

FACULDADE DAMAS DA INSTRUÇÃO CRISTÃ
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO

ARQUITETURA PASSIVA E AUTOMAÇÃO: Projetando a Casa do Futuro

Por Maria Eugênia Vasconcelos

Recife
2020



ARQUITETURA PASSIVA E AUTOMAÇÃO: Projetando a Casa do Futuro

Trabalho de conclusão de curso como exigência parcial para graduação no curso de Arquitetura e Urbanismo, sob a orientação do Prof. Dr. Pedro Henrique C. Valadares.

FACULDADE DAMAS DA INSTRUÇÃO CRISTÃ
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO
Por Maria Eugênia Vasconcelos
Recife
2020

Catálogo na fonte
Bibliotecário Ricardo Luiz Lopes CRB/4-2116

V331a Vasconcelos, Maria Eugênia.
Arquitetura passiva e automação: projetando a casa do futuro /
Maria Eugênia Vasconcelos. - Recife, 2020.
80 f.: il. color.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Henrique C. Valadares.
Trabalho de conclusão de curso (Monografia – Arquitetura e
Urbanismo) – Faculdade Damas da Instrução Cristã, 2020.
Inclui bibliografia.

1. Arquitetura e Urbanismo. 2. Casa do futuro. 3. Tecnologia. 4.
Meio ambiente. 5. Recursos naturais. I. Valadares, Pedro Henrique C.
II. Faculdade Damas da Instrução Cristã. III. Título

CDU 72 (22. ed.)

FADIC (2020.2-309)

FACULDADE DAMAS DA INSTRUÇÃO CRISTÃ
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO

Maria Eugênia Silva Gonçalves Vasconcelos

**ARQUITETURA PASSIVA E AUTOMAÇÃO:
PROJETANDO A CASA DO FUTURO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como exigência parcial para Graduação
no Curso de Arquitetura e Urbanismo, sob a orientação do Prof. Dr. Pedro Henrique Cabral Valadares.

Aprovado em _____ de 2020

BANCA EXAMINADORA

**Prof. Marco Cesar Monteiro de Moraes Luna, FADIC
Primeiro Examinador**

**Ana Carolina Puttini Iannicelli
Segunda Examinadora**

**Prof. Dr. Pedro Henrique Cabral Valadares, FADIC
Orientador**

Recife
2020

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente à Deus pelas oportunidades incríveis que vem surgindo na minha trajetória. Aos meus Pais, por me proporcionarem a experiência de um segundo curso com uma carga tão prazerosa, agradeço o apoio de sempre e os investimentos para que eu pudesse me realizar cada vez mais como profissional de uma área que tanto admiro.

Ao meu Noivo, pelos incentivos desde o início em tudo que me comprometo, pela paciência nos momentos de incertezas e pela gigantesca disponibilidade, sempre.

Ao meu Orientador, pela paciência, pelos questionamentos feitos no decorrer da minha pesquisa que influenciaram em grandes pontos e por todo o tempo e atenção cedido a qualquer momento.

Às minhas Colegas de classe e Amigas, pelos incentivos, opiniões e compartilhamentos, em especial à Catarina, Luiza, Mari e Rayra, por estarem ao meu lado durante todo o curso.



A arquitetura afeta a maneira como nos sentimos a cada dia, o que não é de se admirar, se considerarmos quanto tempo todos nós vivemos no interior de edificações. O norte-americano médio, por exemplo, passa 90% de seu tempo dentro de alguma construção. Ainda assim, muitos de nossos imóveis nos privam de luz natural, têm pé-direito baixo demais e não levam em conta nossas necessidades pessoais, sociais e ambientais! As coisas não precisam ser assim. Somos capazes de controlar tamanha força – só precisamos começar a exigir mais de nossas edificações.

Marc Kushner

RESUMO

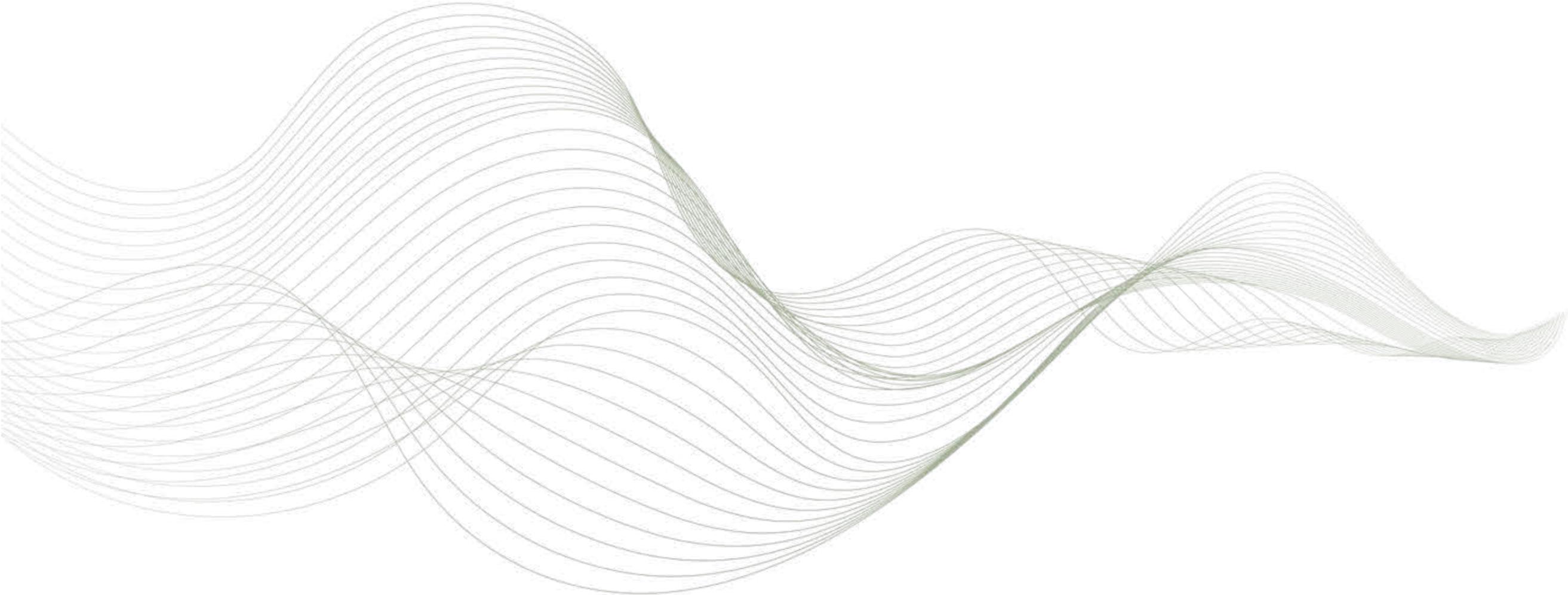
O presente trabalho trata de uma proposta de um anteprojeto de uma Casa do Futuro, conceito esse que vai sendo apresentado e trabalhado no decorrer dos capítulos teóricos dessa pesquisa. A proposta surge ao questionamento sobre as necessidades do habitar do futuro, quais as necessidades do usuário e o que nós, projetistas, devemos nos ater ao projetar residências para os próximos anos. Com as constantes mudanças que acontecem no âmbito da arquitetura, chega a era onde a preocupação maior é o usuário e o meio ambiente. A partir daí, surgem novas tecnologias e novas formas de pensar o construir, muitas vezes baseadas em meios já utilizados, mas abordados de forma a atender as demandas e as necessidades atuais e futuras. A Casa do Futuro, apresentada aqui, se caracteriza por uma edificação que utiliza de meios tecnológicos e construtivos para resultar em uma construção com alta eficiência energética e que busca evitar o desperdício dos recursos naturais.

Palavras-chave: Casa do Futuro. Tecnologia. Meio Ambiente. Recursos Naturais.

ABSTRACT

The present work deals with a proposal for a preliminary project for a House of the future, a concept that is being presented and worked on during the theoretical chapters of this research. The proposal arises when questioning the needs of the future's inhabitants, which are the user's needs and what we, designers, should stick to when designing homes for the coming years. With the constant changes that happen in the realm of architecture, the era arrives where the biggest concern is the user and the environment. From there, new technologies and new ways of thinking about building appear, often based on means already used, but approached in order to meet current and future demands and needs. The Casa do Futuro, presented here, is characterized by a building that uses technological and constructive means to result in a building with high energy efficiency and that seeks to avoid wasting natural resources.

Keywords: House of the future. Technology. Environment. Natural resources.





INTRODUÇÃO



ARQUITETURA,
ESTILO DE
VIDA E AVANÇOS
TECNOLÓGICOS

- 2.1. As Revoluções
- 2.2. Arquitetura e Tecnologias Construtivas



ARQUITETURA
DO FUTURO

- 3.1. Cidades Inteligentes
- 3.2. Arquitetura Inteligente
- 3.3. Internet das Coisas e Inteligência Artificial



AUTOMAÇÃO
RESIDENCIAL

- 4.1. Pilar 1 - Conforto
- 4.2. Pilar 2 - Segurança
- 4.3. Pilar 3 - Economia
- 4.4. Tecnologias e Interfaces



ARQUITETURA
PASSIVA

- 5.1. Clima
- 5.2. Orientação - Sol e Ventos
- 5.3. Materiais
- 5.4. Estratégias Construtivas
 - 5.4.1. Forma e Layout
 - 5.4.2. Ventilação Cruzada
 - 5.4.3. Peitoril Ventilado
 - 5.4.4. Beiral
 - 5.4.5. Marquise
 - 5.4.6. Brise
 - 5.4.7. Prateleira de Luz
 - 5.4.8. Muxarabis e Cobogó
 - 5.4.9. Vegetação
 - 5.4.10. Telhados Verdes
- 5.5. Resfriamento Passivo
- 5.6. Eficiência Energética



ESTUDOS DE CASO

- 6.1. Caso 1 - Residências Inteligentes Zacatepetl
- 6.2. Caso 2 - Casa Gerold Geppert



A CASA DO FUTURO
ANTEPROJETO

- 7.1. Diretrizes Projetuais - Nordeste
- 7.2. Terreno
- 7.3. Estudos para implantação
- 7.4. Programas de Necessidades, Zoneamento, Organograma e Fluxograma
- 7.5. Memorial Descritivo



CONSIDERAÇÕES
FINAIS



REFERÊNCIAS



APÊNDICES

.SUMÁRIO.

1. INTRODUÇÃO



Para todo novo momento da arquitetura houve um contexto histórico por trás, seja ele cultural, econômico, político ou social, e isso exige mudança na arquitetura. Hoje, vemos cada vez mais a necessidade de uma arquitetura voltada para o usuário e para o meio ambiente, seja ela um arquitetura mais sustentável, ecológica ou que simplesmente poupe a imensa utilização e desperdícios dos seus recursos.

Com isso, esse trabalho propõe o desenvolvimento de um anteprojeto de uma casa do futuro inserida no clima do Nordeste, que em seu contexto geral trabalha com alternativas passivas, ativas e tecnológicas, resultando em uma edificação energeticamente eficiente, confortável e com autossuficiência de gerir seus recursos.

A pesquisa trabalha com a **problemática** sobre quais os benefícios que a Casa do Futuro pode trazer para o usuário da vida contemporânea, e com a **hipótese** de que ela possui características capazes de tornar a vida do usuário mais simples e eficiente, com conforto, segurança, economia e integração tornando seu lar mais eficiente e autossuficiente.

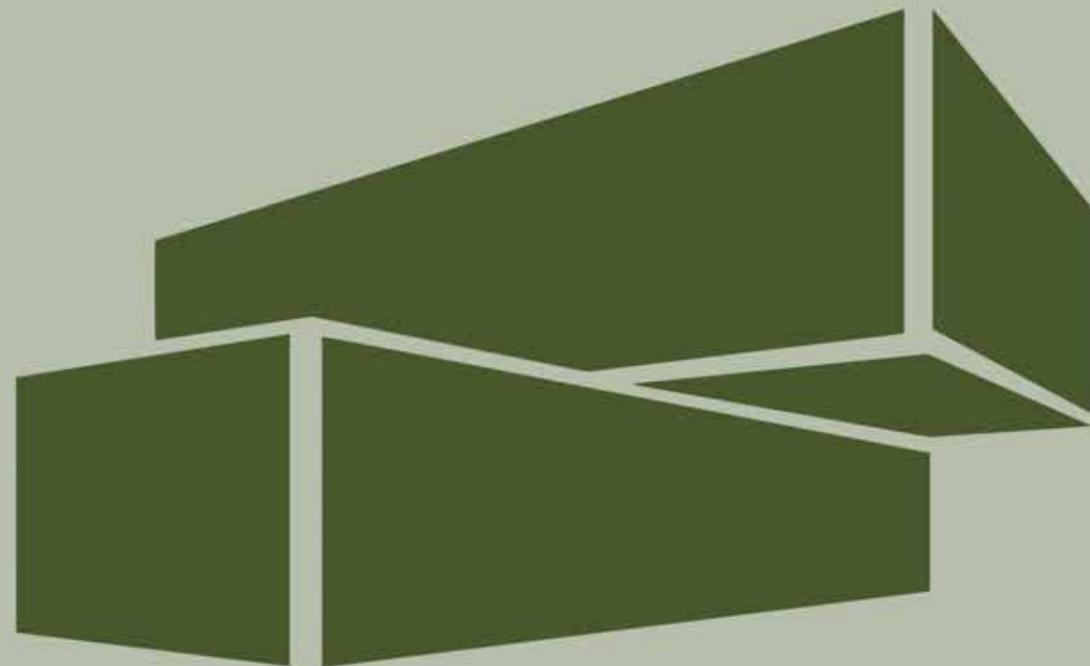
Tem como **Objetivo Geral** o desenvolvimento de um anteprojeto de arquitetura da casa do futuro com base na automação e princípios passivos. E como **Objetivos Específicos**, compreender as transformações no estilo de vida consequente aos avanços tecnológicos; entender a Arquitetura do Futuro; estudar e Abordar questões relacionadas à Arquitetura Passiva; conhecer as tecnologias mais recentes utilizadas na automação residencial; pesquisar os recursos sustentáveis e naturais aplicáveis para um maior desempenho, eficiência energética e autossuficiência da construção e definir diretrizes para o desenvolvimento de um anteprojeto residencial aplicando as tecnologias e recursos definidos, inseridos ao clima do Nordeste. A **metodologia** utilizada é a abordagem hipotética-dedutiva e os métodos de procedimento histórico e comparativo. Tem como principal **referencial teórico** Design Passivo de Gurgel (2012) e Edificações Inteligentes de Pinheiro e Crivelaro (2020).

É dividido em 8 capítulos, sendo o primeiro a introdução. O Segundo aborda as Revoluções até hoje e como a arquitetura vem se transformando. O Terceiro traz o contexto da arquitetura do futuro, suas mudanças e tecnologias. O Quarto, a automação residencial com seus pilares e tecnologias. No Quinto, apresenta a arquitetura passiva e seus princípios. O Sexto, expõe dois estudos de caso com intuito explorativo. Já no Sétimo capítulo, se dá início a parte projetual da proposta de uma Casa do Futuro, suas diretrizes, terreno, estudos de implantação, programa e memorial descritivo. Por fim, o Oitavo com as considerações finais. No apêndice do trabalho encontra-se o anteprojeto da Casa do Futuro.

2. ARQUITETURA, ESTILO DE VIDA E AVANÇOS TECNOLÓGICOS

2.1. As Revoluções

2.2. Arquitetura e Tecnologias Construtivas



Vivemos em uma época em que a tecnologia se tornou parte essencial da vida humana. No decorrer dos últimos anos, com os avanços tecnológicos, surgimento de novos materiais e sistemas construtivos resultou em mudanças na forma como nos relacionamos com a arquitetura e o ambiente construído.

Segundo Pinheiro e Crivelaro (2020, p. 14), “O estilo de vida das pessoas vem se modificando ao longo da história em decorrência dos avanços tecnológicos de cada época. Essa transformação no estilo de vida faz com que ocorram mudanças nas edificações[...]”.

O mundo passou por grandes desenvolvimentos e transformações desde 1760, quando se deu início à Primeira Revolução Industrial. Essas mudanças influenciam diretamente o nosso estilo de vida, inclusive nosso comportamento.

Hopkins (2017, p.148) diz que “ao longo do século XIX, os arquitetos debateram de que modo – ou mesmo se – os avanços tecnológicos trazidos pela Revolução Industrial deveriam se refletir na arquitetura.”

2.1. As Revoluções

A palavra “revolução” evidencia uma transformação brusca e radical. Com o passar dos anos, as revoluções tendem a acontecer com o surgimento de novas tecnologias, que influenciam na nossa percepção do mundo e provocam grandes mudanças nas estruturas sociais e nos modelos econômicos (SCHWAB, 2019).

A primeira grande mudança na sociedade aconteceu na busca por alimentos, há cerca de 10.000 anos, a chamada Revolução Agrícola, quando o homem passa a se dedicar na manipulação de algumas espécies de plantas e na domesticação de animais.



A revolução agrícola combinou a força dos animais e a dos seres humanos em benefício da produção, do transporte e da comunicação. Pouco a pouco, a produção de alimentos melhorou, estimulando o crescimento da população e possibilitando assentamentos humanos cada vez maiores. Isso acabou levando à urbanização e ao surgimento das cidades. (SCHWAB, 2019, pos. 228).

Após a Revolução Agrícola, uma série de revoluções advieram após a metade do século XVIII: as chamadas Revoluções Industriais que nos últimos 250 anos transformaram o mundo e mudaram a forma como as pessoas geram valor. “Em cada uma delas, as tecnologias, os sistemas políticos, e as instituições sociais evoluíram juntos, mudando não apenas as indústrias, mas também a forma como as pessoas se viam em relação umas às outras e ao mundo natural” (SCHWAB, 2019).

Para Cardoso (2016, pos. 90), “com o avanço das tecnologias, o processo de adaptação às mudanças se tornou dinâmico, essas alterações exigidas pelo mercado foram se tornando cada vez mais rápidas, obrigando uma resposta mais ágil por parte das indústrias[...]”.

A primeira Revolução Industrial aconteceu entre 1760 e 1840 na Inglaterra, depois se difundiu por todo o mundo gerando grandes transformações econômicas e sociais. Foi uma transição do processo de manufatura artesanal para o sistema fabril, uma produção em maior escala com método padronizado.

Com a descoberta de que o carvão era uma ótima fonte de energia, foi possível implementar o primeiro processo de mecanização. Foi o surgimento das primeiras máquinas à vapor. Com essa novidade, houve um avanço não só para os sistemas de produção da época, mas também na área de transportes, viabilizando a primeira locomotiva (CARDOSO, 2016).

Na segunda metade do século XIX, dando continuidade ao processo de industrialização, se inicia a segunda revolução industrial, entre 1850 e 1940, trazendo mais avanço tecnológico ao surgimento de novas indústrias e aumentando a capacidade de produção em massa.

Existia uma vontade insaciável pela descoberta de novas tecnologias, e dentre tantas novidades foram destaques: novas fontes de energia, a energia elétrica, o manejo de novos processos de fabricação, o aparecimento do motor à combustão e a invenção do automóvel e do avião (CARDOSO, 2016).

“O rádio, o telefone, a televisão os eletrodomésticos e a iluminação elétrica mostraram o poder transformador da energia elétrica. O motor de combustão interna possibilitou a existência do automóvel, do avião e, finalmente, de seus ecossistemas” (SCHWAB, 2019, pos. 515).

Por volta de 1950, em consequência do grande desenvolvimento tecnológico, não só as indústrias, mas outros campos dos conhecimentos passam a sofrer grandes mudanças e avanços.



Considerada a era da informática, a terceira revolução industrial teve como principais mudanças a evolução da eletrônica, o surgimento dos computadores pessoais, a introdução de robôs nas linhas de produção, a flexibilização dos processos produtivos e a chegada da internet. (CARDOSO, 2016, pos.160).

Shchwab (2019, pos. 515) diz que “assim como ocorreu nos períodos anteriores, a Terceira Revolução Industrial não ocorreu por conta da existência das tecnologias digitais, mas pelas mudanças que essas tecnologias promoveram no nosso sistema econômico e social”.

Hoje, menos de um século após o início da Terceira Revolução Industrial, chegamos a um novo patamar tecnológico, o qual dará sequência à uma série de mudanças significativas no modo como fazemos negócios, produzimos bens e a forma de interação com esses bens e com as pessoas. Entramos na chamada Quarta Revolução Industrial (PERELMUTER, 2019).

Também chamada de Indústria 4.0, a Quarta Revolução é um conceito desenvolvido pelo professor alemão Klaus Martin Schwab, fundador do Fórum Econômico Mundial em 1971. Hoje é uma definição debatida por vários outros teóricos. Abrange conceitos como automação, inteligência artificial, armazenamento em nuvem, internet das coisas (IoT, do Inglês *Internet of Things*) e outros sistemas que trarão impactos sobre os postos de trabalho e na relação homem-máquina.



A quarta revolução industrial, no entanto, não diz respeito apenas a sistemas e máquinas inteligentes e conectadas. Seu escopo é muito mais amplo. Ondas de novas descobertas ocorrem simultaneamente em áreas que vão desde o sequenciamento genético até a nanotecnologia, das energias renováveis à computação quântica. O que torna a quarta revolução industrial fundamentalmente diferente das anteriores é a fusão dessas tecnologias e a interação entre os domínios físicos, digitais e biológicos. (SCHWAB, 2019, pos. 243).

Cardoso (2016, pos. 160), afirma que “vivemos em um mundo em que tudo está conectado e a troca de informações acontece em tempo real. Podemos dizer que estamos vivendo a era onde tudo está *online*”.

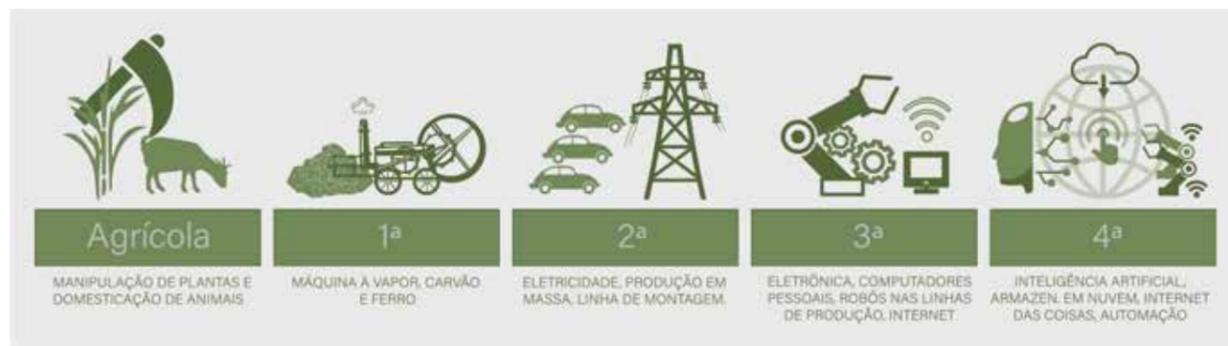
Com a facilidade de obter informações em qualquer lugar que estejamos, em consequência da grande integração dos sistemas atuais que trocam informações em tempo real, os processos de produção estão cada vez mais inteligentes (CARDOSO, 2016).

Isso acaba influenciando a produção e o desenvolvimento de produtos, automóveis, cidades e edifícios gradativamente mais inteligentes. Como resultado, torna nossas vidas e rotinas mais inteligentes também.

Para o Professor Klaus Schwab (2019), as tecnologias digitais, dos computadores, softwares e das redes não são novas, mas estão provocando quebras à terceira revolução industrial, pois, estão mais avançadas, sofisticadas e integradas, acarretando mais e maiores mudanças à sociedade e à economia mundial.

Essa, assim como todas as outras revoluções anteriores, surge para mudar a forma como vivemos, trabalhamos e nos relacionamos. Estamos entrando num cenário cada vez mais dominado pela velocidade de informações, integração de tecnologias e de grande impacto sistêmico (Figura 1).

Figura 1 - As Revoluções



Fonte: Montagem da Autora, 2020

"A revolução não está modificando apenas o "o que" e "como" fazemos as coisas, mas também "quem" somos" (SCHWAB, 2019).

2.2. Arquitetura e tecnologias construtivas

Acompanhando todas as revoluções, a arquitetura também passa por vários momentos, adaptações e inovações em consequência dos avanços tecnológicos e das mudanças sociais e econômicas, desde suas origens remotas até hoje em dia.

Ao analisar as primeiras edificações, verificamos a arquitetura como ferramenta, uma invenção para satisfazer as necessidades básicas dos seres humanos: abrigo, proteção e controle sobre o ambiente (CHING, 2014).

Com o passar dos anos, a sociedade passou a dominar cada vez mais essa ferramenta. Com o aparecimento de novas técnicas e materiais, as construções foram subindo de patamar passando pela Antiguidade Clássica (Figura 2), a Idade Média (Figura 3) e Idade Moderna, chegando à Contemporaneidade.

Figura 2- Partenon, Atenas, 447-438 a.C.



Fonte: Pixabay.com, 2017

Figura 3 - Catedral de Notre Dame



Fonte: Pixabay.com, 2014

Para Farrelly (2014, p.32), "os projetos e as inovações se desenvolvem a partir de precedentes, ideias e conceitos que vêm evoluindo com o passar do tempo. A arquitetura usa os precedentes da história social e cultural e aplica essas influências às edificações, formas e estruturas contemporâneas."

Após a Primeira Revolução Industrial, entra o período da Arquitetura Moderna, o ferro passa a ser empregado de uma maneira nunca vista nas construções. Novos materiais como o aço, vidro e o concreto oferecem aos arquitetos mais liberdade de criação em diferentes escalas (Figura 4).

Figura 4 - Villa Savoye, Le Corbusier



Fonte: Mid-Century Home, 2017



O Movimento Moderno (1915/45) consistiu em uma série de transformações no modo de pensar e fazer arquitetura, tendo sido constituído por várias correntes vanguardistas que buscavam a expressão de uma arquitetura definitiva para a sociedade industrial, que seria baseada na funcionalidade, pureza geométrica e industrialização dos materiais e métodos. (CASTELNOU, 2015, p. 35).

Entre os séculos XX e XXI, visualizamos basicamente 3 momentos mais marcantes que acompanharam o avanço da tecnologia construtiva: a Bauhaus (Figura 5), com sua racionalidade, trazendo uma arquitetura clara e objetiva, onde a forma segue a função e onde o aço, o vidro e o concreto se fixam como materiais essenciais na construção; o Desconstrutivismo (Figura 6), uma arquitetura ousada que entra como oposição à forma/função e a racionalidade da Bauhaus, apresentando-se com superfícies e estruturas que parecem desafiar as leis da física com o uso de materiais contemporâneos como chapas metálicas, malhas e telas, espelhos, vidros e a livre modelagem do concreto; e por fim, a Sustentabilidade, que surge como forma de minimizar o impacto ambiental que um edifício pode gerar em sua construção e em sua vida útil, baseada na conservação e aumento da eficiência energética, reduzindo custos e gerando menos resíduos no processo construtivo, ao longo dos anos surgiram várias vertentes da sustentabilidade (Figura 7).



No século XX, a arquitetura busca novas bases metodológicas e novas codificações linguísticas relacionadas com as abordagens do Movimento Moderno, o qual foi gerado nos anos anteriores à Segunda Guerra Mundial. Depois dela, o mundo inteiro enfrenta um crescimento progressivo muito acelerado, o qual acarreta uma formulação metropolitana e globalizante da arquitetura, abrindo assim o período contemporâneo: Nosso presente. (PEREIRA, 2010, p. 16).

Figura 5 - Bauhaus Dessau, Alemanha



Fonte: Pixabay.com, 2019

Figura 6 - Heydar Aliyev Center



Fonte: Zaha Hadid Architects, 2013

Figura 7 - Escritórios do Conselho de Melbourne 2, Austrália



Fonte: ArchDaily, 2013

Nesse meio termo surge também a Arquitetura *High-tech* (*High-technology*), ou de Alta Tecnologia, estilo definido pelo uso de materiais industriais de alta tecnologia e construções complexas e aparentes, muito uso de planos de vidro, estruturas e treliças de aço e tubagens. Seus sistemas estruturais, instalações elétricas e hidráulicas, escadas e elevadores são trazidos para a parte externa

do edifício, desimpedindo o espaço interno, tornando-os mais amplos, com um layout totalmente flexível (Figura 8) e com circulações inovadoras (Figura 9).

Figura 8 - Área Interna do Centro Georges Pompidou



Fonte: Archtrends Portobello, 2014

Figura 9 - HSBC Building, Hong Kong



Fonte: Bloomberg, 2019

"Através da exposição brutal do conteúdo tecnológico de seus edifícios e, apoiando-se em sistemas de segurança e controle informatizado, a Arquitetura *High-tech* exagera no uso de reflexões e deflexões, a partir do emprego de materiais industrializados" (CASTELNOU, 2015, p.104).

A arquitetura *High-tech* ocorre a partir dos anos 1970, no que muitos autores chamaram de Modernismo Tardio ou Tardomodernismo. Teve Norman Foster como arquiteto mais representativo. O Centro Georges Pompidou foi a primeira construção da arquitetura *High-tech*, projeto dos arquitetos Renzo Piano e Richard Rogers (Figuras 10 e 11).

Figura 10 - Instalações aparentes do Pompidou



Fonte: Itinari.com, 2018

Figura 11 - Centro Georges Pompidou



Fonte: Archtrends Portobello, 2014

Para Castelnou (2015), o Tardomodernismo se traduz em uma corrente que defende a realidade detalhada da sociedade industrial em sucessiva mudança, visando o futuro, mas sendo capaz de atingir a simplicidade ou encantar, mediante a descontinuidade e a autossuficiência.

Em muitos edifícios o estilo *High-tech* é visível apenas pelas estruturas de aço e os amplos planos de vidro que contornam toda a superfície das fachadas (Figuras 12, 13 e 14).

Figura 12 - Palaestra, Will Alsop



Fonte: vivadecora.com.br, 2018

Figura 13 - Leadenhall, R. Rogers **Figura 14** - Gherkin, N. Foster



Com a sociedade em total crescimento tecnológico, crescem as preocupações com o impacto ambiental nas construções, surge uma nova geração do *High-tech*, a *Arquitetura Eco-tech (Ecological technology)* (Figura 15 e 16), que "consiste na introdução de métodos e sistemas ecologicamente eficientes no projeto, execução e controle de edifícios de alta tecnologia, visando principalmente a conservação energética e a minimização do impacto ambiental" (CASTELNOU, 2015, p. 105).

Essa arquitetura buscava pela união das práticas sustentáveis e a tecnologia, explorando sempre mais as fontes renováveis e garantindo a conservação do meio ambiente. Tem o arquiteto italiano Renzo Piano como maior representante.

"Assim como os arquitetos da Escola *High-tech* de Londres, toma como ponto de partida as funções técnicas, procurando alcançar uma qualidade estética particular e experimentos estruturais (chapas metálicas, membranas suspensas, cabos de aço etc.)." (CASTELNOU, 2015, p. 105)

Figura 15 - One Central Park(2012), J.Nouvel **Figura 16** - Salão Internacional de Fukuoka, Emilio Ambasz



Fonte: Archdaily, 2014



Fonte: Archdaily, 2019

Uma das obras mais marcantes desse momento é o edifício *Asian Crossroads Over the Sea (ACROS)*, localizado na cidade de Fukuoka, no Japão. O projeto é do arquiteto Emilio Ambasz, possui três fachadas convencionais: uma delas, com enormes terraços, que, juntos, assemelham-se a uma montanha (Figura 17). O local era o último espaço verde restante no centro da cidade.

Figura 17 - Corte esquemático, ACROS Fukuoka



Fonte: Tecne.com, 2015

No âmbito da sustentabilidade, os arquitetos passaram a buscar cada vez mais um menor impacto no meio-ambiente. Com isso, “assimilam as lições da arquitetura vernacular pré-moderna, na qual os edifícios eram construídos com materiais locais e adaptados segundo as condições do ambiente” (HOPKINS, 2017, p.208).

Com o tempo, surgiram outros termos relacionados à construção e seu impacto ambiental. “Ecoarquitetura”, “arquitetura ecológica” e “arquitetura bioclimática” são alguns deles, os quais possuem diretrizes e aplicações diferentes, mas tem em comum a preocupação com o meio ambiente e a valorização dele.

3. ARQUITETURA DO FUTURO

3.1. Cidades Inteligentes

3.2. Arquitetura Inteligente

3.3. Internet das Coisas e Inteligência Artificial



Com o contínuo e crescente desenvolvimento tecnológico e uma maior valorização do ecossistema, as tendências da arquitetura do hoje e do amanhã estão sendo, cada vez mais, pensadas para as necessidades do homem e do meio ambiente. As constantes transformações causadas pelas Revoluções Industriais também influenciam no espaço em que vivemos, e o entendimento acerca da arquitetura também é alterado. Recentemente, o termo “Arquitetura do futuro” tem sido muito utilizado por autores que tratam de tecnologias para residências, mas por se tratar de um conceito muito novo, ainda não possui uma definição precisa.



Nem mesmo os historiadores da arquitetura sabem exatamente o que está acontecendo agora, pois tudo está mudando muito depressa. Aliás, eles nunca mais vão saber o que está acontecendo, pois o futuro da arquitetura é um frenético remoinho de experimentações e reavaliações de hábitos longamente aceitos. (KUSHNER, 2015, p. 4).

O futuro da Arquitetura está focado em uma arquitetura inteligente, tecnológica, com consciência ambiental e preocupada com a qualidade de vida dos usuários. Com a Quarta Revolução Industrial, entrou a era da indústria 4.0 e um dos setores que vem absorvendo cada vez mais esse conceito e suas novas tecnologias é a arquitetura (Figura 18).

“A indústria 4.0 busca se desenvolver com base em processos de produção inteligente e em princípios de capacidade de operação em tempo real, descentralização, automação, internet das coisas, realidade virtual, realidade aumentada e diversas outras tecnologias.” (ARCHTRENDS PORTOBELLO, 2019)

Figura 18 - Elementos da Indústria 4.0



Fonte: Autora (2020).

Com a Indústria 4.0 já sendo uma realidade, essa tecnologia está fazendo com que o mercado de arquitetura se modifique gradualmente. Algumas das tendências que poderão tomar conta da arquitetura e construção daqui para frente são: a Internet das Coisas, a Inteligência Artificial, a Automação Residencial (ou Domótica), a Sustentabilidade, o Big Data e Cidades Inteligentes. Muitos desses conceitos já começaram a ser utilizados e vêm ganhando espaço em alguns países, no mercado e nas casas dos usuários.



A verdade é que a tecnologia vem mudando o mercado da arquitetura há muito tempo, mas, muitas vezes, não percebemos essa mudança. Incorporamos novas ferramentas de trabalho no dia a dia sem muitas dificuldades e temos a sensação de que elas estiveram sempre ali, mas não é bem assim. (ARCHTRENDS PORTOBELLO, 2019).

As novas tendências de arquiteturas também vêm sendo aliadas a conceitos que valorizam a importância do meio ambiente, a integração das práticas construtivas ao seu entorno, ao ecossistema.



Os regulamentos de construção já estabelecem um padrão para os requisitos ambientais, mas a indústria procurará avançar ainda mais essas medidas. Não apenas podemos esperar um aumento significativo no uso de materiais sustentáveis, como também podemos prever uma maior importância em elementos menores e com baixo consumo de energia do design de uma estrutura. (ENGEL & VÖLKERS, 2019, tradução nossa).

Hoje, já tomamos conhecimento de várias vertentes associadas e aplicadas a esse exercício ambiental na arquitetura, são elas: a **Arquitetura Bioclimática**, que propõe que as construções sejam adequadas ao clima local, à iluminação e à ventilação naturais com o objetivo de reduzir o uso de energia elétrica; a **Arquitetura Alternativa**, que tem o intuito de reaproveitar resíduos e/ou materiais de demolição e de segunda mão, incorporando a produtos convencionais produzidos pela indústria. Um exemplo, seria o uso de garrafas PET, latas, pneus e etc; a **Eco-arquitetura** que tem como características a geração local de energia, telhado verde, materiais tradicionais, adaptações de formas ao ambiente e o uso de novas tecnologias; a já abordada anteriormente, **Eco-Tech**; a **Bioarquitetura**, que tem preocupações ecológicas e socioambientais ligadas também ao bem estar e ao conforto do interior das edificações, pensando na saúde física e mental dos usuários; a **Arquitetura verde** que faz uso de tecnologias verdes e se preocupa fundamentalmente com o impacto ambiental; e a **Arquitetura Passiva**, um modelo de certificação alemão de construção sustentável, ainda pouco disseminado, e que será aprofundado nessa pesquisa.

Para Kushner (2015), o arquiteto de hoje tem *know-how* (conhecimento) para projetar edificações mais amigáveis, eco sustentáveis e inteligentes.

E o futuro da arquitetura tem sido visto dessa forma, começando do hoje. A inteligência não vai ter início só nas edificações, precisa vir de um todo, uma economia inteligente, cidades mais inteligentes, líderes e uma sociedade inteligentes, adeptos e abertos à novas experiências. Daí então, partindo para uma arquitetura inteligente, um habitat funcional, pensado para o usuário e o meio ambiente, com novas tecnologias que oferecem crescimento e uma melhor qualidade de vida.



3.1. Cidades Inteligentes

As cidades estão em contínuas transformações, aumentando a sua complexidade e com crescentes demandas, seja pelo novo ou pela melhoria daquilo que já existe. Com isso, elas tendem a expandir seu perímetro urbano, ocupando novas áreas e adensando e verticalizando as já construídas. Em decorrência dessas transformações, surge a necessidade da implementação de novos sistemas de infraestrutura e recursos tecnológicos que atendam às necessidades da sociedade atual, que também está em constante evolução.

Seguindo a premissa da Arquitetura do Futuro, se apresentam as Cidades Inteligentes ou *Smart Cities* (Figura 19), termo não muito fácil de definir já que há uma multiplicidade de características e critérios que mudam de acordo com os Países ou de Cidade para Cidade dentro de um mesmo País.

Figura 19 - Cidade Inteligente ou Smart City



Fonte: O Brazilianista, 2019.

“Para que se possa elaborar um conceito para cidades inteligentes, devem ser avaliadas as condições específicas de cada país, pois estes apresentam diferenças significativas quanto ao seu desenvolvimento e suas necessidades” (NETO, 2019).

O Documento Temático sobre Cidades Inteligentes da ONU, de 31 de Maio de 2015, apresenta alguns conceitos definidos por diferentes pessoas e diferentes setores, onde alguns consideram que as cidades inteligentes são as que dispõem de infraestrutura física, social, institucional e econômicas “inteligentes” ao mesmo tempo que estimula um ambiente mais sustentável para a população. Outros, atribuem à condições-chave como: economia inteligente, pessoas inteligentes, mobilidade inteligente, ambiente inteligente, vida inteligente e governança inteligente, enfatizando a utilização estratégica de novas tecnologias e ações inovadoras para aumentar a eficiência das cidades (ONU, 2015).

Do ponto de vista da União Internacional de Telecomunicações (UIT), com base em vários estudos sobre o tema, chegaram a seguinte definição:

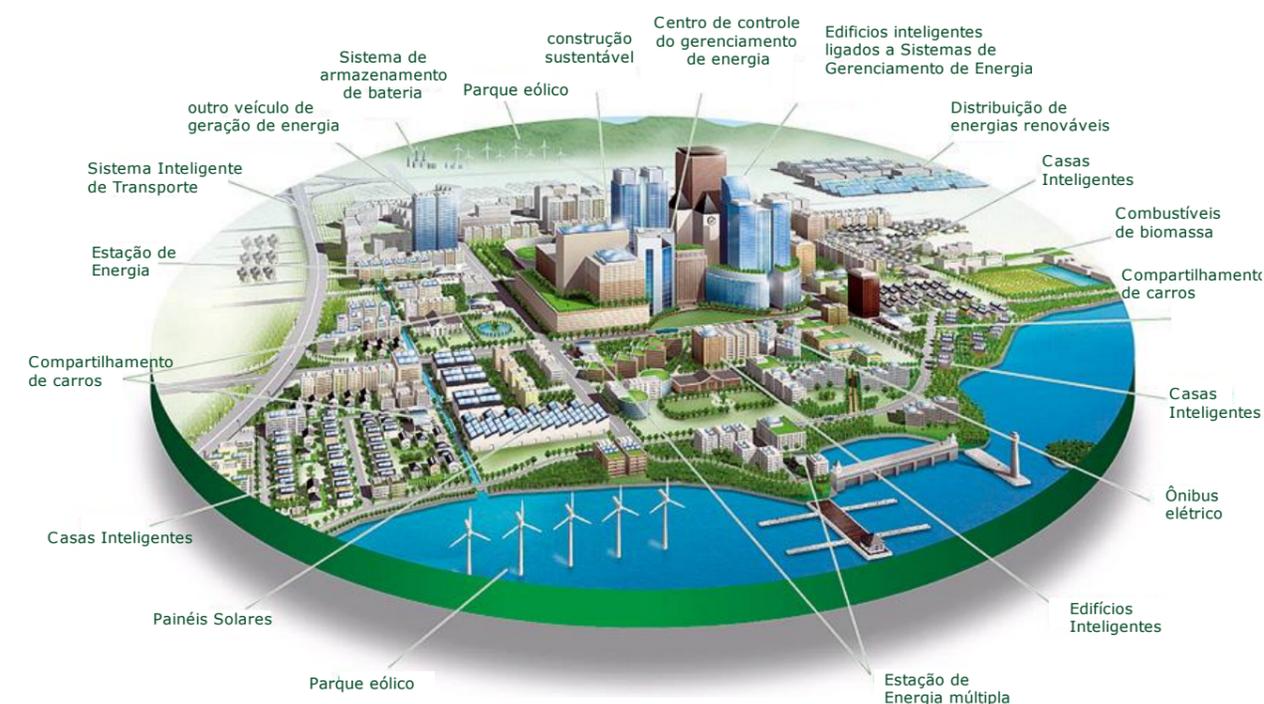


Uma cidade sustentável inteligente é uma cidade inovadora que utiliza as tecnologias de informação e comunicação (TIC) e outros meios para melhorar a qualidade de vida, eficiência da operação e serviços urbanos, e competitividade, assegurando ao mesmo tempo atender às necessidades de gerações presentes e futuras no que diz respeito aos aspectos econômicos, sociais e ambientais. (ONU, 2015, p.1).

“A abordagem de Cidade Inteligente demanda uma combinação de esforços inteligentes para melhorar a qualidade de vida de seus habitantes, promover crescimento econômico, e protegendo o meio ambiente da degradação” (ONU, 2015, p.4).

Os sistemas-chave de cidades inteligentes abrange edifícios, energia, transporte, água, resíduos, segurança, saúde e educação inteligentes (Figura 20).

Figura 20 - Sistemas da cidade inteligente



Fonte: Smart Homes India, 2019 (tradução da autora)

Conceitos baseados na Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) como sensores, câmeras, smartphones, aplicativos, plataformas digitais, internet das coisas e big data são utilizados como instrumentos de gestão urbana aumentando a qualidade de vida dos habitantes e gerando maior eficiência nas operações urbanas, tornando a cidade inteligente (CRIVELARO e PINHEIRO, 2020).

O G1 Em Movimento (2018), trouxe uma matéria que apresenta 9 (nove) critérios que definem uma cidade inteligente apontados pela IESE Business School da Espanha que criou o *Cities Motion Index*, um ranking que leva em conta nove critérios para listar as cidades de acordo com seu nível de inteligência. Em 2019, Londres, Nova Iorque e Amsterdã lideravam a lista nas 3 primeiras colocações. Aqui no Brasil, Rio de Janeiro é a mais bem colocada, ocupando a 128ª posição; Brasília a segunda, na 130ª e São Paulo a terceira, com a 132ª colocação.

Os critérios são:

1- Capital humano, (onde são levados em conta o percentual da população com educação secundária ou superior, número de universidades, escolas, museus etc.);

2- Coesão Social, (leva em conta o grau de coexistência entre grupos de pessoas com diferentes rendas, culturas, idades e profissões);

3- Economia (tudo que possa promover um desenvolvimento econômico no território);

4- Governança (eficiência, qualidade e estabilidade das intervenções estatais);

5- Meio Ambiente (crescimento de forma sustentável);

6- Mobilidade e Transporte; 7- Planejamento Urbano (planejamento sustentável);

8- Conexões internacionais (planos estratégicos de turismo e a capacidade para atrair investimentos estrangeiros) e

9- Tecnologia (visto pelo percentual de moradias com acesso à internet, banda larga e telefonia móvel, além do nível de inovação da cidade.)

“A cidade inteligente não é mais uma simples opção de modo de viver, mas uma escolha indispensável para otimizar a utilização de recursos naturais, o consumo de energia e reduzir ao máximo a geração de poluentes” (CRIVELARO e PINHEIRO, 2020, p. 21).

3.2. Arquitetura Inteligente

Afunilando as tendências da arquitetura do futuro que estão cada vez mais presentes nas construções atuais, entramos numa das vertentes mais importantes dessa nova era, a Arquitetura Inteligente também vista como edifícios inteligentes ou Smart Buildings. Esse termo é trabalhado em cima de dois principais pilares: a eficiência energética e a automação, tornando os edifícios mais funcionais, autônomos e econômicos (Figura 21).

Figura 21 – Eficiência Energética



Fonte: Freepik, 2019

Essa arquitetura veio à tona recentemente, mas já tem sido explorada há alguns anos pela corrente Tecnista ou *Mecanicismo*, que predominou durante as décadas de 1950 e 1960.



A Arquitetura Tecnista veio responder aos problemas pós-modernos de flexibilidade funcional, industrialização dos métodos construtivos e do uso de materiais e sistemas tecnicamente ultramodernos. A obra passou a ser vista como um “mecanismo”, através da analogia sistêmica, consistindo em uma corrente propulsora da chamada arquitetura inteligente. (CASTELNOU, 2015, p. 101).

É uma arquitetura que tem grande semelhança com a *Ecoarquitetura*, que surgiu na década de 1970 e está em aprimoramento até os dias de hoje. Se caracteriza pela geração local de energia (Figura 22), telhados verdes - que já existem há muitos anos na Escandinávia, principalmente em países como Islândia, Ilhas Faroas, Noruega etc, (Figura 23), uso de materiais tradicionais, adaptação das formas das construções ao clima local e o emprego de novas tecnologias.

Figura 22 - Energia solar fotovoltaica



Fonte: Brasil Escola, 2018

Figura 23 - Telhado verde



Fonte: engenharia e construção, 2013

Com a importância do desempenho ambiental nos edifícios cada vez maior, a sustentabilidade expande os propósitos sociais, políticos e econômicos da arquitetura, surgindo novas necessidades éticas para o trabalho dos arquitetos (HOPKINS, 2017, p.208).



A adequação da organização espacial de uma casa segundo as condições de iluminação e insolação é igualmente uma medida que pode contribuir claramente para uma redução do consumo de energia. A incidência do sol, em especial, pode se tornar útil: painéis solares que armazenam a energia solar em acumuladores, servem para o aquecimento e a distribuição de água quente. Além disso, a luz solar pode ser utilizada na produção de energia elétrica, através de módulos fotovoltaicos, garantindo, deste modo, uma percentagem significativa da iluminação elétrica da casa. (TIETZ, 2008, p. 111).

Para Castelnuou (2015), classifica-se como inteligente uma arquitetura criada através da metodologia de racionalização do consumo energético juntamente com a automação predial.



Em suma, o projeto de um edifício inteligente visa racionalizar o gasto energético, além de produzir maior conforto termoacústico, o uso adequado da iluminação artificial, a racional utilização da luz natural, a eficácia de sistemas de prevenção e combate de incêndio, e a eficiência no controle de acessos. (CASTELNOU, 2015, p.101).

As edificações inteligentes (*Smart Buildings*) já são realidade em vários países do globo, e até mesmo no Brasil. A noção de *Smart* pode ser aplicada desde a concepção do projeto e no decorrer da obra até a adaptação de pequenos sistemas elétricos automatizados e controlados por centrais, tablets ou smartphones. Mas acontece de forma mais eficaz quando já prevista no projeto, potencializando os resultados positivos. Os principais benefícios do conceito inteligente trata-se do conforto oferecido aos usuários, não só na comodidade, mas também no conforto térmico do edifício e no psicológico, favorecendo o bem estar dos moradores, além da otimização de recursos financeiros, materiais e espaços físicos.

“As tecnologias são atualizadas constantemente para obtenção de níveis de conforto mais elevados. Além disso, com os avanços em pesquisas tecnológicas, a cada dia, é possível identificar novos produtos que modificam significativamente o modo de vida atual”. (CRIVELARO e PINHEIRO, 2020, p. 77)

Janelas estrategicamente planejadas para aproveitar a luz do dia e a ventilação natural - artifícios amplamente discutidos a partir dos anos 70, principalmente com o Roteiro para construir no Nordeste de Armando de Holanda-, persianas que descem ou brises que rotacionam automaticamente à medida que o sol chega às janelas (Figura 24), ar-condicionado capaz de controlar a temperatura do ambiente por meio de sensor de calor e de presença (Figura 25), lâmpadas de baixo consumo energético, fachadas inteligentes (*Smart Facades*) que se adapta às condições do meio ambiente e se transforma simultaneamente adaptando a diferentes condições do clima e tempo, torneiras e chuveiros que controlam a vazão e a temperatura da água, câmeras com reconhecimento facial entre outras ações programadas, são exemplos de um ambiente “inteligente”, criado a partir da busca pela redução de custos, pela economia de energia e conforto dos usuários.

Figura 24 – Brises automatizados



Fonte: Galeria da Arquitetura, 2018

Figura 25 – Sensor de presença e temperatura FIBARO



Fonte: Homey, 2017

A tecnologia permite criar cenários apropriados para diversos momentos do dia. Programa-se o horário de acordar para que as persianas se abram, a cafeteira se ative e um som ambiente de baixo volume seja acionado ou, na hora de dormir as persianas desçam, o ar-condicionado é ligado, as luzes se apagam e qualquer outra ação que o usuário deseje, e que seja permitida pelos dispositivos integrado com a internet das coisas. Juntamente com as alternativas da tecnologia, temos as possibilidades que a arquitetura nos oferece, como a arquitetura passiva, que propicia a redução do impacto da construção no ambiente e um edifício cada vez mais eficiente energeticamente. Somando esses dois fatores temos uma arquitetura inteligente, tornando o dia a dia do usuário cada vez mais eficiente, seguro, confortável e econômico, sem esquecer de valorizar o meio ambiente, esse é o modelo de arquitetura, cada vez mais, pensado para o futuro.



3.3. Internet das Coisas e Inteligência Artificial

Como já citado no início do capítulo, a indústria 4.0 que chega com a quarta revolução industrial, tem a arquitetura como poderoso setor de desenvolvimento para o futuro. Essa indústria busca crescimento nos processos de produção inteligente, transformando ferramentas já utilizadas ou apresentando novas ferramentas (Figura 26).

Figura 26 - Indústria 4.0



Fonte: Eventos Tech, 2019

Para Sacomano (2019), a Indústria 4.0 é composta por elementos formadores que ajudam na compreensão de sua estrutura. São eles: **Elementos fundamentais**, que representam a base dessa corrente tecnológica, sem os quais o termo não existiria; os **Elementos estruturantes**, que são tecnologias e/ou conceitos que permitem as aplicações e dão suporte a indústria 4.0, e os **Elementos complementares**, que aumentam as possibilidades de uso dessas tecnologias, mas que não tornam necessariamente 4.0 as aplicações que façam uso deles, são também chamados de “acessórios”. Um exemplo bastante utilizado dessas aplicações hoje em dia é o Código QR ou QR code (Figura 27), um código de resposta rápida bem parecido com o código de barras, mas possui duas dimensões e pode ser escaneado por qualquer celular com câmera ou aplicativo de leitura, ele consegue armazenar uma quantidade imensurável de dados como contatos, e-mail, dados de produção, SMS, endereços etc.

Figura 27 - QR Code



Fonte: Tríscele, 2016

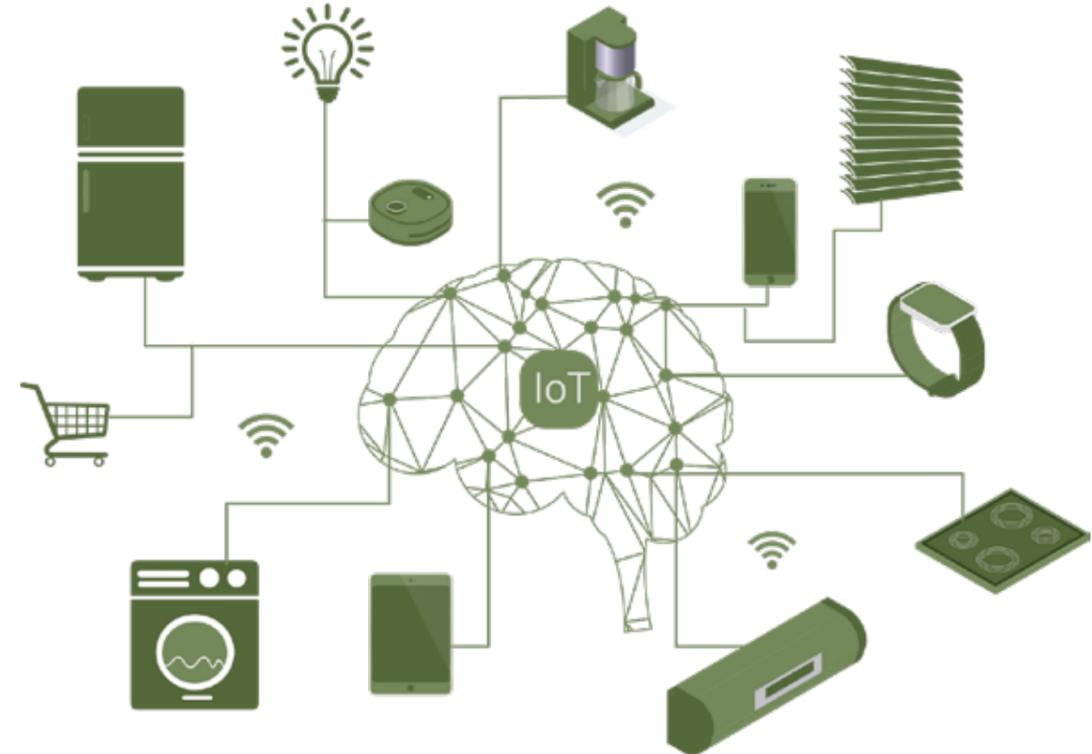
Nesse contexto serão abordados três elementos que podem ser facilmente aplicados num projeto de arquitetura inteligente: a Internet das Coisas (*Internet of Things - IoT*) que é um dos elementos fundamentais; a Inteligência Artificial (*Artificial Intelligence - AI*), elemento estruturante e a Realidade Aumentada (*Augmented Reality - AR*), categorizada como elemento complementar.

A **Internet das Coisas** é um termo que se refere a conexão de vários objetos (coisas) com a internet, o processo já vem acontecendo há algum tempo, mas entra tão de “fininho” no nosso dia a dia que automaticamente já é completamente usual e normal. Nós já estamos super habituados aos nossos computadores, celulares e Smart TV's conectados à internet, mas daqui para frente praticamente toda a casa pode ser conectada à internet, serão objetos inteligentes.

Chama-se objetos inteligentes ou *smart products*, quando possuem a capacidade de processamento simultânea a capacidade de conexão com a internet (SACOMANO, 2019).

Hoje, já existe muitos lares com grandes sistemas inteligentes, onde iluminação, temperatura, segurança e outros fatores são controlados por um smartphone conectado aos objetos inteligentes da casa, graças a IoT (Figura 28).

Figura 28 - Conexões IoT



Fonte: Autora (2020)

“Enquanto na internet convencional os agentes emissor e receptor da comunicação são seres humanos, na IoT emissor e/ou receptor são coisas, ou seja, objetos que utilizam a internet como um canal de comunicação” (SACOMANO, 2019, p.34).



Geladeiras inteligentes poderão elaborar a lista dos itens faltantes, consultar mercados que tragam melhores relações custo-benefício, enviar a lista de compras já com os preços e condições de pagamento para a sua autorização, e uma vez autorizado, fechar o pedido de compra, para entregar no dia e horário da sua maior conveniência pessoal, pois já se interligou à sua agenda eletrônica, e sabe que naquele dia e horário você não tem compromisso agendado. (SACOMANO, 2019, p.35).

Aqui no Brasil, o que temos mais perto dessas geladeiras inteligentes é a Geladeira French Door Family Hub da Samsung, que conta com apps para fazer lista de compras, pesquisar receitas, disparar alarmes, controlar a própria temperatura, assistir vídeos, ouvir músicas e ainda há modelos que contém câmeras internas que permitem acompanhar seu estoque pelo seu smartphone. Com o SmartThings é possível controlar dispositivos inteligentes e IoT usando sua voz ou tocando na tela do Family Hub. O sistema de inteligência artificial da nova Bixby permite que facilmente acessem serviços e conteúdo ou faça telefonemas e personalize serviços (Figura 29).

Figura 29 – Geladeira French Door Family Hub, Samsung



Fonte: Samsung, 2020

Também há as lavadoras inteligentes, que estão ainda mais perto da realidade comum do que as geladeiras, por possuir um custo-benefício mais viável. Controladas pelo smartphone, permite que o usuário inicie uma lavagem mesmo antes de chegar em casa, algumas tem um sistema que permite a otimização da lavagem em função das cores e tipos de tecidos. Também possuem uma função que programa o início da lavagem na melhor hora do dia, considerando o gasto energético, gerando economia de energia.

A Samsung já trouxe um modelo para o Brasil que possui inteligência artificial com aplicativo disponível para Android e IOS, a Lava e Seca Samsung Qdrive (Figura 30), que também pode ser integrada a um sistema de automação da residência.

Figura 30 - Lava e Seca Samsung Qdrive



Fonte: Samsung, 2020

Aquela velha preocupação para lembrar se desligou o fogo ou não, não será mais um problema. Com o fogão smart, o usuário consegue acompanhar através do aplicativo o status do eletrodoméstico e ligar ou desligar o aparelho remotamente. Além disso, alguns modelos vão oferecer ciclos pré-definidos de cozimento e pré-aquecimento e até sistemas auto-limpantes. Eles também podem integrar o eletro com outros objetos inteligentes e a dispositivos de assistentes virtuais como Alexa, da Amazon, Google Home e a Bixby da Samsung.

Esses recursos mais avançados só são encontrados fora do Brasil, no país já se encontra o Brastemp Active Smart Cook (Figura 31), que tem Wi-Fi e controle via celular.

Figura 31 – Fogão Brastemp Smart Cook



Fonte: Brastemp, 2020

Se não bastasse a vasta gama de objetos inteligentes que se encontra no mercado hoje, existem ainda os chamados “dispositivos coringas” que transformam qualquer eletrodoméstico em *smart*. Esses aparelhos são acoplados nos objetos tornando-os possíveis de se conectar aos smartphones. O mais presente no mercado é o sensor Smart ThinQ da LG (Figura 32).

Figura 32 – Sensor Smart ThinQ LG

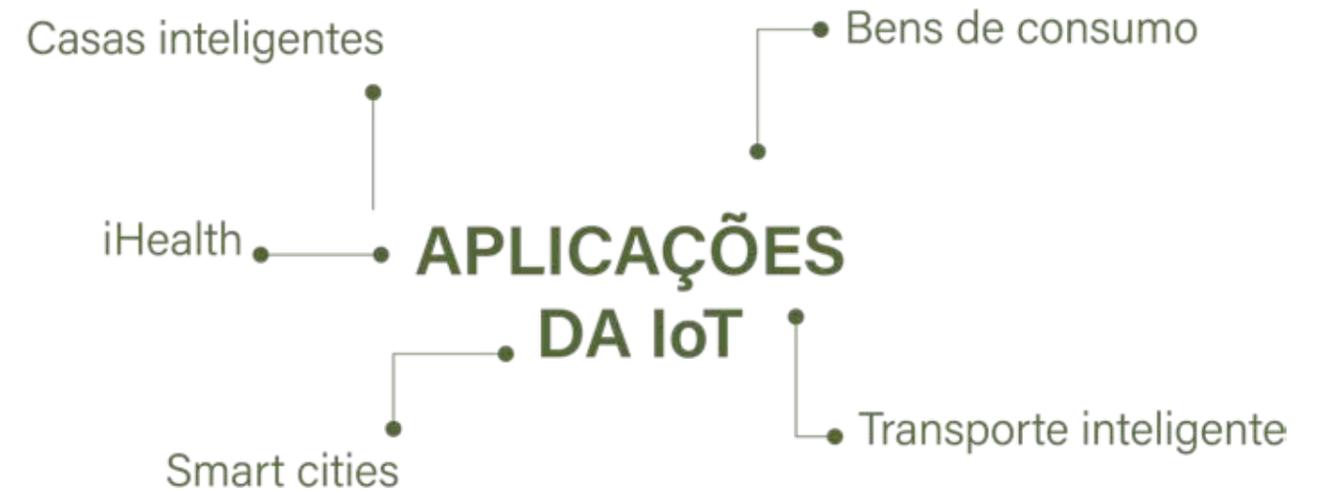


Fonte: Geekchic, 2016

A ideia oferecida pela Internet das Coisas vai além de conexões com dispositivos e eletrodomésticos, a proposta de muitos profissionais e pesquisadores é que além de dominar a casa, ela possa auxiliar no gerenciamento das cidades, à medida que ela se expande, mais dispositivos devem se juntar a essa lista (PINHEIRO e CRIVELARO, 2020).

Conforme a IoT evolui, maior é o seu campo de aplicação, podemos pensar nas Casas Inteligentes, Cidades Inteligentes (*Smart cities*), os Bens de Consumo como os smartphones e *smart TV's*, no *iHealth* com os monitores e controladores de frequência cardíaca e os Transportes Inteligentes que notifica o tráfego, controla as rotas e monitora remotamente os veículos (Figura 33).

Figura 33 – Aplicações da IoT



Fonte: Autora (2020)

A **Inteligência Artificial (IA)** ou Artificial Intelligence (AI) é uma ascensão tecnológica que possibilita que sistemas simulem uma inteligência semelhante a inteligência humana, em sua essência, programada para tomar decisões de forma autônoma e precisas fundamentadas em bases de dados digitais.

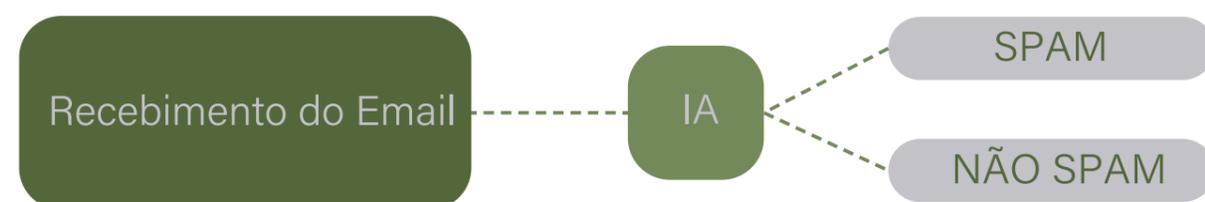


É quase impossível não ouvirmos falar em IA hoje em dia. Ela está em filmes, livros, notícias e na internet. A IA faz parte dos robôs, dos carros autônomos, dos drones, dos sistemas médicos, dos sites de compra online e de vários outros tipos de tecnologia que afetam seu dia a dia de muitas maneiras. (MULLER e MASSARON, 2019).

A IA tem como objetivo a utilização de dispositivos ou métodos computacionais que resolvam problemas da maneira mais eficiente possível. Essa inteligência pode controlar não só o processo de produção, mas também pode fornecer sugestões e resoluções para várias necessidades de decisões baseadas nos históricos dos dados. O ser humano ainda tem controle sob a máquina, ela apenas dá apoio, mas não se domina (SACOMANO, 2019).

Um exemplo bem simples dessas ações tomadas por uma IA, são as nossas caixas de entrada de e-mail, ela distingue e classifica os e-mails recebidos em spam e não spam através de dados históricos: características do e-mail, remetente, assuntos, palavras-chave etc. O sistema é capaz de prever com uma enorme assertividade o destino correto para cada novo e-mail (Figura 34).

Figura 34 – Sistema de direcionamento de Spam



Fonte: Autora (2020)

Mussa (2020), apresenta a Inteligência Artificial dividida em dois grandes grupos de estudo: a **Genérica**, também conhecida como **Inteligência Artificial Forte**, e a **Estreita** ou **Inteligência Artificial Fraca**. A Genérica é aquela que seduz e vende ingressos de cinema, onde os cientistas criam máquinas capazes de fazer quase tudo que um ser humano faz, em diversos campos de atuação. Essa IA nos conduz a um ponto das nossas vidas onde a Inteligência Artificial supera a Humana, os cientistas chamam de "singularidade". O fato é que até o momento não há evidências concretas desse caminho para o desenvolvimento da Inteligência Artificial Genérica. Em contrapartida tem a Estreita, que embora não seja evidenciada pelas mídias e pelo cinema, é o campo da Inteligência Artificial que teve avanços expressivos nos últimos anos. Ela recebe essa definição pelo seu escopo restrito das suas atividades (domínios, tarefas ou objetivos bem específicos) que já são realidade. Um exemplo simples desse campo de estudo são os sistemas de traduções de texto, do inglês para o português e o exemplo do spam de e-mail comentado à cima.

Não podemos nos enganar pela grande diferença entre as duas esferas da IA, ou aos termos "estreito" e "fraco" do segundo campo de estudo, pois essa Inteligência tem grande potencial tecnológico e a cada dia se mostra mais poderosa.



A Inteligência Artificial Estreita está conseguindo automatizar uma quantidade enorme de tarefas, principalmente as tarefas cognitivas, antes somente realizadas por seres humanos, apresentando o potencial real de impactar fortemente os trabalhos, o nosso modo de vida e até mesmo como a riqueza é criada e distribuída. (MUSSA, 2020).

Pode-se dizer que a Inteligência Artificial aprende como uma criança, gradualmente o sistema (dependendo do objetivo para que ele foi criado) analisa, organiza os dados internos e coletados e passa a identificar o que são objetos, padrões e reações de diversas formas.

Encontramos ela em vários sistemas do dia a dia como na Netflix quando ela te dá sugestões de filmes que o usuário gostaria de assistir, no antivírus do computador que bloqueia as ameaças, no Facebook para remoção de conteúdo impróprio, no reconhecimento de voz no Android etc. Ela reconhece os padrões de dados com muita eficácia, por isso as sugestões e soluções em sua maioria são muito assertivas.

Um conceito bem presente dentro da Inteligência Artificial é o *Machine Learning* (Aprendizado de Máquina), esse termo é baseado na ideia de que sistemas podem aprender com dados, identificar padrões e tomar decisões com o mínimo de intervenção humana.

"Fazer com que um computador aprenda a partir de dados significa não depender de um programador humano para estabelecer as operações (tarefas), mas derivá-las diretamente a partir de exemplos que mostram como o computador deve se comportar" (MULLER e MASSARON, 2019).

Quando falamos da Inteligência Artificial em lares inteligentes, fora a grande variedade de eletrodomésticos e eletroeletrônicos disponíveis no mercado, as assistentes de voz estão tomando um grande destaque pela sua eficiência, a funcionalidade e comodidade do comando de voz. Em destaque no Brasil hoje, temos a Alexa ou Echo, da Amazon (Figura 35) e o Google Home, em sua última versão,

Google Nest Mini (figura 36). Fora essas duas mais aderidas aos lares, existe a Siri, da Apple, a primeira assistente de voz a se tornar padrão em smartphones, desde 2011 e em 2018 se tornou presente no Homepode da Apple (Figura 37). Ainda há a Bixby, da Samsung criada em 2017, e a Cortana, do Windows, criada em 2014. As duas últimas, diferentemente das outras, ainda não são aparelhos, e sim integradas aos sistemas operacionais dos computadores e smartphones.

Figura 35 – Amazon Alexa, Echo Dot



Fonte: Amazon, 2020

Figura 36 – Google Nest Mini



Fonte: CanalTech, 2019

Figura 37 - HomePod



Fonte: Apple, 2020

A Alexa, assistente de voz da Amazon, deixa toda a casa conectada e sua popularidade só aumenta com a linha de dispositivos Echo (Echo Dot, Echo, Echo Studio e Echo Show (Figura 38)). Ela ajuda na realização de tarefas, faz lista de compras, cria lembretes, informa situação de trânsito ou a previsão do tempo, faz ligação, te passa as últimas notícias e novidades do mundo, controlar dispositivos domésticos que são compatíveis – normalmente, objetos inteligentes –, é caixa de música e pesquisa qualquer coisa na internet, que for pedida, lógico. Além disso, seu destaque e diferencial em relação aos outros sistemas de voz é o fato de que a Alexa se torna mais uma amiga do que um robô, e sua voz é a que mais se aproxima da dicção humana.

Figura 38 – Linha Echo da Amazon



Fonte: Amazon, 2020

O Google Nest Mini tem basicamente as mesmas funções da Alexa, porém é alimentado com a inteligência artificial do Google, que pode ser um diferencial para quem já usa outros produtos da fabricante (smartphone com Android, Chromecast, Gmail) pelo emparelhamento mais consistente.

“Uma vantagem do Nest em relação ao Echo é o reconhecimento da voz do usuário. O hub pode ser programado para responder de formas diferentes ao ser acionado por membros diferentes da família, por exemplo” (ZOGBI, 2019, p.1).

Em contrapartida, os aplicativos disponíveis para a Alexa, as chamadas “skills” já têm maior número que os do Google, favorecendo uma maior interação do usuário com a tecnologia. Ainda tem o fato de que a linha Echo dispõe de dispositivos para variados gostos e funções.



Ambas as assistentes estão em fase de adaptação ao português brasileiro, então alguns dos comandos ainda podem ser mal interpretados em determinadas ocasiões. Nos testes iniciais, a Alexa mostrou uma linguagem levemente mais natural do que a assistente do Google, mas a evolução dessa tecnologia é tão rápida que é impossível assumir que qualquer um dos assistentes irá se desenvolver mais depressa que o outro. (ZOGBI, 2019, p.1).

Graças a essas integrações da IoT e Inteligência Artificial o mercado de automação no Brasil só vem crescendo, tornando os lares mais funcionais, práticos e econômicos. No próximo capítulo será abordado mais sobre a automação residencial, suas tecnologias e possibilidades para um lar mais inteligente.

4. AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

4.1. Pilar 1 - Conforto

4.2. Pilar 2 - Segurança

4.3. Pilar 3 - Economia

4.4. Tecnologias e Interfaces



Seguindo na esfera tecnológica da arquitetura do futuro, entramos na automação residencial, na Europa, mais conhecida como Domótica – junção da palavra latina *Domus* (casa) e robótica (Controle automatizado).

No Brasil a definição de Automação Residencial (AR) vem como herança de *Home Automation*, expressão do mercado americano. Isso se deu porque os primeiros sistemas de automação para residências do mundo foram originários de fabricantes de lá (MURATORI e DAL BÓ, 2014).

A automação residencial é a utilização de tecnologias para facilitar e tornar automáticas algumas tarefas que antes precisaria do acionamento humano para executá-las. Também há a possibilidade de criar, programar e agendar eventos para o funcionamento automático dos equipamentos. Sensores, temporizadores e fechaduras eletrônicas são alguns exemplos dessa utilização. Quando aplicados em conjunto com a Internet das Coisas e a Inteligência Artificial visa levar maior praticidade, segurança, economia e conforto para os usuários do lar (Figura 39).

Figura 39 – Automação Residencial



Fonte: Intelliresidences, 2019



Por definição, a automação residencial procura ser um sistema inteligente, operando como um facilitador de processos, sem complicações desnecessárias para a vida do usuário. Embora a compreensão sobre a maneira como operam seja um pouco desconhecida, o principal objetivo das inovações em tecnologia é tornar a vida das pessoas mais fácil, simples e segura. (QUERO AUTOMAÇÃO, 2019).

O termo Casa Inteligente, do inglês *Smart Home*, surgiu nos últimos anos e vem se associando à Automação Residencial. Junto com a nova expressão surgem outras definições.

Em 2003, o Departamento de Comércio e Indústria (DCI) do Reino Unido deu a seguinte definição: "Uma habitação que incorpora uma rede de comunicação que liga os aparelhos eléctricos e serviços essenciais, e permite que eles sejam controlados remotamente, monitorados ou acessados" (KING, 2003, tradução nossa).

Já a Plataforma Conectar, juntamente com os editores da CNET.com, a definem como:



Uma casa que está equipada com produtos conectados à rede (ou seja, "produtos inteligentes", conectados via Wi-Fi, Bluetooth ou protocolos similares) para controlar, automatizar e otimizar funções, tais como a temperatura, iluminação, segurança ou entretenimento, utilizando para isto smartphone, tablet, computador ou um sistema específico tanto dentro da própria casa como remotamente. Ele deve ter uma Internet via cabo, satélite ou DSL e estar equipada com pelo menos três sistemas "Smart Home", incluindo a segurança e / ou temperatura. (PLATAFORMA CONECTAR, 2016).

Na categoria de dispositivos controlados estão persianas, brises, trilhos de janelas, ar-condicionado, Smart TV, iluminação (tanto o controle quanto a personalização), sistemas de áudio e vídeo, eletrodomésticos, fechaduras, câmeras de segurança, irrigadores e sensores. Grande parte desses dispositivos já são integrados ao sistema de Internet das Coisas (IoT). Além disso, também é possível monitorar a medição do consumo de energia da residência.

"A automação residencial vem para nos ajudar nas tarefas do dia a dia em nossa casa. Assim como os carros, ela também é impulsionada por argumentos como conforto, segurança, *status* e, mais recentemente, pela sustentabilidade" (MURATORI e DAL BÓ, 2014, p.16).

A princípio, o *status* era o aspecto mais importante em ter uma casa automatizada, era luxo, presente apenas em residências de alto padrão. Com a maior propagação dessa tecnologia surgem novos fabricantes e outros tipos de sistemas, reduzindo significativamente o custo desses dispositivos e equipamentos. Fora o custo, encontra-se também o fator cultural, onde ainda é muito difícil difundir os benefícios dessa nova tecnologia, em que grande parte da sociedade ainda tem preferência pelos métodos tradicionais e defendem a irrelevância na mudança de hábitos a favor da tecnologia.

"Muitos daqueles conceitos de automação vistos como futuristas são hoje utilizados com naturalidade por muitas famílias brasileiras. Os sistemas estão cada vez mais acessíveis e as pessoas, no mínimo já ouviram falar a respeito..." (MURATORI e DAL BÓ, 2014, p.15)

A automação residencial busca na tecnologia novas maneiras de executar algumas atividades habituais dentro do lar, que em uma casa convencional ficaria sob responsabilidade dos usuários. É uma proposta que traz um conforto único para os moradores. Essa tecnologia é bastante expansível e o usuário é quem deve estipular de que maneira ela vai beneficiá-lo.

O Professor Vinicius Bastos, do Treinamento Integrador de Impacto da Quero Automação (2019), define três pilares básicos na automação residencial: **Conforto, Segurança e Economia** (Figura 40), e cada usuário vai determinar e priorizar os pilares de acordo com suas necessidades. As informações disseminadas a seguir foram coletadas no Treinamento e podem ser encontradas nos artigos do portal Quero Automação.

Figura 40 - Os Três Pilares da Automação Residencial



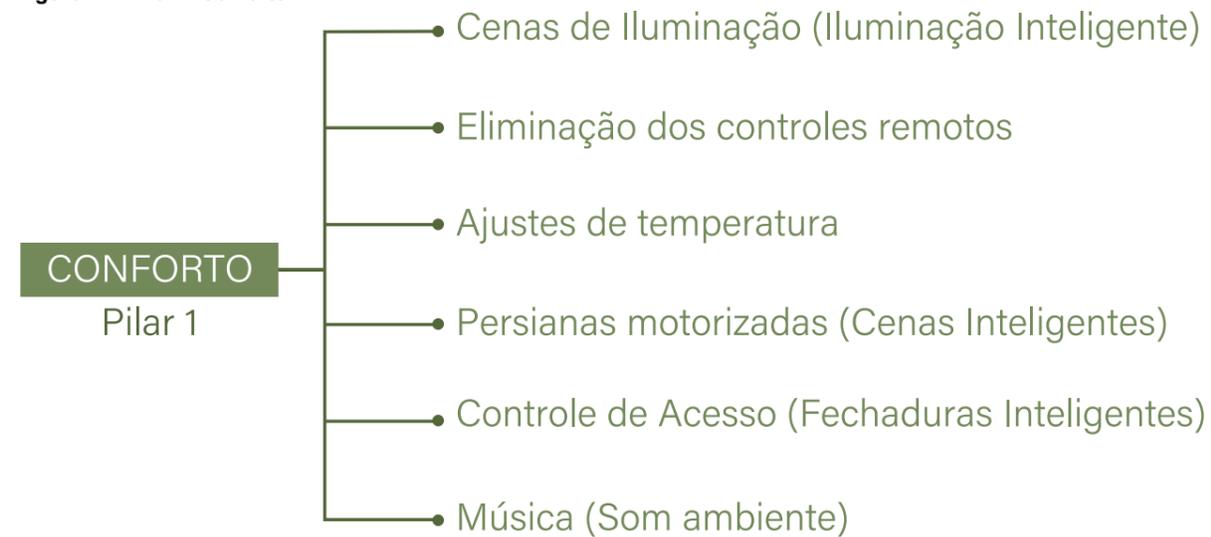
Fonte: Autora (2020)



4.1. Pilar 1 - Conforto

No **Conforto (Figura 41)** estão os principais recursos adequados para oferecer mais comodidade, nele estão as funcionalidades mais usadas hoje pelo público de automação, ilustrado na figura a seguir.

Figura 41 - Pilar 1: Conforto



Fonte: Autora (2020)

Com as **Cenas de Iluminação**, possibilita que o usuário crie cenas adequada para cada momento, atividade exercida ou funções recorrentes, controlando a iluminação de acordo com cada necessidade. Essas cenas são programadas através da central de automação da casa ou pelos smartphones dos usuários e podem ser executadas através do comando de voz, toque ou gesto no painel de controle, tablet ou celular ou também, pré-configuradas através de horários.



Um uso comum que serve para ilustrar uma cena é o comando chamado pela maioria das pessoas de "Boa Noite". Com um toque, todas as luzes da casa são apagadas, mas se você tiver necessidades específicas pode configurar o recurso com base na sua realidade, deixando a luz de uma varanda acesa ou os pontos de luz que iluminam as escadas com baixa intensidade (dimmerizados), com claridade suficiente para que a escada seja usada durante a madrugada com segurança. (ROAD AUTOMAÇÃO, 2019).

Algumas possibilidades que essa função oferece são: controlar as cores de Luzes LED e sua intensidade, criar os cenários de acordo com a necessidade, fazer com que as luzes acompanhem os moradores em deslocamentos internos ou externos, ligar luzes integradas com o sensor de movimento do local entre novas alternativas que surgem com a evolução do sistema.

Uma outra proposta do pilar de conforto é a **eliminação dos controles remotos**, que podem ser substituídos pelo comando de voz, gestos ou pelo smartphone.

O **ajuste da temperatura** é uma opção bem importante, já que também está atrelado ao pilar de economia. A facilidade na hora e configurar o *on/off* do ar-condicionado e auxiliar a preparação do

clima para sua saída ou chegada no ambiente é uma das alternativas que chamam a atenção nessa função. A outra, é a possibilidade de integrar o sistema com os sensores de temperatura, assim tendo a notificação da necessidade de ligar ou desligar o ar-condicionado ou até mesmo já dando a permissão para o sistema tomar a decisão automaticamente, a inteligência artificial em ação.

"Os sistemas de automação residencial podem controlar diversos equipamentos de climatização como ar-condicionado, ventiladores de teto, aquecedores de ambiente, pisos aquecidos, lareiras elétricas etc." (MURATORI e DAL BÓ, 2014, p.38).

As **persianas motorizadas** (Figura 42) estão cada vez mais populares, os preços de mercado hoje já são mais acessíveis deixando essa funcionalidade mais próxima dos lares inteligentes no Brasil.

Figura 42 - Trilho Motorizado Silence - Ambiente G3



Fonte: Ambiente G3, 2020

"Esses dispositivos são acionados por controladores e utilizam duas saídas relés (liga/desliga), nas quais são inseridos os comandos para abrir/fechar e, eventualmente, uma parada intermediária" (MURATORI E DAL BÓ, 2014, p.35).

O principal sistema dos controladores é a radiofrequência, o mesmo chip utilizado nos controles remotos de portões garagem. Algumas centrais de automação permitem a utilização do código RF desses chips para integrar ao sistema e possibilitar a configuração de cenas. Assim como a iluminação, os módulos das cortinas também oferecem essa personalização, podendo ser também usadas em conjunto com as cenas de iluminação.



Você também pode controlar as cortinas com o comando de voz pela Alexa ou Google e, se o sistema de automação for FIBARO, você pode ter o incrível FIBARO Swipe, que controla tudo por gestos das mãos. Passe a mão para cima no porta-retrato e as cortinas sobem. Passe a mão para baixo e elas abaixam, sem encostar em nada. (QUERO AUTOMAÇÃO, 2019).

As Figuras 43 e 44 mostram o FIBARO Swipe e os movimentos captados pelo sensor.

Figura 43 - FIBARO Swipe



Fonte: FIBARO, 2020.

Figura 44 - Movimentos captados pelo sensor do FIBARO Swipe



Fonte: FIBARO, 2020

Os **controles de acesso** classificam as fechaduras inteligentes. Já existem diversas marcas no mercado de fechaduras digitais, mas poucas delas possuem integração com seu sistema de segurança na automação da casa. Elas precisam ter algum chip semelhante ao utilizado na central ou wi-fi. Entraremos no assunto conectividades mais à frente.

Uma das marcas com produtos mais intuitivos e de fácil instalação do mercado, a ORVIBO lançou a Fechadura T1, com abertura por código ou utilizando biometria, totalmente integrada no sistema da Orvibo, sendo possível automatizar a entrada na casa, ou até permitir códigos temporários para entrada de outras pessoas (Figura 44).

Figura 44 - Fechadura T1, Orvibo



Fonte: ORVIBO, 2020

A possibilidade de **Som Ambiente** em qualquer ocasião é possível com o multi-room áudio, um sistema de som, sincronizado ou não, e distribuído por vários ambientes da casa.

As assistentes de voz possuem "Skills" como se fossem aplicativos, só que ativados por voz. Hoje existem diversos skills de streaming de músicas disponíveis: Spotify, Deezer, Apple Music, Youtube, Amazon Music etc. Assim podemos integrar o sistema multi-room com as assistentes de voz e/ou a central de automação. Criar *playlist*, definir músicas para acordar, para cozinhar, dormir e qualquer outra atividade, e fazer o acionamento por voz, celular ou tablet.

“As caixas acústicas que serão instaladas em um sistema de sonorização ambiente podem ser de embutir em forro de gesso ou de sobrepor em teto ou parede. Devido à potência dessas caixas não ser elevada, elas normalmente apresentam tamanhos reduzidos” (MURATORI e DAL BÓ, 2014, p. 46).

Outros pontos interessantes que podem ser adicionados ao pilar de conforto são a **Irrigação de Jardins e Hortas** e as **Tomadas Comandadas**.

A **irrigação** é feita através de um sistema composto por diversos elementos que possam garantir a irrigação contínua de determinada área externa da casa ou edifício. É importante fazer a divisão do sistema de acionamento, já que algumas espécies necessitam de volumes de água distintos e por tempo de irrigação diferente, e por isso precisam de acionamentos individuais. Outro ponto importante é a instalação de sensores de umidade de solo (Figura 45) ou de chuva (Figura 46) para monitoramento da automação.

“Os controladores para irrigação são sistemas considerados autônomos, pois ele tem a capacidade de executar os ciclos de regas diárias de forma automática e programável.” (MURATORI e DAL BÓ, 2014, p.61).

Figura 45- Sensor de umidade do solo



Fonte: RainBird, 2020

Figura 46 - Sensor de chuva



Fonte: RainBird, 2020

O controle de irrigação funciona de forma lógica e simples. Em alguns horários do dia, determinado pelo usuário, o sistema vai ler o status do sensor de chuva, se ele foi ativado, porque choveu, o jardim não será irrigado nos horários pré-determinados próximos a isso. Caso esteja desativado, o sistema inicia o ciclo de rega normalmente, nos próximos horários (MURATORI e DAL BÓ, 2014).

As **Tomadas Comandadas** ou tomadas inteligentes (Figura 47), ao contrário das convencionais elas não ficam energizadas constantemente, são ligadas e desligadas por controladores de automação a depender das necessidades do cliente, também, dependendo do modelo, podem ser acionadas por comando de voz ou aplicativo. São conectadas ao Wifi da residência e pode se encaixar também no Pilar da economia por economizar energia.



Embora diferentes tomadas possam apresentar funções diferentes, há um conjunto de características que é mais ou menos comum, independente da marca. Há modelos que permitem a criação de mapas de uso, com horários e perfis de utilização. O objetivo é determinar a hora certa em que a tomada deve parar de fornecer energia. (GARRETT, 2018).

Figura 47 - Smart Plug Wi-Fi Positivo



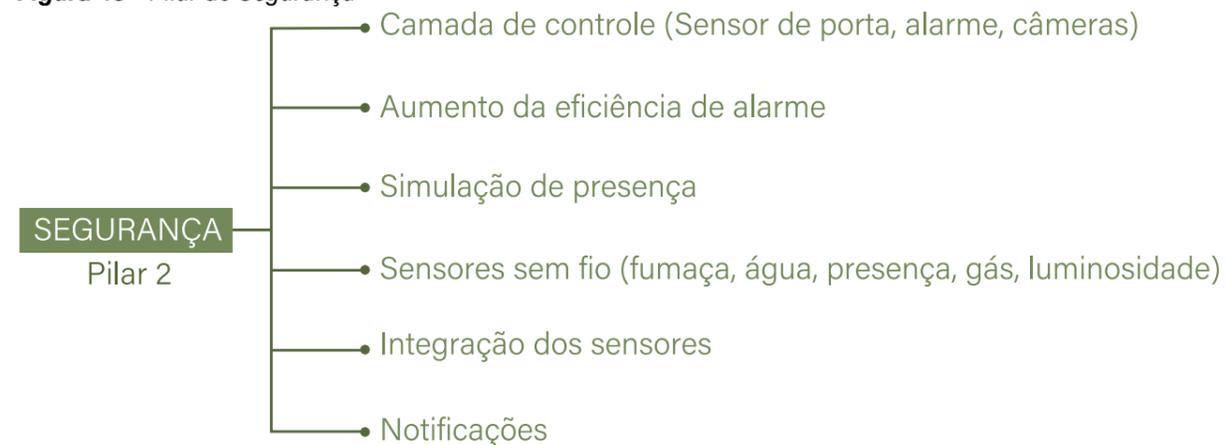
Fonte: Positivo Casa Inteligente, 2020



4.2. Pilar 2 - Segurança

No Pilar de **Segurança** (Figura 48), precisa-se compreender bem a diferença entre alarme (o tradicional) e a automação de segurança. O alarme é acionado depois que a segurança já foi quebrada. Na automação a segurança é tratada em um nível abaixo, o nível de controle.

Figura 48 - Pilar de Segurança



Fonte: Autora (2020)

Na **Camada de controle**, tem os sensores de portas e portões, sensor de presença, alarmes integrados ou não a esses sensores e câmeras que podem ser acionadas por esses sensores e alarmes e notificar com *push* ou uma imagem no seu smartphone ou e-mail, apresentando a quebra da segurança.

Para o **aumento da eficiência do alarme**, são utilizadas algumas ações integradas para gerar desconforto a um possível invasor. Por exemplo, na quebra da segurança, a câmera e/ou o sensor de alarme envia uma mensagem a central que permite que as luzes de locais pré-definidos acendam, as cortinas subam ou desçam e algum tipo de som seja emitido.



Com a integração desses sistemas, consegue-se aumentar a eficácia dos sistemas de segurança eletrônica. Por exemplo, além da central de automação fornecer a possibilidade de enviar um comando remoto (via Smartphone ou Tablet) para armar/desarmar a central de alarme, pode-se ligar toda a iluminação externa da casa quando ocorrer um disparo, além de poder enviar mensagens via SMS e/ou e-mail. (MURATORI e DAL BÓ, 2014, p.67).

Com a **simulação de presença**, a proposta é que quando o morador esteja viajando ou fora até tarde e queira simular que há gente em casa, por segurança, ele possa ligar as luzes e deixar as cortinas abertas através do smartphone ou tablet, de onde ele estiver.

Os **Sensores e atuadores** no sistema de automação são instalados para monitoramento e fornecimento de informações dos ambientes e da casa no geral. Os sensores são dispositivos com objetivo de responder com eficiência a algum estímulo físico ou químico no ambiente, como: temperatura, pressão, luz, movimento, presença e outros.

No mercado de sensores há diversas possibilidades para a necessidade de cada um. Tem o sensor de presença, que identifica quando há alguém no ambiente; o de temperatura, que vai indicar a temperatura e enviar para a central analisando a necessidade de ligar ou desligar o ar condicionado, por exemplo; o sensor de luminosidade, indicando para subir/abaixar as cortinas ou ligar/desligar as luzes; o crepuscular, indicando dia e noite; o de chuva e umidade do solo, como já visto anteriormente; sensores para aberturas de portas e janelas; detector de monóxido de carbono (fumaça); detector de inundação (água), de gás e outros (Figura 49).

Figura 49 - Sensores

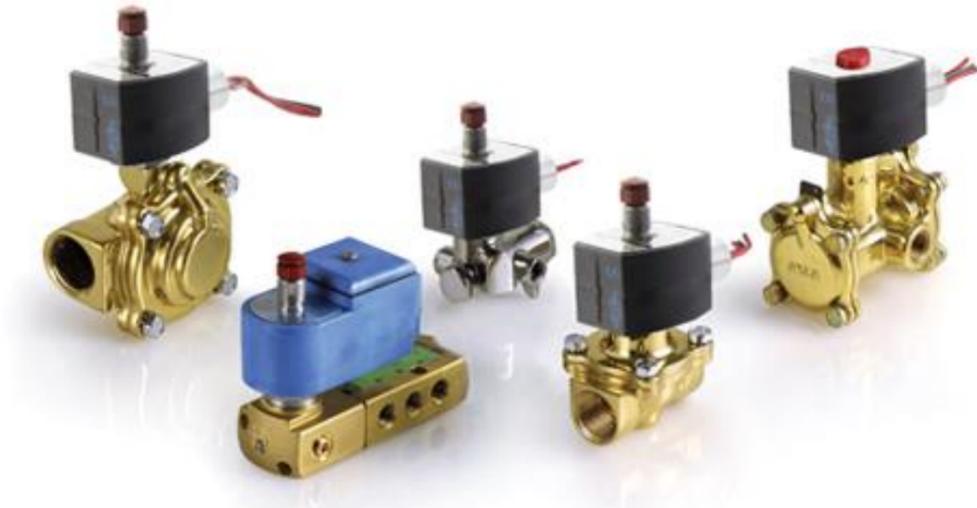


Fonte: FIBARO, 2020 (Montagem da Autora, 2020)

No caso dos atuadores, são dispositivos conectados as saídas do controlador ou central de automação e produzem uma ação.

Um exemplo de atuador é a válvula solenoide (Figura 50), é um dispositivo eletromecânico acionado por corrente elétrica, usados para controlar o fluxo de líquidos ou gás nas tubulações.

Figura 50 - Válvulas Solenoides



Fonte: ASCOVAL, 2019



Caso o detector de gás seja ativado, o sistema fechará a válvula solenoide instalada na entrada de gás da residência, inibindo assim o vazamento de gás;

Caso o detector de monóxido de carbono seja ativado, o sistema ligará o exaustor instalado sobre o fogão, eliminando assim a fumaça do ambiente. Fechará ainda a válvula solenoide instalada na entrada de gás, reduzindo o risco de explosão;

Caso o detector de inundação seja ativado, o sistema fechará a válvula solenoide instalada na entrada de água, inibindo assim o vazamento de água. (MURATORI e DAL BÓ, 2014, p. 49)

Além dos exemplos citados pelos autores acima, o morador pode ainda receber a notificação da ocorrência por e-mail, SMS ou aplicativo, dependendo do sistema de automação utilizado. São exemplos também, da forma de **integrar esses sensores**.

As notificações são extremamente importantes para todo o sistema, já que é através delas que nos mantemos atualizados sobre o que está acontecendo. Ela é uma das principais gestoras da integração do sistema de automação.



4.3. Pilar 3 - Economia

O **Pilar da Economia** (Figura 51) se encaixa bem na visão da arquitetura do futuro. As pessoas estão cada vez mais voltadas para esse pilar, na redução de desperdícios, principalmente o de água e

energia, beneficiando a esfera ambiental. Algumas vertentes desse Pilar serão abordadas de maneira mais detalhada no próximo capítulo, sobre Arquitetura Passiva.

Figura 51 - Pilar da Economia



Fonte: Autora (2020)

A Redução no **desperdício de água e energia** é um dos fatores mais importantes no pilar da economia, pois esse desperdício representa um grande risco para o meio ambiente.

Assim como a adoção de algumas medidas no dia a dia para economizar água e energia, hoje já temos alguns sistemas como a coleta e reuso de águas pluviais e a coleta de energia pelos sistemas solares e fotovoltaicos que ajudam a controlar o desperdício.

Também temos o sistema de automação como aliado. Com as possibilidades de integração do sistema que foram abordadas anteriormente, pode-se economizar energia e água de várias maneiras.

O ar-condicionado ligado com a integração do sensor de temperatura pode economizar bastante energia, assim como a opção de desligá-lo a qualquer momento de onde o usuário estiver, através do smartphone, caso esqueça o aparelho ligado.

As luzes podem ser desligadas a qualquer momento em caso de esquecimento, ou através do sensor crepuscular, notificando ao sistema que está de dia e desligando todas as luzes, tanto externas como internas, dependendo das predefinições do usuário. Uma outra alternativa bastante eficaz são os sensores de presença.



Um equipamento bastante simples que pode ser adotado e com baixo custo é a utilização de sensores de “presença” para ligarem automaticamente as luzes. Porém muitas vezes é muito mais efetivo o uso de sensores de “não presença” para apagarem automaticamente as luzes quando não for detectada a presença de pessoas naquele ambiente. Esses conceitos devem ser aplicados com cautela, pois há muitas situações nas quais podemos ter o acionamento ou desligamento indevido, como o clássico exemplo das aplicações em banheiros. (MURATORI e DAL BÓ, 2014, p.178).

A dimerização das lâmpadas também pode ser configurada em até 90%, reduzindo o gasto energético e a duração da lâmpada que dura até 2 vezes mais.

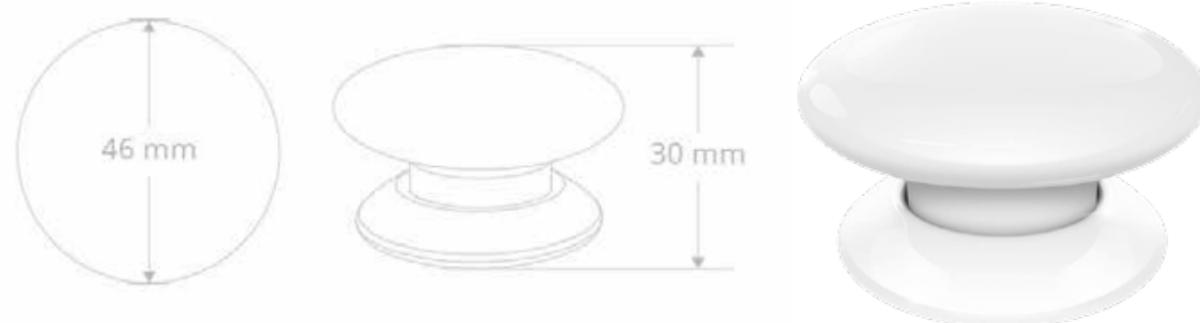
Irrigadores integrados à previsão do tempo ou aos sensores de umidade do solo e de chuva são grandes aliados a jardins que necessitam de constante agüamento, pois evita um grande desperdício de água. Outra opção é configurar os horários para as necessidades específicas de cada espécie.

Uma possibilidade bem interessante que esse tipo de sistema oferece é a cena “*master off*” ou cena desliga tudo. Como o próprio nome sugere, essa cena pré-programada desligará todas as cargas que possam permanecer desligadas na ausência do morador.

“Em cargas como iluminação, aquecedores, ar-condicionado, bombas de circulação etc. obviamente não serão desligados os circuitos de tomadas, principalmente aqueles relativos à alimentação de geladeiras e *freezers*” (MURATORI e DAL BÓ, 2014, p.178).

A linha de automação da Fibaro conta com um elemento chave, o “*The button*” (Figura 52). O botão funciona como uma espécie de interruptor, e com um toque você pode desligar tudo que está pré-configurado para a ação. Ele pode ser configurado para cenas, ou qualquer outra ação na automação da casa. O acessório pode ser fixado em qualquer lugar e movido quando necessário, ele pode reconhecer até seis ações distintas.

Figura 52 - The Button, FIBARO



Fonte: FIBARO, 2020

Os módulos da FIBARO oferecem a possibilidade de **medição do consumo de energia** por cada ambiente, dando um feedback ao usuário, deixando-o informado de quanto está gastando, onde, e como pode diminuir o desperdício de energia. A interface é intuitiva e bem completa, podendo ser acessada pela central, notebook, tablet ou smartphone (Figura 53).

Figura 53 - Interface FIBARO



Fonte: FIBARO, 2020

A **Tarifa branca** também pode ser uma opção a ser adicionada a casa para economia. Essa tarifa é opcional e permite que o usuário pague menos se utilizar a energia elétrica fora do horário de pico, mas se fizer uso no horário de pico pagará mais que o convencional.

A central de controle de automação é ideal para permitir ou para avisar quais os horários de consumo são ideais, e notificá-lo quando não for o melhor momento.

O sistema de automação residencial anda junto com o **sistema de energia solar fotovoltaica**. E com a integração dos sistemas, pode-se integrar o sistema da Fibaro com o inversor da Fronius (fabricante fotovoltaico) e assim acompanhar o ganho de energia através da radiação solar. Esse tipo de sistema, faz com que a casa gere sua própria energia, ficando livre das companhias de energia elétrica e cortando esse gasto mensal.

Essas possibilidades apresentadas pelo sistema de automação residencial não gera só grande economia no bolso do usuário, mas revela também uma redução significativa do consumo de água e energia, diminuindo o impacto no meio ambiente, uma vertente importantíssima que o conceito de arquitetura do futuro visa oferecer ao planeta, e ele agradece.

Os pilares do conforto e da segurança também agregam a esse conceito, pois evidenciam uma um lar mais voltado para o usuário, tornando as atividades rotineiras mais eficientes e funcionais.



4.4. Tecnologias e Interfaces

Quando falamos das tecnologias responsáveis pelos sistemas de automação, são referentes às redes cabeadas ou sem fio e seus dispositivos, e a escolha dessa rede em um projeto é feita através da necessidade do ambiente, dependendo também da fase de projeto e da escala de infraestrutura da edificação a ser automatizada (Quero Automação, 2020).

Como o enfoque deste trabalho é a automação residencial, serão abordadas apenas as tecnologias sem fio (também chamadas de protocolos sem fio), por ser a visão mais recente e futura para esse sistema e a mais indicada para casas e apartamentos.

Nos últimos anos houve uma grande evolução nas soluções de automação para sistemas residenciais, o grande desenvolvimento de novos protocolos de controle e comunicação permitiu uma maior interação entre os equipamentos, incentivando e impulsionando o mercado de Automação Residencial. (MURATORI e DAL BÓ, 2014)

Existem hoje diversos protocolos sem fio utilizados nos sistemas de automação, os principais são: Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee, Z-Wave e o RF 433/315 Mhz que são os chips mais populares, utilizados em portões de garagem e controles remotos. Os protocolos abordados aqui serão o Wi-Fi, o ZigBee e o Z-Wave.

Mas afinal, o que é um protocolo? “Um protocolo é representado por um conjunto de regras que definem a maneira como os equipamentos irão se comunicar em uma rede de dados” (MURATORI e DAL BÓ, 2014, p. 103).

Ou seja, são diretrizes que permitem que dois ou mais equipamentos conectados à internet ou a outra rede se comuniquem e troquem informações entre si. É importante que o protocolo seja reconhecido por todos os dispositivos que vão fazer parte dessa rede.

Dois pontos importantes a serem analisados nessas redes são a sua **frequência** de alcance e a **topologia**.

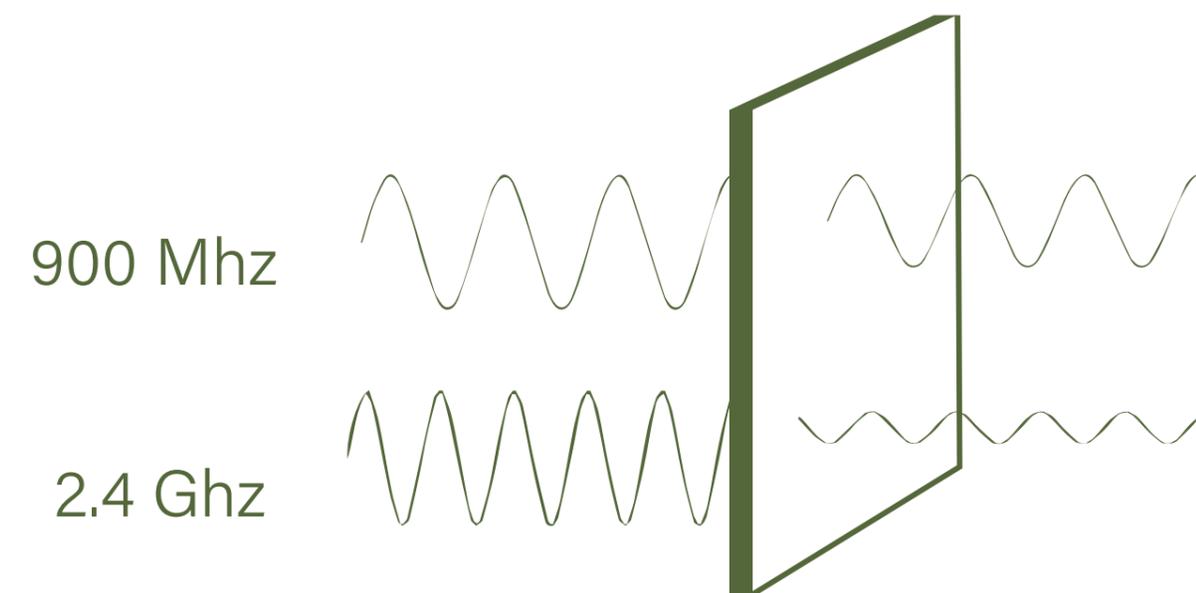
A frequência de rede utiliza ondas com oscilações diversas e outras características para evitar interferência com outras redes. Exemplo, a rede 3G/4G do smartphone não cria interferência com a rede Wi-Fi da residência ou do escritório.



Há ainda outros fatores que influenciam na criação de bandas de diferentes frequências para a telecomunicação. As ondas menores são ótimas para longas distância, enquanto as mais altas percorrem um espaço pequeno e carregam mais dados. Por fim, é preciso lembrar que os espectros são finitos e pode ser necessário usar mais do que uma faixa para atender a demanda. (SOUZA, 2018, p.1).

Quanto maior a frequência maior será a atenuação do sinal ao enfrentar uma barreira, por isso redes que utilizam de frequências menores tem uma performance melhor dentro dos ambientes de uma casa ao ultrapassarem as paredes (Figura 54).

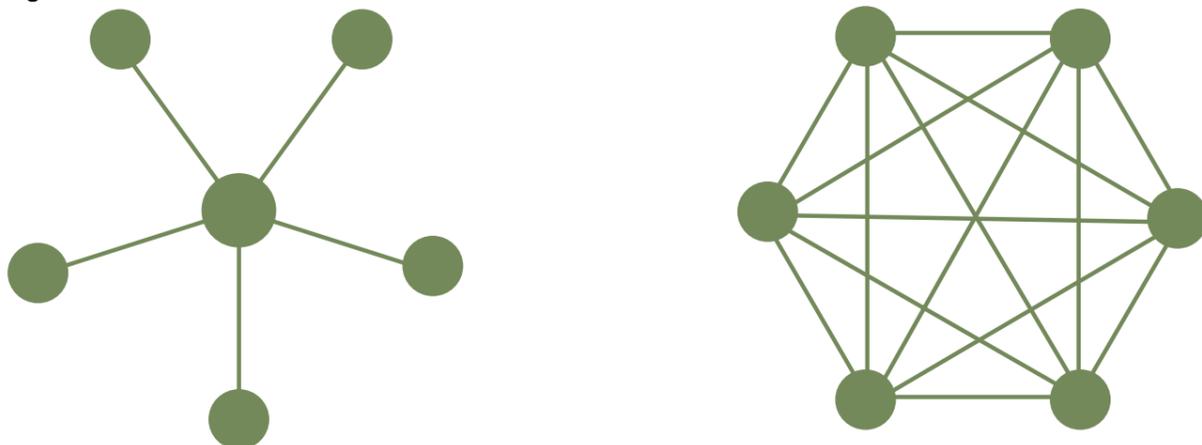
Figura 54 -Comparativo entre duas frequências distintas quando enfrentam uma barreira



Fonte: Autora (2020)

Entre as diversas tipologias de rede, aqui serão abordados dois tipos mais utilizados no sistema de automação: a Rede Estrela e a Rede Mesh (Figura 56).

Figura 56- Redes Estrela e Mesh



Fonte: Autora (2020)

Na **Rede Estrela**, os módulos se comunicam diretamente com uma central, sendo ideal para projetos menores, onde não haja necessidade de repetidores em vários locais da edificação.

“A topologia em estrela utiliza cabos de par trançado e um concentrador como ponto central da rede. O concentrador se encarrega de retransmitir todos os dados para todas as estações” (PAULINO, 2010, p.1).

Já na **Rede Malha**, ou **Mesh**, todos os módulos se comunicam entre si, como uma estrela, mas, na ponta, os dispositivos criam a repetição do sinal e por isso é ideal para projetos maiores, onde toda a casa incorporará o sistema de automação.

Mesmo que um único dispositivo consiga alcançar alguns metros, todos os dispositivos da rede se comportam como retransmissores de mensagens, aumentando o alcance da rede toda (MURATORI e DAL BÓ, 2014).



Cada módulo é considerado um “nó” da rede, e qualquer “nó” consegue se comunicar com outro, pois há um processo de roteamento das mensagens através dos demais “nós” da rede. À medida que a quantidade de nós aumenta naturalmente o atraso da comunicação poderá aumentar. Entretanto, com o aumento de “nós” da rede aumenta também a possibilidade de serem estabelecidas novas rotas que poderão propiciar valores de atrasos iguais ou até mesmo menores do que uma rede com poucos “nós”. (MURATORI e DAL BÓ, 2014, p.107).

Os sistemas sem fio têm uma característica muito importante que é a pouca interferência na instalação elétrica existente, ponto positivo para reformas e *retrofits* (modernizações de edificações antigas). A

tipologia Estrela é utilizada nas conexões Wi-Fi e Radiofrequência, enquanto a Mesh é operada em chips de tecnologia Z-Wave e ZigBee que veremos a seguir.

As redes **Wi-Fi** são as mais conhecidas e estão cada vez mais presentes na rotina do usuário. Inicialmente conhecida pelo termo *Wireless* ou Internet sem fio, surgiu no final da década de 90 quando os primeiros computadores com portabilidade a essa tecnologia começaram a aparecer no mercado. Já o termo Wi-Fi surge depois como um tipo de *wireless* criada para rotear redes locais de computadores, smartphones, tablets etc.



Wi-Fi significa “Wireless Fidelity”, nome que foi dado em alusão à expressão “Hi-Fi” (High Fidelity), usada pela indústria fonográfica nos anos 50. O termo foi registrado pela Wi-Fi Alliance, mas se tornou muito popular e é dado a qualquer tecnologia WLAN (Wireless Local Area Network). (PIXININE, 2015, p.1)

As redes trabalham através de ondas de rádio comuns, como a TV, rádio e celulares e transmite o sinal/ondas através de um adaptador que passa para o roteador, que ao recebê-las decodifica e emite através das antenas para todos os dispositivos conectados a ele. O roteador (Figura 57) é o elemento principal dessa rede, sendo a central da tecnologia de Rede Estrela, e deve ser uma escolha de qualidade já que ele comandará a eficiência de todo o sistema. Encontra-se nas frequências de 2.4 GHz ou a de 5GHz. Quanto maior a frequência mais capacidade do sinal carregar um número maior de informação com mais rapidez, mas maior redução ao enfrentar barreiras.

Figura 57 - Roteador Wi-Fi 5 (dual band AC 1200) Intelbras



Fonte: Intelbras, 2020

A **ZigBee** é uma tecnologia de rede roteada e sem fio que surgiu em 2005 através da empresa ZigBee Alliance.

“A tecnologia foi desenvolvida para atender a uma grande variedade de aplicações que vão desde dispositivos que trabalham a bateria até dispositivos mais sofisticados para serem aplicados em automação...” (MURATORI e DAL BÓ, 2014, p.108)

É um protocolo que tem sido bastante utilizado em dispositivos IoT. Com o crescimento do mercado de dispositivos conectados, as empresas buscam opções inovadoras que facilitem a comunicação entre eles. Hoje, marcas como LG, Philips e Samsung trabalham com essa tecnologia de rede. A linha HUE da Philips (Figura 58) é uma das possibilidades de Iluminação Inteligente através do protocolo ZigBee. O sistema da linha SmartThings da Samsung, que já tem diversos dispositivos inteligentes no mercado, também é adepto a essa tecnologia.

Figure 58 - Kit de Iluminação Philips Hue



Fonte: Philips Hue, 2020

O protocolo é baseado na rede *Mesh*, assim que um dispositivo se conecta aos outros, vai aumentando significativamente o alcance da rede. Um ponto bastante positivo dessa tecnologia é o fato de que os dispositivos consomem pouca energia, tornando o sistema muito mais econômico que um Wi-Fi.

Por fim, o **Z-Wave** é outro padrão de rede sem fio e roteada, criado pela empresa dinamarquesa ZenSys AS em 2001. Esse protocolo se destaca por ter sido desenvolvido especificamente para a automação.

“É uma tecnologia que também mantém seu foco no desenvolvimento de dispositivos de baixo custo, fáceis de instalar, confiáveis, que possuem baixo consumo de energia.” (MURATORI e DAL BÓ, 2014, p.108)

É um protocolo que também trabalha com a tipologia Mesh onde qualquer nó pode se comunicar com outro, atua junto com a economia de energia e é a melhor opção para a automação residencial por operar abaixo de 1GHz apresentando uma excelente performance.

Uma das maiores marcas no mercado de casa inteligente, a FIBARO, utiliza em diversos dos seus dispositivos, a tecnologia de rede Z-Wave, inclusive sua central de controle, o Home Center (Figura 59), cérebro do sistema FIBARO.

Figura 59 - Home Center 2, FIBARO



Fonte: FIBARO, 2020

O Home Center FIBARO, além de integrar aos dispositivos de rede Z-Wave, ele é compatível com dispositivos de diversas marcas do mercado de automação residencial (Figura 60), o que é uma grande vantagem para a marca, tornando-a líder no sistema de casas inteligentes. A central coleta e analisa as informações dos dispositivos, comunica-os entre si e, assim, direciona a operação de todo o sistema.

Figure 60 - Compatibilidade Home Center 2



Fonte: FIBARO, 2020

Essas três redes são as principais tecnologias sem fio utilizadas no mercado de automação residencial hoje. Não há uma mais ideal que a outra, tudo irá depender do que o usuário deseja alcançar e quais necessidades precisam ser supridas dentro da casa e da sua rotina. A seguir será apresentado um quadro comparativo entre as duas tipologias de redes abordadas (Tabela 1).

Tabela 1 - Quadro comparativo, Wi-Fi x ZigBee/Z-Wave

Wi-Fi	ZigBee/Z-Wave
Popular	Criadas para <i>Smart Home</i>
Fácil Implementação	Baixo consumo de energia
Rede Tipo Estrela	Rede Tipo <i>Mesh</i>
Frequência de 2.4 e 5GHz	Frequências abaixo de 1GHz

Fonte: Autora (2020)

Entrando na aba da interface, ela é considerada um dos elementos mais importantes nos dispositivos dos sistemas de automação residencial, pois é através delas que os usuários utilizam e interagem com o sistema. Esse elemento deve ser muito bem pensado e desenvolvido para funcionar de forma eficiente e de fácil manuseio, simples.

O Professor Vinicius Bastos, no Treinamento de Automação (2019), apresenta três tipos de interface: **Assistente de Voz**, como Google Home, Amazon Alexa, Apple Siri, Samsung Bixby e a Microsoft Cortana; a **Interface Pronta** que podem ser Pulsadores, Keypads, Painéis de Paredes Touch Screen, Controles Remotos ou Tablets e Smartphones; e **Interfaces Customizadas** que podem ser criadas do

zero, por programadores ou softwares de computadores, totalmente personalizadas para projetos específicos.

O **Pulsador** é uma das interfaces mais simples para o usuário, pode ser substituído pelo interruptor tradicional, mas nele pode ser pré-configurada uma ação específica, tanto para a iluminação quanto qualquer outra ação, como ligar a TV ou baixar as cortinas, por exemplo.

“O pulsador consegue enviar um comando, mesmo que simples, a um processador que, por sua vez, executa uma função pré-programada. Dessa maneira, um simples toque do usuário em um pulsador pode desencadear uma função complexa...” (MURATORI e DAL BÓ, 2014, p.157)

Como já apresentado anteriormente, o The Button da FIBARO é um tipo de Pulsador que pode ser instalado em qualquer superfície e reconhece até 6 ações configuradas (Figura 62).

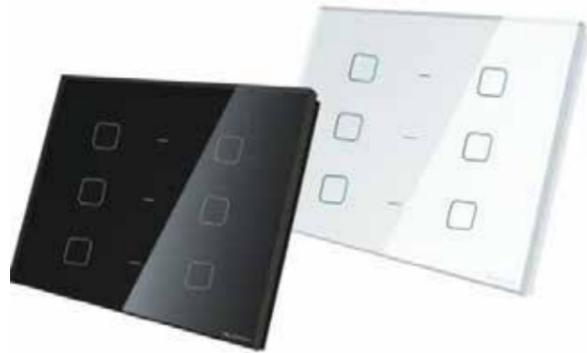
Figura 62 - The Button, Fibaro



Fonte: FIBARO, 2020

O **Keypad** (Figura 63) também conhecido como “painéis ou teclados inteligentes” é como uma extensão do pulsador, mas com um maior número de possibilidades, já que, comumente, apresentam diversos pulsadores num único teclado. Também há modelos em Touch Screen (Figura 64) que funciona como um tablet ou celular, mas com uma interface mais simples, apresentando apenas as funções do sistema e assim como os teclados podem ser instalados como interruptores.

Figure 63 - Teclado inteligente TouchLight



Fonte: HOUS Control,2020

Figura 64 - Keypad TouchScreen



Fonte: Dealer, 2018



Os formatos e o design destes Keypads variam muito, pois cada fabricante desenvolve o seu produto de forma proprietária. Podemos ter modelos com visor de cristal líquido ou telas de toque que multiplicam ainda mais a quantidade de acionamentos possíveis em um formato padrão simples (4x2" ou 4x4"). (MURATORI e DAL BÓ, 2014, p.160)

Uma nova tecnologia lançada pela FIBARO é o Swipe (Figura 65), uma extensão de Keypads controlado por gestos. O dispositivo pode ser usado em qualquer superfície, teto, parede, piso, embaixo de bancadas etc. Ele é acionado através de gestos com as mãos, podendo ainda ser utilizado como porta retrato digital.

Figura 65 - Swipe FIBARO



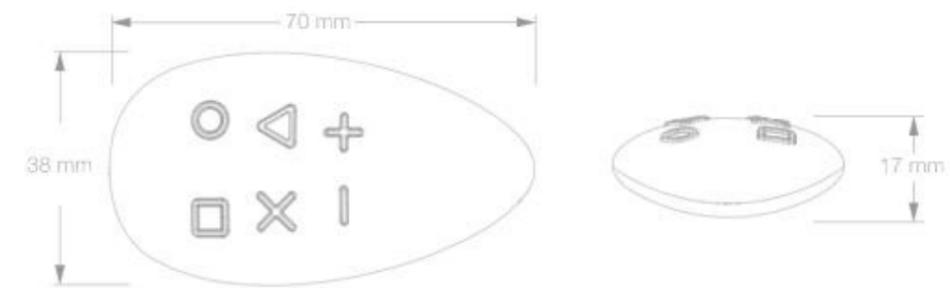
Fonte: FIBARO, 2020

Tem ainda a opção de **Controle Remoto**, para administração das ações e cenas. Muitos usuários ainda optam por essa opção pela facilidade de controlar tudo em um único controle.

“É normal que o usuário final anseie por um único controle, de preferência móvel, que lhe permita não só comandar individualmente cada um dos subsistemas, mas também executar comandos complexos envolvendo todas as possibilidades.” (MURATORI e DAL BÓ, 2014, p.160).

A FIBARO desenvolveu o KeyFob (Figura 66), um controle ergonômico e compacto que possibilita a configuração de diversos comando e uma utilização bem intuitiva.

Figura 66 - KeyFob FIBARO



Fonte: FIBARO, 2020

De fácil instalação, apenas pareando com o aplicativo FIBARO no smartphone ou computador, e com até 24 possibilidades de cenas e ações em seus botões (Figura 67).

Figura 67 – Opções de acionamentos



Fonte: FIBARO, 2020

Por último, interface mais utilizada hoje em dia, pela praticidade e eficiência são as dos **tablets e smartphones**. Os principais aplicativos hoje são disponibilizados para os sistemas operacionais IOS, da Apple, e para Android, do Google.

“Com características similares às dos controles universais (uso de ícones e telas de toque), a utilização de aplicativos específicos possibilita criar também interfaces adaptadas aos sistemas de automação, potencializando o seu uso ainda mais.” (MURATORI e DAL BÓ, 2014, p.162).

O aplicativo Smart Home FIBARO é bastante intuitivo, e ainda permite interação através do Smartphone, Tablet e Computador (Figura 68).

Figura 68 - Interface FIBARO



Fonte: FIBARO, 2020

Através da interface, o usuário gerencia toda a casa e sabe tudo o que está acontecendo a todo o momento, tanto para controle quanto para notificação. Nessa área compartilhada está toda a automação da casa, a gestão dos três pilares: conforto, segurança e economia, e o domínio e conexões das tecnologias de redes utilizadas no sistema.

5. ARQUITETURA PASSIVA

5.1. Clima

5.2. Orientação - Sol e Ventos

5.3. Materiais

5.4. Estratégias Construtivas

5.4.1. Forma e Layout

5.4.2. Ventilação Cruzada

5.4.3. Peitoril Ventilado

5.4.4. Beiral

5.4.5. Marquise

5.4.6. Brise

5.4.7. Prateleira de Luz

5.4.8. Muxarabis e Cobogó

5.4.9. Vegetação

5.4.10. Telhados Verdes

5.5. Resfriamento Passivo

5.6. Eficiência Energética



Como já abordado anteriormente, no início do capítulo 3, são muitas as vertentes da arquitetura de hoje que levam para uma consciência ambiental muito maior e mais preocupada com o meio ambiente.

Neste capítulo, será aprofundada a tendência da Arquitetura Passiva, a esfera ambiental da casa do futuro e um dos temas principais deste trabalho. Alguns autores a estudam como Design Passivo ou Casa Passiva.

Segundo o Passive House Institute (2015), a *Passive House* (ou Casa Passiva) é um padrão construtivo efetivamente eficiente em termo de energia, confortável e acessível, simultaneamente.

“Passive House não é um nome de marca, mas um conceito de construção testado e comprovado que pode ser aplicado por qualquer pessoa, em qualquer lugar.” (PASSIVE HOUSE INSTITUTE, 2015, p.1)

O padrão construtivo tem uma característica importante que é a adaptação a qualquer tipo de clima, pegando o conceito e ajustando as variáveis climáticas de cada local.



O próprio conceito de casa passiva permanece o mesmo para todos os climas do mundo, assim como a física por trás dele. No entanto, embora os princípios da Passive House permaneçam os mesmos, os detalhes devem ser adaptados ao clima específico em questão. Um edifício que cumpra o Padrão de Casa Passiva terá uma aparência muito diferente no Alasca e no Zimbábue. (PASSIVE HOUSE INSTITUTE, 2015, p.1)

A contribuição ecológica dessa arquitetura está em sua definição. Eles usam de pouquíssima energia primária, deixando recursos de energia suficiente para várias gerações. E ainda, a energia utilizada na sua construção é insignificante quando comparada ao quanto ela economiza em sua vida útil.

Dentro desse tema há o selo europeu de Habitação Passiva, o *Passivhaus* (em alemão), onde a principal exigência é o consumo de energia de calefação inferior a 15 kWh/m² ao ano.

O conceito de Casa Passiva foi desenvolvido na Alemanha. Em maio de 1988 foi lançada a primeira Casa Passiva em Darmstadt-Kranichstein (Figura 69), por Wolfgang Feist e o Professor Bo Adamson com base em algumas considerações e que atendia a exigência do selo *Passivhaus*.



Em meados dos anos 1980, o edifício de baixo consumo de energia já era um padrão de energia legalmente exigido para novos edifícios na Suécia e na Dinamarca. Ainda nessa altura, estava a ser considerado o desenvolvimento dos princípios da habitação de baixo consumo energético, ou seja, excelente isolamento, prevenção de pontes térmicas, estanqueidade, vidros isolados e ventilação controlada. (PASSIPEDIA, 2020)

Figura 69 - Primeira Casa Passiva, Darmstadt-Kranichstein, Alemanha



Fonte: Carsten Sauerbrei, 2016

Um dos exemplos mais utilizados para melhor compreensão do conceito de Casa Passiva é a analogia da garrafa térmica e da cafeteira, enquanto a garrafa térmica mantém a temperatura do café com um eficiente sistema de isolamento térmico, a cafeteira necessita de energia elétrica constante para manter a temperatura do café. (FEIST, 2014)

A casa passiva é mais do que um edifício de baixo consumo energético, ela tem economia de energia referente ao aquecimento e resfriamento de até 90% quando comparadas a construção normal; faz uso eficiente do sol e durante os meses mais quentes usa-se técnicas de resfriamento passivo para manter a edificação confortável; quando bem pensado, o envelope da edificação (paredes, pisos e teto) mantém o calor indesejável fora da casa; e quando bem desenvolvido, o sistema de ventilação natural propicia uma qualidade de ar altamente eficiente. (PASSIVE HOUSE INSTITUTE, 2015, p.1)

Mas afinal, o que faz uma casa ser passiva? O Passive House Institute define cinco princípios básicos que se aplicam à construção de casa passiva:



Isolamento térmico: todos os componentes opacos de construção do envelope externo da casa devem ser muito bem isolados. Para a maioria dos climas de frio, isso significa um coeficiente de transferência de calor (valor U) de 0,15 W / (m²K) no máximo, ou seja, um máximo de 0,15 watts por grau de diferença de temperatura e por metro quadrado de superfície externa são perdidos.

Janelas passivas da casa: os caixilhos das janelas devem ser bem isolados e equipados com vidros de baixa emissividade preenchidos com argônio ou criptônio para evitar a transferência de calor. Para a maioria dos climas de frio, isso significa um valor U de 0,80 W / (m²K) ou menos, com valores g em torno de 50% (valor g = transmitância solar total, proporção da energia solar disponível para a sala).

Recuperação de calor de ventilação: a ventilação com recuperação de calor eficiente é a chave, permitindo uma boa qualidade do ar interno e economizando energia. Na casa passiva, pelo menos 75% do calor do ar de exaustão é transferido para o ar fresco novamente por meio de um trocador de calor.

Estanqueidade da construção: o vazamento não controlado através das fendas deve ser menor que 0,6 do volume total do galpão por hora durante um teste de pressão a 50 Pascal (pressurizado e despressurizado).

Ausência de pontes térmicas: todas as arestas, cantos, conexões e penetrações devem ser planejados e executados com muito cuidado, para que as pontes térmicas possam ser evitadas. As pontes térmicas que não podem ser evitadas devem ser minimizadas tanto quanto possível. (PASSIVE HOUSE INSTITUTE, 2015).

Do ponto de vista estético não é possível “reconhecer” uma casa passiva, pois é um padrão de desempenho e não um método construtivo muito característico. As casas passivas têm que satisfazer requisitos energéticos e de conforto ambiental, mas tem grande liberdade na escolha dos métodos e materiais para alcançar tais requisitos, portanto que seja eficiente em seu resultado com base nos critérios propostos.

Contudo, esse trabalho seguirá a linha desenvolvida pela autora Miriam Gurgel (2012), que classifica como Casa Passiva a que segue os parâmetros do Design Passivo e não dos parâmetros europeus do quantitativo de energia consumida por metro quadrado e outras variáveis. “Na Austrália construímos casas passivas seguindo os conceitos e as diretrizes do Design Passivo, que podem, e devem, ser aplicados facilmente no Brasil.” (GURGEL, 2012, p.19)

Gurgel (2012), determina seis princípios básicos do Design Passivo:

1. Adaptação ao clima;
2. Orientação correta da construção;
3. Aberturas (janelas e portas) bem posicionadas;
4. Utilização de massa térmica;
5. Isolamento térmico;
6. Ventilação cruzada.

Logo, uma casa para ser passiva precisa:

- Ser construída adequadamente para um clima local específico;
- Ter seu layout bem pensado para garantir boa iluminação e ventilação natural;
- Utilizar o sol para aquecimento da água e da casa, podendo ser usado também para fornecimento de energia renovável;
- Isolamento térmico bem pensado;
- Considerar a massa térmica dos materiais;
- Escolha no posicionamento de aberturas eficientes;
- Apresentar um bom conforto ambiental e eficiência energética.

Esses aspectos considerados como estratégias e princípios passivos, inicialmente, trazidos pelos alemães, e abordados por Gurgel (2012) de forma mais apropriada aos climas brasileiros, remete bastante a arquitetura defendida por Armando de Holanda em 1976. Em sua obra "Roteiro para construir no Nordeste" Armando trás estratégias - criar uma sombra, recuar as paredes, vazar os muros, proteger as janelas, abrir as portas, continuar os espaços, construir com pouco, conviver com a natureza - que auxilia no desenvolvimento de projetos mais apropriados para o Nordeste brasileiro, pensando numa arquitetura adaptável ao clima local em vários aspectos, e visando o conforto do usuário.



A preocupação com a adaptação do edifício ao clima do lugar onde seria construído foi uma constante na consolidação da arquitetura moderna e a aproximação com métodos científicos propiciou uma abordagem mais embasada da questão. No Pós-Segunda Guerra alguns arquitetos passaram a estudar de forma mais aprofundada a maneira como um edifício poderia se relacionar com o clima do seu entorno, integrando conhecimentos físicos, meteorológicos e biológicos. (MOREIRA, 2019, p.1).

Também há semelhança com a Arquitetura Bioclimática, que fora apresentada no início do capítulo 3, que propõe que as construções sejam adequadas ao clima local, à iluminação e à ventilação naturais com o objetivo de reduzir o uso de energia elétrica.

Nesse caso, ela se utiliza também de estratégias passivas, mas como o conceito passivo é pouco disseminado na arquitetura, com o tempo surge novas vertentes que incorporam conceitos existentes e criam sua própria identidade.

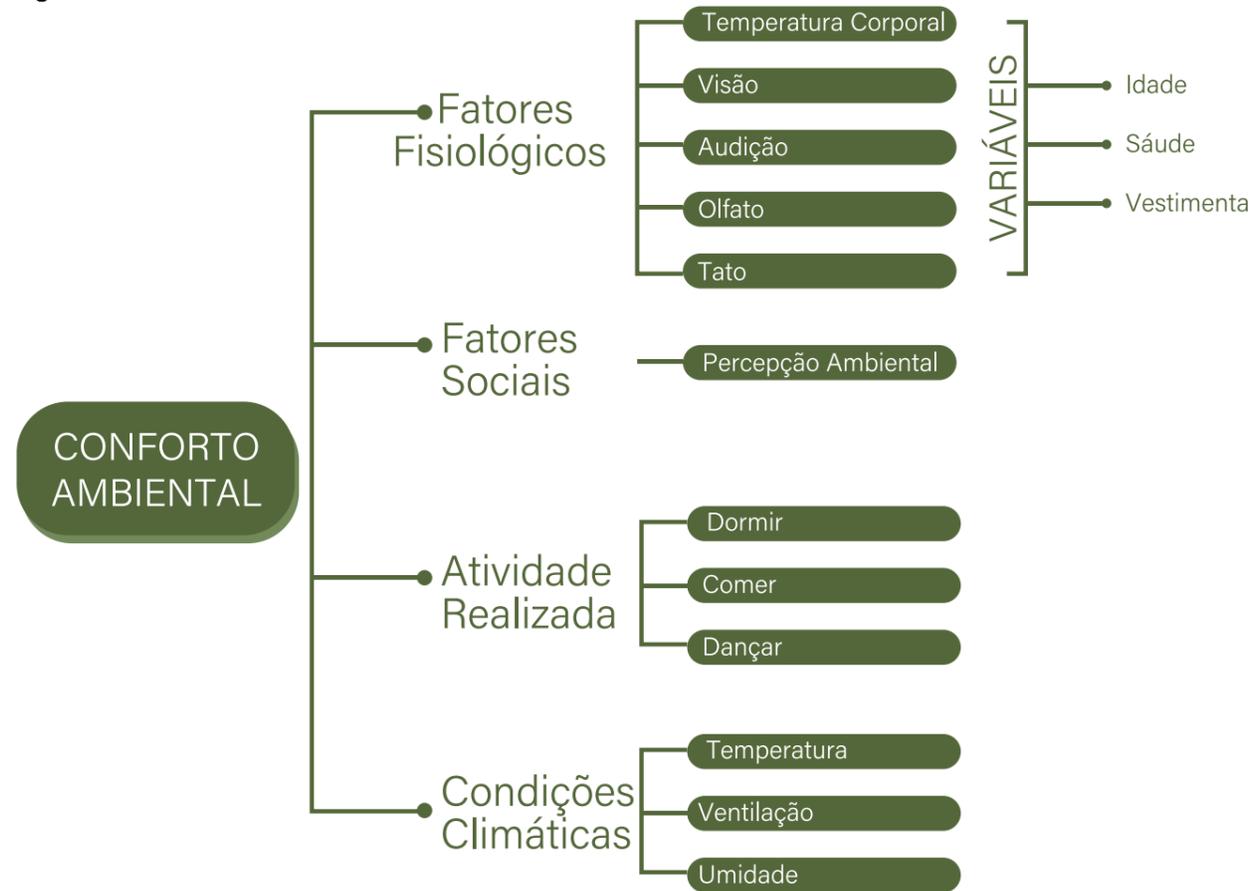
A Arquitetura Passiva busca primeiro uma edificação verdadeiramente eficiente em termos de energia, em seguida, o conforto ambiental dela. Por ser considerada mais um padrão de desempenho ela visa mais à fundo o emprego dos materiais e suas características e de que forma eles podem influenciar na eficiência e no conforto. Também se utiliza de novas tecnologias energéticas garantindo cada vez mais, uma maior eficiência ou energia quase nula. A Casa Passiva, seus conceitos e princípios são aplicáveis a qualquer tipo de clima, em qualquer lugar do mundo. Quando essas aplicações são trazidas para a Região Nordeste do Brasil, as estratégias de resfriamento passivo, assemelha-se com os artifícios utilizados por Armando de Holanda na década de 70.

Então, antes de tudo, deve-se compreender bem o conforto ambiental e que o mesmo varia muito de indivíduo para indivíduo.

"Conforto ambiental é um conjunto de características ambientais que são relacionadas ao estado de satisfação de indivíduos em determinado espaço no qual se encontram (bem estar físico e mental)." (PINHEIRO e CRIVELARO, 2020, P.46)

Fatores fisiológicos como temperatura do corpo, visão, audição, olfato e tato, e ainda suas variáveis como idade, saúde e a roupa utilizada pelo usuário são relacionadas com a sensação de conforto. Fatores sociais, a atividade realizada e as condições climáticas são outras fortes aliadas (Figura 70).

Figura 10 - Conforto Ambiental



Fonte: Autora (2020)

“As variáveis das condições climáticas existentes nos ambientes das edificações também dependem de fatores de arquitetura como dimensões dos ambientes, aberturas, materiais de construção e tecnologias utilizadas.” (PINHEIRO e CRIVELARO, 2020, p.47)

O conforto ambiental é uma preocupação crescente na hora de projetar ou estudar o ambiente construído, ele é um fator que garante contentamento, comodidade e economia para os indivíduos, fora a contribuição que é dada ao meio ambiente.



O projeto de edificação visa satisfazer às necessidades de conforto térmico dos usuários. Essa condição, além de proporcionar sensação de bem-estar aos usuários da edificação, busca minimizar gastos com as fontes de energia de concessionárias e gerar mais satisfação com a edificação. (PINHEIRO e CRIVELARO, 2020, p. 47).

5.1. Clima

Aqui entramos no Primeiro Princípio do Design Passivo: o Clima.

“O clima é a união dos quesitos de umidade relativa do ar, temperatura, ventos e radiação solar em uma região específica em um determinado período do ano. Ele tende a ser sempre constante e oferece as características das diferentes regiões do planeta” (PINHEIRO e CRIVELARO, 2020, p.208)

Ele é o ponto de partida de qualquer projeto de edificação passiva e quase todos os fatores pensados, quando é visado o conforto no ambiente construído, está relacionado a ele, como a temperatura fora e dentro da casa, a umidade do ar, os ventos, brisas e alguns materiais que possam refrescar em dias mais quentes. O clima irá definir os parâmetros iniciais do projeto passivo.

“Fica fácil, portanto, constatar que a temperatura e a umidade estão diretamente ligadas ao clima, já que as brisas e os ventos são condições atmosféricas determinadas pelo movimento das massas de ar particulares de cada região brasileira.” (GURGEL, 2012, p.29)

A **temperatura** é dada pela quantidade de calor ou frio em um determinado ambiente e é medida em graus Celsius °(C), já a **umidade do ar** é a quantidade de vapor de água presente na atmosfera, essa condição influencia na temperatura e na sensação térmica sentida pelo corpo de cada indivíduo, que pode diferir da temperatura real.

O Brasil é enorme e possui climas diferentes em cada região, logo, uma casa projetada para o Sul do país não deve ter os mesmos parâmetros construtivos que o projeto de uma casa para o Nordeste.

“Cada região do país terá características diferentes dependendo do clima predominante do lugar, como quantidade de chuva, sol, ventos, além de temperaturas diferenciadas.” (GURGEL, 2012, p.30)

São muitas as classificações climáticas no Brasil. O IBGE (2012) classifica em cinco tipos: Equatorial, Tropical Zona Equatorial, Tropical Nordeste Oriental, Clima Tropical Brasileiro Central e Clima Temperado (Figura 71).

Figura 71 - Classificação dos Climas no Brasil, Segundo IBGE 2012



Fonte: IBGE, 2012

Outra classificação foi feita pelo geógrafo climatólogo Arthur Strahler, de acordo com as influências das massas de ar que dominam determinadas áreas do globo. Em seu livro, Gurgel (2012) as apresenta de forma resumida:

1. Equatorial Úmido – quente e úmido, com médias mensais de 24 °C a 27 °C e pequeno resfriamento no inverno;
2. Litorâneo Úmido – quente e úmido com verão chuvoso e inverno menos chuvoso;
3. Tropical – alternadamente úmido no verão e seco no inverno;
4. Tropical tendendo a seco ou semiárido – chuvas apenas em 3 meses do ano;
5. Subtropical úmido – chuvas fortes e distribuídas todo o ano, inverno frio.

Figura 72 - Mapa esquemático dos climas segundo Strahler



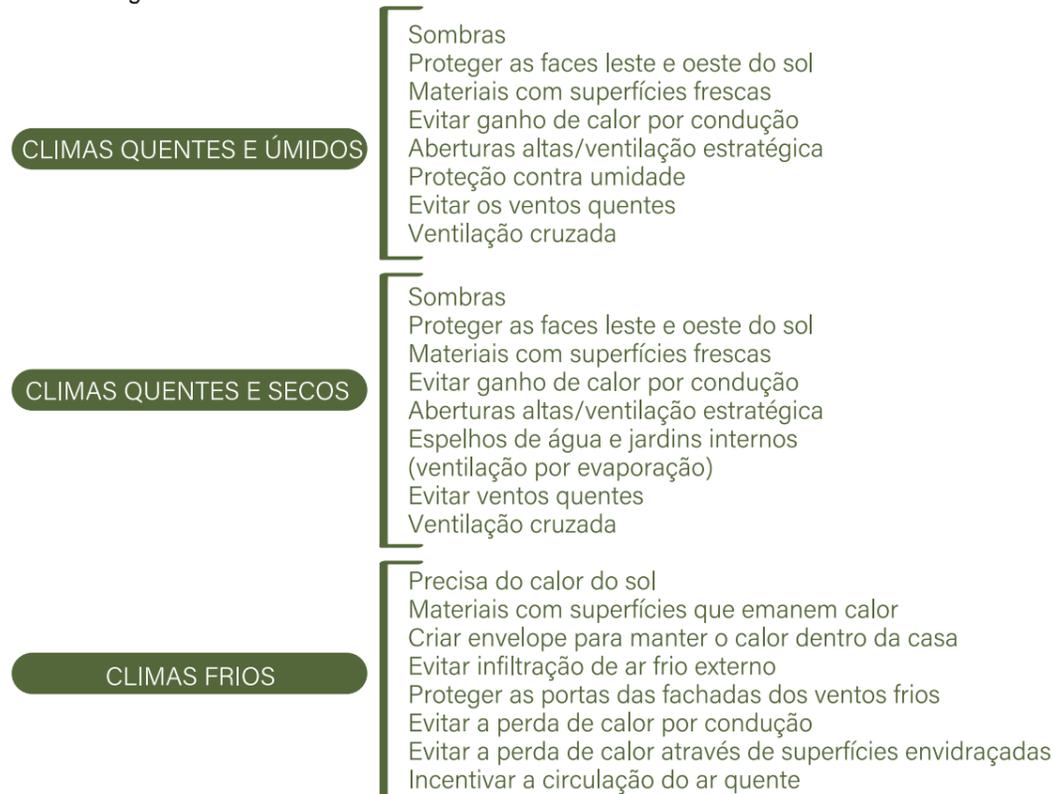
Fonte: Gurgel (2012, p.31)

Gurgel (2012), apresenta algumas observações que interferem no projeto, seguida por estratégias térmicas comuns em diferentes climas (Figura 73):

- A quantidade de chuva, influencia na inclinação do telhado, no tipo de abertura das janelas e nos materiais aplicados externamente;
- Temperaturas altas condizem com pés-direitos altos;
- Sol forte não deve incidir em superfícies escuras;
- Calor e umidade são bem administrados com ventilação cruzada nos ambientes;
- Em climas quentes, onde há ausência de beirais nas janelas, é indicado a utilização de alguma proteção nos vidros, ou entrará grande quantidade de calor no ambiente.

Estratégias em diferentes climas (Figura 73).

Figura 73 - Estratégias em diferentes climas



Fonte: Gurgel (2012, p.41 e 42). Compilação da Autora (2020)

Alguns arquitetos e projetistas, por seguir modismos construtivos acabam pondo em risco o conforto do usuário, pois impõem materiais mais adequados a outro tipo de clima, a um que não se adapta a tal.

“Seguir tendências e modismos de fachadas sem levar em consideração dados climáticos poderá transformar o projeto em um completo fracasso.” (GURGEL, 2012, p.41)

Visto isso, deixa claro que cada caso terá suas particularidades e é imprescindível estudar bem as características climáticas do local de implantação do projeto. Quanto mais informação se tem sobre determinada região, maior será a probabilidade de a construção resultar em um edifício eficiente e confortável para o usuário.



Embora na maioria dos climas brasileiros sejam aplicadas técnicas de resfriamento ou aquecimento passivo, ainda será necessário algum tipo de “suporte” adicional para se atingir um bom conforto ambiental. Escolha sempre a opção energeticamente mais eficiente. (GURGEL, 2012, p.44)



5.2. Orientação - Sol e Ventos

A Orientação é o segundo princípio do Design Passivo, dentro deste pode-se incluir o **sol** e sua trajetória, os **ventos** e a **orientação da construção** no local da implantação.

Desde sempre sabemos que o **sol** nasce no Leste e se põe no Oeste. Novidade para alguns é saber que durante o ano ele desenvolve um caminho diferente no céu que vai além do Leste-Oeste, isso acontece devido a movimentação da terra em torno do sol, no período de um ano.

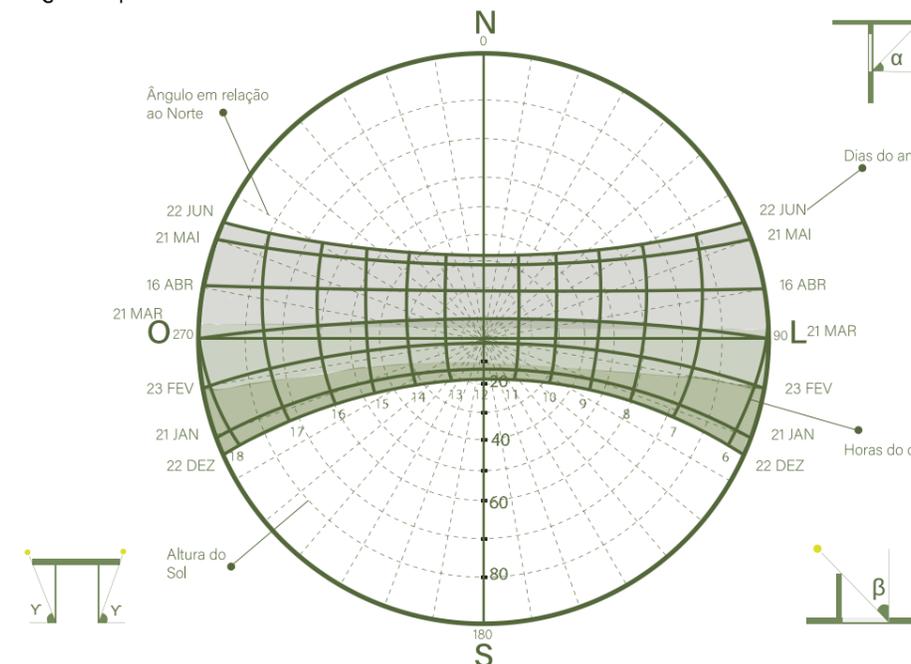


Dependendo da distância, que estivermos da Linha do Equador, tanto a quantidade de luz solar quanto o ângulo de incidência da construção irão variar. Quanto mais distante do Equador, menor será a intensidade e a quantidade de horas de exposição aos raios solares. (GURGEL, 2012, p.49)

Portanto, as regiões que se localizam mais próximas ao Equador terão incidente em suas construções tanto o sol da manhã quanto o sol da tarde intensos e constantes durante todo o ano.

Uma ferramenta bem útil na hora de estudar o sol e seus percursos durante o ano é a máscara solar ou carta solar (Figura 74), através delas é possível prever onde o sol estará no céu em cada época do ano.

Figura 74 - Imagem representativa de uma carta solar



Fonte: Autora (2020)

Para compreender melhor essa ferramenta é preciso entender que o círculo é o céu com as indicações dos pontos cardeais Norte, Sul, Leste e Oeste. A área pintada abrange todas as possibilidades do sol se posicionar no período de um ano em um lugar x.

Os tons mais claros indicam inverno ou temperaturas mais frias e os tons mais escuros verão ou temperaturas mais elevadas.

As linhas escuras verticais dentro da área colorida indicam as horas do dia em que o sol está à mostra, e as horizontais os dias do ano.

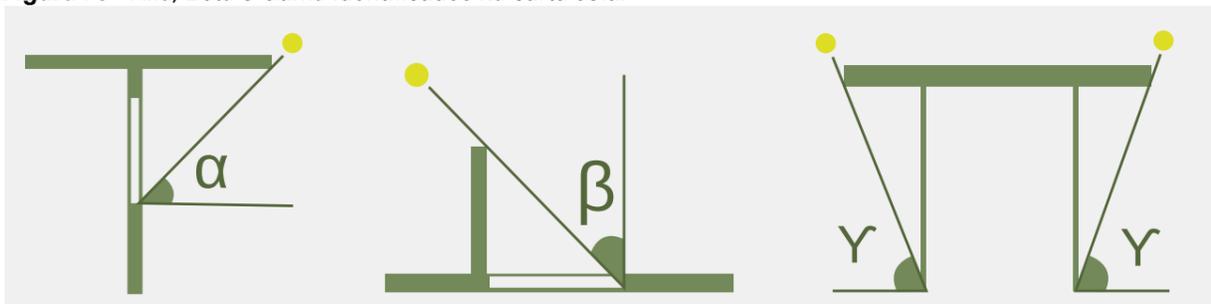
Os círculos concêntricos determinam o ângulo do sol com relação ao chão. 0° indica o nascer e o pôr do sol. Quanto mais ao centro, mais alto estará o sol.

As linhas radiais dentro do círculo mostram o ângulo do sol em relação ao Norte. 22 de junho o sol nasce mais ao norte, já 22 de dezembro, nasce mais ao Sul.

Ao traçar uma linha no eixo horizontal, é possível verificar que a área colorida fica quase mais ao Norte, isso significa que a fachada Sul não necessita de tanta proteção quanto a na fachada Norte, que recebe maior incidência durante o ano.

Ao redor da carta é possível identificar três imagens indicando alfa (α), beta (β) e gama (γ) (Figura 75).

Figura 75 - Alfa, Beta e Gama identificados na carta solar



Fonte: Autora (2020)

O α é visto em corte, é o ângulo entre o plano do peitoril e a incidência de sol. Esse ângulo é usado para dimensionar a profundidade do brise horizontal.

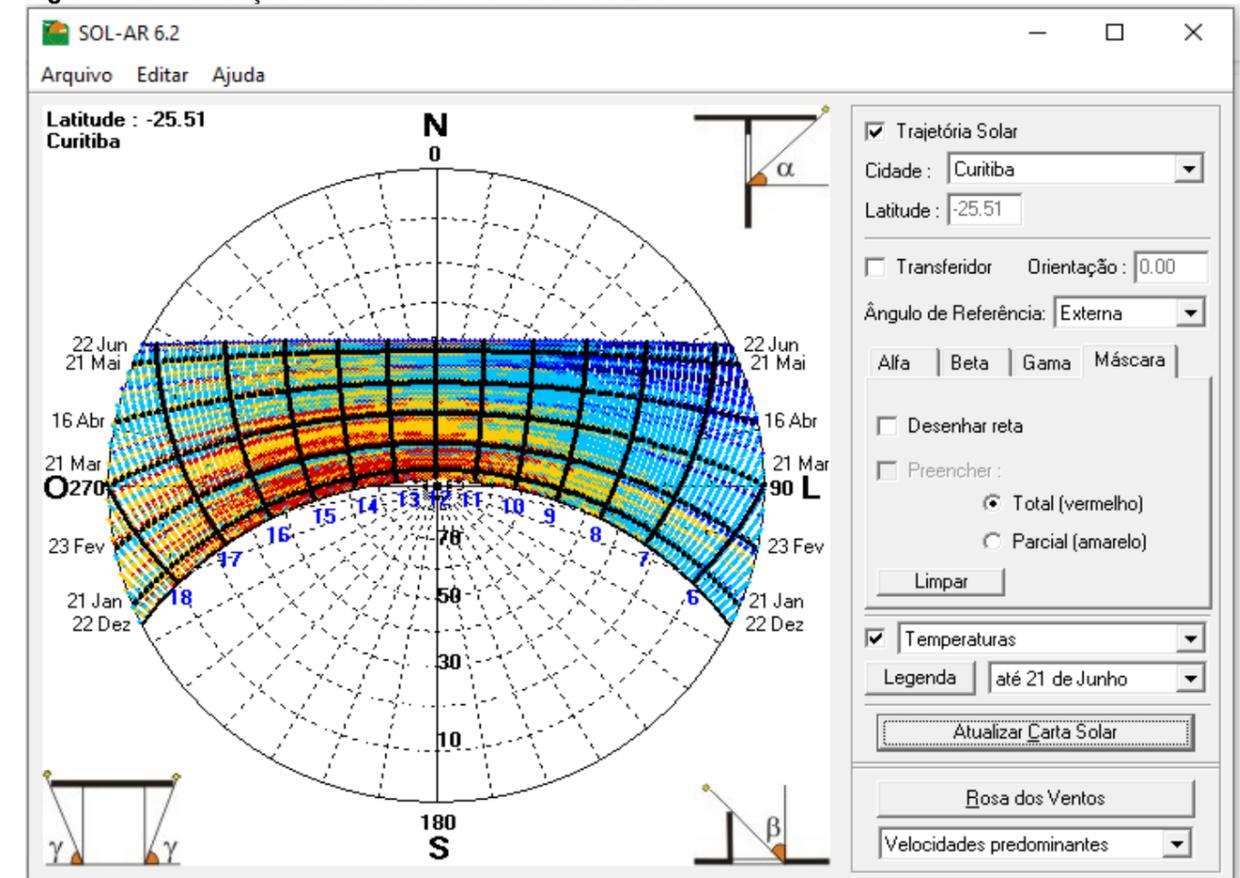
O β é visto em planta baixa, é o ângulo entre a extremidade do brise vertical e a lateral oposta da janela. Esse ângulo é usado para dimensionar a profundidade do brise vertical.

E o γ é visto em elevação, é o ângulo entre a extremidade lateral do brise e o canto inferior da janela. É usado para descobrir a largura do brise horizontal.

“Para descobrir os três ângulos do seu brise, e assim determinar suas dimensões, é muito simples. Basta observar onde estão as temperaturas quentes na carta solar, e inserir ângulos alfa, beta e gama de modo a mascará-las.” (UGREEN, 2020)

Hoje é muito fácil fazer a simulação, pois são disponibilizados softwares gratuitos e específicos para isso, o mais usado é o SOL-AR, que gera a carta através de informações fornecidas pelo usuário (Figura 76).

Figura 7611 - Simulação de carta solar no software SOL-AR



Fonte: UGREEN, 2020

Sendo assim, carta solar é um instrumento que permite considerar a incidência solar em determinado local, possibilitando assim a definição de boas estratégias construtivas que favoreçam o conforto no ambiente construído.



A melhor orientação para iluminação natural é a NORTE, devido à incidência mais frequente de luz solar direta. Apesar do calor que acompanha a luz solar estar sempre presente, é muito fácil sombrear as aberturas nessa orientação.

A segunda melhor orientação é a SUL, devido à constância da luz. Embora a quantidade de luz possa ser baixa, a qualidade é alta quando se precisa de uma luz branca fria. Esta orientação também é a que menos recebe a luz solar direta, tendo menos problemas de ofuscamento. Também é muito fácil projetar proteções solares para o Sul.

As piores orientações são então a LESTE e OESTE. Isso porque elas recebem luz solar direta com maior intensidade no verão e com menos intensidade no inverno, dificultando o projeto de proteções solares que devem considerar ângulos muito baixos de altura solar. (LAMBERTS, DUTRA e PEREIRA, 2014, p. 158).

As estratégias criadas após a verificação do percurso do sol são importantes para traçar de que forma a iluminação natural pode colaborar com o projeto. Ela atende a requisitos funcionais, ambientais e econômico no ambiente. Parte dessa incidência de luz solar quando penetra no edifício é transformada em calor.

Para conhecer melhor o comportamento dessa fonte luminosa, divide-se ela em luz direta do sol e luz do céu. A primeira é mais concentrada e podemos considerá-la como uma fonte mais pontual enquanto a segunda é dissipada por todo o céu, gerando uma fonte mais difusa.

Segundo Lamberts (2014), a luz solar direta é muito intensa para ser usada diretamente sobre um plano de trabalho e muitos projetistas a descartam completamente do interior do projeto pela sua associação térmica. Já a difusa é consideravelmente mais baixa.



A luz natural penetra nos ambientes internos pelas aberturas, que também podem transmitir calor e som para o interior. Uma janela por exemplo, além de luz natural, do calor solar (radiação), de ventilação natural e de ruídos externos, também faz o contato visual e olfativo do usuário com o exterior, tornando-se um elemento essencial no desempenho combinado de todos estes aspectos. Assim, a iluminação natural deve ser considerada diferentemente para cada função arquitetônica, pois as respostas desejadas variam de ambiente para ambiente. (LAMBERTS, DUTRA e PEREIRA, 2014, p. 151)

Outro fator condicionante são as cores utilizadas nos projetos, tanto nos ambientes internos quanto nos externos e devem ser trabalhadas conforme as necessidades e preferências do usuário.

“Cores claras refletem melhor a luz para dentro do edifício. Telhados claros podem aumentar a luz que as claraboias transmitem. Paredes exteriores e fachadas claras irão refletir melhor a luz para o interior.”

(LAMBERTS, DUTRA e PEREIRA, 2014, p. 157)

A iluminação natural precisa ser inserida no projeto de modo que maximize as vantagens que o sol oferece e minimize as desvantagens. Essas decisões precisam ser tomadas no início do projeto, para melhor proveito das estratégias construtivas, trazendo maior conforto para o usuário, tanto lumínico quanto térmico.

A ventilação natural é outro ponto importante a ser trabalhado no projeto com o princípio da orientação. A ventilação num edifício não é relacionada apenas ao conforto, mas pode influenciar também na saúde dos indivíduos.

Pinheiro e Crivelaro (2020), classificam a ventilação como higiênica e térmica, a primeira deve ser permanente e contínua pela sua importância, a segunda é necessária só quando precisa resfriar a edificação, quando o ar de dentro está mais quente do que o de fora.

Depois do sombreamento, a ventilação é a estratégia bioclimática mais importante para projetos de arquitetura no Brasil. (LAMBERTS, DUTRA e PEREIRA, 2014)

“O vento, tal como o sol, também pode ser desejável no verão e indesejável no inverno. Nesses dois períodos o vento pode ser diferente dependendo de cada local. Fatores como topografia, vegetação e as edificações alteram a direção e intensidade do vento.”

No Brasil, grande parte das capitais tem a ventilação como principal estratégia de resfriamento no verão. Algumas cidades necessitam apenas no verão, outras durante todo o ano (Tabela 2).

Tabela 2 - Percentual de necessidade de ventilação natural em algumas cidades brasileiras

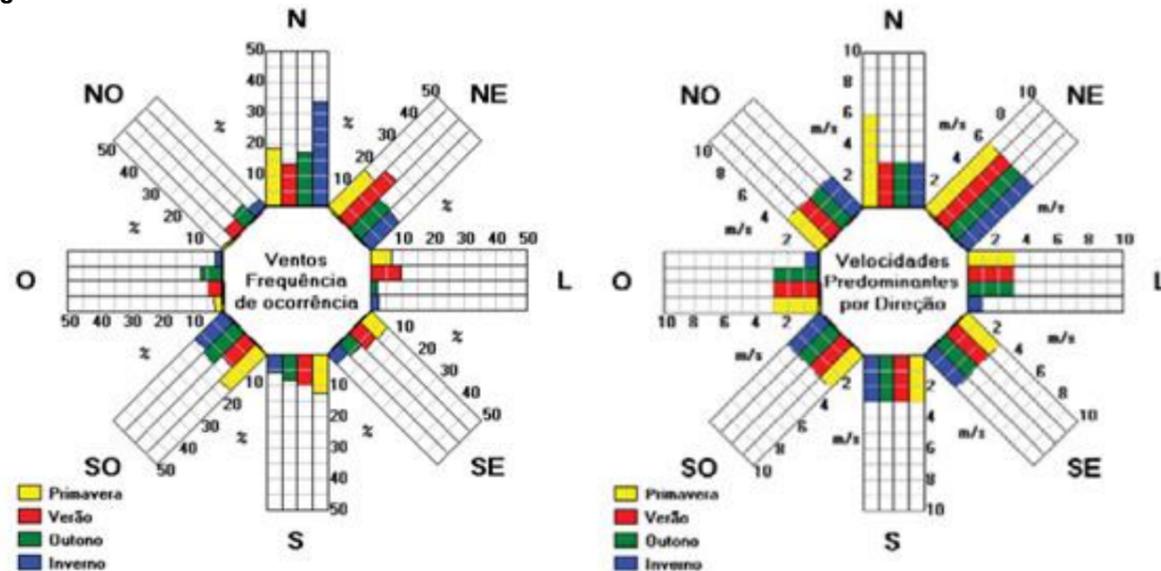
cidade	necessidade de ventilação natural (% das horas do ANO)	necessidade de ventilação natural (% das horas de VERÃO)
Belém	88,8	93,1
Brasília	17,3	36,3
Curitiba	6,84	19,9
Florianópolis	36,4	77,1
Fortaleza	85,8	92,3
São Luís	86,7	86,5
Maceió	76,4	84,9
Natal	84,2	88,7
Porto Alegre	23,3	59,0
Recife	67,8	76,2
Rio de Janeiro	60,9	78,0
Salvador	57,9	80,6
São Paulo	14,3	45,2
Vitória	60,9	87,4

■ = cidades com grande necessidade de ventilação no ANO TODO
■ = cidades com grande necessidade de ventilação no VERÃO

Fonte: Dutra (2014, p.173)

Assim como o artifício da carta solar na previsão de insolação, para ventilação usa-se a ferramenta "rosa-dos-ventos" (Figura 77) também disponível pelo software SOL-AR. Com ela é possível verificar as maiores incidências de vento nas determinadas orientações, ajudando o projetista nas definições de ventilação do projeto.

Figura 77 - Rosa-dos-ventos SOL-AR



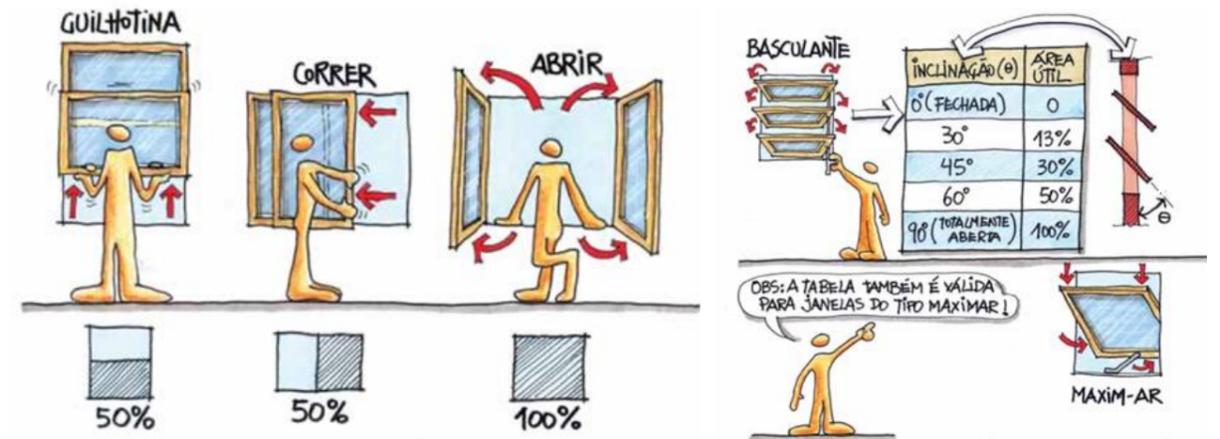
Fonte: Lamberts, Dutra e Pereira (2014, p. 174)

"Apesar de poder ser desenhada de várias formas, geralmente indica a direção, velocidades e frequência de ocorrência dos ventos predominantes numa região ao longo de todo o ano." (LAMBERTS, DUTRA e PEREIRA, 2014, p.174)

A rosa-dos-ventos da imagem, é baseada na Cidade de Florianópolis-SC. No diagrama da direita mostra velocidades predominantes por direção, mostrando que os ventos mais intensos vêm da orientação Nordeste durante todo o ano. No diagrama da esquerda mostra a frequência de ocorrência dos ventos na cidade, indicando que a orientação Norte é mais frequente durante o Inverno, Outono e Primavera, enquanto a Nordeste tem mais frequência no Verão.

Outro aspecto importante na hora de projetar é estar atento a área útil da ventilação, a área concreta, por exemplo, quando uma porta ou janela estão totalmente abertas 100% de área útil, meio abertas 50%. Isso vai depender muito também da tipologia de cada porta e janela (Figura 78).

Figura 78 - Área útil de ventilação em janelas



Fonte: Lamberts, Dutra e Pereira (2014, p.177)

A implantação e orientação da edificação no terreno é um fator indiscutível para uma boa eficiência nas estratégias de iluminação e ventilação natural, estratégias que serão abordadas mais à frente, mas é bom ter em mente que elementos como a vegetação e volumes edificáveis influenciam no ângulo de incidência e na intensidade com o qual a luz solar e o vento atingem a edificação.



5.3. Materiais

Os materiais e os elementos construtivos seleccionados para um projeto de edificação têm grande influência no conforto e bem estar do usuário, embora muitas vezes os valores estéticos e econômicos sejam definidos de forma a anteverir no conforto.

Dois dos princípios do Design Passivo podem ser incluídos nesse tópico, a utilização da massa térmica e o isolamento térmico.

A **massa térmica** é a capacidade que um material tem de absorver calor ou frio, e a velocidade na qual ele vai liberar essas temperaturas. Quanto mais liso, brilhante e claro for o material utilizado, maior as chances de ele refletir e absorver o calor incidente sobre ele, menor sua massa térmica.

“Um material possui massa térmica quando tem capacidade de absorver o calor incidente sobre ele e de liberá-lo quando a temperatura externa for menor do que a sua própria temperatura.” (GURGEL, 2012, p. 74)



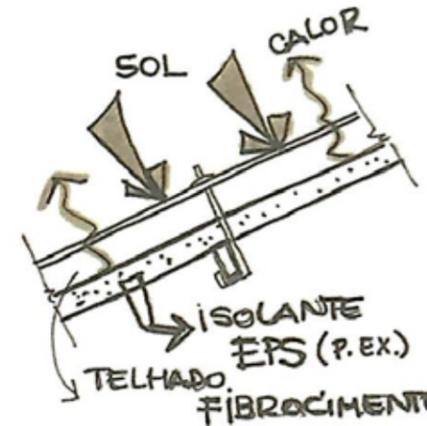
Como regra geral, as superfícies das massas térmicas devem ser de cores relativamente escuras, quando comparadas com as superfícies de pequena massa, buscando promover a absorção preferencial da radiação solar pelo meio de armazenagem térmica e, para efeitos ideais, devem estar localizadas em zonas de edificação sujeitas a ganhos solares diretos. (ROAF, 2014, p.144)

Já o **isolamento térmico**, como o próprio nome já diz, ele “isola” o calor, o impedindo de atravessar a temperatura de fora para dentro, e vice versa.

Na escolha do isolante térmico que será instalado deve ser considerado o elemento arquitetônico de aplicação (parede, telhado, piso), o tipo de isolamento necessário (externo ou interno) e o clima da região onde será construído para verificar a necessidade real.

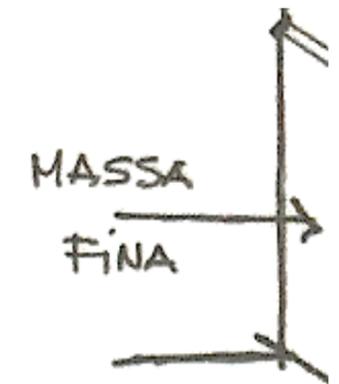
Nas figuras a seguir é possível verificar duas possibilidades de isolantes térmicos para climas quentes, no telhado (Figura 79) e na parede (Figura 80).

Figura 79 - Isolamento térmico junto as telhas



Fonte: Gurgel (2012, p.82)

Figura 80 - Isolamento térmico aplicado à parede externa



Fonte: Gurgel (2012, p.82)

Gurgel (2012), apresenta três possíveis formas de transferência de calor numa construção: a **condução**, transferência classificada como direta, que acontece quando um material toca o outro e o calor sempre vai da superfície mais quente para a mais fria; a **convecção**, transferência de calor feita através de um gás ou líquido; e a **irradiação**, raios infravermelhos, forma mais comum de transmissão de calor nas edificações. São raios que transportam calor para uma superfície absorvente, após esquentar essa superfície, irradia os raios em todas as direções. Todos os materiais, em uma edificação, fazem essa transmissão de calor, muda apenas a quantidade de calor que cada um consegue emitir.

“A função do isolamento térmico é evitar que essas formas de transmissão ou de perda ocorram e prejudiquem as condições térmicas dentro das construções, diminuindo, conseqüentemente, o conforto.” (GURGEL, 2012, p.80)

A norma NBR 15220-3, Desempenho térmico de edificações sugere alguns materiais que servem como isolantes, e suas melhores utilizações em determinados tipos de clima.

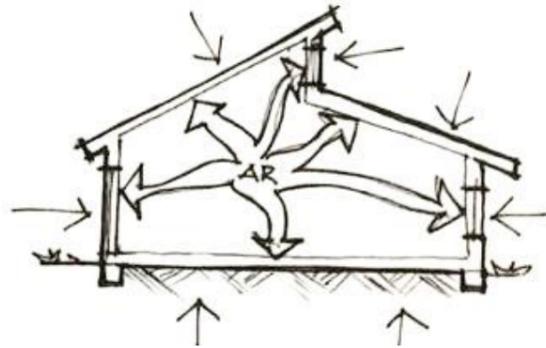
Tanto o isolamento térmico quanto a massa térmica dos materiais devem ser avaliados na construção conforme a necessidade de cada região, assim como em todos os pontos do design passivo, para melhor conforto e eficiência do projeto.

“Massa térmica não pode ser confundida com isolamento térmico. A primeira retém o calor para depois liberá-lo. O segundo poderá impedir o calor de passar para dentro ou para fora de uma construção dependendo do tipo de isolante aplicado ao envelope.” (GURGEL, 2012, p.75)

Envelope é como é chamada a estrutura da edificação formada pelas paredes, portas, janelas, telhados e piso, separando o ar externo do ar interno. Um envelope eficiente tem a capacidade de manter o calor dentro da construção em dias frios e/ou bloqueá-lo externamente em dias quentes (Figura 81).

É nesse “envelope” que se deve aplicar os estudos de massa térmica e isolamento térmico de cada material utilizado para compor a edificação de acordo com a necessidade do clima local.

Figura 81 - Representação esquemática de um envelope

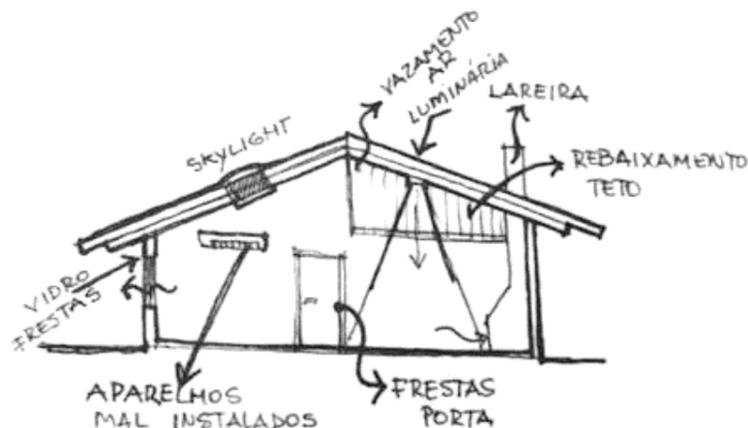


Fonte: Gurgel (2012, p.62)

“As correntes de ar e as infiltrações existentes nas construções podem ser responsáveis por até 25% da perda do calor dos ambientes nos meses frios. Chamamos de *termal bridge* (ponte térmica) as juntas, os encaixes e frestas que permitem essa “perda de calor”. (GURGEL, 2012, p.62)

São pontos onde o isolamento não é contínuo. Esses pontos vulneráveis na construção conseqüentemente geram pontos de infiltrações (Figura 82), causando umidade em várias partes do edifício.

Figura 82 - Representação esquemática de possíveis infiltrações no envelope



Fonte: Gurgel (2012, p.63)



As pontes térmicas localizam-se essencialmente nos alicerces das edificações, nos batentes de portas e janelas, nas junções entre paredes e piso ou paredes e cobertura, nos beirais, nas sacadas e em outros elementos de ligação. Podem ser evitadas pela precisão dos detalhes construtivos. (GAUZIN-MÜLLER, 2011, p.108)

As **Paredes** constituem uma das maiores áreas em contato com o exterior, a escolha correta do seu material, tanto estrutural quanto de acabamentos, são de grande importância para o resultado da eficiência do envelope.

A NRB 15220-3, Desempenho térmico de edificações - Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social, sugere os tipos de materiais mais indicados para cada uma das 8 zonas climáticas classificadas para os climas brasileiros.

Gurgel (2012), apresenta algumas características de paredes construídas com materiais mais comuns:

Paredes de Tijolos:

- Aquecem devagar e o calor absorvido fica em retenção por um longo período. Pode se tornar inconveniente em climas com longos períodos quentes;
- O isolamento térmico adicionado na face externa ou interna ajuda na proteção contra a perda de calor interno ou o aquecimento condicionado a fatores externos;
- Boa opção para os climas quentes e secos, com oscilação de temperatura, porque mantém o interior fresco durante o dia, e à noite fica mais confortável quando o tempo esfria.

Paredes de tijolos, pedras ou blocos de concreto:

- Possui alta massa térmica, por isso funciona bem em climas com inverno rigoroso e verão quente.

Paredes de madeira:

- Leves e de baixa massa térmica, não indicadas para climas frios por necessitar de isolamento térmico eficiente;
- Indicada para climas quentes e úmidos associados a ventilação cruzada.

O **Telhado** é a área que tem maior contato direto com o sol, parte importante do envelope. Algumas estratégias para melhorar a ventilação são aplicadas através dos telhados, e serão vistas no próximo subcapítulo.

“Seu formato pode aumentar a eficiência da ventilação cruzada, bem como proteger da chuva em climas úmidos e permitir sombreamento maior em climas quentes.” (GURGEL, 2012, p.66)

Para uma boa eficiência no sistema de telhado ou cobertura, é importante que o material seja capaz de refletir o calor para fora da edificação, evite que a umidade da chuva penetre no envelope, impeça que o calor interno escape no inverno e seja adequado para deter o calor externo, evitando o aquecimento dos ambiente no verão. Alguns tipos de telhas podem ser verificados na figura abaixo (Figura 83).

Figura 83 - Tipos de Telhas



Fonte: Pedreira, 2020

Uma indispensável característica na escolha do material adequado para os telhados, são a capacidade de emissividade dele, ou seja, emitir/expelir o calor absorvido pelo sol.

Os telhados metálicos têm emissividade baixa, assim, quando aplicados em climas quentes é necessário um isolamento térmico. A cor do material revestido externamente também influencia consideravelmente na sua eficiência, quanto mais claro for, mas a superfície se torna refletora do calor do sol. (GURGEL, 2012)

Quanto maior a capacidade de emissividade do material de uma coberta, mas eficiente será em climas quentes.

O teto dos ambientes, quando existir, será parte importante do envelope. Poderá ser constituído com laje de concreto, lajota pré-moldada, lajota de isopor (isolamento térmico e acústico), madeira, gesso ou, ainda muitos outros materiais. Cada solução necessitará de isolamento diferenciado. (GURGEL, 2012, p.69)

A NBR 15220-3, sugere os tratamentos mais indicados para os telhados de cada uma das 8 zonas bioclimáticas no Brasil.

Gurgel (2012), apresenta algumas características de telhas com materiais mais utilizados:

Telha de barro:

- Porosa, absorve água, característica que ajuda no resfriamento do ar armazenado sob ela;
- Parte do calor que o material armazena é gasto na evaporação da água que a telha retém;
- Muito eficientes quando utilizadas em climas quentes;

Telha metálica:

- Sem eficiência em climas quentes, quando não utilizado isolamento térmico adicional;
- Quanto mais clara, menos calor vai absorver;
- Emissividade baixa e reflexividade alta;
- Hoje, novas tecnologias têm melhorado a sua eficiência energética;

Fabrizio Rossi pelo site Pedreira (2018), também apresenta algumas características para outros tipos de telhas:

Telha de concreto:

- Favorece conforto térmico e variadas alternativas de formas e cores;
- São impermeáveis;
- As telhas na cor branca proporcionam maior conforto térmico pela sua capacidade emissiva;

Telha de Fibrocimento:

- Leves e resistentes;
- Bom isolamento térmico;
- Alto desempenho acústico;

Também há novas tecnologias no mercado aplicadas a concepção das telhas, a Telha de Cerâmica Fotovoltaica são feitas de cerâmica normal e depois são embutidas 4 células fotovoltaicas sobre elas, a fiação fica sob elas (Figura 84). A Telha Gravihada, são feitas por telhas metálicas revestidas com uma camada de Graviha de Rocha Moída, com tratamento cerâmico. São leves, extremamente resistentes e proporcionam grande conforto térmico (Figura 85).

Figura 84 – Telhas Cerâmica Fotovoltaica



Fonte: CompreRural, 2017

Figura 85 – Telha GraviColor, Brasilit



Linha Colina

Linha Riviera

Fonte: Brasilit, 2020

As aberturas como as **portas** e **janelas**, podem tornar um envelope bastante desprotegido, onde houver um contato mais direto entre exterior/interior do edifício.

“Essa vulnerabilidade pode ser constatada em infiltrações (defeito de instalação ou qualidade das esquadrias) ou na abertura de portas e janelas (entrada de ar quente ou saída de ar quente interno).” (GURGEL, 2012, p.71)

Geralmente as esquadrias de Madeira ou PVC tendem a ser mais eficientes do que as de alumínio, que pode transmitir a temperatura de fora para dentro através do material.

Uma das considerações importantes para a boa qualidade do ar e da luz natural nos ambientes são os dimensionamentos dessas aberturas para maior salubridade. A norma NBR 15220-3 sugere a porcentagem da abertura para cada Zona, em relação a área de piso do ambiente.

O material das esquadrias deve ser escolhido conforme a necessidade e gosto do usuário, as de madeira correm o risco de serem danificadas com o tempo devido as intempéries, favorecendo a troca de ar externo/interno, as metálicas, podem não ter uma boa vedação na instalação causando o mesmo déficit. As de PVC, começaram a ser usadas há pouco tempo no Brasil, e possui alta eficiência térmica.

“Independente do material, em localidades onde haverá necessidade de criar um bom envelope, as esquadrias devem ser de boa qualidade, devem ser corretamente instaladas e sempre mantidas em bom estado de conservação.” (GURGEL, 2012, p.72)

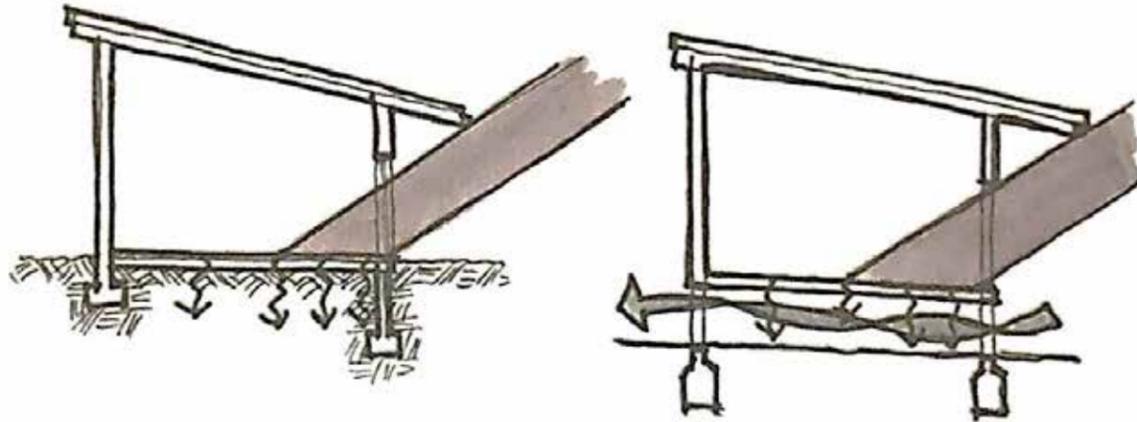
Outro aspecto a ser estudado, é o tipo de vidro empregado nas esquadrias. Há diversas possibilidades do material ser aplicado hoje em dia, tanto em tipos de películas que tornam os vidros mais eficientes, quanto o uso de esquadrias com vidros duplos e triplos. Encontra-se ainda novas tecnologias cada vez mais eficientes sendo desenvolvidas, tipos de vidros, camadas ou películas atreladas a eficiência energética, e a características ecológicas e sustentáveis. Tudo isso deve ser verificado mais a fundo de acordo com as necessidades de cada clima específico, e se a tecnologia é favorável ou não.

Por fim, o **Piso**, parte do envelope que também influencia em perdas e ganhos de calor na edificação.

Quando a laje de piso está em contato com o solo, ela está em contato com uma superfície provavelmente mais fria do que ela, portanto, há grandes chances de que seu calor seja “atraído” para o solo. Esse processo tenderá a resfriar a laje e, conseqüentemente, /“roubar o calor” do ambiente e transferi-lo ao solo.

Construções com piso suspenso também poderão perder calor interno, já que o piso tenderá a trocar calor com o ar externo em contato direto com o piso. (GURGEL, 2012, p.74) (Figura 86)

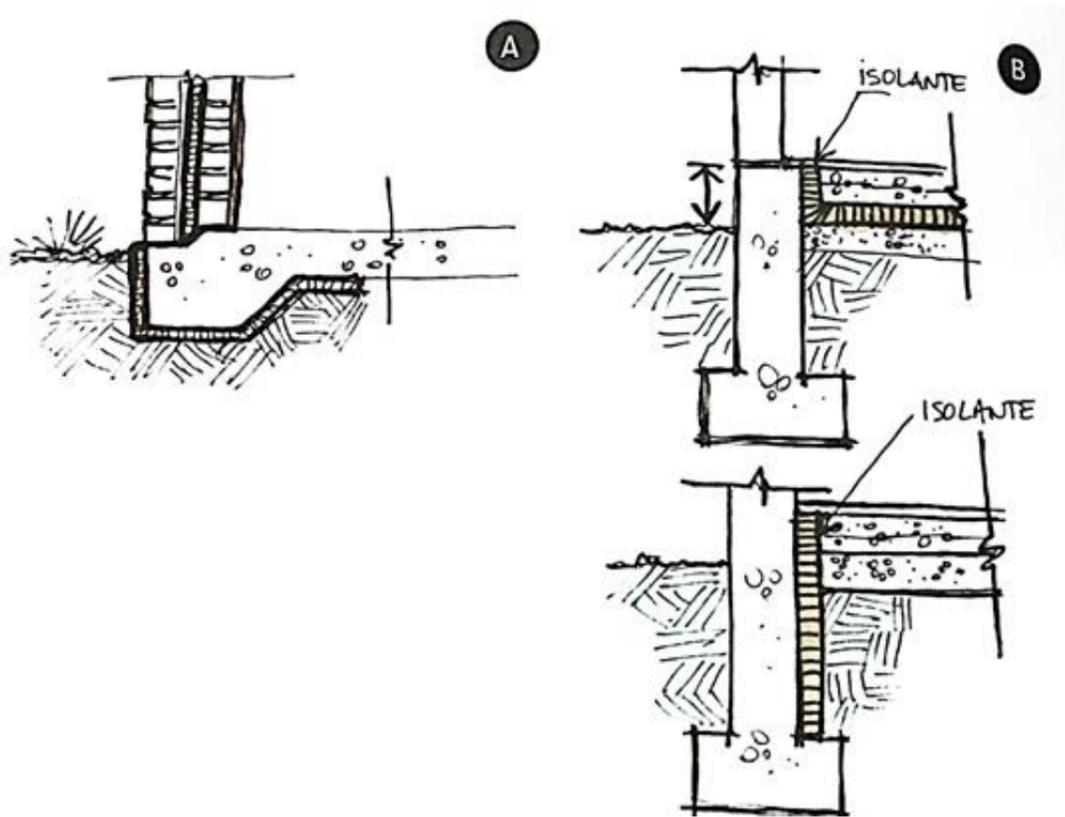
Figura 86 - Exemplos esquemáticos de possível perdas de calor pelo piso



Fonte: Gurgel (2012, p.74)

Uma outra alternativa é a aplicação de isolante térmico sob a laje de piso, para evitar a troca de calor. Dependendo do tipo de fundação a solução é diferenciada (Figura 87).

Figura 87 - Exemplos esquemáticos de formas de isolamentos de laje



Fonte: Gurgel (2012, p. 86)

Outro aspecto é a aplicação de revestimentos específicos sobre a laje, que também auxiliam no conforto térmico e na troca de calor do ambiente. Hoje no mercado tem a questão dos pisos quente e frio.

Os pisos quentes são maus condutores de calor, assim há pouca troca de calor com o meio, estando sempre na mesma temperatura, em climas frios trazem mais conforto por estarem sempre “quentinhos”.

São exemplos de pisos quentes os de madeira, taco, carpete, vinílico e laminados.

Já o piso frio é um ótimo condutor de calor, sua temperatura varia de acordo com a temperatura ambiente. Esses pisos transmitem uma sensação de frescor no ambiente, principalmente em dias quentes, ao tocar o pé no chão.

São exemplos de pisos frios as cerâmicas, porcelanatos, mármore, granitos, cimento e outras pedras.

“O material que irá revestir o piso da área externa perto da construção também terá forte influência no calor que será “criado” ao redor da casa e, conseqüentemente, irradiado para dentro dos ambientes.” (GURGEL, 2012, p.116)

Gramados são mais frescos contribuindo com a absorção de calor nas faces que recebem mais calor em climas quentes. O concreto tem grande massa térmica, vai aquecer em demasia toda a área onde for instalado. Revestimentos escuros retém muito calor quando expostos ao sol.

A pesquisa de novos materiais e novas opções é fundamental para se chegar à melhor decisão de custo-benefício e conforto térmico. Cada caso específico deve ser estudado com detalhe para optar por materiais com isolamento e massa térmica adequados para cada clima e região.

5.4. Estratégias Construtivas

A arquitetura residencial é uma das tipologias de edificação com maior potencial de utilização de recursos naturais e construtivos que favoreçam o condicionamento e uma iluminação eficientes, de forma a contribuir com o baixo consumo energético da construção.

No decorrer do capítulo passamos por alguns dos princípios da Casa Passiva, pois, antes do desenvolvimento da proposta arquitetônica é importante estudar o clima local, o percurso solar e sua incidência durante o ano, os ventos e as possibilidades que eles oferecem para o resfriamento e conforto do ambiente construído, e ainda as melhores opções de materiais a serem utilizados no envelope da edificação a depender do clima e da necessidade de aquecimento ou resfriamento da edificação.

Nesse subtópico serão apresentadas algumas soluções e estratégias construtivas que podem ser aplicadas nas residências conforme os estudos anteriores para melhor eficiência dos ambientes. Serão abordadas estratégias de sombreamento, ventilação e iluminação natural e qualquer outra que colabore com o conforto térmico de uma edificação e uma maior eficiência energética.

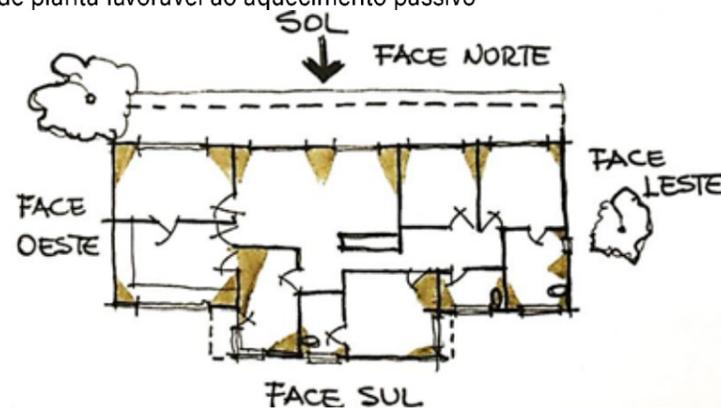
5.4.1. Forma e Layout

A forma arquitetônica e o layout da construção têm grande influência no conforto ambiental e no consumo de energia. O fluxo da ventilação, da iluminação natural e sombreamento no ambiente construído é configurado de acordo com essas duas variáveis arquitetônicas embasadas sobre o clima local.

“O layout com uma solução de planta mais “comprida”, ou seja, mais alongada poderá ser mais eficiente.” (GURGEL, 2012, p.114)

A distribuição em plantas compridas não é tão simples, mas facilita priorizar os ambientes que necessitam ser mais resfriados ou aquecidos de acordo com o clima, e orientá-lo na posição de implantação correta e mais eficiente (Figura 88).

Figura 88 - Exemplo de planta favorável ao aquecimento passivo



Fonte: Gurgel (2012, p.114)

Cada caso é um caso, logo, é preciso verificar as necessidades de cada família na hora de distribuir os ambientes de longa permanência que merece maior conforto e os de baixa permanência.

“Em climas muito quentes, evite posicionar janelas ou portas de vidro para oeste e leste, já que essas aberturas proporcionam muita entrada de calor durante os meses de verão.” (GURGEL, 2012, p.115)

Ambientes abertos, com poucas paredes, eliminam barreiras tornando a ventilação mais fluida, facilitando o resfriamento e possibilitando a ventilação cruzada.

5.4.2. Ventilação Cruzada

Uma das estratégias mais utilizadas no resfriamento passivo, e um dos princípios do design passivo, a ventilação cruzada (Figura 89) se constitui basicamente de duas aberturas em paredes diferentes e a correta orientação dos ventos desejáveis em períodos quentes.

“Está técnica de ventilação ambiental garante que o ar externo penetre nos ambientes internos das edificações, renovando o ar de seus interiores ao supri-los com oxigênio e promove a redução da concentração de gás carbônico.” (PINHEIRO e CRIVELARO, 2020, p.127)

Falaremos com mais detalhes dessa estratégia quando adentrarmos no resfriamento passivo.

5.4.3. Peitoril Ventilado

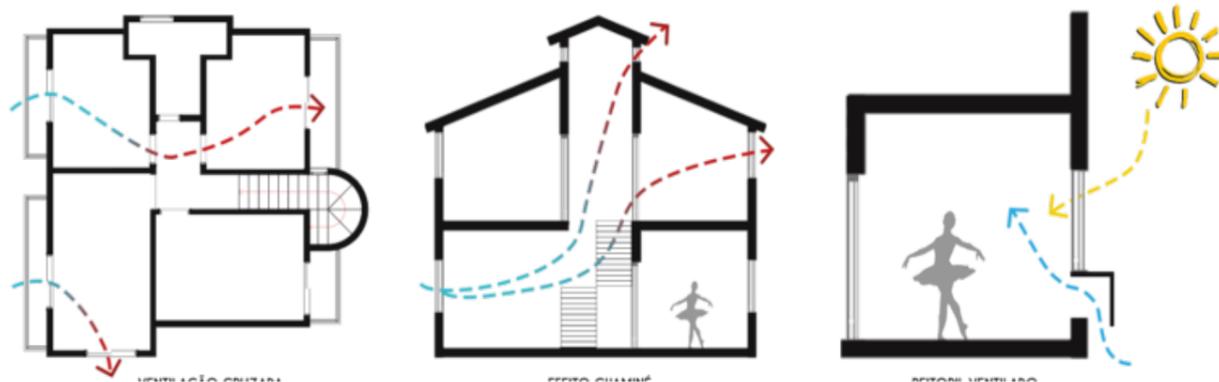
Essa estratégia permite a entrada da ventilação por uma abertura abaixo da janela (Figura 89), essa função também facilita a ventilação cruzada no ambiente, e propicia que em dias chuvosos quando as janelas estiverem fechadas a ventilação continue pelo peitoril.

“Telas contra mosquitos e outros animais devem ser instaladas, bem como elementos que possam bloquear o ingresso do ar no inverno.” (LAMBERTS, DUTRA e PEREIRA, 2014, p.186)

A localização dessa técnica abaixo da janela também facilita o Efeito Chaminé (Figura 89), que ocorre com as diferenças de pressão do ambiente externo e interno. O ar frio exerce pressão sob o ar quente, o que força este a subir.

“o ar aquecido torna-se menos denso e sobe, “puxando” o ar frio do ambiente exterior, que penetra nos ambientes internos, geralmente por frestas e pequenas aberturas nas paredes.” (PINHEIRO e CRIVELARO, 2020, p. 129)

Figura 8912 - Esquemas de ventilação cruzada, efeito chaminé e peitoril ventilado



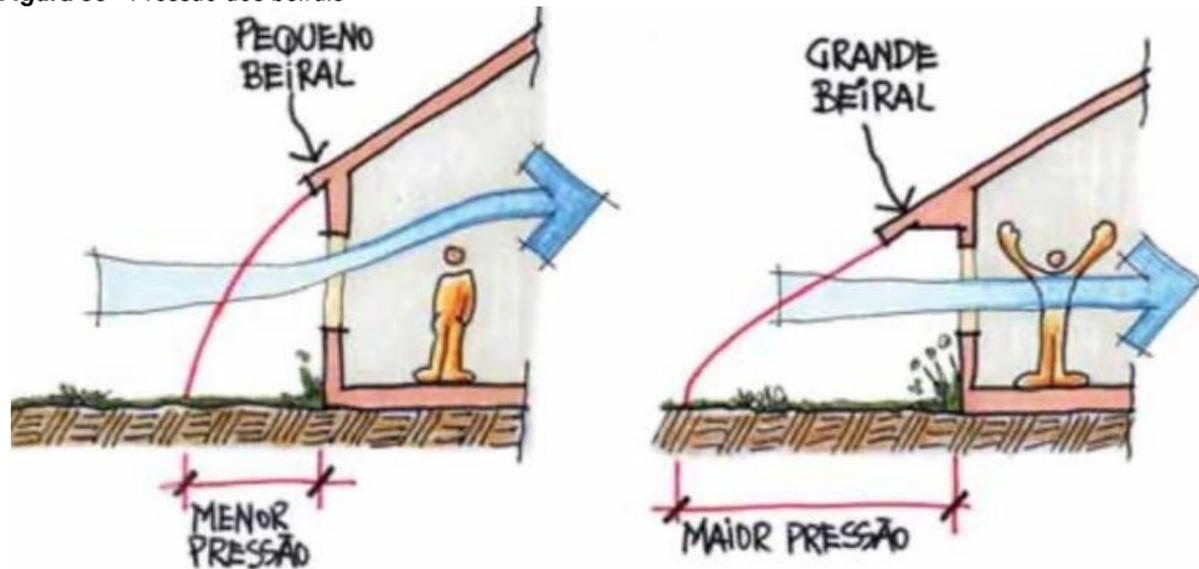
Fonte: Estúdio K, 2020

5.4.4. Beiral

Esse elemento, geralmente partindo da coberta, direciona o fluxo de ar para o interior da edificação e ainda serve de proteção horizontal contra os raios solares e chuvas.

“Um beiral mais generoso pode aumentar a zona de pressão do lado externo a abertura, aumentando o fluxo de ar para o interior. Proteções solares horizontais podem provocar o mesmo efeito.” (LAMBERTS, DUTRA e PEREIRA, 2014, p.187)

Figura 90 - Pressão dos beirais



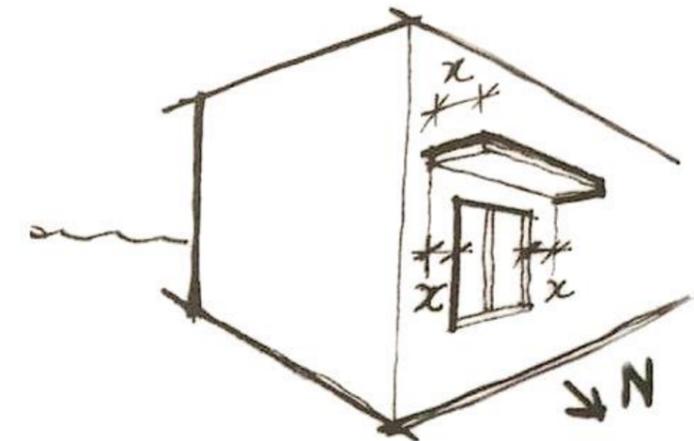
Fonte: Dutra (2014, p.187)

5.4.5. Marquise

É um elemento horizontal utilizado como recurso de sombreamento e proteção contra chuvas. Um elemento característico da arquitetura moderna, se classifica como uma cobertura, aberta lateralmente, projetada além da parede da construção. Pode-se localizar apenas na entrada da construção ou se estender pela fachada e laterais.

“Marquise horizontal instalada sobre uma janela da face norte funcionará mais eficientemente se considerarmos a regra: “acrescente ao seu comprimento duas vezes sua largura” (Figura 91). (GURGEL, 2012, p.109)

Figura 91 - Regra da face norte - marquise



Fonte: Gurgel (2012, p.110)

5.4.6. Brise

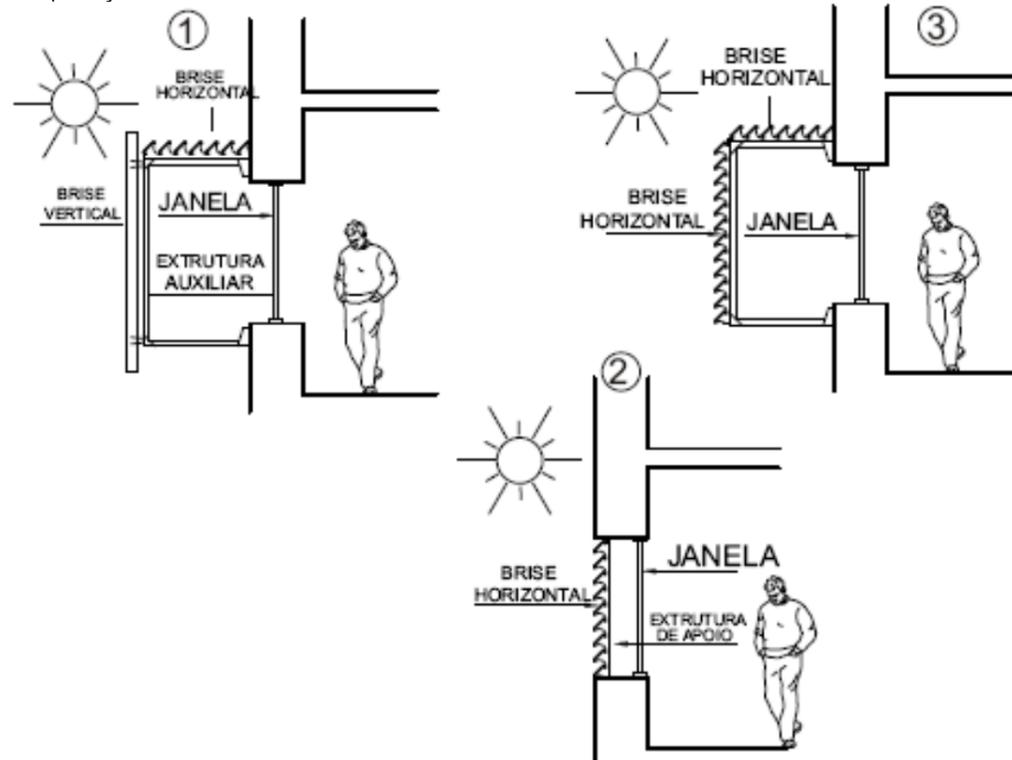
O termo originalmente francês *brise-soleil* significa quebra-sol. Podem ser confeccionados em madeira, PVC, concreto ou metal, são aplicados na fachada nas posições horizontal ou na vertical, podendo ser móveis ou fixos, visando a proteção das portas e janelas do sol sem prejudicar a ventilação.

Com o aparecimento das soluções tecnológicas, hoje é possível automatizar os brises móveis e controlar através do sistema de automação da residência ou deixar pré-configurado com o clima do local, para que ele possa se mover de acordo com a insolação e fazer a proteção de maneira eficiente.

Normalmente, em formatos de lâminas, quando verticais, mais indicados nas fachadas Leste-Oeste, quando horizontal, na fachada Norte. Na fachada Sul, por ter sol pouco incidente não costuma ter brises.

Dependendo da necessidade, os brises podem ser mistos também, usados na vertical e na horizontal (Figura 92).

Figura 92 - Aplicação de brises



Fonte: Coletevida, 2013

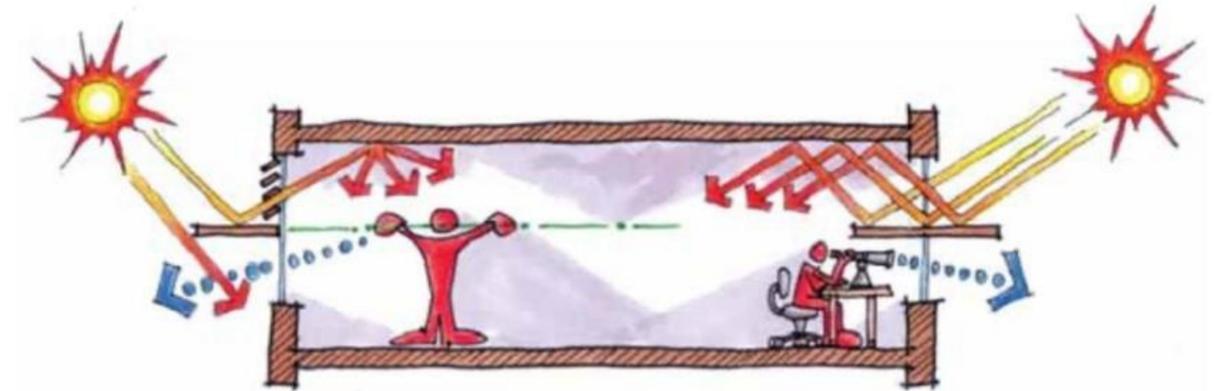
5.4.7. Prateleira de Luz

Também chamadas de *light shelves* (Figura 93), é uma estratégia que previne o ofuscamento da incidência solar quando posicionada acima do nível dos olhos.



A janela posicionada abaixo da prateleira de luz é mais usada para contato visual com o exterior. A prateleira de luz age como um brise horizontal para esta janela. O ofuscamento das janelas acima da prateleira de luz, por onde a luz penetra no ambiente, pode ser controlado com o uso de persianas ou por uma prateleira de luz adicional no interior. (LAMBERTS, DUTRA E PEREIRA, 2014, p.156).

Figura 93 - Esquema de prateleira de luz



Fonte: Dutra (2014, p. 156)

5.4.8. Muxarabis e Cobogós

Elementos vazados são utilizados para proporcionar iluminação e ventilação natural com privacidade. Os cobogós (Figura 94) encontram-se em diversos materiais e cores no mercado, cerâmica, vidro, madeira, porcelana etc. São usados também para causar sensações diversas, pois dependendo da incidência e da posição do sol nos elementos, internamente se apresentam em formas variadas nos pisos e nas paredes da construção.

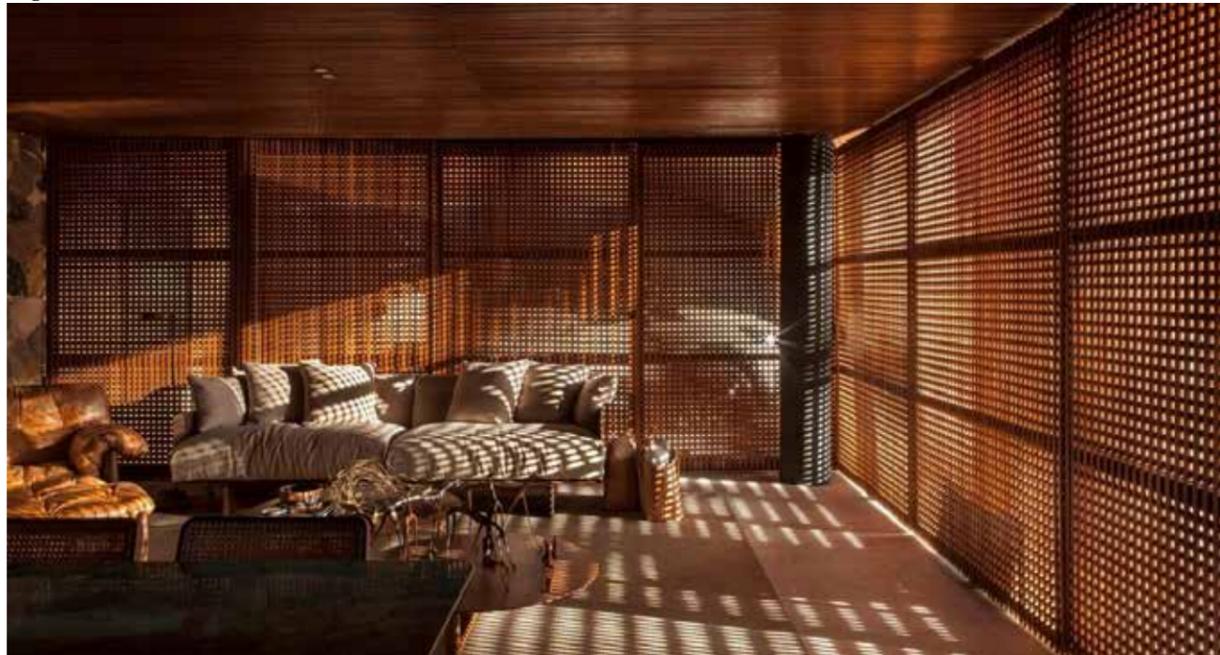
Figura 94 - Fachada com cobogós, 1997



Fonte: Archdaily, 2015

Já o muxarabi (Figura 95) é um elemento mais exótico, se constitui como uma “placa vasada”, um trançado de ripado em madeira.

Figura 95 - Sala envolta de Muxarabis



Fonte: Archdaily, 2020

“Ideal para regiões quentes, áridas e com alto nível de incidência solar. Por ser ‘rendado’, permite a penetração controlada do raio solar e da ventilação, conduzindo conforto térmico à construção.” (BONAFÉ, 2019, p.1)

5.4.9. Vegetação

Uma estratégia mais natural do que construtiva, mas quando pensada no todo, no projeto, torna-se de caráter construtivo. Uma das técnicas mais fascinantes por ser ambiental, ecológica e ainda permite sombreamento e boa ventilação natural ao mesmo tempo, para o ambiente construído.

As árvores grandes e altas são utilizadas para sombrear o telhado, ajudando a diminuir o calor incidente nele; Árvores de menor porte, protegem janelas e paredes externas onde há grande incidência de sol; os Arbustos, ajudam, em climas quentes na proteção direta de janelas a sudoeste e sudeste, já que o sol chega mais baixo no verão; Gramados e jardins são recomendados para climas muito quentes para revestir áreas externas com grande incidência de sol. (GURGEL, 2012)

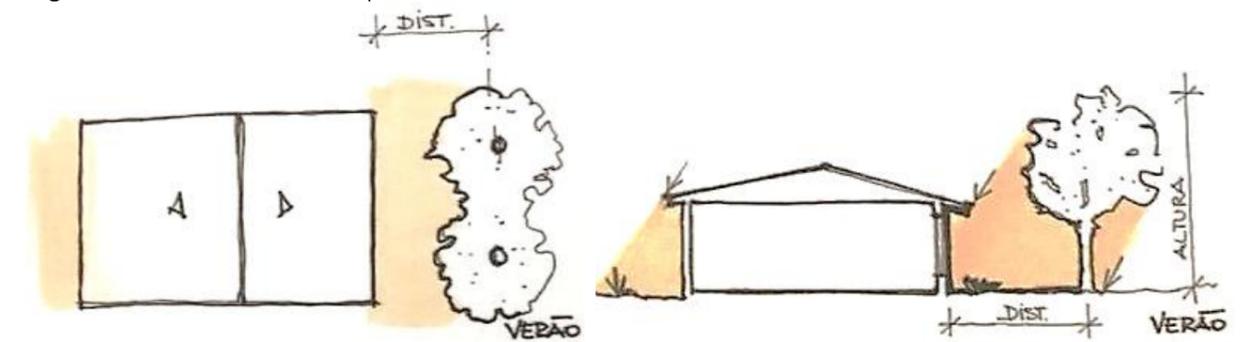
Gurgel, (2012), apresenta uma tabela sugerindo a distância da árvore (Figura 96) para a fachada dependendo de sua altura (Tabela 3):

Tabela 3 - Tabela distância das árvores

Distância até a parede	Altura sugerida para a árvore
2m	3,0m
3m	3,5m
4m	4,0m
5m	4,5m
6m	5,0m

Fonte: Gurgel (2012, p.102) Adaptação Autora (2020)

Figura 96 - Altura da árvore dependendo da distância



Fonte: Gurgel (2012, p.103)

“A influência da vegetação nos ambientes conduz ao resfriamento do ar, ao aumento da umidade relativa do ar, ao suprimento de ar fresco, à filtração do ar, à absorção de ruídos e à produção de oxigênio.” (PINHEIRO e CRIVELARO, 2020, p.119)

5.4.10. Telhados Verdes

Muito usados no Canadá, na Europa e nos Estados Unidos, os *Green Roofs* também vem se tornando populares no Brasil.

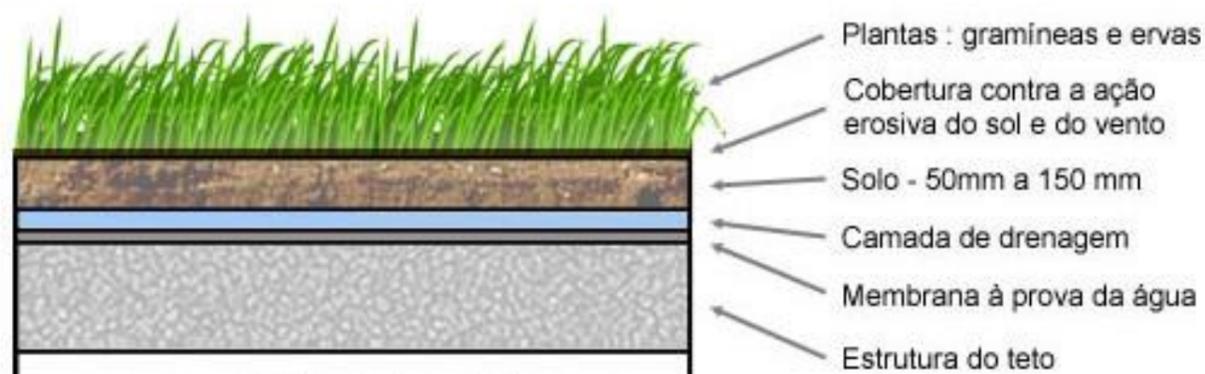
“É um sistema construtivo caracterizado por uma camada vegetativa, feita com gramas e/ou plantas, cultivada em telhado ou laje. Ele é composto por camadas de impermeabilização e drenagem, que recebem o solo e a vegetação.” (PINHEIRO e CRIVELARO, 2020, p. 113)

Os telhados verdes (Figura 97) podem ser aplicados em diversos tipos de construções, de um espaço pequeno em cobertura de grama a complexos parques em prédios, totalmente acessíveis. É também um elemento que contribui para o melhoramento da qualidade do ar das cidades, minimizando os efeitos das ilhas de calor.



Além do benefício estético, funcionam como isolantes térmicos nas coberturas das edificações, fornecendo sombra e removendo o calor do ar por meio da evapotranspiração, reduzindo as temperaturas da superfície do telhado e ar circundante. Em dias quentes, a temperatura da superfície de um telhado verde pode ser mais fria do que a do ar, enquanto a superfície de um telhado convencional pode ser até 50°C mais quente. (PINHEIRO e CRIVELARO, 2020, p.113)

Figura 97 - Telhado Verde esquemático



Fonte: O Eco, 2010

“Os sistemas de vegetação extensiva são leves (50kg/m² a 100 kg/m²), necessitando apenas de uma manutenção mínima.” (GAUZIN-MÜLLER, 2011, p.120)

Todas as estratégias construtivas apresentadas acima são viáveis a qualquer tipo de clima, mas devem ser adaptadas as necessidades de cada região, para um aquecimento ou resfriamento passivo adequado.

O foco do projeto é o desenvolvimento de um anteprojeto para a região Nordeste, assim, será abordado mais a fundo apenas as técnicas utilizadas para melhor eficiência do Resfriamento Passivo, seguindo a necessidade do clima local.

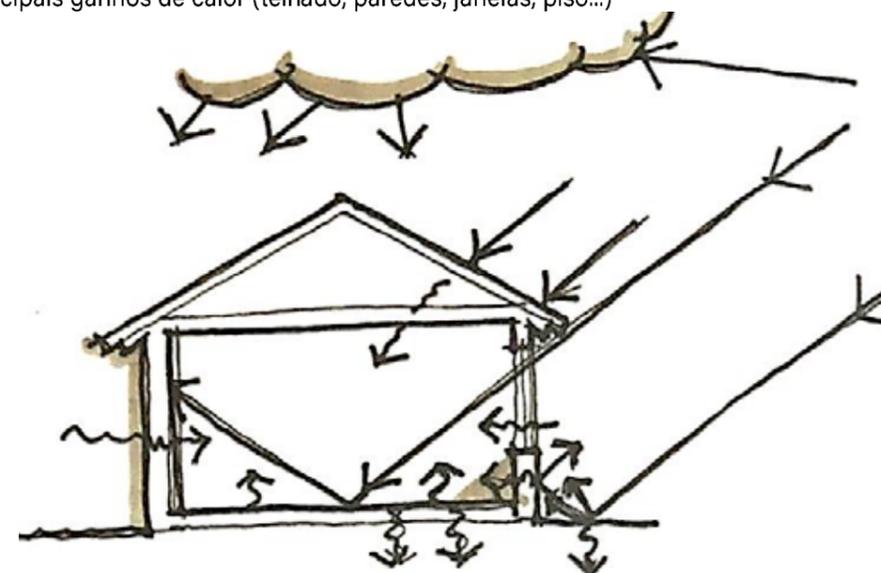


5.5. Resfriamento Passivo

O Resfriamento Passivo é uma técnica econômica, ecológica e eficiente energeticamente que utiliza apenas os ventos existentes na região para melhores condições de conforto ambiental.

No decorrer do dia as edificações recebem muito calor (Figura 98) e a ventilação é a estratégia mais eficiente para o resfriamento do ambiente e expulsão do ar quente do local. O movimento do ar esfria as superfícies aumentando a sensação de conforto em dias quentes.

Figura 98 - Principais ganhos de calor (telhado, paredes, janelas, piso...)



Fonte: Gurgel (2012, p.130)



Para que o resfriamento passivo seja eficiente, ou seja, para que “funcione”, devemos conhecer muito bem as características dos ventos, portanto, será fundamental analisar a direção e a intensidade dos ventos locais.

Somente posicionando a construção no terreno de modo a favorecer que os ventos “frios” cruzem o interior da casa, levando embora o ar quente, é que alcançaremos um resfriamento passivo eficiente. (GURGEL, 2012, p. 131)

É importante salientar que o entorno poderá influenciar de forma negativa ou positiva no resfriamento passivo da residência. Prédios altos, casas vizinhas podem obstruir a ventilação direcionada, quando se tem um terreno próximo a extensas áreas verdes e terrenos baldios, pode-se aumentar a eficácia do resfriamento.

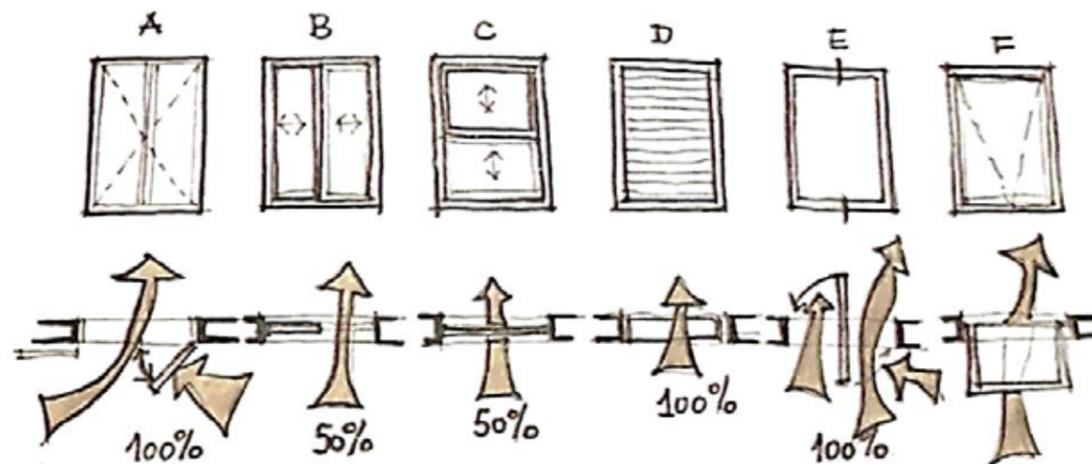
“Casas em grandes lotes sofrerão um tipo de influência proveniente dos ventos; já casas em grandes aglomerados urbanos poderão sofrer influência de outros fatores, como do vento canalizado por prédios altos, casas vizinhas, terrenos baldios...” (GURGEL, 2012, p.132)

Conhecer os ventos e posicionar corretamente a construção no terreno é muito importante para uma boa estratégia de resfriamento passivo, mas para um resultado mais eficiente é de grande influência a utilização das estratégias construtivas apresentadas anteriormente, a massa térmica dos materiais, os tipos de isolamento térmico e outros aspectos que serão abordados aqui.

Janelas e Portas

Não só o posicionamento das aberturas interfere na boa qualidade da ventilação, as tipologias de portas e janelas (Figura 99) devem ser estudadas para cada caso e ter um planejamento prévio, pois cada tipo abre de forma específica e pode influenciar na quantidade da entrada de ar.

Figura 99 - Alguns modelos de janelas e a quantidade de ventilação



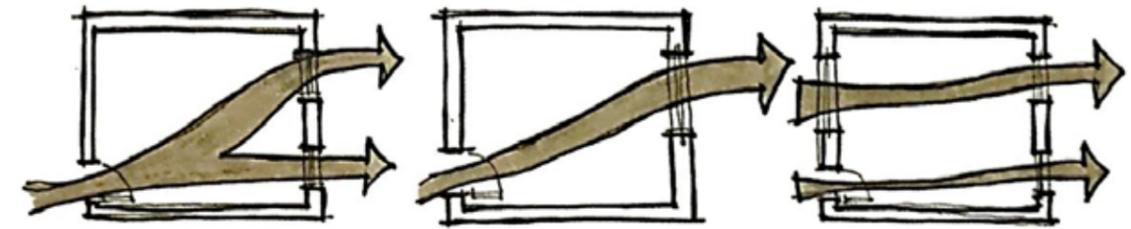
Fonte: Gurgel (2012, p.133)

Normalmente, para melhor conforto, em algumas aberturas são acrescentadas alguma estratégia de sombreamento, é importante o planejamento prévio pois as condições de ventilação podem ser modificadas para uma maior ou menor eficiência. (GURGEL, 2012)

O posicionamento e o tamanho dessas aberturas projetadas com conhecimento e técnica também terá forte influência na qualidade e na quantidade da ventilação no ambiente (Figuras 100 e 101).

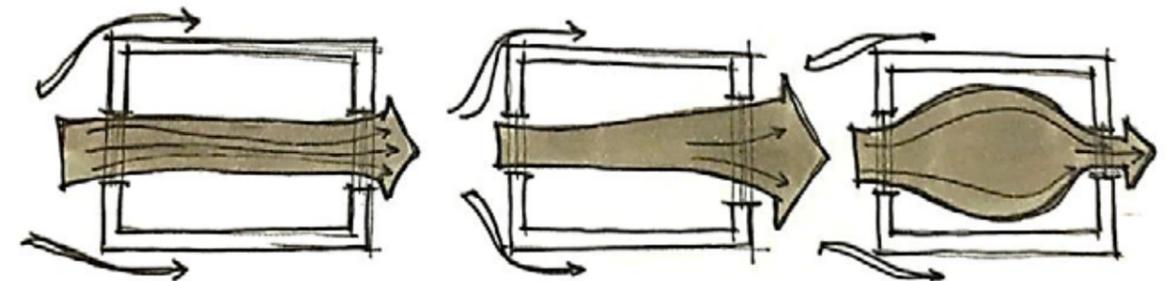
Aberturas com elementos vazados também ajudam na captação do vento e ainda proporciona privacidade.

Figura 100 - Posicionamento das aberturas



Fonte: Gurgel (2012, p.135)

Figura 101 - Tamanhos das aberturas



Fonte: Gurgel (2012, p.135)

Elevação da construção

“quanto mais distante do solo, mais fortes tendem a ser as correntes de ventos e brisas. Portanto, quanto mais altas estiverem localizadas as aberturas, mais fácil será captar brisas mais fortes e, conseqüentemente, mais eficaz será a ventilação passiva.” (GURGEL, 2012, p.138)

Ventilador de Teto

Uma opção mais econômica entre as opções mecânicas existentes, os ventiladores criam um movimento de ar que contribuem com a expulsão do ar quente. É uma boa escolha em clima quente e úmido.

Vegetação

Um ponto muito importante, pois, além de resfriar a temperatura do ar, ainda é possível criar um direcionamento da ventilação ou criar barreiras com o posicionamento correto e escolha adequada da copa e da altura da árvore. Os gramados são muito vantajosos em áreas que circundam a residência e a utilização de paredes verdes, externa ou internamente favorece o resfriamento passivo.

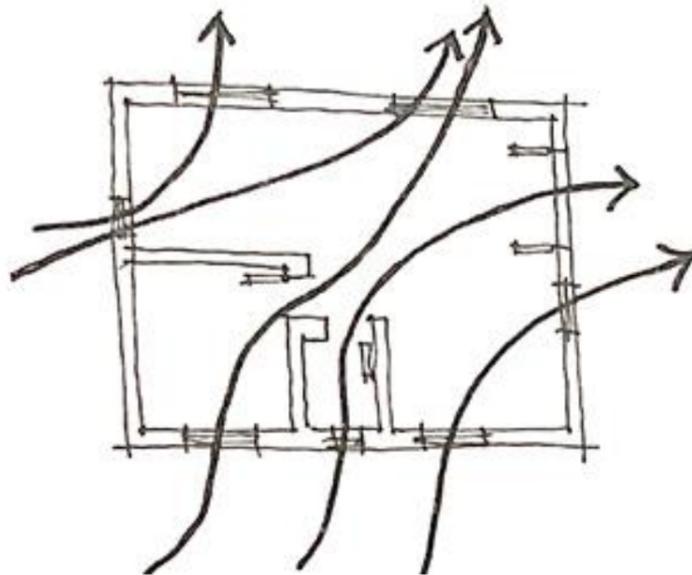
Ventilação Cruzada

É um dos princípios do Design Passivo e do Resfriamento Passivo, como o nome diz, é uma ventilação cruzando o ambiente, auxiliando na troca de ar.

“Procure manter a distância entre a entrada da brisa e a sua possível saída sempre menor do que 20m, pois com a distância o vento tenderá a perder força e, conseqüentemente, não poderá ser considerado no resfriamento passivo.” (GURGEL, 2012, p.145)

Por esse motivo, as casas mais compridas são mais fáceis de planejar as aberturas dispostas de forma a propiciar uma ventilação cruzada (Figura 102) e eficaz.

Figura 102 - Ventilação Cruzada



Fonte: Gurgel (2012, p.145)

A setorização estratégica dos ambientes também é uma boa estratégia que favorece a ventilação cruzada, assim como eliminar as barreiras internas, dando preferência a meias paredes ou utilização de elementos vazados.

Devemos focar o resfriamento passivo nos cômodos em que são mais utilizados em dias quentes, ou seja, as áreas de maior permanência, por isso é de grande importância o estudo do cliente e de sua família, para quem se destina a casa. O ideal é integrar os costumes da família aos princípios de Design Passivo para maior eficácia e eficiência do projeto, e assim atingir o resfriamento passivo.

Antes de qualquer projeto, é importante consultar a NBR 15220 - Desempenho térmico de edificações para verificar as estratégias de resfriamento passivo mais indicadas para a região de implantação da construção.

5.6. Eficiência Energética

Como já vimos no início do capítulo, o Passive House Institute apresenta o padrão construtivo passivo como uma maneira de trazer a eficiência em termos de energia, em conjunto com o conforto numa construção. Os princípios do Design Passivo favorecem esses dois aspectos em diversos pontos, mas atualmente é quase impossível viver sem depender da energia elétrica, então, aplica-se tecnologias e equipamentos que sejam energeticamente eficientes para aumentar a eficiência energética da construção.

Para Pinheiro e Crivelaro (2020), a edificação é considerada mais eficiente quando tem pouca ou nenhuma dependência de energia das concessionárias e possui grande capacidade de utilização de energia natural.

Lamberts, Dutra e Pereira diz que:



A Eficiência Energética na Arquitetura pode ser entendida como um atributo inerente à edificação representante de seu potencial em possibilitar conforto térmico, visual e acústico aos usuários com baixo consumo de energia. Portanto um edifício é mais eficiente energeticamente que outro quando proporciona as mesmas condições ambientais com menor consumo de energia. (LAMBERTS, DUTRA e PEREIRA, 2014, p.5)

Ou seja, todo o percurso do capítulo até aqui está baseado em princípios que tornam uma construção eficiente energeticamente, desde o estudo climático e a orientação a materiais e estratégias construtivas. Então, aqui serão apresentados alguns sistemas, tecnologias e equipamentos que aumentam a eficiência energética do edifício.

As campanhas sobre desperdício de energia e seu uso irracional só crescem, e o mercado começa a investir pesado em equipamentos de baixo consumo. O PROCEL (Programa Nacional de Energia Elétrica) é um dos maiores conscientizadores nesse quesito e lançou um selo de Eficiência Energética (Figura 103) que garante que o produto com o selo consome menos energia que os similares, e em

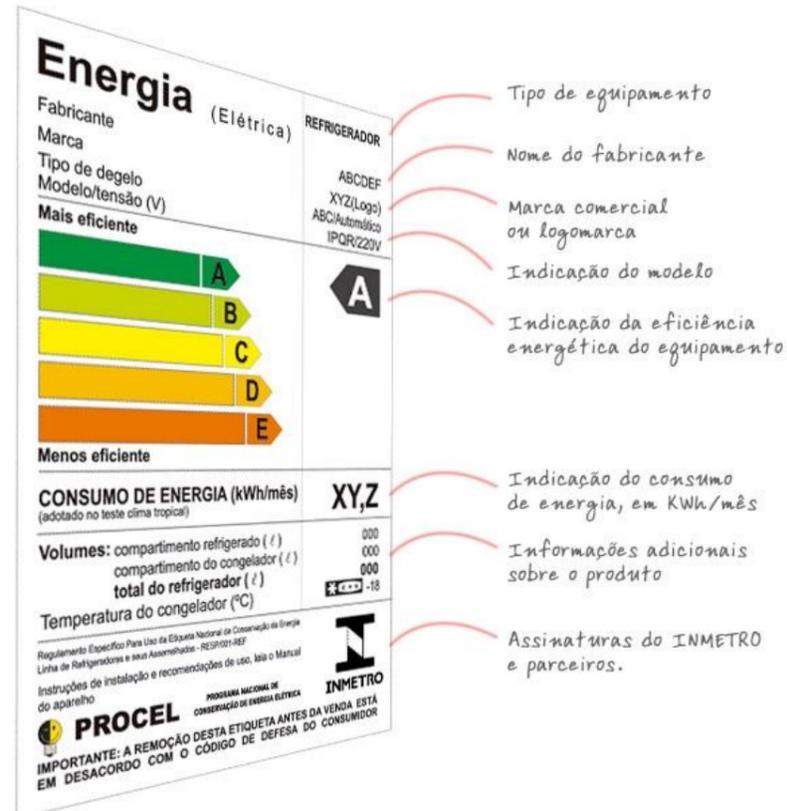
parceira com o INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia), em 2006, lançou a Etiqueta de Cores do Programa Brasileiro de Etiquetagem (Figura 104), que classifica equipamentos em níveis de "A" a "E", onde a primeira são mais eficiente e o ultimo consome mais energia.

Figura 103 - Selo PROCEL/ INMETRO



Fonte: INMETRO, 2012

Figura 104 - Etiqueta de Cores do Programa Brasileiro de Etiquetagem



Fonte: INMETRO, 2012



O consumidor pode saber a economia que fará ao adquirir um equipamento mais eficiente comparando os consumos de energia deste com outras alternativas. Por exemplo, se um refrigerador com a classificação "A" (muito eficiente) consome 51,0 kWh/mês de energia e outro refrigerador com classificação "C" (menos eficiente) consome 68 kWh/mês de energia, a redução de consumo da opção "A" é de 17 kWh/mês de energia elétrica. Isso equivale a uma economia anual de 204 kWh. O refrigerador classificado como "A" leva doze meses para gastar em energia o que o outro refrigerador gastaria em oito meses, sendo 33% mais econômico. (LAMBERTS, DUTRA e PEREIRA, 2014, p.7)

Equipamentos como geladeiras, fogão, ar-condicionado e outros eletrodomésticos possuem esses selos e etiqueta e devem ser conferidos, estudados e comparados antes da aquisição de um equipamento, auxiliando na eficiência energética da residência.

As lâmpadas também possuem seus selos, são menores e possui níveis de "A" a "G" na mesma lógica do anterior. As lâmpadas LEDs são as mais indicadas nesses casos, pois são muito mais econômicas (Figura 105). As vezes o custo inicial é bem mais alto, mas durante o uso compensa muito.

Figura 105 - Comparativo de lâmpadas

EFICIÊNCIA		Menos				Mais			
TIPO									
		COMUM	HALÓGENA	CFL	LED				
	CONSUMO	40 W	28 W	8 W	4 W				
		60 W	42 W	12 W	6 W				
		75 W	53 W	15 W	8 W				
100 W		70 W	20 W	10 W					
DURABILIDADE	1 ano	1-3 anos	6-10 anos	15-25 anos					
ECONOMIA	×	até 30%	até 80%	até 95%					

Fonte: EcoSoli, 2019

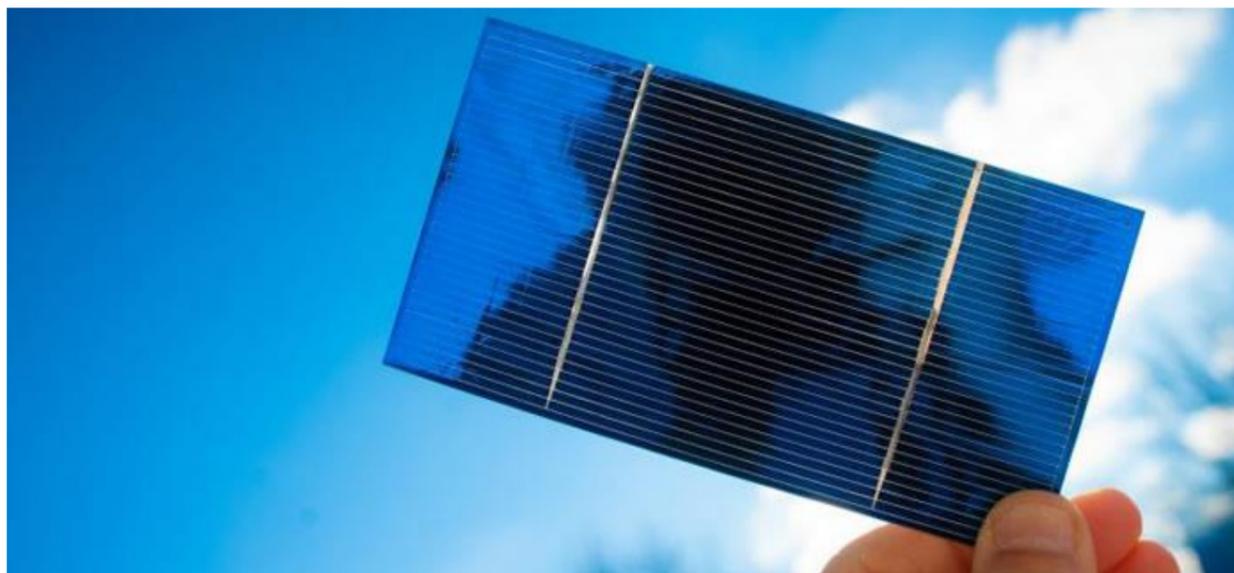
Uma tecnologia que aparece em alta na questão de economia e uso racional da energia também, é o sistema de automação residencial, abordado no capítulo anterior. As opções que o sistema oferece na

pré-configuração de *on/off*, temporizadores, nos sensores e na facilidade de controle através de tablets e smartphones aumenta a eficiência energética da residência.

Os maiores vilões de energia elétrica da casa são: a iluminação, ar-condicionado, geladeira e forno elétrico. Se integrarmos o sistema de automação mais a indicação dos selos e etiquetas de eficiência energética já será apresentado grande eficácia.

Por fim, uma das estratégias mais eficientes e de maior retorno, tanto para o usuário quanto para o meio ambiente são as energias renováveis. Dentre elas, a mais comumente aplicada em residências são as células fotovoltaicas (Figura 106) e os coletores solares térmicos.

Figura 106 - Célula Fotovoltaica



Fonte: GreenVolt, 2019

As células fotovoltaicas (FV) transformam a energia solar em eletricidade. Sua aplicação hoje já é bem diversificada, mas encontra-se com maior facilidade em forma de placas (Figura 107), instaladas nas fachadas ou coberturas dos edifícios.



A flexibilidade dos painéis FV possibilita seu uso em muitos produtos de edificações, como telhas solares, cortinas de vidro e painéis decorativos, os quais podem substituir diretamente materiais convencionais da pele da edificação. Esses produtos dão a mesma proteção estrutural e climática que as suas alternativas tradicionais, mas oferecem o benefício adicional de gerar a energia necessária para que a casa funcione. (ROAF, 2014, p.157)

Figura 107 - Placas Fotovoltaicas



Fonte: Greenvolt, 2020

A energia gerada pelo painel fotovoltaico evita emissão de CO² na atmosfera. É considerado um sistema sustentável por favorecer o meio ambiente e expandir o uso de energia limpa.

“A eletricidade produzida pelo metro quadrado de painel fotovoltaico pode efetivamente evitar emissões de mais de duas toneladas de CO² na atmosfera ao longo de sua vida útil.” (ROAF, 2014, p.158)

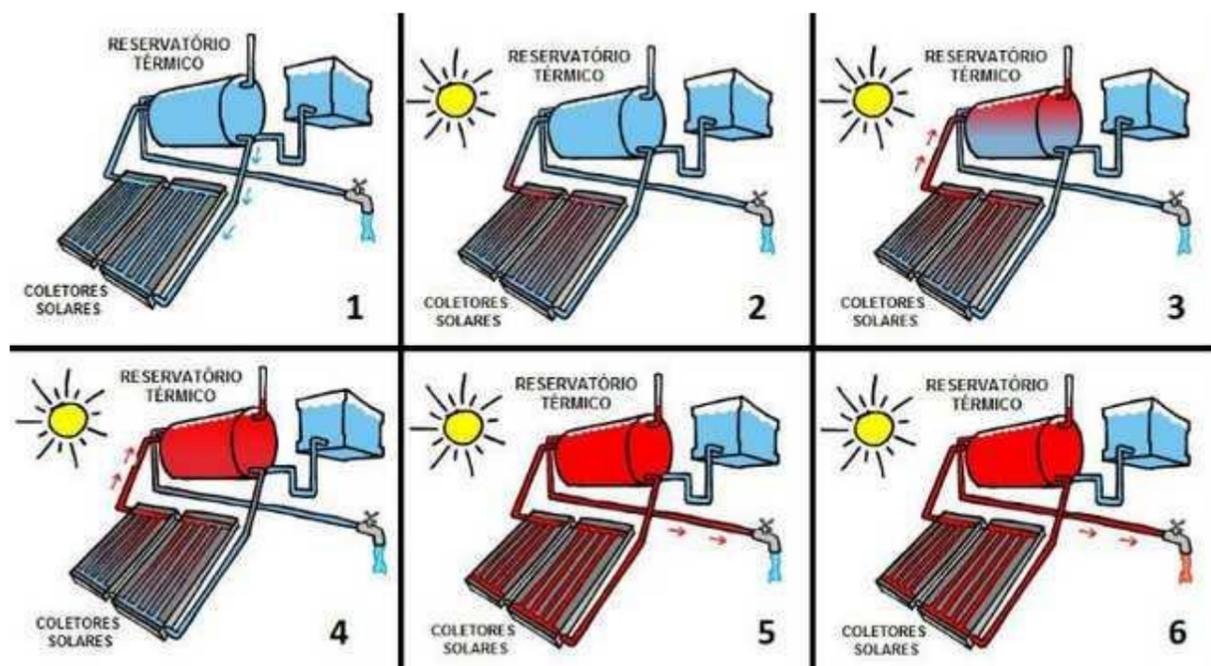
Já os coletores solares térmicos transformam a radiação solar em calor que é transportado para um compartimento de estocagem por meio de um fluido transmissor de calor. Esse compartimento é comumente um reservatório térmico ou boiler (Figura 108).



Diferentemente da energia solar fotovoltaica, cujo princípio de funcionamento é a conversão da energia solar em energia elétrica, a energia solar térmica é uma tecnologia que permite a conversão da energia solar em energia térmica, e a partir disso, proporciona o aquecimento da água em sistemas residenciais, prediais e comerciais. A conversão da radiação eletromagnética proveniente do sol em energia térmica é realizada pelos coletores (ou painéis) solares. (ECYCLE, 2019)

A imagem a seguir mostra como é feita a captação e aquecimento da água numa residência.

Figura 108 - Esquema de captação de energia solar térmica



Fonte: Ecycle, 2019

Com a crescente inserção desses sistemas no mercado, seja para uso em edifícios industriais, comerciais ou residenciais, as tecnologias já são consideradas econômicas e viáveis em diversos países. A sociedade está cada vez mais aberta a uma visão mais acolhedora ao meio ambiente e a energia limpa é uma grande ascensão.

Esse capítulo busca trazer ao máximo informações, conhecimentos, diretrizes e estratégias que ajudem no desenvolvimento de uma arquitetura passiva, coerente com o clima e com todas as particularidades que o meio ambiente oferece para tornarmos nossas casas cada vez mais confortáveis e eficientes energeticamente. É importante ter em mente que independente da intervenção em um ambiente, é necessário compreender suas especificidades antes de aplicar os conceitos do Design Passivo, quanto mais conhecimento sobre o local maior será o alcance de resultados eficazes para o usuário.

6. ESTUDOS DE CASO

6.1. Caso 1 - Residências Inteligentes Zacatepetl

6.2. Caso 2 - Casa Gerold Geppert



Após as explicações teóricas sobre o tema da Casa do Futuro, pode-se concluir que a ideia principal é que o projeto integre sua esfera tecnológica, a automação residencial - que não demanda nenhuma particularidade arquitetônica - a esfera ambiental, uma arquitetura mais pensada no meio ambiente, na redução do uso de energia, na valorização do ecossistema que neste trabalho foi trazido a Arquitetura Passiva, um padrão de desempenho e construtivo efetivamente eficiente em termo de energia e conforto, pode-se ainda, adicionar estratégias ativas, como veremos em um dos estudos de caso.

O objetivo desse capítulo é apresentar dois estudos de caso, com a intenção de visualizar melhor essas duas esferas da arquitetura do futuro aplicadas a um projeto de arquitetura, como um novo jeito de pensar o projetar e o morar do futuro.

O primeiro estudo traz as Residências Inteligentes Zacatepetl, no México, que carrega a esfera tecnológica e ambiental, não necessariamente os princípios passivos, mas faz uso de algumas estratégias passivas, ativas e eficiência energética, tornando a casa mais inteligente. O Segundo, apresenta um protótipo, a primeira casa passiva modelo da américa latina, nomeada Casa Gerold Geppert (Natal-RN). Ambas carregam várias diretrizes que podem ser incorporadas no projeto da casa do futuro.



6.1. Caso 1: Residências Inteligentes Zacatepetl

Projeto do escritório Pabellón de Arquitectura em 2019, o conjunto de três casas está situado na Cidade do México, no México, e possuem 1500m² de área construída (Figura 109).

Figura 109 - Residências Inteligentes Zacatepetl



Fonte: ARCHDAILY, 2020

Segundo descrição da Equipe:



O projeto consiste em um conjunto de três casas localizadas ao sul da Cidade do México, as quais foram pensadas para que se tornassem um ícone tanto arquitetônico como sustentável e tecnológico. O desenho formal surge diretamente da geometria do terreno e da proximidade com a grande reserva natural da Cidade Universitária, em torno da qual foram projetadas as vistas principais. Estas residências deveriam representar uma boa opção de compra/venda ao público geral dentro de um ambiente econômico/ecológico em nosso país e especificamente na Cidade do México. (ARCHDAILY, 2020)

As imagens a seguir apresentam as plantas baixas do projeto, Pavimento Térreo (Figura 110), Primeiro Pavimento (Figura 111) e Segundo Pavimento (Figura 112).

Figura 110 - Pavimento Térreo



Fonte: ARCHDAILY, 2020

Figura 111 - Primeiro Pavimento



Fonte: ARCHDAILY, 2020

Figura 112 - Segundo Pavimento

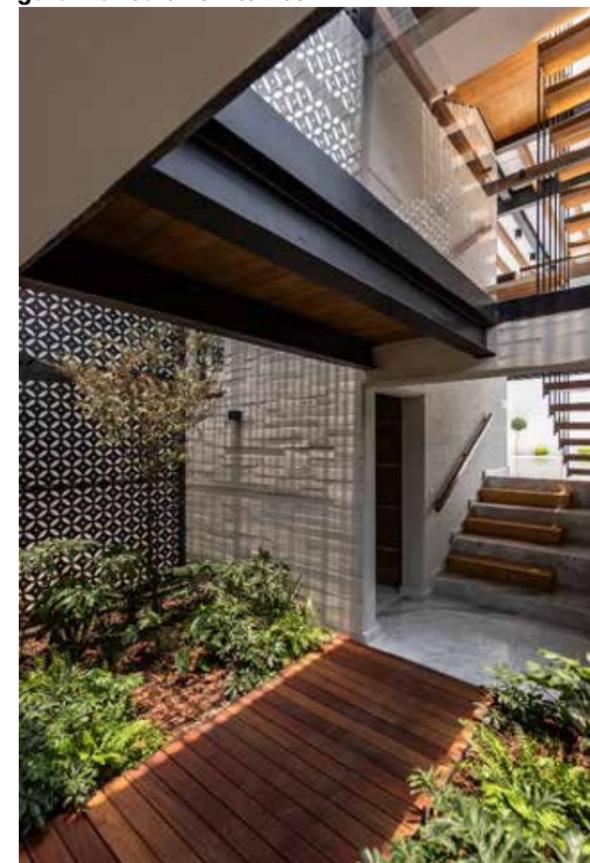


Fonte: ARCHDAILY, 2020

O objetivo do projeto era conceber um ambiente que oferecesse amplos espaços, num estilo moderno/minimalista com luxo e conforto e ao mesmo tempo atendesse as demandas ambientais onde a escassez de recursos e os elevados gastos com energia geraram um problema econômico e ecológico imediato.

O projeto tem uma proposta de jardins internos (Figura 115 e 116) acompanhando a ideia da arquitetura "orgânica" onde o exterior se torna interior introduzindo ao mesmo tempo iluminação e ventilação natural.

Figura 115 - Jardins internos



Fonte: ARCHDAILY, 2020

Figura 116 - Jardins internos



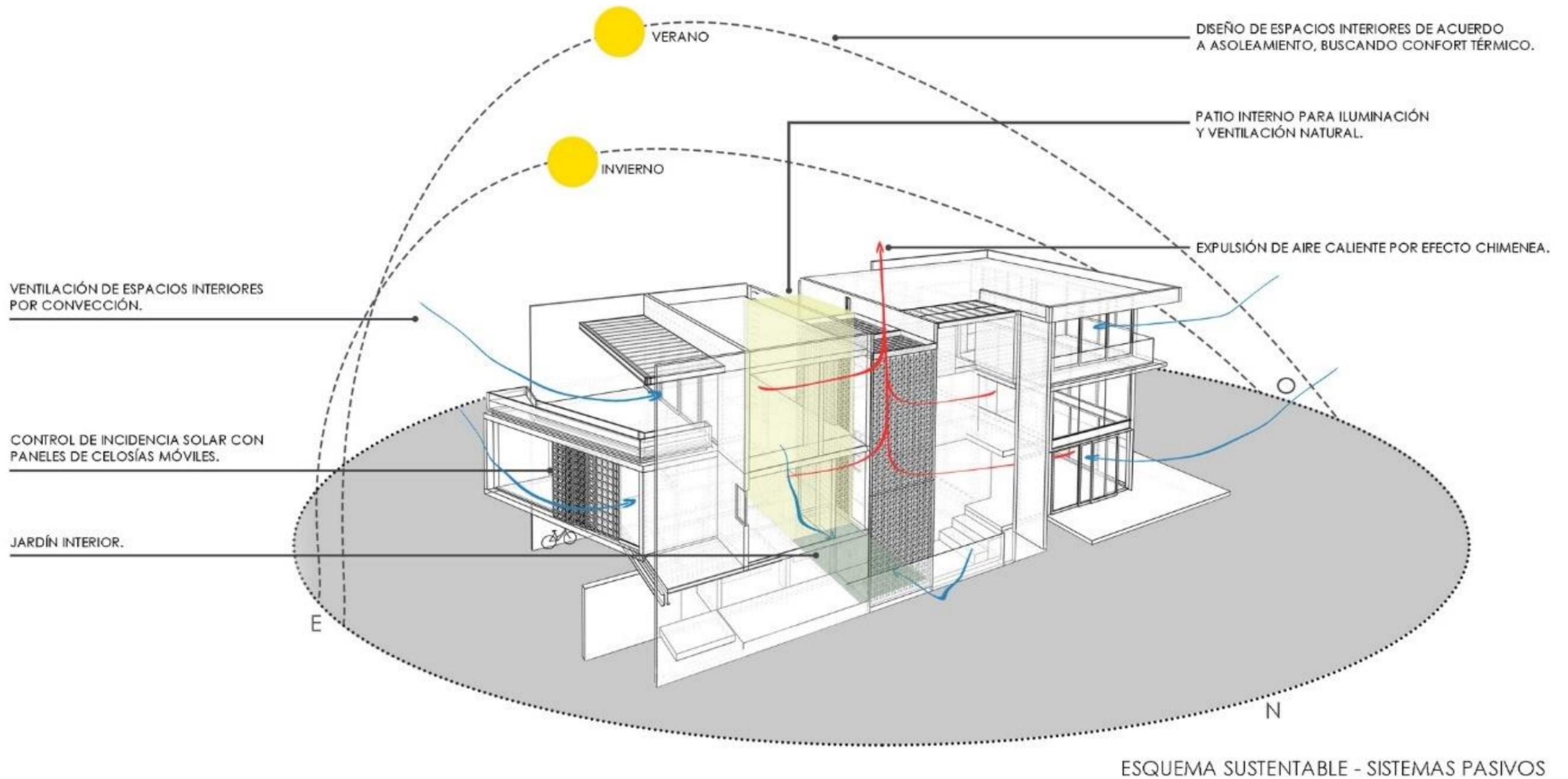
Fonte: ARCHDAILY, 2020



Criou-se uma estratégia que combina sistemas passivos com sistemas ativos. Aproveitando corretamente a orientação para prover de maior iluminação e ventilação natural possível gerando diferentes claraboias e grandes janelas ao longo de toda a casa, assim como um grande átrio onde, pelo efeito chaminé, o calor de toda a casa sobe resfriando naturalmente e mantendo uma temperatura regular e confortável durante todo o ano, de forma que não fosse necessário incluir um sistema de ar-condicionado. (ARCHDAILY, 2020)

A figura a seguir ilustra a citação anterior (Figura 117):

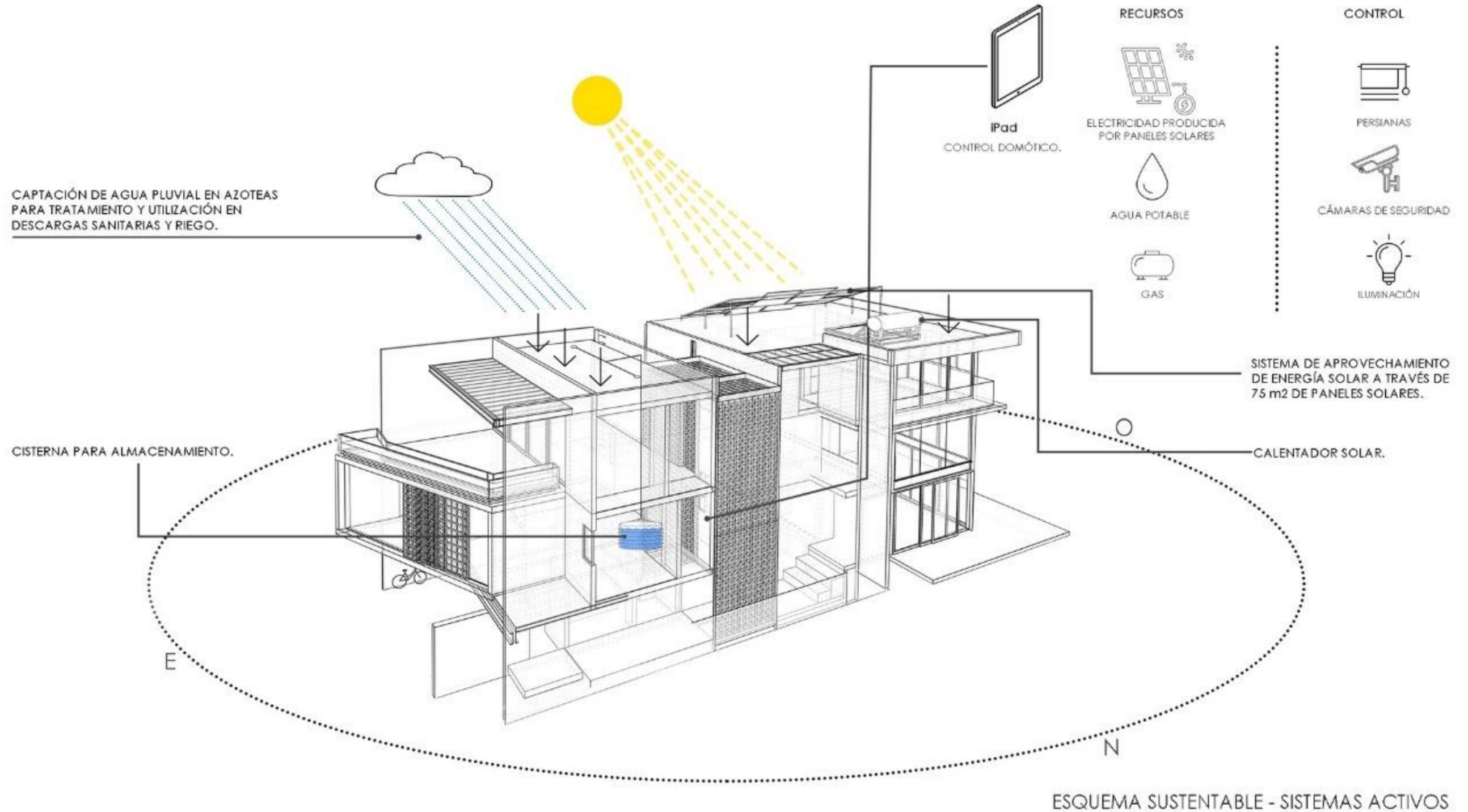
Figura 117 - Sistemas Passivos



Fonte: ARCHDAILY, 2020

Com relação a sistemas e estratégias ativas, o terraço foi projetado para captar a maior quantidade possível de águas da chuva, tratada através de filtro de alta tecnologia e armazenadas para uso de irrigação e para descargas dos banheiros (Figura 118).

Figura 118 - Sistemas Ativos



Fonte: ARCHDAILY, 2020

O sistema de economia e otimização de recursos da casa é controlado e monitorado a todo instante por um sistema inovador de automação residencial, criado especificamente para esse projeto.

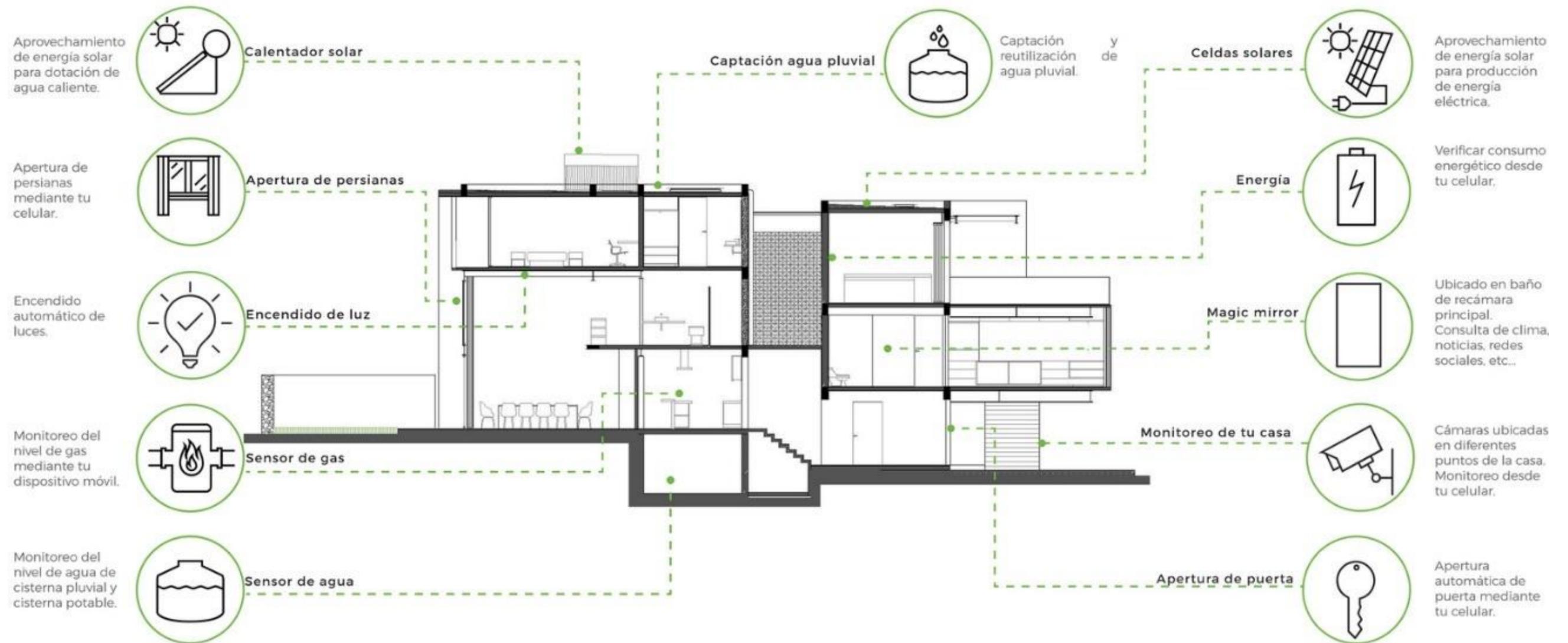


Este sistema está diretamente conectado a toda a casa. Por um lado, ele permite a verificação do estado e do gasto dos recursos em tempo real e, por outro, serve para controlar automaticamente todos os sistemas de venezianas, iluminação e segurança. Pensando em uma completa praticidade e comodidade a moradia conscientiza o usuário acerca do gasto energético e da importância na racionalização dos recursos. (ARCHDAILY, 2020)

A Figura 119, mostra todas as estratégias utilizadas pelo sistema de automação residencial no projeto, evidenciando os três pilares da automação explanados no capítulo 4.

Esse projeto é um exemplo de conscientização quanto a eficiência energética e a importância da racionalização dos recursos. O conjunto da implementação ativa, passiva e da automação residencial economiza cerca de 65% dos recursos das residências. (ARCHDAILY, 2020).

Figura 119 - Sistema de Automação Residencial



Fonte: ARCHDAILY, 2020



6.2. Caso 2: Casa Gerold Geppert

A casa nomeada Gerold Geppert foi a Primeira Casa Passiva da América Latina, inaugurada em julho de 2018 em Natal, Rio Grande do Norte. Foi construída no Centro de Educação e Tecnologias do Senai-RN (Figura 120).

Figura 120 - Primeira Casa Passiva da América Latina



Fonte: FIERN, 2018

O projeto faz parte de uma colaboração do Estado do Rio Grande do Norte com a Alemanha e foi certificada pelo Instituto Casa Passiva (*Passive House Institute*). É dividida em quatro cômodos (sala, quarto, cozinha e banheiro) e possui 80m².

Foi utilizado isolamento de piso e laje de Neopor 032 (uma espécie de isopor resistente de tecnologia alemã), janelas de vidros duplos, sistema de ventilação com recuperação de calor, desumidificador, pintura externa eletrostática, portas com transmitância térmica e telhado de cerâmica esmaltada. A construção possui certificado do Governo Alemão. (SINDICATO DA INDÚSTRIA, 2019)

O intuito é utilizá-la como laboratório, showroom e ambiente para cursos voltados para a qualificação de arquitetos, engenheiros e outros profissionais da área. A casa pode, ainda, ser usada futuramente como modelo do Programa Minha Casa, Minha Vida (Figura 121).

Figura 121 - Casa Gerold Geppert



Fonte: GOING GREEN, 2018

O projeto conta com novas tecnologias construtivas e materiais e equipamentos importados da Alemanha e doados ao Senai-RN.

“O material utilizado na construção é um tijolo leve, maciço e com isolamento termoacústico que reduz o custo da construção, uso de argamassa, além de dar conforto térmico ao interior.” (GOING GREEN, 2018)

Ao relacionar os dois casos apresentados acima, é fácil observar que no Brasil as estratégias passivas e o conceito da Arquitetura Passiva ainda são pouco aplicados e estudados, mas como se percebe, são estratégias facilmente empregadas no projeto de arquitetura, independente da classe e do nível da construção. Os sistemas de automação também estão aumentando a implementação e consequentemente cresce o mercado surgindo produtos com preços mais acessíveis. Hoje é possível encontrar os produtos necessários para automatizar sua residência por diferentes preços, tornando-se acessível para quase todas as classes.

7. A CASA DO FUTURO - ANTEPROJETO

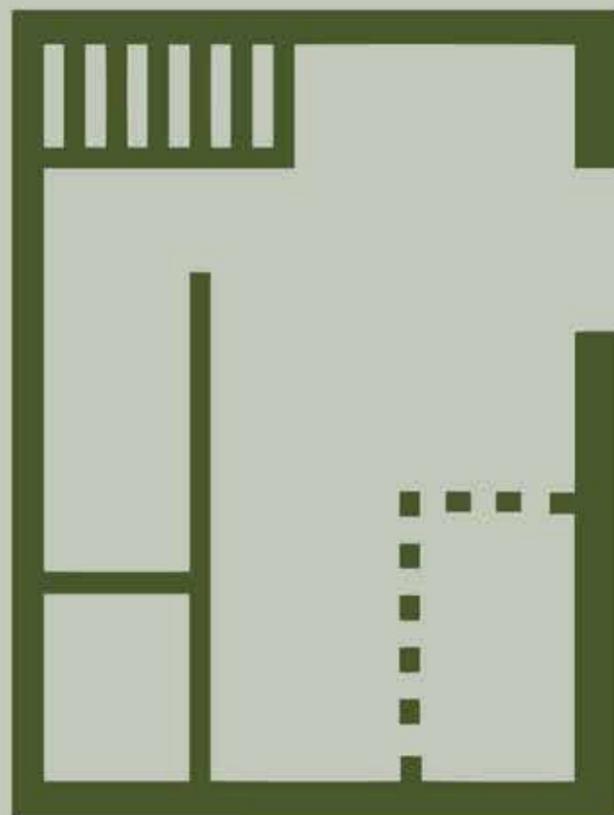
7.1. Diretrizes Projetuais - Nordeste

7.2. Terreno

7.3. Estudos para implantação

7.4. Programas de Necessidades, Zoneamento, Organograma e Fluxograma

7.5. Memorial Descritivo



Nesse capítulo entramos de fato no âmbito projetual da proposta de uma **Casa do Futuro**, que é o objetivo principal deste trabalho, o desenvolvimento de um anteprojeto.

No decorrer dos capítulos pode-se verificar que o contexto da arquitetura do futuro é a união da tecnologia com estratégias eficientes e de racionalização dos recursos que possam favorecer o homem e o meio ambiente. Para este trabalho, foi definida a junção da automação residencial com os princípios do design passivo, podendo ainda ser incrementado com algumas estratégias ativas (captação solar e de águas pluviais para reuso), favorecendo a racionalização de outros recursos e aumentando a eficiência da residência.

O termo "Futuro" refere-se a uma arquitetura mais propícia para os próximos anos e mais compatível com as necessidades do homem e do meio ambiente.

O Projeto residencial será desenvolvido em um terreno real, com aproximadamente 400m².

Para esse capítulo, inicialmente, serão traçadas diretrizes para o desenvolvimento do projeto, considerando o clima do Nordeste para as estratégias do Design Passivo e os Três Pilares para as aplicações da Automação Residencial. Na sequência, a escolha e caracterização do terreno, estudos de clima, insolação e ventilação, programa de necessidades, organograma, fluxograma, e o anteprojeto em si, justamente com o memorial descritivo.

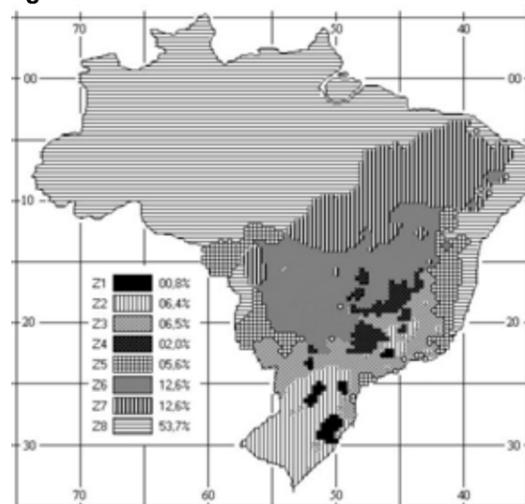


7.1. Diretrizes Projetuais - Nordeste

As diretrizes definidas a seguir são baseadas em tudo que foi visto de embasamento teórico no decorrer do trabalho, inicialmente apresentando as diretrizes projetuais relativas ao Design Passivo para estratégia de Resfriamento Passivo adequando ao clima do Nordeste. Em seguida, as diretrizes de aplicações da automação residencial, seguindo os Pilares de Conforto, Segurança e Economia.

Algumas diretrizes serão baseadas na **Norma ABNT NBR 15220-3 Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social**, que define como Zona 8 - Z8 o local de implantação do projeto em questão (Figura 122 e 123). Essa norma estabelece um Zoneamento Climático Brasileiro que apresenta diversas recomendações e estratégias construtivas destinadas as habitações unifamiliares para sua correta adaptação ao clima local inserido.

Figura 122 - Zoneamento bioclimático brasileiro



Fonte: NBR 15220-3

Figura 123 - Zona bioclimática 8



Fonte: NBR 15220-3

DIRETRIZES DE IMPLANTAÇÃO:

- Definição e estudo do clima local;
- Verificação da orientação solar;
- Identificação dos ventos predominantes;
- Implantação que favoreça a face Norte;
- Considerar as vegetações e construções do entorno;

DIRETRIZES PARA LAYOUT:

- Localização dos ambientes adaptados as necessidades da família e as adequações de insolação e ventilação mais conveniente a baixa ou alta permanência, favorecendo o conforto;
- Setorização da planta com portas e janelas estrategicamente posicionadas;
- Paredes internas mantidas baixas ou vazadas;
- Áreas mais utilizadas pela família com aberturas ao Norte ou Sul;
- Áreas de baixa permanência (Lavanderias e Banheiros) localizadas ao Oeste;
- Adequar espaços de alta permanência para receber ventilação Sudeste e/ou Nordeste;

DIRETRIZES PARA O ENVELOPE (Paredes, piso, teto, portas e janelas):

- Parede Leve e Refletora, com transmitância térmica (U) menor ou igual a $3,60 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$. Ex: Parede de tijolos 8 furos quadrados assentados na menor dimensão (9 cm), argamassa de assentamento de 1,0cm e argamassa de emboço 2,5cm totalizando uma alvenaria de 14cm; **(NBR 15220-3)**
- Material para isolamento térmico na face externa da parede ou pintura na cor branca, refletindo a radiação solar e retardando o fluxo de calor para o interior;
- Superfícies brancas e polidas são as melhores opções de isolante;
- Utilização de pisos frios ou flutuantes;
- Uso de telhados verdes ou telhas com isolante térmico ou pintadas em cores claras;
- Cobertura Leve e Refletora, se caracteriza por uma coberta com transmitância térmica (U) menor ou igual a $2,30 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$. Ex: Cobertura com telhas de barro ou fibrocimento contendo forro de madeira, concreto, gesso, laje mista ou a junção da lâmina de alumínio polido a um desses materiais; **(NBR 15220-3)**
- Evitar telhas escuras e metálicas (ineficientes em climas quentes);
- Aplicação de lã de vidro ou lâmina de alumínio polido sobre o forro escolhido;
- Em janelas ou portas de vidro, utilizar vidros com proteção solar e/ou vidros duplos;
- Aberturas para ventilação deve ter área equivalente a mais de 40% da área de piso do cômodo; **(NBR15220-3)**

DIRETRIZES ESTRATÉGICAS:

- Vegetação utilizada como elemento de proteção solar e direcionamento e resfriamento dos ventos;
- Sombreamento nas aberturas; **(NBR 15220-3)**
- Proteção horizontal ou mista na fachada Norte;
- Utilização de cobogós e muxarabis para ventilação e iluminação natural com privacidade;
- Telhados com beirais;

- Ventilação cruzada permanente; **(NBR 15220-3)**
- Utilização de brises móveis;
- Peitoril ventilado e efeito chaminé para melhor resfriamento;
- Elevação da construção, para alcance de melhores brisas e ventilação;

DIRETRIZES ADICIONAIS (Maior eficiência térmica e racionalização dos recursos):

- Aplicação de placas fotovoltaicas para captação de energia solar;
- Coletores solares com boilers para aquecimento de água;
- Sistema de captação, tratamento e reutilização de águas pluviais;
- Biodigestor para tratamento de esgoto;
- Composteira doméstica;
- Aplicação de sistema de automação na residência;

DIRETRIZES PARA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL (Conforto, Segurança e Economia):

- Cenas de iluminação e controle de eletrodomésticos (Lâmpadas LED);
- Controle de temperatura pré-configurado;
- Persianas, trilhos de cortinas e brises motorizados e automatizados;
- Controles de acesso (portões e portas principais);
- Música ambiente automatizada por comando de voz;
- Smart TV e Streamings comandados por voz;
- Sensores de umidade no solo e sensores de chuvas para automatizar as irrigações;
- Tomadas comandadas;
- Sensores de portas e janelas;
- Sensores de presença integrados a alarmes e câmeras de segurança;

- Aplicação de válvula solenoides nas tubulações;
- Sensores de luz, temperatura, fumaça, gás e inundação;
- Integração dos sensores para maior eficiência;
- Redução no desperdício de água e energia com controle e acompanhamento pelo smartphone;
- Dimerização de lâmpadas;
- Controle da iluminação e tomadas através da central, evitando gasto desnecessário;
- Medição do consumo de energia da casa e por cômodos;
- Integração com sistemas fotovoltaicos;
- Aplicação de controles por voz, puladores, movimentos e smartphones.



7.2. Terreno de implantação

O terreno escolhido para o projeto fica localizado na PE-001 Estrada de Nova Cruz, em Nova Cruz, Igarassu-PE (Figuras 124 e 125). Na região do entorno encontra-se, em sua maioria, casas de campo, sítios e granjas, também fica próximo o Camping Zumbi Safari, a Praia do Capitão e o Cais de Nova Cruz, onde é feita a travessia de balsa para Maria Farinha.

Figura 124 - Imagem aérea do entorno



Fonte: Google Earth, 2020

Figura 125 - Imagem aérea do entorno

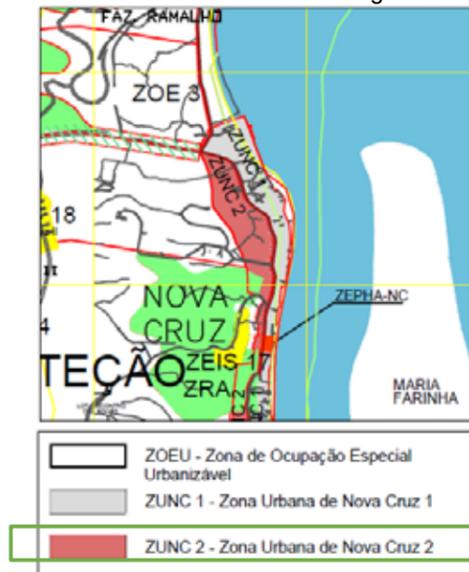


Fonte: Google Earth, 2020

ZONEAMENTO, USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

A Região que ainda é pouco urbanizada, mas que anda crescendo bastante, é denominada de ZUNC 2 (Zona de Urbanização do Distrito de Nova Cruz) e está inserida na Macrozona Especial de Proteção Ambiental - APA Nova Cruz - MZ3. A ZUNC 2 (Figura 126), compreende a zona urbana do Distrito de Nova Cruz, localizada entre a via principal e as áreas de declividade acentuada, cuja urbanização deverá ser alvo de análise especial.

Figura 126 - Mapa 4 - Zoneamento Funcional - Plano Diretor de Igarassu



Fonte: PD-Igarassu, 2015 (Montagem Autora, 2020)

A tabela apresentada no Anexo I - Planilha de Parâmetros de Uso e Ocupação do Solo de Igarassu do Plano Diretor, define o que é permitido, permissível e proibido de ser realizado na MZ3 para a Zona de Urbanização 2 do Distrito de Nova Cruz - ZUNC 2 (Figura 127).

Figura 127 - Planilha de Parâmetros de Uso e Ocupação do Solo da ZUNC 2

TABELA 25 - ZONA DE URBANIZAÇÃO 2 DO DISTRITO DE NOVA CRUZ - ZUNC 2

USOS		
PERMITIDO	PERMISSIVEL	PROIBIDO
Habitação Unifamiliar (1) (2) Comércio e Serviço Vicinal 1 e 2 (1) (2) (3) Hospedagem 1 (1) (2) (3).	Conjunto Residencial em Condomínio (1) (2) (3) Comércio e Serviço de Bairro e Setorial com área até 500m ² (x) (x) (x) Comunitário 2 - Institucional, Lazer e Cultura, Ensino, Saúde e Religioso com área até 500m ² (1) (3) Hospedagem 2 Uso misto p/ Comércio e Serviço Vicinal 1 (1) (2) (3) Restaurantes Atividades de transformação artesanal de produtos de origem vegetal, animal e mineral (1) (2). Outras atividades e serviços afins às atividades de turismo, lazer e cultura (1) (2) (3) (4).	Usos definidos no Zoneamento Ecológico-Econômico Costeiro - ZEEC, Decreto Estadual nº 24.017, de 07/02/02 e todos os demais usos.

OBSERVAÇÕES:

- (1) Mediante Licença Prévia dos Órgãos Ambientais Competentes após análise e aprovação do Conselho de Desenvolvimento da APA - CONDAPA
- (2) Conforme Plano Próprio de Manejo aprovado pelos órgãos ambientais
- (3) Mediante apresentação e devida aprovação dos projetos e dos estudos ambientais pertinentes do órgão metropolitano FIDEM e dos órgãos ambientais IBAMA e CPRH, ouvido o CONDAPA
- (4) Matas Ciliares, Mangues, Coqueiral ou outro tipo de vegetação nativa permanente, nas situações indicadas no art. 2º, do Código Florestal (Lei nº 4.771/1965) e no art. 5º da Lei Florestal Estadual (Lei nº 11.206/1995).

Fonte: Anexo-I, Plano Diretor de Igarassu, 2015

No Anexo-2, é apresentado a tabela que define os parâmetros e índices urbanísticos básicos da Macrozona Especial de Proteção Ambiental - MZ3 (Figura 128).

Figura 128 - Parâmetros e Índices Urbanísticos Básicos MZ3

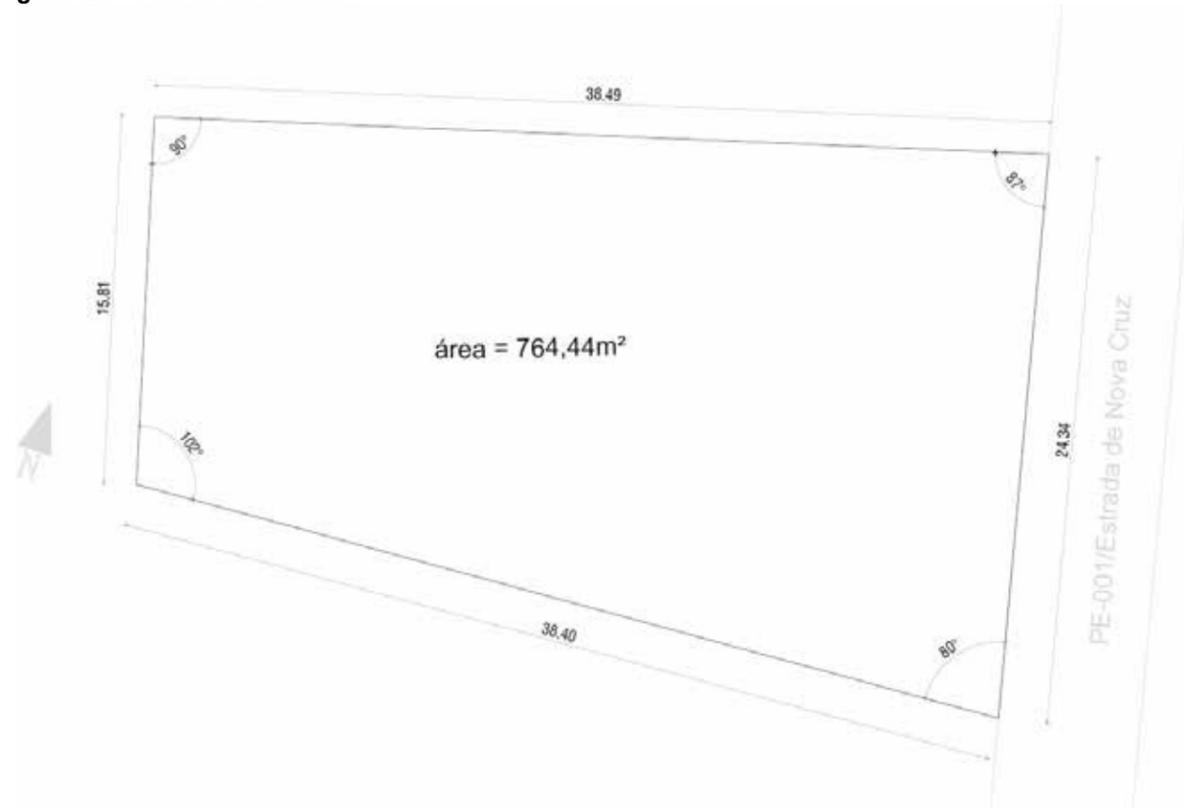
TABELA 44- MACROZONA ESPECIAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL - APA NOVA CRUZ - MZ 3												
Zona	Recuos (m) (*1)(*2)			TO %	Coef.de Utiliz. µ	Taxa de Arbor. (%)	Taxa de Solo Natural (%)	Gabarito (pav/m)	Lote Min. (m2)	Testada Min. (m)	Dist. max. entre ruas (m)	Largura (m) min. ruas locais
	Frontal	Lateral	Fundo									
Área Urbana de Nova Cruz												
ZUNC 1	5,0	1,5	3,0	30 %	0,50	35 %	70 %	01 pvto/ 3,50m	300	12	250	10
ZUNC 2	3,0(*3)	1,5	3,0	50 %	1,00	05 %	30 %	02 pvto/ 7,50m	300	12	250	10
ZEPHA-NC(*4)	5,0(*3)	1,5	3,0	30 %	0,50	30 %	70 %	01 pvto/ 3,50m	300	12	-	-

Fonte: Anexo-II, Plano Diretor de Igarassu, 2015

INFORMAÇÕES DO TERRENO

O lote compreende 764,44m², apresenta leves aclives que podem ser trabalhados ou nivelados. A seguir são apresentadas as medidas do terreno (Figura 129) e suas imagens (130 e 131).

Figura 129 –Terreno em desenho



Fonte: Autora, 2020

Figura 130 – Foto do terreno



Fonte: Autora (2020)

Figura 131 - Foto do terreno



Fonte: Autora (2020)

JUSTIFICATIVA

Para o desenvolvimento deste projeto não há nenhum tipo de característica muito específica que o terreno deva conter. Quando tratamos da automação residencial, sabe-se que é uma tecnologia sem fio aplicada ao projeto que não necessita de nenhuma exigência construtiva específica e no que diz respeito as estratégias passivas, foi visto que são adaptadas a qualquer clima e região, contudo, locais que possuem uma boa porcentagem de arborização em seu entorno pode colaborar com o conforto nas edificações implantadas ao clima do Nordeste. Para esse projeto, optou-se pela localização de Nova Cruz, uma área urbana de pouca densidade habitacional e construtiva, com grandes áreas verdes que pode contribuir com os resultados do conforto ambiental na residência, logo, impulsiona a eficiência energética da edificação.

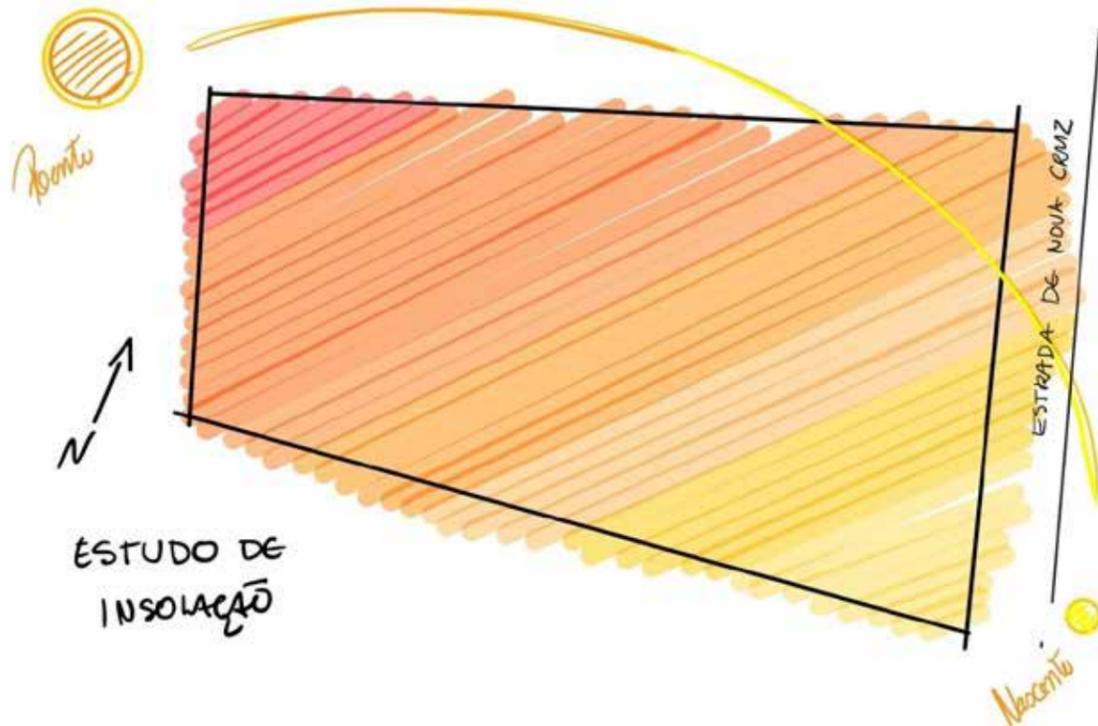


7.3. Estudos para implantação

O clima do local de implantação é definido segundo o IBGE como Tropical Nordeste Oriental, caracterizado por elevadas temperaturas ao longo de todo o ano, com inverno chuvoso e verão menos úmido. O climatólogo Arthur Strahler define como Litorâneo Úmido, quente e úmido com verão chuvoso e inverno menos chuvoso. A NBR 15220 ao estudar sobre os climas definiu este na Zona Bioclimática brasileira 8. Todas essas informações foram levadas em conta ao desenvolver as diretrizes para o projeto.

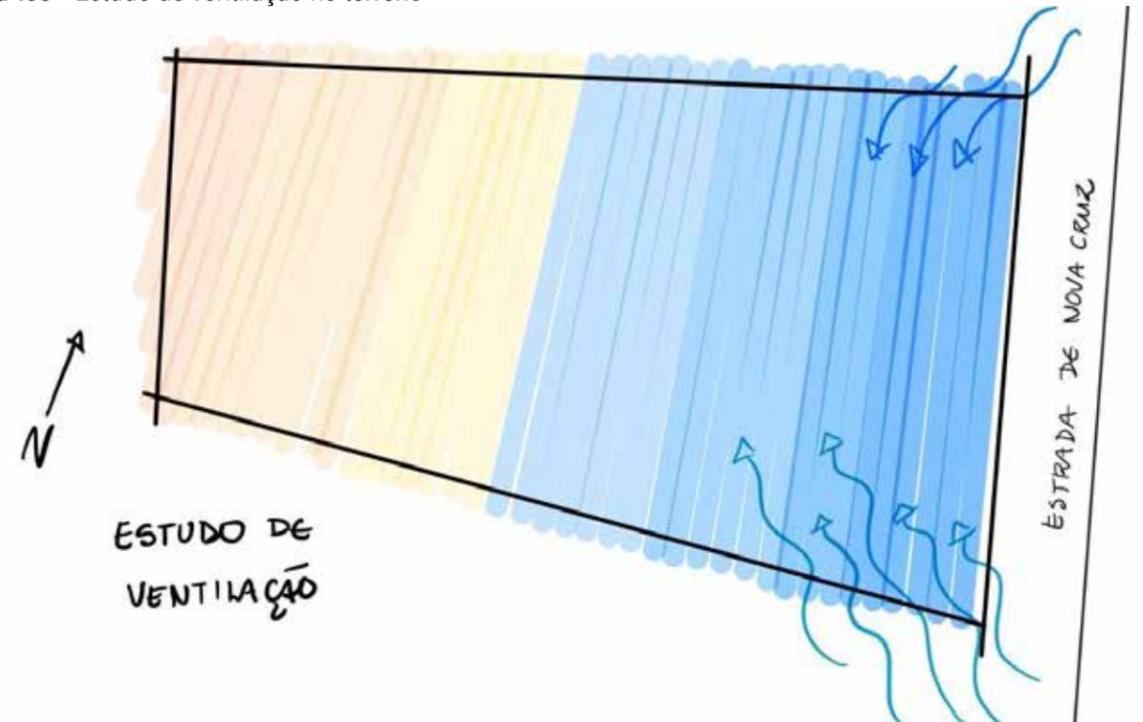
O próximo passo é gerar os estudos de insolação (Figura 132) e ventilação (Figura 133) e através deles verificar as melhores estratégias de sombreamento e ventilação natural para o projeto. Também será adicionada a análise da Rosa dos Ventos para potencializar os estudos de ventilação (Figura 134 e 135).

Figura 132 - Estudo de insolação no terreno



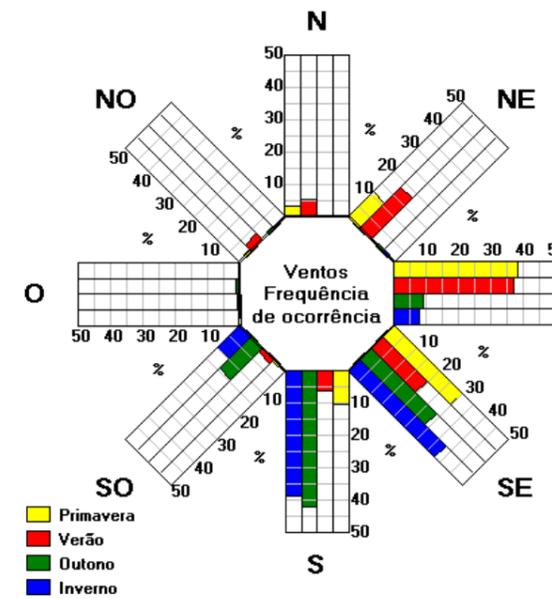
Fonte: Autora (2020)

Figura 133 - Estudo de ventilação no terreno



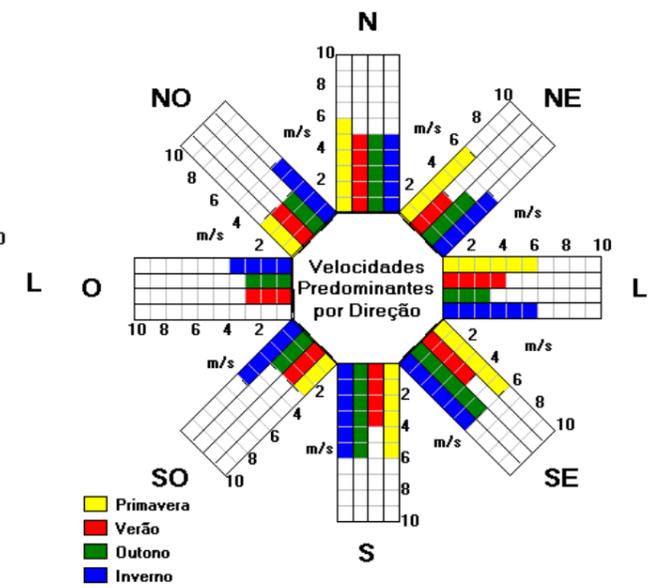
Fonte: Autora (2020)

Figura 134 - Rosa dos Ventos, Recife-PE



Fonte: Software SOL-AR, 2020

Figura 135 - Rosa dos Ventos, Recife-PE



Fonte: Software SOL-AR, 2020

Ao analisar a primeira imagem, verifica-se que a frequência de ventos é maior durante a primavera e o verão nas direções Leste e Sudeste, enquanto no Outono e Inverno a frequência predomina no Sul e Sudeste. Conclui-se que o Sudeste tem um ótima frequência na ocorrência de ventilação durante todo o ano. Na segunda imagem, quanto a predominância das velocidades por direção, é observado um maior equilíbrio em todos os sentidos durante todo o ano, exceto na Primavera que o Oeste apresenta 0m/s. Nota-se também que nas direções Norte, Sul, Leste, Nordeste e Sudeste tem maior velocidade durante o ano que as outras três.

As vegetações presentes no terreno foram classificadas como rasteiras – por possuir mato em todo o terreno, de pequeno, médio e grande porte, ilustradas na Figura 136. Foi identificado apenas uma delas a frente, um coqueiro. Tanto ele, quanto as outras duas espécies não identificadas que estão juntas, estão inclinadas para a rua e apresentando perigo à rede elétrica por estarem forçando as fiações do poste, sendo mais indicado a remoção das 3 árvores.

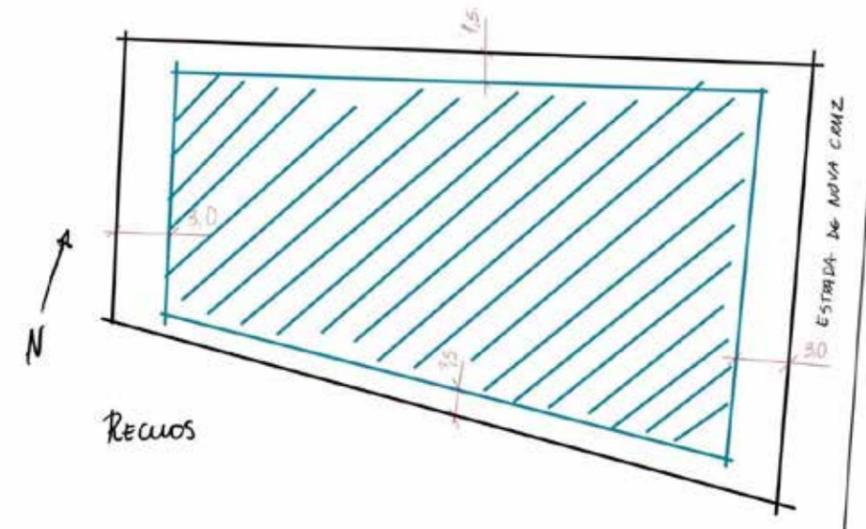
Figura 136 - Identificação das vegetações presentes



Fonte: Autora (2020)

Quanto aos parâmetros urbanísticos estabelecidos por lei municipal, os recuos determinados para o local são: 3m frontal, 3m fundo e 1,5m laterais aplicados no terreno na Figura 137.

Figura 137 - Recuos determinados pela tabela de Parâmetros de Uso e Ocupação



Fonte: Autora (2020)

Ao correlacionarmos os estudos anteriores é observado que a face posterior do terreno é o poente, onde há uma incidência solar maior durante o dia, uma temperatura mais alta e pouca ventilação. Há ainda o fator de que não foi identificado vegetações de grande porte nesse lado, onde seria amenizando a incidência do sol na edificação.



7.4. Programa de Necessidades, Zoneamento, Organograma e Fluxograma

Para o projeto em questão será considerado um público fictício de um casal jovem que não cogita a possibilidade de ter filhos, são caseiros e gostam de receber amigos e familiares em casa. Bruno, 32 anos, é Consultor Gastrônomo e o chefe de cozinha da casa, trabalha fora. Maria Júlia, 29 anos, é Publicitária e Artista Plástica nas horas vagas, trabalha na agência, mas as vezes em home office. Ambos têm uma rotina parecida, saem pela manhã, almoçam fora e estão em casa no final da tarde. O casal deseja cultivar suas próprias hortaliças e plantas frutíferas. Gostam de espaços amplos e minimalistas. Estão atentos às necessidades atuais do usuário e do meio ambiente e aspiram por uma residência com uso de tecnologia e estratégias que ajudem a minimizar o gasto energético e o desperdício de recursos.

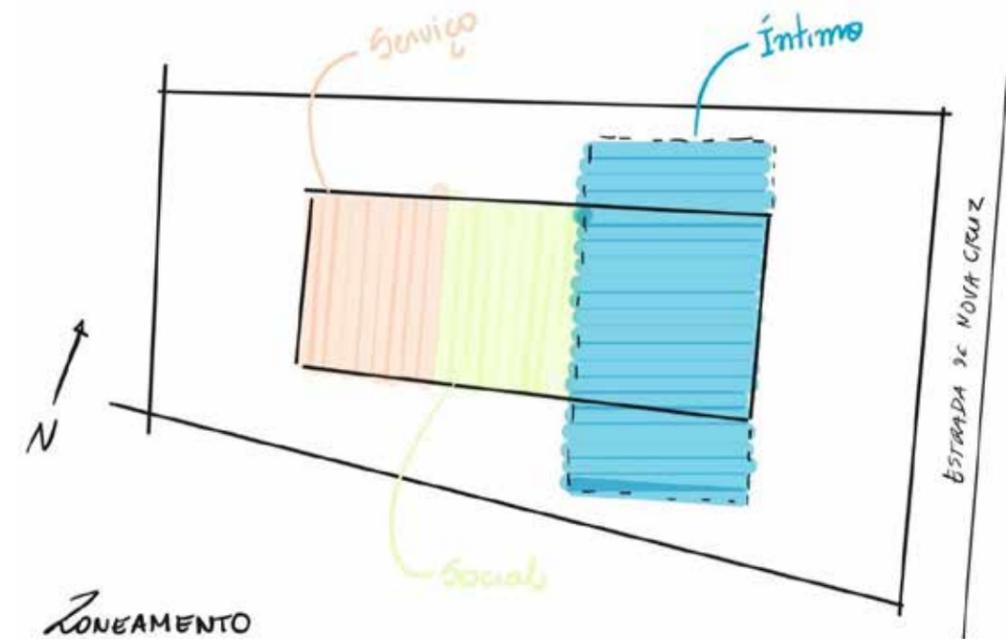
A seguir será apresentado o programa de necessidades (Tabela 4) do projeto, partindo das informações apresentadas sobre os usuários anteriormente. Posteriormente é mostrado o zoneamento (Figura 138) indicando a setorização por cores dos ambientes do programa de necessidades, agrupando os espaços que sejam coerentes entre si, facilitando o fluxo e a funcionalidade da residência.

Tabela 4 - Programa de Necessidades

SOCIAL	SERVIÇO	ÍNTIMO
TERRAÇO		
SALA DE ESTAR		
SALA DE JANTAR		
LAVABO		
COZINHA		
GARAGEM		
DESPENSA		
ÁREA DE SERVIÇO		
BWC SERVIÇO		
ESCRITÓRIO/ATELIÊ		
SUÍTE PRINCIPAL		
SUÍTE HÓSPEDES		
SALA ÍNTIMA		

Fonte: Autora (2020)

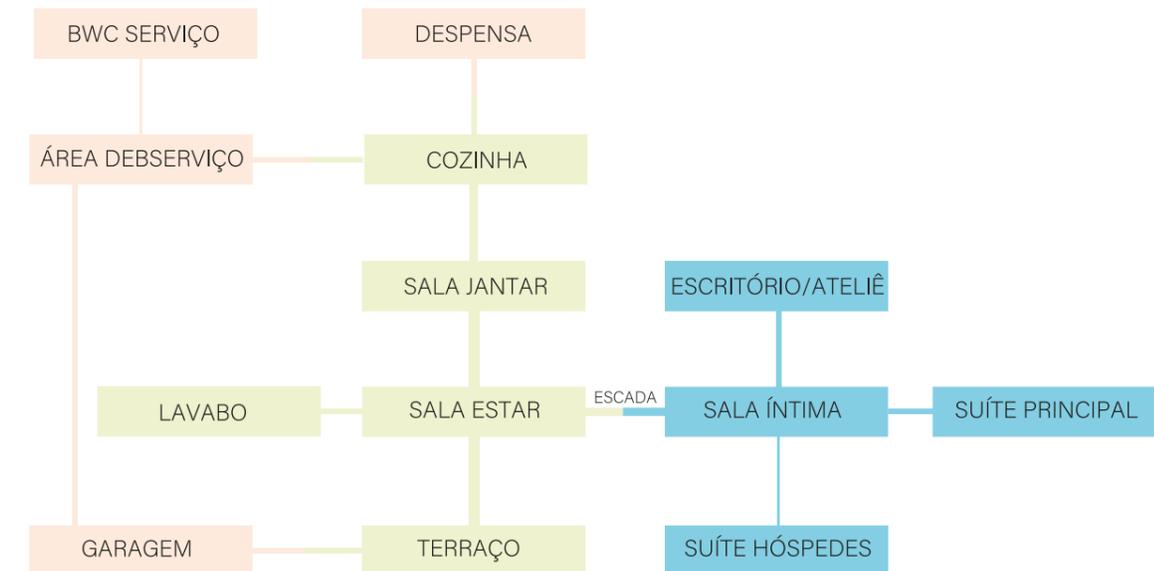
Figura 138 - Zoneamento do projeto



Fonte: Autora (2020)

Após a definição do programa e seu zoneamento foi elaborado o organograma e fluxograma (Figura 139), onde as linhas agrupadas aos retângulos indicam a ligação entre os ambientes, e suas espessuras apontam o fluxo baixo, médio e alto entre os espaços.

Figura 139 - Organograma e fluxograma



Fonte: Autora (2020)

Após esses estudos se dá o início do anteprojeto de arquitetura que será apresentado como resultado dessa pesquisa. Seu partido nasce da necessidade de uma arquitetura mais voltada as necessidades do homem e do meio ambiente, desenvolvendo um projeto onde a tecnologia e as estratégias atreladas as condicionantes climáticas tragam a rotina do usuários mais funcionalidade, economia, segurança e conforto, minimizando ocada vez mais o gasto energético e o desperdício de resíduos.

O anteprojeto pode ser visualizado no apêndice I.



7.5. Memorial Descritivo

O projeto da Casa do Futuro, tange uma arquitetura mais propícia para o projetar e o construir dos próximos anos. Ela é pensada para uma maior autossuficiência tanto do usuário que nela reside, quanto para o meio ambiente onde ela é inserida. Foi projetada através de **estratégias passivas** de resfriamento para o clima do nordeste, tornando-a eficiente energeticamente e ambientalmente confortável; **estratégias ativas** para reutilização e total aproveitamento dos recursos disponíveis, assim, evitando também o seu desperdício; e a **automação residencial**, que torna a vida dos usuários cada vez mais simples, eficientes e funcionais, trazendo mais conforto e economia para o dia a dia.

A casa possui 388m², edificada em pavimento semienterrado, térreo e pavimento superior. No semienterrado encontra-se a garagem para dois carros, jardim interno em área preparada no solo natural e volume da escada. O pavimento térreo foi projetado sobre o aclave existente no terreno e adaptado ao projeto no encontro do semienterrado, estando a 1,20m do nível da rua, possui uma varanda em L coberta com o balanço do pavimento superior, extensas salas de estar e jantar, cozinha, lavabo, despensa e área de serviço. Na área externa, saindo do serviço encontra-se uma horta e árvores frutíferas para abastecimento de frutas e hortaliças da residência. O pavimento superior abrange uma sala íntima, uma suíte principal e uma para hóspedes com varanda compartilhada, um escritório/ateliê e um jardim no teto verde.

A cobertura é dividida em 3 níveis de teto verde. A primeira localiza-se sobre o pavimento térreo, que é dividida em três áreas: área caminhável, área com sistema de captação de água da chuva e outra reservada para disposição das placas fotovoltaicas. O outro nível fica sobre o volume da escada, onde

se localiza o coletor solar com boiler para aquecimento de água e último é a cobertura do primeiro andar. A edificação não possui reservatório superior, funcionando com um sistema de pressurização atrelado ao reservatório inferior que é abastecido com uma bomba através do poço semi-artesiano perfurado na parte posterior do terreno. Há um registro de precaução que abre a água do sistema público de abastecimento de água para o reservatório, mas em suma é utilizado a autonomia do poço.

Próximo ao reservatório inferior, encontra-se um cisterna equipada para água da chuva, Acqualimp, de 2.800L que capta a água do sistema instalado no teto verde. Na parede do serviço, ao lado dos brises foram instaladas 4 cisternas verticais para captação, armazenamento e reaproveitamento da água da máquina de lavar roupas.

Ao lado da horta foi implantado um biodigestor de 600 litros, uma mini estação de tratamento de esgoto residencial para geração de biofertilizantes e biogás para utilização na horta e abastecimento de gás da residência. No fundo do terreno à direita localiza-se uma composteira doméstica, espaço para depósito de lixo orgânico para transformação em adubo orgânico.

O layout apresentado nas plantas e perspectivas são meramente ilustrativos, visto que o foco deste trabalho é apresentar as soluções passivas, ativas e tecnológicas para a edificação, contudo, os espaços foram criados para permitir grande flexibilidade por parte dos usuários. Já com relação as estratégias passivas, ativas e a automação residencial no projeto, pode-se verificar a implantação de todas as diretrizes adequadas listadas no início do capítulo.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS



A Arquitetura do Futuro está começando a ser implantada aos poucos, com pequenas estratégias e alternativas que resultem numa boa eficiência energética e conforto ambiental para as edificações. O uso de tecnologias atreladas a Internet das Coisas e a sistemas de automação crescem no mercado e nas casas dos usuários, aumentando a busca por referências.

É importante a disseminação de informações sobre esse tipo de integração - eficiência energética, conforto, automação e autossuficiência - quando se apresenta os benefícios propostos por esses resultados, cresce à procura da sociedade por essas soluções.

Este trabalho apresentou de forma contextualizada, fundamentada e ilustrada as mudanças no estilo de vida e na arquitetura, as primeiras informações coerentes que foram encontradas na pesquisa sobre o termo "Arquitetura do Futuro", os Pilares e as mais atuais tecnologias utilizada na automação residencial no Brasil, Princípios e estratégias utilizadas no Design Passivo para resfriamento e aquecimento das edificações conforme o clima local e alternativas que oferecem maior eficiência energética e previne o desperdício de recursos. Foi mostrado também, dois estudos de caso para maior explanação sobre os temas abordados. Em seguida se iniciou as etapas para realização do anteprojeto da casa do futuro.

É importante ressaltar que toda a concepção foi baseada numa ideia racional e lógica do que pode ou não ser executado no País e a disposição dos sistemas de tecnologia oferecidos para a região de implantação. O projeto parte da premissa de que possui uma execução viável.

O produto foi desenvolvido através de toda a contextualização da pesquisa e de diretrizes propostas para implantação da edificação no clima do Nordeste. Foi escolhido um terreno em Nova Cruz, em Igarassu e feito todos os estudos climáticos necessários para a correta utilização das diretrizes. O anteprojeto foi desenvolvido seguindo todos os preceitos da pesquisa resultando em uma proposta de uma Casa do Futuro que repercute em benefícios para o usuário e o meio ambiente que traz com funcionalidade e eficiência, segurança, economia e conforto, tornando a edificação eficiente energeticamente, confortável e autossuficiente com utilização de estratégias passivas para o resfriamento, sistemas ativos para reutilização dos recursos e tecnologia na automação residencial. Sendo assim, a hipótese inicial do trabalho é confirmada.

REFERÊNCIAS

ARCHTRENDS PORTOBELLO. **Centro Georges Pompidou**. Disponível em: <https://archtrends.com/blog/um-classico-da-arquitetura-pos-modernista-de-paris-centre-georges-pompidou/>. Acesso em: 17 jun. 2020.

ARCHTRENDS PORTOBELLO. **Indústria 4.0 e arquitetura: veja as tecnologias que são comuns entre as duas**. São Paulo, jul. 2017. Disponível em: <https://archtrends.com/blog/industria-4-0/>. Acesso em: 21 maio 2020.

ARCHDAILY. **Residências inteligentes Zacatepetl**. São Paulo, 12 abr. 2020. Disponível em: https://www.archdaily.com.br/br/937407/residencias-inteligentes-zacatepetl-pabellon-de-arquitetura?ad_source=search&ad_medium=search_result_all. Acesso em: 17 out. 2020.

BAAN, Iwan. **Heydar Aliyev Center**. Disponível em: <https://www.zaha.com/hadid/architecture/heydar-aliyev-centre/>. Acesso em 17 jun. 2020.

BONAFÉ, Gabriel. **Muxarabi garante estética e conforto ambiental às edificações**. São Paulo, 2019. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/muxarabi-garante-estetica-e-conforto-ambiental-as-edificacoes/10075>. Acesso em: 29 set. 2020.

CARDOSO, Renan Coradine Moliga. **Caminhos da Manufatura: Uma Abordagem à Manufatura Digital**. São Paulo: Kindle, 2016.

CASTELNOU, Antonio. **Arquitetura Contemporânea**. Curitiba: UFPR, 2015.

ENGEL & VÖLKERS. **O Futuro da Arquitetura**. Hamburgo, ago. 2019. Disponível em: <https://www.engelvoelkers.com/en/blog/luxury-living/architecture/future-architecture/>. Acesso em: 22 maio 2020.

DEALER. **Entenda as vantagens da automação residencial para sua casa**. Disponível em: <https://www.dealer.com.br/blog/corporativo/entenda-as-vantagens-da-automacao-residencial-para-sua-casa-2/>. Acesso em: 12 set. 2020.

ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO. **Telhados Sustentáveis**. Disponível em: <https://www.engenhariaeconstrucao.com/2013/06/tehdados-sustentaveis.html>. Acesso em: 09 jul. 2020

FARRELLY, Lorraine. **Fundamentos de Arquitetura**. Tradução Alexandre Salvaterra. Porto Alegre: Bookman, 2014.

FEIST, W. Passive House is more... **Conference proceedings of the 18th**. International Passive House Conference; Passive House Institute, Darmstadt / Aachen 2014.

FIBARO. **Produtos**. Disponível em: <https://www.fibaro.com/pt/products/all-domotica-devices/>. Acesso em: 12 set. 2020.

FIERN. Sistema FIERN inaugura Primera "Casa Passiva Modelo" da América Latina. Rio Grande do Norte, 23 jul 2020. Disponível em: <https://www.fiern.org.br/senai-inaugurara-primeira-casa-passiva-modelo-certificada-da-america-latina/>. Acesso em: 08 out. 2020.

FREDERICKS, Murray. **One Central Park, Jean Nouvel**. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/758761/one-central-park-ateliers-jean-nouvel>. Acesso em: 17 jun. 2020.

G1 EM MOVIMENTO. **Saiba quais são os 9 critérios que definem uma cidade inteligente**. São Paulo, set. 2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/especial-publicitario/em-movimento/noticia/2018/09/10/saiba-quais-sao-os-9-criterios-que-definem-uma-cidade-inteligente.ghtml>. Acesso em: 17 ago. 2020.

GARRETT, Felipe. **Como funciona uma tomada inteligente?** São Paulo, ago. 2018. Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/noticias/2018/08/como-funciona-uma-tomada-inteligente-conheca-funcoes-do-aparelho-wi-fi.ghtml>. Acesso em: 24 ago. 2010.

GAUZIN-MÜLLER, Dominique. **Arquitetura Ecológica**. Tradução Celina Olga de Souza e Caroline Fretin de Freitas. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2011.

GEEKCHIC. **Sensor Smart ThinQ**. Disponível em: <https://geekchic.com.br/2015/09/sensor-smarthinq-e-plataforma-smart-home-alljoyn-lg.html>. Acesso em: 13 jul. 2020.

GOING GREEN. **Primeira casa passiva da américa latina é inaugurada em natal**. Brasil, 08 ago. 2018. Disponível em: <http://goinggreen.com.br/2018/08/08/primeira-casa-passiva-da-america-latina-e-inaugurada-em-natal/>. Acesso em: 18 out. 2020.

GREENVOLT. **A eficiência das células fotovoltaicas**. Minas Gerais, 19 nov. 2019. Disponível em: <https://greenvolt.com.br/a-eficiencia-das-celulas-fotovoltaicas/>. Acesso em: 01 out. 2020.

GURGEL, Miriam. **Design Passivo - Baixo Consumo Energético**: Guia para conhecer, entender e aplicar os princípios do Design Passivo em residências. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2012.

HOMEY. Guia Best Buy: **O melhor sensor de movimento**. Disponível em: <https://homey.app/en-ie/blog/niels-compares-motion-sensor/>. Acesso em: 09 jul. 2020.

HOPKINS, Owen. **Arquitetura: Guia visual de estilos arquitetônicos ocidentais do período clássico até o século XXI**. São Paulo: Publifolha, 2017.

IBGE. **Clima**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/climatologia/15817-clima.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 17 set. 2020.

INTELBRAS. **Roteador Wi-Fi 5 (dual band AC 1200)**. Disponível em: <https://www.intelbras.com/pt-br/roteador-wi-fi-5-dual-band-ac-1200-wi-force-w5-1200f>. Acesso em: 11 set. 2020.

INTELLIRESIDENCES. **Sete grandes tendências em automação residencial**. Disponível em: <https://www.intelliresidences.com.br/tendencias-em-automacao-residencial/>. Acesso em: 20 jul. 2020.

KANGRUA, Khon. **Eficiência Energética**. Disponível em: https://www.freepik.com/premium-vector/ecology-environmental-concept-earth-symbol-with-green-leaves-around-cities-help-world-with-eco-friendly-ideas_4626967.htm#page=1&position=6. Acesso em: 18 jun. 2020.

KING, Nicola. **SMART HOME - A definição**. Reino Unido, 2020. Disponível em: https://www.housinglin.org.uk/_assets/Resources/Housing/Housing_advice/Smart_Home_-_A_definition_September_2003.pdf. Acesso em: 01 abr. 2020.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando. **Eficiência Energética na Arquitetura**. São Paulo: Eletrobrás/PROCEL, 2014.

LINDING, Leif. **Catedral de Notre Dame**. Disponível em: <https://pixabay.com/pt/photos/catedral-a-catedral-de-notre-dame-3599931/>. Acesso em: 17 jun. 2020.

MABUCHI, Kenta. **Salão Internacional de Fukuoka, Emilio Ambasz**. Disponível em: <https://www.archdaily.com/641831/spotlight-emilio-ambasz>. Acesso em: 17 jun. 2020.

MEYER-KIRK, Harald. **Bauhaus Dessau**. Disponível em: <https://pixabay.com/pt/photos/dessau-sax%C3%B4nia-anhalt-bauhaus-4505621/>. Acesso em: 17 jun. 2020.

MID-CENTURY HOME. **Villa Savoye, Le Corbusier**. Disponível em: https://www.midcenturyhome.com/le-corbusiers-villa-savoye/le-corbusier-villa-savoye_7/. Acesso em: 17 jun. 2020.

MOREIRA, Fernando Diniz. **Armando de Holanda: A tradição do morar bem**. 18 mar. 2019. Disponível em: <https://www.vitruvius.com.br/revistas/read/resenhasonline/18.207/7294>. Acesso em: 15 out. 2020

MULLER, John Paul; MASSARON, Luca. **Inteligência Artificial para Leigos**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2019)

MUSSA, Adriano. **Inteligência Artificial: mitos e verdades**. São Paulo: Saint Paul Editora, 2020.

NETO, Vicente Soares. **Cidades Inteligentes: guia para construção de centros urbanos eficientes e saudáveis**. São Paulo: Érica, 2019.

O BRASILIANISTA. **Cidades Inteligentes Sustentáveis**. Disponível em: <https://obrasilianista.com.br/2019/07/26/mctic-vai-padronizar-cidades-inteligentes-sustentaveis/>. Acesso em: 09 jul. 2020.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Documentos Temáticos da Habitat III**. Cidades Inteligentes, 31 Maio, 2015. Disponível em: http://habitat3.org/wp-content/uploads/21-Cidades-Inteligentes_final.pdf. Acesso em: 09 jul. 2020

PASSIPEDIA. **A primeira casa passiva do mundo, Darmstadt-Kranichstein, Alemanha**. Alemanha, ago. 2020. Disponível em: https://passipedia.org/examples/residential_buildings/multi-family_buildings/central_europe/the_world_s_first_passive_house_darmstadt-kranichstein_germany. Acesso em: 14 set. 2020.

PASSIVE HOUSE INSTITUTE. **Sobre a casa passiva**. Alemanha, 2015. Disponível em: https://passivehouse.com/02_informations/01_what_is_a_passive_house/01_what_is_a_passive_house.htm. Acesso em: 14 set. 2020.

PERELMUTER, Guy. **Futuro Presente: O mundo movido à tecnologia**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2019.

PEREIRA, José Ramón Alonso. **Introdução à História da Arquitetura: das origens ao século XXI**. Tradução Alexandre Salvaterra. Porto Alegre: Bookman, 2010.

PERKOVIC, Sladjana. **Instalações Georges Pompidou**. Disponível em: <https://www.itinari.com/pt/museums-in-paris-georges-pompidou-centre-kwq2>. Acesso em: 17 jun. 2020.

PINHEIRO, Antonio Carlos da Fonseca Bragança; CRIVELARO, Marcos. **Edificações Inteligentes: Smart Buildings para Smart Cities**. São Paulo: Érica, 2020.

PIXININE, Juliana. **Como um Wi-Fi funciona? Entenda a tecnologia**. São Paulo, fev. 2015. Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2015/02/como-um-wi-fi-funciona-entenda-tecnologia.html>. Acesso em: 11 set. 2020.

PLATAFORMA CONECTAR. **Definindo o que é uma casa inteligente**. São Paulo, jul. 2016. Disponível em: <https://plataformaconectar.blogspot.com/2016/07/definindo-o-que-e-uma-casa-inteligente.html?m=1>. Acesso em: 30 mar. 2020.

QUERO AUTOMAÇÃO. **O que é automação residencial e como ela funciona?** São Paulo, nov. 2019. Disponível em: <https://www.queroautomacao.com.br/o-que-e-automacao-residencial/>. Acesso em: 19 ago. 2020.

ROAD AUTOMAÇÃO. **O que é controle de cena**. São Paulo, nov. 2019. Disponível em: <http://roadautomacao.com.br/blog/30/o-que-e-controle-de-cena>. Acesso em: 22 ago. 2020.

ROAF, Sue. **Ecohouse: a casa ambientalmente sustentável**. Tradução: Alexandre Salvaterra. 4ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2014.

ROSSI, Fabricio. **Tipos de Telhas e suas Características**. Minas Gerais, 2018. Disponível em: <https://pedreiro.com.br/tipos-de-telhas-e-suas-caracteristicas/>. Acesso em: 29 set. 2020.

O ECO. **A onda dos telhados verdes**. Disponível em: <https://www.oeco.org.br/reportagens/24075-a-onda-dos-telhados-ecologicos/>. Acesso em: 30 set. 2020.

SAUERBREI, Carsten. **25 Jahre Passivhaus**. Disponível em: <https://www.german-architects.com/de/architecture-news/meldungen/25-jahre-passivhaus>. Acesso em: 14 set. 2020.

SCHWAB, Klaus. **A Quarta Revolução Industrial**. Tradução Daniel Moreira Miranda. São Paulo: Edipro, 2019.

SCHWAB, Klaus. **Aplicando a Quarta Revolução Industrial**. Tradução Daniel Moreira Miranda. São Paulo: Edipro, 2019.

SINDICATO DA INDÚSTRIA. **PASSIVHAUS: O modelo do futuro**. Natal, 03 mar. 2019. Disponível em: <http://www.sindicatodaindustria.com.br/noticias/2019/03/72,133135/passivhaus-o-modelo-do-futuro.html>. Acesso em: 18 out. 2020.

SNAPE, Dianna. **Escritórios do Conselho de Melbourne 2**. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/01-132298/escritorios-do-conselho-de-melbourne-2-ch2-slash-designinc>. Acesso em: 17 jun. 2020.

SOUZA, Elson de. **4G: entenda quais são as bandas usadas no Brasil e as diferenças entre elas**. São Paulo, set. 2018. Disponível em: <https://olhardigital.com.br/noticia/4g-entenda-quais-sao-as-bandas-usadas-no-brasil-e-as-diferencas-entre-elas/78802>. Acesso em: 09 set. 2020.

SOUSA, Rafaela. **"Energia Solar"; Brasil Escola.** Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/energia-solar.htm>. Acesso em 09 de julho de 2020.

TECNNE. **ACROS Fukuoka.** Disponível em: <https://tecnne.com/arquitetura/ambasz-innovacion-agro-urbana/>. Acesso em: 17 jun. 2020.

TIETZ, Jürgem. **História da Arquitetura Contemporânea.** Tradução Virgínia Blanc de Sousa. Portugal: h.f.ullmann, 2008.

TRÍSCELE. **QR Code.** Disponível em: <https://www.triscele.com.br/triscele/interatividade/qr-code-em-exposicoes-museologicas>. Acesso em: 11 jul. 2020.

TUA Arquitetura. **Residência MHB. Brises.** Disponível em: https://www.galeriadaarquitetura.com.br/projeto/tua-arquitetura_/residencia-mhb/5177. Acesso em: 09 jul. 2020.

UGREEN. **Carta Solar.** 24 ago. 2020. Disponível em: <https://www.ugreen.com.br/carta-solar-o-que-e-e-como-utiliza-la-para-dimensionar-brises/>. Acesso em: 19 set. 2020.

VIVA DECORA. **Arquitetura High Tech:** da estética tecnológica à influência na sustentabilidade. Disponível em: <https://www.vivadecora.com.br/pro/arquitetura/arquitetura-high-tech/>. Acesso em: 17 jun. 2020.

WALLACE, Anthony. **HSBC Building, Hong Kong.** Disponível em: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2019-08-05/hsbc-s-search-for-a-new-ceo-yields-range-of-potential-candidates>. Acesso em: 17 jun. 2020.

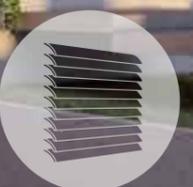
ZOGBI, Paula. **Google Nest Mini vs. Amazon Echo Dot: qual é melhor.** Disponível em: <https://www.infomoney.com.br/consumo/google-nest-mini-vs-amazon-echo-dot-qual-e-melhor/>. Acesso em: 17 jul. 2020.

APÊNDICES.



CASA DO FUTURO

anteprojeto



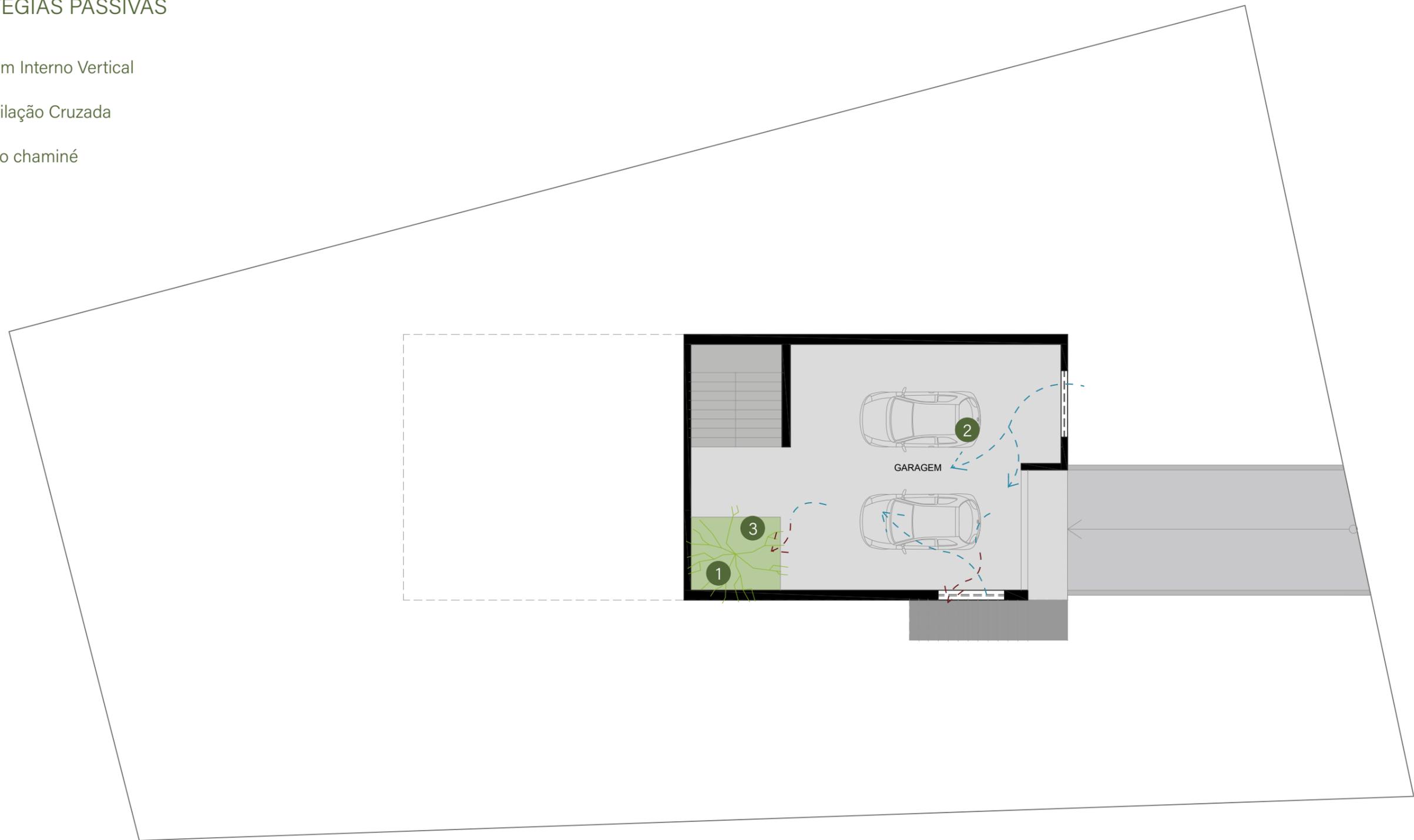
Plantas e Cortes Esquemáticos

Indicação de estratégias Passivas e Ativas



ESTRATÉGIAS PASSIVAS

- 1 Jardim Interno Vertical
- 2 Ventilação Cruzada
- 3 Efeito chaminé



PLANTA BAIXA - PAVIMENTO SEMIENTERRADO

ESTRATÉGIAS PASSIVAS

- 1 Jardim Interno Vertical
- 2 Ventilação Cruzada
- 3 Efeito chaminé
- 4 Brises horizontais na fachada Norte
- 5 Paredes internas vazadas
- 6 Esquadrias com vidro duplo
- 7 Parede "Leve e Refletora" - Blocos cerâmicos de 9cm
- 8 Vegetação que atua com sombreamento e com o direcionamento e resfriamento dos ventos

ESTRATÉGIAS ATIVAS

- A Biodigestor - para tratamento de esgoto para geração de biofertilizantes e biogás
- B Poço semi-artesiano - captação de água
- C Cisterna para captação de águas da chuva
- D Cisternas verticais para reaproveitamento de água da máquina
- E Horta e árvores frutíferas
- F Composteira Doméstica - transforma o lixo orgânico em adubo orgânico



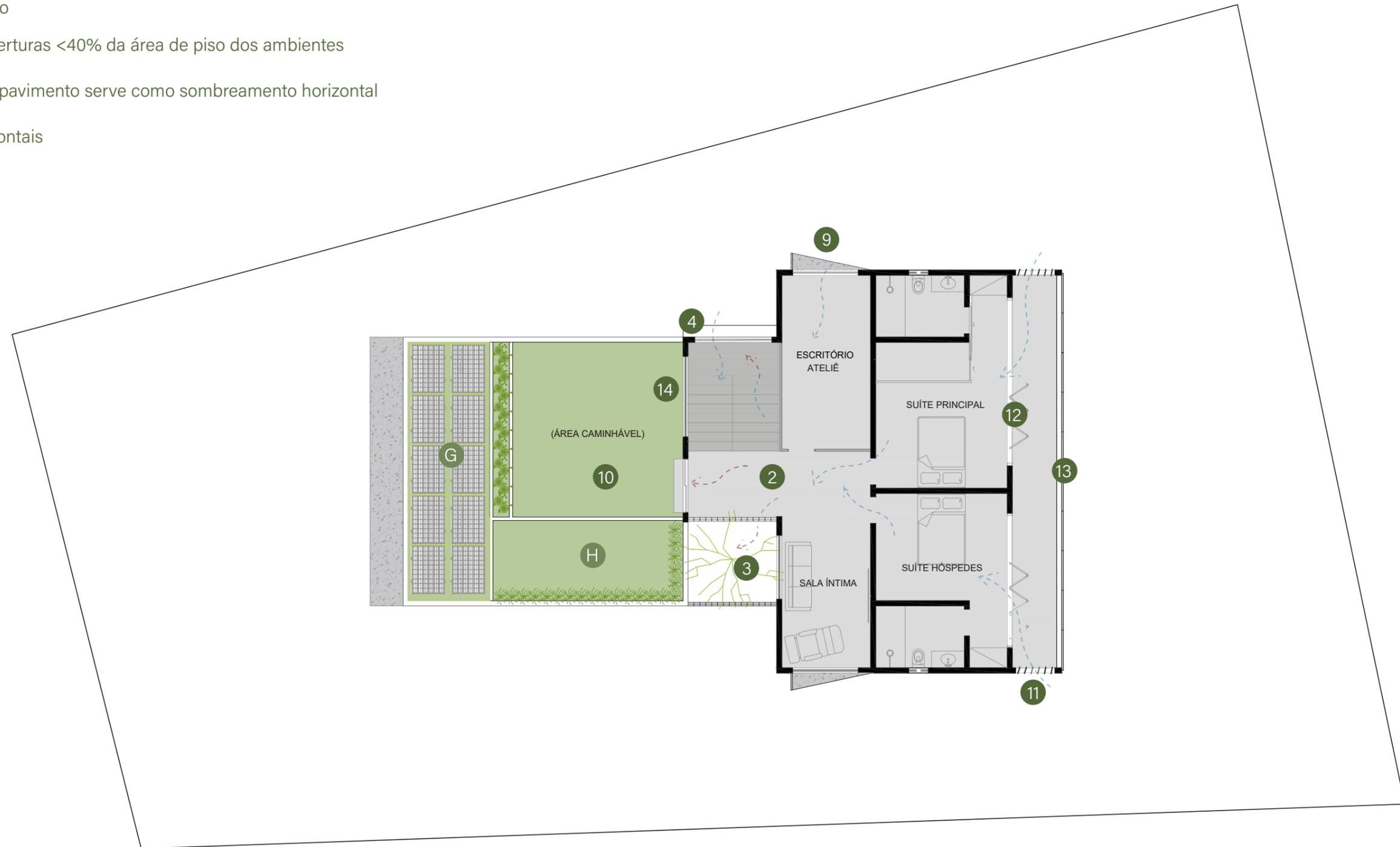
PLANTA BAIXA - PAVIMENTO TÉRREO

ESTRATÉGIAS PASSIVAS

- 9 Moldura de Concreto - proteção solar e direcionamento da ventilação
- 10 Teto verde- auxilia no resfriamento da edificação com alta eficiência de isolamento térmico
- 11 Brises verticais - proteção solar e direcionamento da ventilação
- 12 Grandes aberturas <40% da área de piso dos ambientes
- 13 Balanço do pavimento serve como sombreamento horizontal
- 14 Brises horizontais

ESTRATÉGIAS ATIVAS

- G Placas Fotovoltaicas - produção de energia renovável
- H Teto verde com sistema de captação de águas pluviais



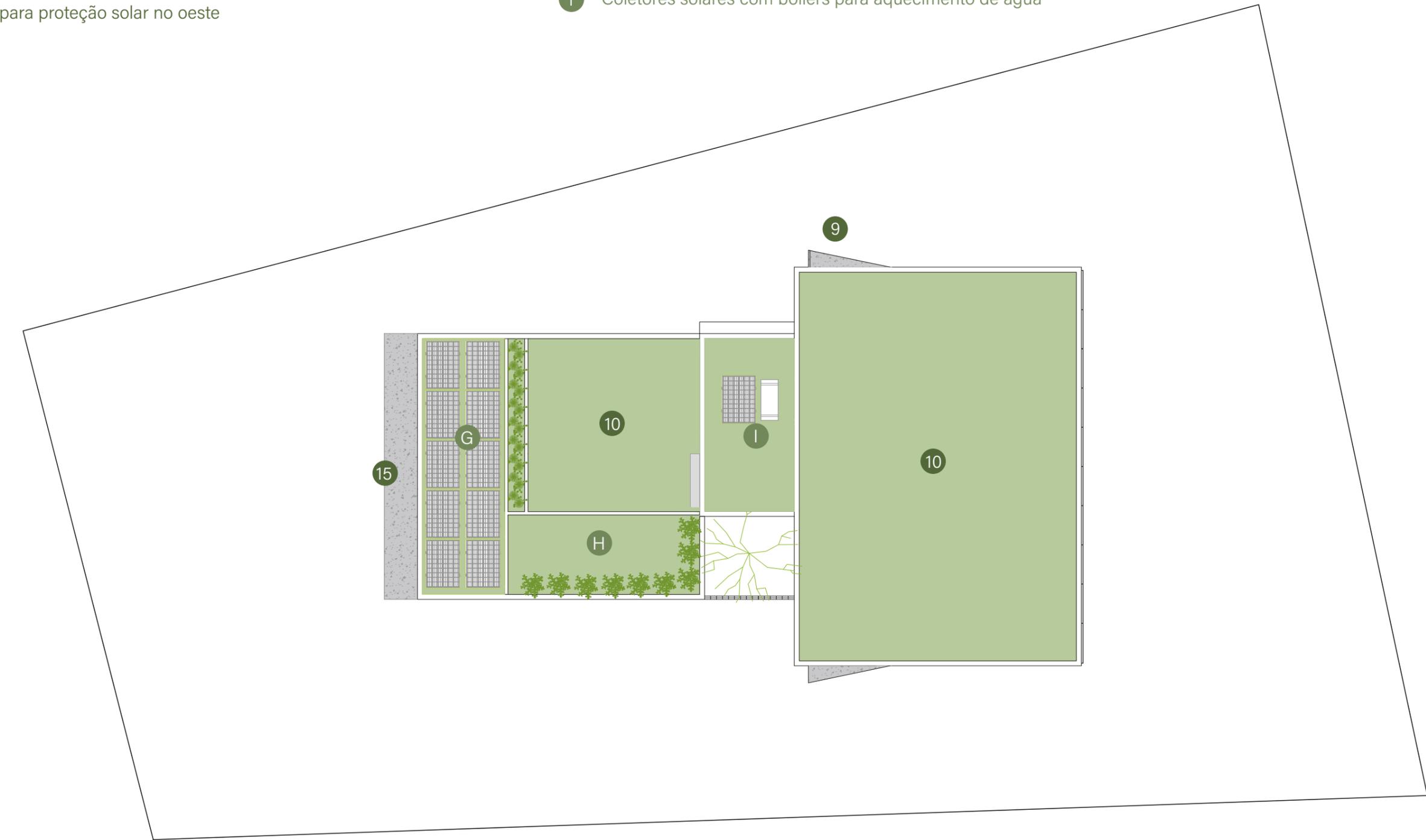
PLANTA BAIXA - PAVIMENTO SUPERIOR

ESTRATÉGIAS PASSIVAS

- 9 Moldura de Concreto - proteção solar e direcionamento da ventilação
- 10 Teto verde- auxilia no resfriamento da edificação com alta eficiência de isolamento térmico
- 15 Marquise para proteção solar no oeste

ESTRATÉGIAS ATIVAS

- G Placas Fotovoltaicas - produção de energia renovável
- H Teto verde com sistema de captação de águas pluviais
- I Coletores solares com boilers para aquecimento de água



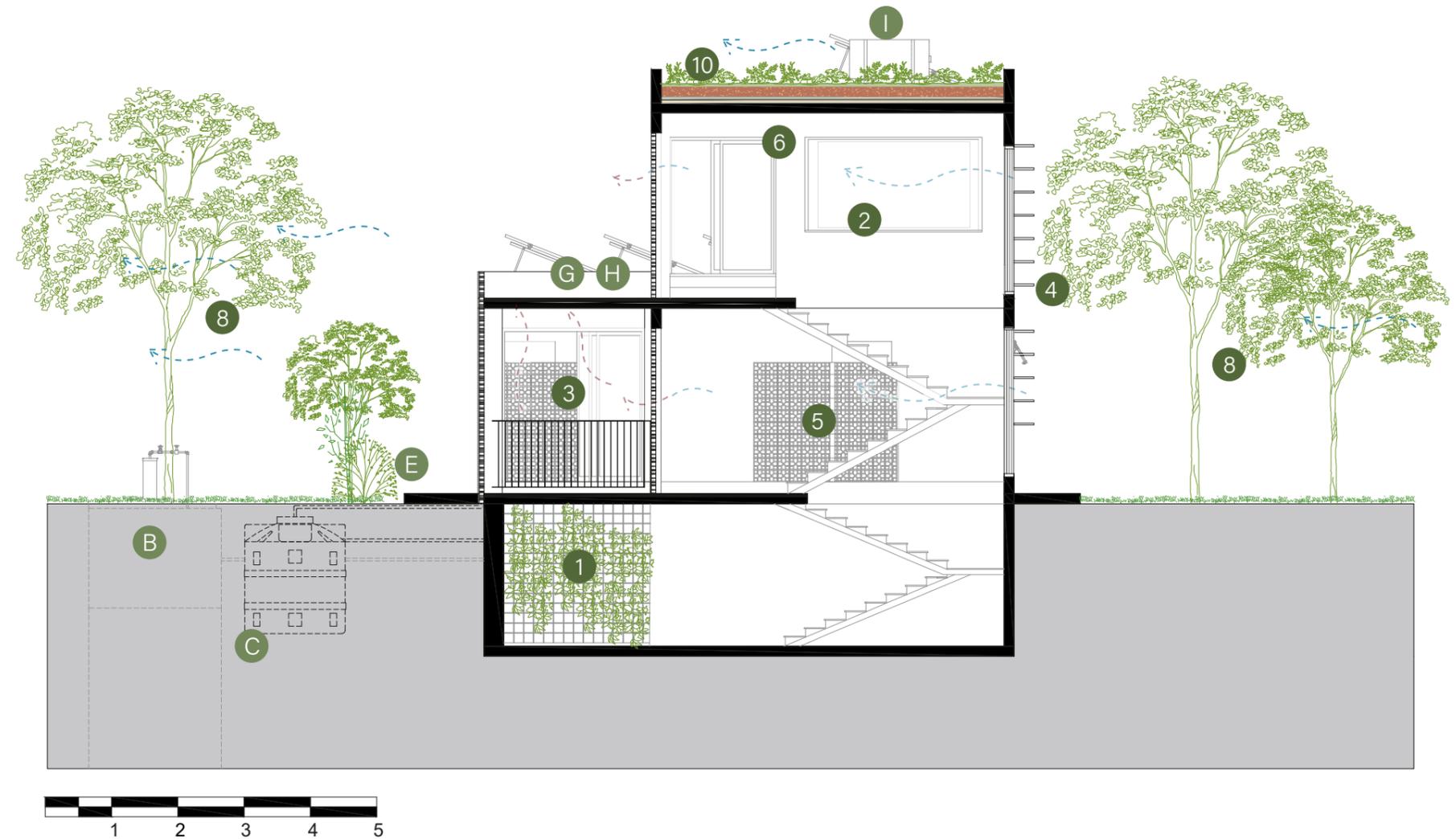
PLANTA DE COBERTA

ESTRATÉGIAS PASSIVAS

- 1 Jardim Interno Vertical
- 2 Ventilação Cruzada
- 3 Efeito chaminé
- 4 Brises horizontais na fachada Norte
- 5 Paredes internas vazadas
- 6 Esquadrias com vidro duplo
- 7 Parede "Leve e Refletora" - Blocos cerâmicos de 9cm
- 8 Vegetação que atua com sombreamento e com o direcionamento e resfriamento dos ventos
- 10 Teto verde- auxilia no resfriamento da edificação com alta eficiência de isolamento térmico

ESTRATÉGIAS ATIVAS

- B Poço semi-artesiano - captação de água
- C Cisterna para captação de águas da chuva
- D Cisternas verticais para reaproveitamento de água da máquina
- E Horta e árvores frutíferas
- G Placas Fotovoltaicas - produção de energia renovável
- H Teto verde com sistema de captação de águas pluviais
- I Coletores solares com boilers para aquecimento de água



CORTE ESQUEMÁTICO 1

ESTRATÉGIAS PASSIVAS

- 3 Efeito chaminé
- 5 Paredes internas vazadas
- 6 Esquadrias com vidro duplo
- 7 Parede "Leve e Refletora" - Blocos cerâmicos de 9cm
- 8 Vegetação que atua com sombreamento e com o direcionamento e resfriamento dos ventos
- 10 Teto verde- auxilia no resfriamento da edificação com alta eficiência de isolamento térmico
- 11 Brises verticais - proteção solar e direcionamento da ventilação
- 13 Balanço do pavimento serve como sombreamento horizontal
- 14 Brises horizontais

ESTRATÉGIAS ATIVAS

- A Biodigestor - para tratamento de esgoto para geração de biofertilizantes e biogás
- B Poço semi-artesiano - captação de água
- C Cisterna para captação de águas da chuva
- D Cisternas verticais para reaproveitamento de água da máquina
- E Horta e árvores frutíferas
- G Placas Fotovoltaicas - produção de energia renovável
- H Teto verde com sistema de captação de águas pluviais
- I Coletores solares com boilers para aquecimento de água



CORTE ESQUEMÁTICO 2



Perspectivas
Indicação da automação residencial



Controle de Iluminação
Configuração de Cenas



Câmeras de Segurança
Alarmes Integrados



GPS do carro notifica o
portão garagem para
abertura

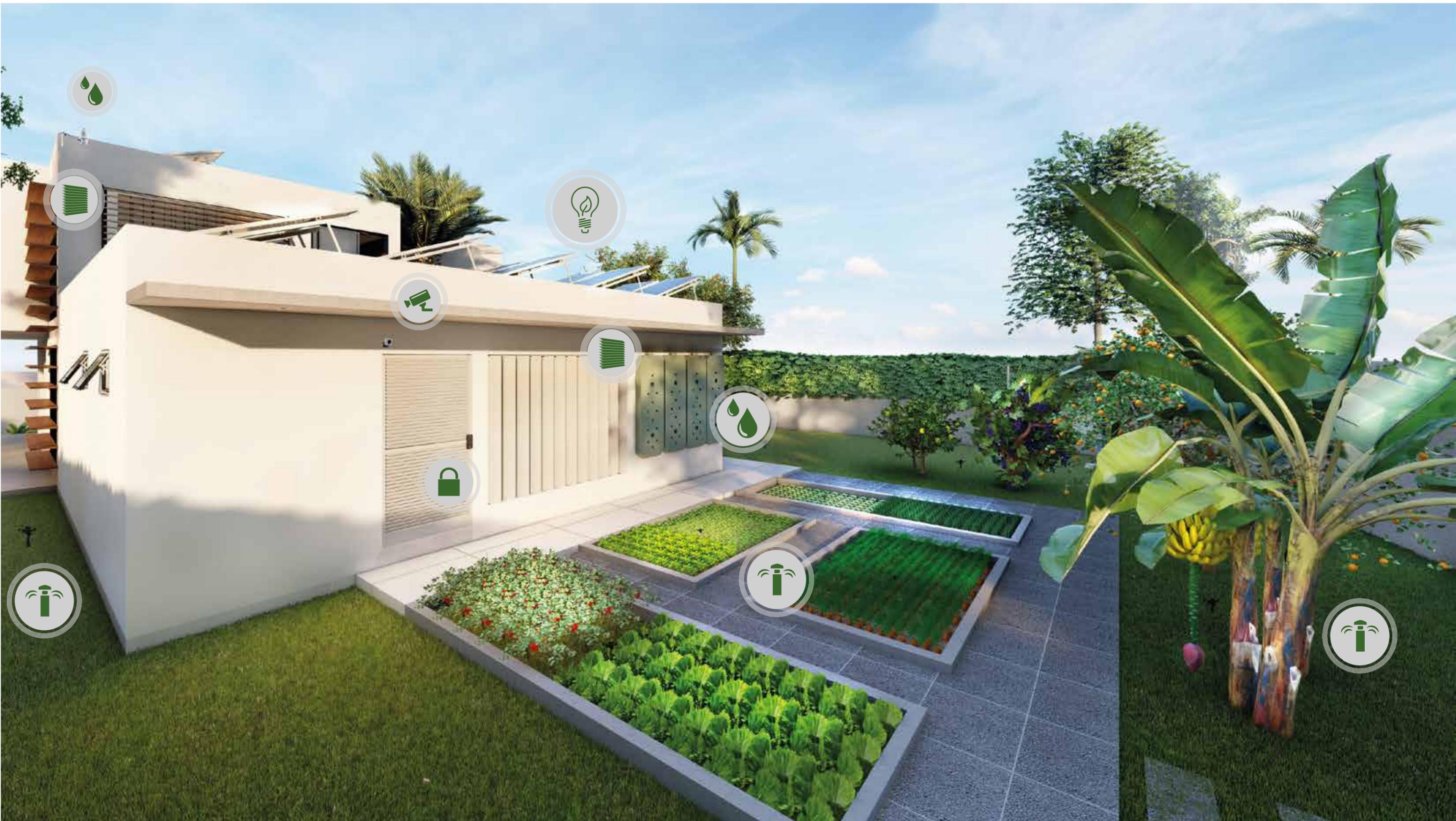


Sensor de umidade do
solo integrado aos
aspersores



Sensor de presença
notifica o sistema e
ativa as câmeras

FACHADA FRONTAL



Controle automatizado dos brises verticais e horizontais



Câmeras de Segurança Alarmes Integrados



Fechadura Digital



Sensor de umidade do solo integrado aos aspersores



Sensor de chuva integrado aos aspersores Cisternas Verticais Coleta água da máquina



Sistema Fotovoltaico para captação de energia solar

FACHADA POSTERIOR



Controle automatizado dos brises horizontais



Sensor de presença e Alarmes Integrados



Sensor de chuva integrado aos aspersores Teto verde com captação de águas pluviais



Sistema Fotovoltaico para captação de energia solar e boilers para aquecimento de água

FACHADA LATERAL ESQUERDA



Controle de Iluminação
Configuração de Cenas



Câmeras de Segurança
Alarmes Integrados



Controle automatizado
dos pivôs com o
sistema de brises



Sensor de porta e janela
notifica aberturas

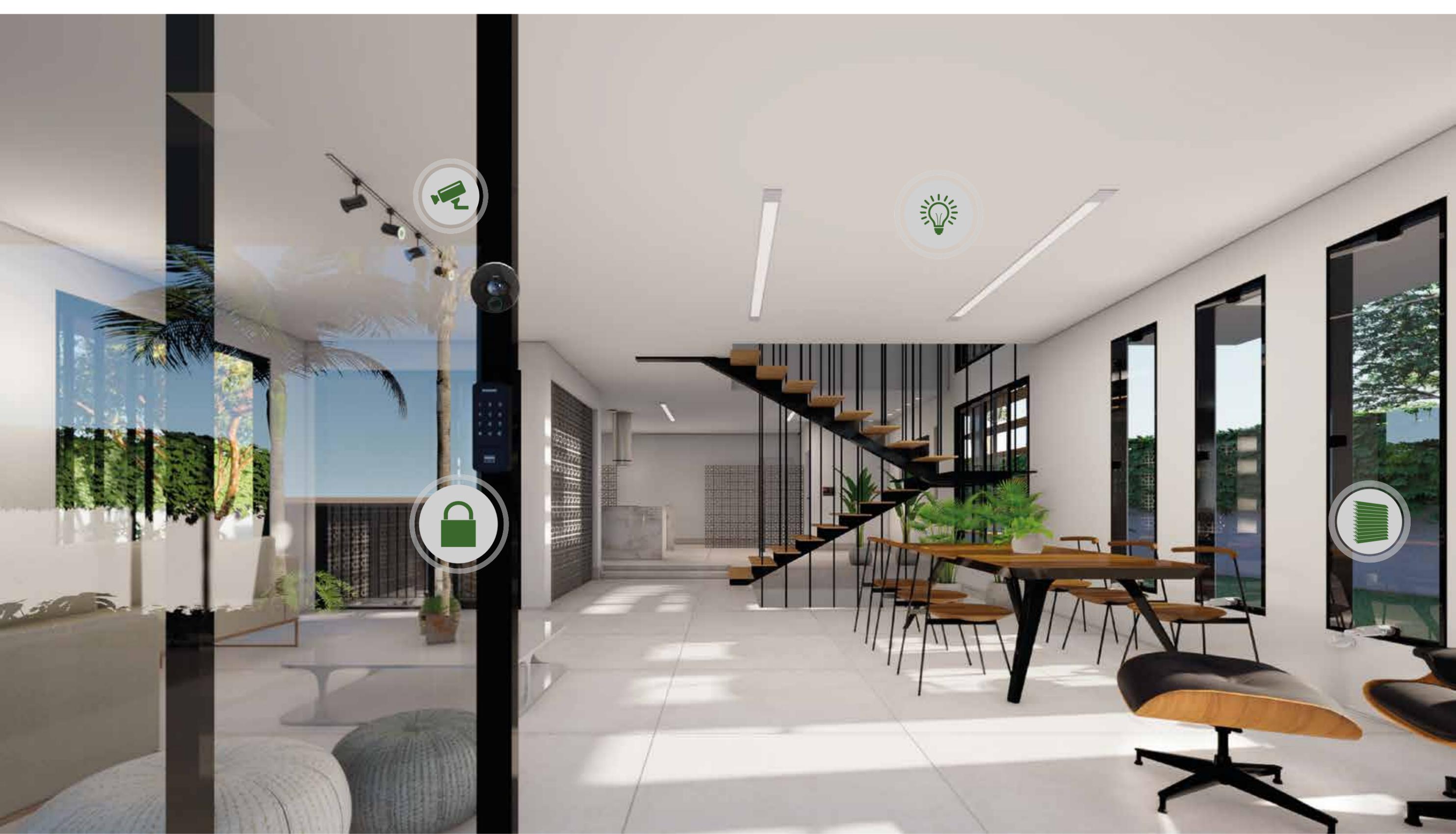


Botão
configurado para
desligamento geral
de tomadas, luzes e
equipamentos



Multi-room áudio,
sistema de som
sincronizado ou não, em
ambientes da casa.

SALAS



Controle de Iluminação
Configuração de Cenas



Intercomunicador
de vídeo inteligente

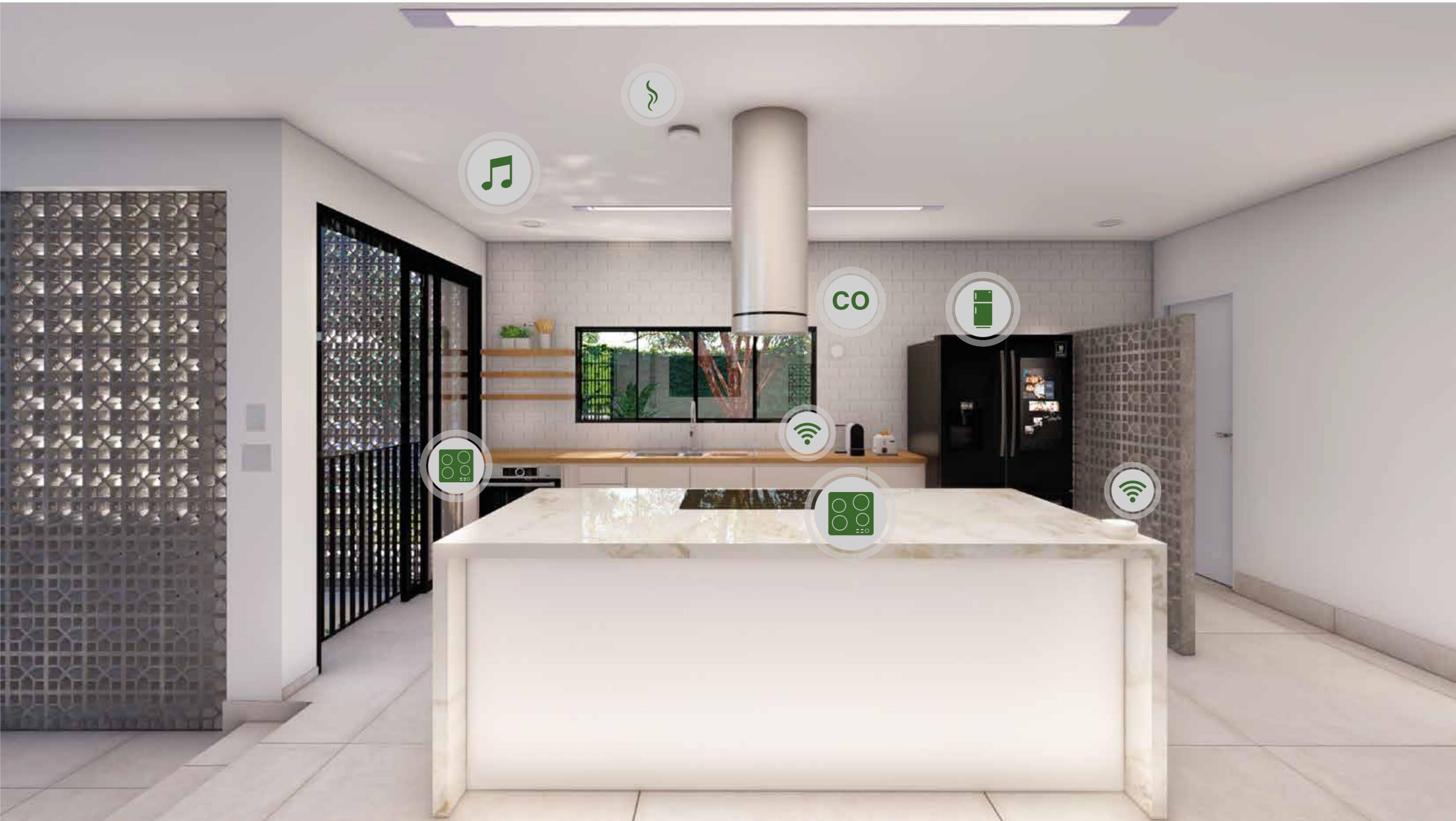


Controle automatizado
dos pivôs com o
sistema de brises



Fechadura
Digital

SALAS



Geladeira Inteligente
SmartThings - Samsung
Family Hub



Sensor de Fumaça e
Temperatura



Sensor de Gás e
Temperatura



Forno Bosch com funções
por aplicativo
Cooktop de indução
integrado a rede



Tomadas inteligentes
acionam cafeteira e
torradeira por comando de
voz ou cenas



Multi-room áudio,
sistema de som
sincronizado ou não, em
ambientes da casa.

COZINHA



Controle e criação de
cenas na Smart TV



Sensor de Fumaça e
Temperatura



Sensor de presença e
Temperatura



Cooktop de indução
integrado a rede

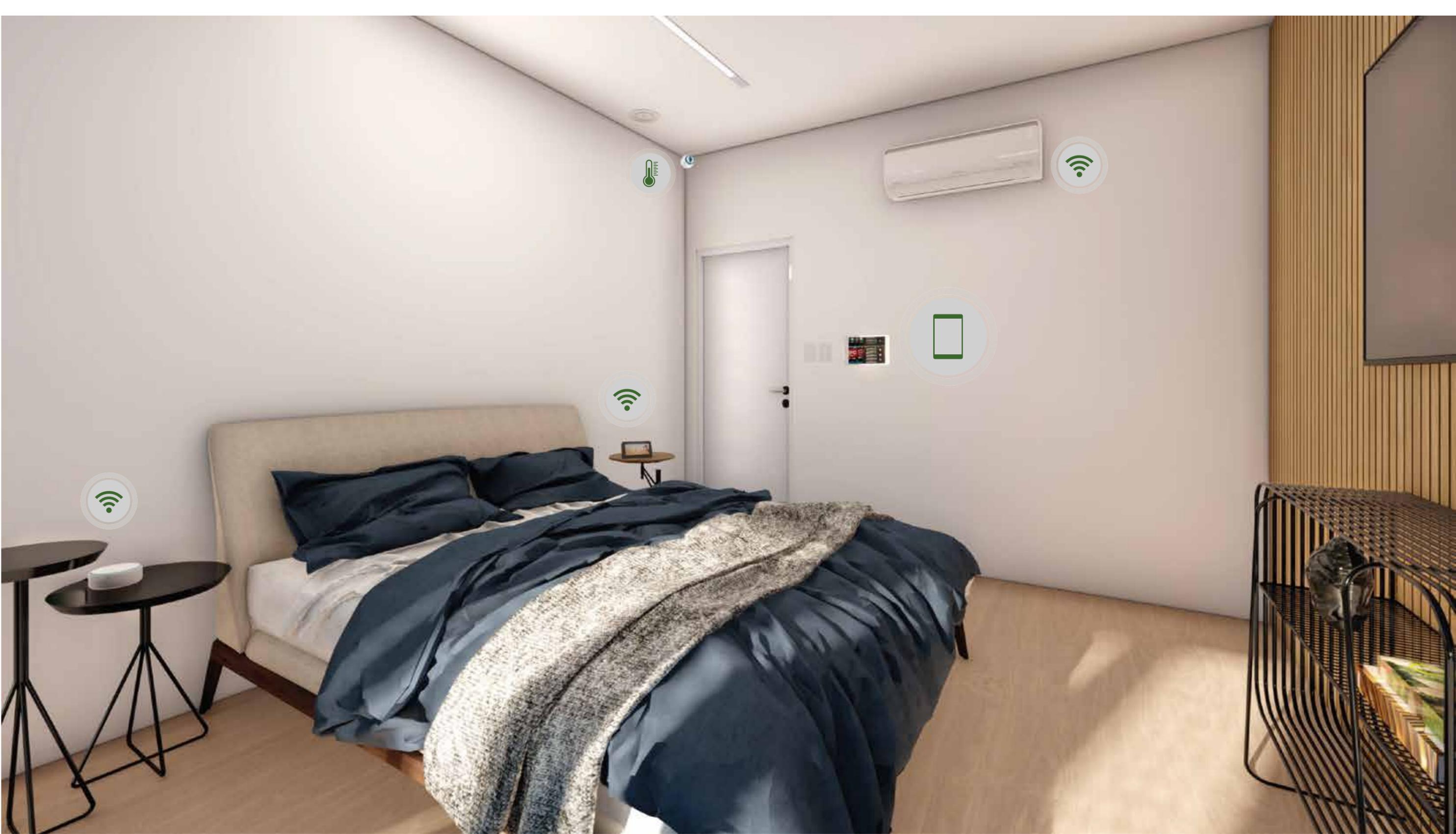


Echo Dot Alexa
Assistente de voz
controla ações



Tablet controla
o sistema de automação
da residência

COZINHA



Controle e criação de
cenas na Smart TV



Tablet controla
o sistema de automação
da residência



Sensor de presença e
Temperatura



Controle de Iluminação
Configuração de Cenas



Echo Dot e Echo Show
Alexa
Assistente de voz
controla ações

SUÍTE

