



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DO ARAGUAIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MATHEUS BORGES GUERRA

**SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL EM RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR JÁ  
CONSTRUÍDA: ESTUDO DE CASO PARA SUGESTÕES DE MECANISMOS  
SUSTENTÁVEIS E DESCRIÇÃO DOS JÁ IMPLANTADOS EM UMA  
RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR NA CIDADE DE BARRA DO GARÇAS - MT**

BARRA DO GARÇAS - MT  
2019

MATHEUS BORGES GUERRA

**SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL EM RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR JÁ  
CONSTRUÍDA: ESTUDO DE CASO PARA SUGESTÕES DE MECANISMOS  
SUSTENTÁVEIS E DESCRIÇÃO DOS JÁ IMPLANTADOS EM UMA  
RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR NA CIDADE DE BARRA DO GARÇAS - MT**

Monografia apresentada ao Instituto de Ciências Exatas e da Terra do Campus Universitário do Araguaia, da Universidade Federal de Mato Grosso, como requisito parcial para conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Civil.

Orientador: Ismael Leite Ribeiro Dos Santos

BARRA DO GARÇAS - MT  
2019

### Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

B732s Borges Guerra, Matheus.  
SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL EM RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR JÁ CONSTRUÍDA: ESTUDO DE CASO PARA SUGESTÕES DE MECANISMOS SUSTENTÁVEIS E DESCRIÇÃO DOS JÁ IMPLANTADOS EM UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR NA CIDADE DE BARRA DO GARÇAS - MT / Matheus Borges Guerra. -- 2019  
65 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Ismael Leite Ribeiro dos Santos.  
TCC (graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Barra do Garças, 2019.  
Inclui bibliografia.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

**Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.**

**ATA DA SESSÃO PÚBLICA DE APRESENTAÇÃO E DEFESA DO  
TRABALHO DE CURSO DO CURSO DE GRADUAÇÃO  
EM ENGENHARIA CIVIL**

**ALUNO(A): MATHEUS BORGES GUERRA**

Aos quinze dias do mês de agosto do ano de dois mil e dezenove, às dezenove horas e dez minutos, na Sala 219, do Campus Universitário do Araguaia - UFMT na cidade de Barra do Garças, foi realizada a sessão pública de apresentação e defesa do Trabalho de Curso do(a) acadêmico(a) **MATHEUS BORGES GUERRA**. A banca foi composta pelos seguintes professores: orientador Prof. **ISMAEL RIBEIRO LEITE DOS SANTOS**, Prof. **IURY BSIPO DOS SANTOS** E PROF.<sup>a</sup> **ANDRESSA RODRIGUES SOUSA OLIVEIRA**. O Trabalho de Curso tem como título: **SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL EM RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR JÁ CONSTRUÍDA: ESTUDO DE CASO PARA SUGESTÕES DE MÉTODOS SUSTENTÁVEIS E DESCRIÇÃO DOS JÁ IMPLANTADOS EM UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR NA CIDADE DE BARRA DO GARÇAS - MT**. Após explanação no prazo regulamentar o(a) aluno(a) foi interrogado pelos componentes da banca. Terminada a etapa, os membros, de forma confidencial avaliaram o(a) aluno(a) e conferiram o(a) mesmo(a) o seguinte resultado Aprovado, proclamado pelo presidente da sessão. Dados por encerrados os trabalhos, lavrou-se a presente Ata, que será assinada pela banca e pelo(a) aluno(a).

Barra do Garças, 05 de agosto de 2019.

Aluno(a): Matheus Borges Guerra

Banca:

Ismael L. L. Santos  
Prof. Ismael Ribeiro Leite dos Santos (orientador)

Iury B. dos Santos  
Prof. Iury Bispo dos Santos (membro)  
Universidade Federal de Mato Grosso

Andressa Rodrigues de Sousa Oliveira  
Prof.<sup>a</sup> Andressa Rodrigues Sousa Oliveira (membro)  
Universidade Federal de Mato Grosso

Inicialmente gostaria de agradecer a Deus pela oportunidade de estar aqui e realizar este trabalho.

Dedico a minha mãe, Iracy Martins Borges, que me fornece todo o apoio necessário para seguir meu caminho, também a todos que fizeram e fazem parte da minha vida.

## RESUMO

O descaso da humanidade com o meio ambiente é um grande problema para as futuras gerações. Problemas já vistos há algum tempo, como o aquecimento global, serviu de alerta para a sociedade começar a buscar formas de conter a degradação ambiental provocada pelo homem e começar a ajudar a natureza, então, surgiu o termo desenvolvimento sustentável através de um pensamento de como continuaria acontecendo o desenvolvimento sem agredir o meio ambiente. O desenvolvimento sustentável é necessário em todas as áreas de atuação, inclusive na construção civil, com isso, a união da sustentabilidade ambiental com a construção civil se encontra em cada fase da obra, tendo início no projeto, passando pela fase de execução e também após finalizado. Tendo em vista todo esse conceito, existe a construção sustentável que através de métodos sustentáveis fornece uma maneira de amenizar o impacto negativo da construção civil no ecossistema. Em vista dos argumentos citados, essa monografia tem como objetivo apresentar alguns mecanismos de sustentabilidade ambiental para residências já construídas, onde os moradores utilizam principalmente, a água potável além do necessário e meios não sustentáveis, como a energia elétrica convencional, de forma demasiada, prejudicando diariamente o meio ambiente. Com a instalação de mecanismos sustentáveis na edificação, obtém-se uma economia de água potável e uma diminuição no consumo de energia elétrica.

**Palavras-Chaves:** Meio ambiente. Desenvolvimento sustentável. Construção sustentável. Mecanismos de sustentabilidade ambiental para residências já construídas.

## ABSTRACT

The neglect of humanity with the environment is a major problem for future generations. Problems seen for some time, such as global warming, served as a warning for society to start looking for ways to contain man-made environmental degradation and to start helping nature, so the term sustainable development came up through a thought of how development would continue without harming the environment. Sustainable development is necessary in all areas of activity, including construction, so the union of environmental sustainability with construction is in each phase of the work, starting in the project, going through the execution phase and also after finalized. Given this whole concept, there is sustainable construction that through sustainable methods provides a way to alleviate the negative impact of construction on the ecosystem. In view of the arguments cited, this monograph aims to present some mechanisms of environmental sustainability for homes already built, where residents mainly use drinking water beyond the necessary and unsustainable means, such as conventional electricity, too much, harming daily the environment. With the installation of sustainable mechanisms in the building, it is possible to save drinking water and reduce electricity consumption.

**Keywords:** Environment. Sustainable development. Sustainable construction. Environmental sustainability mechanisms for homes already built.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ação da engenharia civil no ecossistema.....	17
Figura 2 – Área urbana com depósito irregular de resíduos sólidos.....	18
Figura 3 – Modelo de edifício sustentável.....	19
Figura 4 – Coletores solares para aquecimento de água .....	21
Figura 5 – Esquema de uma instalação de energia solar térmica .....	21
Figura 6 – Paineis fotovoltaicos instalados em uma residência.....	23
Figura 7 – Instalação básica de um sistema de captação e armazenamento da água da chuva .....	25
Figura 8 – Construções com telhado verde nas Ilhas Faroe, Dinamarca .....	26
Figura 9 – Detalhes construtivos do telhado verde.....	27
Figura 10 – Exemplo de pisograma/concregrama .....	28
Figura 11 – Composteira doméstica .....	29
Figura 12 – Comparativo da empresa Philips sobre as lâmpadas.....	30
Figura 13 – Funcionamento do sensor de ocupação.....	31
Figura 14 – Processo de isolamento térmico no telhado com manda de alumínio .....	31
Figura 15 – Torneira de mesa com desligamento automático e arejador .....	32
Figura 16 – Válvula de descarga e bacia sanitária com caixa acoplada.....	33
Figura 17 – Módulo fotovoltaico JKM325P .....	39
Figura 18 – Inversor solar PHB5000D-NS.....	39
Figura 19 – Projeto executivo do mecanismo de energia fotovoltaica .....	40
Figura 20 – Alguns dos módulos fotovoltaicos instalados na residência em questão.....	41
Figura 21 – Utilização das lâmpadas de LED na área de lazer .....	41

Figura 22 – Utilização das lâmpadas de LED na cozinha.....	42
Figura 23 – Utilização das lâmpadas de LED no banheiro social .....	42
Figura 24 – Registros reguladores de vazão instalados em torneiras da residência .....	43
Figura 25 – Planta da cobertura com caimentos e materiais .....	44
Figura 26 – Bacia sanitária com válvula de descarga na residência .....	45
Figura 27 – Corredor externo da residência .....	46
Figura 28 – Iluminação padronizada dos banheiros .....	46
Figura 29 – Hall de utilização.....	46
Figura 30 – Torneira de mesa do banheiro da residência.....	47
Apêndice A/A1 – Especificações técnicas do inversor solar fotovoltaico I.....	60
Apêndice A/A2 – Especificações técnicas do inversor solar fotovoltaico II.....	61
Apêndice A/A3 – Projeto executivo do sistema solar fotovoltaico.....	62
Apêndice A/A4 – Planta pavimento térreo e alocação .....	63
Apêndice A/A5 – Planta pavimento superior.....	64
Apêndice A/A6 – Quadro de aberturas .....	65

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Especificações técnicas do módulo fotovoltaico JKM325P.....	38
Tabela 2: Especificações técnicas do inversor solar PHB5000D-NS .....	38
Tabela 3: Relatório de análise de adequação das residências ao clima local, Aragarças-Go .....	50
Tabela 4: Estimativa da economia gerada em um ano .....	52

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Principais países com instalações de painéis fotovoltaicos .....	22
Gráfico 2: Consumo de água em residências .....	24
Gráfico 3: Gráfico para análise de adequação das residências ao clima local	
Consumo de água em residências .....	50

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>14</b>
2.1	GERAL .....	14
2.2	ESPECÍFICO .....	14
<b>3</b>	<b>JUSTIFICATIVA</b> .....	<b>15</b>
<b>4</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>16</b>
4.1	DEGRADAÇÃO DO MEIO AMBIENTE .....	16
4.2	SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL .....	17
4.3	ENGENHARIA CIVIL E O MEIO AMBIENTE: CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS .....	18
4.4	MECANISMOS QUE TORNAM UMA RESIDÊNCIA MAIS SUSTENTÁVEL .....	20
4.4.1	Energia solar térmica e fotovoltaica .....	21
4.4.2	Captação da água da chuva para reuso doméstico .....	24
4.4.3	Telhado verde .....	26
4.4.4	Pisograma ou concregrama .....	29
4.4.5	Composteira doméstica .....	29
4.4.6	Lâmpadas de LED .....	30
4.4.7	Controle da iluminação artificial .....	31
4.4.8	Isolamento térmico em telhados .....	32
4.4.9	Torneira com desligamento automático e registro regulador de vazão .....	33
4.4.10	Bacia sanitária com caixa acoplada .....	34
4.4.11	Outras adaptações sustentáveis para ser pensadas durante a execução do pré-projeto .....	35
<b>5</b>	<b>MÉTODO E INFORMAÇÕES</b> .....	<b>36</b>
5.1	ROTEIRO DE PESQUISA .....	36
5.2	ANÁLISE CONSTRUTIVA DA RESIDÊNCIA .....	36

5.3	AVERIGUAÇÃO DA RESIDÊNCIA.....	37
<b>6</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>38</b>
6.1	DESCRIÇÃO E APRESENTAÇÃO DOS MECANISMOS SUSTENTÁVEIS QUE ESTÃO PRESENTES NA RESIDÊNCIA .....	38
6.1.1	<b>Sistema de energia solar fotovoltaica On Grid .....</b>	<b>38</b>
6.1.2	<b>Lâmpadas de LED.....</b>	<b>42</b>
6.1.3	<b>Registro regulador de vazão.....</b>	<b>43</b>
6.2	SUGESTÃO DE NOVOS MECANISMOS SUSTENTÁVEIS PARA IMPLANTAÇÃO NA RESIDÊNCIA.....	44
6.2.1	<b>Sistema de captação da água da chuva para reúso doméstico não potável .....</b>	<b>44</b>
6.2.2	<b>Composteira doméstica .....</b>	<b>45</b>
6.2.3	<b>Troca da válvula de descarga por caixa acoplada nas bacias sanitárias .....</b>	<b>46</b>
6.2.4	<b>Uso de sensores ocupacionais .....</b>	<b>46</b>
6.2.5	<b>Troca das torneiras de mesados banheiros por torneiras com desligamento automático.....</b>	<b>46</b>
6.2.6	<b>Outros mecanismos sustentáveis citados no trabalho.....</b>	<b>48</b>
<b>7</b>	<b>MECANISMOS SUSTENTÁVEIS NÃO APLICÁVEIS NA RESIDÊNCIA EM QUESTÃO .....</b>	<b>49</b>
<b>8</b>	<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>50</b>
<b>9</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>55</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>56</b>
	<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>61</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A busca da humanidade pelo desenvolvimento acaba trazendo impactos negativos ao meio ambiente, tornando-o apenas uma ferramenta para obter o que é preciso para o desenvolvimento. Observa-se, por exemplo, que na área da construção civil pode-se gerar impactos ambientais, onde tem uma extração da matéria prima da natureza para a produção de materiais de construções, e após todo o processo construtivo, os resíduos sólidos podem ser depositados na natureza.

De acordo com Ângulo *et al.* (2001), com a industrialização, houve a chegada de novas tecnologias, crescimento populacional e também o aumento de pessoas em centros urbanos, além da diversificação do consumo de bens e serviços, assim, os resíduos se transformaram em graves problemas urbanos. Quanto mais se aumenta a busca pelo desenvolvimento, mais o ecossistema é afetado, e ainda, segundo Silva e Crispim (2011) com o aumento da produção de bens de consumo, acaba-se estimulando a exploração dos recursos naturais e elevando a quantidade de resíduos gerados.

Para conter aos impactos negativos ao meio ambiente causado pela construção civil, pode-se citar as construções sustentáveis como um método eficiente para transformar esse processo em algo benéfico ao meio ambiente. Pinheiro (2003) afirma que os edifícios sustentáveis asseguraram grande satisfação aos ocupantes e são de longe mais eficientes a operar e mais saudáveis de utilizar, não só em edifícios se tem essa eficiência, mas em qualquer construção que busque meios sustentáveis, tanto na execução quanto após estar finalizado, como por exemplo em residências que utilizam a energia solar, mecanismos para reutilização da água da chuva, adaptações construtivas para minimizar o consumo de água e de energia elétrica na residência, entre outros.

Tendo em vista a preocupação ambiental, a participação da engenharia civil nos impactos negativos e as construções sustentáveis, este trabalho apresenta mecanismos e adaptações de sustentabilidade ambiental para residências já construídas, com intuito de reduzir a ação da engenharia civil sobre o meio ambiente aliado com a eficiência de operação das construções sustentáveis.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 GERAL

- Apresentar mecanismos de sustentabilidade ambiental que possam ser instalados em uma residência construída para se tornar mais sustentável.

### 2.2 ESPECÍFICO

- Caracterizar os possíveis mecanismos sustentáveis já implantados em uma edificação.
- Sugerir mecanismos sustentáveis passíveis de serem implementados em uma edificação já construída.

### 3 JUSTIFICATIVA

A degradação ambiental está presente no cotidiano da população através de ações negativas que prejudicam e transformam o ecossistema, não sendo o suficiente, o homem retira da natureza mais do que o necessário para sua sobrevivência, utilizando de forma excessiva os recursos naturais. Tais ações fazem com que se coloque em evidência um questionamento sobre até quando o planeta resistirá ao descaso do homem. Segundo Boff (2017), a Terra precisa de mais de um ano e meio para recuperar o que a humanidade subtrai dela em um ano, além de afirmar que a Terra não é mais sustentável.

Começar a questionar se o planeta resistirá a toda essa degradação ambiental é um passo importante para promover mudanças, já que em todas as áreas há uma necessidade de união com o meio ambiente, como por exemplo, na construção civil, que segundo Barreto (2005), produz grandes impactos ambientais, desde a extração da matéria prima para fabricação dos materiais de construções, passando pelos serviços no canteiro de obra, até a destinação final dos resíduos sólidos gerados.

Por tanto, pode-se pensar em trazer a sustentabilidade ambiental como conceito na construção civil, buscando a união do que é sustentável e da continuidade do desenvolvimento, assim, colocando a preocupação com o meio ambiente também como pré-requisito para construir. Isso se estende também para as residências já construídas, que por serem numerosas em todo o planeta, passam a ter uma grande parcela na degradação do meio ambiente, principalmente quando tem um uso abusivo dos recursos naturais como a água, e o uso constante de energia elétrica convencional, que não é sustentável, pelos moradores.

Levando em conta essa preocupação com a degradação ambiental, principalmente em relação as residências já construídas, deve-se trabalhar em prol da construção visando não só o desenvolvimento, mas também em usar os recursos naturais de maneira sustentável, sem agredir o meio ambiente.

## 4 REVISÃO DA LITERATURA

### 4.1 DEGRADAÇÃO AMBIENTAL

Para Pensamento Verde (2018), “é chamada de degradação ambiental qualquer processo, seja ele natural ou provocado por ações humanas, que suprima do ambiente características próprias e condições favoráveis à renovação da vida”. Sendo assim, qualquer ação negativa no meio ambiente provocada pelo homem que modifique o ecossistema pode ser chamada de degradação ambiental, não importando o tamanho ou o tempo de duração desta.

Um exemplo de modificação do ecossistema associado a uma ação do homem é o desmatamento, que normalmente tem finalidade de aumentar determinada área para uma construção, plantio ou obtenção da matéria prima da natureza, assim, o desmatamento é uma das principais ações de degradação do meio ambiente, confirmado por Veiga (2018), que cita uma análise feita por 50 pesquisadores em todo o mundo com base em pesquisas de 19 organizações, onde, de 1970 à meados dos tempos de hoje, houve um desmatamento intenso que reduziu 20% da Floresta Amazônica e 50% do Cerrado, que são biomas bastante representativos do Brasil, além de que três quartos do planeta já foi impactado pela a ação humana, havendo uma projeção que, em 2050, apenas 10% da Terra não tenha interferência da humanidade.

Além do desmatamento, uma outra ação de degradação ambiental provocada pela ação do homem é a poluição das águas, que de acordo com Derisio (2017), existem três fontes de poluição das águas causada pelo homem, a poluição urbana que está presente nas cidades, a industrial que são os resíduos líquidos gerados em processos industriais e a agropastoril que é ligada ao meio agropecuário, através de defensivos agrícolas, fertilizantes, entre outros.

Por todos esses aspectos, as aglomerações de ações negativas do homem no meio ambiente fazem com que comece a surgir preocupações com o futuro das novas gerações, imaginando que surja uma reação negativa do planeta diante de todo o descaso com o ecossistema, por fim, impactando negativamente na existência da humanidade.

## 4.2 SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

A sustentabilidade ambiental se dá por promover ações positivas ao meio ambiente, e quando é pensado nesse termo, pode-se imaginar e relacionar as ações negativas do homem perante a natureza como sendo o seu principal obstáculo. Segundo Souza e Ribeiro (2013, apud Comissão Brundtland, 1998), para alcançar a sustentabilidade ambiental é preciso não colocar em risco os elementos naturais que sustentam o ecossistema, como por exemplo, a qualidade do ar, dos solos, das águas e dos seres vivos.

Tendo que o eixo principal da evolução seja o desenvolvimento, acaba que o problema da degradação ambiental e a busca da sustentabilidade tenham que ser colocados como aliados para ter um desenvolvimento sem agredir o meio ambiente, apenas se adequando a ele, assim, “o termo desenvolvimento sustentável surgiu a partir de estudos da Organização das Nações Unidas sobre mudanças climáticas, como uma resposta para a humanidade perante a crise social e ambiental pela qual o mundo passava”, (BARBOSA, 2008, p.1).

As condições de vida das futuras gerações são essenciais para a busca do desenvolvimento sustentável, onde, se houver uma continuidade no modo em como o homem agride o meio ambiente, em um futuro próximo, as consequências das ações do presente impactarão na qualidade de vida futura, com isso, a importância de debater esse tema se tornou de suma relevância para todos. Segundo Wiggins *et al* (2009, apud BRUNDTLAND, 1987):

Em 1982, foi estabelecida a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento para examinar as ligações entre o desenvolvimento econômico e o meio ambiente. O relatório produzido definiu “desenvolvimento sustentável” como “desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações de satisfazerem as suas próprias necessidades.

Assim a preocupação com as futuras gerações torna-se mais evidente analisando como será daqui há alguns anos, por exemplo, em relação ao aumento da temperatura média anual, onde o Ministério do Meio Ambiente diz que nos últimos 50 anos esse aumento é atribuído às atividades humanas, e a principal evidência dessa mudança atual do clima é o aquecimento global, que foi detectado

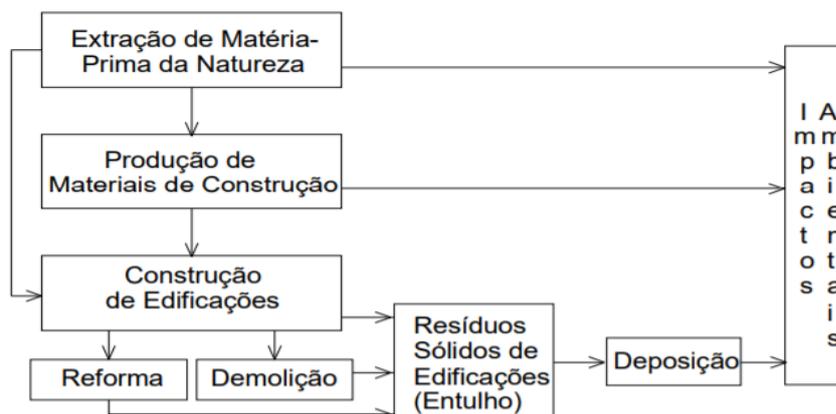
no aumento da temperatura média global do ar e dos oceanos, no derretimento generalizado da neve e do gelo, e na elevação do nível do mar.

Por tanto, encontrar um caminho para uma melhor qualidade de vida tanto para o presente quanto para o futuro e se atentar que todas as ações humanas no meio ambiente provocam uma reação, sejam positivas ou negativas, é fundamental para o processo de desenvolvimento sustentável, sendo abrangente para todas as áreas profissionais.

#### 4.3 ENGENHARIA CIVIL E O MEIO AMBIENTE: CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS

A engenharia civil não fica de lado nas ações negativas que impactam o meio ambiente, pelo contrário, o Ministério do Meio Ambiente coloca que mais de 50% dos resíduos sólidos gerados pela humanidade é proveniente da construção. Além do depósito irregular desses resíduos sólidos, se tem um uso da matéria prima oriunda da natureza para produção dos materiais de construção, fazendo com que se tenha um aumento no impacto negativo das suas ações no meio ambiente. Na Figura 1 é exemplificado essa ação da engenharia civil no ecossistema, já na Figura 2 se tem um exemplo de depósito irregular de resíduos sólidos.

**Figura 1 – Ação da engenharia civil no ecossistema**



Fonte: Roth e Garcias (2011, apud Brasil – Ministério das Cidades. Secretaria de Saneamento Ambiental, adaptação AUTORES, 2007)

**Figura 2 – Área urbana com depósito irregular de resíduos sólidos**

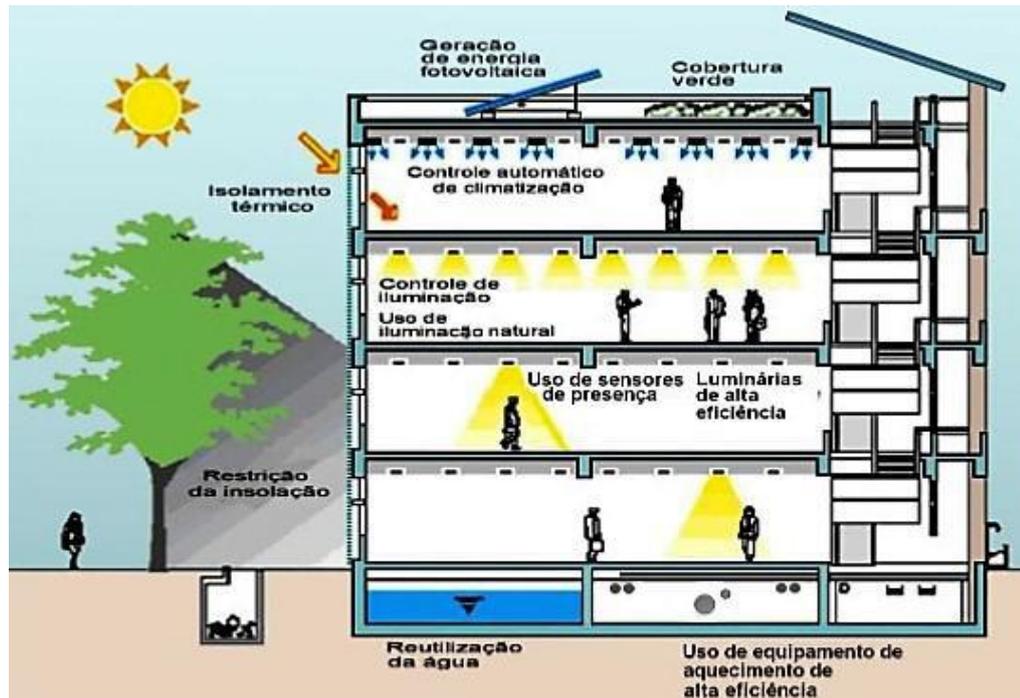


Fonte: Roth e Garcias (2011, apud AUTORES, 2007)

Uma solução eficiente para as ações da engenharia civil no ecossistema é a construção sustentável, que segundo Fernandes (2009), promove intervenções sobre o ecossistema, adaptando-o para suas necessidades de uso, produção e consumo humano, sem esgotar os recursos naturais. Com isso, a construção sustentável tem por objetivo construir ou se adequar de tal forma que não agrida o ecossistema, trazendo para o âmbito da construção civil a ideia de que se pode obter e executar uma edificação em união com o meio ambiente.

Os mecanismos da construção sustentável que promove intervenções no ecossistema podem ser adaptáveis a qualquer construção existente, atendendo a ideia de que se deve ser estudado cada caso para ser adequadamente implementado. Ambos os mecanismos buscam uma adequação da edificação junto ao meio ambiente, proporcionando uma construção mais sustentável. Na Figura 3 apresenta-se alguns mecanismos de sustentabilidade ambiental, como por exemplo, a geração de energia fotovoltaica, cobertura com telhado verde, um sistema inteligente de isolamento térmico, sistema de reutilização de água, restrição da insolação, controle de climatização interna e da iluminação, entre outros.

Figura 3 – Modelo de edifício sustentável



Fonte: Oliveira (2019)

#### 4.4 MECANISMOS QUE TORNAM UMA RESIDÊNCIA MAIS SUSTENTÁVEL

Quando se pensa em construção sustentável normalmente associa-se as novas construções, porém deve-se pensar também no que já está construído, por exemplo, nas residências já finalizadas, onde por vezes, há anos elas podem estar no local impulsionando a degradação do meio ambiente, através do uso abusivo de água potável e a utilização da energia elétrica.

A aplicação de uma nova ideia é necessária, incentivando e influenciando os futuros moradores a adquirirem produtos sustentáveis, e os mesmos, exigindo da empresa contratada o uso adequado dos recursos naturais durante a execução do projeto, mas não só isso, entender que mesmo após o término de toda a obra será necessário buscar ações sustentáveis para o dia a dia.

Para colocar em prática esse conceito, utilizam-se mecanismos para sustentabilidade ambiental, desde os que possuem maior visibilidade, como por exemplo, um sistema de aproveitamento de energia solar para geração de energia elétrica, até aqueles que apesar de conhecidos, possuem menor visibilidade, como por exemplo o telhado verde.

#### 4.4.1 Energia solar térmica e fotovoltaica

A energia elétrica convencional é fornecida principalmente através das usinas hidroelétricas para as empresas de rede elétrica da cidade que em seguida é distribuída para as residências, assim, apoiado em Nascimento (2004), quando tem a busca pelo sistema de energia solar para gerar eletricidade, a utilização de energia elétrica convencional diminui, com isso, a necessidade de novas construções de usinas hidroelétricas que agredem diretamente o meio ambiente se faz desnecessária, obtendo assim uma preservação da fauna e flora da região.

Existem dois tipos de sistema de energia solar, a térmica e a fotovoltaica. No sistema de energia solar térmica o calor é captado por coletores solares instalados nos telhados para aquecer a água, onde dentro desses coletores a água circula em tubos que é aquecida e logo depois armazenada em reservatórios (VILLALVA, 2014), então, basicamente a energia solar térmica tem por função a utilização da luz e do calor do sol para aquecimento da água em determinados pontos da edificação, esse processo é dado como sustentável pelo fato de utilizar a energia solar como fonte de aquecimento da água, assim, o uso da energia elétrica para aquecer a água é inutilizado, como por exemplo nos chuveiros elétricos, torneiras elétricas, piscinas aquecidas, entre outros.

O chuveiro elétrico, por exemplo, é um dos principais dispositivos da residência, utilizado diariamente, e também um dos maiores consumidores de energia elétrica na edificação, onde, segundo Mogawer e Souza (2004, apud ABRAVA, 2000), informações da Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento, prevê que apenas com aquecimento da água para o banho são gastos anualmente cerca de 20 bilhões de kWh de energia elétrica.

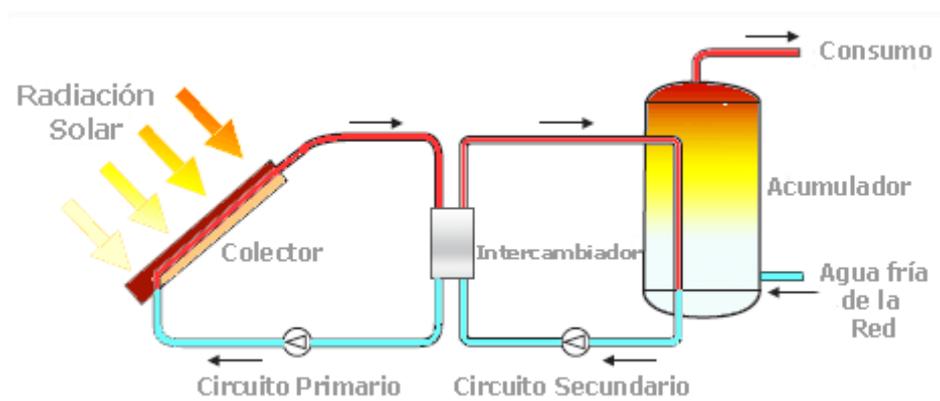
Assim, com a utilização desse mecanismo há um grande percentual de economia de energia elétrica na residência, tornando-se um fator favorável ao meio ambiente. Na Figura 4 podemos observar uma residência na qual está instalada os coletores solares para aquecimento da água e na Figura 5 vemos o esquema de uma instalação de energia solar térmica.

**Figura 4 – Coletores solares para aquecimento de água**



Fonte: Villalva (2014)

**Figura 5 - Esquema de uma instalação de energia solar térmica**



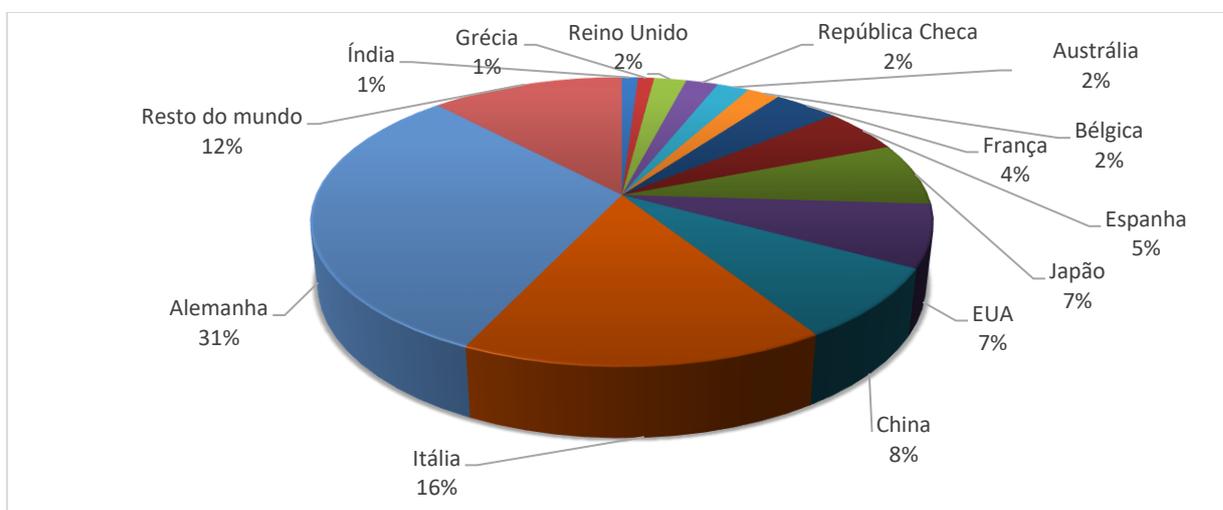
Fonte: Energia (2018)

Além do sistema de energia solar térmica, há um sistema que também utiliza a energia solar como fonte de energia inicial, porém, para transformá-la em energia elétrica, esse mecanismo é chamado de sistema de energia solar fotovoltaica. Da mesma maneira que a energia solar térmica utiliza luz e calor do sol para aquecer a água, a fotovoltaica gera energia elétrica e distribui para rede elétrica da residência, dessa forma, o uso de painéis fotovoltaicos para produção de energia elétrica é um ótimo aliado para o meio ambiente, pois minimiza os impactos ambientais trazidos pelo consumo de energia elétrica convencional, Brito e Silva (2016) confirma que a energia solar fotovoltaica é uma fonte de eletricidade limpa, pois seu funcionamento não tem emissões indesejáveis, e ainda por cima é renovável, devido a fonte solar ser inesgotável.

No sistema de energia solar fotovoltaico pode ser escolhido dois tipos de sistema, o On Grid e o Off grid, sendo que a principal diferença dos sistemas é que no primeiro o mecanismo está conectado à rede elétrica convencional da cidade, enquanto no sistema Off Grid não. No sistema On Grid de acordo com Kurita (2017) há dois pontos principais, quando tem uma geração de energia a mais do que a usada e quando a energia gerada não é o suficiente para o consumo da residência. No primeiro caso, o morador pode vender o excesso de energia elétrica para a empresa responsável da região, e no segundo caso, com a necessidade de se ter mais energia elétrica, a empresa responsável acaba fornecendo essa energia através da rede elétrica convencional instalada, diferentemente do sistema Off Grid que é mais utilizado em locais que não tem rede elétrica convencional e o seu uso é com o abastecimento pontuais de energia elétrica na edificação, definidos em projeto.

No Brasil a prática de instalar um sistema de energia solar vem se propagando entre a população, mesmo assim, em um contexto geral, ele está atrás de alguns países em relação ao uso de painéis fotovoltaicos. De acordo com Silva (2015), o Brasil vem sendo alvo de estímulo para implantação da energia solar, considerando que o país possui um grande índice de radiação solar. No Gráfico 1 é apresentado, em porcentagem, os países com mais instalações de painéis fotovoltaicos até 2012. Na Figura 6 pode-se observar alguns painéis fotovoltaicos instalados em uma residência.

**Gráfico 1 – Principais países com instalações de painéis fotovoltaicos**



Fonte: SILVA (2015, apud Esposito & Fuchs, 2013)

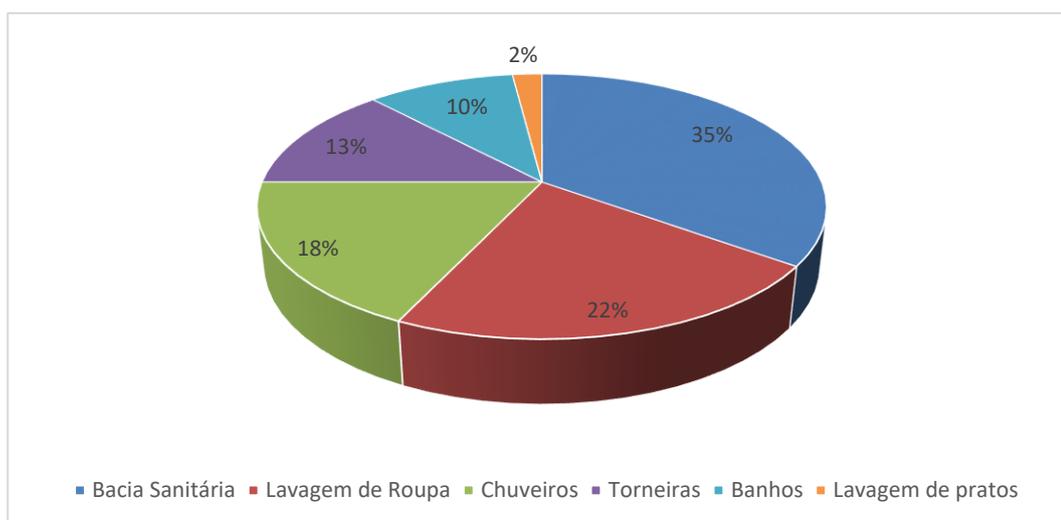
**Figura 6 – Painéis fotovoltaicos instalados em uma residência**



Fonte: Villalva (2014)

#### **4.4.2 Captação da água da chuva para reuso doméstico**

Á água é um recurso natural essencial para a vida humana e de qualquer ser vivo presente no planeta, sendo assim, existe uma preocupação com o uso abusivo e excessivo da água pela humanidade. Essa preocupação atinge todas as nações. Buscar mecanismos de sustentabilidade ambiental para atingir diretamente esse consumo abusivo da água em residências é fundamental, já que segundo Graças (2010, apud relatório da UNEP), cerca de 1,8 bilhões de pessoas estarão totalmente desprovidas de água, até 2025, e 2/3 da população mundial poderá estar sujeita a falta de água, com isso, a utilização controlada e consciente é extremamente necessária em qualquer edificação, inclusive em residências. Podemos observar no Gráfico 2 a estimativa do consumo de água nas residências, atentando-se que 57% do consumo se dá através da bacia sanitária e da lavagem de roupa.

**Gráfico 2 – Consumo de água em residências**

Fonte: Tomaz (2000, apud Brown e Caldwell, 1986)

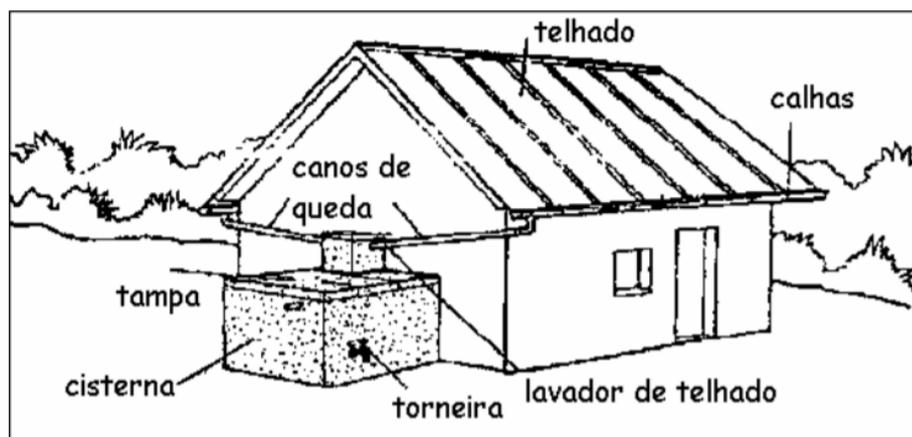
Como forma de mecanismo de sustentabilidade ambiental pensado na economia de água em residências, existe a captação e o reaproveitamento da água da chuva para reutilização doméstica não potável, onde sua instalação gera uma diminuição no uso da água potável fornecida pelo sistema de tratamento de água da cidade, redirecionando a água potável fornecida apenas para usos domésticos que necessitam dessa água. O meio mais comum para a captação da água da chuva é o telhado em conjunto com as calhas, que de acordo com Fernandes (2009), após a água ser coletada, é levada para um filtro autolimpante e depois para uma cisterna ou um tanque subterrâneo, sendo que através de uma bomba a água já filtrada pode ser reutilizada para fins domésticos não potáveis, como lavagem de piso, jardinagem, lavagem automotiva, piscinas, entre outros. Lembrando que para cada caso tem que ser feito um estudo e dimensionamento correto para a melhor solução.

Com itens básicos é obtido um sistema de captação da água da chuva eficiente, com propósito final de levar a água colhida por certa área de captação, como o telhado, até um reservatório através das calhas e tubos de quedas. Após estar disposto no recipiente escolhido é levado pelas tubulações para os locais adequados previsto em projeto para uso doméstico não potável.

Mano (2004, apud Texas water development board, 1997) coloca o sistema de captação da água da chuva dividido em alguns itens básicos: área de captação, calhas e tubos de quedas, tela horizontal e lavador de telhado, cisterna ou reservatório, tubulações e tratamento.

Na Figura 7 temos um sistema onde a cisterna está localizada acima do solo e a água para ser utilizada é obtida através de uma torneira na própria cisterna que para ser distribuída será ligada a uma mangueira e distribuída adequadamente para os locais escolhidos pelo proprietário.

**Figura 7 – Instalação básica de um sistema de captação e armazenamento da água da chuva**



Fonte: Mano (2004, apud OEA, 1997)

#### **4.4.3 Telhado verde**

Ao se implantar o telhado verde em uma residência, obtém-se uma moderação da temperatura interna na residência, aumentando a área verde da construção e impedindo o contato direto da radiação solar com o telhado, favorecendo a economia de energia elétrica convencional. Além disso, segundo Thomazelli (2013), o telhado proporciona a absorção e retenção de poluentes atmosféricos, isolamento sonoro, contenção temporária da água da chuva, entre outros. Também pode-se pensar no telhado verde como um mecanismo preventivo em locais de alagamento, por exemplo, se as casas do local de alagamento possuísem o telhado verde, os mesmos poderiam absorver parte da água da chuva através do solo, minimizando os efeitos do alagamento nas ruas. Na Figura 8, é apresentado construções com telhados verdes nas Ilhas Faroer, na Dinamarca.

**Figura 8 – Construções com telhados verdes nas Ilhas Faroe, Dinamarca**



Fonte: Thomazelli (2013, apud Erik Christensen)

A estrutura de um telhado verde é voltada para receber uma vegetação definida em projeto, onde os elementos que são usados para compor a estrutura dos telhados verdes, de acordo com Araújo (2007), são: laje, camada impermeabilizante, isolante térmico, camada drenante, camada filtrante, solo e vegetação. Todo esse processo voltado para a vegetação tem como finalidade prevenir possíveis infiltrações na edificação e garantir a eficiência do mecanismo.

Tendo em vista os aspectos observados percebe-se que o telhado verde é um mecanismo totalmente sustentável, em que além da sua eficiência energética para com a residência, traz um aumento de área verde considerável, favorecendo o meio ambiente. A Figura 9 apresenta os detalhes construtivos do telhado verde.

**Figura 9 – Detalhes construtivos do telhado verde**



Assentamento de tijolos.



Convecção do reboco.



Pasta de cimento e latex.



Aplicação do Impermeabilizante.



Substrato / Macdrain 2L.



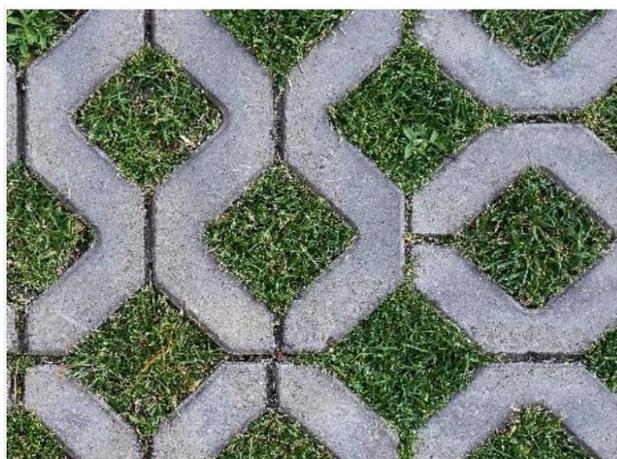
Protótipo LCC.

Fonte: Araújo (2007, apud Cunha, 2002)

#### 4.4.4 Pisograma ou concregrama

Shimada e Sardeiro (2010) diz que o pisograma ou concregrama são blocos de concreto com espaçamentos em seu interior para o plantio de grama. Sendo assim, é uma forma eficiente de se aumentar a área verde da construção, favorecendo um ambiente mais agradável para os ocupantes da residência, além de que essa adaptação também pode garantir ao morador um visual estético agradável, melhorando a arquitetura da edificação. Na figura 10 é apresentado um exemplo de pisograma ou concregrama.

Figura 10 – Exemplo de pisograma/concregrama



Fonte: Schiavon (2018)

#### 4.4.5 Composteira doméstica

Outra possibilidade de adaptação na residência para essa tornar-se mais sustentável trata-se do uso da compostagem doméstica para resíduos orgânicos. Com essa adaptação o morador poderá utilizar restos orgânicos provenientes da sua dieta alimentar para gerar produtos úteis no uso habitacional, além de um destino sustentável para parte do lixo da residência.

Adotando essa prática há vários ganhos socioambientais, como a redução de desperdício de recursos, favorecimento da redução do índice de poluição do ar, do solo e da água além da transformação dos resíduos orgânicos em produtos úteis,

entre outros, (MONTEIRO, 2016). Na Figura 11 é apresentado um modelo de composteira doméstica existente no mercado para venda.

**Figura 11 – Composteira doméstica**



Fonte: Quintela (2014 apud Morada da Floresta Soluções Ecológicas LTDA, 2014)

#### **4.4.6 Lâmpadas de LED**

Barçante e Soares (2013), diz que as lâmpadas de LED são recicláveis e não poluem o meio ambiente, pois não possuem mercúrio ou qualquer outro tipo de metal pesado, além das lâmpadas de LED serem 75% mais econômica que a convencional. Com isso, a troca das lâmpadas convencionais por lâmpadas de LED como um meio de adaptação sustentável é eficiente, obtendo-se uma redução no consumo de energia elétrica e favorecendo o meio ambiente, tornando essa construção mais sustentável.

Na Figura 12 é apresentado um comparativo da empresa Philips sobre suas lâmpadas, em relação à economia de energia e a durabilidade da lâmpada, onde a lâmpada de LED pode chegar até a 85% de economia com durabilidade de 15.000 a 20.000 horas, diferente da incandescente, que é a mais comum e tem durabilidade apenas de 1.000 horas com 0% de economia.

Figura 12 - Comparativo da empresa Philips sobre as lâmpadas



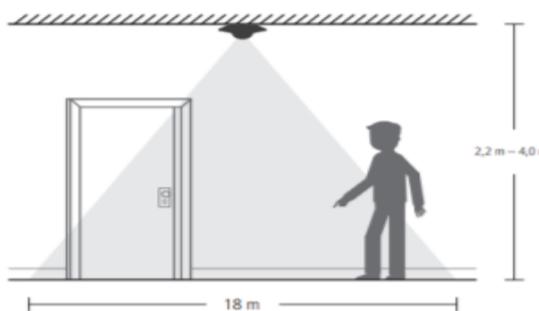
Fonte: Barçante e Soares (2013)

#### 4.4.7 Controle da iluminação artificial

Nas residências podem ocorrer um alto consumo em iluminação artificial afetando diretamente no consumo de energia elétrica na residência, então, como mecanismo de sustentabilidade ambiental utilizam-se dispositivos que controlem a iluminação artificial de forma automática, como por exemplo os sensores de ocupação.

Goulart (2008) diz que a função de um sistema de controle de luz é fornecer a quantidade de iluminação onde e quando ela é necessária. Por tanto, a instalação desse mecanismo de sustentabilidade ambiental em uma residência ajuda ao meio ambiente através da redução do consumo de energia elétrica na edificação.

Na Figura 13 é representado o funcionamento do sensor de ocupação, em que segundo Cunha e Fernandes (2018), quando a pessoa se aproxima do ambiente é percebida pelos sensores que enviam as informações imediatamente para as lâmpadas acenderem.

**Figura 13: Funcionamento do sensor de ocupação**

Fonte: Cunha e Fernandes (2018)

#### 4.4.8 Isolamento térmico em telhados

Com a implantação do isolamento térmico no telhado da residência, acontecerá uma redução na troca de energia entre os dois ambientes, no caso o externo e o interno, através de materiais que não conduzem energia, tornando-se um ótimo mecanismo de eficiência energética, já que de acordo com Daré (2005, apud Sato, 2003), a maior carga de calor chega pelos telhados, como por exemplo nas telhas cerâmicas que com a incidência solar pode chegar a 70°C durante o dia.

Sendo assim, o isolamento térmico traz um maior conforto em relação à temperatura ambiente da residência para os moradores, evitando-se utilizar aparelhos elétricos como ventiladores, ar-condicionados e aquecedores, conseqüentemente, diminuindo o uso da energia elétrica na edificação. Na Figura 14 é apresentado o processo de isolamento térmico no telhado com uma manta de alumínio em duas faces.

**Figura 14 – Processo de isolamento térmico no telhado com manta de alumínio**

Fonte: Daré (2005, apud catálogo técnico de Pentank 2013)

#### 4.4.9 Torneira com desligamento automático e registro regulador de vazão

Existem torneiras que tem como função cessar o fluxo de água em um tempo determinado pelo fabricante, e também existem registros reguladores de vazão com finalidade de diminuir a vazão de água na torneira. Orita, Serinolli e Novaretti (2016), realizou um estudo em um hospital privado na cidade de São Paulo, em que se foram trocadas as torneiras convencionais por torneiras de mesa com fechamento automático e também houve a instalação de um registro regulador de vazão, com isso, evidenciando um menor consumo de água nas torneiras trocadas e principalmente naquelas que receberam o dispositivo.

Levando em conta o que foi observado, com a troca das torneiras convencionais por torneiras com desligamento automático e a instalação dos registros reguladores de vazão nas residências, promove-se um consumo no uso da água na, utilizando-a apenas pelo tempo e quantidade necessário, contribuindo positivamente com o meio ambiente. Na Figura 15 é apresentado uma torneira de mesa com desligamento automático e um arejador que funciona como um registro regulador de vazão, respectivamente.

**Figura 15 – Torneira de mesa com desligamento automático e arejador**



Fonte: Lombardi (2012, apud DECA 2012)

#### 4.4.10 Bacia sanitária com caixa acoplada

Segundo resultados de Okamura (2006), a bacia sanitária com válvula de descarga, que é mais usual, gasta em média 30 litros por descarga, já a com caixa acoplada gasta em torno de 6 litros, conseguindo uma economia de 80% no consumo da água mensal, além de afirmar que a água da descarga é tratada e potável.

Com isso, a utilização da caixa acoplada na bacia sanitária é fundamental para reduzir o consumo de água potável na residência, então, quando não se tem a caixa acoplada em conjunto com a bacia sanitária é sugestivo a troca para evitar o uso excessivo da água potável durante a descarga na edificação.

Na figura 16 é apresentado uma válvula de descarga e uma bacia sanitária com caixa acoplada, respectivamente, e ambas com função de acionamento duplo. O acionamento duplo nos dois casos fornece ao consumo de água da residência ganhos consideráveis, pelo fato de que cada acionamento utiliza a quantidade de água necessária para cada função, uma função para eliminar efluentes líquidos e outra efluentes sólidos. Essa redução no consumo da água pelo uso da função de acionamento duplo é confirmada por Lombardi (2012).

**Figura 16 – Válvula de descarga e bacia sanitária com caixa acoplada**



Fonte: Lombardi (2012, apud DECA 2012)

#### **4.4.11 Outras adaptações sustentáveis para serem pensadas durante a execução do pré-projeto**

Durante a execução do projeto residencial, na parte arquitetônica, também pode-se pensar em adaptações visando a economia de energia elétrica, influenciando positivamente no meio ambiente. Diversas adaptações sustentáveis podem ser aplicadas durante esse processo, como por exemplo, o posicionamento das aberturas para iluminação e ventilação natural, orientação da residência, plantio de árvores como forma de conter raios solares diretamente na edificação, entre outros.

Goulart (2008), afirma que a orientação da residência controla os raios solares que penetram no interior da edificação, onde em determinadas épocas do ano acontece um ganho de calor pelas aberturas da residência, e ainda, essas aberturas bem posicionadas garantem a iluminação natural, o contato com a área externa, o ganho de calor solar e a circulação de ar nos ambientes internos, aconselhando-se a sempre que possível utilizar as aberturas de forma cruzada.

## 5 MÉTODO E INFORMAÇÕES

### 5.1 ROTEIRO DE PESQUISA

Esse trabalho é um estudo de caso em uma residência unifamiliar localizada na Avenida Norte, lote 05, quadra B, no bairro Jardim Amazônia na cidade de Barra do Garças – MT, com o objetivo principal de verificar mecanismos sustentáveis existentes e sugerir mecanismos sustentáveis que possam ser implantados, tornando-a uma residência mais sustentável.

De início foi feita uma visita técnica no local averiguando se já havia algum tipo de mecanismo sustentável instalado pelos proprietários, então se sucedeu uma inspeção em toda residência observando possíveis pontos que possam ser instalados novos mecanismos sustentáveis.

Levando em conta o que foi observado, foi constatado a existência de mecanismos sustentáveis já instalados e feita uma apresentação e descrição com todos os dados disponibilizados pelos moradores, também, após observar e verificar que havia possibilidade de se instalar outros mecanismos sustentáveis, foi executado uma análise sugestiva para implantação dos novos mecanismos sustentáveis na residência em questão.

### 5.2 ANÁLISE CONSTRUTIVA DA RESIDÊNCIA

O estudo de caso será executado em uma residência com dois pavimentos, um superior e um térreo, com as seguintes áreas respectivamente, 105.40 m<sup>2</sup> e 208.49 m<sup>2</sup>, somando um total de 313.89 m<sup>2</sup> de área construída em um terreno de 900 m<sup>2</sup> e uma área permeável de 526.74 m<sup>2</sup>. No Apêndice A, em A4 é apresentado a planta do pavimento térreo e alocação, em A5 é apresentado a planta do pavimento superior e em A6 é apresentado o quadro de aberturas.

### 5.3 AVERIGUAÇÃO DA RESIDÊNCIA

A visita técnica foi realizada no dia 01 de julho de 2019 às 14:00 horas com intuito de levantar os dados necessários para execução do trabalho. Foram feitas fotos e anotações informativas, além do fornecimento pelo proprietário de toda documentação necessária sobre a residência, sendo também cedida a autorização do uso de imagens e documentos.

Após uma averiguação feita em toda residência foi constatada a existência de um sistema de energia solar fotovoltaico On Grid, o uso das lâmpadas de LED por toda a área construída e a utilização de dispositivos reguladores de vazão nas torneiras da residência. Então foi analisado a possibilidade de se instalar e adaptar outros métodos sustentáveis na edificação.

Inicialmente, a implantação de um sistema de captação da água da chuva para reuso não potável, o uso da composteira doméstica para produção de adubo, a instalação de sensores ocupacionais em determinadas áreas da edificação, a troca das torneiras de mesa dos banheiros por torneiras com fechamento automático e a troca da válvula de descarga por caixa acoplada nas bacias sanitárias.

## 6 RESULTADOS

### 6.1 DESCRIÇÃO E APRESENTAÇÃO DOS MECANISMOS SUSTENTÁVEIS QUE ESTÃO PRESENTES NA RESIDÊNCIA

#### 6.1.1 Sistema de energia solar fotovoltaica ON GRID

Na residência foi encontrado um sistema de placas solares com intuito de utilizar a energia solar como fonte para geração de energia elétrica, que segundo o proprietário, foi instalado em dezembro de 2017 em um sistema On Grid, onde se tem uma produção de energia elétrica através da energia solar maior que o consumido, havendo assim uma geração de energia elétrica maior do que a necessária, que eventualmente será vendida pelo proprietário para empresa responsável pela rede elétrica da região a partir do mês de agosto de 2019.

A princípio foi fornecido pelos proprietários todos os documentos relacionado a instalação do sistema, e de acordo com o memorial descritivo os materiais utilizados para instalação do sistema de energia solar foram:

- a. 80m x cabo solar preto e vermelho com proteção UV 4,0mm<sup>2</sup>;
- b. 28 x inter clamp kit 40mm (grampo intermediário);
- c. 08 x end clamp kit 40mm (grampo terminador);
- d. 32 x hook de aço kit;
- e. 04 x emenda de perfil de alumínio GS;
- f. 10 x perfil de alumínio adonisado para módulos fotovoltaicos (4.20m) GS;
- g. 01 x stb02-1000v/02, string box CC (2 string CC 1000v);
- h. 01 x phb5000D-NS, inversor fotovoltaico;
- i. 16 x módulos fotovoltaicos 325WP; Jinko Solar JKM325P;
- j. 25m x cabo flexível 4,0mm<sup>2</sup> PR AZ e VD;
- k. 01 x QPCA contendo 01 DJ25A e 02 DPS20kA;

Para esse mecanismo foi utilizado 16 módulos fotovoltaicos do fabricante chinês Jinko Solar modelo JKM325P, que de acordo com Esposito e Fuchs (2013), é

uma das principais fabricantes de painéis fotovoltaicos no mundo. O inversor solar escolhido para complementar o mecanismo foi do fabricante PHB Eletrônica modelo PHB5000D-NS.

Na Tabela 1 é apresentado as especificações técnicas do módulo fotovoltaico JKM325P e na Tabela 2 especificações técnicas do inversor solar PHB5000D-NS, onde alguns dados foram fornecidos pelos proprietários, dos módulos e do inversor usado.

**Tabela 1 – Especificações técnicas do módulo fotovoltaico JKM325P**

<b>Características técnicas em STC*</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidade</b>
Potência Nominal	325	W
Tensão de máxima potência (VMPPT)	37,6	V
Corrente de máxima potência (IMPPT)	8,66	A
Tensão de Circuito Aberto (Voc)	46,7	V
Corrente de Curto-Circuito (Isc)	9,10	A
Eficiência módulo	16,75	%
Número de Células	72	

STC\* Condições padrão de teste: Irradiância 1000 W/m<sup>2</sup> Temperatura de célula 25°C; Massa de ar 1,5

Fonte: Nunes (2018, apud JINKO SOLAR, 2015)

**Tabela 2 – Especificações técnicas do inversor solar PHB5000D-NS**

<b>Características técnicas</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidade</b>
Máxima potência	6500	W
Máxima tensão	580	V
Faixa de operação SPMP (MPPT)	80~450	V
Tensão CC de partida	120	V
Corrente CC máxima	11/11	A
Número de strings em paralelo	1/2	
Máxima potência CA	5000	W
Máxima eficiência	97.8	%
Dimensões (L*A*P)	347*431*150	mm

Fonte: Apêndice A - A2

Na figura 17 é uma ilustração do módulo fotovoltaico, na Figura 18 também é apresentado em forma de ilustração, o inversor solar escolhido para o sistema, já na

Figura 19 é a imagem do projeto executivo realizado e na Figura 20 trata-se de uma imagem real dos módulos já instalados na residência:

**Figura 17 – Módulo fotovoltaico JKM325P**



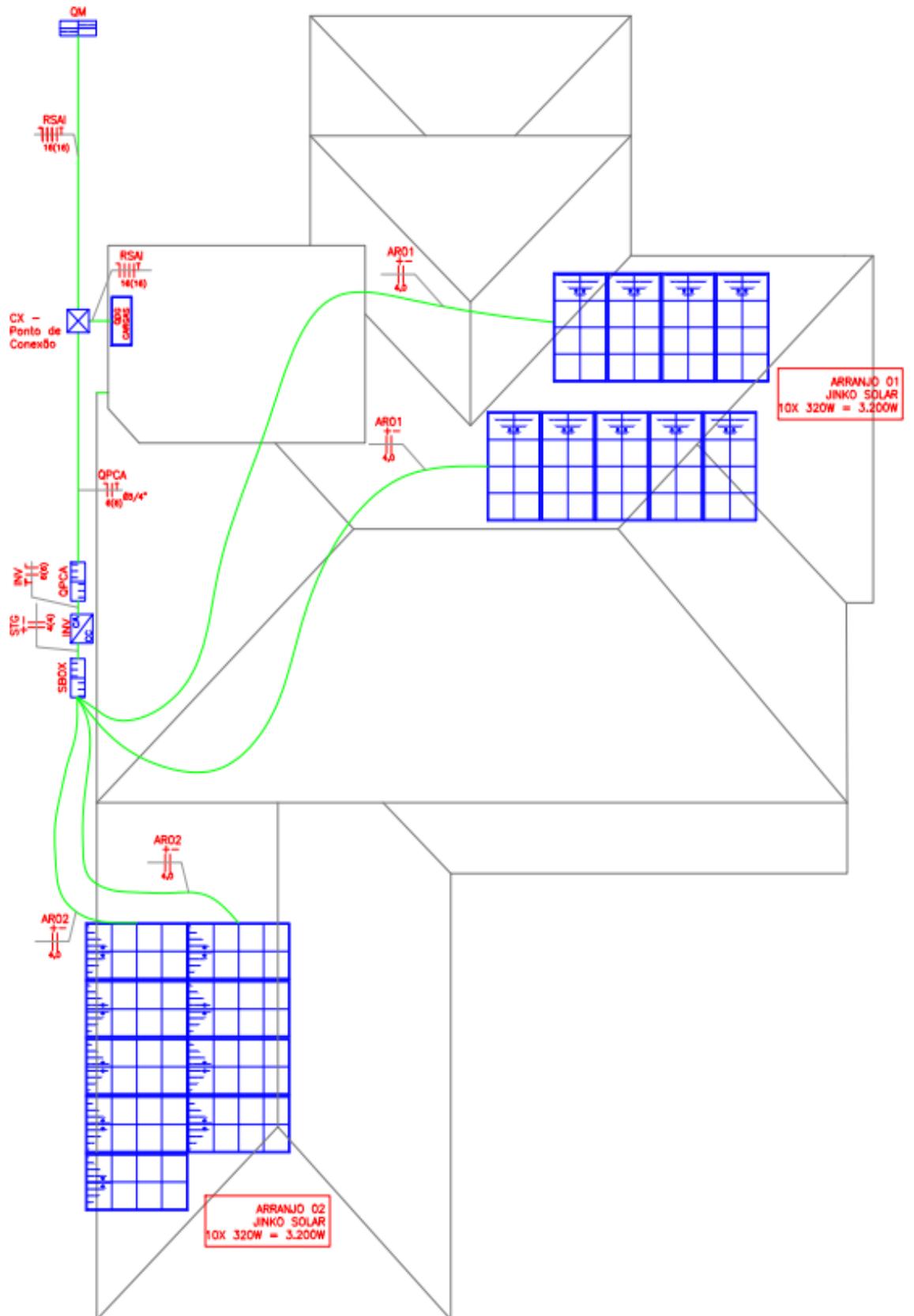
Fonte: Nunes (2018, apud JINKO SOLAR, 2015)

**Figura 18 – Inversor solar PHB5000D-NS**



Fonte: Adaptado Apêndice A - A1

Figura 19 – Projeto executivo do mecanismo de energia fotovoltaica



**Figura 20 – Alguns dos módulos fotovoltaicos instalados na residência em questão**



Fonte: Autor

### **6.1.2 Lâmpadas de LED**

Outro dispositivo sustentável que foi adotado pelos proprietários foram as lâmpadas de LED embutida no próprio forro por questão arquitetônica. A lâmpada de LED foi colocada em todos os pontos da residência que necessitavam de iluminação, como na cozinha, na área de lazer, nos banheiros, na sala, entre outros, em que será apresentado alguns desses pontos nas Figuras 21, 22 e 23, através de fotos reais.

**Figura 21 – Utilização das lâmpadas de LED na área de lazer**



Fonte: Autor

**Figura 22 – Utilização das lâmpadas de LED na cozinha**



Fonte: Autor

**Figura 23 – Utilização das lâmpadas de LED no banheiro social**



Fonte: Autor

### **6.1.3 Registro regulador de vazão**

Nas torneiras da residência, por serem modelos mais novos, foram encontrados já instalados registros reguladores de vazão, que de acordo com o proprietário, o dispositivo foi disponibilizado em conjunto com a torneira pelo próprio fabricante. Na Figura 24 é apresentado e especificado com um círculo vermelho os registros reguladores de vazão instalados em torneiras da residência.

**Figura 24 – Registros reguladores de vazão instalados em torneiras da residência**



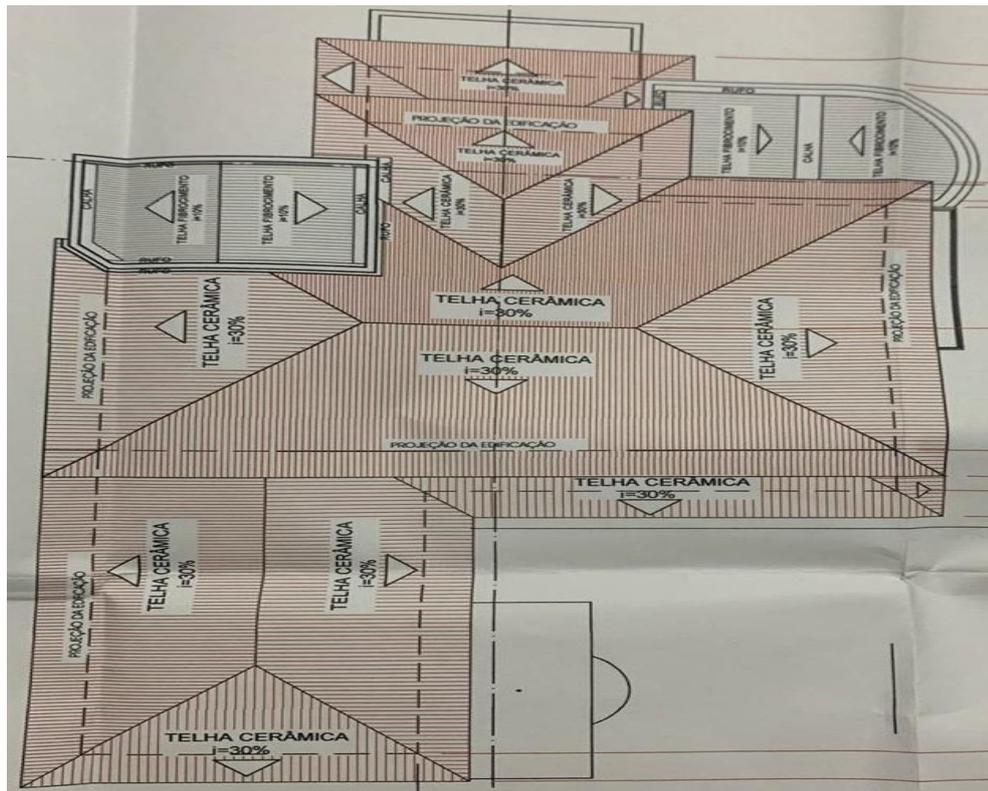
Fonte: Autor

## 6.2 SUGESTÃO DE NOVOS MECANISMOS SUSTENTÁVEIS PARA IMPLANTAÇÕES NA RESIDÊNCIA

### 6.2.1 Sistema de captação da água da chuva para reuso doméstico não potável

Pela a área construída ser grande, sugere-se, é a instalação de um sistema para captação da água da chuva e reutilização para fins domésticos não potáveis, diminuindo a utilização da água potável para usos domésticos. Sendo assim, para execução do sistema, foi constatado que na cobertura da construção foram utilizados dois tipos de telhas, a primeira, de fibrocimento com espessura de 8 mm e a segunda, de telha cerâmica. As calhas utilizadas se encontram nas telhas de fibrocimento juntamente com rufos, ambos de material aço zincado e possuem os devidos caimentos. Na Figura 25 é apresentado a planta da cobertura com os caimentos e materiais do telhado.

Figura 25 – Planta da cobertura com caimentos e materiais



Fonte: Documento fornecido pelo proprietário da residência

Pelo fato de a residência não possuir calhas em todo o telhado, o sistema terá que ser iniciado pela instalação de calhas total ou parcial no telhado, a fim de coletar a água da chuva e destina-la para um ponto específico previsto em projeto onde será colocado o reservatório acima do subsolo com os devidos aparatos necessários para utilização e reaproveitamento da água da chuva, seguindo as orientações da “NBR 15.527:2007 Água da chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos”.

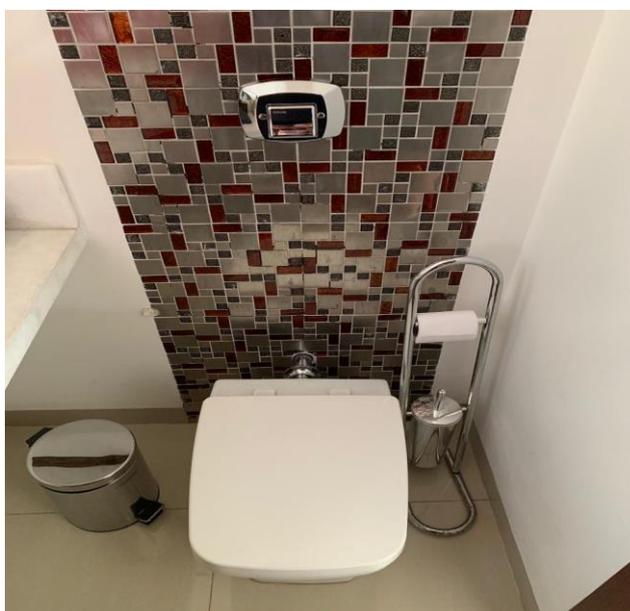
### 6.2.2 Composteira doméstica

Têm-se ainda como sugestão, a compra de uma composteira doméstica afim de utilizar os restos de produtos orgânicos provenientes da dieta alimentar dos moradores da residência como ingrediente para gerar adubo a através de minhocas. Existem vários modelos de composteira pronta para o uso, a venda. Pela praticidade, foi sugerido compra dessa composteira alocando e utilizando-a de acordo com as especificações do fabricante.

### 6.2.3 Troca da válvula de descarga por caixa acoplada nas bacias sanitárias

Na residência utilizam-se as válvulas de descargas nas bacias sanitárias. Sabe-se que a água para descarga é uma água tratada e que a caixa acoplada para bacia sanitária é muito mais econômica em relação a necessidade de água para descarga do que a válvula de descarga, com isso, recomenda-se a troca para maior economia de água potável na residência. Na Figura 26 é apresentado uma das bacias sanitárias com válvula de descarga da residência, todas as outras seguem o mesmo modelo.

Figura 26 – Bacia sanitária com válvula de descarga na residência



Fonte: Autor

### 6.2.4 Uso de sensores ocupacionais

A utilização de sensores ocupacionais em determinadas áreas da residência ajuda no consumo de energia elétrica. Em áreas em que não há necessidade de iluminação artificial constante é sugerido a utilização desses sistemas, como por exemplo, no corredor externo da edificação, nos banheiros e no hall que é utilizado apenas para acomodar um aparador de bebidas. Na Figura 27, 28 e 29, respectivamente é apresentado: corredor externo da residência, iluminação padronizada dos banheiros, hall de utilização.

**Figura 27 – Corredor externo da residência**



Fonte: Autor

**Figura 28 – Iluminação padronizada dos banheiros**



Fonte: Autor

**Figura 29 – Hall de utilização**



Fonte: Autor

### 6.2.5 Troca das torneiras de mesa dos banheiros por torneiras com desligamento automático

A residência em questão possui torneiras de mesa convencionais de alto padrão, então com base na economia de água potável, é indicado a troca dessas torneiras nos banheiros por torneiras de mesa com fechamento automático, assim, obtendo um consumo de água potável apenas pelo tempo necessário. Na Figura 30 é apresentado a torneira de mesa do banheiro da residência, todos os banheiros possuem o mesmo modelo.

**Figura 30 – Torneira de mesa do banheiro da residência**



Fonte: Autor

## **7 MECANISMOS SUSTENTÁVEIS NÃO APLICÁVEIS NA RESIDÊNCIA EM QUESTÃO**

O pisograma é melhor utilizado em locais em que se há formação de poças ou alagamentos, que além de aumentar a área verde do local, possibilita uma maior absorção da água da chuva. Na residência em questão, já se tem uma boa quantidade de área verde e foi visto desnecessário a recomendação para implantação.

A energia solar térmica tem menos eficiência para a residência em questão, a partir de que pode ser utilizado a própria geração de energia elétrica que foi transformada a partir da energia solar para aquecer a água dos locais necessários.

O telhado verde para esse caso específico seria utilizado mais apenas como uma questão de arquitetura, além de entrar em conflito com o local de instalação dos módulos fotovoltaicos.

Para a instalação de um sistema de isolamento térmica do telhado na residência em questão seria necessário a retirada e recolocação de todas as placas solares, dificultando o processo, além disso, a casa tem aberturas bem posicionadas favorecendo a iluminação e ventilação natural.

Por tanto, esses mecanismos sustentáveis que foram citados no trabalho e não foram sugeridos, é devido a análise feita na residência constatar a desnecessidade e complicação da implantação.

## 8 DISCUSSÃO

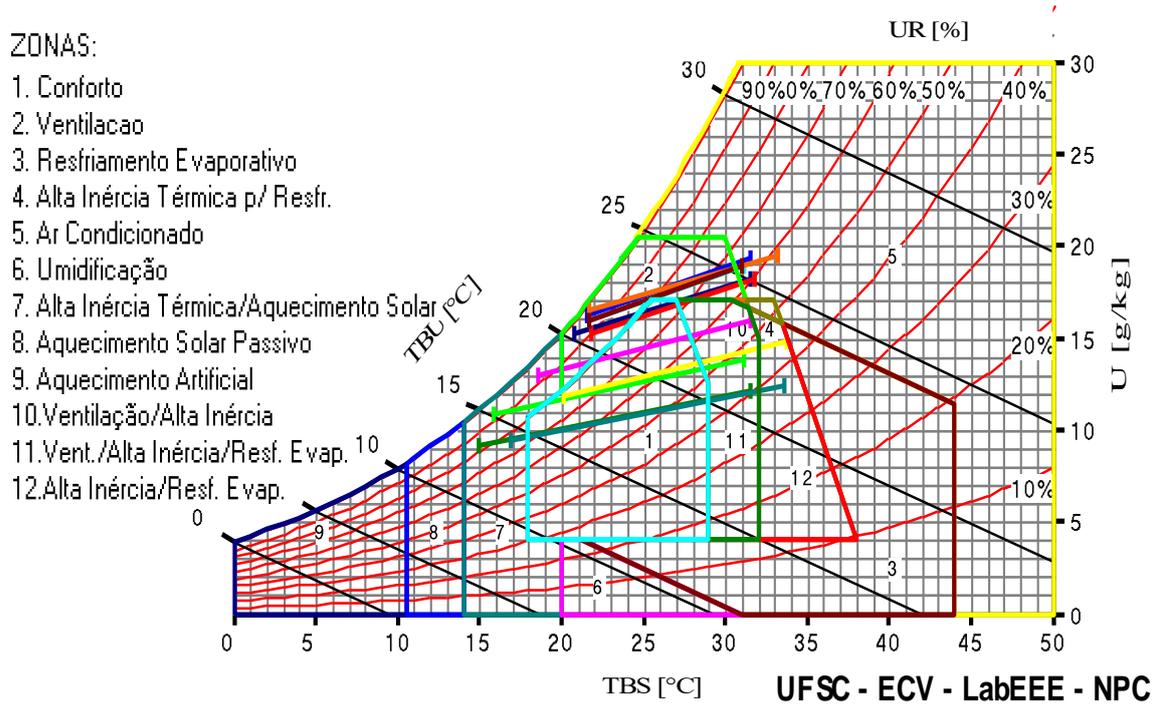
Este trabalho teve como objetivo apresentar mecanismos para transformar uma residência em uma construção mais sustentável, onde foi executado um estudo de caso com relação a uma residência unifamiliar na cidade de Barra do Garças – MT. Como mecanismos sustentáveis, foi encontrado um sistema de energia solar fotovoltaico, lâmpadas de LED, dispositivos reguladores de vazão e também métodos sustentáveis pensados durante a execução do pré-projeto, definidos pelo engenheiro responsável. Ambos mecanismos e métodos têm o intuito de reduzir o consumo de energia elétrica e água potável, conseqüentemente ajudando o meio ambiente e tornando a residência mais sustentável.

No que se refere a métodos sustentáveis pensados durante a execução do pré-projeto, pode-se observar através das plantas do pavimento térreo e superior, que houve uma preocupação por parte do engenheiro responsável, em utilizar a ventilação cruzada.

De acordo com software Analysis BIO, programa que auxilia no processo de adequação das residências ao clima local com base em arquivos climáticos anuais e horários, obteve-se os seguintes dados representados na Tabela 3 com base de informações climática de Aragarças Goiás, que pode se julgar próximo ao município de Barra do Garças em Mato Grosso pois o segundo não se tem os dados. Pode-se ver que segundo os relatórios obtidos, as residências dessa região passam grande parte do tempo em situações de conforto térmico, mas quando isso não ocorre, os recursos a serem aplicados para garantir o conforto térmico são, a ventilação cruzada e em último caso o uso de ar-condicionado, isso respeitando as peculiaridades de cada residência que podem exigir providências mais específicas.

No Gráfico 3 é apresentado os dados para análise de adequação das residências ao clima local.

Gráfico 3 – Gráfico para análise de adequação das residências ao clima local



Fonte: Software Analysis BIO

Tabela 3 – Relatório de análise de adequação das residências ao clima local,  
Aragarças-GO

Meses	Ventilação	Ar Condicionado	Conforto	Aquecimento Solar Passivo/Alta Inércia Térmica	Ventilação/Alta Inércia/Resfriamento Evaporativo	Alta Inércia/Resfriamento Evaporativo
Janeiro	98.14	1.87	x	x	x	x
Fevereiro	94.97	5.04	x	x	x	x
Março	90.48	9.53	x	x	x	x
Abril	68.49	6.33	22.01	x	3.17	x
Maio	14.40	x	46.57	10.85	28.18	x
Junho	x	x	62.99	20.76	16.26	x
Julho	x	x	66.26	18.07	15.67	x
Agosto	x	x	65.87	6.59	17.97	9.58
Setembro	x	x	61.73	x	25.77	12.50
Outubro	77.72	22.28	x	x	x	x
Novembro	58.13	8.76	26.62	x	6.51	x
Dezembro	95.88	4.13	x	x	x	x

Fonte: Software Analysis BIO

Com a aplicação da ventilação cruzada, tem-se uma menor necessidade no uso de aparelhos elétricos que tem por finalidade moderar a temperatura ambiente, conseqüentemente, diminuindo o uso de energia elétrica. No pavimento térreo o vento tem acesso a todos os cômodos, com exceção do depósito, já no pavimento superior tem-se uma boa ventilação na suíte e no quarto 2, ficando o quarto 1 e o quarto de hóspedes com pouca ventilação. A análise de ventilação cruzada foi efetuada com base na direção do vento, em que de acordo com Diebel, Norda e Kretchmer (2019), em Barra do Garças – MT é predominante no sentido leste.

Quanto à economia de energia elétrica, pode-se pensar que a partir de que se tenha mais residências unifamiliares utilizando o sistema de energia solar fotovoltaico, uso de sensores ocupacionais, lâmpadas de LED, aplicação de isolante térmico no telhado, uso dos telhados verdes, entre outros métodos que geram economia na energia elétrica na edificação, as novas construções de usinas hidroelétricas que mudam totalmente o ecossistema passam a ser dispensáveis, e a longo prazo, ampliando esse conceito, o fechamento das que já estão em funcionamento deve ser colocado em pauta.

Com a instalação de um sistema de energia solar fotovoltaico, por exemplo, o proprietário além de se ter uma fonte limpa de energia elétrica tem uma economia financeira que foi comprovada pelos documentos fornecido, em que, utilizando o sistema fotovoltaico On Grid é pago apenas uma taxa mínima para a empresa responsável pela rede elétrica da região, sendo assim, a conta referente a julho de 2019, já com o sistema de energia solar fotovoltaica, teve um valor mínimo de R\$ 125,66, já no último mês antes de se instalar o sistema de energia solar fotovoltaica, a conta baseada no consumo de energia elétrica aplicada pela empresa responsável, foi de R\$ 844,44, comparando esses dados fornecidos pelo proprietários, houve uma economia de R\$ 718,78.

Na Tabela 3, usando como pauta essa economia gerada, fixando o valor e aplicando em um intervalo de um ano, foi feito uma estimativa do valor economizado nesse determinado tempo, que foi de R\$ 8.625,36.

Tabela 4 – Estimativa da economia gerada em um ano

<b>Meses</b>	<b>Economia mensal</b>
<b>Janeiro</b>	R\$ 718,78
<b>Fevereiro</b>	R\$ 718,78
<b>Março</b>	R\$ 718,78
<b>Abril</b>	R\$ 718,78
<b>Mai</b>	R\$ 718,78
<b>Junho</b>	R\$ 718,78
<b>Julho</b>	R\$ 718,78
<b>Agosto</b>	R\$ 718,78
<b>Setembro</b>	R\$ 718,78
<b>Outubro</b>	R\$ 718,78
<b>Novembro</b>	R\$ 718,78
<b>Dezembro</b>	R\$ 718,78
<b>Somatório totalizando os 12 meses</b>	R\$ 8.625,36

Fonte: Autor

Tendo em consideração à economia de água potável, com a sugestão do uso de um sistema para captação da água da chuva e reutilização para fins não potáveis, utilização de torneiras com desligamento automático, instalação de dispositivos reguladores de vazão e a troca da válvula de descarga em bacias sanitárias por caixas acopladas, se promove uma redução no consumo da água potável na residência e também no planeta, melhorando as expectativas das novas gerações em relação ao problema da escassez da água potável no planeta.

Como por exemplo, o uso de um sistema de captação da água da chuva para reuso não potável, os moradores poderão usar essa água captada para lavagem da casa, jardinagem, lavagem de maquinas e carros entre outros, implicando o uso da água fornecida pela empresa da cidade apenas para serviços específicos que necessitam de uma água mais potável.

Tendo em vista os mecanismos e métodos estudados, a ideia de que se deve pensar na sustentabilidade desde a execução do pré-projeto até a residências construídas é válida, já que com a utilização de métodos sustentáveis no projeto e a implantação de adaptações mais sustentáveis acaba-se promovendo uma diminuição no uso dos recursos naturais pelo homem, e quanto mais casas se adaptarem a esses mecanismos, menor será o consumo dos recursos fornecido pela

natureza, propagando a sua preservação, por conseguinte, tornando-a uma residência mais sustentável.

Preocupar com a próxima geração e fazer a sua parte é algo para também ser implantado, no conceito de todos, sem se esquecer de que trazer novos mecanismos e principalmente, dar visibilidade a eles é fundamental para esse processo.

## 9 CONCLUSÃO

Durante a realização dessa monografia, pode-se concluir que a utilização de mecanismos sustentáveis em residências é eficiente no combate da degradação ambiental, também foi visto que cada residência deve ser estudada e inspecionada para saber qual mecanismo será mais conveniente para edificação.

Por tanto, é de suma importância para o meio ambiente a implantação desses mecanismos, e com eles, uma residência que hoje tem um consumo extremamente abusivo de energia elétrica e água potável, gerando também um excesso de lixo orgânico, comece a se tornar aliada do meio ambiente a partir do momento em que se tenha baixo consumo de energia elétrica por meios tradicionais, mínima utilização de água potável e destino reciclável para restos orgânicos, que normalmente não há um local adequado para deposita-los.

As aplicações por mais residências poderão resultar, em maior escala, para o ecossistema ponto fundamental na recuperação ambiental. Futuros trabalhos poderão analisar outras residências e outros mecanismos sustentáveis, trazendo dados sobre os impactos ambientais que eles terão com a sua implantação na residência em questão, e também poderão trazer um comparativo custo-benefício para o proprietário.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANALYSIS BIO. [S. I.], 1996. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/>. Acesso em: 10 ago. 2019.

ÂNGULO, S.C.; ZORDAN, S.E.; JOHN, V.M. **Desenvolvimento sustentável e a reciclagem de resíduos na construção civil**. IV Seminário desenvolvimento sustentável e reciclagem na construção. São Paulo: IBRACON CT-206/ IPT/ IPEN/ PCC, 2001.

ARAÚJO, S.R. **As Funções dos Telhados Verdes no Meio Urbano, na Gestão e no Planejamento de Recursos Hídricos**. 2007. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ, 2007

BARBOSA, G.S. **O Desafio do Desenvolvimento Sustentável**. Revista Visões 4ª Edição. Rio de Janeiro, v. 1, n. 4, p. 1-11, jan. /jun. 2008.

BARÇANTE, W.G.; SOARES, U.S.R. **Estudo de viabilidade da utilização das lâmpadas de LED na iluminação residencial**. 2013. Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica) - Instituto Tecnológico de Caratinga, Caratinga - MG, 2013.

BARRETO, I. M. C. B. do N. **Gestão de resíduos na construção civil**. Sergipe: Sinduscon, 2005.

BRITO, M.C.; SILVA, J.A. **Energia fotovoltaica: conversão de energia solar em electricidade**. [S. I.], julho 2016. Disponível em: <http://solar.fc.ul.pt>. Acesso em: 22 jun. 2019.

BOFF, L. **Sustentabilidade: o que é - o que não é**. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 2017.

CORRÊA, L.R. **Sustentabilidade na construção civil**. 2009. Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil) - Escola de Engenharia UFMG, Belo Horizonte, 2009.

COSENTINO, L.T.; BORGES, M.M. **Panorama da sustentabilidade na construção civil: da teoria à realidade do mercado**. In: IV ENCONTRO DE SUSTENTABILIDADE EM PROJETO - ENSUS, 2016, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2016.

CLÓVIS, Cavalcanti *et al.* **Desenvolvimento e natureza: Estudos para uma sociedade sustentável**. Recife, Brasil: Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), 1994.

CUNHA, S.M.; FERNANDES, A.P. **Análise econômica de um circuito automático com sensor de presença para a iluminação do bloco de engenharia II UFERSA campus Mossoró-RN em uma perspectiva sustentável**. 2018. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em ciência e tecnologia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, Rio Grande do Norte, 2018.

DARÉ, C.A.N. **Avaliação da eficiência de isolantes térmicos por reflexão, utilizados como subcoberturas**. 2005. Dissertação (Mestre em Agronomia) - Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu - SP, 2005.

DERISIO, J.C. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. São Paulo: Oficina de textos, 2017.

DIEBEL, J.; NORDA, J.; KRETCHMER, O. **Condições meteorológicas médias de Barra do Garças**. [S. l.], 2019. Disponível em: <https://pt.weatherspark.com/y/29652/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Barra-do-Gar%C3%A7as-Brasil-durante-o-ano>. Acesso em: 10 ago. 2019.

ENERGIA térmica solar. [S. l.], 17 abr. 2018. Disponível em: <https://pt.solar-energia.net>. Acesso em: 21 jun. 2019.

ESPOSITO, Alexandre Siciliano; FUCHS, Paulo Gustavo. **Desenvolvimento tecnológico e inserção da energia solar no Brasil**. Revista do BNDES, Rio de Janeiro, n. 40, p. 85-113, dez. 2013.

FERNANDES, A.L.G. **Sustentabilidade das construções**. 2009. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de especialização em construção civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

FRASÃO, L.; BARRA, M.; MENICONI, T. **Entenda como a geração de energia elétrica afeta o meio ambiente**. São Paulo, 26 mar. 2011.

GANHÃO, A.M.G.D. **Construção Sustentável - Propostas de melhoria da eficiência energética em edifícios de habitação**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil – Perfil de Construção) - Universidade Nova de Lisboa, [S. l.], 2011.

GARROCHO, J.S. **Luz natural e projeto de arquitetura: Estratégias para iluminação zenital em centros de compras**. Dissertação de mestrado. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília. 2005.

GOULART, S. **Sustentabilidade nas edificações e no espaço urbano**. Apostila (Disciplina de Desempenho Térmico das Edificações), Laboratório de eficiência energética em edificações, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC, 2008.

GRAÇAS, J.A. **Residências Sustentáveis e sua Contribuição ao Meio Ambiente**. 2010. Trabalho de Mestrado (Mestrado em Construção e Reabilitação Sustentáveis) - Universidade do Minho, [S. l.], 2010.

GRUNBERG, P.R.M.; MEDEIROS, M.H.F.; TAVARES, S.F. Ambiente & Sociedade. **Certificação ambiental de habitações: Comparação entre LEED For homes, Processo AQUA e Selo Casa Azul**, [S. l.], 2014.

INSTITUTO ETHOS. **Políticas Públicas**. [S. l.], 2016. Disponível em: <https://www.ethos.org.br/conteudo/mobilizando-as-empresas-por-uma-sociedade-justa-e-sustentavel/politicas-publicas/#.XQ066ehKhPY>. Acesso em: 21 jun. 2019.

JÚNIOR, Antônio Pereira; PEREIRA, Emmanuelle Rodrigues. **Degradação ambiental e a diversidade biológica/biodiversidade: Uma revisão integrativa**. [S. l.], 5 dez. 2017.

KATS, G. **Tornando nosso ambiente construído mais sustentável: Custos, Benefícios e Estratégias**. Tradução: Millennium Traduções. São Paulo: Secovi-SP, 2014.

KURITA, T. **Você sabe a diferença entre um sistema On Grid e Off Grid?** [S. l.], 1 out. 2017. Disponível em: <http://enetec.unb.br/blog/on-grid-off-grid/>. Acesso em: 2 jul. 2019.

LEITE, V.F. **Certificação ambiental na construção civil - Sistemas LEED e AQUA**. 2011. Monografia (Curso de graduação em engenharia civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

LOMBARDI, L.R. **Dispositivos populares de água em um sistema predial: Análise da viabilidade econômica de implementação no instituto de pesquisas hidráulicas**. 2012. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

LUCON, Oswaldo *et al.* **Direito e Desenvolvimento – Uma abordagem sustentável**. REI, Fernando *et al.* (Coord.). São Paulo: Editora Saraiva, 2013.

MANO, R.S. **A captação residencial de água da chuva para fins não potáveis em Porto Alegre: aspectos básicos da viabilidade e benefícios do sistema**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

MINGRONE, R.C.C. **Sustentabilidade na Construção Civil: Análise comparativa dos conceitos empregados em obras segundo as certificações AQUA-HQE e LEED**. 2016. 72f. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2016.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Educação profissional: Referenciais curriculares nacionais da educação profissional de nível técnico**. Brasília: 2000.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. MMA. **Construção Sustentável**. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/urbanismo-sustentavel/constru%C3%A7%C3%A3o-sustent%C3%A1vel>. Acesso em: 25 jan. 2019.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Efeito Estufa e Aquecimento Global**. [S. l.], 21---. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/informma/item/195-efeito-estufa-e-aquecimento-global>. Acesso em: 4 jun. 2019.

- MOGAWER, T.; DE SOUZA, T.M. **Sistema solar de aquecimento de água para residências populares**. Encontro de energia no meio rural, 5. 2004, Campinas-SP.
- MONTEIRO, J.A.V. **Benefícios da compostagem doméstica de resíduos orgânicos**. Educação Ambiental em Ação, [S. l.], p. 1-7, 4 jun. 2016.
- NASCIMENTO, C.A. **Princípio de funcionamento da célula fotovoltaica**. 2004. Monografia (Pós-Graduação Lato-Sensu em Fontes alternativas de energia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais, 2004.
- NUNES, A. **Projeto, instalação e análise de compensação de energia de um sistema fotovoltaico de microgeração distribuída de autoconsumo remoto**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Energia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, SC, 2018.
- OKAMURA, E. K. **Economia de água em bacia sanitária**. Ciências do Ambiente Online, v. 2, n. 1, p. 1-9, fev. 2006.
- OLIVEIRA, R.L.N. **Construção Sustentável: Um desafio possível**. [S. l.], 2019.
- ORITA, M.R.; SERINOLLI, M.I.; NOVARETTI, M.C. Z. **Instalação de registro regulador de vazão em torneiras de fechamento automático visando a redução do consumo em hospital privado na cidade de São Paulo**. In: V SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE GESTÃO DE PROJETOS, INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE, 2016, São Paulo, SP. Anais [...]. São Paulo, SP: [s. n.], 2016.
- PENSAMENTO VERDE. **Conheça os diferentes tipos de degradação ambiental e a importância da recuperação de terras**. [S. l.], 9 maios 2018. Disponível em: <https://www.pensamentoverde.com.br/meio-ambiente/conheca-os-diferentes-tipos-de-degradacao-ambiental-e-importancia-da-recuperacao-de-terras/>. Acesso em: 27 jun. 2019.
- PEREIRA, C. D. **A Influência do Envelope no Desempenho Térmico de Edificações Residenciais Unifamiliares Ocupadas e Ventiladas Naturalmente**. 2009. 140 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.
- PINHEIRO, M. D. **Construção Sustentável - Mito ou Realidade?** VII Congresso Nacional de 109 Engenharia do Ambiente. Lisboa. 2003
- PORTAL SOLAR. **Kit De Energia Solar: Tudo o Que Você Precisa Saber**. [S. l.], [21--]. Disponível em: <https://www.portalsolar.com.br/kit-de-energia-solar--tudo-o-que-voce-precisa-saber.html>. Acesso em: 5 jul. 2019.
- QUINTELA, L.S. **Avaliação do processo de vermicompostagem doméstica para tratamento da parcela orgânica dos resíduos sólidos domiciliares**. 2014. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em engenharia ambiental) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

RIBAS, R. **Selo verde, agora, para residências.** [S. l.], 22 set. 2013. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/economia/imoveis/selo-verde-agora-para-residencias-10085922>. Acesso em: 16 jul. 2019.

ROTH, C.G.; GARCIAS, C.M. **Construção civil e a Degradação Ambiental.** 13. ed. [S. l.]: Unijuí, 2011. 111-128 p. v. 7. ISBN 2237-6453. DOI <https://doi.org/10.21527/2237-6453.2009.13.111-128>.

SCHIAVON, B. **O que são pisogramas? Conheça os tipos de pisos externos impermeáveis.** [S. l.], 27 jul. 2018.

SHIMADA, T. Y.; SARDEIRO, P. S. **Levantamento quantitativo e qualitativo das construções sustentáveis no município de Maringá - PR.** In: 4º CONGRESSO PARA O PLANEAMENTO URBANO, REGIONAL, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL, 2010, Faro, Portugal. Proceedings [...]. [S. l.: s. n.], 2010.

SILVA, R. M. **Energia Solar no Brasil: dos incentivos aos desafios.** Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/Senado. 2015.

SILVA, V. B.; CRISPIM, J. de Q. **Um breve relato sobre a questão ambiental.** Revista GEOMAE - Geografia, Meio Ambiente e Ensino, v. 02, nº 01, 2011.

SOUZA, F.G. *et al.* **Análise de viabilidade econômica da substituição de lâmpadas comuns por econômicas e tecnologia LED em residências.** 51. ed. [S. l.]: Revista Espacios, 2017. v. 38. ISBN 0798-1015.

SOUZA, M.T.S.; RIBEIRO, H.C.M. **Sustentabilidade ambiental: uma meta-análise da produção brasileira em periódicos de administração.** Revista Administração Contemporânea. Curitiba, v. 17, n. 3, p. 368-396, Jun. 2013.

THOMAZELLI, L.M. **“Telhado verde”, o telhado ecológico: um modelo prático, sustentável e de baixo custo.** [Artigo Acadêmico]. São Paulo: Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo. 2013 (versão 2.0).

TOMAZ, P. **Previsão do consumo de água: interface das instalações prediais de água e esgoto com os serviços públicos.** São Paulo: Navegar Editora, 2000.

VEIGA, Edilson. **Desmatamento: Amazônia perdeu 20% e Cerrado, 50%, desde 1970, aponta relatório do WWF.** [S. l.], 30 out. 2018. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-46026334>. Acesso em: 3 jun. 2019.

VILLALVA, M.G. **Energia solar fotovoltaica.** [S. l.]: Saraiva, 2014.

WIGGINS, S. *et al.* **Sustentabilidade Ambiental: Respondendo as mudanças ambientais e climáticas.** Tradução: Miriam Machado, Wanderley de Mattos Jr, Esther Trewinnard. Belo Horizonte: TearFund, 2009.

## APÊNDICE A – INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

### A1 – Especificações técnicas do inversor solar fotovoltaico I




Inversor Solar Fotovoltaico certificado pelo **INMETRO**.

- 3 modelos certificados da linha NS:  
*PHB1500-NS, INVERSOR FOTOVOLTAICO*  
*PHB3000-NS, INVERSOR FOTOVOLTAICO*  
*PHB5000D-NS, INVERSOR FOTOVOLTAICO*
- Atende as Normas (**ABNT-NBR-16149; ABNT-NBR-16150; ABNT-NBR-IEC-62116**).
- Possui a garantia de **5 anos** para defeitos de fabricação.



Requisitos de Avaliação da Conformidade para Sistemas e Equipamentos para Energia Fotovoltaica - Inversor



**PROCEL** PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA



ESTE PRODUTO TEM SEU DESEMPENHO APROVADO PELO INMETRO E ESTÁ EM CONFORMIDADE COM O PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM



PHB5000D-NS, INVERSOR FOTOVOLTAICO    PHB3000-NS, INVERSOR FOTOVOLTAICO    PHB1500-NS, INVERSOR FOTOVOLTAICO

A PHB Eletrônica completa 30 anos de experiência no mercado de Fontes de alimentação, Sistemas Retificadores, Conversores e Sistemas de Energia em geral e a partir deste ano lança sua linha de **Inversores Fotovoltaicos Monofásicos** para geração distribuída que atende as Normas (**ABNT-NBR-16149; ABNT-NBR-16150; ABNT-NBR-IEC-62116**), onde teve grande participação na elaboração e coordenação.

Os inversores fotovoltaicos são adequados para sistemas residenciais, industriais, comerciais e demais ambientes. Possui um conceito industrial moderno que facilita a instalação e manuseio.

A PHB adquiriu todos os equipamentos de testes necessários para atender os requisitos técnicos que as normas exigem. Possui seu próprio laboratório pronto para o desenvolvimento, teste e manutenção de seus inversores.

Fonte: Fornecido pelo proprietário da residência

## A2 – Especificações técnicas do inversor solar fotovoltaico II



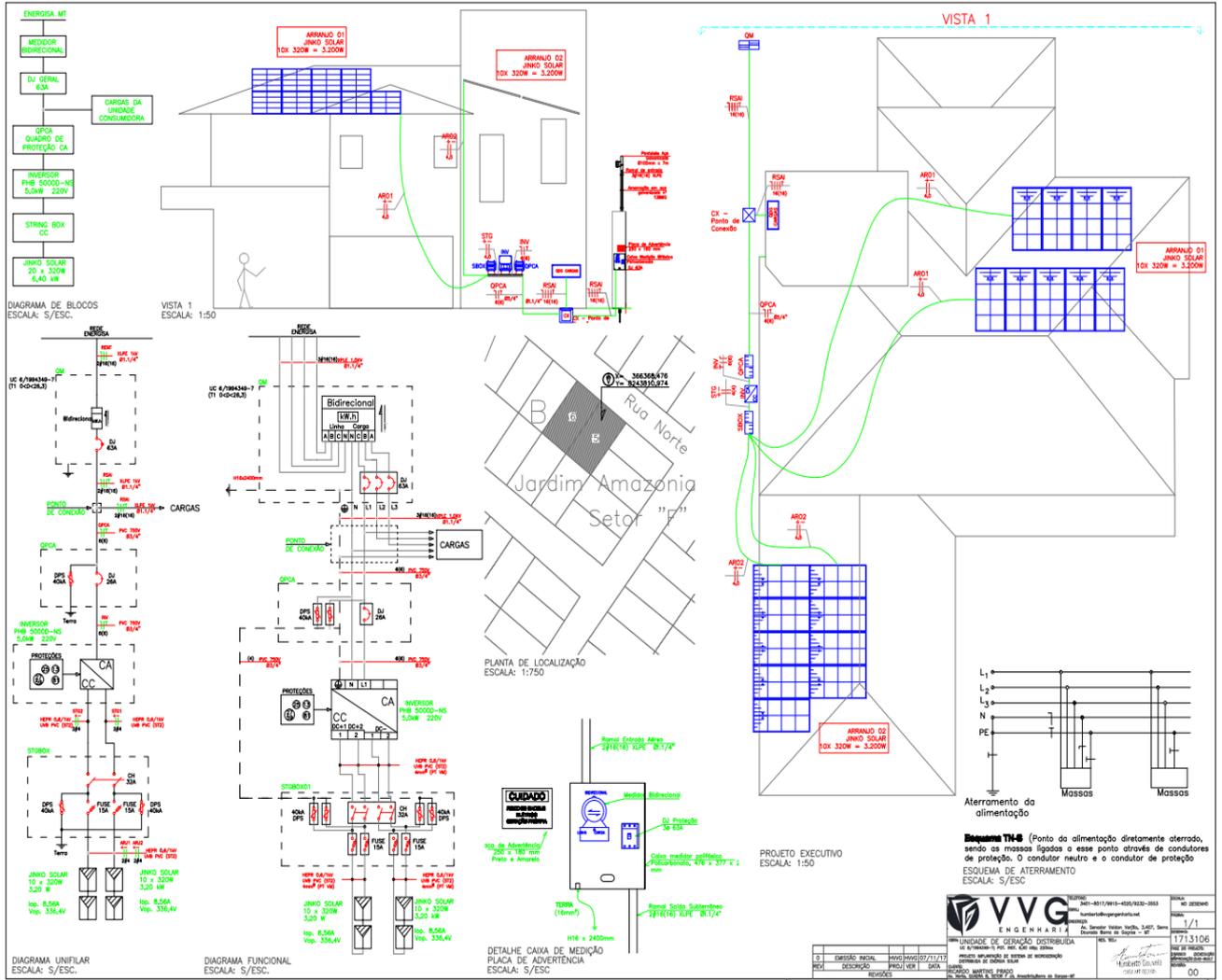
## Dados Técnicos

Inversores Fotovoltaicos (Solares) PHB série NS e D-NS (1 e 2 SPMP (MPPT) / Monofásico)

Modelo	PHB1500-NS	PHB3000-NS	PHB5000D-NS
<b>Dados da Entrada CC</b>			
Max. Potência Fotovoltaica[W]	1950	3900	6500
Max. Tensão CC [V]	450	500	580
Faixa de Operação SPMP (MPPT) [V]	80~400	80~450	125~550
Tensão CC de Partida [V]	80	80	120
Corrente CC Máxima [A]	10	15	11/11
N° Strings em Paralelo / MPPT	1/1	1/1	1/2
Conector CC	MC4 / Phoenix / Amphenol		
Consumo em Standby [W]	5		
<b>Dados da Saída CA</b>			
Potência CA Nominal [W]	1500	3000	5000
Max. Potência CA [W]	1500	3000	5000
Max. Corrente CA [A]	7.5	13.5	22.8
Saída Nominal CA	60Hz; 220Vca		
Faixa de Operação CA	57.5~62Hz; 176~242Vca		
THD	<5%		
Fator de Potência	Unitário		0.95 indutivo...0.95 capacitivo
Conexão CA	Monofásica / Bifásica		
<b>Eficiência</b>			
Max. Eficiência	97.0%	97.5%	97.8%
Eficiência SPMP (MPPT)	>99.9%	>99.9%	>99.9%
<b>Segurança do equipamento</b>			
Monitoramento de corrente de fuga	Integrado		
Proteção Anti-ilhamento	AFD (Active Frequency Drift)		
Monitoramento de Rede	VDE 0126-1-1, EN50438, G83/2, AS4777.2/3	VDE-AR-N 4105, VDE 0126-1-1/A1, G83/59, AS4777.2/3, EN50438	
NBR (Normas Brasileiras)	ABNT NBR 16149, 16150 e ABNT NBR IEC 62116		
<b>Normas de Referência</b>			
EMC	EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-3, EN 61000-6-4		
Segurança	IEC 62109-1&-2, AS3100		
<b>Dados Gerais</b>			
Dimensões (L*A*P) [mm]	344*312.5*135		347*431*150
Peso Líquido [kg]	7.5	8.5	14
Ambiente de Operação	Interno ou Externo		
Montagem	Fixação em parede		
Temperatura de Operação	-25~60°C (acima 45°C com derate)		
Umidade relativa	0~95%		
Altitude	4000m (> 3000m com derate)		
Grau de Proteção IP	IP65		
Topologia	Sem Transformador		
Ventilação	Convecção Natural		
Nível de Ruído [dB]	<25		
Display	LCD 2 linhas x 16 caracteres (Português)		
Comunicação	Wi-Fi, USB2.0 e RS485		
Cor	Vermelho		
Garantia [anos]	5/10/15/20/25 (a combinar)		

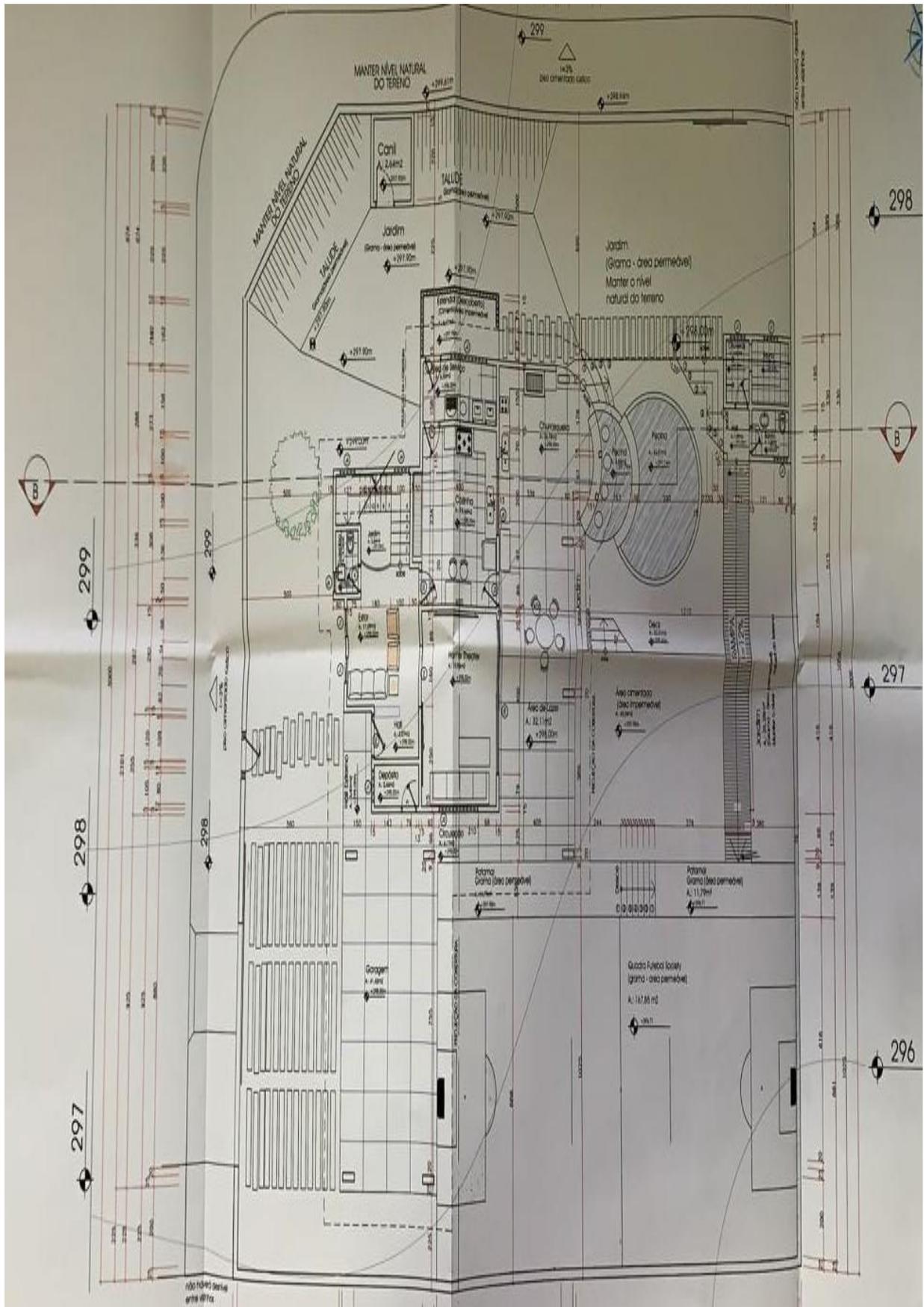
Fonte: Fornecido pelo proprietário da residência

### A3 – Projeto executivo do sistema solar fotovoltaico



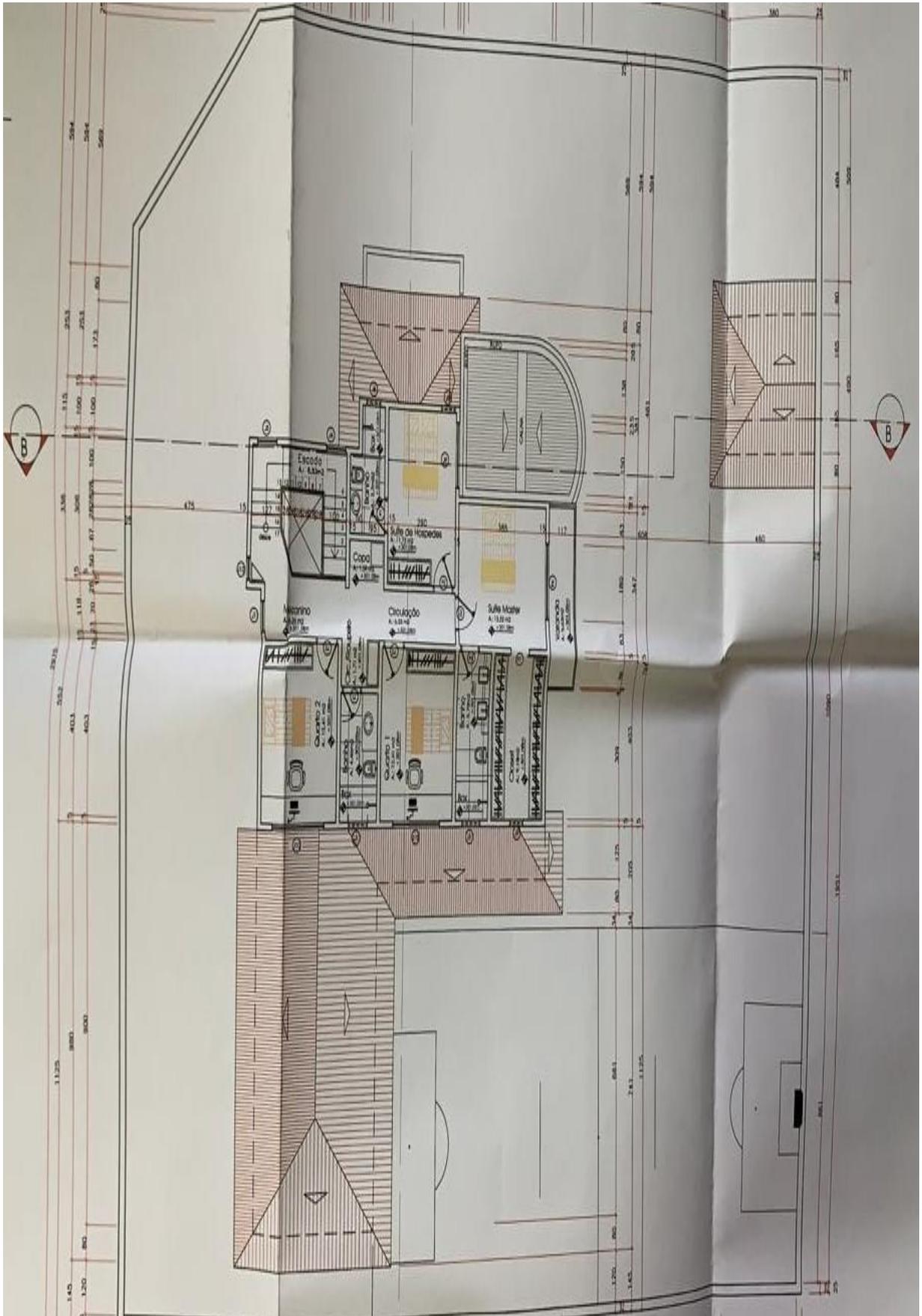
Fonte: Fornecido pelo proprietrio da residncia

## A4 – Planta pavimento térreo e alocação



Fonte: Documento fornecido pelo proprietário

## A5 – Planta pavimento superior



Fonte: Documento fornecido pelo proprietário da residência

## A6 – Quadro de aberturas

## QUADRO DE ABERTURAS

## PORTAS

ESPEC.	LARGURA(cm)	ALTURA(cm)	TIPO	MATERIAL
P1	70	210	ABRIR	MADEIRA
P2	80	210	ABRIR	MADEIRA
P3	100	250	BASCULANTE	MADEIRA
P4	165	210	CORRER	MADEIRA
P5	400	230	CORRER (4FOLHAS)	VIDRO
P6	180	210	CORRER (2 FOLHAS)	MADEIRA
P7	80	210	CORRER	MADEIRA

## JANELAS

ESPEC.	LARGURA(cm)	ALTURA(cm)	PEITORIL	TIPO	MATERIAL
J1	80	40	170	CORRER (2 FOLHAS)	ALUMÍNIO E VIDRO
J2	200	40	170	CORRER (4 FOLHAS)	ALUMÍNIO E VIDRO
J3	200	90	120	CORRER (4 FOLHAS)	ALUMÍNIO E VIDRO
J4	80	250	189	VIDRO FIXO	ALUMÍNIO E VIDRO
J5	80	250	257	VIDRO FIXO	ALUMÍNIO E VIDRO
J6	50	175	90	MAXIMO AR (3 MÓDULOS)	ALUMÍNIO E VIDRO JATEADO
J7	70	175	90	BASCULANTE (3 MÓDULOS)	ALUMÍNIO E VIDRO
J8	60	60	150	BASCULANTE	ALUMÍNIO E VIDRO
J9	150	110	100	CORRER (4 FOLHAS)	ALUMÍNIO E VIDRO
J10	200	110	100	CORRER (4 FOLHAS)	ALUMÍNIO E VIDRO
J11	70	175	90	BASCULANTE (3 MÓDULOS)	ALUMÍNIO E VIDRO
J12	50	255	15	VIDRO FIXO	ALUMÍNIO E VIDRO

Fonte: Documento fornecido pelo proprietário da residência