



Arquitetura Contemporânea em Espaço Rural

Habitação Sustentável

André Manuel Tavares Antunes

Dissertação para a obtenção do grau de mestre em

Arquitetura

Orientador: Professor Doutor José da Silva Neves Dias

Co-Orientador: Professor Doutor João Carlos Gonçalves Lanzinha

Abril 2020

Agradecimentos

Este trabalho não seria uma realidade sem a contribuição e incentivo de diversas pessoas, às quais estou eternamente grato.

Em primeiro lugar, ao meu orientador Professor Doutor José da Silva Neves Dias, pela sua orientação, disponibilidade que demonstrou, total colaboração e pela sabedoria e críticas construtivas que transmitiu.

Ao meu co-orientador Professor Doutor João Carlos Gonçalves Lanzinha por ter aceite o meu convite com enorme gentileza.

Aos meus amigos, por todos os momentos vivenciados ao longo destes 5 anos académicos, pelo companheirismo e amizade. Foram momentos que, sem dúvida, influenciaram o meu percurso de forma positiva.

À minha família, por sempre acreditarem nas minhas capacidades e por todo o apoio que depositaram em mim para concretizar todos os meus objetivos.

Por último, um especial agradecimento à minha mãe, pela sua compreensão e apoio incondicional ao longo de todos estes anos.

Resumo

A presente dissertação tem como principal objetivo a procura de soluções para o futuro da arquitetura sustentável. Assume-se que a arquitetura sustentável representa todas as propostas que permitem uma redução do consumo de energias não renováveis e, conseqüentemente, a intervenção nos ecossistemas existentes, sendo assim uma prática arquitetónica e não um estilo.

Este projeto visa a construção de uma habitação sustentável, seguindo linhas arquitetónicas contemporâneas, ainda que o enquadramento seja em meio rural. O espaço de intervenção situa-se em Braga, mais propriamente em Vilela, Charil. Na família Antunes há várias gerações, para além de um espaço rural, é também uma zona horto frutícola e florestal.

Pretende-se a promoção de uma arquitetura sustentável, menos nociva para o ambiente. Considerando esta a principal premissa, é proposto que se repense a escolha dos materiais construtivos, a sua reutilização e, ainda, a possibilidade de reciclagem, de modo a otimizar recursos, promovendo a preservação dos ecossistemas e minimizando impactos ambientais. A fim de se conseguir obter melhores soluções para promover uma arquitetura de futuro sustentável, é também fundamental, consciencializar e formar a sociedade para o fomento de boas práticas.

Na construção de edifícios, é imprescindível não só reduzir o consumo de energia, como a emissão de gases nocivos e, por isso, são necessárias mudanças, optando por soluções construtivas que minimizem os impactos ambientais e que contribuam para uma arquitetura racional e, acima de tudo, consciente. Alterações nos materiais utilizados, bem como na morfologia dos espaços criados, dando preferência a espaços com ventilação e iluminação natural, serão opções inteligentes.

Portanto, este projeto propõe uma harmonia entre a utilização de materiais sustentáveis e a arquitetura contemporânea.

Palavras chave: Construção sustentável, Materiais naturais, Espaço rural, Arquitetura contemporânea.

Abstract

This dissertation has as main objective the search for solutions for the future of sustainable architecture. It is assumed that sustainable architecture represents all proposals that allow a reduction in the consumption of non-renewable energy and, consequently, the intervention in existing ecosystems, thus being an architectural practice and not a style.

This project aims to build sustainable housing, following contemporary architectural lines, even if the framework is in rural areas. The intervention space is located in Braga, more specifically in Vilela, Charil. In the Antunes family for several generations, in addition to a rural area, it is also a fruit and forest garden area.

It is intended to promote sustainable architecture, less harmful to the environment. Considering this as the main premise, it is proposed to rethink the choice of construction materials, their reuse, and, also, the possibility of recycling, to optimize resources, promoting the preservation of ecosystems, and minimizing environmental impacts. To obtain better solutions to promote an architecture with a sustainable future, it is also essential to raise awareness and train society to promote good practices.

In the construction of buildings, it is essential not only to reduce energy consumption, but also the emission of harmful gases and, therefore, changes are necessary, opting for constructive solutions that minimize environmental impacts and that contribute to a rational architecture and, above all, everything, conscious. Changes in the materials used, as well as in the morphology of the spaces created, giving preference to spaces with ventilation and natural lighting, will be smart options.

Therefore, this project proposes a harmony between the use of sustainable materials and contemporary architecture.

Key words: Sustainable construction, Natural materials, Rural space, Contemporary architecture.

Índice Geral

Agradecimentos.....	I
Resumo.....	III
Abstract.....	V
1. Introdução.....	8
2. Metodologia.....	9
3. Arquitetura contemporânea.....	9
4. Espaço Rural.....	10
5. Desenvolvimento Sustentável.....	11
7. Caso de Aplicação.....	19
7.1. Localização Geográfica / Planta de Implantação.....	19
7.2. Dados climáticos do local.....	20
7.2.1. Temperatura.....	21
7.2.2. Precipitação.....	21
7.2.3. Sol.....	22
7.2.4. Humidade.....	24
7.2.5. Ventos.....	24
7.3. Principais Princípios.....	26
7.3.1. Implantação, orientação solar e ventos predominantes.....	27
7.3.2. Critérios solares passivos.....	28
7.3.3. Ventilação.....	36
7.3.4. Eficiência Energética.....	39
7.3.5. Instalações, Aquecimento de água e Sistema de aproveitamento de águas pluviais ⁴⁰	
7.3.6. Iluminação.....	41
7.3.7. Gestão dos materiais utilizados.....	41
8. Conclusão.....	43
9. Bibliografia.....	44
10. Anexos.....	45
10.1. Fotos do local de intervenção.....	45
10.2. Fotos da proposta (Exterior).....	46
10.3. Fotos da proposta (interior).....	47

Índice de figuras

Figura 1, Pegada ecológica por região	12
Figura 2, Mapa de adesão ao Protocolo de Quioto em 2005.....	14
Figura 3, Dimensão ambiental, social e económica do desenvolvimento sustentável	15
Figura 4, Moradia Unifamiliar Sustentável	18
Figura 5, Localização geográfica (Imagem Google Maps).....	19
Figura 6, Planta de implantação.....	20
Figura 7, Temperaturas máximas e mínimas médias	21
Figura 8, Probabilidade diária de precipitação	22
Figura 9, Horas de luz e crepúsculo	23
Figura 10, Nascer e pôr do sol com crepúsculo e luz solar no horário de verão	23
Figura 11, Níveis de conforto em humidade	24
Figura 12, Velocidade média do vento	25
Figura 13, Direção do Vento.....	26
Figura 14, Planta de implantação, radiação solar e ventos predominantes	28
Figura 15, Planta rés do chão	29
Figura 16, Planta primeiro piso	29
Figura 17, Trocas de calor em condições de inverno na fachada sul e sudoeste	31
Figura 18, Áreas das divisões e dimensões dos vãos	31
Figura 19, Pormenor construtivo da cobertura ajardinada	34
Figura 20, Pormenor construtivo da cobertura plana	34
Figura 21, Indicação de sombreamento de 54° com afastamento da fachada	36
Figura 22, Esquema de ventilação natural (entrada e saída de ar)	37
Figura 23, Pormenor de ventilação permanente através de claraboia	38
Figura 24, Demarcação dos painéis fotovoltaicos	40

1. Introdução

Sendo a Arquitetura sustentável uma conexão entre edifícios e o seu meio envolvente, é necessário a toma de medidas conscientes que reduzam tanto o consumo de energia, bem como a emissão de gases nocivos, promovendo a preservação dos ecossistemas. O sector da construção é um dos principais responsáveis pelo elevado consumo global de energia. Por esse motivo, é necessária uma procura de soluções construtivas que minimizem os impactos ambientais. Sendo assim, a construção sustentável propõe mudanças na escolha dos materiais, bem como na morfologia dos espaços desenvolvidos.

A elaboração desta dissertação assenta na procura de soluções que promovam boas práticas na arquitetura com recursos, técnicas, sistemas e conhecimentos presentes na arquitetura sustentável. Pretende-se que estas práticas contribuam para o combate do estado atual do planeta, preservando sempre os requisitos de habitabilidade e conforto que os utilizadores dos edifícios e espaços urbanos necessitam. É, ainda, de salientar a necessidade de consciencialização dos profissionais e da sociedade em geral para que exista uma mudança real, tornando a arquitetura sustentável uma prática efetiva em fase de transformação e evolução.

Atualmente, quando pensamos numa habitação no meio rural, associamos a uma construção rústica, no entanto, este projeto propõe que mesmo numa zona rural, é possível construir uma habitação contemporânea com um carisma extremamente sofisticado, criando assim uma interação com a construção sustentável. Considerando a Arquitetura sustentável, não só uma projeção de edifícios sustentáveis e inteligentes, mas sim uma prática que desenvolve processos multidisciplinares e que aborda a arquitetura como um todo, esta dissertação tem como objetivo criar uma moradia unifamiliar sustentável, seguindo uma linha contemporânea num espaço rural, respeitando todo o tipo de processos, materiais e técnicas, tais como:

- Prioridade para a iluminação natural;
- Aquecimento de água através da luz solar;
- Presença de árvores no terreno que promovam uma temperatura amena;
- Utilização de materiais de construção que minimizem o impacto ambiental;
- Fácil acessibilidade;
- Tipo de impermeabilização;
- Recolha de águas pluviais;
- Técnicas solares passivas e ativas.

2. Metodologia

De modo a enquadrar as temáticas desta dissertação, esta encontra-se dividida em duas partes, uma teórica e uma prática. A parte teórica será constituída por dois temas: o primeiro, consiste numa breve explicação acerca da arquitetura contemporânea e conceito de espaço rural, onde serão abordadas as suas principais características; o segundo tema, visa uma análise do conceito de habitação sustentável, referindo todos os processos e vantagens, não só para a arquitetura, mas também para o meio envolvente.

Para a realização da parte prática foi elaborado um projeto para a construção de uma moradia unifamiliar, situada em Braga, mais propriamente, em Vilela, Charil. Procedeu-se, inicialmente, a uma análise do local de intervenção e da sua área envolvente, tendo em conta todos os seus aspetos, para o cumprimento de todos os requisitos de uma habitação sustentável.

3. Arquitetura contemporânea

A arquitetura contemporânea, inspirada no pós-modernismo e na arquitetura de alta tecnologia, envolve todos os movimentos arquitetónicos dos tempos atuais, compreendendo diversos estilos. A urbanização global e a densificação urbana, combinadas com a globalização, resultam num estilo universal, onde os estilos arquitetónicos contemporâneos estão rapidamente a ultrapassar o tradicional, normalmente relacionados com a história ou tradições. Assimetria, minimalismo e falta de ornamentação, são agora características que formam o estilo padrão na arquitetura urbana (Mouratidis & Hassan, 2020). Não apresentando uma linguagem ou uma orientação única, mas sim uma combinação de tendências e estilos diferentes, que comprova o seu carácter plural, o foco da Arquitetura contemporânea vai além da estética, conceito de *design* e ideias conceptuais. Para além do minimalismo, uma das suas características é a preocupação com a sustentabilidade que promove a harmonia entre a construção e a natureza.

Sendo o atual estado do planeta uma problemática que afeta toda a sociedade, o facto de o debate se centrar em áreas disciplinares específicas, torna a aceitação e validação do mesmo, por parte da sociedade civil, mais complexa. Se alguns dos princípios são específicos e concretos, outros são vagos e pouco direcionados para a arquitetura. Contudo, em todos é evidente a preocupação com os ecossistemas, a saúde das

populações, o impacto da construção no planeta, a extinção de recursos e, por sua vez, a utilização de energias renováveis em vez das energias produzidas através de combustíveis fósseis.

Não sendo este um tema consensual, os arquitetos estão cada vez mais preocupados com o impacto da construção, promovendo, então, uma construção cada vez mais limpa e eficiente. Assim sendo, a formação das populações torna-se um dos elementos-chave para o fomento de práticas sustentáveis, nomeadamente no âmbito disciplinar da arquitetura. O uso de materiais naturais, sustentáveis e recicláveis, tal como estruturas que consomam uma menor quantidade de energia, têm sido uma prioridade para a elaboração de projetos.¹ Com espaços amplos e o uso de formas geométricas, os projetos são concebidos de forma simples, onde preza a funcionalidade. Na Arquitetura contemporânea, a funcionalidade promove o conceito de *open space*, que se traduz numa sensação de fluidez e liberdade, valorizando a vida moderna. Para além disso, o uso de *softwares* tem sido essencial para o desenvolvimento de projetos arquitetónicos, aumentando a produtividade de elaboração.

4. Espaço Rural

O conceito de espaço rural, surgiu no século XIX, com a Revolução Industrial, caracterizando-se por espaços destinados ao cultivo ou à pecuária, podendo também prestar serviços de abastecimento às cidades. As zonas rurais sempre estabeleceram uma relação direta com a agricultura. Com o passar dos anos e o desenvolvimento de novas técnicas agrícolas, a população que residia em zonas rurais, emigrou, levando a um despovoamento dessas áreas. Atualmente, o espaço rural baseia-se na população residente, não só em termos de ocupação, mas também na densidade populacional, que é cada vez menor. Por outro lado, as zonas rurais começam a ganhar reconhecimento, na medida em que são consideradas zonas turísticas e de lazer. Longe da agitação citadina e em contacto com a natureza, as zonas rurais transmitem não só tranquilidade, como promovem a prática de atividades ao ar livre. Neste sentido, a procura de uma segunda habitação em zonas rurais, por parte da população urbana, tem vindo a aumentar.²

¹ <https://laart.art.br/blog/arquitetura-contemporanea/>

² Dissertação Práticas sustentáveis no Espaço Rural, Caso de estudo S. Pedro do Rio Seco (Almeida, Guarda).

5. Desenvolvimento Sustentável

O século XX foi assinalado por uma fase de mudança a nível económico, tecnológico e social. A explosão demográfica pós-guerra, a industrialização e o consequente crescimento económico, levou a uma excessiva exploração de recursos por parte da sociedade. Na segunda metade do século XX, a população mundial, em apenas 50 anos, atingiu os 6 mil milhões de habitantes (United Nation, 2013). Atualmente, supera os 7,2 mil milhões de habitantes, mas, ainda de acordo com o *World Population Prospects: the 2012 revision* criado pelas nações unidas, estima-se que no ano de 2025, a população mundial atinja os 8,1 mil milhões de habitantes e em 2050, 9,6 mil milhões.

Fatores como o aumento populacional e o desenvolvimento tecnológico, promoveram a economia global, fazendo com que a sociedade se concentrasse no acesso aos recursos naturais e no crescimento do sector da construção, menosprezando, assim, as condições ambientais. Em 1896, o químico sueco Svante Arrhenius preveu o aumento das emissões de dióxido de carbono decorrente das atividades humanas que levaria ao aquecimento global. Mais tarde, em 1938, Guy Callendar confirmou a ocorrência desse fenómeno (Hawkins e Jones, 2013; Plessis, 2006), evidenciado pelas alterações climáticas. Nos últimos 150 anos, verificou-se um aumento da temperatura de cerca 0,85°C (entre 0,65°C e 1,06°C), um aumento nos níveis de dióxido de carbono na atmosfera (em 2011 as emissões anuais de CO₂ situavam-se nos 9,5 Gt) e um aumento do nível da água do mar (entre 10 a 25 cm) e da precipitação média global (*Climate change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability, 2014*).

Atualmente, devido ao crescimento populacional, verifica-se uma maior procura de recursos por parte do Homem, resultando num crescimento da produção, comparativamente ao que se verificava há 100 anos. (*Climate change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability, 2014*). O crescimento da produção, tem aumentado significativamente as emissões de gases, tais como: dióxido de carbono, metano, vapor de água, óxido nitroso, entre outros, verificando-se um impacto no efeito de estufa. Estima-se que a concentração de carbono na atmosfera tenha passado de 290 partes por milhão (ppm), em 1870, para 370 ppm, em 2020. Em 1997, com a assinatura do protocolo de Quioto, os países com maior emissão de gases, acordaram a sua redução em 5,2%, no período de 4 anos (2008-2012)(*Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability, 2014*).

Sabe-se que, cerca de 20% da população mundial, consome mais de 60% de energia. Ao nível global, o consumo cresceu mais de 150 vezes, nos últimos 150 anos, e de forma

intensa, desde 1970. O petróleo, o gás, a biomassa, o carvão, e as energias renováveis (solar, eólica e ondas), são das fontes de energia mais requisitadas (Malik, 2014). O consumo de energia reflete-se na pegada ecológica por região (Figura 1.1). Consoante os dados, comprovamos que a América do Norte, a União Europeia, a Ásia e o Médio Oriente, ultrapassam a biocapacidade disponível.

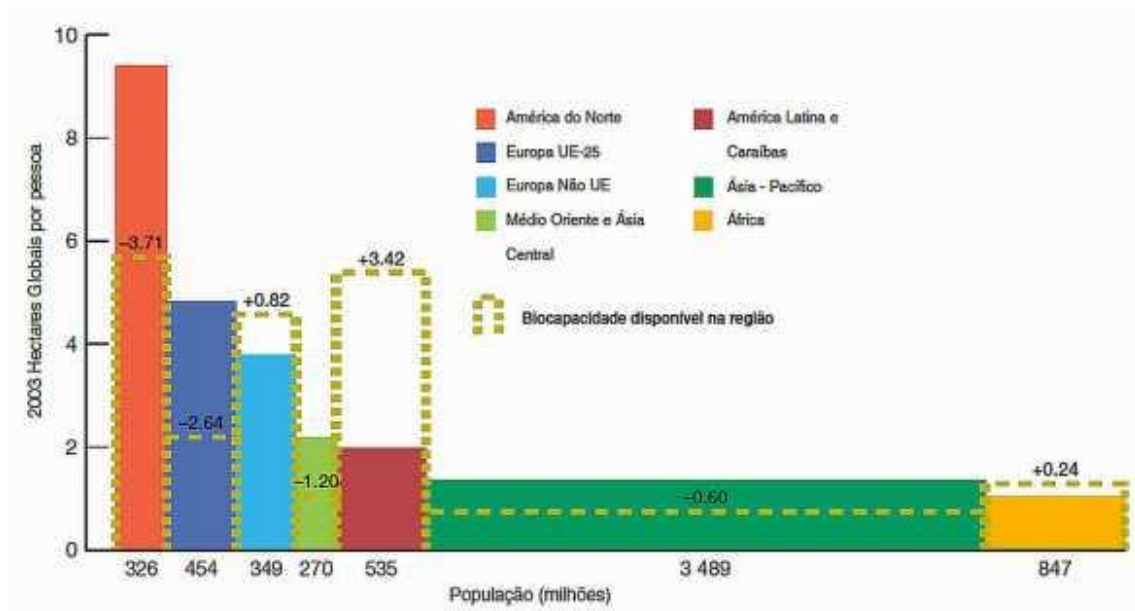


FIGURA 1, PEGADA ECOLÓGICA POR REGIÃO

Em 1962, a bióloga Rachel Carson, publicou “Silent Spring”, uma investigação que sugeria os perigos da utilização de químicos na indústria e as suas consequências no meio ambiente (Torgal e Jalali, 2010). De forma a preservar o planeta e diminuir os impactos ambientais, encontrar soluções sustentáveis tornou-se uma prioridade. Neste sentido, a partir da década de 70, os problemas ambientais começaram a fazer parte da política internacional na “Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano” em Estocolmo, em 1972 (Pinheiro, 2006). No seu seguimento, em 1983, na Comissão Mundial para o Ambiente e Desenvolvimento (*World Commission on Environment and Development – WCED*), a primeira ministra Norueguesa Gro Harlem Brundtland é convocada pela Assembleia Geral das Nações Unidas para a elaboração de uma agenda global para a mudança, baseada na formulação de estratégias para promover e assegurar um desenvolvimento sustentável (United Nations, 1987). Foi publicado, em 1987, o Relatório de Brundtland (ou *Our Common Future*) que apresentou um dos conceitos mais importantes, o qual se define como o “(...) desenvolvimento que satisfaz as

necessidades da geração presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades”. Este relatório serviu como crítica ao modelo de desenvolvimento que estava a ser usado pelos países industrializados, alertando para os riscos do uso abusivo de recursos naturais. Verificou-se também a incompatibilidade que havia entre o desenvolvimento sustentável e os padrões de produção e consumo, apelando à necessidade de uma nova relação entre as atividades humanas e o meio ambiente.

Neste sentido, o Relatório de Brundtland, tinha como função conciliar o crescimento económico com as questões ambientais e sociais (Pinheiro, 2006), apresentando um conjunto de medidas a serem adotadas, com o objetivo de se atingir o desenvolvimento sustentável (United Nations, 1987):

- Limitação do crescimento populacional;
- Garantia de recursos básicos a longo prazo, tais como água, energia e alimentos;
- Preservação da biodiversidade e dos ecossistemas;
- Diminuição do consumo de energia e promoção do uso de fontes energéticas alternativas (solar, eólica e geotérmica);
- Aumento da produção industrial nos países não-industrializados com base em tecnologias ecologicamente adaptadas;
- Controlo da urbanização e articulação entre cidades e zonas rurais;
- Garantia das necessidades básicas à sociedade, tais como a educação, a saúde e a habitação condigna.

Este documento apresenta dois aspetos importantes: as necessidades humanas básicas (alimentação, vestuário, educação, saúde, emprego, habitação, etc) através do combate à pobreza mundial; e os limites do desenvolvimento que são impostos pela tecnologia, pela organização social e pelos impactos ambientais sobre o planeta (Palmer, 2006). Palmer, defende ainda que o desenvolvimento sustentável implica limites impostos pelo atual estado da tecnologia e organização social sobre os recursos ambientais e pela capacidade da biosfera em absorver os efeitos resultantes das atividades humanas.

Em 1992, decorreu a Conferência Eco-92, no Rio de Janeiro, onde se abordaram temas ligados às questões do desenvolvimento e do meio ambiente, tais como, a emissão de gases nocivos, a conservação da biodiversidade, a desertificação, a destruição das florestas e os mecanismos de financiamento para a implementação de decisões (Ramos, 2009). Assim, surgiu um conjunto de documentos com normas a serem cumpridas. Um deles foi a “Agenda 21”, um plano criado com o intuito de ser implementado a nível global, que

visa atingir o desenvolvimento sustentável, apresentando como ações prioritárias a sustentabilidade rural e urbana, a preservação dos recursos naturais e minerais e a ética política para o planeamento do desenvolvimento sustentável (United Nations, 1995).

O Protocolo de Quioto, em 1997, estabeleceu uma nova etapa no desenvolvimento de estratégias para a proteção e conservação do meio ambiente. Este consistiu nas alterações climáticas, impondo metas aos países signatários para a redução da emissão de gases responsáveis pelo efeito de estufa (UNFCCC, 2008). O protocolo, só instalado em 2005, estabelecia um conjunto de mecanismos operativos para a redução de emissões.



FIGURA 2, MAPA DE ADESÃO AO PROTOCOLO DE QUIOTO EM 2005

Em Portugal, a ineficácia na gestão dos resíduos, o património natural e biodiversidade em risco, a má gestão dos recursos hídricos, a forte dependência energética e os elevados níveis de emissão de gases responsáveis pelos efeitos de estufa (GEE) (Torgal e Jalali, 2010), levaram a que se estabelecesse uma estratégia para promover o desenvolvimento sustentável (ENDS,2002). Na década de 90, acordou-se que a ideia de desenvolvimento sustentável teria de ser a combinação de três valores fundamentais: ambientais (sustentabilidade de recursos e preservação da biosfera), sociais (igualdade de direitos, combate à pobreza e exclusão) e económicos (satisfação das necessidades humanas e eficiência económica) (Riechmann,2003).³ Desse modo e a fim de difundir uma melhor

³ Construção sustentável, Conceito e prática, Miguel P. Amado, Alberto Reaes Pinto, Ana Maria Alcaface, Inês Ramalhete

relação entre eles, a arquitetura tem um papel crucial não só de promover projetos multidisciplinares, mas também de consciencializar a sociedade para os benefícios de uma arquitetura sustentável que para além de proteger os ecossistemas, também, satisfaz as necessidades dos indivíduos em relação à habitabilidade, mobilidade e lazer.

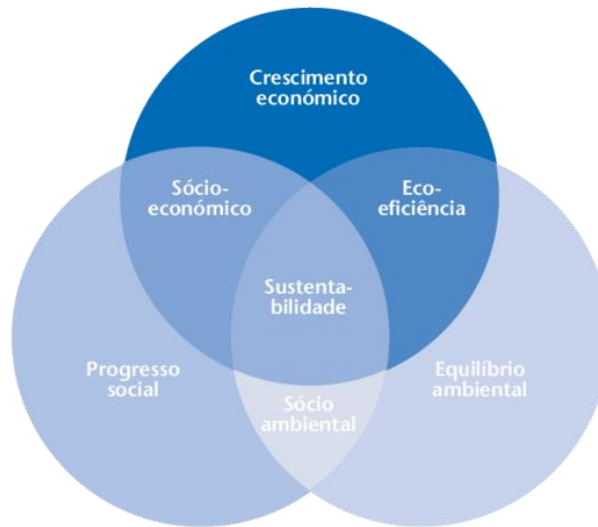


FIGURA 3, DIMENSÃO AMBIENTAL, SOCIAL E ECONÓMICA DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Em 2005, o Arquiteto Brian Edwards (Edwards, 2008:219) define edifícios sustentáveis como aqueles que são projetados de modo a:

- Produzir um baixo impacto ambiental (local, regional e global);
- Projetar para a durabilidade;
- Permitir para a reutilização;
- Maximizar o consumo de energia renovável;
- Implantar o edifício de forma a existir autoproteção dos elementos; 54
- Permitir aos usuários gerir diretamente o consumo de energia;
- Atender ao clima;
- Proteger a saúde dos usuários;
- Aprender práticas vernaculares.

Segundo Brian Edwards, o ato de projetar é a chave da sustentabilidade. Esse deve ser um ato consciencioso e baseado na informação e no conhecimento. Pretende-se que práticas, técnicas e materiais contribuam para a prática da uma arquitetura sustentável. O autor relembra, ainda, que a arquitetura sustentável, sendo um conceito recente, não é uma prática recente. Antes de se falar de arquitetura sustentável já se construía de forma sustentável em harmonia com os ecossistemas. Desse modo, é fundamental

aprender com o passado para se alcançar no futuro uma arquitetura totalmente sustentável.

Em 2006, no Brasil, Joana Gonçalves e Denise Duarte apud (Gonçalves, et al., 2006:63) elaboram os princípios base para uma arquitetura sustentável. Consideram que a arquitetura deve ter em atenção o ambiente construído aliado à sustentabilidade urbana, salientando que se deve ter em conta a:

- Preservação e liberação de áreas naturais pelos efeitos e vantagens da compactidade urbana;
- Proximidade, diversidade e uso misto (socialização do espaço público);
- Maior eficiência energética (e menor poluição) pelo sistema de transporte;
- Microclimas urbanos mais favoráveis ao uso do espaço público e ao desempenho ambiental das construções;
- Edifícios ambientalmente conscientes;
- Consumo consciente dos recursos em geral;
- Reuso e reciclagem - diminuição do impacto ambiental proveniente da geração de resíduos em geral.

A libertação de áreas naturais, o uso do solo, a eficiência energética e a gestão consciente de recursos, propostas pelas autoras como o futuro na realidade, sempre fizeram parte da construção sustentável. Se considerarmos o sector da construção um dos maiores responsáveis pela emissão de GEE, também é verdade que, quando a construção era local e em harmonia com o meio ambiente, os impactos nos ecossistemas e no estado do planeta eram muito menores. Deste modo, deve-se, então, assumir a arquitetura sustentável como a essência para o desenvolvimento de práticas sustentáveis na arquitetura do futuro.

Em 2009, Marian Keller e Bill Burker, defenderam que a sustentabilidade na arquitetura assentava em apenas quatro princípios básicos, tais como:

- Tratar de questões de demolição no terreno e de resíduos da construção, bem como dos resíduos gerados pelos seus usuários;
- Utilizar eficientemente os recursos;
- Projetar visando consumos eficiente de energia na alimentação dos sistemas de calefação, refrigeração, iluminação e força - de modo promover a redução de tais emissões, encarando a problemática como um desafio que logo se tornará uma obrigação social e uma política inegociável;
- Oferecer um ambiente interno “Saudável”.

No ano de 2010, o Arquiteto Luis de Garrido, juntamente com Arquiteto Norman Foster e outros arquitetos, elaboraram para a exposição mundial de arquitetura sustentável, ocorrida na Fundação Canal, a lista de princípios sobre os quais a arquitetura sustentável se deve desenvolver, sendo estes a:

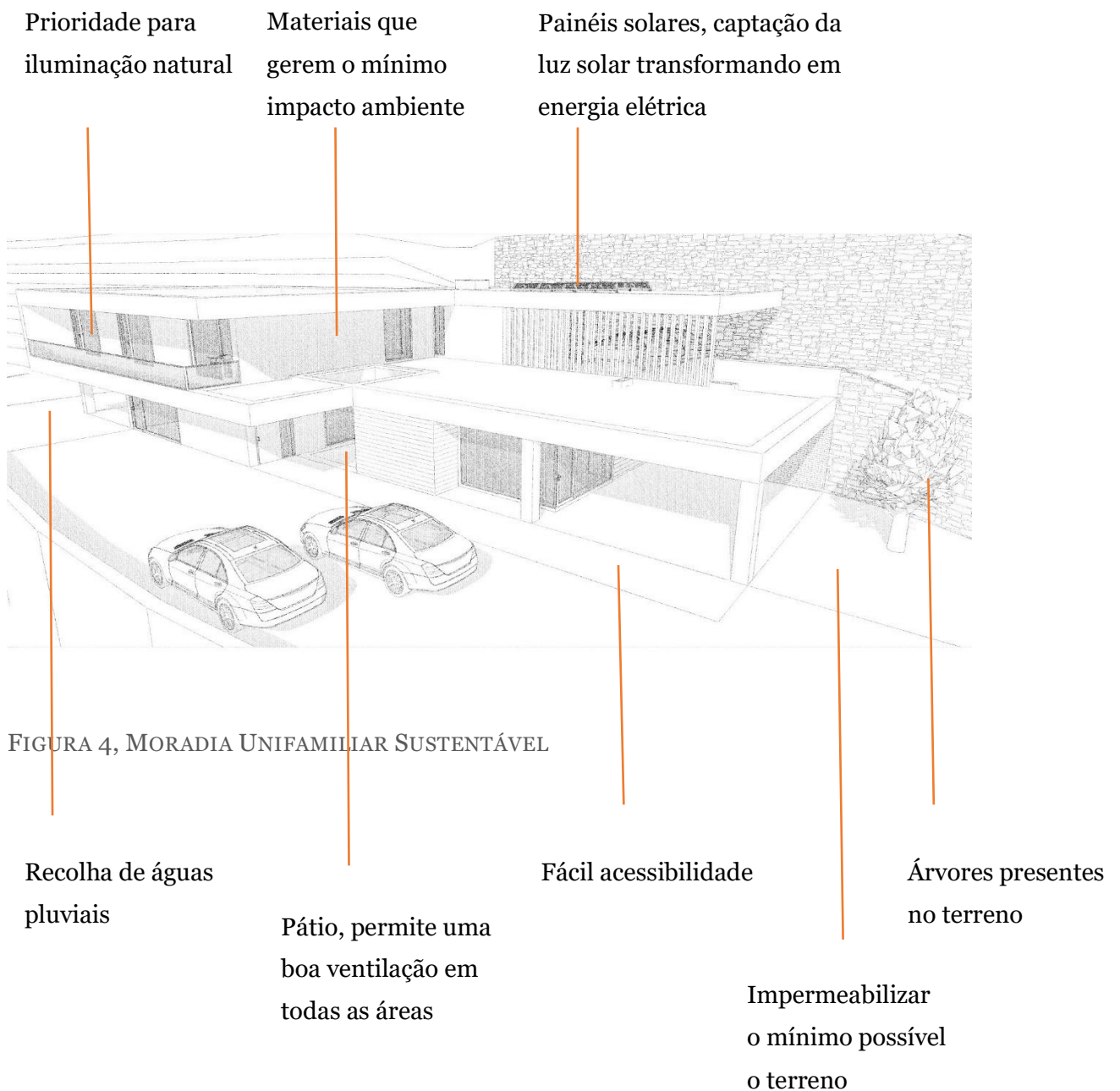
- Otimização dos recursos Naturais e artificiais;
- Redução do consumo de energia;
- Promoção de fontes de energia naturais;
- Redução de resíduos e emissões;
- Melhoria da qualidade de vida para os ocupantes do edifício;
- Redução de custos de manutenção e de edifícios.

6. Habitação Sustentável

Quando a preocupação pelo ambiente, a viabilidade económica e a sociedade, fazem parte de todas as etapas do ciclo de uma habitação, esta poderá ser considerada sustentável, tendo sempre em atenção todos os processos, desde a fase de conceção, construção, uso e manutenção, e até, eventualmente, num processo de demolição. O projeto de habitação sustentável deve iniciar-se na fase de conceção, sendo a escolha do terreno, o primeiro foco. Desenvolvê-lo em áreas inapropriadas pode resultar em grandes impactos ambientais. Portanto, é imprescindível avaliar todas as características do terreno de construção. Ao longo do processo de seleção, é importante priorizar zonas que não incluam áreas restritas e que possuam tanto infraestruturas adequadas, como serviços básicos. Posteriormente, passa-se à avaliação das diretrizes, com o objetivo de otimizar o seu desenvolvimento. Deve evitar-se, ao longo do processo de construção, o desperdício de material, a produção de sobras e o excesso de esforços para a manutenção. A minimização do uso de recursos naturais da geração de poluição, o desenvolvimento da economia, o aumento da eficiência no uso de recursos financeiros na construção e a valorização do imóvel pelo mercado, são alguns dos benefícios de uma habitação sustentável. A sua construção tem um custo inicial relativamente elevado, contudo, o seu retorno financeiro é rápido, pois o consumo de energia elétrica a ser usado vai ser bastante reduzido, tal como as emissões de dióxido de carbono para o meio ambiente. Assim, uma habitação sustentável segue as seguintes normas:⁴

⁴ <https://refarq.com/2015/10/15/o-que-e-uma-habitacao-sustentavel/>

- Eficiência energética – redução do consumo de energia em todo o processo e utilização de fontes alternativas;
- Gestão e economia da água;
- Uso racional de materiais sustentáveis – redução do uso de recursos naturais, uso de materiais e equipamentos que causem menor impacto ambiental, reutilização e reciclagem de materiais;
- Conforto térmico – redução de utilização de produtos tóxicos e garantia de conforto térmico aos ocupantes da habitação;
- Acessibilidade;



7. Caso de Aplicação

Consoante todos os temas abordados, conclui-se que os indicadores ambientais são cruciais na gestão e análise ambiental, na medida em que permitem a elaboração de projetos no caminho da sustentabilidade. Indicadores como, os materiais – energia e a água – são os mais relevantes e essenciais, tanto na vida como nas atividades humanas e que, infelizmente, são os mais escassos. O processo de uma construção sustentável, integra um conjunto de indicadores, parâmetros e ações interligados entre si, assim como o ciclo de vida de uma habitação nas suas fases de projeto: construção, utilização, manutenção e desconstrução. A consideração destes fatores tem como objetivo, a prevenção do meio envolvente e a minimização de impactos negativos, a longo prazo. O presente projeto em desenvolvimento, baseia-se numa moradia unifamiliar, situada num espaço rural, seguindo uma linha contemporânea e todo um conjunto de medidas para a promoção de uma construção sustentável. Desde o início, até ao fim deste projeto, esteve em vigor a integração da sustentabilidade.

7.1. Localização Geográfica / Planta de Implantação

O local de intervenção situa-se no distrito de Braga, concelho de Amares, na freguesia de Vilela, Rua lugar de Charil. Freguesia esta, com cerca de 2,82Km² de área e 297 habitantes. É, neste mesmo local, que se encontra o principal produtor de laranjas de Amares, um produto de referência nacional.

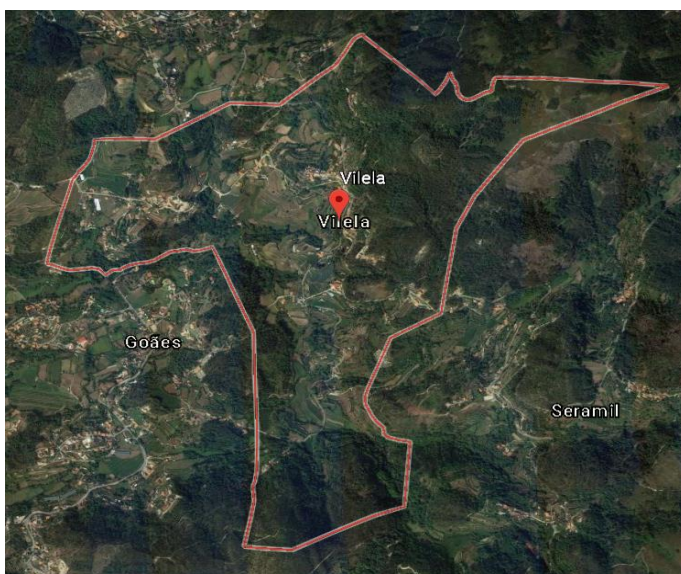


FIGURA 5, LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA (IMAGEM GOOGLE MAPS)

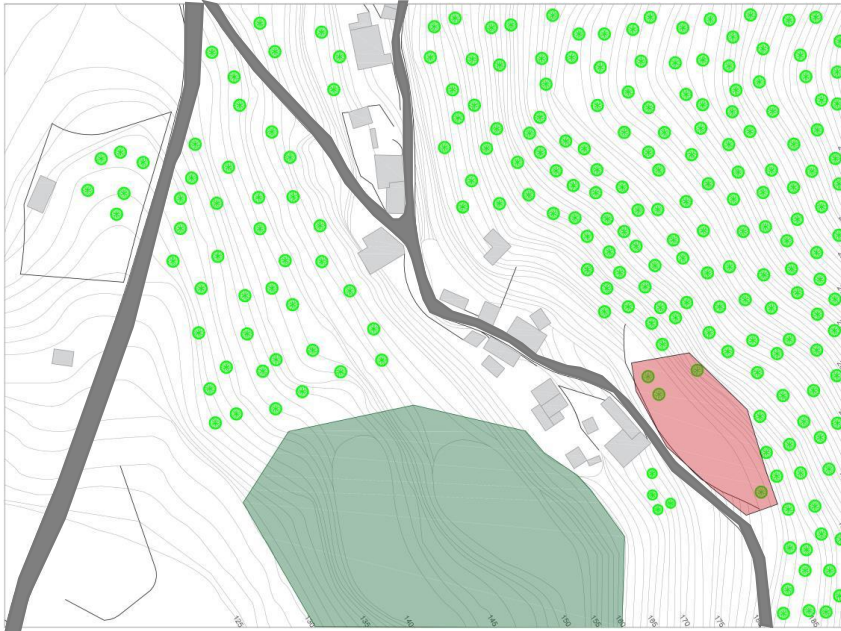
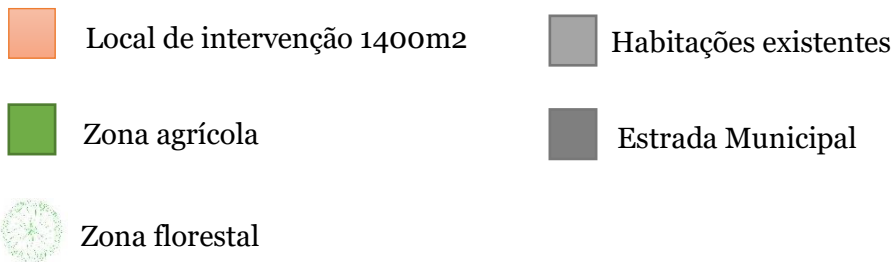


FIGURA 6, PLANTA DE IMPLANTAÇÃO



7.2. Dados climáticos do local

Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia, o clima é um recurso natural vital ao nosso bem-estar, saúde e prosperidade. As informações coletadas, gerenciadas e analisadas permite-nos a nós, indivíduos, planejar e adaptar as nossas atividades consoante as condições climáticas. O clima, pode ser definido como o comportamento e a dinâmica das condições da atmosfera num dado local, composto por um conjunto de condições meteorológicas que se sucedem e repetem-se ciclicamente ao longo dos meses ou anos. Num sentido amplo, o clima compreende a atmosfera, a hidrosfera, a criosfera, a litosfera e a biosfera, onde todos eles determinam o estado e a dinâmica do clima no planeta.

A freguesia de Vilela apresenta um clima temperado, onde o verão é curto, morno, seco e de céu limpo, quase sem nuvens. Por outro lado, no inverno, as temperaturas são muito baixas, verifica-se ocorrência de precipitação e o céu parcialmente nublado. Ao longo do ano, geralmente, a temperatura varia de 3°C a 29°C e, raramente, é inferior a -2°C ou

superior a 35°C. Atualmente, com estes dados, verificamos que a melhor época do ano para visitar Vilela e realizar atividades, com um clima agradável é a partir do meio de junho a meio de setembro.

7.2.1. Temperatura

A estação morna permanece por 2,7 meses, de 22 de junho a 13 de setembro, com temperatura máxima diária, em média, a acima de 25°C. O dia mais quente do ano ocorre a 29 de junho, em que a temperatura máxima diária, atinge, em média, os 29°C e de mínima, 15°C. Por outro lado, a estação fresca permanece por 3,6 meses, de 14 de novembro a 1 de março, com temperatura máxima diária, em média, abaixo de 13°C. O dia mais frio do ano é a 15 de janeiro, com a temperatura a variar entre os 3°C e os 9°C.

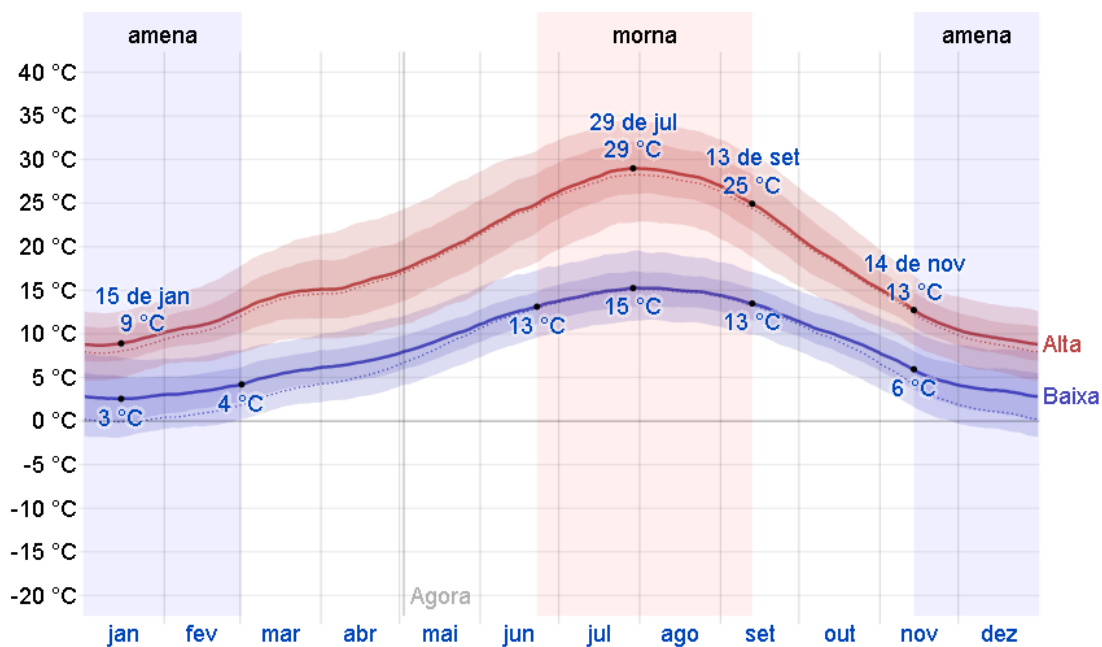


FIGURA 7, TEMPERATURAS MÁXIMAS E MÍNIMAS MÉDIAS

7.2.2. Precipitação

Designa-se por precipitação, todo o conjunto de partículas de água, quer no estado líquido, no estado sólido ou ambos, que caem da atmosfera e que atingem a superfície do globo. A chuva, a neve e o granizo, são, portanto, diferentes formas de precipitação. Quando os meteorologistas estão a prever que a precipitação se estenda de forma uniforme numa determinada região e caia de forma regular e até contínua, durante

determinado período de tempo, então a previsão é de "chuva", que é precipitação de partículas de água no estado líquido sob a forma de gotas. Quando se prevê que haja grande alternância, quer do ponto de vista espacial, quer do ponto de vista temporal, entre o céu muito nublado com precipitação com períodos de céu pouco nublado ou limpo, então os meteorologistas utilizam o termo "aguaceiro".

A probabilidade de dias com precipitação em Vilela varia em longo de todo o ano. A estação de maior precipitação tem uma duração de 8,2 meses, de 22 de setembro a 28 de maio, com probabilidade acima de 21% de precipitação. A probabilidade máxima de um dia com precipitação é de 36%, a 30 de outubro. Já a estação seca dura 3,8 meses, de 28 de maio a 22 de setembro, onde a probabilidade mínima de um dia com precipitação é de 5% a 21 de julho. Ao longo do ano, distinguimos os dias que apresentam chuva, neve ou uma mistura de ambas. Com base neste gráfico, verificamos que a forma de precipitação mais comum, ao longo do ano, é a chuva, com uma probabilidade máxima de 36%, a 30 de outubro.

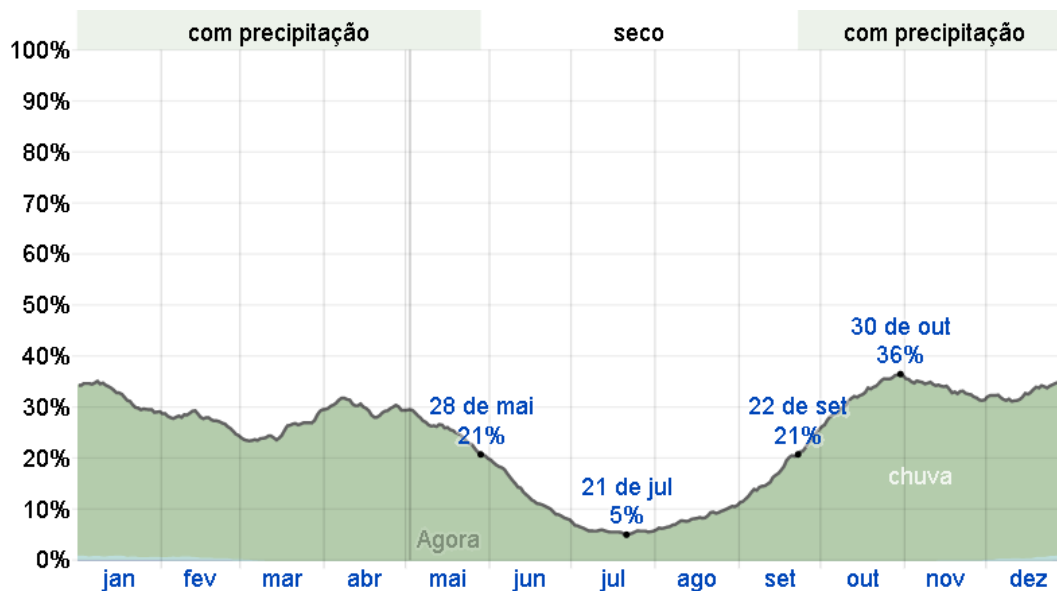


FIGURA 8, PROBABILIDADE DIÁRIA DE PRECIPITAÇÃO

7.2.3. Sol

A duração do dia, em Vilela, varia ao longo do ano. Em 2020, estima-se que o dia mais curto ocorre a 21 de dezembro, com 9 horas e 12 minutos de luz solar. Em contrapartida, o dia mais longo é a 20 de junho, com uma duração de 15 horas e 9 minutos de luz solar.

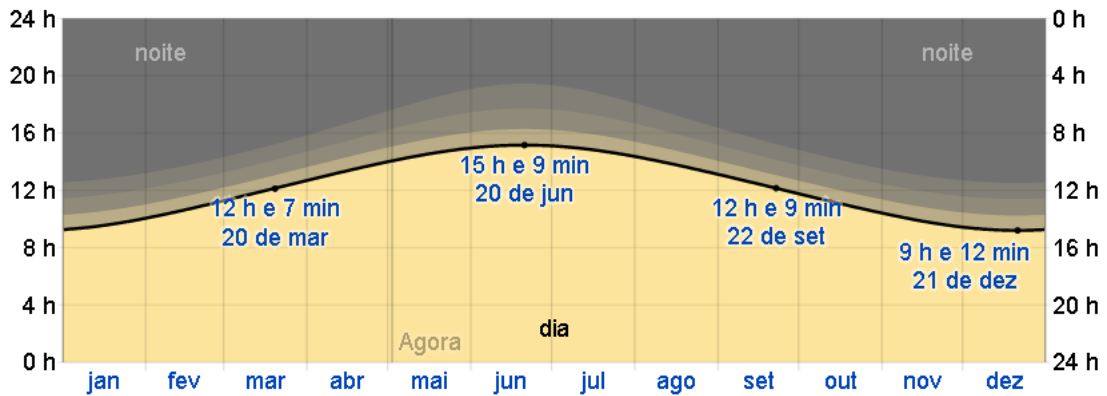


FIGURA 9, HORAS DE LUZ E CREPÚSCULO

Consoante o gráfico da figura 9, verificamos que o nascer do sol, em janeiro, ocorre às 07:56h no dia 4, enquanto que no mês de junho, ocorre sensivelmente, duas horas mais cedo, às 05:56h, no dia 14. Relativamente ao pôr do sol, no mês de dezembro, ocorre por volta das 17:01h, no dia 7, enquanto que no mês de junho é mais tardio, registando-se às 21:07h, do dia 26. O horário de verão é observado em Vilela, durante o ano de 2020, tendo início na primavera, a 29 de março, com uma duração de 6,9 meses, terminando no Outono, a 25 de outubro.

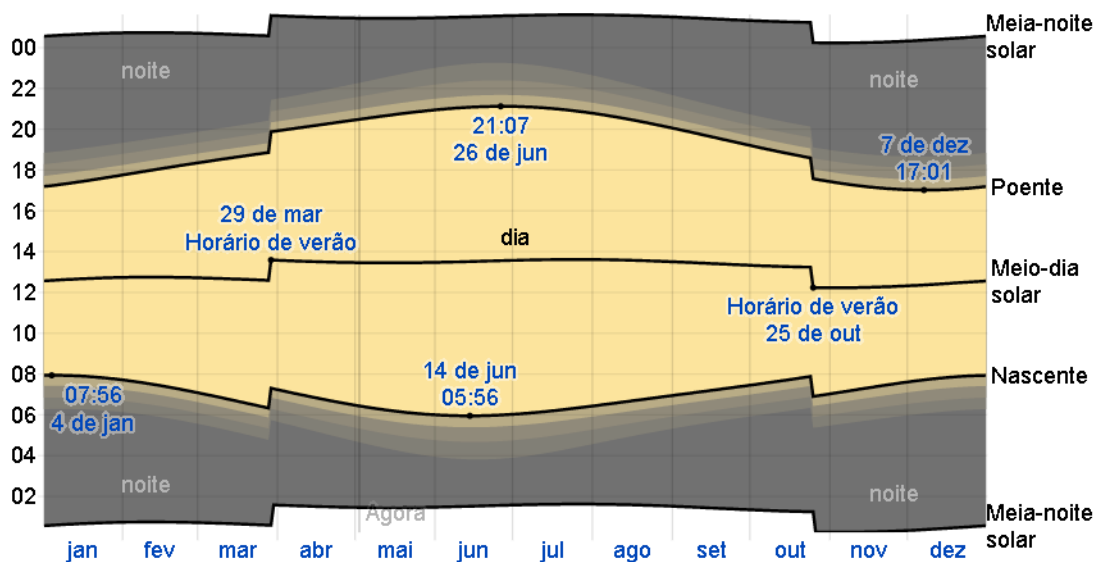


FIGURA 10, NASCER E PÔR DO SOL COM CREPÚSCULO E LUZ SOLAR NO HORÁRIO DE VERÃO

7.2.4. Humidade

Enquanto os pontos de orvalho mais baixos provocam uma sensação de seco, pontos mais altos provocam uma sensação de maior humidade. Dependendo da temperatura que, geralmente, varia significativamente do dia para a noite, o ponto de orvalho tende a mudar mais lentamente. Assim, enquanto a temperatura pode decrescer à noite, um dia abafado é seguido por uma noite abafada.

A sensação de humidade em Vilela, medida pela percentagem do tempo, em que o nível de conforto de humidade é abafado, opressivo ou extremamente húmido, não varia significativamente ao longo do ano, permanecendo praticamente constante, 0% o ano inteiro.

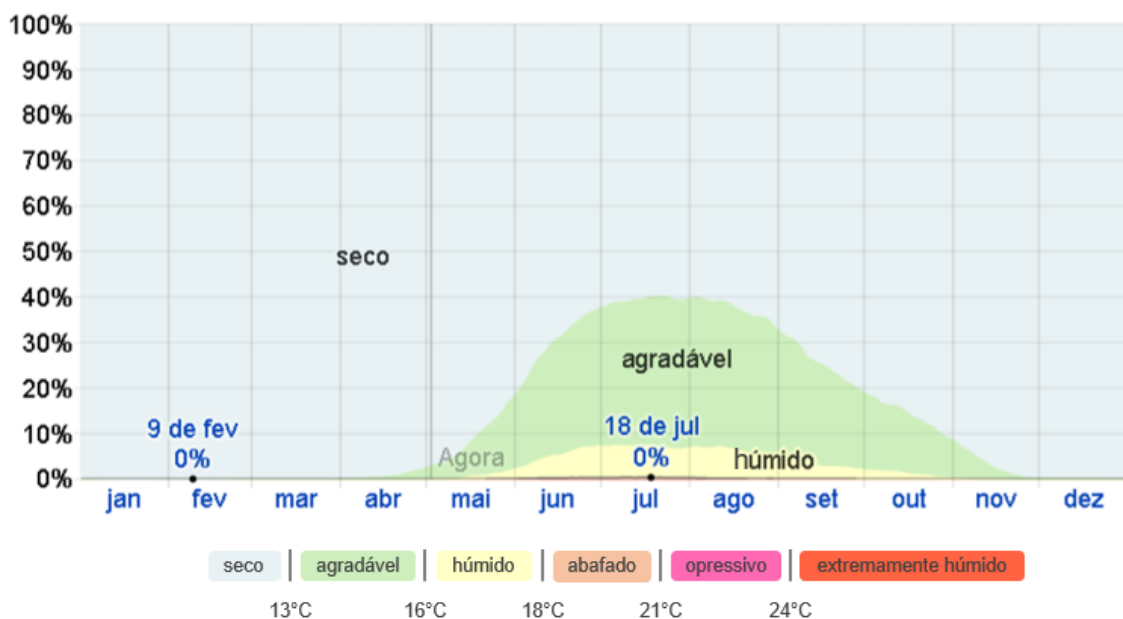


FIGURA 11, NÍVEIS DE CONFORTO EM HUMIDADE

7.2.5. Ventos

O vento é um fenómeno meteorológico formado pelo movimento do ar na atmosfera. É gerado através de fenómenos naturais como, por exemplo, os movimentos de rotação e translação do planeta. Existem vários fatores que podem influenciar a formação do vento, fazendo com que este possa ser mais forte ou mais suave. A pressão atmosférica, radiação solar, humidade e evaporação influenciam diretamente as características do

vento. Em regiões mais altas, como no alto de montanhas, por exemplo, o vento costuma ser mais forte, pois não há interferências como construções.⁵

A sensação de vento num determinado local é altamente dependente da topografia local e de outros fatores. A velocidade e a direção do vento, num instante, variam muito mais do que as médias horárias. A velocidade horária média do vento, em Vilela, passa por pequenas variações sazonais, ao longo do ano.

A época mais ventosa prolonga-se por 1,8 meses, de 4 de março a 30 de abril, com velocidades médias acima dos 11,6 quilômetros por hora. A 4 de abril, regista-se o dia mais ventoso, com uma velocidade de cerca 12,7 quilômetros por hora. De 30 de abril a 4 de março, verifica-se menor circulação de ar, sendo 12 de setembro, o dia mais agradável, com uma velocidade média do vento de 10,6 quilômetros por hora.

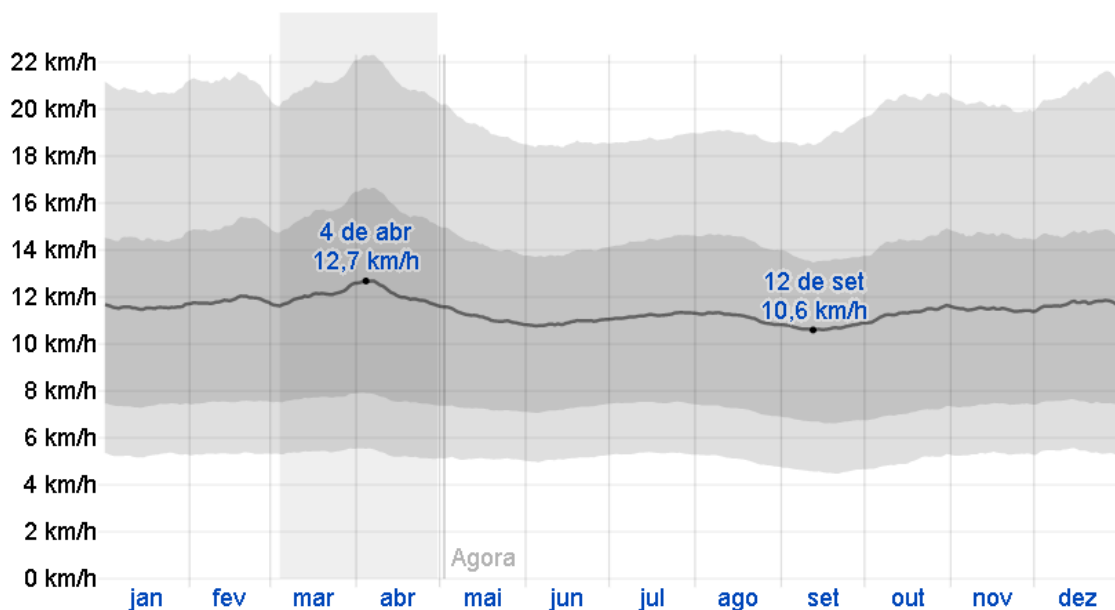


FIGURA 12, VELOCIDADE MÉDIA DO VENTO

Relativamente, à direção média do vento, esta é variável ao longo do ano, em Vilela. Segundo o gráfico da figura 12, o vento vem, predominantemente, do Oeste em dois períodos distintos: de 12 a 23 de fevereiro; e de 18 de março a 6 de novembro, com percentagem máxima de 47% a 3 de agosto. Para além disso, verificamos também que grande parte do vento, no período de 23 de fevereiro a 18 de março e de 6 de novembro a 12 de fevereiro, com percentagem máxima de 34% a 1 março, vem do Leste.⁶

⁵ https://www.suapesquisa.com/o_que_e/vento.htm

⁶ <https://pt.weatherspark.com/y/32887/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Vilela-Portugal-durante-o-ano>

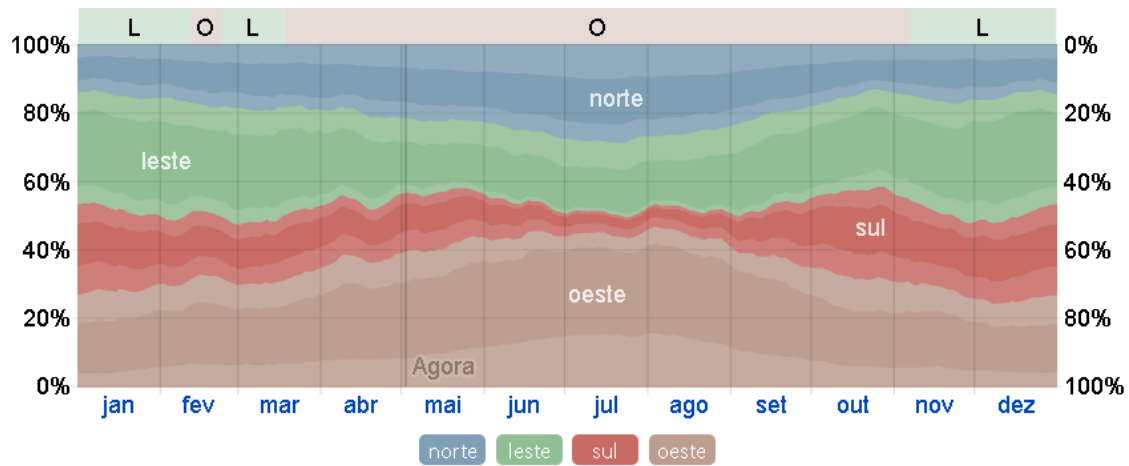


FIGURA 13, DIREÇÃO DO VENTO

7.3. Principais Princípios

Esta moradia unifamiliar tem como objetivo ser um exemplo de construção sustentável, ao longo de todo o seu processo, seguindo determinados princípios, tais como:

- Potencializar o desempenho funcional, através de um diagrama organizativo e distributivo das áreas.
- Aplicação de técnicas solares passivas de aquecimento/arrefecimento, ventilação e iluminação natural, criando um conforto físico e psicológico ao ocupante.
- Seleção de materiais que tenham o mínimo impacto ambiental e custos reduzidos tanto em termos de manutenção, como de consumo de energia.
- Racionalizar o esquema estrutural da moradia para uma redução de custo e facilidade de construção.
- Implementação de equipamentos de poupança de água, tal como a instalação de um sistema de recolha de águas pluviais.
- Criação eficiente de um isolamento acústico e térmico.
- Eficiência energética, através de diversas soluções ativas e passivas.

7.3.1. Implantação, orientação solar e ventos predominantes

Esta fase de projeto teve como foco, a caracterização da implantação e os elementos que promovam um bom desempenho energético e ambiental. A radiação solar constitui um elemento bioclimático fundamental de apoio às soluções passivas de aquecimento, arrefecimento, ventilação e iluminação natural. Para além disso, auxilia a organização das divisões interiores da habitação. Por esse motivo, a maioria das áreas, tais como a sala de estar/jantar, quartos, cozinha e garagem ficaram localizadas para o quadrante Sul/Sudoeste/Sudeste, enquanto que áreas de serviço, como instalações sanitárias ficaram direcionadas para Noroeste. Importante será referir que algumas das divisões recebem a iluminação natural e a ventilação, através de uma claraboia. A organização espacial face à radiação solar foi articulada juntamente com ventilação transversal, onde os vãos e o pátio encontram-se direcionados, de forma a garantir um canal de ventilação natural. Todas as áreas desta habitação têm o privilégio de usufruir de ventilação e iluminação natural.

Em relação aos ventos predominantes, a moradia encontra-se num posicionamento obliquo aos ventos predominantes, de modo a usufruir dos ventos provenientes do Oeste (predominante) e Este. Observando-se que a velocidade média do vento é mais elevada durante 1,8 meses, de 4 de março a 30 de Abril, com velocidades médias do vento acima de 11,6 quilômetros por hora nesta localização geográfica, o aproveitamento do vento para o arrefecimento nos períodos mais quentes, é um fator importante no âmbito das soluções passivas, uma vez que promove um conforto térmico e uma qualidade de espaço interior para o ocupante.

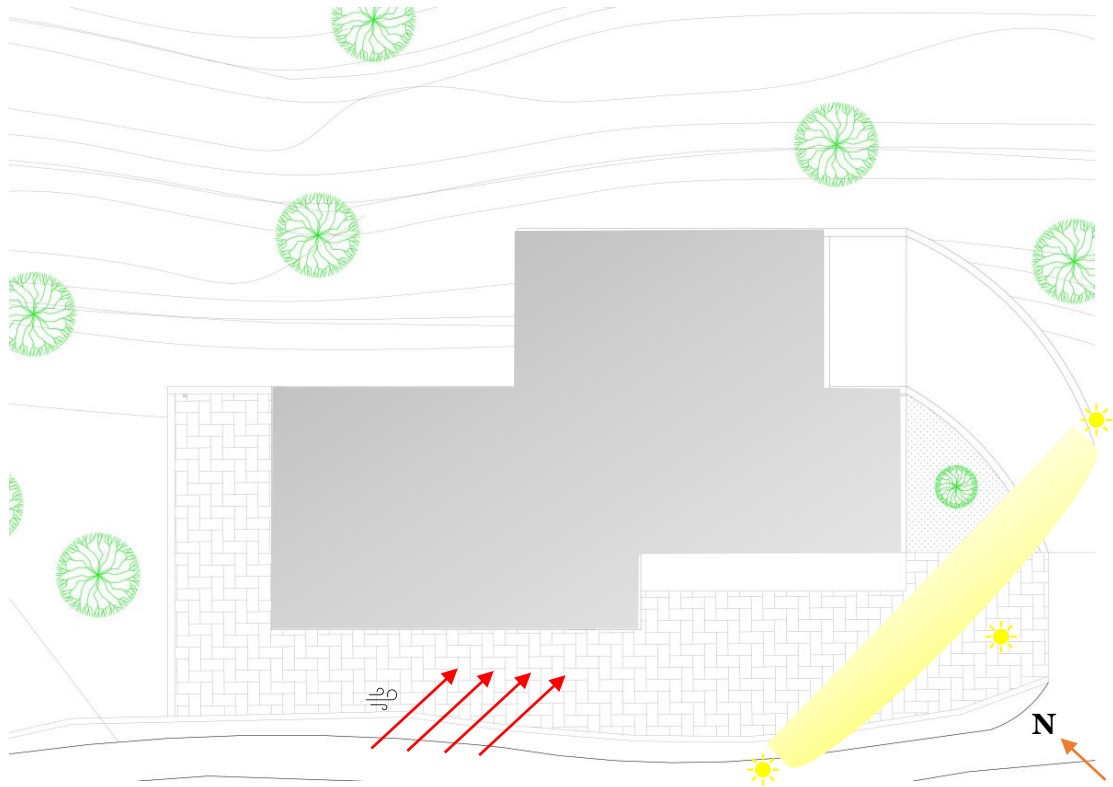


FIGURA 14, PLANTA DE IMPLANTAÇÃO, RADIAÇÃO SOLAR E VENTOS PREDOMINANTES

- Moradia unifamiliar
- Ventos predominantes

7.3.2. Critérios solares passivos

A organização espacial da habitação é crucial para a promoção da eficiência e comportamento da mesma. O esquema funcional da habitação desenvolve-se em espaços distintos: espaços públicos (sala estar/ jantar, cozinha, garagem), privados (quartos) e serviços (instalações sanitárias, zona técnica). Esta organização encontra-se relacionada com as soluções solares passivas para a situação de inverno e verão, os espaços públicos e privados encontram-se maioritariamente direcionados para o quadrante Sul/Sudoeste, enquanto os espaços de serviços, um deles encontra-se direcionado para o quadrante Noroeste.



FIGURA 15, PLANTA RÉS DO CHÃO

- Espaço público
- Serviços (instalação sanitária)

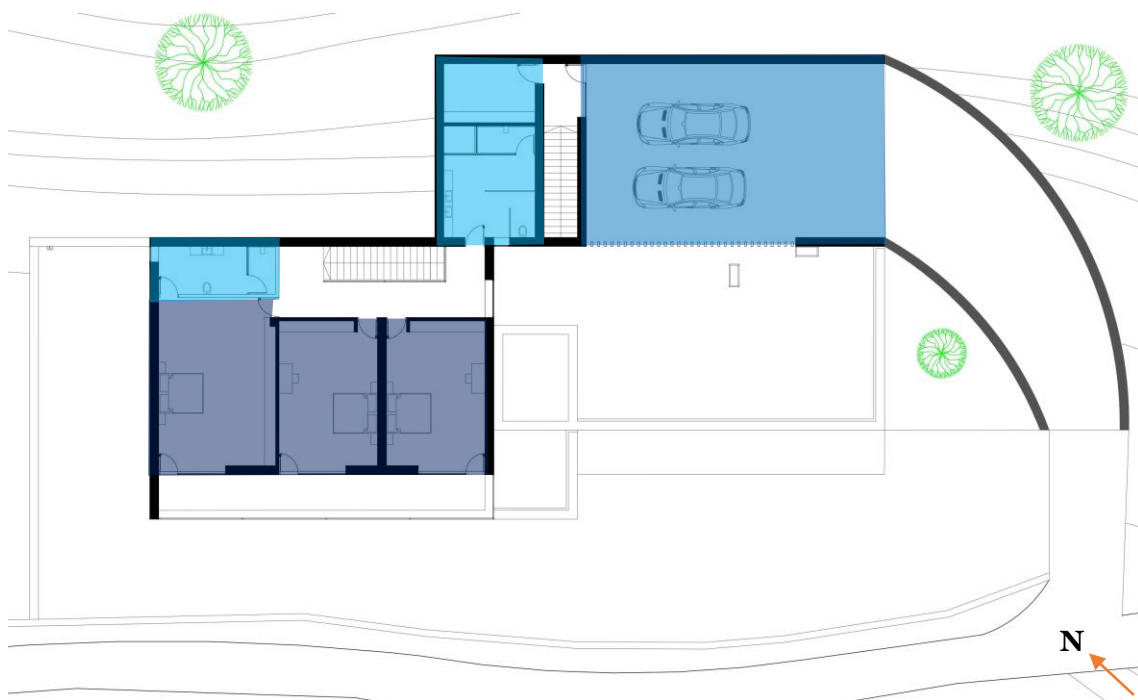
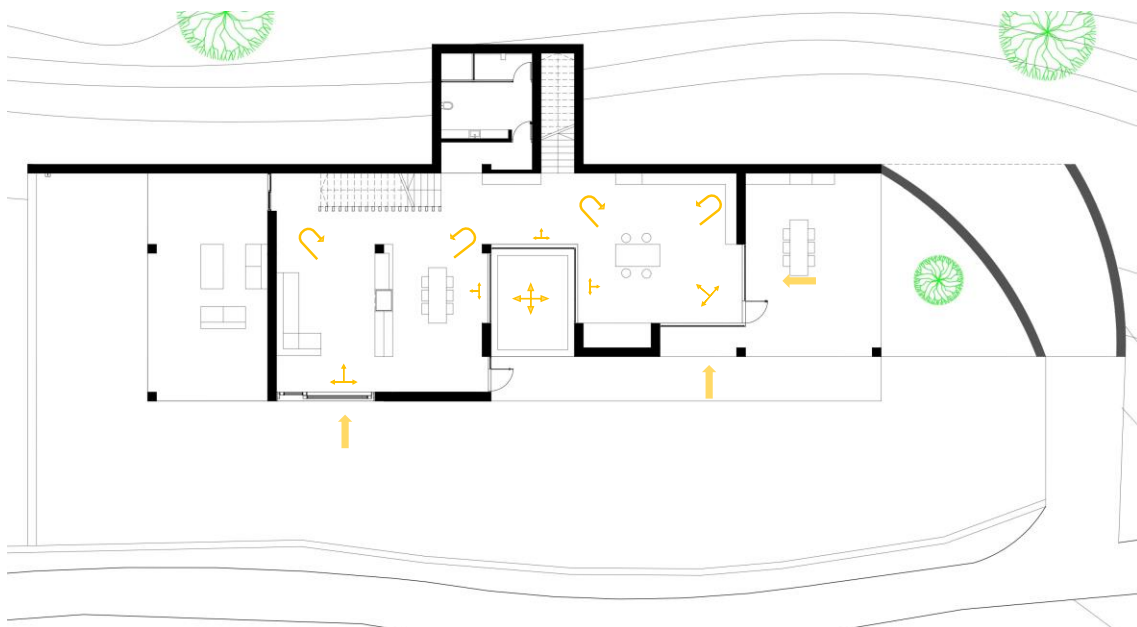


FIGURA 16, PLANTA PRIMEIRO PISO

- Espaço privado
- Espaço público
- Serviços (instalação sanitária, zona técnica)

Critérios Solares Passivos: Condições de inverno

No inverno, as soluções solares passivas baseiam-se em processos de acumulação de calor que consistem na captação, distribuição e acumulação da luz solar, sendo que o calor se transmite através de condução, convecção ou radiação. O primeiro princípio na concepção de soluções solares passivas na altura do inverno passa pela sua orientação, o uso de materiais, e a dimensão dos vãos, sendo assim, os principais recetores de calor por radiação solar direta. A interligação das fachadas com a funcionalidade do espaço é importante, na medida em que as áreas públicas como as privadas têm um lugar de destaque para a receção e acumulação de calor. A estrutura e a proporção do próprio espaço, tal como, a sua profundidade e altura, permitem uma distribuição uniforme de calor, uma redução de perdas e um controlo do nível de luminosidade no espaço.



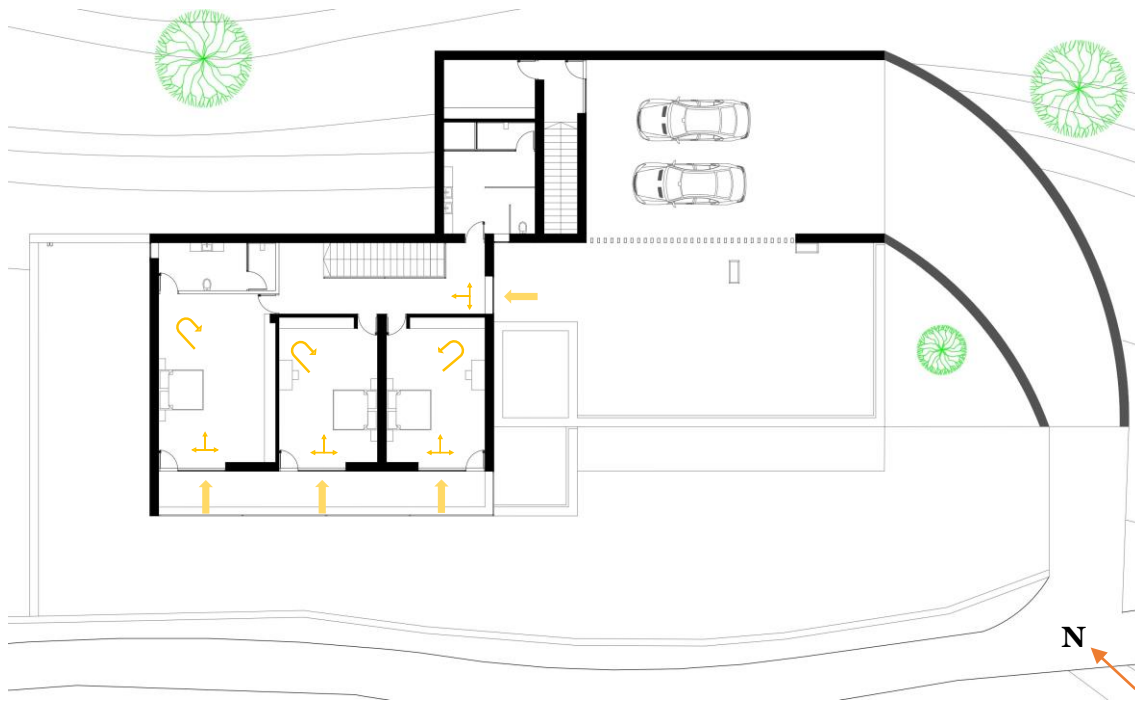
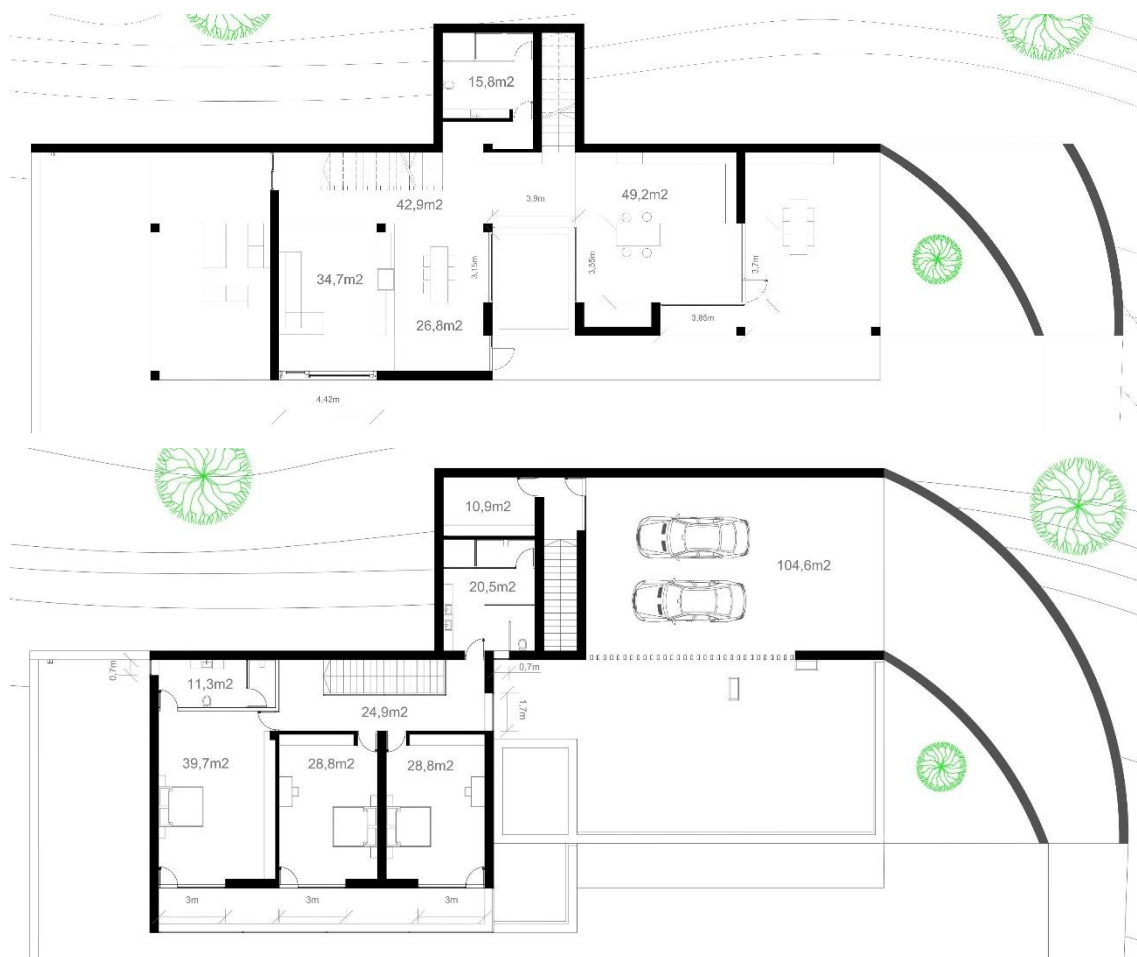


FIGURA 17, TROCAS DE CALOR EM CONDIÇÕES DE INVERNO NA FACHADA SUL E SUDOESTE

- ↑ Captação
- ↕ Distribuição
- ↻ Acumulação

A moradia caracteriza-se, principalmente, pelo seu pátio central, sala de estar/jantar e cozinha, orientados no quadrante sul e sudoeste, que possuem vãos de grandes dimensões permitindo uma captação mais eficiente da radiação solar, facilitando a sua entrada direta em todos as áreas do piso inferior. Os quartos e a garagem, que se encontram no piso superior, orientados para o mesmo quadrante, possuem assim os mesmos benefícios. O tipo de vãos que este projeto apresenta irão permitir a entrada de radiação solar direta no Inverno, fazendo a sua distribuição por todos os espaços que, através dos materiais dos pavimentos, paredes e tetos, vai otimizar a acumulação de energia térmica, proporcionando uma temperatura confortável. Das 3 instalações sanitárias existentes, uma delas encontra-se orientada para Noroeste, outra para sudoeste, e outra, possui uma claraboia que permite uma radiação solar permanente.

No presente projeto, as áreas foram dimensionadas de modo a garantir o armazenamento do calor e evitar perdas, uma vez que, espaços mais reduzidos tendem a demorar menos tempo a aquecer e a dissipar o calor interior.



Os vãos foram implementados seguindo um sistema de sombreamento, sendo este, o recuo das fachadas, em que a ação deste sistema permite que a radiação solar não incida diretamente no vidro, não havendo assim um sobreaquecimento dos espaços interiores. Os vãos são constituídos por caixilharias em que o material base é a sílica (areia), um recurso simples e ecológico, desde a sua origem, a fibra de vidro apresenta uma pegada ecológica reduzida. A sua condução térmica apresenta valores a começar nos, $0,74 \text{ W/m}^2\text{K}$, contribuindo para uma construção termicamente eficiente. O seu sistema BWS35 permite uma operação fácil e leve, as folhas móveis podem ser abertas para limpeza para uma fácil manutenção.

A outra fase a ter em conta na conceção do desenho da solução passiva, centra-se na distribuição e acumulação de calor no espaço interior através das propriedades dos materiais. A escolha do pavimento interior do rés do chão e da garagem é caracterizado por pavimento *Stork*, composto por pedra natural e aglomerado de cortiça, sendo esta uma matéria prima 100% natural e renovável. Este pavimento distingue-se pela sua leveza e isolamento térmico e acústico, proporcionando maior conforto aos seus utilizadores. Para além disso, apresenta características à prova de água e uma elevada

resistência ao impacto, sendo uma solução ideal para espaços como cozinhas e casas de banho. Para o pavimento interior do primeiro piso, o *Parquet* é uma ótima opção. Com um sistema inovador de montagem e à base de madeira natural, destaca-se como um produto composto por materiais 100% naturais, muito resistente e com boa durabilidade. A sua firmeza sente-se de imediato, transmitindo carisma e conforto ao espaço, durante vários anos.

A moradia apresenta um sistema de paredes exteriores compostas por tijolo, caracterizado pelo seu sistema de encaixe na vertical que permite um conforto térmico e acústico em toda habitação. Este sistema, evita o uso de argamassa na junta vertical, poupando recursos, tornando-o assim mais sustentável. É composto por um isolamento térmico em aglomerado de cortiça expandida, contínuo pelo exterior, de modo a reduzir perdas e evitando as pontes térmicas. O revestimento das fachadas é constituído por uma solução de madeira termotratada – um processo de modificação molecular efetuado com vapor de água a altas temperaturas, sem necessidade de produtos químicos. Este revestimento apresenta excelente estabilidade dimensional, elevada resistência a efeitos climáticos e humidade, grande durabilidade e baixos custos de manutenção. O uso de isolamento térmico exterior, como falado anteriormente, apresenta mais benefícios a nível térmico, comparativamente ao uso de isolamento térmico pelo interior, uma vez que permite:

- A redução de pontes térmicas;
- O aumento da inércia térmica;
- A gestão de recursos, ou seja, com menos espessura (menos consumo de recursos) obtém-se um maior nível de eficiência térmica;

A composição da cobertura é igualmente importante. A moradia apresenta dois tipos de cobertura, uma delas ajardinada e outra plana. A cobertura ajardinada é um elemento altamente protetor da impermeabilização, adequando-se a condições climáticas variáveis, de forma eficaz. É considerada uma solução de fácil instalação, grande resistência ao fogo, alto rendimento acústico e um excelente desempenho térmico. A cobertura plana composta também por um sistema de impermeabilização bastante eficiente, impede a passagem de água para o interior.

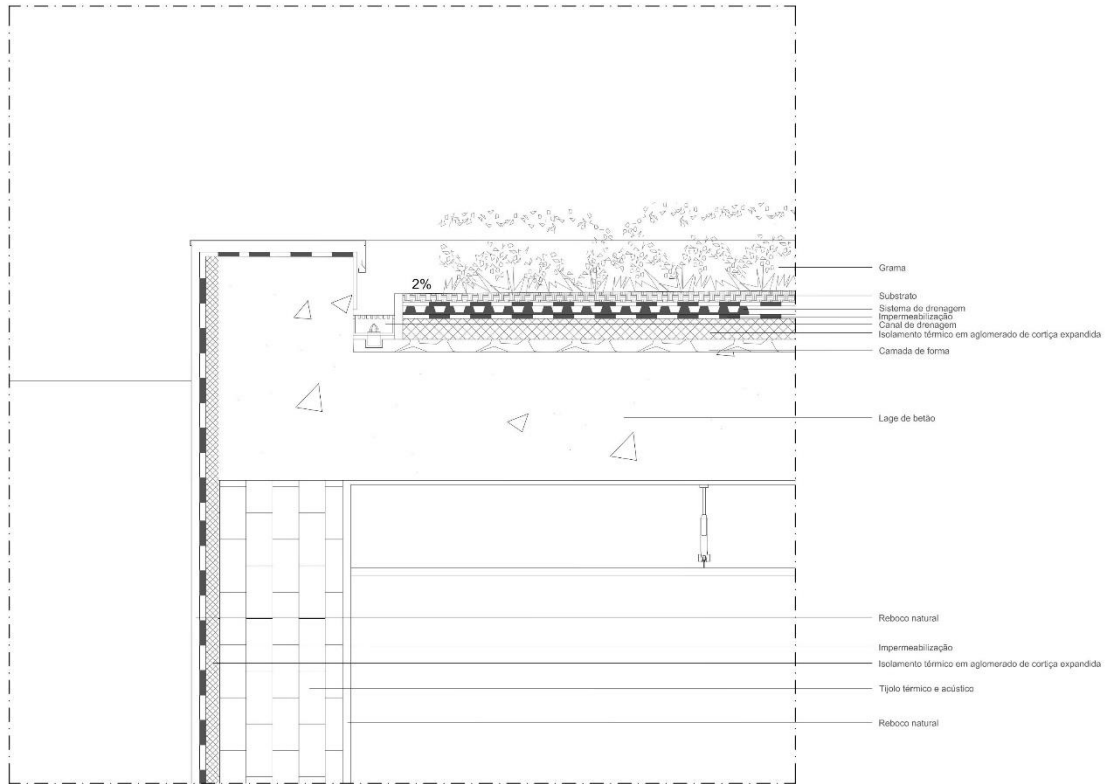


FIGURA 19, PORMENOR CONSTRUTIVO DA COBERTURA AJARDINADA

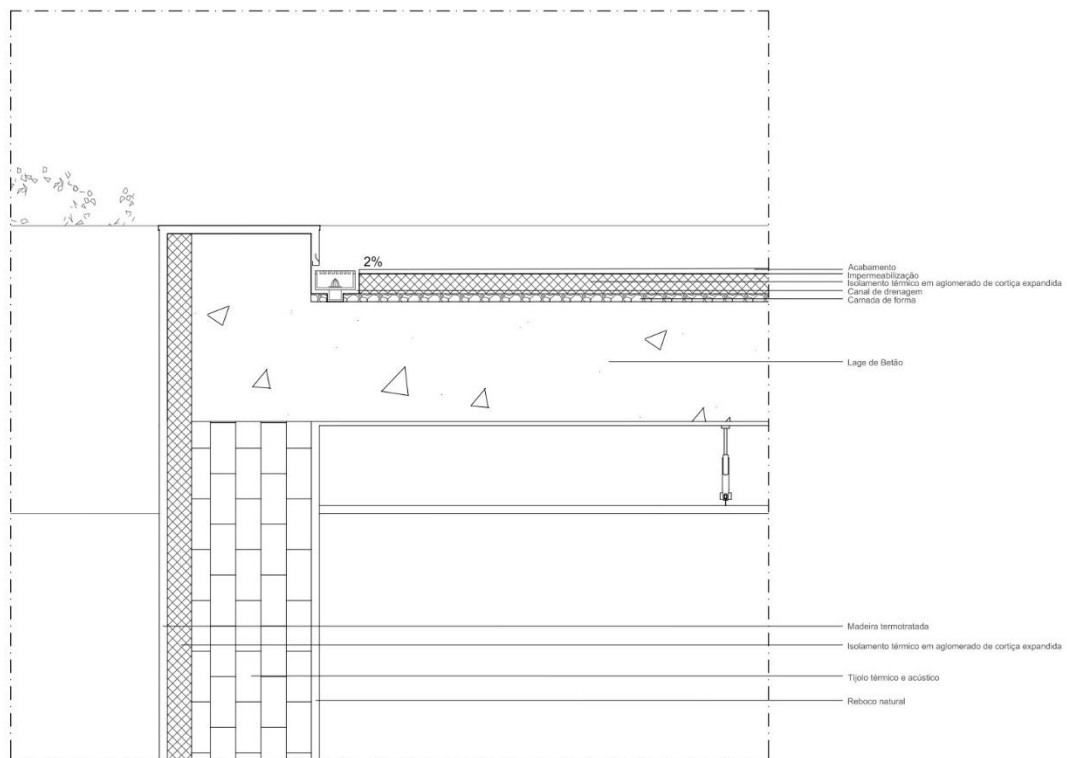


FIGURA 20, PORMENOR CONSTRUTIVO DA COBERTURA PLANA

Crítérios Solares Passivos: Condições de verão

A maior parte dos elementos construtivos de uma moradia, tais como, a cobertura, as paredes, os vãos, a forma do edifício e a cor das fachadas, contribuem para um sobreaquecimento local. Deste modo, os critérios solares passivos para as condições de verão têm como objetivo adissipação de calor e a redução do sobreaquecimento, no seu interior. Por esse motivo, métodos de ventilação passiva e implementação de elementos de sombreamento, são medidas a pôr em prática.

O sobreaquecimento de um espaço, define-se pela transformação de energia radiante em energia térmica, dado que, a sua eliminação passa pela orientação dos vãos e o posicionamento das fachadas. Através da abertura dos vãos, é possível a troca do ar interior pelo ar exterior, à partida, mais fresco. No entanto, o seu posicionamento é crucial. Uma vez que os vãos, recebem radiação solar direta, é necessário que exista um controlo para que não se torne excessiva. Por isso, as fachadas foram implementadas, de forma a criar um sombreamento de 54°, permitindo assim que a radiação solar não incida diretamente. Para além de posicionados no quadrante Sul e Sudoeste proporcionando uma incrível vista para o exterior, os vãos também possuem um sistema de guilhotina, que permitem a entrada de ar fresco sempre que necessário, criando um ambiente confortável para o ocupante. No pátio, foram também implementados o mesmo tipo de vãos com as mesmas características.

A composição e o revestimento das paredes exteriores, consoante as suas características, são fatores importantes na transmissão de calor. Um projeto solar passivo deve adaptar-se tanto às condições de inverno, como às de verão. Por esse motivo, a estrutura das paredes exteriores não só devem permitir a acumulação de calor no inverno, como ao mesmo tempo, devem refletir a radiação solar ou evitar a sua entrada, no verão.

Juntamente com a ação da ventilação, o espaço interior mantém uma temperatura constante e agradável no verão. Evitando a todo o custo, meios mecânicos de arrefecimento, esta moradia contribui para um menor consumo de energia e impacto ambiental, sendo assim financeiramente vantajoso para o proprietário.

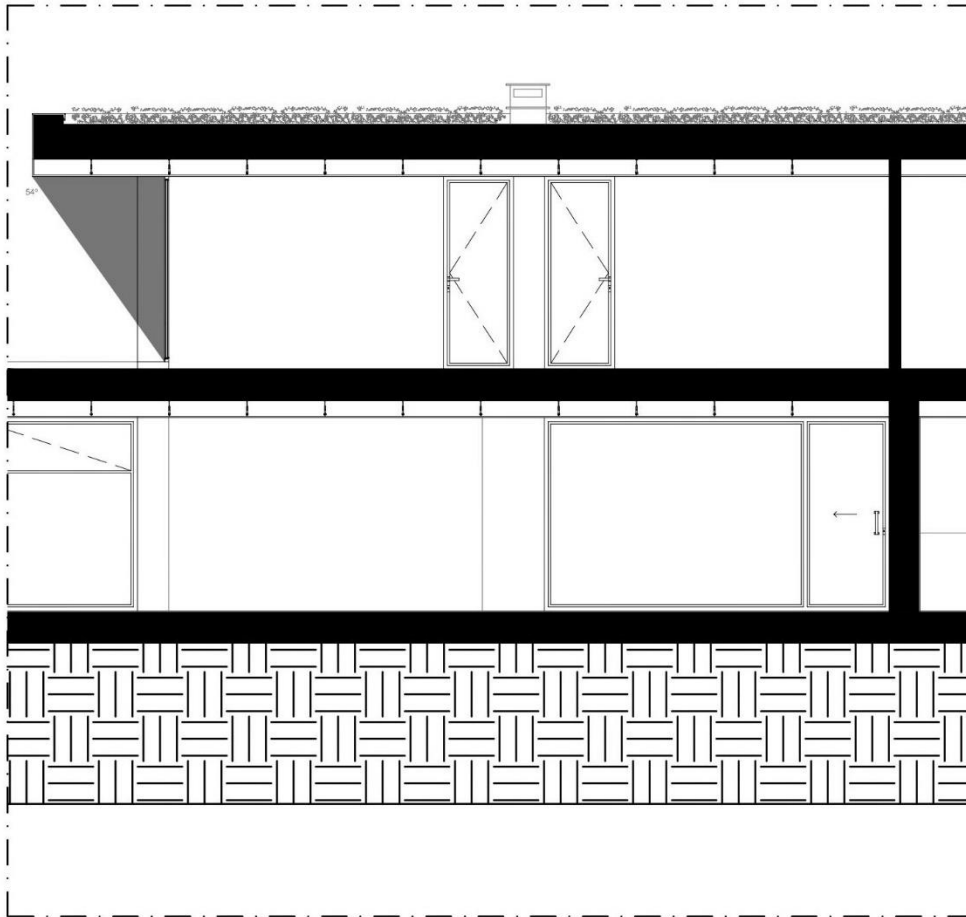


FIGURA 21, INDICAÇÃO DE SOMBREAMENTO DE 54° COM AFASTAMENTO DA FACHADA

7.3.3. Ventilação

A ventilação natural oferece a renovação do ar interior da habitação, contruindo também nas soluções passivas de arrefecimento. Nesta perspetiva, a renovação do ar interior contribui para a dissipação de calor e para a desconcentração de vapores. A ventilação natural corresponde ao circuito de ar no interior da habitação através de vãos, cuja disposição deve ser favorável à orientação do vento. Assim, os vãos devem ser posicionados e dimensionados de modo a proporcionar uma corrente de ar no espaço interior, tendo em conta o volume do mesmo.

Neste presente caso de estudo, tanto o rés do chão, como o primeiro piso, possuem vãos direcionados a sul, sudeste e sudoeste, de modo a permitir uma ventilação favorável. Esta disposição, permite que o diferencial de temperatura perfaça o varrimento do ar, na medida em que o diferencial térmico e a pressão faz com que se movimentem sempre em direção à zona de menor temperatura devido à pressão térmica dos fluidos. Em dois dos

espaços, correspondente às instalações sanitárias, a ventilação natural é garantida a partir de uma claraboia, permitindo um conforto térmico e uma saída de vapores, evitando excesso de humidade. Para além disso, todas as portas do interior da habitação apresentam uma frincha inferior que permite a circulação de ar, mesmo quando fechadas. O controlo da temperatura interior é conseguido através da abertura de janelas e fachadas opostas onde o ocupante pode optar pelo sistema de guilhotina ou de correr, para o período noturno e diurno, respetivamente, sem nunca comprometer a sua segurança/privacidade. Neste sentido, este tipo de solução, assegura as necessidades de ventilação e renovação de ar, evitando a humidade e a formação de condensações.

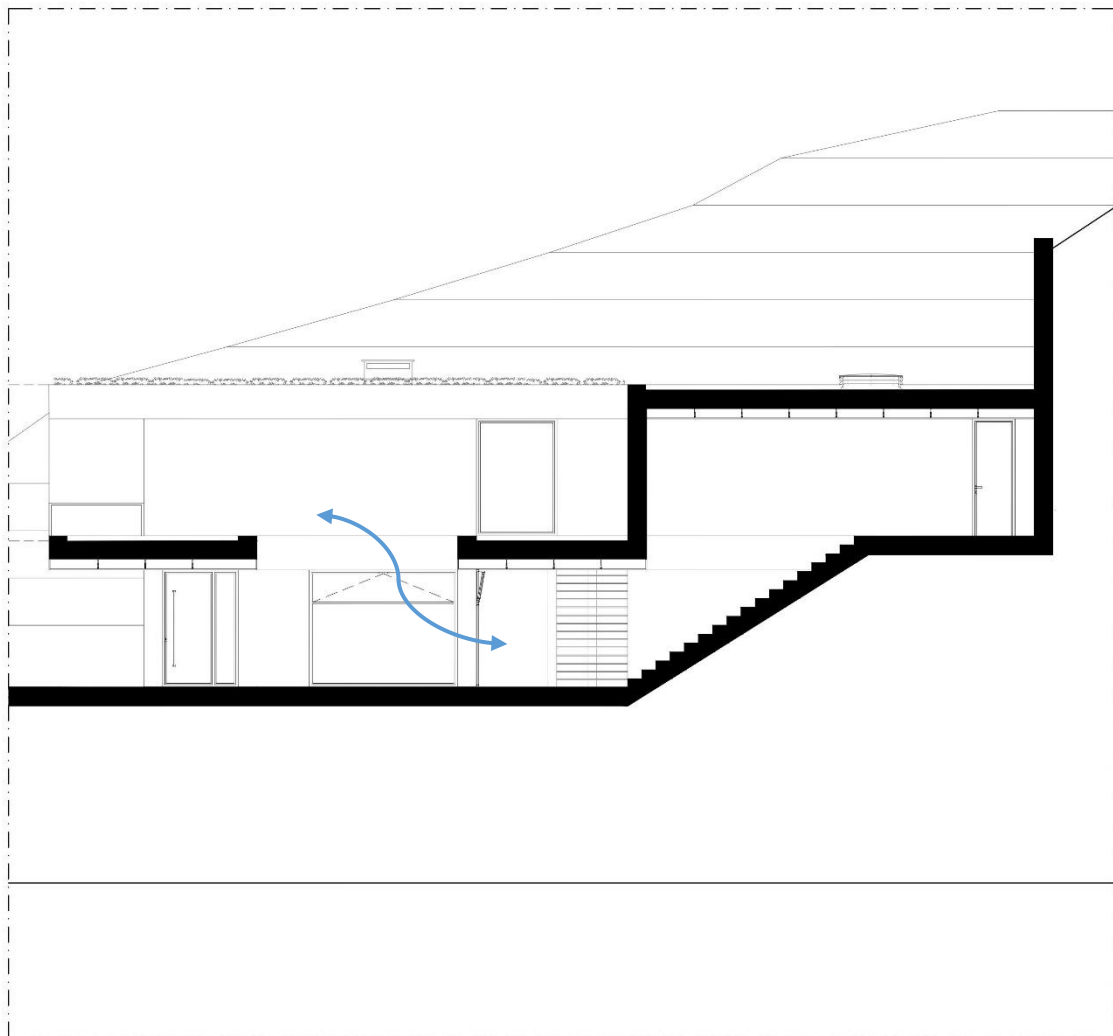


FIGURA 22, ESQUEMA DE VENTILAÇÃO NATURAL (ENTRADA E SAÍDA DE AR)

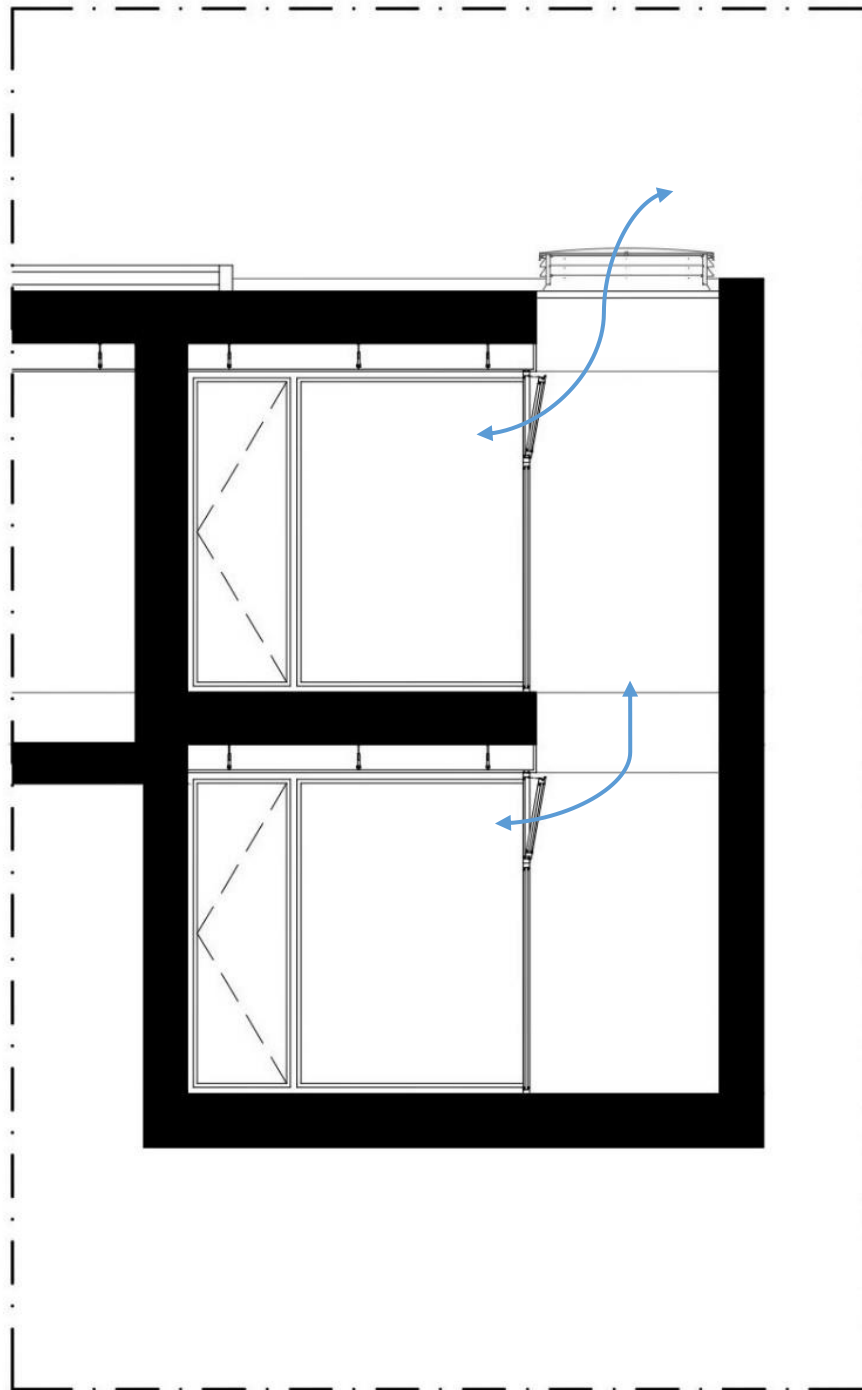


FIGURA 23, PORMENOR DE VENTILAÇÃO PERMANENTE ATRAVÉS DE CLARABOIA

7.3.4. Eficiência Energética

Neste projeto, foram introduzidas técnicas solares passivas complementadas com a implementação de painéis solares na cobertura para a iluminação artificial dos espaços interiores e exteriores, sempre que necessário. É muito importante determinar o nível de eficiência do painel solar, as condições de manutenção e a vida útil prevista, juntamente com a viabilidade económica e o conforto para o utilizador. Neste sentido, foi previsto a implementação de painéis solares fotovoltaicos, em que a principal vantagem assenta na captação de luz solar e o seu posicionamento deverá tirar o melhor partido da mesma. Os respetivos painéis solares fotovoltaicos apresentam as seguintes características:

- **Formato**
 - Dimensão: 200cm x 1cm.

- **Funcionamento**
 - Os painéis solares fotovoltaicos são constituídos por células fotovoltaicas que captam a luz solar. As células criam uma diferença de potencial elétrico por ação da luz, absorvendo a energia do sol e fluindo a corrente elétrica entre camadas com cargas opostas.

- **Desempenho e Consumo**
 - Redução em 90% no valor da fatura da luz;
 - A quantidade de painéis solares vai depender do tipo de consumo energia existente;

- **Manutenção**
 - Sistema com mínima manutenção.

- **Vida útil**
 - 5 anos de garantia contra defeitos de fabrico e corrosão.
 - Cada painel apresenta, em média, 25 anos de vida útil.

- **Retorno de investimento**
 - Investimento médio de 4 anos.

O uso destes painéis solares é um contributo muito importante não só para a preservação do meio ambiente, mas também para a redução das despesas respeitantes ao consumo de energia elétrica, sendo assim, uma vantagem a nível económico para o proprietário.

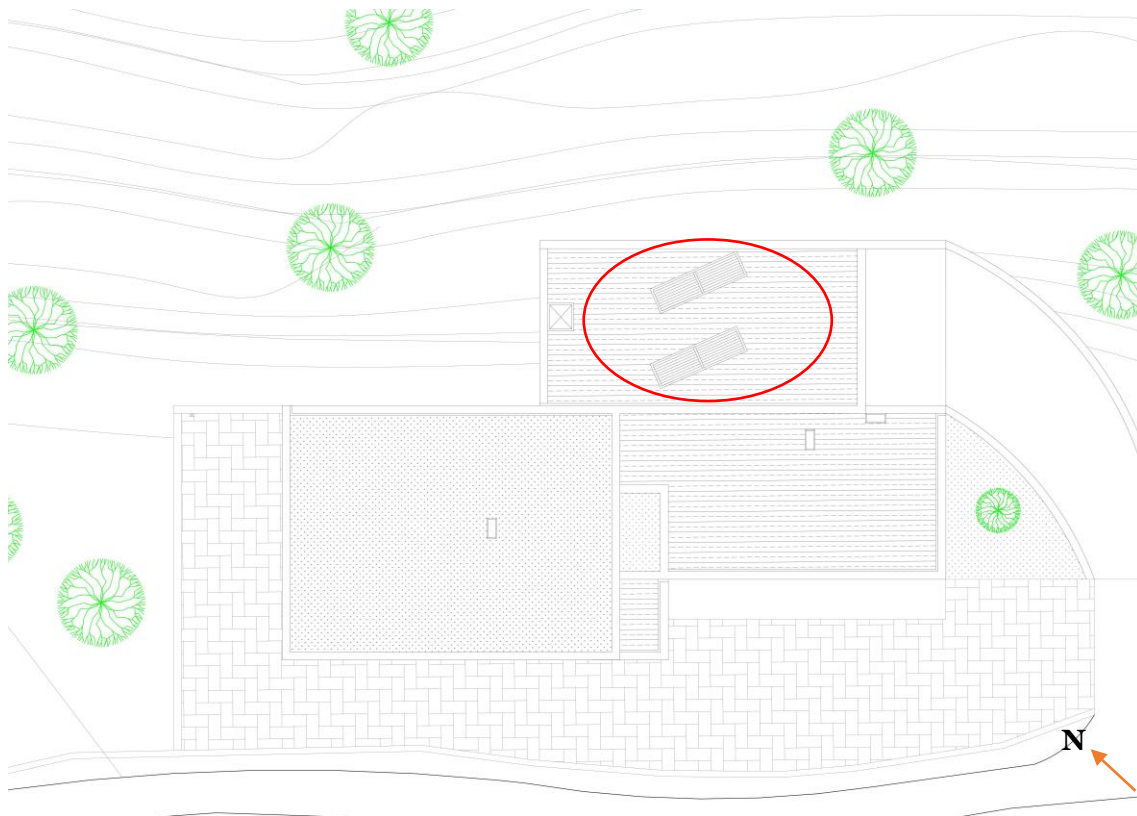


FIGURA 24, DEMARCAÇÃO DOS PAINÉIS FOTOVOLTAICOS

7.3.5. Instalações, Aquecimento de água e Sistema de aproveitamento de águas pluviais

A habitação contém um compartimento de zona técnica, do qual beneficia de um aparelho termoacumulador de apoio aos painéis solares, que garante água aquecida nas instalações sanitárias e na cozinha sempre que necessário. Também foi implementado uma cisterna de recolha de águas pluviais, para fins de uso doméstico onde não seja necessária água potável, como, rega de jardins, lavagem de carros, pátios, máquina de lavar roupa e autoclismos. Este sistema proporciona uma redução de 50% na fatura da água. Foram igualmente aplicados dispositivos de baixo consumo, como torneiras com atomizadores de pressão e autoclismos com doseadores de descarga.

7.3.6. Iluminação

A iluminação natural é garantida através dos vãos envidraçados durante o período diurno. Durante o período noturno, é utilizada iluminação artificial produzida pela energia captada pelos painéis solares instalados. Esta iluminação artificial centra-se na utilização de Led's, de modo a contribuir para a redução do consumo e diminuição da trepidação da luz. O tipo de aparelhos foi escolhido conforme a funcionalidade de cada espaço, em que o sistema de iluminação das instalações sanitárias é acionado através de sensores de presença para permitir desligar parcialmente as lâmpadas em períodos de não utilização.

7.3.7. Gestão dos materiais utilizados

Relativamente à escolha dos materiais, este é um dos fatores importantes para a construção eficiente e racional face ao ecossistema local. A indústria da construção, atualmente, gera imensos resíduos que são depositados em aterros, sendo que muitos contêm níveis de toxicidade e emissões nocivas para o meio envolvente. A utilização de materiais recicláveis, veio a ser uma solução para colmatar este problema. A reciclagem ou reutilização destes resíduos de construção, exige uma escolha e separação de acordo com o fim do seu ciclo de vida. A maioria dos resíduos da construção destinam-se à produção de agregados, embora alguns materiais tenham a capacidade de serem reciclados para dar origem a novas peças ou objetos. Materiais à base de madeira, sem aditivos químicos, como por exemplo as fachadas revestidas em madeira termotratada, destinam-se, fundamentalmente, para a produção de energia por biomassa.

Um dos problemas relativamente à reciclagem de alguns materiais, advém das colas ou químicos que funcionam como ligantes, pinturas ou vernizes. Estes componentes, às vezes impossíveis de separar do material principal, conduzem a que um material à partida reciclável tenha de ser direcionado para o aterro. É importante que nesta escolha de materiais, seja bem analisado o tipo de ligantes e estruturas utilizados, dando prioridade aos sistemas de ligação mecânica que permitem a sua desconstrução em partes autónomas, encaminhando cada componente em separado. O presente projeto apresenta a seguinte compilação de materiais utilizados e a sua capacidade de reciclagem ou reutilização:

Materiais utilizados como fonte de energia (biomassa)

- Pavimento Parquet – madeira natural:
 - Madeira proveniente de florestas certificadas, ou de controlo florestal sustentável e legal.
 - Pavimento reutilizado como fonte de energia (biomassa).
- Portas interiores em madeira natural pintada a tinta:
 - Possibilidade de reciclagem após extração da tinta.

Materiais para fundição

- Teto falso em placas de gesso cartonado:
 - Reciclagem integral.
- Vidro:
 - Material base, sílica (areia);
 - 100% de potencial de reciclagem para o fabrico de novo vidro.
- Caixilharia metálica dos vãos:
 - Composto por alumínio;
 - 100% de potencial de reciclagem (fundição de novas peças metálicas) sem deteriorar a sua qualidade.

Materiais que através de britagem destinam-se a criação de agregados

- Betão:
 - 90% de potencial de reciclagem para agregados.
- Pavimento em pedra natural:
 - Material pedra;
 - Reciclagem para agregados.
- Alvenaria em tijolo térmico e acústico:
 - Sistema de encaixe na vertical, evita o uso de argamassa na junta vertical;
 - Reciclagem para agregados.⁷

⁷ Construção sustentável, Conceito e prática, Miguel P. Amado, Alberto Reaes Pinto, Ana Maria Alcafache, Inês Ramalhete

8. Conclusão

Considerando a Arquitetura sustentável, não só uma projeção de edifícios sustentáveis e inteligentes, mas sim uma prática que desenvolve processos multidisciplinares e que aborda a arquitetura como um todo, esta dissertação tem como objetivo criar uma moradia unifamiliar sustentável, seguindo uma linha contemporânea num espaço rural, respeitando todo o tipo de processos, materiais e técnicas. Esta prática deve e pode ser adequada a todos os estilos arquitetônicos. Sendo a arquitetura um processo evolutivo, a análise e compreensão de estilos, materiais e técnicas torna-se fundamental para alcançar resultados efetivos no desenvolvimento de práticas sustentáveis. Após a análise do local de intervenção e de todas as noções adquiridas ao longo do curso e da disciplina construção sustentável, foi elaborada uma proposta de uma moradia unifamiliar sustentável seguindo uma linha contemporânea.

O futuro deve ser construído com base no passado, portanto a arquitetura moderna e as práticas industriais precisam de ser um contributo fulcral para o desenvolvimento de práticas sustentáveis, não esquecendo as bases/conceitos da arquitetura vernacular. Se a arquitetura moderna e as práticas industriais são consideradas nocivas aos ecossistemas devido aos gases de efeito de estufa e às emissões de CO₂, estas também são as responsáveis pelo desenvolvimento de sistemas de gestão e, ainda, pela criação de equipamentos de produção de energia de forma sustentável. Por esse motivo, durante a execução desta proposta, houve a preocupação de seguir todas as normas e princípios de uma eficiente construção sustentável. Assim, a conjugação da boa escolha de materiais com as técnicas industriais conscientes, será o futuro da arquitetura sustentável.

Como explicado anteriormente, também a consciencialização da sociedade é fundamental, uma vez que as habitações até podem ser efetivamente projetadas para a sustentabilidade, cumprirem todas as normas e diretrizes, mas se os seus utilizadores não demonstrarem comportamentos sustentáveis, todo o esforço será em vão e nunca se alcançará a sustentabilidade pretendida. Posto isto, esta dissertação pretende demonstrar como a arquitetura e a construção sustentável comunicam, harmoniosamente, entre si, tendo sempre a preservação do meio ambiente como principal premissa para a promoção de um futuro sustentável.

9. Bibliografia

Livros

- Construção sustentável, Conceito e prática, Miguel P. Amado, Alberto Reaes Pinto, Ana Maria Alcaface, Inês Ramalhete

Dissertações

- Dissertação Práticas sustentáveis no Espaço Rural, Caso de estudo S. Pedro do Rio Seco (Almeida, Guarda).
- Dissertação Habitação sustentável em espaço rural: O caso do património molinológico na Freguesia de Cortes – Leiria

Internet

- <https://laart.art.br/blog/arquitetura-contemporanea/>
- <https://refarq.com/2015/10/15/o-que-e-uma-habitacao-sustentavel/>
- <https://pt.weatherspark.com/y/32887/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Vilela-Portugal-durante-o-ano>
- https://www.suapesquisa.com/o_que_e/vento.htm

10. Anexos

10.1. Fotos do local de intervenção



10.2. Fotos da proposta (Exterior)



10.3. Fotos da proposta (interior)

