da temperatura, ventilação natural e artificial, iluminação nas várias divisões e sombreamento dos vãos são realizados manualmente.

3.4.3 - Cenário Otimista

Por fim, num cenário otimista das soluções possíveis de serem adotadas neste empreendimento, toda a área do lote, à exceção da de implantação do edifício, apresenta soluções de pavimento permeáveis, resultando num índice de impermeabilização de 0,43. Neste cenário a área verde é aumentada para 40% da área do lote e as espécies arbóreas colocadas ocupam mais de 50% da área verde. Esta arborização cria ligações e continuidade ao longo do lote. São colocadas estruturas que favoreçam o desenvolvimento de espécies no local, criando assim habitats diversos. Estes espaços são complementados com uma cobertura verde. Existe produção local de alimentos a partir dos espaços exteriores e nas varandas, produzindo legumes, fruta e hortaliças. Estes espaços beneficiam de mobiliário urbano de fácil remoção e de exposições de cultura e arte. De maneira a promover a inclusividade, existe uma diferenciação dos pavimentos, com os passeios rebaixados e a sinalização presente também se encontra em braille. Para uma maior segurança dos ocupantes, toda a área exterior encontra-se afetada de um sistema de videovigilância.

O isolamento térmico continua a ser a lã de rocha, no entanto é aplicada pelo exterior, maximizando a inércia térmica das paredes exteriores. A ventilação é natural cruzada e os vãos são de vidro duplo com caixilharia com estanquicidade e corte térmico, com o sombreamento realizado pelo exterior. O certificado energético apresenta classe A+, com mais de 80% de desempenho. Da mesma forma que os restantes cenários, a energia renovável é feita a partir de painéis solares fotovoltaicos. No entanto, neste cenário, a quantidade de painéis implementada assegura mais de 50% das necessidades energéticas totais dos edifícios, sendo a energia excedente vendida, suportando mais de 50% dos custos do condomínio. Tal como se verificou no último cenário, de maneira a aumentar o conforto acústico dos

ocupantes, os equipamentos que produzem ruído estão adequadamente localizados, existindo isolamento acústico nas paredes onde estes se encontram, tendo no presente cenário sido escolhidos equipamentos silenciosos no interior e exterior dos edifícios. Não existem quaisquer equipamentos que funcionem a combustão.

De maneira a reduzir a reduzir o consumo de água potável, são utilizadas torneiras misturadoras com redutor de caudal e autoclismos de dupla descarga, tal como no cenário anterior, no entanto, neste cenário as classes de certificação hídrica é A+, e os restantes equipamentos utilizados classe A. Novamente existe um sistema de controle e corte por zonas, sendo adicionado um sistema de deteção de fugas com alta periodicidade. O tratamento e reaproveitamento das águas pluviais e águas residuais permite, neste cenário, que sejam reduzidas mais de 50% das escorrências imediatas de águas pluviais, e um reaproveitamento de mais de 50% das águas cinzentas residuais para fins secundários que não exijam água potável. Os resíduos orgânicos servem para compostagem no local e existe local de deposição de óleos, pilhas e lâmpadas. O empreendimento beneficia ainda de um “Plano de Prevenção e Gestão de Resíduos da Construção e Demolição”, de maneira a minimizar os resíduos produzidos nestas fases.

Os materiais são quase na totalidade provenientes de origens responsáveis, sendo as durabilidades dos elementos definidos para os seguintes valores: estrutura- 100 anos; acabamentos- 20 anos; equipamentos- 20 anos; canalizações- 40 anos, que reduzem significativamente os custos no ciclo de vida do empreendimento. A estrutura assegura condições de segurança a fenómenos de temperatura extrema, pluviosidade acrescida, incêndio, eólico e sísmico.

Juntamente ao caminho pedonal e estacionamento de bicicletas, são colocados postos de carregamento para carros elétricos nos lugares de estacionamento. A fachada e espaços comuns apresentam uma paleta com cores claras de maneira a reduzir o efeito de ilha de calor urbano. A cobertura apresenta possibilidade para instalação de energia renovável, além da presente e ainda pré-instalação para climatização. O projeto é pensado para soluções inclusivas e detém iluminação natural diurna, juntamente com artificial noturna. De maneira a facilitar a acessibilidade aos sistemas, as tubagens estão concentradas tanto para a cozinha como para a casa de banho. As paredes interiores são facilmente amovíveis, dotando os edifícios de alguma flexibilidade no seu uso por parte dos ocupantes.

O empreendimento beneficia de rede 5G no interior e exterior, no entanto existe ainda um sistema integrado de comunicação e controlo para a energia e água. Existem sistemas automatizados contínuos de monitorização de água e energia. Os ocupantes terão acesso às plantas das suas habitações, juntamente dos manuais dos equipamentos presentes, de maneira a assegurar o bom funcionamento destes. Por fim, controlo da temperatura, ventilação natural e artificial, iluminação nas várias divisões e

sombreamento dos vãos são realizados por sistemas mecânicos programáveis, sendo apenas a iluminação das zonas comuns realizada por sensor.

3.4.4 - Avaliação dos cenários

Tabela 17 Avaliação dos cenários do Housefactory

Parâmetro	Classificação		
	Pessimista	Realista	Otimista
P1- Organização territorial*	A+	A+	A+
P2- Potenciar funções do solo	D	B	B
P3- Valorização ecológica	E	B	A
P4- Serviços dos ecossistemas	C	B	A+
P5- Valorização da paisagem*	A++	A++	A++
P6- Valorização património construído*	D	D	D
P7- Desempenho passivo	B	A	A+
P8- Sistemas energéticos	A	A+	A++
P9- Gestão do carbono	E	C	A
P10- Uso ponderado de água	E	A+	A++
P11- Gestão da água local	E	B	A
P12- Produtos e materiais de origem responsável	F	B	A+
P13- Durabilidade dos ambientes construídos	E	C	A
P14- Contributo para produção alimentar local e acesso	F	D	B
P15- Gestão das águas residuais	F	C	A
P16- Gestão dos resíduos	E	D	A
P17- Gestão do ruído	E	B	A
P18- Gestão das emissões atmosféricas	A	A+	A++
P19- Gestão de outras cargas ambientais	C	A	A+
P20- Qualidade ambiental e outros aspetos	E	B	A+
P21- Segurança e controlo dos riscos (humanos)	E	B	A+
P22- Adaptação climática e outros riscos naturais	B	A+	A++
P23- Resiliência e evolução adaptativa	B	A	A+
P24- Mobilidade ativa	C	B	A
P25- Sistemas de transportes eficientes*	A+	A+	A+
P26- Áreas construídas inclusivas	D	B	A++
P27- Espaços inclusivos*	A	A	A
P28- Flexibilidade e complementaridade de usos	E	B	A+
P29- Contributo para o bem-estar comunitário*	C	C	C
P30- Responsabilidade social*	F	F	F
P31- Amenidades amigáveis*	B	B	B

P32- Contributo para cultura e identidade*	A	A	A
P33- Baixos custos no ciclo de vida	E	A	A++
P34- Contributo para economia circular	E	B	B
P35- Contributo empregos ambientais	D	D	C
P36- Conectividade e interação	D	B	A
P37- Gestão de informação para atuação sustentável	F	D	D
P38- Manutenção e gestão para a sustentabilidade	A	A+	A++
P39- Monitorização e governância	C	B	A
P40- Marketing e inovação	E	B	A
Classificação final	B- 15%	A- 25%	A+- 45%

Nos critérios: P1; P5; P6; P25; P27; P29; P30; P31; P32, a classificação apresentada é igual ao longo dos 3 cenários. Isto acontece, pois estes critérios avaliam aspetos que se encontram em 2 categorias: aspetos que não dependem do empreendimento, mas sim da localização, e aspetos para os quais nesta fase as decisões já haveriam sido tomadas. Assim, para este estudo estar o mais próximo da realidade posterior do empreendimento, estes aspetos foram considerados no desenvolvimento dos cenários hipotéticos.

CAPÍTULO 4

4 - Aplicação do sistema LiderA ao empreendimento caso de estudo

No decorrer do estágio, o empreendimento evoluiu, e foram tomadas decisões quanto a soluções a implementar. Muitas destas decisões foram realizadas com base nos cenários apresentados anteriormente. A avaliação realizada neste capítulo tem por base essas decisões, representando a realidade prevista para o empreendimento. Estando este em fase inicial de projeto, a seguinte avaliação pretende assegurar o reconhecimento do Housefactory como sustentável pelo sistema LiderA, garantindo a sua certificação após concluída a construção, se cumpridas as soluções previstas.

4.1 - Avaliação da vertente Integração local

P1- Valorização territorial

Medidas implementadas: O Housefactory encontra-se numa zona classificada no plano de ordenamento como “Área de edifícios tipo moradia”, representado na Figura 28, não sendo uma zona definida no PDM como vocacionada para reabilitação. Devido à existência prévia de uma fábrica no local, este encontra-se infraestruturado com rede de esgotos e água. Este empreendimento pretende reduzir significativamente a área de implantação relativamente ao edifício pré-existente, valorizando o terreno através do seu layout, simultaneamente preservando a identidade do local através da preservação da fachada.

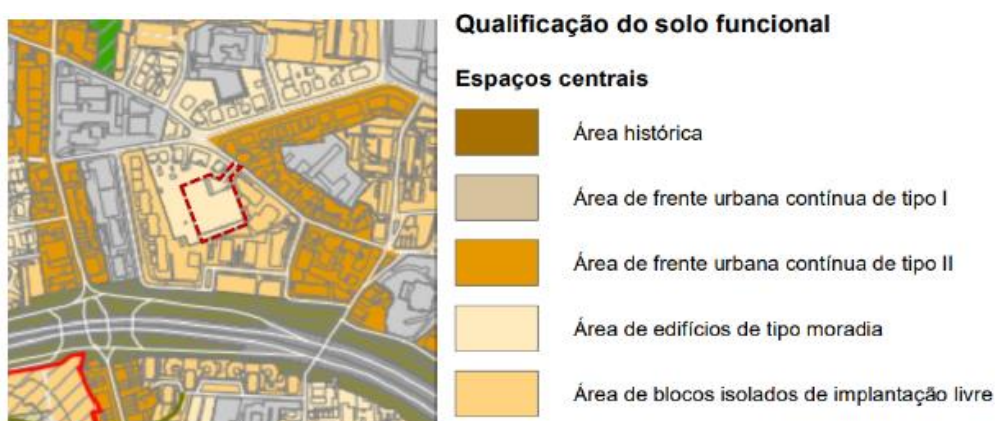


Figura 28 Classificação do solo local

Classificação: A+

P2- Potenciar funções do solo

Medidas implementadas: Na Figura 29 está representado a planta do lote, em que se encontra sombreada a área impermeável, que engloba a área de implantação dos edifícios, a rampa de acesso de veículos e a zona de circulação de veículos de acesso ao estacionamento desde a entrada até ao estacionamento, sendo toda a área restante, área verde.

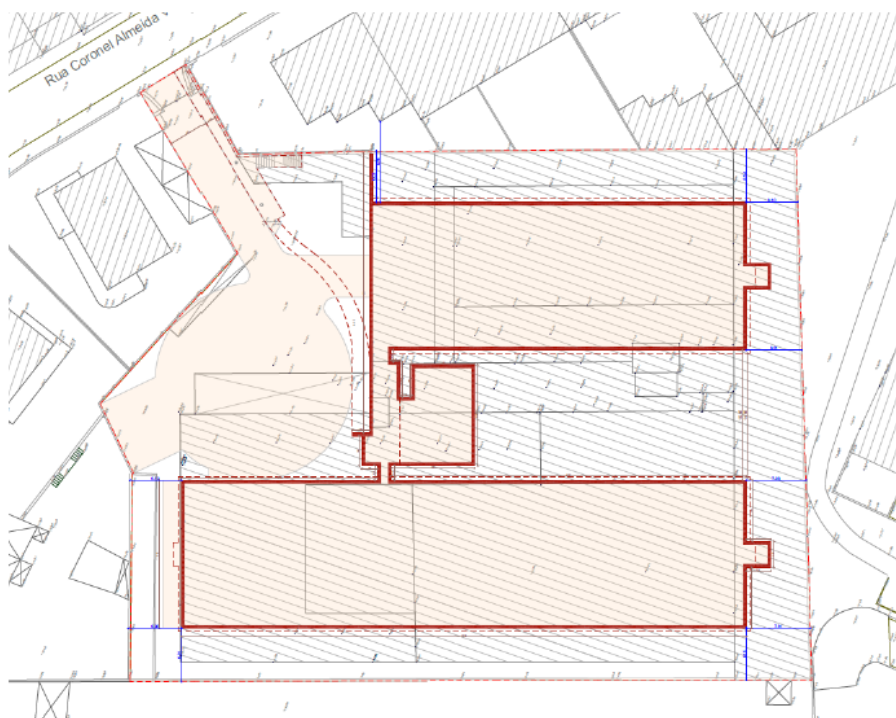


Figura 29 Área impermeável inicial

No entanto de maneira a reduzir o índice de impermeabilização, que inicialmente era 0,60, foi implementada uma solução permeável na zona de circulação de veículos. Assim, apenas a rampa de entrada de veículos no lote e a área de implantação de edifícios apresentam soluções impermeáveis, representado na Figura 30, reduzindo o índice de impermeabilização para 0,48.

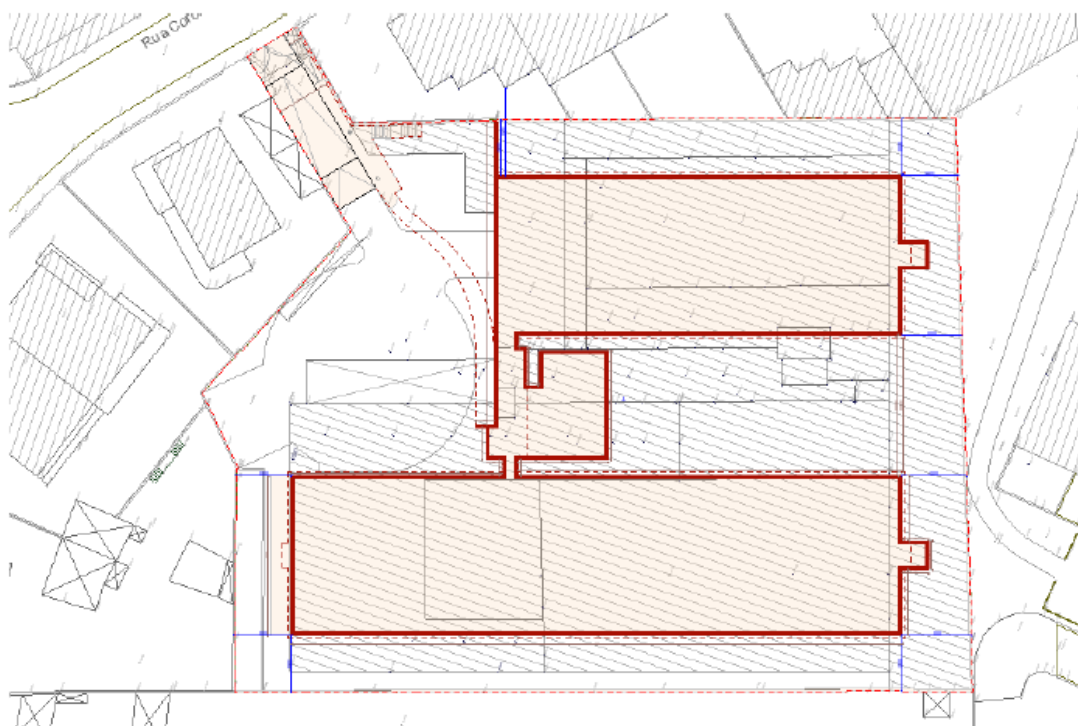


Figura 30 Área impermeável final

Classificação: B

Possíveis melhorias: Visto que diminuir a área de implantação do edifício apresenta uma dificuldade significativa, a única possibilidade seria implementar uma solução permeável na rampa de acesso de veículos ao lote, diminuindo ainda mais o índice de impermeabilização.

P3- Valorização ecológica

Medidas implementadas: Nos espaços exteriores serão colocadas 10 espécies arbóreas que ocuparão mais de metade do espaço verde existente. Algumas destas espécies são árvores de fruto, para usufruto dos ocupantes deste empreendimento.

Classificação: B

P4- Interligação de habitats

Medidas implementadas: As espécies arbóreas presentes criam habitats diversos no local e provocam uma amenização do clima. Esta arborização cria também continuidade ao longo do lote em cerca de metade do seu perímetro, já que algumas zonas vizinhas ao lote apresentam vasta vegetação.

Classificação: A

P5- Integração paisagística

Medidas implementadas: O Housefactory não contém uma fachada inserida na rua, daí que o seu impacto na paisagem é reduzido. No entanto, este apresenta uma altura semelhante às tipologias verificadas no local, que são moradias unifamiliares entre 2 e 3 pisos, e edifícios de habitação coletiva entre 4 e 6 pisos. Os materiais e a paleta de cores utilizados também são semelhantes à circundante, criando assim uma contribuição para a malha urbana. O facto do edifício pré-existente se encontrar em más condições de conservação, leva a uma valorização estética devido à construção deste empreendimento.

Classificação: A++

P6- Valorização do património construído

Medidas implementadas: Como foi previamente referido, o edifício pré-existente encontra-se em más condições de conservação. Ainda assim, a fachada será mantida e reabilitada, e servirá como fachada principal do empreendimento.

Classificação: D

4.2 - Avaliação da vertente Recursos

P7- Desempenho passivo

Medidas implementadas: O Housefactory tem uma orientação no quadrante sul em mais de 50% das divisões principais (sala; quarto; cozinha). Os edifícios cumprem integralmente os regulamentos de certificação energética dos edifícios, sendo que o seu isolamento térmico na fachada será realizado por um sistema ETICS com lã de rocha de alta densidade, por ser um material inerte e sustentável, com um bom comportamento ao fogo. O isolamento térmico por ser exterior beneficia a inércia térmica das paredes exteriores. A cobertura apresenta também um isolamento adequado e as pontes térmicas foram corrigidas, de acordo com os regulamentos. Os vãos presentes serão de vidro duplo transparente com caixilharia de alumínio com corte térmico, sendo o seu sombreamento realizado por persianas exteriores.

Classificação: A+

P8- Sistemas energéticos

Medidas implementadas: Com as soluções previstas para este empreendimento, os certificados energéticos das frações apresentam nível A.

Classificação: A

P9- Gestão de carbono

Medidas implementadas: Considerando um valor base de consumo energético de 100 kWh/mês/ocupante e de 1000 kWh/mês para o condomínio, e sendo que as várias tipologias equivalem a 192 ocupantes é possível calcular as seguintes emissões em kgCO₂ presentes nas seguintes equações. As emissões devido ao consumo de eletricidade são as únicas emissões presentes neste empreendimento. Esta análise sendo teórica procurou ser conservadora, assim, não foram considerados os painéis fotovoltaicos existentes no edifício, que poderão diminuir ainda mais o resultado da equação (4). Os equipamentos presentes estão na sua maioria classificados com o nível A da etiquetagem energética.

$$\text{Consumo total mensal} = 19200 + 1000 = 20200 \text{ kWh} \quad (1)$$

$$\text{Consumo total anual} = 12 \times 20200 = 242400 \text{ kWh} \quad (2)$$

$$\text{Consumo total anual} / \text{m}^2 = \frac{242400}{2000 \text{ m}^2 \times 3 \text{ andares}} = 40,4 \text{ kWh} \quad (3)$$

$$40,4 \text{ kWh} \approx 18 \text{ kgCO}_2 \text{ (Oeste Sustentável, 2011)} \quad (4)$$

Classificação: A+

P10- Uso ponderado de água

Medidas implementadas: De maneira a reduzir os consumos de água potável neste empreendimento, serão implementadas torneiras misturadoras com redutor de caudal, o autoclismo será de dupla descarga e os restantes equipamentos hídricos serão eficientes. Haverá consumo de águas pluviais para fins secundários. Por fim, existe ainda um sistema de isolamento das fugas através de corte por zona e a rega é realizada através de um sistema automatizado e eficiente.

Classificação: A+

P11- Gestão de águas locais

Medidas implementadas: As águas pluviais locais serão tratadas e reutilizadas para fins secundários que não exijam água potável (rega, lavagem de pavimentos, etc.), reduzindo as escorrências imediatas para a linha de água, e reduzindo o consumo de água potável no empreendimento.

Classificação: B

P12- Produtos e materiais de origem responsável

Medidas implementadas: A estrutura de betão armado representa cerca de dois terços do peso total de um edifício. Devido ao impacto significativo da estrutura, pretendeu-se escolher uma solução de betão mais sustentável. Assim, o betão escolhido foi da Secil, o modelo “VerdiZero”, por apresentar uma DAP (Declaração Ambiental de Produto) e todo o seu processo de fabrico estar certificado quanto à neutralidade em carbono. Assim, este empreendimento reduz significativamente o seu impacto ambiental e emissões para a atmosfera. O isolamento utilizado foi lã de rocha por ser mais sustentável quando comparado com outras soluções correntes (ex. EPS). Desta maneira, foi considerado que este empreendimento apresenta entre 50% a 75% ($\text{kg/kg}_{\text{total}}$) de materiais de origem responsável.

Classificação: A

P13- Durabilidade dos ambientes construídos

Medidas implementadas: De maneira a aumentar a durabilidade deste empreendimento, e consequentemente diminuir os custos no ciclo de vida para os ocupantes, a estrutura apresenta um tempo de vida de 75 anos, os acabamentos 7,5 anos, os equipamentos 25 anos e por fim as canalizações apresentam um tempo de vida de 30 anos.

Classificação: C

P14- Produção local de alimentos

Medidas implementadas: Os espaços comuns exteriores apresentam árvores de fruto, sendo esta a única produção alimentar local.

Classificação: D

Possíveis melhorias: Criação de uma pequena horta no espaço comum exterior onde os moradores possam plantar alguns vegetais e especiarias. As varandas poderiam ser equipadas com canteiros, que permitissem a cada morador plantar algumas especiarias e pequenos vegetais.

4.3 - Avaliação da vertente Cargas ambientais

P15- Gestão das águas residuais

Medidas implementadas: Não existe tratamento e reaproveitamento no local de águas residuais cinzentas para fins secundários.

Classificação: F

Possíveis melhorias: Implementação de um sistema de tratamento de águas residuais de maneira a diminuir o uso de água potável para fins secundários, como o abastecimento de autoclismos.

P16- Gestão dos resíduos

Medidas implementadas: De maneira a incentivar a reciclagem e separação de resíduos, pelos ocupantes deste empreendimento e pela restante comunidade local, os contentores pré-existentes na rua serão removidos e substituídos, sendo colocados novos contentores enterrados, que satisfaçam as necessidades da população local. Existirá um “Plano de Prevenção e Gestão de Resíduos na Construção e Demolição” para a demolição do edifício pré-existente e construção do Housefactory, com o objetivo de minimizar significativamente os resíduos produzidos nestas fases. Por fim, no empreendimento serão colocados recipientes para pilhas e óleos alimentares, de maneira a evitar que estes sejam misturados com os restantes resíduos.

Classificação: C

P17- Gestão do ruído

Medidas implementadas: De maneira a reduzir o ruído no empreendimento alguns dos equipamentos apresentam níveis baixos de ruído, que estão dotados de apoios antivibráticos. Os equipamentos que provocam ruído encontram-se numa localização adequada de maneira a afetar o mínimo possível a restante fração e estarão dotados de apoios anti vibratórios. Por fim, nas paredes onde estes equipamentos se encontram, estará presente isolamento acústico. O elevador encontra-se afastado das habitações reduzindo o seu impacte nos ocupantes.

Classificação: A

P18- Gestão das emissões atmosféricas

Medidas implementadas: Primeiramente a solução de fogão seria a gás, tendo sido posteriormente alterado. Assim, todos os equipamentos de combustão foram eliminados, não existindo lareiras e o fumo de tabaco ser proibido no interior. O empreendimento beneficia ainda de estacionamento exterior, o que elimina completamente as emissões no interior do edifício.

Classificação: A++

P19- Gestão de outras cargas ambientais

Medidas implementadas: Os edifícios encontram-se “erguidos” do solo, o que permite a passagem de brisas e vento, atenuando o efeito da ilha de

calor entre os edifícios. O espaço comum exterior contém vegetação e arborização abundante. Já os edifícios apresentam cores claras na fachada e cobertura de maneira refletirem as radiações. Por fim, a iluminação exterior apresenta a intensidade adequada com controlo do horário de iluminação.

Classificação: A+

4.4 - Avaliação da vertente Qualidade do serviço e resiliência

P20- Qualidade ambiental e outros aspetos

Medidas implementadas: A qualidade ambiental do empreendimento é fundamental para assegurar o conforto dos ocupantes, nomeadamente nas seguintes áreas: conforto térmico, sonoro, qualidade do ar e lumínico. No caso da qualidade do ar, os edifícios beneficiam de ventilação natural adequada, não existindo emissões de contaminantes (ex. amianto). Pela ventilação e controlo da temperatura também é muito reduzida a propagação de fungos ou bolores. No caso do conforto térmico, como já foi referido anteriormente, os edifícios estão isolados termicamente e as pontes térmicas foram reduzidas. A ventilação é realizada com a admissão de ar pelas divisões principais e exaustão pelas divisões secundárias, e os vãos apresentam vidros duplos com caixilharias adequadas e de bom desempenho. No conforto sonoro, também referido anteriormente, existe isolamento acústico nas paredes, à exceção de paredes interiores, nos pavimentos e nas coretes e ainda apoios anti vibratórios nos equipamentos (ex. elevadores). Por fim, no conforto lumínico, existe iluminação natural nas divisões principais das habitações, os acabamentos interiores são em cores claras e os vãos apresentam boas orientações.

Classificação: A

P21- Segurança e controlo dos riscos (humanos)

Medidas implementadas: O empreendimento beneficiará de um sistema de videovigilância em toda a sua área exterior. Este sistema encontra-se conectado a uma central externa. Apesar de nenhuma fachada se encontrar à face da rua, os espaços têm um campo de visão aberto, com a iluminação adequada. Existe apenas uma entrada para o lote, realizada por um portão, facilitando o seu controlo. Os edifícios possuem detetores de incêndio e presença nos espaços comuns interiores. Todos os requisitos de segurança contra incêndios são cumpridos, que juntamente com a inexistência de gases de combustão, reduzem significativamente os riscos neste empreendimento.

Classificação: A+

P22- Controlo dos riscos

Medidas implementadas: A estrutura deste empreendimento será realizada para assegurar segurança face a risco eólicos para ventos de ordem dos 100 km/h, e face a riscos de incêndio e sismos. Assim, este empreendimento reduz significativamente os riscos naturais e a probabilidade de acidentes.

Classificação: B

P23- Resiliência

Medidas implementadas: Devido à utilização de painéis solares fotovoltaicos, o empreendimento apresenta resiliência face a possíveis dificuldades em assegurar o serviço de energia, sendo ainda possível aumentar posteriormente a quantidade de energia renovável pelo aumento do número de painéis na cobertura. De maneira a reduzir a dificuldade de variação dos vários sistemas (energia, água, etc.), o seu acesso está facilitado.

Classificação: A

4.5 - Avaliação da vertente Vivências socioeconómicas

P24- Mobilidade ativa

Medidas implementadas: De forma a promover a mobilidade ativa e de baixo impacto dos condóminos do Housefactory, este beneficia de um caminho exclusivamente pedonal de acesso à entrada principal dos edifícios, e também uma zona de estacionamento de bicicletas. Todos os lugares apresentam um sistema de carregamento para veículos elétricos.

Classificação: A

P25- Sistemas de transportes eficientes

Medidas existentes: Este empreendimento encontra-se bem localizado em relação aos transportes públicos, existindo várias linhas de autocarro, táxis e uma linha de metro nas imediações, que dão acessos a vários nós de transportes. Os autocarros e metro presentes são sistemas eficientes sem emissões de CO₂, com horários e ligações interligadas.

Classificação: A+

P26- Áreas construtivas inclusivas

Medidas implementadas: O Housefactory apresenta um plano de acessibilidades, onde é garantido o acesso a qualquer espaço por pessoas

de mobilidade reduzida. Ainda existe lugares de estacionamento reservados para pessoas com deficiência, que estão colocados no início do lote, reduzindo significativamente a distância a percorrer para o interior do edifício. As vias são cicláveis e ainda existe mobiliário urbano de fácil remoção e exposições de arte e cultura no interior.

Classificação: A+

P27- Espaços inclusivos

Medidas implementadas: O espaço público onde o lote se insere, a Rua Coronel Almeida Valente apresenta os passeios, passadeiras e outras zonas claramente definidas, permitindo inclusividade na circulação. Encontra-se devidamente iluminada, que por consequente leva a uma maior segurança de quem circula.

Classificação: A

P28- Flexibilidade e complementaridade de usos

Medidas implementadas: Não existem áreas modulares neste empreendimento, e o layout não apresenta flexibilidade. No entanto, a acessibilidade às tubagens, tanto para a cozinha como para a casa de banho terá uma acessibilidade simplificada e encontram-se concentradas através de coretes. Existirá também ainda pré-instalação para a climatização e, como foi referido anteriormente, o mobiliário urbano é de fácil remoção.

Classificação: A

P29- Contributo para o bem-estar comunitário

Medidas implementadas: Este empreendimento encontra-se numa localização privilegiada quanto a espaços de lazer na proximidade, nomeadamente o jardim “Arca d’Água”. O espaço exterior dos edifícios cria conforto físico e térmico pela abundante presença de vegetação e arborização. A arborização cria também uma barreira protetora do ruído, já que o estacionamento de veículos no edifício é realizado adjacente a estes espaços verdes. No entanto, apenas os condóminos têm acesso aos espaços exteriores e interiores do lote, não estando disponível para usufruto da comunidade.

Classificação: A

P30- Responsabilidade social

Medidas implementadas: Como foi referido anteriormente, os espaços exteriores e interiores são de uso exclusivo dos condóminos, não existindo comércio no local, nem espaços destinados para uso pela comunidade.

Classificação: F

P31- Amenidades locais

Medidas existentes: O empreendimento apresenta várias amenidades nas suas imediações, naturais e humanas, sendo as seguintes apresentadas, as principais:

- Naturais: jardim (650 m); parque natural (700 m); lago (650 m).
- Humanas: farmácia (400 m); loja géneros alimentares (350 m); escola (110 m); P.S.P. (850 m); transportes públicos frequentes (70 m); parque infantil (500 m); correios (800 m); banco (850 m)

Classificação: B

P32- Contributo para a cultura e identidade

Medidas implementadas: Devido à reabilitação da fachada pré-existente, que serve como fachada da Housefactory, a identidade do local é parcialmente preservada através desta, que é mantida integralmente com as mesmas características, desde o traço arquitetónico, aos materiais.

Classificação: A

P33- Custos no ciclo de vida

Medidas implementadas: De maneira a reduzir os custos de ciclo de vida, os materiais escolhidos serão adequados e resistentes, sendo duráveis para as condições a que estão expostos. Os equipamentos serão eficientes, daí que o seu custo de funcionamento seja reduzido. A manutenção dos sistemas e dos materiais presentes é facilitada.

Classificação: A+

P34- Contributo para a economia circular

Medidas implementadas: Não foram implementadas nenhuma medidas neste empreendimento com o objetivo de contribuir para a economia circular. No entanto, a reciclagem presente contribui para o reaproveitamento de resíduos.

Classificação: E

P35- Contributo para dinâmica económica local

Medidas implementadas: O empreendimento apresenta um conjunto de painéis solares fotovoltaicos que servem para assegurar o consumo energético das zonas comuns, sendo que a possível venda de energia excedente assegura alguns dos custos do condomínio.

Classificação: D

4.6 - Avaliação da vertente Uso Sustentável

P36- Conetividade e interação

Medidas implementadas: O empreendimento beneficiará de rede 5G no interior e exterior do edifício.

Classificação: D

P37- Gestão da informação para atuação sustentável

Medidas implementadas: Será disponibilizado aos ocupantes e ao condomínio todas as plantas relevantes, das frações e áreas comuns, juntamente com os manuais de funcionamento dos equipamentos, inclusive os equipamentos comuns. Por fim, serão ainda colocadas todas as informações sobre o sistema de alarme, incêndio e evacuação, nas áreas comuns.

Classificação: B

P38- Manutenção e gestão para a sustentabilidade

Medidas implementadas: Os ocupantes beneficiarão de controlabilidade em várias áreas, sendo o controlo da temperatura e ventilação artificial mecânica programável, a ventilação natural, sombreamento dos vãos iluminação artificial e natural controlados naturalmente, e a iluminação artificial nas áreas comuns realizada por sensores. Para facilitar a manutenção do empreendimento, a limpeza dos vãos envidraçados e cobertura, e acesso sistemas de drenagem e zonas obstruídas serão acessíveis.

Classificação: A+

P39- Monitorização e governância

Medidas implementadas: Serão implementados sistemas de monitorização para a água e energia, com periodicidade temporal mensal.

Classificação: B

P40- Marketing e Inovação

Medidas implementadas: Este empreendimento procurou a sustentabilidade através da melhoria de soluções correntes, e adoção de soluções existentes com desempenhos comprovados, assim, não se contabilizam nenhuma soluções inovadoras.

Classificação: E

4.7 - Resumo da avaliação do Housefactory

Tabela 18 Resumo da avaliação do Housefactory

Parâmetro	Classificação
P1- Organização territorial	A+
P2- Potenciar funções do solo	B
P3- Valorização ecológica	B
P4- Serviços dos ecossistemas	A
P5- Valorização da paisagem	A++
P6- Valorização património construído	D
P7- Desempenho passivo	A+
P8- Sistemas energéticos	A
P9- Gestão do carbono	A+
P10- Uso ponderado de água	A+
P11- Gestão da água local	B
P12- Produtos e materiais de origem responsável	A
P13- Durabilidade dos ambientes construídos	C
P14- Contributo para produção alimentar local e acesso	D
P15- Gestão das águas residuais	F
P16- Gestão dos resíduos	C
P17- Gestão do ruído	A
P18- Gestão das emissões atmosféricas	A++
P19- Gestão de outras cargas ambientais	A+
P20- Qualidade ambiental e outros aspetos	A
P21- Segurança e controlo dos riscos (humanos)	A+
P22- Adaptação climática e outros riscos naturais	B
P23- Resiliência e evolução adaptativa	A
P24- Mobilidade ativa	A
P25- Sistemas de transportes eficientes	A+
P26- Áreas construídas inclusivas	A+
P27- Espaços inclusivos	A
P28- Flexibilidade e complementaridade de usos	A
P29- Contributo para o bem-estar comunitário	A
P30- Responsabilidade social	F
P31- Amenidades amigáveis	B
P32- Contributo para cultura e identidade	A
P33- Baixos custos no ciclo de vida	A+
P34- Contributo para economia circular	E

P35- Contributo para dinâmica económica local	D
P36- Conectividade e interação	D
P37- Gestão de informação para atuação sustentável	B
P38- Manutenção e gestão para a sustentabilidade	A+
P39- Monitorização e governância	B
P40- Marketing e inovação	E
Classificação final	A-26%

Com as soluções previstas apresentadas, o empreendimento Housefactory será certificado pelo sistema LiderA com classe A. Esta classe representa uma melhoria em 50% face às práticas correntes.

CAPÍTULO 5

5 - Aplicação do sistema LiderA a um empreendimento concluído

O empreendimento em estudo neste capítulo é o “Laranjeiras Luxury Apartments”. Este empreendimento foi construído segundo práticas correntes e será avaliado, de maneira a ser possível entender o panorama atual da sustentabilidade de soluções correntes.

5.1 - Apresentação do Laranjeiras *Luxury Apartments*

Este empreendimento consiste numa reabilitação e ampliação de um edifício na Travessa das Laranjeiras, na Foz do Douro, cidade do Porto. O terreno apresenta uma área de 490,62 m². Na Figura 31 é possível observar a localização deste empreendimento, juntamente com o edifício pré-existente.



Figura 31 Localização do empreendimento “Laranjeiras Luxury Apartments”

O edifício pré-existente contém 5 apartamentos, sendo 4 de tipologia T0 e 1 de tipologia T3, e o edifício construído no espaço livre do lote contém 2 apartamentos de tipologia T4, os arrumos e o estacionamento automóvel.

A estrutura do edifício pré-existente foi mantida, tendo o restante construído de acordo com práticas correntes e contemporâneas. Existe um espaço exterior comum que articula os dois edifícios, com um pavimento 100% permeável. O isolamento térmico é realizado por poliestireno expandido (EPS), poliestireno extrudido (XPS) e lã de rocha. Ambos os edifícios apresentam vãos envidraçados simples com caixilharia de madeira e vidro duplo. O edifício novo beneficia de painéis fotovoltaicos para redução dos consumos energéticos.

Na Figura 32 é possível observar o edifício novo com o seu processo de construção finalizado. A fachada deste edifício encontra-se à face da rua, que por sua vez apresenta passeios de dimensões muito reduzidas, o que dificulta significativamente a deslocação de pessoas com mobilidade reduzida.



Figura 32 Edifício novo

Já na Figura 33 é possível observar o edifício previamente existente, que foi reabilitado.



Figura 33 Edifício reabilitado

Por fim, na Figura 34 está representada uma renderização da obra final, onde é possível observar a disposição de ambos os edifícios (PREDIBISA, 2023).



Figura 34 Renderização obra final (PREDIBISA, 2023)

5.2 - Avaliação pelo sistema LiderA

Tabela 19 Avaliação do empreendimento corrente pelo sistema LiderA

Parâmetro	Classificação
P1- Organização territorial	A+
P2- Potenciar funções do solo	F
P3- Valorização ecológica	F
P4- Serviços dos ecossistemas	E
P5- Valorização da paisagem	A+
P6- Valorização património construído	B
P7- Desempenho passivo	B
P8- Sistemas energéticos	C
P9- Gestão do carbono	A
P10- Uso ponderado de água	B
P11- Gestão da água local	G
P12- Produtos e materiais de origem responsável	D
P13- Durabilidade dos ambientes construídos	E
P14- Contributo para produção alimentar local e acesso	F
P15- Gestão das águas residuais	F
P16- Gestão dos resíduos	E
P17- Gestão do ruído	B
P18- Gestão das emissões atmosféricas	A+
P19- Gestão de outras cargas ambientais	C
P20- Qualidade ambiental e outros aspetos	A
P21- Segurança e controlo dos riscos (humanos)	D
P22- Adaptação climática e outros riscos naturais	B
P23- Resiliência e evolução adaptativa	C
P24- Mobilidade ativa	E
P25- Sistemas de transportes eficientes	B
P26- Áreas construídas inclusivas	E
P27- Espaços inclusivos	D
P28- Flexibilidade e complementaridade de usos	C
P29- Contributo para o bem-estar comunitário	C
P30- Responsabilidade social	F
P31- Amenidades amigáveis	A
P32- Contributo para cultura e identidade	B
P33- Baixos custos no ciclo de vida	B
P34- Contributo para economia circular	F
P35- Contributo empregos ambientais	E
P36- Conectividade e interação	D
P37- Gestão de informação para atuação sustentável	B
P38- Manutenção e gestão para a sustentabilidade	A+
P39- Monitorização e governância	E
P40- Marketing e inovação	E
Classificação final	B-15%

5.3 - Discussão dos resultados

Após o estudo do empreendimento “Laranjeiras Luxury Apartments”, que apresentava soluções correntes, é possível observar que este apresenta uma classe B (15%). No espectro de avaliação, apresentado na Tabela 20, esta classificação encontra-se no limiar entre a classe C e B. Numa avaliação que seja realizada na fase de operação é possível que a classificação de alguns parâmetros sofra ligeiras alterações, e a classificação final desça para a classe C. No entanto, a classe C é a primeira a ser certificada pelo sistema LiderA, ou seja, este empreendimento seria certificado independentemente desta descida.

A classe B do sistema LiderA representa uma melhoria em cerca de 37,5% face às práticas consideradas como correntes.

Uma vez que um empreendimento que não teve a sustentabilidade como um dos principais objetivos, seria considerado como sustentável pelo sistema LiderA, mostra que as soluções correntes se encontram cada vez mais sustentáveis.

Tabela 20 Classe de avaliação LiderA

Classe	Máximo (%)	Valor médio (%)	Mínimo (%)
A++	100	90	65
A+	65	40	30
A	30	20	18
B	18	16	14,5
C	14,5	13	12,2
D	12,2	11,4	10,7
E	10,7	10	9,5
F	9,5	8,9	8,5
G	8,5	8	0

CAPÍTULO 6

6 - Considerações finais

Foi realizado um estágio curricular, onde existiu um estudo aprofundado do sistema LiderA. Após este estudo, foram desenvolvidos 3 cenários de soluções possíveis para o empreendimento Housefactory em fase de estudo prévio, que serviram para apoiar as tomadas de decisão. Com as decisões tomadas e objetivos definidos, foi então aplicado o sistema LiderA, de maneira a avaliar a sustentabilidade deste empreendimento e a sua classe de certificação para as soluções previstas. Por fim, de maneira a ser possível compreender o panorama atual das soluções correntes, como trabalho complementar, foi aplicado o sistema LiderA a um empreendimento concluído que foi realizado com soluções correntes, não tendo a sustentabilidade como objetivo principal. Em seguida, estão apresentadas as conclusões possíveis.

Com o desenvolvimento do presente documento, demonstrou-se que é possível a utilização do sistema LiderA na fase de estudo prévio de projeto de um empreendimento, de maneira a auxiliar as tomadas de decisão e definição de objetivos a implementar, sendo esta a fase que permite a adoção de novas soluções com mais facilidade.

As soluções previstas para o empreendimento Housefactory garantem uma certificação com classe A pelo sistema LiderA. Estas soluções não apresentam uma dificuldade significativa quanto à sua disponibilidade de mercado e capacidade de execução, desta maneira, é possível concluir que a implementação de soluções mais sustentáveis nos empreendimentos está cada vez mais acessível e executável.

Após a aplicação do sistema LiderA a um empreendimento concluído, que não foi concebido com a sustentabilidade como um dos objetivos principais, é possível concluir que as soluções correntes são cada vez mais sustentáveis, devido maioritariamente a regulamentos cada vez mais exigentes que obrigam as construções a implementar, por exemplo, energias renováveis e isolamentos térmicos, que melhoram significativamente o desempenho das construções. Porém, é importante referir que os sistemas de avaliação da sustentabilidade nos edifícios devem ser atualizados para que os critérios de avaliação sejam pertinentes no panorama atual, recompensado assim o esforço por parte dos donos de obra, de procurar uma maior sustentabilidade nas suas construções.

6.1 - Desenvolvimentos futuros

Será importante realizar uma avaliação em fase de operação do empreendimento “Housefactory”, contabilizando os valores reais, por exemplo, de consumos energéticos e produção de resíduos que apenas são possíveis de medir nessa fase. Esta avaliação posterior serve também para ajustar a classificação dos vários critérios a eventuais mudanças no projeto e consequentes divergências com a avaliação realizada no presente documento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

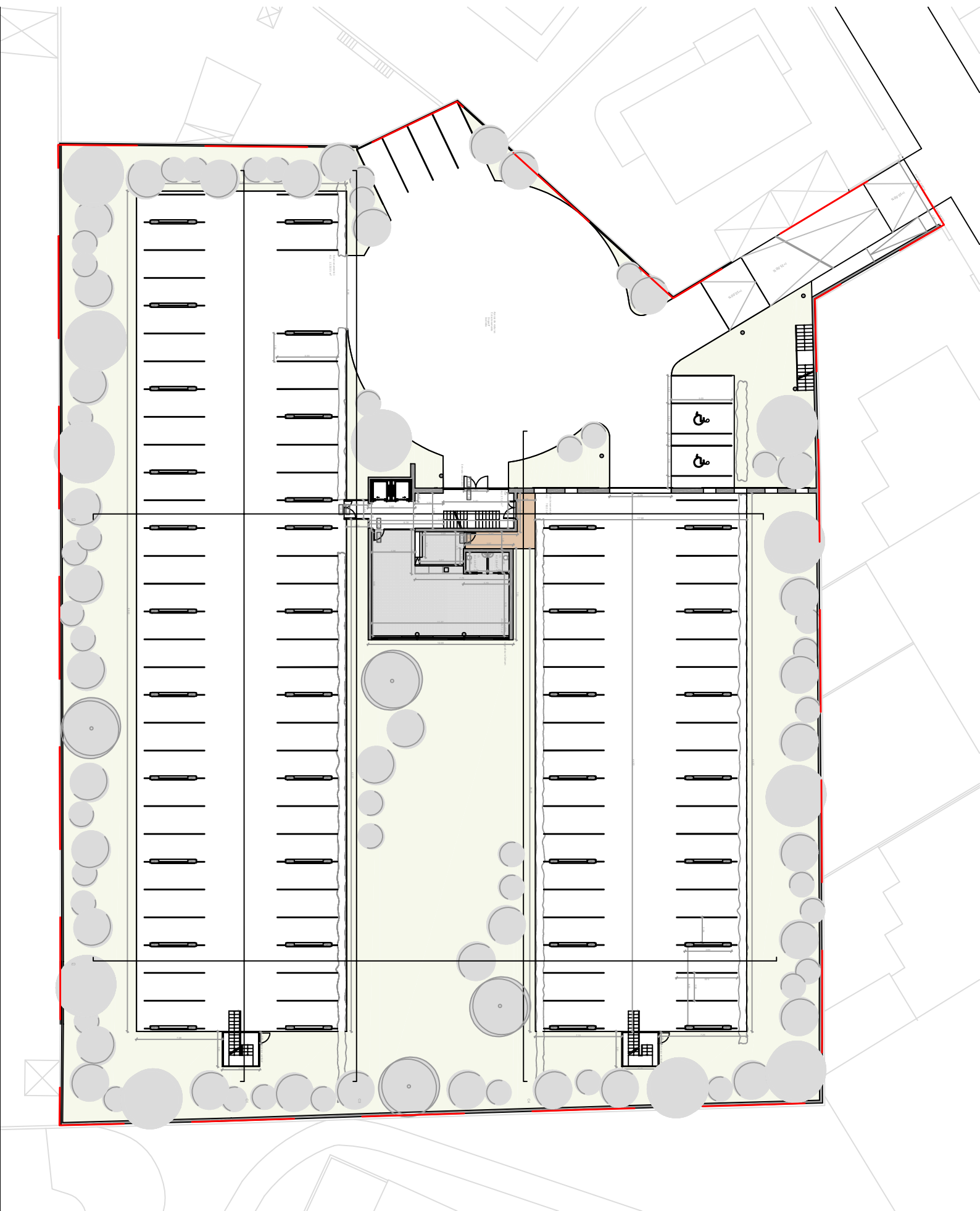
- Batista, F. N. A. (2017). *O uso da cortiça na construção sustentável* [Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto]. <http://www.fe.up.pt>
- BRE. (2020). *BREEAM In-Use International Technical Manual: Commercial Version 6.0.0*.
- BRE. (2023). *BREEAM*. <https://bregroup.com/products/breeam/>
- Brundtland, C. (1987). Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. Em *Nações Unidas*. <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>
- Calixto, A. M. S. (2016). *Métodos de Avaliação da Sustentabilidade na Construção-Análise comparativa e aplicação a caso de estudo* Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil-Especialização em Construção Urbana.
- Costa, L. F. S. da. (2009). *TIPIFICAÇÃO DE SOLUÇÕES DE REABILITAÇÃO DE PAVIMENTOS ESTRUTURAIS EM MADEIRA EM EDIFÍCIOS ANTIGOS* [Relatório de projeto, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto]. <http://www.fe.up.pt>
- Coto, P. D. (2016). *Construção de Edifícios Energeticamente Eficientes: Comparação entre as Classificações Sustentáveis SBTOOL-PT e PROCEL Edifica*.
- DGNB. (2023). *About us | DGNB*. <https://www.dgnb.de/en/council/>
- Duarte Pinheiro, M. (2020a). *LiderA apresentação detalhada*. www.lidrea4all.com/www.lidera.info
- Duarte Pinheiro, M. (2020b). *LiderA Introducao*.
- Espírito Santo, H. M. I. do. (2010). *Procedimentos para uma certificação da construção sustentável*. <https://run.unl.pt/handle/10362/4045>
- Ferraz, I. L. (2012). *O DESEMPENHO TÉRMICO DE UM SISTEMA DE COBERTURA VERDE EM COMPARAÇÃO AO SISTEMA TRADICIONAL DE COBERTURA COM TELHA CERÂMICA*.
- Ferreira, A., Pinheiro, M. D., Brito, J. de, & Mateus, R. (2023). A critical analysis of LEED, BREEAM and DGNB as sustainability assessment methods for retail buildings. *Journal of Building Engineering*, 66, 105825. <https://doi.org/10.1016/J.JOBE.2023.105825>
- Fetting, C. (2020). *THE EUROPEAN GREEN DEAL*.
- Green Building Alliance. (2023). *LEED Rating System | Green Building Alliance*. <https://gba.org/resources/frameworks-and-certifications/leed-rating-system/>

- Grupo Omega. (2023). *Grupo Omega - Engenharia, Imobiliário e Hotelaria*. <https://grupoomega.com.pt/>
- Heinberg, R. (2007). *Cinco axiomas da sustentabilidade*. http://resistir.info/energia/5_axiomas.html
- IBEC. (2014). *CASBEE for Building (New Construction) Technical Manual*.
- IBEC. (2023). *CASBEE*. <https://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/>
- Lage, J. L. (2009). *A UTILIZAÇÃO DO BAMBU COMO MATERIAL NÃO CONVENCIONAL E SUSTENTÁVEL NA CONSTRUÇÃO CIVIL*. Escola de Engenharia da UFMG.
- Lucas, V. S. (2011). *CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL-SISTEMA DE AVALIAÇÃO E CERTIFICAÇÃO*.
- Marques, L. E. M. M. (2008). *O PAPEL DA MADEIRA NA SUSTENTABILIDADE DA CONSTRUÇÃO* [Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto]. <http://www.fe.up.pt>
- Mateus, R. F. M. da S. (2009). *Avaliação da sustentabilidade na construção: propostas para o desenvolvimento de edifícios mais sustentáveis*. <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/9886>
- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Rgen, J., William, R., & Behrens III, W. W. (1972). *The Limits to Growth*. Universe Books.
- NABERS. (2023). *NABERS*. <https://www.nabers.gov.au/about/what-nabers>
- Nations, U. (2015a). *TRANSFORMING OUR WORLD: THE 2030 AGENDA FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT UNITED NATIONS UNITED NATIONS TRANSFORMING OUR WORLD: THE 2030 AGENDA FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT*.
- Nations, U. (2015b). *Conference of Parties 21: Adoption of the Paris Agreement*.
- Oeste Sustentável. (2011). *Calculadora de Carbono*. <http://www.oestesustentavel.pt/?/calculadora-carbono>
- Omega. (2023). *Omega - Serviços de Engenharia*. <https://omega.com.pt/>
- Our World in Data. (2023). *Population, 0 to 2021*. https://ourworldindata.org/grapher/population?time=0..latest&country=~OWID_WRL
- Pinto, C. I. da R. C. (2014). *Introdução às coberturas ajardinadas*. <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/75612>
- Pires, A. R. (2017). *Modelos de Certificação da Sustentabilidade dos Edifícios Análise Comparativa dos Processos de Certificação Engenharia Civil*.
- PREDIBISA. (2023). *Laranjeiras Luxury Apartments*. <https://www.predibisa.com/empreendimento/laranjeiras-luxury-apartments/20097463>

- Soares, S. F. B. de S. (2013). *ESTRUTURAS EM BAMBU* [Dissertação, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto]. <http://www.fe.up.pt>
- Sousa, P. M. da S. (2012). *Construção sustentável – contributo para a construção de um sistema de certificação*. <https://run.unl.pt/handle/10362/7547>
- United Nations. (1996). *THE HABITAT AGENDA II*.
- United Nations. (2015). *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ONU Portugal*. <https://unric.org/pt/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel/>
- United Nations. (2022). *World Population Prospects - Population Division* . <https://population.un.org/wpp/Graphs/Probabilistic/POP/TOT/900>

ANEXOS

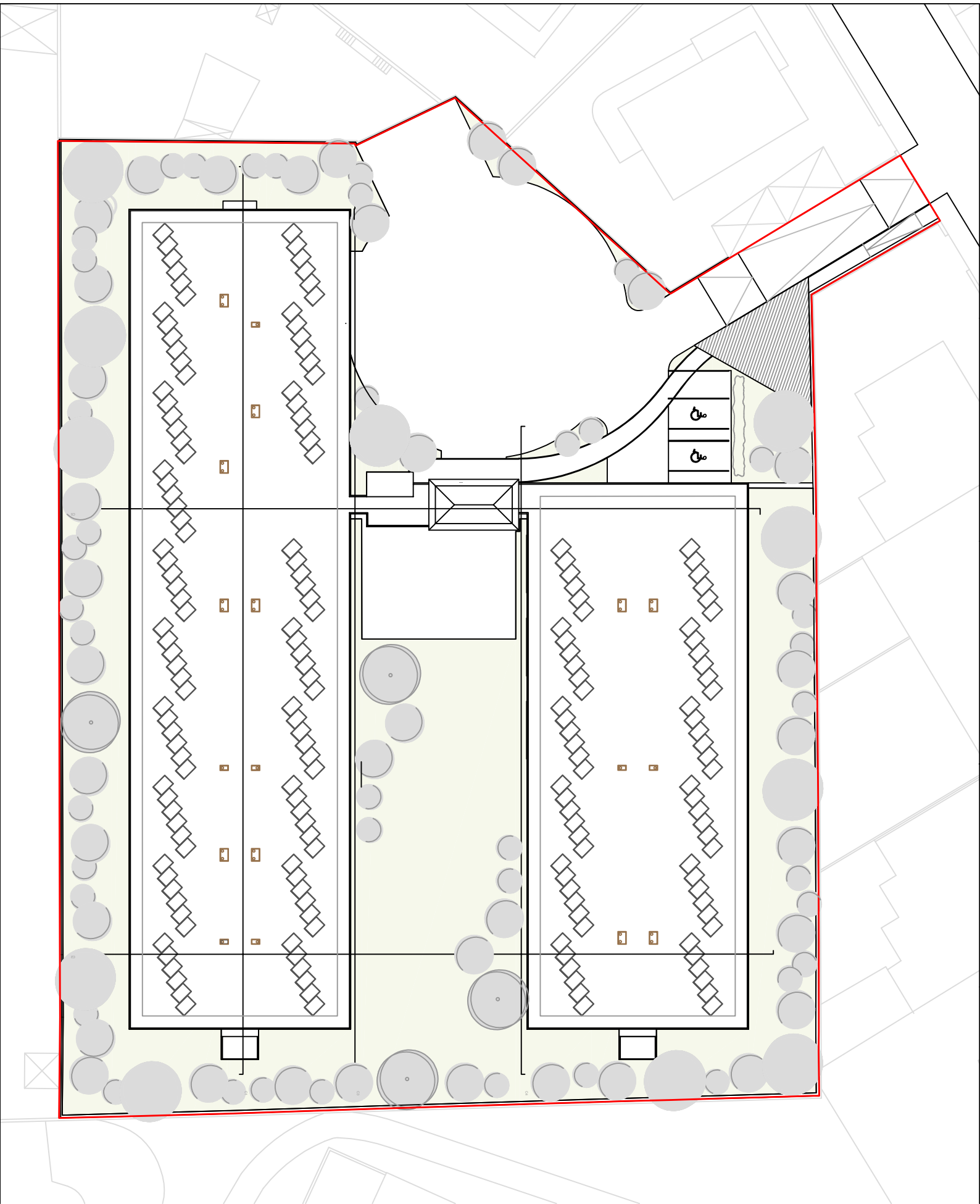
ANEXO A – PLANTA PISO -1 HOUSEFACTORY



ANEXO B – PLANTA TIPO HOUSEFACTORY



ANEXO C – PLANTA COBERTURA HOUSEFACTORY



ANEXO D – ALÇADOS NORTE E SUL

Cobertura inclinada em telha tradicional a mobilizar

Chaminal de ventilação e exaustão protegidas por caixa gelada em alumínio termolacado cinza

Visto duplo transverso em caudilha de alumínio termolado cinza e madela com coite berrico

Beetho aparenb

Reversimento em sala de aula ETICS com acrobacia em à cor madeira

Revestimento em sistema ETICS com acabamento à cor branca RAL 9010

Confirmação com perfil de alumínio e madeira

Guarda em arca

Fachada e xilite rito a no abilitar

C. robusta was excluded from the analysis.

Lâminas em alumínio termolacado dinza

Page 1

Cobertura inclinada em telha tradicional a revestir

Chaminal de ventilação e exaustão protegidas por caixa gelada em alumínio termolacado cinza

Beitragsperson:

Revestimento em sistema ETKS com acabamento à cor marfim

Corfinio.com

Cebastura exilis Brisson

Vidro duplo transparente com corte térmico

Lâminas em alumínio termolacado cinza

Plan - 1

ANEXO E – ALÇADOS NASCENTE E POENTE

