

**CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIDADE DE ENSINO SUPERIOR DOM BOSCO – UNDB  
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO**

**JESSYCA HERVILLA SODRÉ CARVALHO**

**ARQUITETURA ECOLÓGICA PARA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR**

São Luís

2019

**JESSYCA HERVILLA SODRÉ CARVALHO**

**ARQUITETURA ECOLÓGICA PARA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR**

Monografia apresentada ao Curso de Arquitetura e Urbanismo, do Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco – UNDB, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Arquitetura e Urbanismo. Orientador: José Antônio Viana Lopes.

São Luís

2019

**JESSYCA HERVILLA SODRÉ CARVALHO**

**ARQUITETURA ECOLÓGICA PARA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR**

Monografia apresentada ao Curso de Arquitetura e Urbanismo, do Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco – UNDB, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Arquitetura e Urbanismo.

Orientador: José Antônio Viana Lopes.

Aprovado em: \_\_\_/\_\_\_/2019

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>a</sup>. Esp

Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco

---

Prof.

Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco

---

Prof. Esp.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Centro Universitário – UNDB / Biblioteca

Carvalho, Jessyca Hervilla Sodré

Arquitetura ecológica para residência unifamiliar. / Jessyca Hervilla Sodré Carvalho. \_\_ São Luís, 2020.

64f.

Orientador: Prof. Me José Ant nio Viana Lopes..

Monografia (Gradua o em Arquitetura e Urbanismo) - Curso de Arquitetura e Urbanismo – Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco – UNDB, 2020.

1. Arquitetura ecológica. 2. Sustentabilidade. 3. Residência unifamiliar. I. Título.

CDU 720.47

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades. Aos meus pais, pelo amor, incentivo, paciência e apoio incondicional, sem eles nada disso seria possível de realizar. Obrigada meus irmãos e sobrinhos, que nos momentos de minha ausência dedicado ao estudo superior e minha realização profissional, sempre entenderam que o futuro é feito a partir da constante dedicação no presente. Ao meu namorado pelo constante apoio e motivação. Ao meu orientador, por todo empenho e dedicação na elaboração do trabalho. Aos meus amigos que, sem eles a vida não seria a mesma. A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha história que só está começando, o meu muito obrigado.

“A felicidade pode ser encontrada mesmo nas horas mais difíceis, se você lembrar de acender a luz.”  
- JK Rowling em Harry Potter e o Prisioneiro de Azkaban

## RESUMO

Em virtude da sustentabilidade está cada vez mais presente no dia a dia das pessoas. A humanidade vem em busca de produtos que não agridam o meio ambiente, tentando reverter os danos causados pelo homem. São poucos os empreendimentos sustentáveis no país, sendo fundamental o desenvolvimento de pesquisas nesta área. O objetivo principal deste trabalho é elaborar um projeto de uma residência unifamiliar no bairro do Calhau em São Luís/Ma, aplicando as técnicas da Arquitetura ecológica que possa causar o menor impacto possível ao meio ambiente, além de caracterizar uma construção residencial unifamiliar selecionada como estudo de caso, do ponto de vista da sustentabilidade e a relevância da Arquitetura ecológica para a construção residencial criando uma consciência sustentável para a melhoria do meio unifamiliar. Através da revisão bibliográfica buscou-se conceituar uma habitação que causasse um menor impacto ao meio ambiente. Como estudo de caso foi selecionado um terreno no bairro do Calhau na cidade de São Luís/Ma, que possui um alto padrão residencial e tem um movimento comercial forte, porem está passando por algumas modificações na zona da Avenida Holandeses, tem como sua maioria edificações residências. Neste estudo foram analisados o cenário da Arquitetura ecológica, onde há uma busca pela otimização dos processos sustentáveis, visto que, a crescente demanda, e os prazos mostram que a melhor forma de lidar com uma construção ecológica e de qualidade é ligado diretamente aos materiais utilizados na obra e os que seriam mais indicados, do ponto de vista da sustentabilidade a favor da arquitetura.

**Palavras Chave:** Arquitetura ecológica; Sustentabilidade; Residência Unifamiliar.

## ABSTRACT

Due to sustainability, it is increasingly present in people's daily lives. Humanity comes looking for products that do not harm the environment, trying to reverse the damage caused by man. There are few sustainable enterprises in the country, and research in this area is essential. The main objective of this work is to elaborate a project for a single-family residence in the Calhau neighborhood in São Luís / Ma, applying the techniques of ecological architecture that can cause the least possible impact on the environment, in addition to characterizing a single-family residential construction selected as a study case study, from the point of view of sustainability and the relevance of ecological architecture for residential construction creating a sustainable awareness for the improvement of the single family environment. Through the bibliographic review, it was sought to conceptualize a housing that would cause less impact on the environment. As a case study, a plot of land was selected in the Calhau neighborhood in the city of São Luís / Ma, which has a high residential standard and has a strong commercial movement, but is undergoing some modifications in the area of Avenida Holandeses, most of which are buildings residences. In this study, the ecological architecture scenario was analyzed, where there is a search for the optimization of sustainable processes, since, the growing demand, and the deadlines show that the best way to provide you with an ecological and quality construction is directly linked to the materials used in the work and those that would be more suitable, from the point of view of sustainability in favor of architecture.

**Keywords:** Ecological architecture; Sustainability; Single Family Residence.

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 .....	20
Figura 2.....	20
Figura 3.....	21
Figura 4.....	22
Figura 5 .....	23
Figura 6.....	23
Figura 7 .....	24
Figura 8.....	25
Figura 9.....	25
Figura 10.....	26
Figura 11 .....	27
Figura 12 .....	27
Figura 13.....	32
Figura 14.....	33
Figura 15 .....	41
Figura 16.....	44
Figura 17.....	45
Figura 18.....	45
Figura 19 .....	46
Figura 20.....	46
Figura 21.....	47
Figura 22.....	47
Figura 23.....	47

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 .....	35
Tabela 2 .....	36
Tabela 3.....	36
Tabela 4 .....	36
Tabela 5 .....	37
Tabela 6 .....	37
Tabela 7 .....	41
Tabela 8 .....	41
Tabela 9 .....	41
Tabela 10 .....	42
Tabela 11 .....	42
Tabela 12 .....	42
Tabela 13 .....	42
Tabela 14 .....	42
Tabela 15 .....	43
Tabela 16 .....	43
Tabela 17.....	43

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
	<b>1.1 HIPÓTESES .....</b>	14
	<b>1.2 PROBLEMA .....</b>	14
	<b>1.3 OBJETIVOS .....</b>	14
	1.3.1 Objetivo Geral. ....	14
	1.3.2 Objetivo específico. ....	14
<b>2.</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>14</b>
	<b>2.1 JUSTIFICATIVA .....</b>	16
<b>3.</b>	<b>SUSTENTABILIDADE E A ARQUITETURA ECOLÓGICA.....</b>	<b>17</b>
	<b>3.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTAVEL .....</b>	17
<b>3.2</b>	<b>OS 15 PRINCÍPIOS DA ARQUITETURA SUSTENTÁVEL .....</b>	<b>19</b>
<b>4.</b>	<b>ARQUITETURA ECOLÓGICA .....</b>	<b>28</b>
	<b>4.1 ARQUITETURA ECOLÓGICA PARA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR.....</b>	<b>29</b>
<b>5.</b>	<b>VIABILIDADE DA RESIDENCIA UNIFAMILIAR ECOLÓGICA A PARTIR DE TÉCNICAS SUSTENTPÁVEIS .....</b>	<b>31</b>
	<b>5.1 CONFORTO AMBIENTAL .....</b>	32
	<b>5.2 CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS .....</b>	33
	<b>5.3 CAPTAÇÃO DE ENERGIA SOLAR .....</b>	34
	<b>5.4 TELHADO VERDE.....</b>	37
	<b>5.5 TIJOLO SOLO CIMENTO .....</b>	39
	<b>5.6 PISCINA ECOLÓGICA .....</b>	40
<b>6</b>	<b>DIAGNÓSTICO .....</b>	<b>41</b>
	<b>6.1 LEVANTAMENTO SOCIOEONÔMIO, FÍSICO, URBANÍSTICO, DADOS DA     INFRAESTRUTURA E AMBIENTAIS .....</b>	<b>42</b>
	<b>6.2 FATORES AMBIENTAIS .....</b>	49
	<b>6.3 CONCEITO DO PROJETO .....</b>	53

<b>6.4 PARTIDO ARQUITETÔNICO .....</b>	<b>54</b>
<b>6.5 PROGRAMA DE NECESSIDADES.....</b>	<b>54</b>
<b>7 PROJETO .....</b>	<b>58</b>
<b>7.1. DESCRIÇÃO DA EDIFICAÇÃO .....</b>	<b>59</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>60</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>61</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Ao longo das décadas que se sucedem, vem surgindo um interesse no desenvolvimento das técnicas de construção que possibilitem um menor impacto ambiental aliando ao conforto e economia. A solução para esse problema vai além do científico ou tecnológico. Essa questão sobre construções residenciais, quando associada ao esgotamento dos recursos naturais se torna em outra condicionante para o desenvolvimento dos projetos (PINTO et al., 2014).

Hoje este conceito está difundido nos mais variados campos da vida humana, fazendo-se necessário repensar o estilo de vida do homem contemporâneo para sobrevivência das futuras gerações em um planeta saudável. A arquitetura é um dos principais temas no que tange à sustentabilidade, tendo em vista a escassez de recursos naturais, a poluição do meio ambiente pelos processos industriais e construtivos, a geração de resíduos não degradáveis pela construção civil, e, sobretudo os impactos sobre a vida humana e a natureza de forma não consciente (RAMOS et al., 2015).

Quando se tratar de uma interação com o contexto urbano, a residência unifamiliar normalmente está relacionada com áreas de alto índice de utilização do solo e, portanto, com menos disponibilidade de solo livre. Vendo por este lado, não significa que se deve construir mais com menos recursos, mas sim se deve levar em consideração o peso das decisões arquitetônicas em um ponto de vista ambiental.

Embora o século XXI seja marcado pela chamada arquitetura verde, empregando nas edificações sistemas sustentáveis de alta tecnologia, nota-se que muitos desses sistemas estão vinculados a pesados processos industriais, ainda utilizando materiais não ecológicos e ocasionando impactos consideráveis no meio ambiente, sendo que em sua maioria, a implantação de tais tecnologias depende de grandes investimentos financeiros, restringindo-se a grandes edificações corporativas, comerciais e industriais.

A adoção de estratégias e técnicas como a bioconstrução, que observa o fluxo dos sistemas naturais no próprio ambiente, pode ser uma maneira adequada de se viver dentro dos limites ecológicos e ao mesmo tempo cooperando para a redução de impactos ambientais, otimizando os recursos financeiros e contribuindo com a conservação ambiental e melhoria da qualidade de vida dos usuários.

Contudo, o texto a seguir está organizado de maneira a sanar as dúvidas, e esclarecer o quanto eficaz é o telhado verde, tornando claro aos indivíduos as vantagens deste, tanto aos moradores, quanto a vizinhança e a cidade. Para que com o crescimento das cidades, há uma preocupação também, com a escassez da vegetação aparente, procurando utilizar a tecnologia atrelada a vegetação, oferecendo um futuro mais saudável e sustentável às próximas gerações.

## **1.1. HIPOTESE**

O uso de técnicas da Arquitetura ecológica, aplicadas em residências unifamiliares pode reduzir ou minimizar os danos causados no meio ambiente, trazendo assim uma melhora na eficiência e economia para a construção residencial.

## **1.2 PROBLEMA**

Como minimizar os impactos ao meio ambiente na construção de residências utilizando da Arquitetura ecológica?

## **1.3 OBJETIVOS**

### 1.3.1 Objetivo Geral.

O objetivo geral deste estudo é elaborar um projeto de Estudo preliminar de uma residência unifamiliar no bairro do Calhau, em São Luís, Maranhão. Aplicando as técnicas da Arquitetura ecológica que cause o menor impacto possível ao meio ambiente.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

- Abordar a importância e o impacto da arquitetura ao meio ambiente, discutindo a relevância da consciência sustentável na elaboração de um projeto.
- Caracterizar o bairro do Calhau em seus aspectos, Socioeconômico, Ambientais e de infraestrutura.
- Analisar as técnicas e métodos da Arquitetura ecológica para projetos residenciais.
- Definir estratégias e abordagens de intervenção de Arquitetura ecológica para o local.
- Analisar a viabilidade das soluções adotadas.

## 2 METODOLOGIA

O trabalho em questão utiliza de pesquisas bibliográficas para conceituação do tema e coleta de dados para melhor entendimento da população da área de estudo. Fazendo assim, a explicação dos conceitos adotados. Esses conceitos utilizados foram o desenvolvimento sustentável e a Arquitetura ecológica e conforto ambiental, como base guiadora de todo o estudo.

Foi realizado um diagnóstico do Bairro do Calhau analisando o São Luís em dados parte 1, de São Luís, Maranhão, com levantamento físico, urbanístico, coletando dados da infraestrutura (sistema viário e mobilidade, serviços oferecidos no bairro, uso e ocupação do solo, tipologias das residências no bairro, e da legislação), socioeconômico e ambiental para analisar e dar possíveis soluções ao projeto. Obtendo assim, uma proposta projetual que se adequa a região e população da área.

Após a análise dos conceitos, da Arquitetura ecológica, sustentabilidade, do conforto ambiental, da população da área, do diagnóstico do perímetro onde o lote está inserido possibilitou a elaboração da proposta de projeto, onde após análise da área de intervenção e de um programa de necessidades, proporcionou uma base para produzir um projeto residencial que seja eficiente para os moradores da região.

Após esses passos, com a utilização das técnicas da Arquitetura ecológica como, a Captação de água pluvial, aproveitamento da energia solar, utilização dos conceitos do conforto ambiental e levanto como parâmetros a utilização da iluminação natural na sua maior possibilidade, pôde se fazer uma avaliação da eficiência do projeto, analisando pontos econômicos e energéticos que fazem com que a Arquitetura ecológica seja uma opção de cuidado com a biodiversidade e forma de economizar os recursos naturais e econômicos.

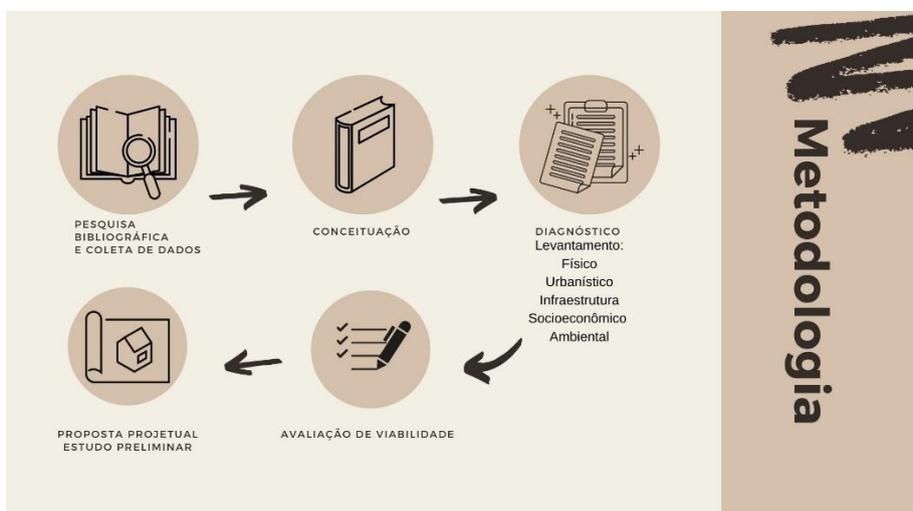


Ilustração1. Metodologia. Jessyca Hervilla. 2019.

## 2.1 JUSTIFICATIVA

A importância da busca por novos métodos se justifica pela evolução construtiva das edificações, que é reflexo da evolução do processo de informação, comunicação global, industrialização e automação. Assim para que um modelo construtivo mais moderno possa ser aplicado, seria necessária a aplicação de uma filosofia industrial ao longo de todo processo construtivo da edificação, de modo que o uso da força intensiva de trabalho fosse substituído, dando lugar a métodos mais inovadores, como os pré-fabricados (VAN ACKER, 2002).

Desta forma, o estudo nesta área tem relevância, pois possui um maior potencial econômico, sustentável e com desempenho estrutural de muita durabilidade, devido ao controle tecnológico propiciado pela industrialização da produção e do uso altamente potencializado e otimizado dos materiais (VAN ACKER, 2002).

A viabilidade do tema abordado se dá pela disponibilidade de conteúdo bibliográfico, estudos feitos em um território unifamiliar que abrange o Bairro do Calhau. Além disso, o conhecimento técnico e prático será fornecido pelas poucas empresas que trabalham com esta tecnologia na região e empresas que fazem delivery.

A busca pela modificação da cultura construtiva da região caracteriza a originalidade do estudo, pois antigos costumes acabam se mostrando imutáveis sem que algo significativo seja apresentado, o que torna novas tendências construtivas de difícil implantação. Assim, o presente trabalho tem o objetivo de elaborar um projeto de residência unifamiliar que tenham técnicas da arquitetura ecológica e possam causar o menor impacto possível ao meio ambiente, mas mantendo todo conforto de uma residência tradicional.

### 3. SUSTENTABILIDADE E A ARQUITETURA ECOLÓGICA

#### 3.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Desde o início dos tempos, o ser humano utiliza dos recursos da natureza para seu processo evolutivo. Porém com o crescimento de nossa sociedade, acarretou na desenfreada degradação dos recursos naturais, fator esse que gera problemas como o aquecimento global. No decorrer dos anos a natureza conseguia reconstruir o que era degradado aos poucos, porém as devastações desses recursos estão sendo tão exorbitantes e tão de forma tão rápida que a natureza não consegue recuperar de forma eficiente para manter nosso ecossistema como sempre.

Com o tempo o homem começou a perceber que as derrubadas de florestas, animais que ali viviam não vivem mais. Viu também que, com a má utilização da água e manejo de esgotos estão poluindo e acabando com os rios e nascentes. Viu que com a falta de plantas, queimadas, emissão de gases poluentes, aquecendo calotas polares e tudo isso está contribuindo para a destruição do planeta.

Assim, futuramente poderá acabar com a raça humana. Com esses descasos do ser humano a natureza começou a sofrer mudanças climáticas desastrosas. Em locais de chuva, as chuvas começaram a ocorrer fora de época em nível maior ou menor do que ocorria. Em áreas secas, a seca foi devastadora, chegando a passar meses sem chuvas.

Foi aí que o ser humano passou a se atentar para a questão do planeta e sua “saúde”. Começou a surgir a questão: “O que se pode fazer para minimizar os impactos causados pelo homem ao planeta?” Com isso cresceu a iniciativa com trabalhos ecológicos, sustentáveis e a criação da ciência da Arquitetura sustentável e da Tecnologia verde. (MULLER. 2010).

Segundo Brundtland, em seu relatório de 1987 chamados “Nosso futuro comum”, a palavra sustentabilidade está originalmente associada ao desenvolvimento sustentável. Em sua definição diz: “*A humanidade é capaz de tornar o desenvolvimento sustentável, de garantir que ele atenda as necessidades do presente sem comprometer a capacidade de as futuras gerações também atenderem às suas*”. Como sustentabilidade se pressupõe três dimensões definidas, a social, Econômica e a ambiental. Nas quais essas dimensões devem ser amplamente estudadas na concepção de qualquer projeto Arquitetônico.

Após a década de 80, as questões de sustentabilidade foram ganhando força na Arquitetura e Urbanismo, trazendo novos paradigmas e destacando-se nesse contexto a Europa. O assunto teve ênfase desde os anos 70 após as discussões internacionais na vertente ambiental, mas logo após foram surgindo preocupações com o uso da energia com base fóssil, com o crescimento das cidades, população e suas demandas. (MULLER. 2010).

Entretanto, olhando para a história da arquitetura e das cidades, foi apenas por um relativo curto espaço de tempo que as considerações sobre as premissas fundamentais de projeto e seu impacto nas condições de conforto ambiental e no consumo de energia não eram tidas como determinantes. Por isso, a arquitetura bioclimática ganhou importância dentro do conceito de sustentabilidade. Isso se deu pela estreita relação entre o conforto ambiental e o consumo de energia, que está presente na utilização dos sistemas de condicionamento ambiental artificial e de iluminação artificial.

Observando para a evolução da Arquitetura e das cidades, somente recentemente que se começou a discutir as particularidades de um projeto e as condições de conforto ambiental, consumo da energia e responsabilidade social, antes não eram tidas como determinantes aos projetos. A Bioarquitetura ganhou força dentro do conceito da sustentabilidade, já que se deu uma relação entre conforto ambiental, consumo de energias e responsabilidade social (MULLER., 2010).

No início dos anos 1990, o encontro promovido pela Organização das Nações Unidas (ONU) no Rio de Janeiro alertou a opinião pública sobre as consequências da exploração desordenada das matérias-primas, o aumento preocupante do efeito estufa e a degradação rápida e espetacular dos equilíbrios ecológicos. Os compromissos assumidos no Rio se concretizam por meio de várias medidas que dizem respeito, entre outras coisas, a atividade industrial, aos transportes, às diretrizes energéticas e a gestão dos resíduos. Além disso, esses compromissos têm incentivado os habitantes dos países industrializados a preservar os recursos naturais, fazendo-os repensar sua maneira de viver e morar. (MULLER. 2010, p. 260).

Nas décadas seguintes, grandes conferências mundiais foram realizadas, como a Rio'92, no Rio de Janeiro, em 1992, e a Rio+10, em Johannesburgo, em 2002. Nessas reuniões, protocolos internacionais foram firmados, a fim de rever as metas e elaborar mecanismos para o desenvolvimento sustentável. O desafio global de melhorar o nível de consumo da população mais pobre e diminuir a pegada ecológica e o impacto ambiental dos assentamentos humanos no planeta foi o grande tema em debate. Fazendo-se um balanço dos resultados, essas reuniões foram marcadas por disputas ideológicas e econômicas, as ações subsequentes ficaram aquém das expectativas e muitos problemas ambientais não foram resolvidos. Um importante indicador foi revelado em 1997, quando o Earth Council divulgou que o uso de recursos da humanidade já superava em 20% a capacidade de suporte global e que o planeta foi sustentável até a década de 80 (MEADOWS, 2004).

Em 1992, durante a conferência Rio92, os chefes de Estado comprometeram-se a buscar juntas soluções para que atenda às necessidades atuais, porém que não comprometa as gerações futuras de atenderem as suas próprias necessidades. Esse conceito de Desenvolvimento sustentável tem base em 3 princípios:

- Considerar o conjunto do ciclo de vida dos materiais;
- Desenvolvimento e redução do uso de energias renováveis e de matérias-primas;
- Redução da quantidade de energia e matéria utilizadas durante a extração dos recursos naturais, a exploração dos produtos e a reciclagem ou destruição dos resíduos.

### **3.2 OS 15 PRINCÍPIOS DA ARQUITETURA SUSTENTÁVEL**

Os princípios da Arquitetura sustentável de acordo com GARCIA, Danielle; VAZ, Francine; RANGEL, Juliana (2018) são:

#### **1 - Análise do entorno.**

As construções sejam elas quais forem, possuem uma relação de extrema importância com o entorno em que ela se insere. Pois afetará diretamente o ecossistema local, e impactará também questões relacionadas ao trânsito, poluição do ar, os corpos hídricos e também a densidade populacional. Por isso, o entorno deve ser considerado um dos pontos-chaves do projeto, já que um dos principais pilares da sustentabilidade é causar o menor impacto possível no local. Isso se dá, na melhor análise dos stakeholders em tomar decisões estratégicas que minimizem o impacto/perturbação durante o desenvolvimento, construção e operação do projeto.

O projeto deverá integrar-se ao entorno, respeitando o espaço, o tráfego e condições geológicas existentes. Valorizar origens, materiais e cultura local. Deve buscar minimizar ao máximo os incômodos na vizinhança. Ter uma prevenção para poluição do ar, do solo e dos corpos d'água durante a construção e pensar nos possíveis impactos que possam gerar ao entorno durante a construção do empreendimento.

#### **2 - Uso sustentável do terreno.**

O uso sustentável do terreno deve sempre considerar os espaços que foram previamente desenvolvidos e que possuem uma infraestrutura já existente, assim facilita o acesso às redes de esgotos, água, uma melhor mobilidade, transporte público e locais de interesse. Assim, não contribui para o espraiamento urbano e conseqüentemente, evita a necessidade de novas construções de infraestrutura.

Deve-se pensar em maneiras de minimizar as interferências relacionadas ao projeto que possam prejudicar o ambiente, preservando, ao máximo, o equilíbrio, características naturais do local, como caminho das águas, o microclima, solo e vegetação, ou seja, deverá dar preferência aos terrenos mais desenvolvidos em questão de infraestrutura, evitar bruscas modificações no terreno e seu ecossistema, respeitar o ciclo hidrológico construindo com a menor parcela possível no terreno e deixando áreas verdes permeáveis. Para pavimentações especificar pisos com alta permeabilidade para não obstruir a passagem das águas.

Buscar minimizar as ilhas de calor e essencial, utilizar espécies nativas ou adaptadas no paisagismo, priorizar terrenos próximos aos serviços de transporte alternativo e realizar uma boa gestão das águas pluviais são outros pontos de grande importância.

### 3 - Planejamento Detalhado e integrado.

Uma construção sustentável possui uma série de desafios. O primeiro deles é ter um olhar holístico sobre o projeto, levando em consideração todo o seu ciclo de vida e suas disciplinas, de forma integrada. Isso é um grande empecilho, considerando a forma como são desenvolvidos os projetos no Brasil.

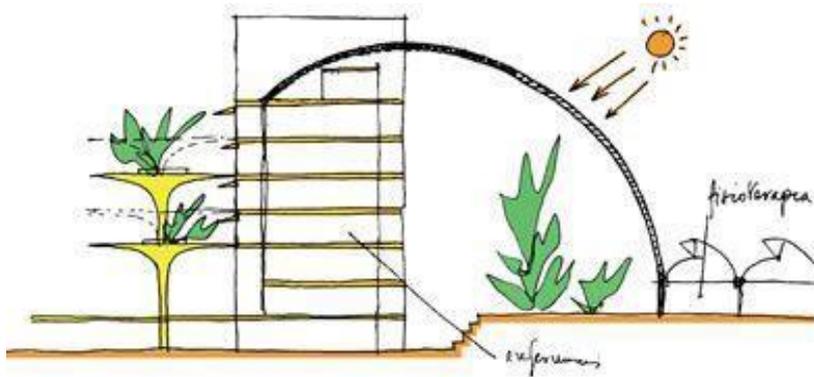
Geralmente, as diferentes disciplinas (arquitetura, elétrica, hidráulica, luminotécnica, estrutura, etc.) desenvolvem seus projetos de forma independente com pouca interação e visão do todo. Para garantir o sucesso de um empreendimento sustentável, é necessário que seja realizado um processo integrado de projeto, onde todos os atores envolvidos trabalham em conjunto, de forma a estudar os cenários e definir juntas as metas de sustentabilidade e do empreendimento. (GARCIA, Danielle; VAZ, Francine; RANGEL, Juliana. 20180.

A integração com os outros projetos complementares garante uma melhor execução e resultado final. Deve ter metas bem definidas durante a concepção e ter uma colaboração interdisciplinar e uma comunicação efetiva.



Fonte: GARCIA, Danielle; VAZ, Francine; RANGEL, Juliana. (2018)

### 4 - Adaptação às condições climáticas com desenho bioclimático.



Fonte: Corte esquemático Sarah Fortaleza - Projeto Lelé.

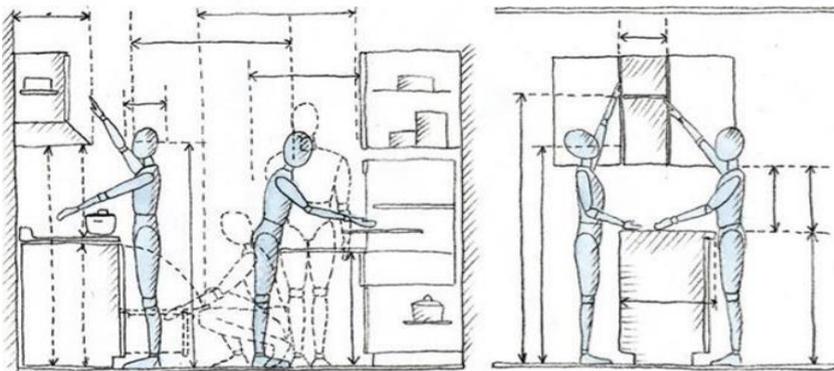
Devido ao processo de industrialização, aconteceu uma padronização nos projetos de Arquitetura e acabou por haver uma série de cópias de um tipo de edificação sem levar em consideração o local e suas condições climáticas.

Essa Arquitetura deve utilizar o menor número de recursos possíveis e mesmo assim manter o conforto do usuário. Para amenizar o consumo de energia, promover um conforto térmico, lumínico e acústico, convém usar o desenho arquitetônico bioclimático e utilizar passivamente estratégias para adaptar o projeto ao seu local de implantação da melhor forma possível.

Logo, é de suma importância, analisar o microclima local de forma cautelosa, como os ventos predominantes, índices pluviométricos, insolação e a temperatura. O projeto deve ser direcionado para um melhor aproveitamento passivo dos recursos naturais. A utilização de elementos arquitetônicos também irá ajudar a diminuir a utilização desses recursos naturais, como brises e cobogós, assim, reduzirá o consumo de energia e melhorará o conforto térmico.

#### **5 - Atender as necessidades dos usuários.**

Um dos pontos principais na Arquitetura. Não há como ter um projeto icônico sem que ele possa atender as necessidades do usuário. Se deve considerar todo o ciclo de vida da edificação, pensar que com o passar dos anos, mesmo que seja para o mesmo fim, a forma de utilizar o espaço muda. Por isso, é necessário sempre pensar em construir espaços flexíveis e adaptáveis, adequando o prédio a todo o período que será ocupado.



Fonte: GARCIA, Danielle; VAZ, Francine; RANGEL, Juliana. (2018)

O projeto deve ser ergonômico, flexível e facilmente adaptável às mudanças de uso, deve também atender as necessidades dos usuários a curto, médio e longo prazo e o projeto deve considerar acessibilidade universal.

## **6 - Atender as normas e legislações.**

Mesmo o atendimento às normas técnicas e legislações serem obrigatórios, existem muitos casos de empresas que não se adequam ao mínimo exigido pela lei, sendo que isto é requisito essencial ao se pensar em um projeto sustentável. De nada adianta querer ser sustentável e não ter regularização de seus trabalhadores, se a empresa não cumpre as legislações ambientais e não segue as normas técnicas brasileiras. Cumprir essas exigências são essenciais para nossa saúde e segurança.

Parece obvio, mas mesmo assim, deve-se mostrar que é fundamental. Não existe sustentabilidade sem responsabilidade social.



Fonte: Engenheiro na web. (2017).

## **7 - Eficiência energética.**

As edificações no Brasil, consomem cerca de 50% do total de energia elétrica gerada. Por ser um número tão grande é necessário e de suma importância pensar em Edificações eficientes energeticamente. Mesmo com hidrelétricas como sendo a matriz energética e sendo das maiores geradoras, quando o consumo aumenta, as usinas térmicas que são as mais poluentes e caras, tem que entrar em ação para suprirem a demanda. Quando diminuimos esse consumo, diminuimos também a emissão de gases de efeito estufa relacionados à eletricidade, assim, reduzindo a demanda por mais energia e infraestrutura.

O projeto deve contemplar estratégias para que a edificação possua o menor consumo possível de energia, desde a etapa de construção e também durante sua operação, sem que prejudique o conforto dos usuários. Para o projeto ter o melhor desempenho energético, ferramentas de análises climáticas e simulações computacionais podem direcionar as decisões. O uso de energias renováveis deve ser estudado e implementado e o monitoramento do consumo de energia é fundamental para se gerir melhor um edifício.

## 8 - Eficiência Hídrica.

A água é de suma importância para a vida terrestre, é o nosso bem de maior valor, pois sem ela não há vida. Mesmo assim, a água é desvalorizada pelo homem, pois a tratam como infinita. Infelizmente apenas 1% da água de todo planeta é potável. A crise hídrica é cada vez mais realidade para mais pessoas. No Brasil, algumas cidades já sofreram a falta desse bem natural, como São Paulo e Rio de Janeiro, que tiveram dias de pavor com o racionamento de água, a diminuição do nível das reservas e a falta de chuva.



Fonte: Jornal econômico. (2018)

O projeto para ser eficiente hídrico, deve-se especificar equipamentos que utilizem menos água, adotar medidas que reduzam e tratem o volume de esgoto, monitorar sempre o consumo para caso haja alguma alteração, possa saber se ocorrem vazamentos ou desvios. Captação das águas pluviais para reuso de fins não potáveis, e adotar sistemas de irrigação que gastem menos água, ou escolher espécies das quais não precisam de irrigação.

## 9 - Uso racional dos materiais.



Fonte: PINHEIRO, Pedro Fernando, 2018.

A construção civil é a campeã das indústrias que mais consomem recursos e das que geram maior número de resíduos. Quando se pensa no uso racional dos materiais queremos

diminuir os impactos relacionados à extração, a energia incorporada, ao transporte, processamento e ao modo de descarte dos resíduos e materiais durante a obra.

Recomenda-se utilizar métodos construtivos pré-fabricados ou modulares que ajudam a evitar desperdício. Deve-se usar materiais reciclados e regionais, especificar as madeiras de manejo sustentável e analisar o ciclo de vida dos materiais utilizados.

## 10 - Uso de tecnologias inovadoras.

A cada dia as tecnologias estão mais diferentes, e com isso ela nos traz soluções disruptivas para os problemas hoje encontrados no nosso dia a dia.

A Indústria 4.0 está mudando radicalmente a forma como nos relacionamos com o mundo e com as informações, permitindo o acesso a dados precisos em tempo real e a possibilidade de processamento inteligente dos mesmos de forma a otimizar processos, produtos e trazer insights valiosos que antes simplesmente não tínhamos capacidade computacional para processar. (GARCIA, Danielle; VAZ, Francine; RANGEL, Juliana., 2018).

A indústria 4.0 se trata de um conceito recentemente proposto de indústria que engloba as principais inovações tecnológicas dos campos de automação, controle e tecnologia da informação, aplicadas no processo de manufatura. A partir de sistemas Cyber-físicos, internet das coisas e Serviços, os processos de produção tendem a se tornar cada vez mais eficientes, customizáveis e autônomos (SILVEIRA, 2019).



Fonte: GARCIA, Danielle; VAZ, Francine; RANGEL, Juliana. (2018)

Vem se destacando também outros tipos de tecnologia de ponta que estão evoluindo rapidamente, como a fotovoltaica, impressão 3D, Internet das Coisas, realidade virtual e inteligência artificial. Todas essas opções podem ser usadas a nosso favor para projetarmos empreendimentos mais inteligentes, sustentáveis e também de menor custo.

Usar sempre que possível ou viável economicamente a tecnologia a favor da eficiência da construção. Utilizar sistemas construtivos industrializados e mais inteligentes, energias renováveis para economia de energia e redução de emissões de gases e utilizar sistemas de automação com integração a rede de internet das coisas também se possível.

## 11 - Paisagismo sustentável.

No Brasil se encontra a maior parte de biodiversidade do mundo, porém mesmo com tantas espécies nativas, os projetos ainda possuem espécies exóticas trazidas de outras regiões, em sua maioria inspiradas no paisagismo do estilo europeu ou asiático. O Paisagismo sustentável vem para combater esse uso de espécies exóticas que vão acarretar num maior consumo de água por muitas vezes por não serem adaptadas ao nosso clima, e também são causadoras de perda de biodiversidade nativa. Podem compactar o solo e necessitam de uso de produtos químicos e pesticidas com maior facilidade.



Fonte: Evelyn Muller. Site: CASACOR. (2018)

A vegetação deve ser usada em favor da eficiência energética do projeto. Projetar edificações com tetos verdes, jardins verticais são ótimas estratégias para melhorar o conforto térmico como também trazer benefícios aos usuários e o meio ambiente. É importante especificar o tipo de espécies nativas e adaptáveis para diminuir o consumo de água durante a irrigação e também trazer proteção para a biodiversidade.

## 12- Saúde e bem-estar dos habitantes.



Fonte: fórum da construção. Acesso em: 10 de março de 2019.

Por muitas vezes os projetos são feitos pensando no consumo de água e energia, porém não se pode esquecer que devesse observar também se ele é estimulante, aconchegante e traga conforto para quem o usa. Logo ele deve oferecer conforto térmico, acústico e lumínico.

Oferecer uma boa circulação do ar também é essencial, portanto é importante prover níveis adequados de renovação do ar. O projeto deve ter especificado os materiais com níveis baixos de compostos orgânicos voláteis. O ambiente deve ter locais projetados para espaço de descompressão e se possível incentivar a prática de atividades físicas e uma alimentação saudável.

### 13- Viabilidade econômica

Muito se falou dos impactos sociais e ambientais, porém existe um terceiro pilar que Sustenta a Arquitetura sustentável. O Pilar econômico. Atender dois dos requisitos e esquecer do viés econômico não adianta. Devem ser viáveis economicamente a construção das edificações e assim trazer valor agregado ao projeto com as estratégias de sustentabilidade.



Fonte: Elo Jr. (2018)

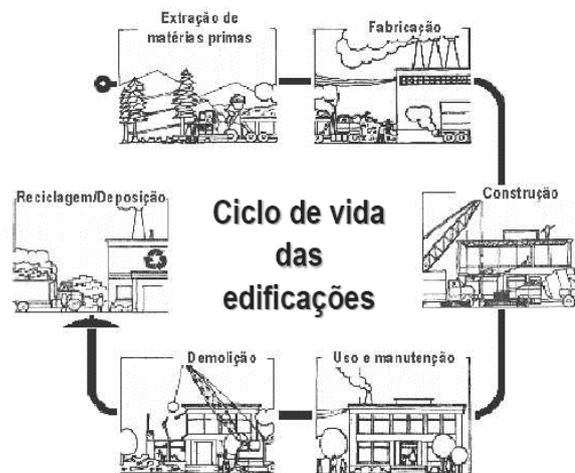
Também não se pode esquecer da etapa de manutenção da edificação, muitas pessoas apenas levam em consideração os gastos da construção, mas se esquecem da manutenção e operação. Deve-se levar em consideração todo o ciclo de vida do projeto para assim realizar os estudos de *payback* ( De acordo com o site Wikipédia é “o período de recuperação do investimento (PRI), em inglês, *payback period*, é o tempo decorrido entre o investimento inicial e o momento no qual o lucro líquido acumulado se iguala ao valor desse investimento.”) e custos.

Logo podemos concluir que, o projeto deve ter um valor agregado, ele deve ser uma construção atraente para aumentar esse valor. É de grande importância observar todos os custos de operação e manutenção, como também, realizar estudos de viabilidade econômica e técnica da edificação, das soluções tomadas e tecnologias empregadas.

### 14- Análise do ciclo de vida.

Analisar o ciclo de vida de uma edificação quer dizer que você irá analisar todo o período de vida do projeto e o impacto ambiental que ele irá causar, desde a extração de matérias primas para a construção e até a sua manutenção, operação e até possível demolição posteriormente. Pode ser uma análise bem complexa, mas em contrapartida somente assim irá ter uma visão completa da energia incorporada no edifício e ajuda a se pensar em formas de

otimizar os recursos empregados nas etapas do projeto, seja ela na concepção do projeto, construção, manutenção ou demolição.

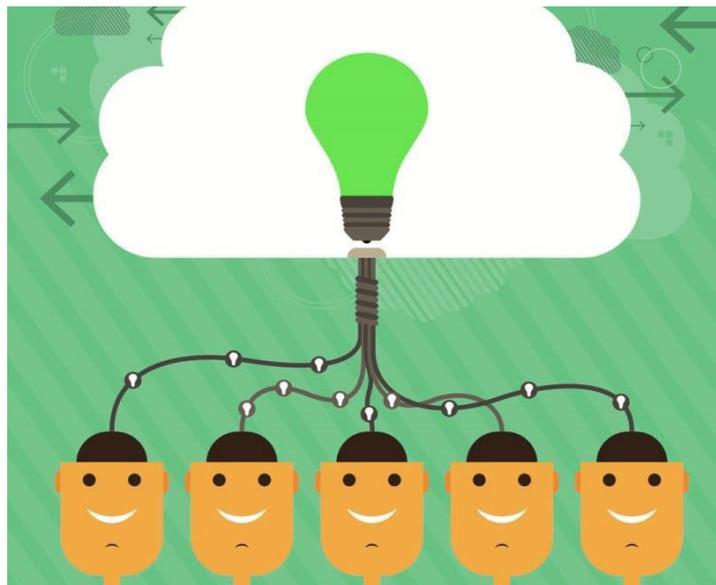


Fonte: TAVARES. (2016)

O empreendimento deve ser pensado de maneira que seja duradouro e que vá causar o menor impacto possível no meio ambiente e para a população. O projeto deverá ter uma gestão sustentável durante todo o seu ciclo de vida e ao final possibilitar que seja desmontado e que seus resíduos sejam utilizados e reaproveitados.

### 15- Promover a conscientização.

Os projetos sustentáveis são e devem ser sempre fonte de inspiração para a sociedade. Eles têm o importante papel de divulgar os benefícios que trazem uma edificação do tipo para o futuro. A partir dele que a população pode conhecer essas tecnologias verdes e como pode ser usado em prol da saúde do planeta e da raça humana.



Fonte: Alessandra Aparecida Berton Rodrigues. (2015)

Para se ter uma economia mais verde, é indispensável a educação e conscientização dos usuários para que assim gere mais engajamento para a causa. Quanto mais é divulgado os resultados positivos e benefícios que trazem esse tipo de edificação, mais pessoas se engajarão no mesmo propósito de criar uma Arquitetura sustentável.

Boas alternativas para iniciar esse engajamento são programas de educação ambiental seja com visitantes ou a comunidade, bem como orientar também aos usuários para que façam uso consciente da edificação, considerando no mínimo a reciclagem de resíduos, racionalização do uso da água e energia.

#### **4. ARQUITETURA ECOLÓGICA**

Em se tratando do Desenvolvimento sustentável, plano de gestão ambiental; conservação de recursos naturais; ética ecológica; proteção dos recursos naturais; meio ambiente natural; cenários ambientais; ecologia urbana; fontes renováveis; biomassa; licenciamento ambiental, tudo isso abrange o meio da EIA (Estudo de Impacto Ambiental), RIMA (Relatório de Impacto Ambiental), pois essa é a nova linguagem que os arquitetos estão tendo que apreender para atuar no mais novo mercado de trabalho brasileiro e mundial, o do Planejamento Ambiental que engloba a estrutura e a forma da arquitetura ecológica.

Os conceitos fundamentais da linguagem da arquitetura contemporânea estão sendo gradualmente reestruturados devido as “correntes” ecológicas que influenciam em todos os aspectos da construção, desde a engenharia até o projeto dos espaços internos, além, claro, das especificações dos materiais utilizados. O tema sustentabilidade vem influenciando abordagens de projeto na arquitetura contemporânea e conta com exemplos nas mais diversas condições urbanas e ambientais. Muitas das novas construções visam questões de conforto ambiental, como da água, fazem parte de uma nova estratégia arquitetônica, construindo uma geração de edifícios no mundo, pensados para responder ao máximo aos desafios ambientais e tecnológicos da sustentabilidade, sem renunciar a moderna tecnologia, valores formais e a criação de edificações que atendam às necessidades de seus usuários (GAUZIN-MULLER, 2010).

Essa nova área tem avançado nas práticas urbanas que devemos parar para pensar acerca de sua compreensão, aplicação, metodologia dentre outros, face à existência do Planejamento Urbano, campo profissional do arquiteto e até das duplicidades existentes. Portanto o arquiteto tem que correr atrás de tantas e de novas informações que irá fazê-lo diferenciar o Planejamento Ambiental do nosso Planejamento Urbano.

A crescente conscientização da situação ambiental está gerando uma sociedade mais exigente que almeja melhores desempenhos ambientais sem maiores custos adicionais. Sob a

questão da escolha dos materiais é fundamental, porém é preciso entender que nem sempre está relacionada diretamente com a questão dos materiais ecologicamente corretos, e sim com o desafio de escolher o melhor material para um determinado fim. Atualmente, a maioria dos materiais utilizados exercem forte impacto ao meio ambiente, considerando desde as suas fases de extração, processamento, transporte, uso e eliminação. Questões importantes que precisam ser levadas em conta para avaliar se o material / tecnologia é menos ou mais prejudicial ao meio ambiente: Consumo de energia e de água incorporados no processo construtivo; se o processo é poluente (água, ar, terra e som); Se o processo gera resíduos; Se possui potencial de reuso e reciclagem; Se possui algum tipo de certificação ambiental (MUZZI et al., 2014).

Portanto o método terá que ser utilizado conforme a composição e postura do profissional das equipes técnicas para trabalhos de planejamento ambiental, tendo uma composição por um biólogo, zootecnista ou ecólogo, pois às vezes a importância está no conjunto em que os arquitetos e urbanistas estão trabalhando, saber quais os motivos que estão levando a sociedade a se preocupar, tanto, com as questões ambientais que aparecem sempre meio disfarçadas no bojo da discussão urbanística e nesse pequeno texto, levantar pontos que possam contribuir com o debate, saídas, alternativas, dentre tantas coisas que acredito que podem ser ajustadas.

#### **4.1 ARQUITETURA ECOLÓGICA PARA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR.**

A residência eficiente, num sentido amplo, visa encontrar materiais que sejam atraentes economicamente, apresentem um bom desempenho e ao mesmo tempo que gere menor impacto ambiental possível. Desse modo, a grande demanda é por meios de maximizar as características dos materiais e dos métodos construtivos, além de fazer pesquisas sobre soluções inovadoras na construção civil para a aplicação em casas populares de forma que sejam eficientes, coisa que eventualmente são deixadas de lado pela construção civil no Brasil., mas esse deveria ser o foco das pesquisas dos dias de hoje.

A construção de uma moradia sustentável não só se baseia nas justificativas ambientais e sociais, como também nas justificativas econômicas. Um projeto de casa unifamiliar de alto custo inviabilizaria totalmente sua execução. Então, a utilização de materiais novos e de novas técnicas construtivas, fazendo um aperfeiçoamento das mesmas, viabiliza a execução do projeto (VISINTAINER, Michael Renê Mix; CARDOSO, Larriê Andrey; VAGHETTI.).

A sustentabilidade tem o sentido tão polissêmica e difundida em diversos campos de conhecimentos que é difícil uma conceituação precisa. Etimologicamente está ligada ao verbo sustentar, do latim sustentar e, podendo significar: evitar a queda, manter o equilíbrio, vinculada a capacidade de sustentar ou a qualidade do que é sustentável (FERREIRA, 2014).

O termo foi difundido a partir de meados do século XX, quando os conflitos entre o meio ambiente e o desenvolvimento se acirraram, um dos marcos na pauta dessas discussões foi a Conferência de Estocolmo. Muitos são os nomes para categorizar a arquitetura que tem na sua essência a preocupação em se projetar modos mais eficientes e racionais de abrigos, casas e edificações.

Essa “Arquitetura Nova Era” traz no seu embrião a necessidade de uma arquitetura sustentável. No Guia de Sustentabilidade na Arquitetura (2012), da Associação Brasileira de Ensino de Arquitetura – ASBEA é definido o seguinte conceito sobre arquitetura sustentável:

A arquitetura sustentável é a busca por soluções que atendam ao programa definido pelo cliente, às suas restrições orçamentárias, ao anseio dos usuários, às condições físicas e sociais locais, às tecnologias disponíveis, à legislação e à antevisão das necessidades durante a vida útil da edificação ou do espaço construído. Essas soluções devem atender a todos esses quesitos de modo racional, menos impactante aos meios social e ambiental, permitindo às futuras gerações que também usufruam de ambientes construídos de forma mais confortável e saudável, com uso responsável de recursos e menores consumos de energia, água e outros insumos. (ASBEA, 2012, p.14).

Identifica-se que o processo de tomada de decisão, principalmente no campo da arquitetura sustentável, envolve pensar múltiplas possibilidades, evitando-se a adoção de propostas isoladas e buscando-se a combinação de soluções que possam responder de maneira satisfatória as diretrizes gerais daquela programação arquitetônica (ASBEA, 2012).

As construções sustentáveis devem se adaptar ao meio ambiente e causar o menor impacto possível. Entretanto, no desenvolvimento da engenharia construtiva, técnicas que privilegiavam o aproveitamento passivo de fatores naturais como luz, calor, ventilação, entre outros, foram abandonados com o advento de novas tecnologias (BRANDÃO et al., 2009).

Portanto entende-se que é possível expandir o entendimento de construções sustentáveis por meio da bioarquitetura e suas técnicas, que utilizam materiais naturais e conhecimentos sobre o aproveitamento passivo dos recursos naturais para conceber uma construção. Pode-se com isso diminuir a dependência em relação aos produtos e processos industrializados e às técnicas convencionais, considerados técnicas inviáveis do ponto de vista da sustentabilidade (MUZZI et al., 2014).

Existem diversas alternativas de técnicas construtivas altamente indicadas para incorporar as ideias de sustentabilidade em uma habitação unifamiliar. São inovações multiculturais, abertas a novas configurações de conhecimento e à tolerância. Trata-se de tecnologias, muitas vezes já conhecidas, que visam à sustentabilidade na construção, mais justa e ecologicamente comprometida, podendo ser viabilizadas na prática e para facilitar a vida do usuário e tornar as habitações locais mais saudáveis e integradas.

Para Sullivan e Ward (2011), nos últimos anos pode ser visto um maior enfoque sobre o papel de construção e adaptação de casas dentro da agenda de desenvolvimento sustentável e mudança climática. Nos Estados Unidos, e na média dos países em desenvolvimento, como Brasil e México, há um reconhecimento crescente de que as aplicações generalizadas também sejam incorporadas na forma de melhorias facilmente apropriáveis e realizáveis na construção de moradias, tais como as habitações unifamiliares (BRANDÃO et al., 2009).

## **5. VIABILIDADE DA ARQUITETURA ECOLÓGICA PARA PROJETO RESIDENCIAL UNIFAMILIAR PARTIR DE TÉCNICAS SUSTENTÁVEIS.**

Lengen (2009) disseminou sobre uma arquitetura mais integrada com a natureza. O Autor enumerou nove pontos que devem ser observados antes de se fazer a escolha dos materiais:

- Como é sua manutenção. [...];
- Como o material responde ao frio e ao calor, [...];
- Se há materiais em abundância na região, [...];
- Se na região há a possibilidade de converter matérias-primas em materiais de construção, [...];
- Se existe na comunidade suficiente mão de obra para trabalhar o material escolhido. [...];
- Quando não existe suficiente material local, pensar em como trazê-lo de fora [...];
- Qual é o tempo de duração dos materiais e se são adequados para o clima da região. [...];
- Como combinar os materiais. [...];
- [...], é preciso pensar bem em que tipo de material lhe permitirá construir imediatamente, habitar, e aos poucos dar o acabamento.", (LENGEN, 2009, p.296-297).

Algumas das técnicas de Arquitetura ecológica que são citadas por Lengen (2009) em seu manual, podem ser encontradas em diversas regiões do Maranhão. Uma das vezes são mais encontradas que outras, que são elas: Taipa de pilão, adobe, pau a pique, pedras, barro, sapê, bambu, fibra vegetal e madeira. Vale enfatizar as técnicas que utilizam o barro como principal matéria prima. Destacam-se em meio a elas, os Tijolos de adobe, taipa de pilão e pau a pique (taipa de mão).

Torna-se uma forma inteligente de construir quando a determinação dos componentes é adequada ao projeto. Em função de seu uso, os materiais que não são convencionais podem diminuir o impacto ambiental que causaria, assim proporcionando conforto ao usuário. (GAUZIN-MULLER, 2010).

“A terra, é um bom regulador hidrotérmico que não contém nem fibras, nem compostos orgânicos voláteis, nem metais pesados, mais sua queima consome muita

energia. Para evitá-la, pode ser utilizada terra crua na forma de adobe, [...] MULLER. (2010, p. 123).

## 5.1 CONFORTO AMBIENTAL

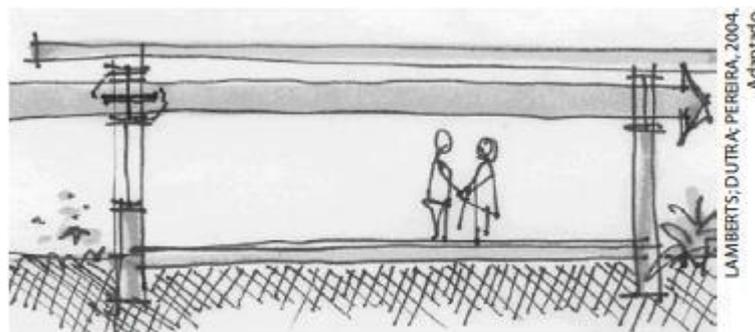
Entender como funciona as características bioclimáticas do local, bem como a orientação solar, umidade e ventilação predominante, é de suma importância observar os custos e benefícios trazidos pelas soluções adquiridas com a concepção do projeto que melhoram esse conforto térmico.

Deve-se levar em consideração o usuário final da edificação, pois os benefícios de uma boa solução ou os malefícios de uma ruim se estendem por toda vida útil do projeto, portando esse custo deve ser observado no ponto de vista de quem irá usar.

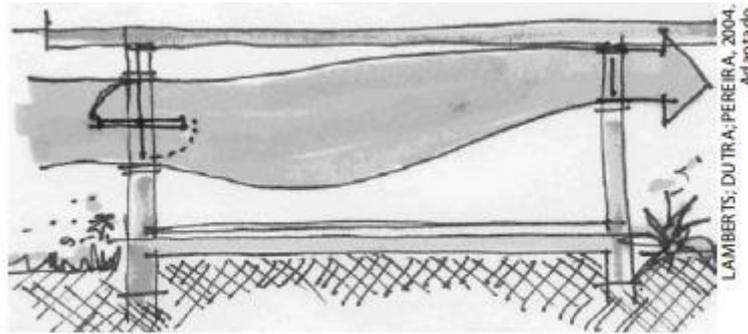
Os ganhos e perdas de calor da edificação também dependem de algumas variáveis arquitetônicas. Alguns exemplos de influência térmica dos elementos da arquitetura (MASCARÓ, 1991; LAMBERTS, 2004. Adaptado.) destacam os seguintes fatores:

- As características dos materiais das fachadas externas (expostas às condições climáticas);
- A cor utilizada nas fachadas externas;
- A orientação solar;
- A forma e a altura da edificação;
- A orientação e o tamanho das vedações transparentes;
- As características do entorno da edificação;
- A orientação em relação a ventilação;
- O desempenho das aberturas, quanto às possibilidades de iluminação natural, bem como suas devidas proteções à insolação inadequada;
- A localização estratégica dos condicionadores de ar artificiais.

Cada região tem estratégias específicas para as soluções arquitetônicas a serem adotadas nas edificações, já que as cidades brasileiras apresentam características climáticas bem diferenciadas entre elas. (APOSTILA, Estudo Arquitetônico para Gestores Imobiliários. 2019).



Exemplo de ventilação higiênica.



Exemplo de ventilação cruzada.

A forma da edificação deverá respeitar a orientação do sol que seja mais favorável ao local. Deve ser analisado todas as condições na carta solar do terreno, a partir de análises qualitativa-quantitativa do lote. A partir desse estudo, deverá ser feita uma distribuição dos ambientes no terreno de forma que seja mais favorável a orientação solar em cada um.

As condições de habitabilidade vão depender da ventilação natural e iluminação disponível em cada ambiente. A forma adequada de orientação solar segue os princípios do caminho que o sol percorre, destacando que o nascer do sol ocorre no Leste e o pôr-do-sol no Oeste. Ao meio dia começa o horário mais quente, por isso as fachadas voltadas para o Oeste são mais quentes que as do Leste.

## 5.2 CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS

A ilha de São Luís tem um clima tropical, onde chove muito mais no verão do que no inverno. A temperatura média é de 27°C, com média anual pluviométrica de 1896mm. O clima se classifica como Aw de acordo com a Köppen e Geiger. (CLIMATE-DATA.ORG. 2019).

O sistema de captação de águas da chuva é considerado um dos sistemas mais simples de reuso de água, pois na maioria dos casos a água captada já se encontra limpa, demandando pouco ou nenhum processo de purificação. Esse sistema se caracteriza pela coleta de águas pluviais, em coberturas, pisos, entre demais áreas precipitadas, direcionando-a à reservatórios dimensionados conforme a vazão estimada do produto coletado. Após isso, a água armazenada no reservatório é tratada ou não, conforme as necessidades do destino final, e então direcionada ao uso.

Dentre os quais se pode citar como exemplo:

- Irrigação paisagística;
- Lavagem de ruas e pisos;
- Uso não potável, como bacias sanitárias e torneiras;
- Uso potável, desde que tratado conforme as exigências sanitárias de qualidade.

O aproveitamento de água da chuva traz numerosas vantagens, tais como simplicidade e facilidade de manutenção e controle, baixos custos de implantação. Além disso, a água tratada de maneira simples, pode ser aplicada com vantagens quando comparada com o sistema de reutilização de águas residuárias, embora dependa de períodos chuvosos para o abastecimento. E ainda apresenta benefícios ambientais, como redução de consumo de água potável, controle de drenagem pluvial, prevenção de enchentes, e manutenção do equilíbrio hidrológico (SCHMIDT, 2009).

O mês mais seco é outubro com 7 mm. Com uma média de 367 mm o mês de abril é o mês de maior precipitação. O sistema de captação de água de chuva é uma boa alternativa devido aos altos índices pluviométricos da região.

### **5.3 CAPTAÇÃO DE ENERGIA SOLAR**

A captação da energia solar para ser convertida em energia elétrica é feita por painéis solares, estes que são instalados sobre a cobertura da edificação ou sobre áreas abertas ou fixadas ao solo, pois devem ficar expostas para captar a maior quantidade possível de radiação solar. O processo de conversão é feito através das células fotovoltaicas e após isso passa por um aparelho chamado inversor, que é responsável pelo trabalho de converter a energia captada pelos painéis em energia convencional, para ser usada nas edificações (DC - AC), ou seja, em 110 ou 220V (NEOSOLAR).

A energia que é convertida pelo inversor, é transportada até a unidade consumidora e ligada em paralelo com a rede pública, antes mesmo do quadro de distribuição principal. A energia solar, não é destinada a um único aparelho específico ou carga, mas alimenta toda a unidade consumidora unida a rede pública. (NEOSOLAR)

No Brasil, os primeiros projetos apareceram por volta da década de 80 e tiveram como prioridade gerar energia elétrica em locais distantes dos centros de distribuição, como área rural ou comunidades isoladas, com a função de levar água, alimentar sistemas de telecomunicação e sinalização (MORAES, 2007).

“O Brasil possui uma grande vantagem territorial, pois se encontra próximo à faixa do Equador o que garante um índice de radiação solar de aproximadamente 140000 MW, conforme o Ministério de Minas e Energia, que é 50% a mais do que a energia consumida no país.” (BASTOS, 2018).

### 5.3.1. Tamanho Ideal Do Sistema

Segundo a Neosolar, para poder determinar uma dimensão do sistema, deve-se levar em consideração o consumo médio de energia. Quando mais painéis, mais energia. Para se ter um dimensionamento mais detalhado do sistema, entretanto, leva outros parâmetros em conta, como:

- Localização da instalação e nível de irradiação solar
- Disponibilidade de área e condições de sombreamento
- Inclinação e orientação dos painéis
- Compatibilidade entre os painéis e inversores

Exemplo:

Tabela1. Dimensionamento de placas necessárias.

Consumo mensal	Placas necessárias	Área mínima p/ instalação
300 kWh	10	20 m <sup>2</sup>
500 kWh	16	32 m <sup>2</sup>
1.000 kWh	32	65 m <sup>2</sup>

Fonte: Neosolar.

Vantagens da energia solar segundo Moraes (2007):

- Os recursos são inesgotáveis (energia solar);
- Não prejudica a flora e a fauna nem a qualidade do ar e da água;
- Não provoca inundações de grandes áreas;
- Não gera ruídos;
- A vida útil dos equipamentos é longa (30 anos);
- Instalada diretamente no local de consumo, não requer linhas de transmissão;
- Pode ser incorporada à arquitetura;

Com base no Atlas solarimétrico do Brasil, a região de São Luís do Maranhão, a cidade recebe uma média de 16 horas de radiação solar numa escala de 24 horas. Na escala de insolação recebe 7 horas diárias numa escala de 10 horas. Portanto se torna bem viável a utilização de energia por placas fotovoltaicas pela grande incidência.

De acordo com dados da Agência Nacional de energia elétrica, o Maranhão, até o presente momento, tem 142 unidades consumidoras gerando sua própria energia, sendo 53,5% residências, 43% comércio, 3,5% indústrias. Já são 12.295 unidades no Brasil que produzem sua própria energia solar. O Maranhão, corresponde a 1,15% deste total.

Temos uma vantagem:

““Estamos a dois graus da linha do Equador, com uma incidência de radiação solar caindo quase que horizontalmente por sobre os painéis solares aqui instalados”, explicou o professor de Engenharia da Computação da UFMA, Shigeaki Lima. Para o pesquisador, a localização geográfica do Maranhão coloca o estado entre os mais promissores do país não só no desenvolvimento de energia solar, mas de outras alternativas como a energia eólica e a energia dos mares.” (G1-2016).

Para descobrir o provável rendimento do sistema fotovoltaico ou verificar sua viabilidade é necessário obter o histórico de medição de radiação solar, difusa e direta, do local definido para a instalação, para obtenção dessas medições, tem-se a base de dados da LABREN com as seguintes informações:

### Médias do Total Diário da Irradiação Direta Normal para o Estado do MARANHÃO

(Wh/m<sup>2</sup>.dia)

Mostrar  registros Procurar:

ID	Lon	Lat	Anual	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
61200	-44,249	-2,5005	4355	3902	3487	3032	3105	3804	4679	4990	5496	5378	4722	4804	4863

Tabela 2. Fonte: LABREN, 2020.

### Médias do Total Diário da Irradiação no Plano Inclinado para o Estado do MARANHÃO

(Wh/m<sup>2</sup>.dia)

Mostrar  registros Procurar:

ID	Lon	Lat	Anual	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
61200	-44,249	-2,5005	5208	4872	4938	4781	4684	4761	4943	5174	5726	6007	5694	5546	5369

Tabela 3. Fonte: LABREN, 2020.

### Médias do Total Diário da Irradiação Global Horizontal para o Estado do MARANHÃO

(Wh/m<sup>2</sup>.dia)

Mostrar  registros Procurar:

ID	Lon	Lat	Anual	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
61200	-44,249	-2,5005	5208	4958	4989	4787	4648	4687	4844	5078	5659	5999	5741	5635	5480

Tabela 4. Fonte: LABREN, 2020.

## Médias do Total Diário da Irradiação Difusa para o Estado do MARANHÃO

(Wh/m<sup>2</sup>.dia)

Mostrar  registros ----- Inserir ID -----  
Procurar:

ID	Lon	Lat	Anual	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
61200	-44,249	-2,5005	2162	2169	2283	2306	2246	2046	1918	1929	2058	2224	2312	2298	2155
ID	Lon	Lat	Anual	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez

Tabela 5. Fonte: LABREN, 2020.

## Médias do Total Diário da Irradiação PAR para o Estado do MARANHÃO

(Wh/m<sup>2</sup>.dia)

Mostrar  registros ----- Inserir ID -----  
Procurar:

ID	Lon	Lat	Anual	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
61200	-44,249	-2,5005	2370	2309	2346	2347	2285	2310	2294	2366	2504	2538	2442	2359	2341
ID	Lon	Lat	Anual	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez

Tabela 6. Fonte: LABREN, 2020.

### 5.3.2 Orientação e Escolha Do Ângulo De Inclinação

“A melhor maneira de instalar um módulo solar fixo, situado no hemisfério sul, sem um sistema de rastreamento solar, é orientá-lo com sua face voltada para o norte geográfico. Essa orientação melhora o aproveitamento da luz solar ao longo do dia, pois, durante todo tempo, o módulo fica exatamente de frente para o Sol.” (BASTOS, 2018).

A Tabela abaixo mostra o ângulo de instalação recomendado para painéis fotovoltaicos de acordo com a latitude da localização, na qual se pode ver que o ângulo de inclinação recomendado será de 10°.

Latitude Geográfica do Local	Ângulo de Inclinação Recomendado
0° a 10°	$\alpha = 10^\circ$
11° a 20°	$\alpha = \text{latitude}$
21° a 30°	$\alpha = \text{latitude} + 5^\circ$
31° a 40°	$\alpha = \text{latitude} + 10^\circ$
41° ou mais	$\alpha = \text{latitude} + 15^\circ$

Tabela 7. Fonte: Bastos. 2018.

## 5.4 TELHADO VERDE

Telhado Verde é uma solução sustentável que consiste na aplicação de uma camada vegetal sobre uma base impermeável, podendo ser feito em uma laje ou um telhado convencional, além de que o mesmo ainda proporciona excelente conforto ambiental, é um excelente isolamento térmico e ele ainda age por evapo-transpiração, perdendo a energia de

evaporação da água por ele retida. O telhado vivo também consome energia pela fotossíntese (BALDESSAR, 2012).

A implantação desta técnica tem diversos benefícios, tais como:

- Permite que o calor não se propague para o interior da construção, pois absorve até 90% mais o calor que os sistemas convencionais;
- Com a produção de oxigênio das plantas, há uma melhor qualidade do ar para os moradores da casa e casas adjacentes;
- Serve como isolante acústico;
- Regula a umidade do ar;
- Além de ser esteticamente e visualmente agradável.

Tendo como definição deste instrumento de construção ambiental que é o telhado verde, o mesmo agrega em sua composição, uma camada de solo ou substrato de vegetação, pois este telhado serve como uma alternativa viável e sustentável perante os telhados e lajes tradicionais, pois facilita o gerenciamento de grandes cargas de águas pluviais, desencadeando em melhorias térmica, serviços ambientais e novas áreas de lazer. (NASCIMENTO, 2010).

Portanto, perante todos esses benefícios no qual ele nos traz, existem dois tipos deste telhado verde, sendo eles: intensivo e extensivo. Onde o intensivo é caracterizado por uma camada mais espessa e por suportar maior variedade de plantas, além de que ele tem uma finalidade menos utilitária e mais paisagística. Esse tipo é caracterizado pela utilização de plantas que demandam maior consumo de água e necessitam de sistema de irrigação, adubo e manutenção geral, tais como os jardins tradicionais. Sua durabilidade é proporcional aos cuidados dispensados aos telhados e os custos podem variar, podendo ser mais altos, tanto na implantação, quanto na manutenção devido aos gastos com os materiais e com a mão de obra (ARAUJO, 2007).

Já o extensivo, apresenta uma camada mais fina e leve. Sabendo que ele é constituído basicamente por quatro camadas, tais como: camada de impermeabilização, camada drenante, camada de substrato e camada de vegetação. Para a construção deste tipo de telhado será utilizada a mesma estrutura de madeira, prevista no projeto base do memorial descritivo, como apoio para a elaboração teórica.

Este tipo de telhado é também caracterizado pela alta resistência as variações pluviais e climáticas, tornando praticamente desnecessária sua manutenção, necessitando de camadas menores e mais leves de substrato, minimizando assim custo o da estrutura, pois o abastecimento de água e das substancias nutritivas, dão-se pelo processo natural.

Segundo NASCIEMNTO (2010), o telhado verde proporciona um ambiente muito mais fresco do que outros telhados, mantendo o edifício protegido de temperaturas extremas, especialmente no verão, reduzindo em até 3°C, minimizando assim, os gastos energéticos com o aquecimento ou com a refrigeração, conseqüentemente economizando energia. Em ambientes extremamente artificiais como o urbano, promovem o reequilíbrio ambiental, trazendo os benefícios da vegetação para a saúde pública e a biodiversidade, quando utilizados plantas nativas do local. Às vezes, telhados verdes contam com painéis solares que reduzem ainda mais o consumo de energia elétrica.

Esta estrutura de madeira contará com a fixação de placas compensadas do tipo OSB, lona impermeabilizante, manta geotêxtil, argila expandida, terra adubada, grama e rufos metálicos.

### **5.5 TIJOLO SOLO CIMENTO.**

O tijolo ecológico é assim chamado, por conta de seu processo de produção não precisar da queima de madeira e combustível. Fato que desencadeia na diminuição de monóxido de carbono e elimina os cortes de árvores.

O tijolo ecológico ou de solo-cimento é feito de uma mistura de solo e cimento, que depois são prensados; seu processo de fabricação não exige queima em forno à lenha, o que evita desmatamentos e não polui o ar, pois não lança resíduos tóxicos no meio ambiente. Para o assentamento, no lugar de argamassa comum é utilizada uma cola especial (SALA, 2006).

Esse tipo de tijolo permite embutir a rede hidráulica e elétrica, dispensando o recorte nas paredes. Como se trata de um sistema modular e produzir uma alvenaria uniforme, diminui os prejuízos com reboco (MOTTA, 2015).

De acordo com o SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio às Micros e Pequenas Empresas), As vantagens de utilizar o tijolo solo-cimento, vai muito além da sustentabilidade, mas também tem um grande viés econômico, construtivo, estético e de conforto. De acordo com estudos realizados no Brasil, os tijolos ecológicos trazem de 20% até 40% de economia para a obra, se botar em comparação com o tijolo convencional (SEBRAE, p.3).

Segundo o SEBRAE (p.3. apud, OSCAR NETO, 2010) “hoje, em uma obra convencional, cerca de 1/3 do material vai para o lixo”. O autor ainda afirma que essa técnica construtiva possui outras vantagens:

- Redução em 30% do tempo de construção em relação à alvenaria convencional;
- Estrutura – os encaixes e colunas embutidas nos furos distribuem melhor a carga de peso sobre as paredes;
- Redução do uso de madeira para forma de vigas e pilares quase a zero;

- Economia de concreto e argamassa em cerca de 70%;
- Economia de 50% de ferro.

SEBRAE (p.3. apud, OSCAR NETO, 2010)

De acordo com Carvalho e Pororoça, apud Carneiro (2001), quando se constrói com tijolos de solo-cimento, faz com que as paredes tenham um comportamento térmico e durabilidade comparáveis às paredes construídas com tijolo convencional. Além desse benefício, os tijolos de solo-cimento podem ser utilizados em alvenaria de vedações ou estruturais, desde que sejam atendidas às resistências estabelecidas conforme os critérios de cada projeto e também que sigam as indicações de cuidados e manutenção.

Segundo a ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland) (1999), o tijolo solo-cimento é concebido da mistura de solo, cimento e água, que são compactados em uma ótima umidade e sob a massa específica seca. Se este material estiver nas proporções preestabelecidas, adquire uma boa resistência e durabilidade através da hidratação do cimento.

## **5.6 PISCINA BIOLÓGICA**

A piscina biológica ou ecológica pode ser descrita como um sistema no qual não se utiliza cloro ou outros produtos químicos para o tratamento da água que contém nela. De maneira sustentável e totalmente natural, as plantas aquáticas substituem todos os processos químicos que normalmente uma piscina convencional utiliza. Com o processo da fotossíntese, as plantas fazem a limpeza da piscina através da liberação de oxigênio. Para essa filtragem, algumas das plantas aquáticas utilizadas são as Ninfeias ou as Nenúfares. Porém deve-se observar o clima onde a piscina estará localizada, para que funcione da melhor forma. (SUSTENTARQUI 2014).

A piscina ecológica é dividida em duas áreas. A parte para uso, e a parte onde ficará localizada as plantas para filtragem da água.

“Vantagens e desvantagens de uma piscina biológica:

Vantagens:

- A vantagem principal em construir uma piscina ecológica ou biopiscina é a ausência de cloro. Não necessita de produtos químicos.
- Tempo e custos de manutenção reduzidos.
- Como a piscina biológica não requer equipamentos elétricos complexos, os custos energéticos são menores.
- As piscinas biológicas ajudam a equilibrar o ecossistema, eliminando a presença de insetos indesejados.
- Promoção da biodiversidade (fauna e flora).
- Apesar do seu aspeto natural e da existência de plantas aquáticas, as piscinas biológicas não atraem mosquitos.

Desvantagens:

- Custo inicial elevado. Somados todos os custos o valor de uma piscina ecológica fica em torno de 20% a mais que os modelos convencionais.
- Pode haver a existência de animais anfíbios na zona das plantas aquáticas e que podem ocasionalmente surgir na zona de banhos.” (SUSTENTARQUI 2014).



Fonte: SUSTENTARQUI 2014.

## 6. DIAGNÓSTICO

Para realizar uma proposta de uma residência unifamiliar que tenha técnicas que minimizem os impactos causados ao meio ambiente, deverá ser analisado fatores Socioeconômicos, físicos, urbanísticos, ambientais e de infraestrutura.

### 6.1 LEVANTAMENTO URBANÍSTICO E SOCIOECONÔMICO DO BAIRRO DO CALHAU.

O Bairro do calhau é um bairro de alto padrão da cidade de São Luís. Sendo um bairro residencial, mas com crescimento comercial. Está passando por algumas modificações na zona da Avenida Holandeses, mas tem como sua maioria dos lotes, edificações residenciais.

Com Base nas tabelas oferecidas pela Prefeitura de São Luís e o Instituto da cidade, temos os seguintes dados;

	DOMICÍLIOS	
DISTRITO URBANO	Domicílios Particulares Permanente	Domicílios Particulares e Coletivos
Calhau	2903	2915

TIPOS DE DOMICÍLIOS		
Casa	Casa de vila ou em condomínio	Apartamento
73,2	5,03	21,25

Tabela 8 e 9. Fonte: Prefeitura de São Luís, Instituto da cidade, 2020.

<b>CONDIÇÃO DE OCUPAÇÃO DO DOMICÍLIO%</b>					
Próprio já quitado	Próprio em aquisição	Alugado	Cedido por empregador	Cedido de outra forma	Outra condição
72,2	5,24	18,74	0,93	2,72	0,17

Tabela 10. Fonte: Prefeitura de São Luís, Instituto da cidade, 2020.

<b>PESSOAS RESIDENTES</b>	
Pessoas Residentes	Pessoas residentes em domicílios particulares permanentes
10285	10237

Tabela 11. Fonte: Prefeitura de São Luís, Instituto da cidade, 2020.

<b>FORMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA%</b>				
<b>DISTRITO URBANO</b>	Rede Geral	Poço ou Nascente	Chuva - Cisterna	Outra Forma
<b>Calhau</b>	70,65	23,73	0	5,61

Tabela 12. Fonte: Prefeitura de São Luís, Instituto da cidade, 2020.

<b>NÍVEIS DE ALFABETIZAÇÃO</b>			
Pessoas responsáveis alfabetizadas	Não alfabetizadas	Pessoas responsáveis por domicílio particular permanente não alfabetizadas	Pessoas responsáveis por domicílio particular permanente alfabetizadas
2783	120	4,13	95,87

Tabela 13. Fonte: Prefeitura de São Luís, Instituto da cidade, 2020.

<b>NÍVEIS DE ALFABETIZAÇÃO</b>		
Pessoas alfabetizadas com 5 ou mais anos de idade	Pessoas não alfabetizadas com 5 ou mais anos de idade	Pessoas não alfabetizadas com 5 ou mais anos de idade
9095	497	5,181

Tabela 14. Fonte: Prefeitura de São Luís, Instituto da cidade, 2020.

<b>TIPO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO%</b>						
Rede geral de esgoto ou pluvial	Fossa séptica	Fossa rudimentar	Vala	Rio, lago ou mar	Outro	Sem banheiro ou sanitário
47,3	31,62	14,26	2,65	0,59	0,65	2,93

Tabela 15. Fonte: Prefeitura de São Luís, Instituto da cidade, 2020.

<b>DESTINO DO LIXO</b>					
Coletado	Queimado (na propriedade)	Enterrado (na propriedade)	Jogado em terreno baldio ou logradouro	Jogado em rio, lago ou mar	Outro destino
2729	23	1	137	3	10

Tabela 16. Fonte: Prefeitura de São Luís, Instituto da cidade, 2020.

<b>ABASTECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA%</b>
Domicílios Particulares Permanentes sem energia elétrica
0,24

Tabela 17. Fonte: Prefeitura de São Luís, Instituto da cidade, 2020.

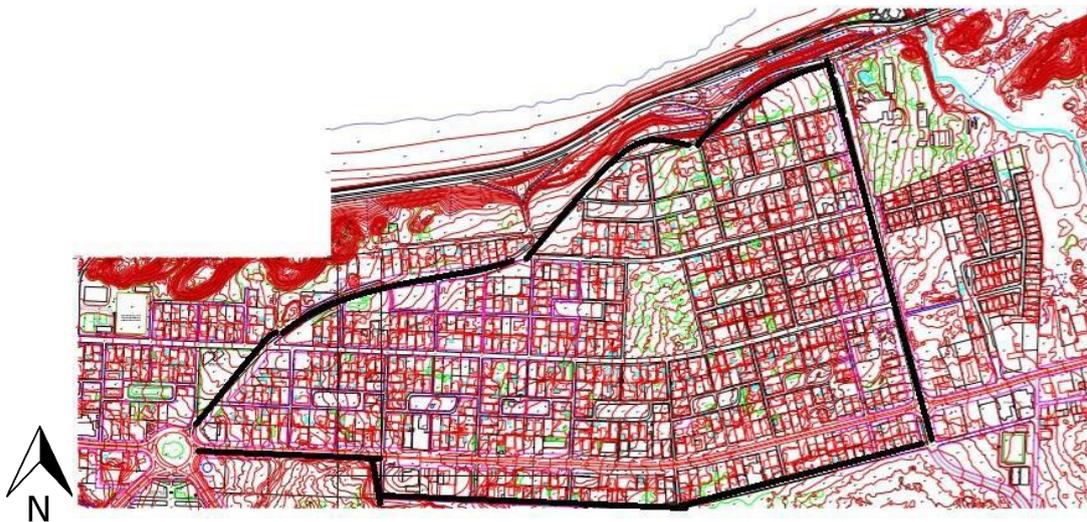
No Distrito urbano do Bairro do calhau se encontram as seguintes informações:

- Dos domicílios particulares permanentes são 2903 e os domicílios particulares e coletivos são de 2915.
- Dos tipos de domicílios numa escala de porcentagem, temos as casas com 73,2%, Casa de vila ou em condomínio com 5,03% e apartamentos com 21,25%.
- Da condição de ocupação de domicílio em porcentagem, o próprio já quitado com 72,2%, próprio em aquisição com 5,24%, Alugado com 18,74%, cedido por empregador com 0,93%, cedido de outra forma com 2,72%, e outras condições com 0,17%.
- Do número de pessoas residentes são de 10285, das pessoas residentes em domicílios particulares permanentes são de 10237.
- Dos níveis de Alfabetização, as pessoas responsáveis alfabetizadas são de 2783, não alfabetizadas são de 120, Pessoas responsáveis por domicílio particular permanente

não alfabetizadas são de 4,13 e pessoas responsáveis por domicílio particular permanente alfabetizadas são de 95,87.

- Dos níveis de alfabetização, Pessoas alfabetizadas com 5 ou mais anos de idade são de 9095, Pessoas não alfabetizadas com 5 ou mais anos de idade são de 497 e as Pessoas não alfabetizadas com 5 ou mais anos de idade são de 5181.
- Do tipo de esgotamento sanitário, com rede geral de esgoto ou pluvial com 47,3%, com fossa séptica com 31,62%, com fossa rudimentar com 14,6%, com vala com 2,65%, para rio, lago ou mar com 0,59%, outro com 0,65% e sem banheiro ou sanitário com 2,93%.
- Do destino do lixo, coletado são de 2729, queimado na propriedade são 23, enterrado na propriedade com 1, jogado em terreno baldio ou logradouro são de 137, jogado em rio, lago ou mar são de 3 e outro destino são de 10.
- Dos Domicílios Particulares Permanentes sem energia elétrica, possuem um número de 0,24.

Para se ter um entendimento de como funciona o bairro do projeto em questão e para justificar as decisões do programa de necessidades, fez-se a seguinte análise.



Fonte: Mapa da Aero carta de São Luís. Bairro do Calhau, MA.

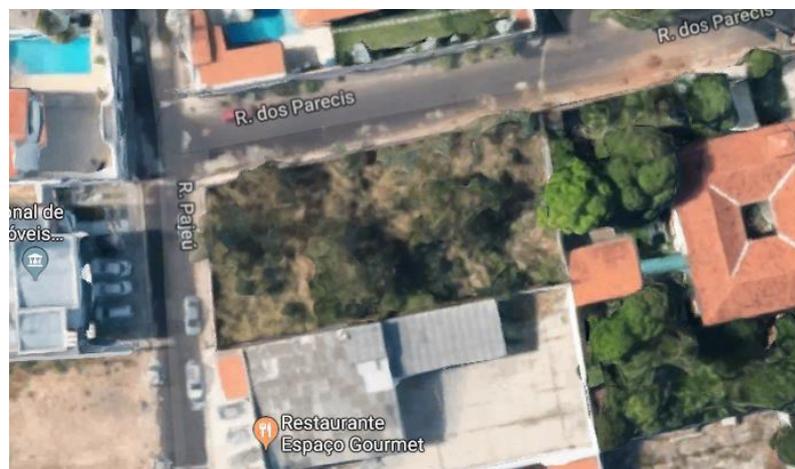
O Lote em estudo se encontra no Bairro do Calhau, situado entre as ruas Pageú e a Rua dos Parecis. Como se trata de um bairro adensado e com grande atividade de comércio, fez-se um estudo sobre os serviços oferecidos nas proximidades do lote num raio de 200 metros.



**MAPA DE SERVIÇOS**  
RAIO DE 200 M.

Fonte: Jessyca Hervilla Sodré Carvalho, 2019.

Como vemos no mapa acima, neste raio, tem-se serviços variados, que atendem bem as famílias residentes no bairro. Desde postos de gasolina, praças, bares e restaurantes, sedes governamentais, sindicatos, casas de est tica e comércio variado.



Fonte: Google Maps. 2019.

O lote do trabalho se encontra no Bairro do Calhau em são luís, Maranhão. Está situado na Zona ZR8, entre a Rua Parecis e a Rua Pajeu.

De acordo com a Lei 3253 que disp o zoneamento, uso e ocupa o do solo:

#### SE O VIII

#### ZONA RESIDENCIAL 8 – ZR 8

Art. 36 - Os usos permitidos e proibidos na Zona Residencial 8 estão definidos na tabela anexa à presente Lei.

Art. 37 - Os lotes resultantes dos novos parcelamentos são fixados e disciplinados pelas seguintes normas:

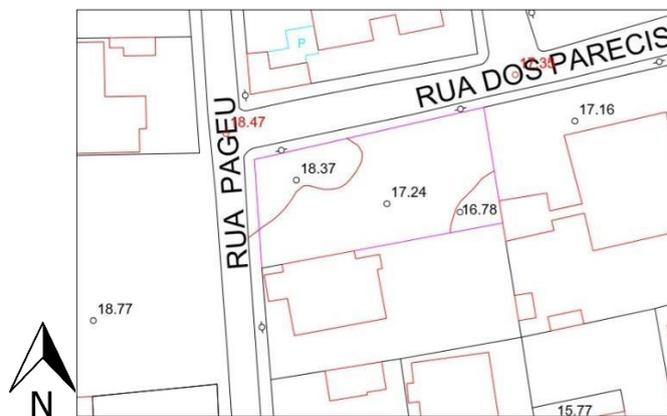
- I.  rea mínima do lote igual a 800,00 m<sup>2</sup> (oitocentos metros quadrados);
- II. Testada mínima do lote igual a 20,00 m (vinte metros).

Art. 38 - Os novos parcelamentos nesta Zona deverão obedecer à tabela anexa à presente Lei.

Parágrafo único - Os índices constantes na tabela referente ao artigo anterior não excluem a obrigatoriedade dos artigos citados nas disposições sobre parcelamento do solo

Art. 39 - As ocupações dos lotes pelas edificações ficam disciplinadas pelas seguintes normas:

- I. Área Total Máxima de Edificação (ATME) igual a 100% (cem por cento) da área do terreno;
- II. Área Livre Mínima do Lote (ALML) igual a 50% (cinquenta por cento) para todas as edificações;
- III. Afastamento frontal mínimo igual a 5,00 m (cinco metros); IV. Gabarito máximo permitido igual a 03 (três) pavimentos. (Lei 3253. São Luís, MA.



Fonte: Aero carta de São Luís, MA. Lote de estudo.

(MAPA de uso e ocupação)

As Tipologias das edificações a redor, são em sua maioria residenciais de até 2 pavimentos. Sendo no perímetro da avenida holandeses mais denso o comércio. Há existência de poucos prédios residenciais que passam de 8 pavimentos.

Abaixo algumas imagens retiradas do quarteirão de onde se encontra o lote do projeto.

Fotos em volta da praça da rua Parecis



Fonte: Jessyca Hervilla Sodré Carvalho. 2019.



Fonte: Jessyca Hervilla Sodré Carvalho. 2019.



Fonte: Jessyca Hervilla Sodré Carvalho. 2019.



Fonte: Jessyca Hervilla Sodré Carvalho. 2019.



Fonte: Jessyca Hervilla Sodré Carvalho. 2019.



Fonte: Jessyca Hervilla Sodré Carvalho. 2019.



Fonte: Jessyca Hervilla Sodré Carvalho. 2019.

Percebe-se que as casas das redondezas possuem um lote de em média 500m<sup>2</sup>, com edificações de 3 a 4 quartos, áreas de lazer, pois mesmo com praças próximas há preocupação com segurança, devido aos muros altos e cerca, assim havendo a preferência de ficar mais tempo em casa para atividades diversas de lazer.

As casas em sua maioria de alvenaria, telhado cerâmico ou de fibrocimento, janelas maiores e com varandas externas e garagens que caibam no mínimo dois carros. Boa parte possui dois pavimentos de gabarito e não exploram o contato com o externo, ou seja, foi construída isoladamente, sem levar em consideração o cuidado com o entorno e o urbanismo.

## 6.2 FATORES AMBIENTAIS

O Bairro do calhau se encontra próximo a costa litorânea de São Luís, tendo uma relevante incidência de salitre devido a este fator. Mesmo não sendo exposta diretamente ainda sim sofre meio que indiretamente por conta dos fortes ventos.

O município de São Luís se encontra na região Nordeste do Brasil, no norte do estado do Maranhão. Localizado no domínio Geoambiental denominado de Golfão Maranhense, possuindo 2° 31' 47'' de Latitude Sul e 44° 18' 10'' de Longitude Oeste.

Os aspectos físicos-naturais que caracterizam a cidade de São Luís são peculiares e frágeis ao mesmo tempo. Pelo fato de a capital fazer parte de um território com bonitas e diversificadas paisagens e características ambientais vulneráveis, como por exemplo o extenso ecossistema dos manguezais, do grande número de canais de drenagem e dos tipos de vegetação e solo encontrados no seu perímetro (DOS SANTOS, 2019).

“O município de São Luís, assim como a Ilha do Maranhão, formou-se há mais ou menos 1,6 milhões de anos, no período Quaternário. Foi moldada a partir de registros muito antigos, reativados durante o período Terciário, expressos através de formas e fraturas. São Luís integra uma ilha que já fez parte do continente, estando separada por águas rasas e salgadas. Se formos levar em consideração a forma fisiográfica na qual o município de São Luís se encontra, ou seja, uma ilha, pode-se constatar que geologicamente é uma ilha muito jovem.” (DOS SANTOS, 2019)

A geologia de São Luís é formada por rochas e estruturas sedimentares, possuindo idades diversas. A estratigrafia (Ramo da geologia que estuda a sucessão das camadas ou estratos que aparecem num corte geológico) de São Luís é composta pela formação itapecuru (Cretáceo superior), Formação de Barreiras (Datada do terciário), além de aluviões Pleistocênicos, praias, dunas e mangues Quaternários, que fazem parte da formação itapecuru (DOS SANTOS, 2019).

A cidade de São Luís possui duas faces distintas, uma onde é concentrada uma grande área arenosa repleta de dunas e pequenos cursos de água doce onde se encontram manchas de mangue, e outra na qual é caracterizada por diversos e exuberantes canais de água doce e grandes manguezais. A formação de falésias são corriqueiras também nas faixas mais arenosas. (CRISTINA et al., 1993).

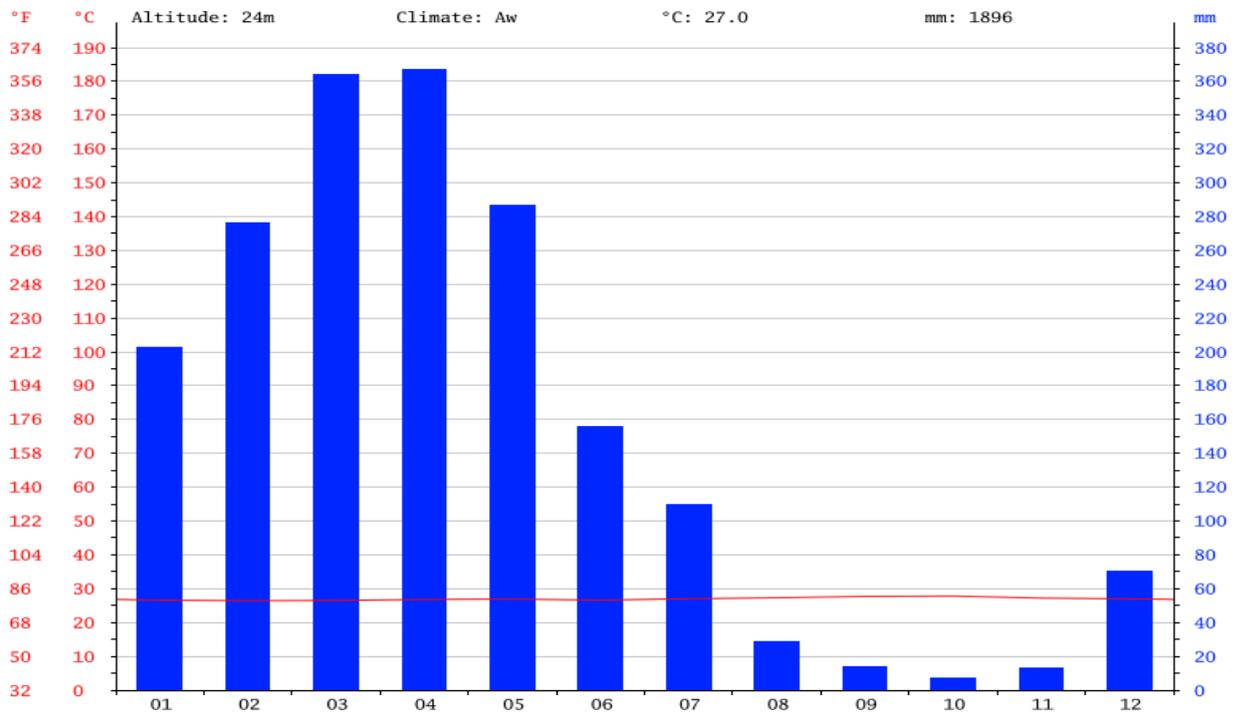
A Geologia tipo sedimentar do município, permite que os recursos minerais encontrados e explorados sejam: a água, as areias, a argila e o calcário. O Município apresenta três formas principais de relevo, Planícies Fluvio-Marinhas, Colinas e Tabuleiros Costeiros. As planícies fluvio-marinhas possuem cotas altimétricas que variam de 0 a 5 metros de altitude, elas têm essa forma devido a erosão provocada pelos mares e rios durante os milhares de anos. As colinas apresentam encontram-se por quase todo município e apresentam em seus topos suaves declives. Os tabuleiros possuem uma paisagem de topografia plana. (DOS SANTOS, 2019).

A cidade de São Luís está inserida numa região de baixa latitude (2° sul distante do equador), que se localiza na zona costeira e com pequenas altitudes. Características essas, que quando aliadas as dinâmicas de ventos, massas de ar e correntes marítimas são questões para definir o tipo de clima na capital do Maranhão.

As médias pluviométricas totais ao ano variam entre 1.800mm e 2.000mm. O mês com maiores precipitações é o de abril e o de menor é outubro. A amplitude térmica diária é baixa, devido aos fatores como a baixa latitude e a proximidade com o oceano, fazendo com que não haja uma variação acentuada durante o dia e a noite. As temperaturas são altas durante todo o ano e variam de 23° e 30°C. (DOS SANTOS, 2019).

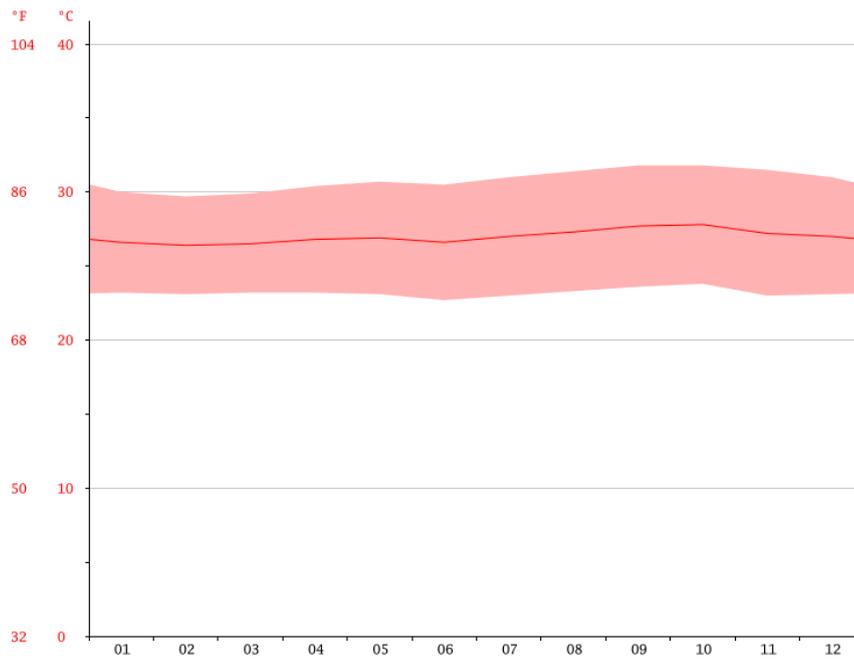
O clima em São Luís de acordo com a classificação climática do Köppen é da categoria AWW', em que A representa o tipo tropical úmido com altas temperaturas, W a estação seca definida e W' representa as precipitações acentuadas no verão-outono. Desta maneira, O Município apresenta uma definição de clima tropical úmido com duas "estações" delimitadas ao longo do ano, uma com grande incidência de chuvas durante o período de janeiro a junho e outra seca, no semestre entre julho e dezembro. (DOS SANTOS, 2019).

### GRÁFICO DE TEMPERATURAS E PRECIPITAÇÕES MÉDIAS DO CLIMA EM SÃO LUÍS E REGIÃO



Fonte: climate-data.org. 2019.

### GRÁFICO DE TEMPERATURA EM SÃO LUÍS E REGIÃO.



Fonte: Climate-data.org. 2019.

27.8 °C é a temperatura média do mês de outubro, o mês mais quente do ano. Com uma temperatura média de 26.4 °C, fevereiro é o mês com a mais baixa temperatura ao longo do ano. (CLIMATE-DATA.ORG. 2019).

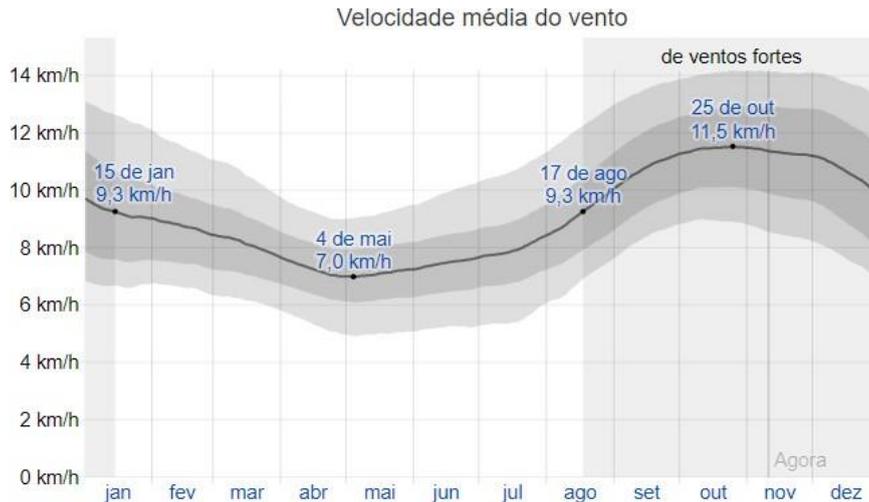
### DADOS CLIMATOLÓGICOS PARA SÃO LUÍS E REGIÃO.

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Temperatura média (°C)	26.6	26.4	26.5	26.8	26.9	26.6	27	27.3	27.7	27.8	27.2	27
Temperatura mínima (°C)	23.2	23.1	23.2	23.2	23.1	22.7	23	23.3	23.6	23.8	23	23.1
Temperatura máxima (°C)	30	29.7	29.9	30.4	30.7	30.5	31	31.4	31.8	31.8	31.5	31
Temperatura média (°F)	79.9	79.5	79.7	80.2	80.4	79.9	80.6	81.1	81.9	82.0	81.0	80.6
Temperatura mínima (°F)	73.8	73.6	73.8	73.8	73.6	72.9	73.4	73.9	74.5	74.8	73.4	73.6
Temperatura máxima (°F)	86.0	85.5	85.8	86.7	87.3	86.9	87.8	88.5	89.2	89.2	88.7	87.8
Chuva (mm)	203	276	364	367	287	156	110	29	14	7	13	70

Fonte: Climate-data.org. 2019.

Quando comparados o mês mais seco tem uma diferença de precipitação de 360 mm em relação ao mês mais chuvoso. Ao longo do ano as temperaturas médias variam 1.4 °C. (CLIMATE-DATA.ORG. 2019).

A Sensação de ventilação em um determinado local depende diretamente da topografia e outros fatores. A velocidade média do vento em são luís passa por variações sazonais pequenas ao longo do ano. A época com maiores ventos no ano dura 4,9 meses, de 17 de agosto a 15 de janeiro, com velocidade média do vento acima de 9,3 km por hora. O dia do ano com mais incidência de ventos mais fortes é 25 de outubro, com 11,5 km por hora de velocidade média horária do vento. Em contrapartida, a época mais calma do ano que dura 7,1 meses, vai desde 15 de janeiro a 17 de agosto. O dia mais calmo do ano é o 4 de maio, com 7 km por hora de velocidade média de vento (Weather Spark, 2019).



Fonte: Weather Spark, 2019.

São Luís apresenta características variadas no que diz respeito á sua vegetação. A sua composição florística depende de fatores como a forma do relevo e a altimetria, o tipo do solo, o clima, a proximidade com os cursos d´água e a interferência humana no meio. Mas pode-se destacar as seguintes formações vegetais na cidade de São luís: a Floresta Tropical Úmida, as Matas de Galeria, a Mata dos cocais, as Matas secundárias de terra firme ou Capoeira, as Matas de Várzea, os Manguezais e as dunas e Restingas (DOS SANTOS, 2019).

“Espécies tidas como típicas da vegetação de dunas e restingas das regiões Norte e Nordeste estão presentes na Ilha de São Luís, como *Anacardium occidentale*, *Blutaparon portulacoides*, *Byrsonima crassi/olia*, *Canavalia obtusifolia*, *Cereus fernambucensis*, *Chrysobalanum icaco*, *Dalbergia ecastophyllum*, *Eugenia biflora*, *Hibiscus tiliaceus*, *Hybanthus ipecacuanha*, *Hymatanthus articulatus*, *Ipomoea pescaprae*, *Myrcia cuprea*, *Sporobolus virginicus*, etc.” (CRISTINA C. CABRAL FREIRE, MONTEIRO. 1993).

Entre as espécies coletadas na Ilha de São Luís, encontram-se madeiras de importância econômica para a região, como *Gustavia augusta*, *Hymenaea sp.* e *Ocotea sp.* (CARDOSO, 1983).

### 6.3 CONCEITO DO PROJETO

O projeto em questão traz como conceito a “Casa da terra” onde se remete o verde e a natureza, coisa que é levada em consideração para as tomadas de decisões projetuais. A observância da importância de preservar o meio ambiente e a utilização de soluções Sustentáveis para uma edificação residencial enredam o projeto.

Em vista de uma mudança de vida, rotina e mais respeito ao planeta que vivemos, vê-se a necessidade de abraçar mais os recursos naturais que possuímos, logo, faz todo sentido edificar uma residência na qual possa minimizar esse impacto causado do microambiente da cidade, utilizando recursos que a médio e longo prazo traga esses benefícios e em conjunto a

ele uma economia. Mesmo se tratando de uma área de alta renda, quem busca este tipo de projeto não quer apenas um conforto de uma boa casa, mas também se pensa no impacto que ela irá causar, e no benefício que irá trazer.

#### **6.4 PARTIDO ARQUITETÔNICO**

O partido Arquitetônico do projeto vem ressaltar o conceito da Casa Terra, onde será construída uma casa térrea, valorizando a topografia original, com poucas movimentações de terra e um destaque para vegetações locais. Para melhor conforto ambiental a casa foi disposta de forma que os principais ambientes recebam ventilação direta, não sejam virados para o sol da tarde, pôr no Maranhão a temperatura é de em média 28 ° graus.

Para que a família possua segurança e ao mesmo tempo não tenha impacto negativo na quadra em que se encontra, no sentido de passar insegurança aos transeuntes das ruas, faz-se a utilização de elementos vazados em partes do muro da edificação. Como forma de trazer mais privacidade aos dormitórios, eles são separados para uma área privativa, são virados para um jardim pessoal onde com a vegetação já se possui menos barulho vindo das ruas, trazendo mais ainda essa conexão com a terra e a natureza.

Para que a família possua sua área de lazer, de forma que impacte menos ao terreno, a piscina é feita de forma ecológica, onde são utilizadas plantas aquáticas que fazem a limpeza da mesma sem necessidade de cloro. O entorno da piscina, será feito um piso utilizando os tijolos de solo cimento, que são os mesmos utilizados em toda a edificação. Teto verde será utilizado na parte da cobertura onde estarão dispostos os ambientes menos ventilados para melhor conforto ambiental e trazer mais verde para a estrutura.

#### **6.5 PROGRAMA DE NECESSIDADES**

A família designada para este estudo, é uma Família engajada com causas ambientais e reconhece a importância de São Luís preservar a sua fauna e flora com tamanha riqueza. A família possui uma renda alta, possui 4 pessoas (O casal tradicional e duas filhas), onde o Pai trabalha o dia inteiro como Geógrafo, e a Mãe trabalha apenas pela manhã fora e a tarde trabalha home office, gosta de praticar yoga ao ar livre ao fim do dia. Os filhos estudam na parte da manhã e a tarde ficam em casa. É uma família que gosta de passar momentos em casa e receber amigos.

Com base nesses fatores temos o seguinte programa de necessidades:

- 1- 1 quarto suíte, 1 quarto semi-suíte, 1 suíte master com closet.
- 2- 1 cozinha interna e um apoio externo.
- 3- Área de lazer com piscina.
- 4- Vistas dos quartos para jardim.
- 5- Espaço próximo a piscina para yoga e relaxamento.
- 6- Sala e cozinha integrada.
- 7- Quartos com privacidade.

## FLUXOGRAMA

Com base nos estudos feitos e no programa de necessidades tem-se o seguinte fluxograma para uma melhor utilidade da casa;

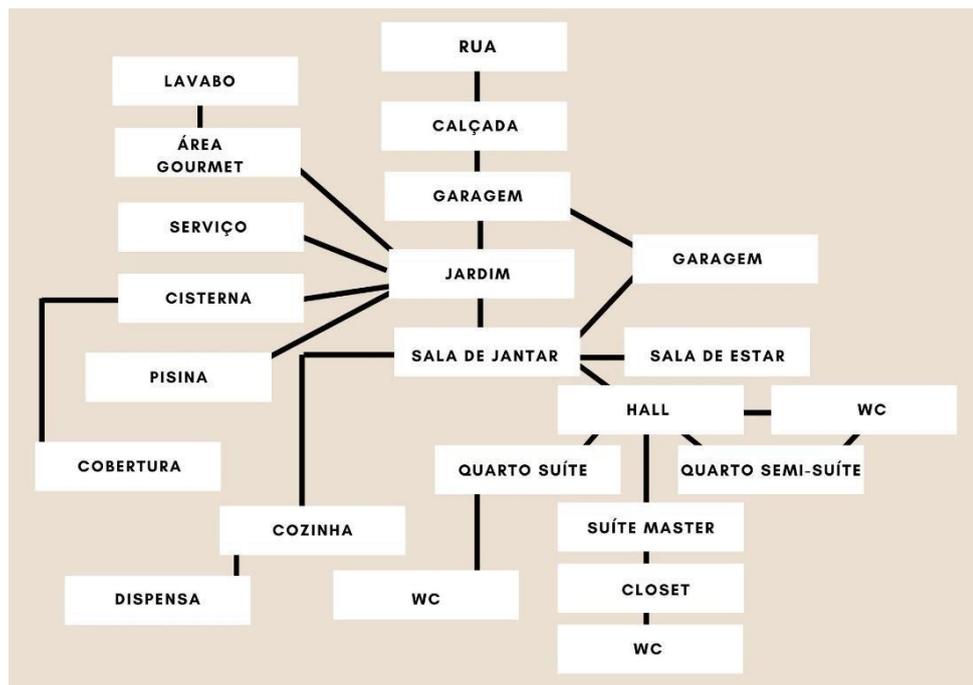


Ilustração 2. Fluxograma de projeto. Jessyca Hervilla 2020.

**Cálculo de consumo de água da residência:**

4 pessoas

150/dia em Litros de água por pessoa

Ou seja: total ao dia de 600 L.

Portanto com uma reserva para 3 dias tem-se:

$3 \times 600 = 1800\text{L}$  para o reservatório total.

Será utilizado um reservatório superior de 2000 L.

**Para o reservatório de água pluvial:**

Área de cobertura para captação das águas pluviais:  $35,27\text{m}^2$ .

Utilizando do Método Azevedo Neto para dimensionamento de reservatório de água pluvial:

**$V_{an} = 0,0042 \times 1896 \times 35,27 \times 5$**

Onde:

$V_{an}$  = volume do reservatório (litros);

$P$  = precipitação pluviométrica anual média (mm/ano = litros/ $\text{m}^2$  por ano);

$A$  = área de captação ( $\text{m}^2$ );

$T$  = número de meses de pouca chuva ou seca (adimensional).

Portando:

$V_{an} = ?$

$A = 35,77\text{m}^2$

$P = 1896\text{mm}$  (CLIMATE-DATA.ORG. 2019).

Logo:

$V_{an} = 0,0042 \times 1896 \times 35,27 \times 5$

**$V_{an} = 1404,31\text{L}$**

Será utilizado duas cisternas para armazenamento de água pluvial, uma com 1000 litros, e outra com 600 L. totalizando 1600 L devido a falta de um produto com o número exato de volume. A marca usada oferece apenas opções com 150L, 600L, 750L, 1000L e 1050L.

**Dimensionamento do sistema fotovoltaico**

O local onde está inserido o lote, fica na Latitude 2,5005 e longitude 44,249. O grau de inclinação utilizado será de  $10^\circ$ , virado para o norte.

A lista de equipamentos elétricos para se ter base do consumo é:

19 pontos de 100 W para iluminação central.

17 pontos de 10W para spots.

26 pontos de tomadas de 100 W.

1 ponto de tomada para lava roupa de 450 W

2 pontos de ar condicionado de 10 mil btu/h de 1400W.

1 ponto de tomada para ar condicionado de 18 mil btu/h de 2600W.

5 pontos de tomada na cozinha para uso de eletrodomésticos: sendo, 1 microondas de 1350W,

1 lava louça de 1700W , 1 liquidificador de 2090W, 1 forno de 1320W, 1 cooktop de 1800W

e 1 geladeira duplex de 500W.

1 ponto para freezer de 200W.

4 pontos de tv com 300W.

5 postes de área externa com 100 W.

3 chuveiros elétricos com 3000W.

Utilizando da Fórmula de física de consumo de energia:

$$C=P \times H$$

Onde:

C= Consumo

P= Potência

H= Horas de uso

Então, aplicando desta fórmula em todos os aparelhos descritos acima, tem-se o consumo médio de energia da residência.

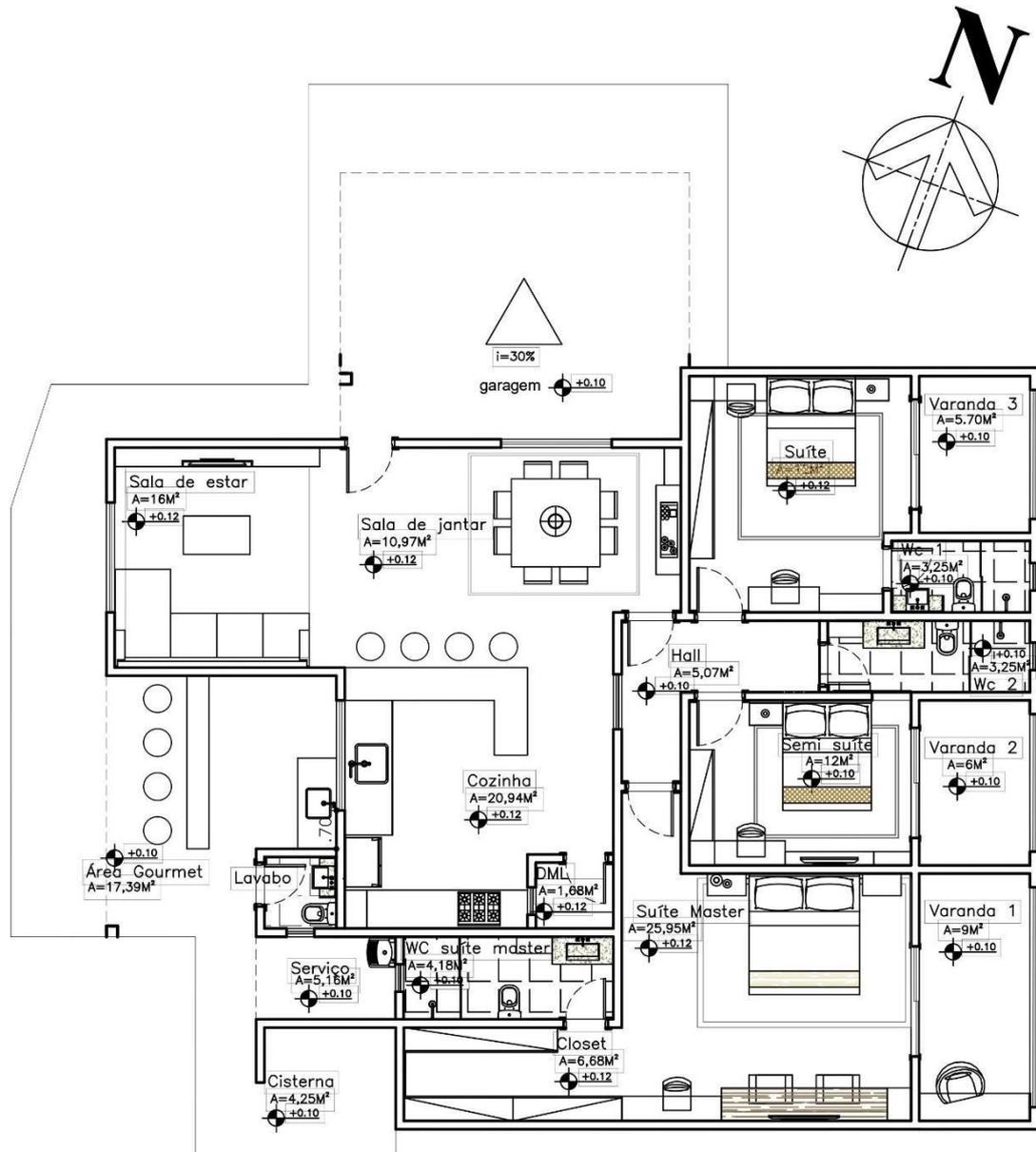
Totalizando: C= 128,15 KW/h.

Logo, com base no que foi visto (Cap. 5.3.1), para até 300Kwh de consumo, precisa-se de 10 placas fotovoltaicas. Elas serão instaladas na cobertura viradas para o norte e utilizando dos 10° de inclinação. (Ver em apêndice).

## 7. PROJETO

Como definido em programa de necessidades temos a seguinte edificação.

Layout da edificação:



Fonte: Planta de Layout do Projeto em anexo.

## **7.1 DESCRIÇÃO DA EDIFICAÇÃO.**

A residência idealizada, faz alusão a vida na natureza e no respeito por ela. Logo os materiais escolhidos são pensados para que esse valor seja agregado. Serão utilizados materiais como revestimentos mais sustentáveis, como porcelanatos mais finos, piso laminado com empresas que fazem reflorestamento, tintas sustentáveis de empresas que também possuem esta opção, bem como a edificação, que será construída com tijolo solo-cimento, que é uma forma ecológica de construir. Será preservado a topografia original, assim evitando movimentações de terra, e fazendo um jardim tropical com espécies que sejam da região. Outro ponto forte da residência é a piscina ecológica, onde sua manutenção é quase inexistente, pois ela não precisa de agentes químicos para sua limpeza, as plantas ao redor já fazem isso.

Outro fator importante é a captação das águas pluviais por meio de calhas e reserva em cisterna modular, assim não tendo a necessidade de cavar no terreno para sua instalação. O uso de painéis fotovoltaicos, para captação de energia solar, e o teto verde, que além de trazer um bom conforto ambiental, traz á tona todo o conceito da edificação.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desde os primórdios dos tempos, o ser humano utiliza dos recursos oferecidos na natureza, impactando severamente no nosso futuro como planeta. Com crescimento das cidades, isso acarretou na degradação desenfreada de nossos recursos naturais, que com isso, gerou problemas astronômicos como o aquecimento global acelerado. A natureza conseguiria se recuperar, mas o processo de extração dos recursos está tão rápido que, ela por si só não está mais dando conta de reconstruir o que foi degradado.

Com a extração dos recursos naturais de forma devastadora, vê-se a necessidade de aplicar novas técnicas e criar tecnologias para “ajudar” o planeta. Como se tratará de construção no contexto urbano, a residência unifamiliar está relacionada normalmente com áreas de alto índice de ocupação do solo, portanto, fazendo assim, existir menos solo livre. Logo, nota-se que, não necessariamente deve se construir mais com menos recursos, mas sim com soluções bem projetadas que cause o menor impacto possível ao meio ambiente.

Ao se estudar técnicas milenares ligadas a tecnologias atuais se pode construir uma residência com soluções que minimizam o impacto causado no meio ambiente, que é tão devastado principalmente pelo ramo da construção civil. Ao observar como surge o desenvolvimento sustentável no mundo e as possíveis técnicas da Arquitetura ecológica que podem ser utilizadas no meio em que o projeto do estudo se insere, dá-se uma residência unifamiliar com cara de convencional, mas com total respeito ao planeta.

Portanto, para se ter uma residência confortável de alto padrão, com direito a tudo que uma casa convencional pode ter, não necessariamente precisa-se ter uma Arquitetura antiquada. Ela pode fazer parte do ecossistema com o paisagismo bem pensado, pode diminuir gastos de água e energia elétrica e ter um bom conforto ambiental, sem perder a estética.

## REFERÊNCIAS

APOSTILA, **Conforto ambiental nas edificações**. Estudo Arquitetônico para Gestores Imobiliários. Acesso em 11/04/19. Disponível em: <<http://www.videolivrraria.com.br/pdfs/14633.pdf>>.

ABCP. **Dosagem das misturas de solo-cimento: normas de dosagem e métodos de ensaio**. São Paulo-SP, 1999. ABCP, ET-35, 51p.

ARAÚJO, S. R. de. **As funções dos telhados verdes no meio urbano, na gestão e no planejamento de recursos hídricos**. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, ago. 2007. Disponível em: Acesso em: 15 set. 2019.

Atlas Solarimétrico do Brasil: banco de dados solarimétricos. Coordenador Chiguera Tiba... et al.- Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2000. Pg 61 e 91. Disponível em: [http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Atlas\\_Solarimetrico\\_do\\_Brasil\\_2000.pdf](http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Atlas_Solarimetrico_do_Brasil_2000.pdf)

BALDESSAR, Silvia Maria Nogueira. **Telhado verde e sua contribuição na redução da vazão da água pluvial escoada**. Curitiba, 2012.

BARBOSA, N P. Desenvolvimento de componentes para construção civil. 2008. Disponível em:<[http://www.caixa.gov.br/Downloads/desenvolvimento-urbano-habitacao/Habitare\\_Tijolos\\_prensados\\_de\\_terra\\_crua.pdf](http://www.caixa.gov.br/Downloads/desenvolvimento-urbano-habitacao/Habitare_Tijolos_prensados_de_terra_crua.pdf)>. Acesso em: 10/08/19.

BARBOSA, N. P., MATTONE, R., PASERO, G. **Processo construtivo com blocos prensados de terra crua tipo “Mattone”**. 2009. Disponível em: <[www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/bds.nsf/2648648D3472F28603256F9A005164B3/\\$File/NT000A3666.pdf](http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/bds.nsf/2648648D3472F28603256F9A005164B3/$File/NT000A3666.pdf)>. Acesso em 10/06/19.

BASTOS. Wisley da Silva. **Estudo de Caso de um Projeto Fotovoltaico integrado à Edificação**. João Pessoa, 2018.

BRANDÃO, M. G. S.; SILVA, O. J. C.; VASQUEZ, E. G. **Bioconstrução: Aplicabilidade no meio rural como forma de desenvolvimento sustentável e possibilidades de uso no ambiente urbano**. SIMPGEU – Simpósio de Pós-graduação em Engenharia Urbana – 27 e 28 de agosto de 2009. Maringá, Brasil.

BRUNDTLAND, Gro Harlen. **Relatório Nosso futuro comum** (our cummon future), 1987, Oxford, Nova Iorque. Oxford university press. Pág. 9.

CARDOSO, N. 1983. **Madeiras da Amazônia. Manaus**. Instituto de Tecnologia da Amazônia - UTAM- 12p.

CARVALHO, A. R. O.; POROCA, J. S. **Como fazer e usar tijolos prensados de solo estabilizado**. Brasília: IBICT, 1995. 38p.

CORREA, A AR. TEIXEIRA, V H. LOPES, S. P. OLIVEIRA, M. S. Avaliação das propriedades físicas e mecânicas do Adobe (tijolo de terra crua). 2005. Disponível em:<[http://www.editora.ufla.br/\\_adm/upload/revista/30-3-2006\\_17.pdf](http://www.editora.ufla.br/_adm/upload/revista/30-3-2006_17.pdf)>. Acesso em 10/04/19.

CLIMATE-DATA.ORG. 2019. Acesso em: 11/04/2019. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/maranhao/sao-luis-1671/>>.

DOS SANTOS, Luiz Eduardo Neves. **CARACTERIZAÇÃO SÓCIO-AMBIENTAL DE SÃO LUÍS-MA**. Acesso em: 10/11/2019. Disponível em: <[https://www.agenciasaoluis.com.br/midias/anexos/2241\\_2228\\_caracterizacao\\_socioambiental\\_de\\_sao\\_luis.pdf](https://www.agenciasaoluis.com.br/midias/anexos/2241_2228_caracterizacao_socioambiental_de_sao_luis.pdf)>.

EDUARDO, Agno; LEAL, Daniella; ENDO, Marco; RODRIGUES, Mariana; FERREIRA, Roberta. Artigo: **Arquitetura Vernacular das 5 regiões brasileiras**. Acesso em 20/09/2019.

EDWARDS, Brian. **O guia básico para a sustentabilidade**. Barcelona: Editora G. Gili, 2008.

FARIA, A. F.; SILVA, T. P.; RODRIGUES, MFC. Método para Análise e Avaliação de Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Comercial e do Impacto Ambiental e Social (EVTECIAS). XXIV Seminário Nacional de Parques Tecnológicos e Incubadoras de Empresas. In: **XXII Workshop Anprotec. Belém, PA**. 2014.

FERRREIRA, R. C., FREIRE, W. J. **Eficiência da estabilização do solo e qualidade de tijolos prensados de terra crua tratada com aditivos químicos, avaliadas pela combinação de testes destrutivos e não-destrutivos**. 2003. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010069162004000300003&lng=pt&nrm=iso&tlng=p](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010069162004000300003&lng=pt&nrm=iso&tlng=p)>. Acesso em: 10/04/19.

GARCIA, Danielle; VAZ, Francine; RANGEL, Juliana. 2018. EBOOK **sustentarqui- os 15 princípios da Arquitetura Sustentável**. Redação Sustentarqui. Acesso: 20/02/2019. <https://sustentarqui.com.br/ebook-arquitetura-sustentavel/>.

GAUZIN-MÜLLER, Dominique. **Arquitetura Ecológica**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2010.

GONÇALVES, Joana Carla Soares. DUARTE, Denise helena Silva. Universidade de São Paulo. São Paulo. pag. 52. 2006.

GRUPO DE SUSTENTABILIDADE ASBEA). GUIA DE SUSTENTABILIDADE NA ARQUITETURA. SÃO PAULO. EDITORA PRATA SÃO PAULO. PG 14. 2012. Data de acesso 17/02/19. <<http://www.caubr.gov.br/wp-content/uploads/2017/05/asbea-sustentabilidade.pdf>>.

Habitação popular sustentável: sustentabilidade econômica e ambiental. VISINTAINER, Michael René Mix; CARDOSO, Larriê Andrey; VAGHETTI, Marcos Alberto Oss. 2012. Disponível em: <https://seer.imed.edu.br/index.php/arqimed/article/download/416/333>.

LABREN, Dados de irradiação para o estado do Maranhão. Acesso em: 23/06/20. Disponível em: <[http://labren.ccst.inpe.br/atlas\\_2017\\_MA.html#mod](http://labren.ccst.inpe.br/atlas_2017_MA.html#mod)>.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. Eficiência Energética na Arquitetura. 2. ed. São Paulo: ProLivros, 2004. Acesso em: 11/04/19.

LENGEN, Johen Van. Manual do arquiteto descalço. São Paulo: Empório do Livro, 2009.

LIMA JUNIOR, Genival Costa de Barros. Arquitetura Vernacular Praieira. Recife: Editora Genival costa, 2007.

Maria Cristina C. CABRAL FREIRE, Reinaldo MONTEIRO. 1993. São Luís. **Florística das praias da ilha de são luís, estado do maranhão (brasil): diversidade de espécies e suas ocorrências no litoral brasileiro**. 1993. São Luís, MA. Acesso em: 10/11/2019. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/aa/v23n2-3/1809-4392-aa-23-2-3-0125.pdf>>.

MEADOWS, Donella H.; RANDERS, Jorgen; MEADOWS, Dennis L. Limits to growth: The 30-Year Update. White River Junction: Chelsea Green, 2004.

MOTTA, Jessica Campos Soares Silva; MORAIS, PEREIRA, Paola Waleska; ROCHA, Glayce Nayara; TAVARES, Joicimara da Costa; GONÇALVES, Gabrielle Cristina; CHAGAS, Marcela Aleixo; MAGESTE, Jalson Luiz ; LUCAS, Taiza de Pinho Barroso. **TIJOLO DE SOLO-CIMENTO: ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E VIABILIDADE ECONÔMICA DE TÉCNICAS CONSTRUTIVAS SUSTENTÁVEIS**. . Centro Universitário de Belo Horizonte - UNIBH, 2015.

MUZZI, Thassiana Armond. **Métodos de avaliação da resistência e transmitância térmicas do sistema de fechamento em Light Steel Framing**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Ouro Preto. Engenharia Civil. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil. Ouro Preto. 2014.

NUVOLARI, A. **Inertização de lodo de esgoto em tijolos cerâmicos maciços: aspectos tecnológicos e ambientais**. 2002. Disponível em: <<http://en.scientificcommons.org/17910033>>. Acesso em 10/04/19.

PINTO, Áureo M.G.; NEME, Fernando J. P.. Guia de Permacultura - Versão Digital. Prefeitura de São Paulo. São Paulo – SP, 2014.

RAMOS, Jefferson da Silva; NOIA, Angye Cássia. **A Construção de Políticas Públicas em Habitação e o Enfrentamento do Déficit Habitacional no Brasil: uma análise do Programa Minha Casa Minha Vida**. Desenvolvimento em Questão, v. 14, n. 33, p. 65-105, 2015.

SALA, L. G., **Proposta de Habitação Sustentável para Estudantes Universitários**. 2006. 86 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2006.

SCHMIDT, Franciele Taise Manica. **Aplicação do conceito de sustentabilidade em uma edificação residencial unifamiliar**. Ijuí: Departamento de Tecnologia/Curso de Engenharia Civil, 2009.

SOUSA, Pedro Miguel da Silva. **CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL – CONTRIBUTO PARA A CONSTRUÇÃO DE SISTEMA DE CERTIFICAÇÃO**. 2012. 285 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2012.

SUSTENTARQUI. **O que é uma Piscina Biológica.** Redação sustentarqui. 17/012014. Acesso em 01/06/2010. Disponível em: <https://sustentarqui.com.br/o-que-e-uma-piscina-biologica/#:~:text=De%20uma%20forma%20natural%20e,caracteriza%20o%20processo%20de%20fotoss%C3%ADntese>.

Thaís Márjore Pereira de Carvalho, Wilza Gomes Reis Lopes. A arquitetura de terra e o desenvolvimento sustentável na construção civil. 2012. Disponível em: <http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/connepi/vii/paper/viewFile/3762/2940>. Acesso em: 11/04/19.

TEIXEIRA, Rubenilson Brazão. **Arquitetura vernacular.** Em busca de uma definição. Arqtextos, São Paulo, ano 17, n. 201.01, Vitruvius, fev. 2017. Acesso em: 09 de Março de 2019.

WEATHER SPARK. **Condições meteorológicas médias de São Luís.** Acesso em: 10/11/2019. Disponível em: <https://pt.weatherspark.com/y/30549/Clima-caracter%C3%ADstico-em-S%C3%A3o-Lu%C3%ADs-Brasil-durante-o-ano>.