

ANEXO 6

MEMORIAL DESCRITIVO DO PROJETO DE ARQUITETURA

1. Projeto Zoneamento Bioclimático 1 – Cidade de Curitiba/PR:

1.1. Descritivo do Projeto de Arquitetura:

1.1.1 Objetivo:

Memorial descritivo para construção de residência em terreno sito a latitude 25.457980 sul e longitude 49.310618° oeste, na cidade de Curitiba (PR – Brasil). Respeitando as normas brasileiras e a legislação da cidade, o objetivo é garantir que a edificação obtenha eficiência energética a partir das qualidades climáticas e estratégias aplicadas ao terreno, observadas, principalmente na plataforma Projeteee.

1.1.2 Premissas de projeto:

O projeto visa garantir eficiência energética a edificação através de sua implantação ao terreno e de seu desenho, orientado conforme as condições climáticas e o entorno à construção, de modo a avaliar condições de sombreamento, ventilação, iluminação natural e aproveitamento da irradiação solar.

Através das estratégias avaliadas na plataforma Projeteee, procurou-se traduzir no desenho compacto da edificação e no programa arquitetônico, o beneficiamento quanto ao ganho de calor e iluminação natural, bem como a ventilação cruzada, quando desejada, uma vez que, segundo a plataforma 77 % do ano os usuários sofrem com desconforto pelo frio e apenas 8 % por calor.

A partir dos dados climáticos avaliados na plataforma Projeteee e das estratégias sugeridas, é premissa do projeto garantir a eficiência energética da construção a partir do emprego de novas tecnologias construtivas e do desenho da forma, bem como garantir longevidade e possibilidade de ampliação da construção, além de garantir conforto aos usuários.

1.1.3 Tipologia construtiva:

A edificação compacta foi definida devido ao percentual de desconforto por frio dos usuários e as baixas temperaturas, segundo dados da plataforma Projeteee.

Menor área de fachadas externas implica na diminuição da superfície de contato para ganho e perda de calor. A planta desenvolveu-se ao redor de um volume central que se sobressai ao telhado, uma claraboia com funções de ganho de calor e iluminação natural para edificação.

Tomando como referência as informações climáticas dispostas na plataforma Projeteee, como as médias de temperaturas de Curitiba, condições de umidade e os percentuais de conforto e desconforto dos usuários, optou-se por buscar armazenar o calor solar admitido pela claraboia nas paredes internas com características inerciais e mantê-lo no interior através de isolamento térmico nas paredes externas, evitando assim a perda de calor para o exterior.

1.1.4 Programa básico das unidades habitacionais:

O programa básico da residência unifamiliar, compreende áreas de uso comum: uma cozinha, uma sala, um banheiro e uma área de serviço; e áreas privativas: dois quartos. A idealização do programa levou em consideração as exigências do edital do concurso proposto pelo Projeteee, bem como os projetos padrão caixa do programa Minha Casa Minha Vida. Além disso, o programa básico prevê uma área de ampliação para edificação, que flexibiliza seu uso, com desenho previamente estudado e local previamente sugerido, de modo que não altere o caráter da fachada proposta.

A área de serviço, diferente do padrão de construção Minha Casa Minha Vida, foi colocada no interior da edificação para conforto dos moradores, uma vez que Curitiba é uma cidade predominantemente fria. Para economizar encanamento, as áreas molhadas (cozinha, área de serviço e banheiro) foram aproximadas. Cozinha, sala de jantar e sala de estar foram integradas, economizando divisórias intermediárias.

1.1.5 Área dos cômodos.

Cômodos	Área (m ²)
Quarto 1	10,30
Quarto 2	9,30
Sala de Estar	9,50
Cozinha/ Jantar	10,85
Área de Serviço	2,30
Banheiro	3,30
Garagem	17,50

Ampliação	10,30
Total	73,35

1.2. Descritivo:

1.2.1. Diretrizes construtivas e Descrição das estratégias de projeto adotadas para a cidade:

- Otimizar o ganho e armazenamento de calor para o inverno – através de uma claraboia voltada para Norte, melhor orientação para insolação no Hemisfério Sul.
- Evitar o frio e o calor de verão reduzindo trocas de calor por condução – as paredes externas serão pré-moldadas em material isolante, EPS, cuja transmitância térmica é de 0,5 W/m²K. Também, o desenho da casa, compacta e com poucas fachadas, diminui a superfície de contato externa, portanto, conseqüentemente, diminui as trocas de calor entre ambiente externo e interno.
- Manutenção da ventilação cruzada – através de aberturas, cuja localização visam os ventos predominantes, e através do efeito chaminé com o sistema *spiro*, no topo da claraboia.
- Otimização da iluminação natural – iluminação, principalmente, de áreas comuns, mais utilizadas durante o dia. Neste caso, aplica-se a estratégia da claraboia também, em conjunto com as aberturas.
- Aquecimento solar da água – a locação dos coletores solares é fundamental para que este sistema tenha sucesso, portanto, foram posicionados à Norte, cuja fachada é a que mais recebe sol e tem menos interferência de sombreamento por edificações do entorno, sua inclinação segue a do telhado de 27°.
- Captação da água da chuva – através de um sistema de calhas, que circundam o telhado a meia altura, ou seja, não se localizam no beiral. Isto porque, as caixas d'águas pluviais com respectivo sistema de filtragem, por decantação, alocam-se na altura do pé direito, de modo que dispensa uma moto-bomba para ascensão da água. Esta água será utilizada para reuso, como em torneiras jardins.
- Flexibilidade de ampliação – é possível a ampliação da casa segundo desenho pré-definido. No caso de a família aumentar, a área equivalente de ampliação

equivale a um quarto de 10m² que já conta com telhado e uma das paredes. A parede que receberá a futura porta para o quarto, é apenas de fechamento e não estrutural como as demais da casa.

1.2.2. Carta solar, orientação solar e soluções de sombreamento e aproveitamento de iluminação natural:

Observando-se a máscara de sombreamento criada pelas edificações do entorno, de acordo com a carta solar de Curitiba disponível na plataforma Projeteer, implantou-se a edificação e alocaram-se suas aberturas de modo que aproveitasse o período de insolação disponível, cujo ganho de calor solar é armazenado pelas paredes internas com características inerciais. Para ampliar a eficiência da proposta optou-se por uma claraboia que amplia a entrada da iluminação natural e do calor, que através da cobertura possui duas faces envidraçadas voltadas ao Norte, melhor orientação para insolação no Hemisfério Sul. No período noturno a claraboia é fechada internamente por um alçapão com isolamento térmico para evitar perda de calor pelo envidraçado.

Para o verão com o sol intenso no período diurno, a claraboia também poderá ser sombreada pelo mesmo alçapão, enquanto as janelas serão sombreadas.

1.2.3. Estudo do local de implantação com informações sobre direção dos ventos, índice pluviométrico e outras características próprias do local:

Conforme o Mapa Bioclimático da plataforma Projeteer, Curitiba localiza-se na Zona Bioclimática 1. Esta zona, segundo dados coletados no *Gráfico das Temperaturas* do Projeteer e no *Gráfico de Temperaturas da Zona da Conforto*, caracteriza-se por estações bem definidas, com frio intenso entre os meses de abril a agosto (com média de temperaturas abaixo de 16°), sendo o restante do ano marcado por médias de temperaturas amenas que giram em torno de 16° a 20°. Logo, os curitibanos sentem-se confortáveis entre janeiro a março e, no decorrer do ano sentem-se desconfortáveis devido ao frio.

De acordo com Gráfico de Chuva de Curitiba, da plataforma Projeteer, a cidade apresenta um regime pluvial bem distribuído, sendo os meses de Julho e Agosto os mais secos, ou seja, em que a precipitação de chuva mensal é menor do que 50mm. Em Outubro a precipitação é de 266mm, o mês com maior índice pluviométrico no ano. Portanto, a umidade relativa do ar para a cidade é satisfatória, ou seja, em nenhum mês

do ano, segundo o Gráfico de Umidade Relativa presente na plataforma já citada, é menor do que 50%. A umidade relativa média da capital paranaense é de 80%. Tal informação permite-nos afirmar que não há grande amplitude térmica para o local, ou seja, as temperaturas tendem a uma linearidade sem muita variação diária.

Outro dado que impacta nas decisões tomadas pelo grupo são os ventos predominantes, que, segundo os Gráficos Rosa dos Ventos do Projeteer, são o Norte e Leste, de modo que este é o mais intenso. Por conseguinte, aberturas posicionadas nessas fachadas são fundamentais para que a edificação sempre esteja ventilada.

Além disso, estudar a insolação é fundamental para Curitiba, visto que o desconforto gerado, em sua maioria, é pelo frio. Neste caso, o sol é uma fonte de calor necessária ao aquecimento da edificação. A cidade tem um período de insolação predominante das 8h às 16h, e mais intenso entre as 10h às 13h. Porém, para o terreno, o tempo é reduzido já que as edificações do entorno são altas e fazem sombra. A melhor captação dessa insolação, portanto, é pela centralidade do telhado, que com a inclinação e posicionamento ideal é possível captar a insolação para aquecimento da água, também.

1.24. Avaliação das condições de ventilação natural do local e impacto de outras condições microclimáticas existentes:

O terreno de Curitiba está inserido em uma zona predominantemente residencial. O entorno imediato é composto por duas residências que ocupam grande parte da área do terreno, havendo pouca ou nenhuma permeabilidade no solo e, seu gabarito é próximo de 6m, as quais sombreiam grande parte do local de implantação. Aos fundos, há uma casa térrea e um prédio de oito andares, cujo qual sombreia os fundos do terreno a ser ocupado. Não há grandes áreas arborizadas e todas as ruas são pavimentadas com asfalto.

Tomado como base os dados oferecidos pelo Projeteer, sabe-se que os ventos predominantes são Norte e Leste, portanto, estas fachadas seriam barlavento e as demais sota-vento. Entretanto, para otimizar a área da habitação de modo que se obtivesse maior área de fachada voltada para Norte nos quartos, foi decisão de projeto colar a casa ao muro à Sudoeste, e por isso fez-se necessária a utilização de ventilação chaminé através do sistema *spiro*, no topo da claraboia. Ademais, esta solução também é beneficiada tendo em vista as edificações do entorno que podem barrar a ventilação pelas aberturas da casa. Assim, no alto, o vento pode sair pela chaminé conformando

em conjunto com as aberturas a ventilação cruzada. Portanto, no curto período de desconforto por calor (7% do ano), esta sensação seria amenizada aos usuários com a ventilação cruzada proporcionada, que retira o calor da edificação.

Do ponto de vista da iluminação natural, estudando-se as máscaras de sombreamento causadas pelas edificações de entorno imediato através da carta solar da plataforma Projeteee, a conclusão foi que a melhor maneira de captar insolação e iluminação natural é pelo telhado, culminando com uma claraboia envidraçada de Nordeste a Noroeste e com a colocação das paredes de solo-cimento no interior da casa para armazenar o calor para a noite fria. Essa observação foi importante também para o posicionamento dos coletores solares, a fim de manter sua máxima eficiência.

1.2.5. Soluções adotadas para a saúde dos usuários:

É consenso da OMS (Organização Mundial da Saúde) que a saúde humana depende da qualidade do ar que se respira, do tempo de exposição ao sol, da qualidade de alimentação, e, inclusiva da relação com a natureza e o ambiente externo, dentre outras infinitudes de recomendações. Desta forma, pensando na saúde do usuário e em sua qualidade de vida, algumas estratégias foram adotadas:

- Renovação do ar interno – através da ventilação cruzada constante proporcionada pelas aberturas em conjunto com o *spiro*.
- Captação da irradiação solar – através da claraboia, que além de captar calor para armazenamento interno, garante entrada de iluminação natural e irradiação que melhoram a absorção de vitamina D, a qual, segundo a endocrinologista Cláudia Cozer, de São Paulo, diretora da Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e da Síndrome Metabólica, auxilia no aumento de linfócitos e, conseqüentemente melhora o sistema imunológico, dentre outros benefícios.
- Alimentação saudável – o tratamento paisagístico da habitação recebeu uma horta para cultivo de espécies locais, como hortaliças, raízes, chás e até mesmo árvores frutíferas isoladas, tendo em vista a dimensão do terreno. O cultivo de alimentos na horta de casa, estimula uma alimentação saudável e evita o gasto monetário para compra.
- Eficiência energética – a Organização Mundial da Saúde (OMS) advertiu já em 2014, que a mudança climática é uma ameaça para a saúde, já que propicia certas doenças, e pediu aos governos que cheguem a um acordo para reduzir

a emissão de gases de efeito estufa. Uma edificação eficiente que otimize a iluminação natural, aproveite fontes naturais para aquecimento da água, alimentação, ou utilize água da chuva, minimiza os impactos à natureza e emite menos CO₂ para atmosfera. Consequentemente, não apenas os usuários da edificação são beneficiados, bem como a população mundial, quando replicadas as boas ideias. Menos florestas serão derrubadas ou queimadas para para geração de energia, menos água será desperdiçada, etc., ou seja, menos recursos naturais seriam desperdiçados ou degradados e a vida humana menos comprometida.

1.2.6 Viabilidade financeira:

A construção em EPS é inovadora, além de ser um material reciclável, absorve pouca umidade e não apodrece, proporcionando longa vida útil. Seu custo, cerca de R\$ 90,00 m³, é inclusive mais barato em relação ao sistema tradicional com tijolo (R\$ 180,00). Este sistema, tem na leveza seu principal benefício e, por isso, consegue diminuir pela metade o uso de ferragem. Em termos de eficiência, o isopor é um excelente isolante térmico e, no que diz respeito a construção são fáceis de instalar, transportar, cortar e manusear, o que diminui o prazo para conclusão da obra e a sujeira. Ainda, permite a construção de paredes autoportantes ou estruturais, evitando o uso de madeiramento, fundação, ferro e cimento, que por consequência, é refletido no barateamento da construção.

Por outro lado, os tijolos de solo-cimento, utilizados na parte interna da edificação, também são mais baratos em relação ao sistema tradicional, tem maior inércia térmica do que os blocos de concreto e, eventualmente, pode-se utilizar a terra do próprio terreno para fabricação. Além disso, seu processo de fabricação emite menos poluentes na atmosfera em relação ao tijolo cerâmico ou de concreto.

Alguns dos padrões de acabamentos foram baseados no programa Minha Casa Minha Vida, como os pisos internos, para economia e viabilidade financeira. Fundos monetários foram redirecionados para estratégias de eficiência como a claraboia, o sistema de captação de água da chuva e coletores solares e, lâmpadas de LED que tem longa duração e emitem níveis baixíssimos de radiação, portanto, aumentam a eficiência do sistema.

1.3. Especificação dos Materiais Utilizados:

a) *Alvenaria (tipo de material, composição das camadas):*

Nas paredes externas: alvenaria estrutural em EPS com painéis pré-moldados da marca Macroterm tipo T1 de 90mm, sobrepostos por armadura em tela de aço CA-60 com 4,2mm de espessura (2,45x0,60m) da Gerdau. Segundo dados fornecidos pelo fabricante, a condutividade térmica do EPS T1 é de 0,045; portanto, a transmitância térmica das paredes externas, considerando as camadas de reboco é de 0,45 W/m²K.

<p>EPS: $\lambda = 0,045 \text{ W}/(\text{K}\cdot\text{m})$ e = 0,09 m</p> $R = e / \lambda$ $R = 0,09/0,045 = 2 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ <p>Reboco: $\lambda = 1,15 \text{ W}/(\text{K}\cdot\text{m})$ e = 0,02 m</p> $R = 0,02/1,15 = 0,017$ $R_i = 0,04 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ $R_e = 0,14 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ $RT = \sum R_n$ $0,14 + 0,017 + 2 + 0,017 + 0,04 = 2,20 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ $UT = 1 / RT$ $UT = 1/2,2 = 0,45 \text{ W}/\text{m}^2 \text{ K}$	<p>λ: Condutividade térmica.</p> <p>e: espessura da camada.</p> <p>R: Resistência térmica.</p> <p>R_i: Resistência térmica do ambiente interno de acordo com o fluxo de calor (valor tabelado).</p> <p>R_e: Resistência térmica do ambiente externo de acordo com o fluxo de calor (valor tabelado).</p> <p>RT: Resistência térmica total do sistema de vedação.</p> <p>U: Transmitância térmica.</p> <p>UT: Transmitância térmica total do sistema de vedação.</p>
--	--

Nas paredes internas: alvenaria de fechamento em tijolo de solo-cimento assentados com argamassa industrializada com 1,5 cm de espessura e, posteriormente rebocada com argamassa industrializada com 2cm de espessura.

b) *Materiais de Revestimento de Paredes (tipo de material, composição das camadas, cor do revestimento externo):*

Receberão reboco tipo paulista com argamassa de cimento, cal e areia no traço 1:2:8, espessura de 2,0cm nas paredes internas, externas e no teto da laje do banheiro. A edificação receberá pintura Látex PVA, 2 demãos, sobre uma camada de selador nas paredes internas e teto da laje do banheiro, pintura Látex acrílica em duas demãos sobre uma camada de selador para as paredes externas, cuja cor será Allure da Suvinil, considerada uma cor chave pois, não é tão clara a ponto de refletir

demasiadamente a radiação de modo a causar, inclusive, ofuscamento e, também não é tão escura a ponto de absorver demasiadamente a radiação.

c) Materiais de Revestimento de Pisos (tipo de material, composição das camadas, cor do revestimento externo):

O piso da edificação será executado com caimento mínimo de 3cm no banheiro, e 1cm nas calçadas externas e área de serviço.

- Lastro de Concreto – deverá ser executado lastro de concreto para contrapiso FCK 10 Mpa, na espessura de 6cm;
- Acabamento – internamente, piso cerâmico esmaltado, linha popular 33x33cm PEI 3, assentado com argamassa colante, incluindo rejuntamento com argamassa industrializada e, regularização de base com espessura de 2,5cm. Externamente, a garagem receberá piso-grama em concreto.
- Acabamento – o contrapiso receberá uma camada de piso cimentado, com 2,5cm de espessura, executado em argamassa de cimento e areia no traço de 1:3, acabamento liso, com desníveis especificados em projeto.

d) Cobertura (tipo de material, composição das camadas, cor do revestimento externo):

O telhado, com inclinação e dimensões prevista em projeto, será executado em telha cerâmica tipo portuguesa vermelha resinada, assentadas atendendo às exigências da especificação do fabricante. O madeiramento obedecerá às normas da ABNT, todas as peças da estrutura deverão ser de parajú ou ipê, devidamente aparelhadas, sem apresentar rachaduras, empenos e outros defeitos e seus encaixes serão executados de modo a se obter um perfeito ajuste nas emendas.

e) Esquadrias (tipo de material, cor do material):

Portas em alumínio anodizado ou em madeira, com acabamento em pintura de esmalte sintético, conforme especificações abaixo:

- Sala: porta em alumínio anodizado fosco com fechadura de latão cromado;
- Quartos: receberão portas em madeira compensada liso com vidro na parte

superior, com e=3,5cm e fecho com tarjeta.

- Banheiro: porta em madeira compensada liso, com e=3,5cm fecho com tarjeta.

Janelas de alumínio anodizado fosco, com dimensões conforme projetos e as especificações abaixo:

- Quartos, área de serviço e sala: de correr com persiana com 2 folhas de vidro e duas de persiana.
- Banheiro: maxim-ar com uma folha.

f) *Vidros (tipo de vidro, espessura, cor, fator solar):*

Vidros cinza com e=6mm, de fator solar 27%.

g) *Luminárias e lâmpadas (marca, modelo, eficiência-caso exista):*

- Quartos: bocal de sobrepor regulável com uma lâmpada de LED 9W Brilia, formato Bulbo, com temperatura de cor entre 2.700 e 4.000 K.
- Sala: bocal de sobrepor regulável com duas lâmpadas de LED 9W Osram, formato Bulbo, com temperatura de cor entre 2.700 e 4.000 K.
- Cozinha: bocal de sobrepor regulável com duas lâmpadas de LED 9W Osram, formato Bulbo, com temperatura de cor entre 2.700 e 4.000 K.
- Área de Serviço: bocal de sobrepor com uma lâmpada de LED 7W Osram, formato Bulbo, com temperatura de cor entre 2.700 e 4.000 K.
- Banheiro: bocal de sobrepor com uma lâmpada de LED 7W Osram, formato Bulbo e arandela com uma lâmpada de LED 7W Osram, formato Bulbo, ambas com temperatura de cor entre 2.700 e 4.000 K.
- Corredor: arandela com uma lâmpada de LED 7W Osram, formato Bulbo, com temperatura de cor entre 2.700 e 4.000 K.

2. Projeto Zoneamento Bioclimático 2 – Cidade de Goiânia/GO:

2.1. Descritivo do Projeto de Arquitetura:

1.1.6 Objetivo:

Memorial descritivo para construção de residência em terreno sito a latitude 16.685314° sul e longitude 49.241427° oeste, na cidade de Goiânia (GO – Brasil). Respeitando as normas brasileiras e as leis da cidade, o objetivo é garantir que a edificação obtenha eficiência energética a partir das qualidades climáticas e estratégias aplicadas ao terreno, observadas na plataforma Projeteee.

1.1.7 Premissas de projeto:

O projeto visa garantir eficiência energética a edificação através de sua implantação ao terreno e de seu desenho, orientado pelas condições climáticas e pelo entorno à construção, de modo a avaliar condições de sombreamento e ventilação.

Através das estratégias avaliadas na plataforma Projeteee, buscou-se traduzi-las no desenho aberto e multifacetado da edificação e no programa arquitetônico que beneficia o resfriamento da edificação, a ventilação cruzada e a iluminação natural, uma vez que, segundo a plataforma 34% do ano os usuários sofrem com desconforto pelo calor, bem como propicia também o armazenamento de calor com as paredes de solo-cimento no interior da edificação, visto que 23% por frio.

A partir dos dados climáticos avaliados na plataforma Projeteee e das estratégias sugeridas, é premissa do projeto garantir a eficiência energética da construção a partir do emprego de novas tecnologias construtivas e do desenho da forma, bem como garantir longevidade e possibilidade de ampliação da construção, além de garantir conforto aos usuários.

1.1.8 Tipologia construtiva:

A edificação aberta e multifacetada foi definida devido ao percentual de desconforto por calor dos usuários e as elevadas temperaturas, dispostos na plataforma Projeteee. Com mais fachadas externas, maior a superfície de contato para perda de calor, além de garantir maior área para ventilação. Ainda, o telhado terá funções de perda de calor por resfriamento evaporativo do calor da edificação.

Tomando como referência as informações climáticas dispostas na plataforma Projeteee, como as médias de temperaturas de Goiânia, condições de umidade e os percentuais de conforto e desconforto dos usuários, optou-se em armazenar o calor ganho com a inércia térmica para aquecimento nas paredes internas da habitação, e o

isolamento para as paredes externas, a fim de que o calor seja liberado à noite quando as temperaturas de Goiânia caem, típico de clima seco.

1.1.9 Programa básico das unidades habitacionais:

O programa básico da residência unifamiliar, compreende áreas de uso comum: uma cozinha, uma sala, um banheiro e uma área de serviço; e áreas privativas: dois quartos. A idealização do programa levou em consideração as exigências do edital do concurso proposto pelo Projeteee, bem como os projetos padrão caixa do programa Minha Casa Minha Vida. Além disso, o programa básico prevê uma área de ampliação para edificação, que flexibiliza seu uso, com desenho previamente estudado e local previamente sugerido.

A área de serviço, diferente do padrão de construção Minha Casa Minha Vida, foi colocada no interior da edificação para conforto dos moradores, uma vez que Goiânia é uma cidade predominantemente quente. Para economizar encanamento, as áreas molhadas (cozinha, área de serviço e banheiro) foram aproximadas. Cozinha, sala de jantar e sala de estar foram integradas, economizando divisórias intermediárias.

1.1.10 Metragem máxima dos cômodos.

Cômodos	Área (m ²)
Quarto 1	10,30
Quarto 2	9,30
Sala de Estar	10,70
Cozinha/ Jantar	11,00
Área de Serviço	2,30
Banheiro	3,30
Varanda	7,00
Garagem	17,50
Ampliação	10,30
Total	81,70

2.2. Descritivo:

2.2.1 Diretrizes construtivas e Descrição das estratégias de projeto adotadas para a cidade:

- Resfriamento evaporativo – coberturas com tanque de água, construída de acordo com as sugestões da plataforma Projeete. Esta cobertura é construída sobre laje não isolada onde a temperatura da superfície da cobertura acompanha a TBU (Temperatura do bulbo úmido) ambiente. Para evitar que a massa de água acumule excesso de calor pelos ganhos por radiação solar direta, há uma sobre-cobertura, forrada, internamente, com lã mineral para isolar-se do calor por radiação direta nas telhas. Dessa forma, o calor interior subirá até a laje não isolada, parte da água da bandeja se evapora devido as condições de alta temperatura e baixa umidade relativa, esfria a água que esfria a bandeja e, assim, cria condições para a bandeja retirar parte do calor do interior da casa por condução e radiação.
- Isolamento do calor– as paredes externas serão pré-moldadas em material isolante, EPS, cuja transmitância térmica é de 0,5 W/m²K.
- Umidificação – o espelho de água localizado na fachada principal, atinge sua eficiência máxima no verão, uma vez que há predominância do vento Noroeste. O vento, ao atingir o espelho d'água torna-se mais úmido, de modo a amenizar a baixa umidade relativa do ar neste clima seco.
- Sombreamento – através da utilização de brises e vegetação nas fachadas mais ensolaradas.
- Otimização da iluminação natural – iluminação, principalmente, de áreas comuns, mais utilizadas durante o dia. Neste caso, aplica-se a estratégia da porta camarão que se abre para o exterior, nas áreas comuns, e o maior número de janelas.
- Aquecimento solar da água – a locação dos coletores solares é fundamental para que este sistema tenha sucesso, portanto, à Norte, cuja fachada é a que mais recebe sol e tem menos interferência de sombreamento por edificações do entorno.
- Captação da água da chuva – através de um sistema de calhas que desembocam na a caixa d'água pluvial, onde recebem a filtragem. O reservatório aloca-se na altura do pé direito, de modo que dispensa uma moto-bomba para ascensão da água. Esta água será utilizada para reuso, como em torneiras jardins, no espelho d'água e no telhado.
- Flexibilidade de ampliação – é possível a ampliação da casa segundo desenho pré-definido. No caso de a família aumentar, a área equivalente de ampliação equivale a um quarto de 10m² que já conta com telhado e uma das paredes. A

parede que receberá a futura porta para o quarto, é apenas de fechamento e não estrutural como as demais da casa.

2.2.2. Carta solar, orientação solar e soluções de sombreamento e aproveitamento de iluminação natural:

Observando-se a máscara de sombreamento criada pelas edificações do entorno, de acordo com a carta solar de Goiânia disponível na plataforma Projeteee, implantou-se a edificação e alocaram-se suas aberturas de modo que aproveitasse o período de insolação disponível, cujo aquecimento proporcionado é captado pela inércia das paredes internas e armazenado para noite com temperaturas mais baixas. Ainda, para ampliar a eficiência optou-se pelo uso de brises para bloquear a incidência demasiada de irradiação para evitar o calor durante o dia.

Nas fachadas com menos incidência direta do sol, os brises foram dispensados, assim, estas aberturas têm captação ampliada da iluminação natural. Ainda, nos ambientes comuns, a porta camarão é protegida por uma marquise, portanto, há aproveitamento otimizado da iluminação natural quando aberta. Para sombreamento, utilizou-se ainda a vegetação caducifólia.

2.2.3. Estudo do local de implantação com informações sobre direção dos ventos, índice pluviométrico e outras características próprias do local:

Conforme o Mapa Bioclimático da plataforma Projeteee, Goiânia localiza-se na Zona Bioclimática 6. Esta zona, segundo dados coletados no Gráfico das Temperaturas do Projeteee e no Gráfico de Temperaturas da Zona de Conforto, caracteriza-se por duas estações bem definidas, com frio entre os meses de maio a agosto (com média de temperaturas abaixo de 16°), sendo o restante do ano marcado por médias de temperaturas elevadas que giram em torno de 20° a 32°. Os goianienses sentem-se confortáveis durante 43% do ano, ou seja, o desconforto por frio (23%) e calor (34%), é relativamente equilibrado, quando comparado a Curitiba.

De acordo com Gráfico de Chuva de Goiânia, da plataforma Projeteee, a cidade apresenta um regime pluvial demarcado, sendo os meses entre Maio a Setembro os mais secos, em que a precipitação de chuva mensal é menor do que 30mm. Entre Outubro a Novembro e Março a Abril, a precipitação varia entre 60mm e 200mm, e de Dezembro a Fevereiro o índice pluviométrico supera os 200mm no ano. Portanto, a

umidade relativa do ar para a cidade é, na maior parte do ano é insatisfatória, ou seja, segundo o Gráfico de Umidade Relativa presente na plataforma já citada, durante seis meses do ano pode atingir valores abaixo de 40%. O conjunto de informações permite-nos afirmar que há grande amplitude térmica diária no local, ou seja, as temperaturas tendem a aumentar muito durante o dia e cair à noite, principalmente no período de seca.

Outro dado que impacta nas decisões tomadas pelo grupo são os ventos predominantes, que, segundo os Gráficos Rosa dos Ventos do Projeteer, são o Sudeste e Leste e, no verão, o Noroeste. Por conseguinte, aberturas posicionadas nessas fachadas são fundamentais para que a edificação sempre esteja ventilada, principalmente no verão, bem como utiliza-las em conjunto com a água para umidificar o perímetro da edificação.

Além disso, estudar a insolação é fundamental para Goiânia, visto que o desconforto gerado, em sua maioria, é pelo calor. Neste caso, o sol é uma fonte de calor que necessita de controle para evitar o ganho de calor por incidência direta de radiação. A cidade tem um período de insolação predominante das 7h às 18h, e mais intenso entre as 10h às 15h. Para o terreno, o tempo é reduzido no inverno já que as edificações do entorno são altas e fazem sombra, sendo o período de insolação mais intenso das 9h às 13h.

2.2.4. Avaliação das condições de ventilação natural do local e impacto de outras condições microclimáticas existentes:

O terreno de Goiânia localiza-se em uma região predominantemente residencial, com ruas arborizadas. Não há presença de rios, lagos, mar ou nascentes que possam aumentar a umidade relativa do ar localmente e, a média de altura das edificações do entorno é de dois andares, que podem diminuir a intensidade ou até barrar a ventilação. Há asfalto em todo o perímetro urbano no qual o terreno se insere, de modo que a permeabilidade diminui e a sensação de calor aumenta.

Tomado como base os dados oferecidos pelo Projeteer e a análise microclimática, sabe-se que o vento predominante no verão, mais desejado, é o Noroeste. Portanto, esta fachada seria barlavento e as demais sota-vento. Mas os ventos Norte e Leste também são importantes nas demais épocas do ano. Então, diferentemente de Curitiba, a edificação não foi colada ao muro.

Sabe-se ainda que o Goiânia tem períodos de seca extensos e mesmo no verão,

onde a umidade é mais elevada, observou-se em simulação no software *Climate Consultant*, que durante o dia, a cidade tem umidade relativa baixa e elevada a noite e durante a madrugada. Avaliando-se o entorno, o terreno é circundado por uma edificação de dois andares a Norte, uma térrea e de três andares a Sul e murada a Leste, configuração que interfere na ventilação. Por isso, foi decisão de projeto a criação de um espelho d'água na fachada Noroeste para melhorar a umidade, bem como auxiliar na retirada de calor da edificação.

2.2.5. *Soluções adotadas para a saúde dos usuários:*

É consenso da OMS (Organização Mundial da Saúde) que a saúde humana depende da qualidade do ar que se respira, do tempo de exposição ao sol, da qualidade de alimentação, e, inclusive da relação com a natureza e o ambiente externo, dentre outras infinidades de recomendações. Desta forma, pensando na saúde do usuário e em sua qualidade de vida, algumas estratégias foram adotadas:

- Renovação do ar interno – através da ventilação cruzada constante proporcionada pelas aberturas.
- Captação da irradiação solar – através das aberturas, que além de captar calor para armazenamento interno, garante entrada de iluminação natural e irradiação, cuja qual melhora a absorção de vitamina D, que, segundo a endocrinologista Cláudia Cozer, de São Paulo, diretora da Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e da Síndrome Metabólica, auxilia no aumento de linfócitos e, conseqüentemente melhora o sistema imunológico, dentre outros benefícios.
- Alimentação saudável – o tratamento paisagístico da habitação recebeu uma horta para cultivo de espécies locais, como hortaliças, raízes, chás e até mesmo árvores frutíferas isoladas, tendo em vista a dimensão do terreno. O cultivo de alimentos na horta de casa, estimula uma alimentação saudável e evita o gasto monetário para compra.
- Umidificação do ambiente – de acordo com a Organização Mundial de Saúde, a umidade do ar ideal compreende a faixa entre 50 e 80%. Entretanto, em algumas épocas do ano, como no inverno, ela tende a cair Goiânia e, é nessa época que há um aumento na procura por atendimento médico devido a problemas respiratórios. Assim, o espelho d'água auxiliará na manutenção da umidade local, de modo a evitar possíveis problemas de saúde.

- Eficiência energética – a Organização Mundial da Saúde (OMS) advertiu já em 2014, que a mudança climática é uma ameaça para a saúde, já que propicia certas doenças, e pediu aos governos que cheguem a um acordo para reduzir a emissão de gases de efeito estufa. Uma edificação eficiente que otimize a iluminação natural, aproveite fontes naturais para aquecimento da água, alimentação, ou utilize água da chuva, minimiza os impactos à natureza e emite menos CO₂ para atmosfera. Consequentemente, não apenas os usuários da edificação são beneficiados, bem como a população mundial, quando replicadas as boas ideias. Menos florestas serão derrubadas ou queimadas para geração de energia, menos água será desperdiçada, etc., ou seja, menos recursos naturais seriam desperdiçados ou degradados e a vida humana menos comprometida.

2.2.6. Viabilidade financeira:

A construção em EPS é inovadora, além de ser um material reciclável, absorve pouca umidade e não apodrece, proporcionando longa vida útil. Seu custo, cerca de R\$ 90,00 m³, é inclusive mais barato em relação ao sistema tradicional com tijolo (R\$ 180,00). Este sistema, tem na leveza seu principal benefício e, por isso, consegue diminuir pela metade o uso de ferragem. Em termos de eficiência, o isopor é um excelente isolante térmico e, no que diz respeito a construção são fáceis de instalar, transportar, cortar e manusear, o que diminui o prazo para conclusão da obra e a sujeira. Ainda, permite a construção de paredes autoportantes ou estruturais, evitando o uso de madeiramento, fundação, ferro e cimento, que por consequência, é refletido no barateamento da construção.

Por outro lado, os tijolos de solo cimento, utilizados na parte interna da edificação, também são mais baratos em relação ao sistema tradicional, tem maior inércia térmica do que os blocos de concreto e, eventualmente, pode-se utilizar a terra do próprio terreno para fabricação. Além disso, seu processo de fabricação emite menos poluentes na atmosfera em relação ao tijolo cerâmico ou de concreto. São utilizados em Goiânia devido a amplitude térmica diária, assim, o calor gerado internamente, durante o dia, é armazenado nas paredes de solo-cimento e à noite é devolvido ao ambiente, sem perdas demasiadas por conta das paredes isolantes de EPS.

Alguns dos padrões de acabamentos foram baseados no programa Minha Casa Minha Vida, como os pisos internos, para economia e viabilidade financeira. Fundos

monetários foram redirecionados para estratégias de eficiência como a claraboia, o sistema de captação de água da chuva e coletores solares e, lâmpadas de LED que tem longa duração e emitem níveis baixíssimos de radiação, portanto, aumentam a eficiência do sistema.

Quanto ao espelho d'água, tipicamente relacionado à alto custo devido a manutenção, desenvolveu-se um sistema de filtragem da água através da criação de um fauna e flora natural, com peixes e plantas. Plantas como agrião d'água (*Nasturtium officinale*), aguapé (*Eichornia crassipes*), alface d'água (*Pistia stratiotes*), gengibre d'água, cavalinha (*Equisetum giganteum*), papiro (*Cyperus papyrus*) e flor de lótus (*Nelumbo nucifera*) tem grande capacidade de filtragem.

2.3. Especificação dos Materiais Utilizados:

a) *Alvenaria (tipo de material, composição das camadas):*

Paredes externas: alvenaria estrutural em EPS com painéis pré-moldados da marca Macroterm tipo T1 de 90mm, sobrepostos por armadura em tela de aço CA-60 com 4,2mm de espessura (2,45x0,60m) da Gerdau.

<p>EPS: $\lambda = 0,045 \text{ W}/(\text{K}\cdot\text{m})$ e $e = 0,09 \text{ m}$</p> $R = e / \lambda$ $R = 0,09/0,045 = 2 \text{ m}^2\cdot\text{K}/ \text{W}$ <p>Reboco: $\lambda = 1,15 \text{ W}/(\text{K}\cdot\text{m})$ e $e = 0,02 \text{ m}$</p> $R = 0,02/1,15 = 0,017$ $R_i = 0,04 \text{ m}^2\cdot\text{K}/ \text{W}$ $R_e = 0,14 \text{ m}^2\cdot\text{K}/ \text{W}$ $RT = \sum R_n$ $0,14 + 0,017 + 2 + 0,017 + 0,04 = 2,20 \text{ m}^2\cdot\text{K}/ \text{W}$ $UT = 1 / RT$ $UT = 1/2,2 = 0,45 \text{ W}/ \text{m}^2 \text{ K}$	<p>λ: Condutividade térmica.</p> <p>e: espessura da camada.</p> <p>R: Resistência térmica.</p> <p>R_i: Resistência térmica do ambiente interno de acordo com o fluxo de calor (valor tabelado).</p> <p>R_e: Resistência térmica do ambiente externo de acordo com o fluxo de calor (valor tabelado).</p> <p>RT: Resistência térmica total do sistema de vedação.</p> <p>U: Transmitância térmica.</p> <p>UT: Transmitância térmica total do sistema de vedação.</p>
---	--

Nas paredes internas: alvenaria de fechamento em tijolo de solo-cimento assentados com argamassa industrializada com 1,5 cm de espessura e, posteriormente rebocada com argamassa industrializada com 2cm de espessura.

b) *Materiais de Revestimento de Paredes (tipo de material, composição das camadas, cor do revestimento externo):*

Receberão reboco tipo paulista com argamassa de cimento, cal e areia no traço 1:2:8, espessura de 2,0cm nas paredes internas, externas e no teto da laje do banheiro. A edificação receberá pintura Látex PVA, 2 demãos, sobre uma camada de selador nas paredes internas e teto da laje do banheiro, pintura Látex acrílica em duas demãos sobre uma camada de selador para as paredes externas, cuja cor será Allure da Suvinil, cor clara a fim de não absorver demasiadamente radiação.

c) *Materiais de Revestimento de Pisos (tipo de material, composição das camadas):*

O piso da edificação será executado com caimento mínimo de 3cm no banheiro, e 1cm nas calçadas externas.

- Lastro de Concreto – deverá ser executado lastro de concreto para contrapiso FCK 10 Mpa, na espessura de 6cm;
- Acabamento – internamente e na área de ampliação, piso cerâmico esmaltado branco, linha popular 33x33cm PEI 3, assentado com argamassa colante, incluindo rejuntamento com argamassa industrializada e regularização de base com espessura de 2,5cm. Externamente, na garagem, será utilizado piso-grama em concreto e na varanda, piso anti-derrapante em cor areia fosco.
- Acabamento – o contrapiso receberá uma camada de piso cimentado, com 2,5cm de espessura, executado em argamassa de cimento e areia no traço de 1:3, acabamento liso, com desníveis especificados em projeto.

d) *Cobertura (tipo de material, composição das camadas, cor do revestimento externo):*

Nos quartos, há uma cobertura com água composta por um sistema de tanque metálico de teto com uma lâmina de água de 3-4 cm de espessura sobre lajes de concreto. Como elemento de telhado, isolados (EPS de 1 cm de espessura), são utilizadas folhas metálicas de alta refletância. Parte da água é evaporada devido as elevadas temperaturas e baixas umidades relativas de Goiânia.

Neste sistema, uma chapa metálica (aço galvanizado) coberta com uma película de polietileno atua como suporte à água e permite uma rápida transferência de calor do interior do ambiente em direção à água. A lâmina de água possui proteção lateral, uma película de poliestireno que limita o acesso de insetos, poeira e sujeira e uma cobertura isolada na superfície interna.

Nas áreas comuns, a cobertura é composta por uma laje em EPS e vigamento em madeira sobreposta por telha metálica sanduíche com poliuretano 6cm. O madeiramento obedecerá às normas da ABNT, todas as peças da estrutura deverão ser de parajú ou ipê, devidamente aparelhadas, sem apresentar rachaduras, empenos e outros defeitos e seus encaixes serão executados de modo a se obter um perfeito ajuste nas emendas.

e) Esquadrias (tipo de material, cor do material):

Portas em alumínio anodizado ou em madeira, com acabamento em pintura de esmalte sintético, conforme especificações abaixo:

- Sala: porta em alumínio anodizado fosco com fechadura de latão cromado;
- Quartos: receberão portas em madeira compensada liso com vidro na parte superior, com e=3,5cm e fecho com tarjeta.
- Banheiro: porta em madeira compensada liso, com e=3,5cm fecho com tarjeta.

Janelas de alumínio anodizado fosco, com dimensões conforme projetos e as especificações abaixo:

- Quartos, área de serviço e sala: de correr com persiana com 2 folhas de vidro e duas de persiana.
- Banheiro: maxim-ar com uma folha.

f) Vidros (tipo de vidro, espessura, cor, fator solar):

Vidros cinza com e=6mm, de fator solar 27%.

g) Luminárias e lâmpadas (marca, modelo, eficiência-caso exista):

- Quartos: bocal de sobrepor regulável com uma lâmpada de LED 9W Osram,

formato Bulbo, cor branca.

- Sala: bocal de sobrepor regulável com duas lâmpadas de LED 9W Osram, formato Bulbo, com temperatura de cor entre 2.700 e 4.000 K.
- Cozinha: bocal de sobrepor regulável com duas lâmpadas de LED 9W Osram, formato Bulbo, com temperatura de cor entre 2.700 e 4.000 K.
- Área de Serviço: bocal de sobrepor com uma lâmpada de LED 7W Osram, formato Bulbo, com temperatura de cor entre 2.700 e 4.000 K.
- Banheiro: bocal de sobrepor com uma lâmpada de LED 7W Osram, formato Bulbo e arandela com uma lâmpada de LED 7W Osram, formato Bulbo, ambas com temperatura de cor entre 2.700 e 4.000 K.
- Corredor: 2 bocais com uma lâmpada de LED 7W Osram, cada, formato Bulbo, com temperatura de cor entre 2.700 e 4.000 K.