



CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFACIG

**ESTUDO DE IMPLANTAÇÃO DE UMA CASA SUSTENTAVEL NA CIDADE DE
MANHUAÇU – MG**

Tiago da Silva Ferreira





TIAGO DA SILVA FERREIRA

**ESTUDO DE IMPLANTAÇÃO DE UMA CASA SUSTENTAVEL NA CIDADE DE
MANHUAÇU – MG**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no
Curso de Superior de Engenharia Civil do Centro
Universitário UNIFACIG, como requisito parcial à
obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Ciências do Ambiente
Orientador: Juslei Vieira de Souza

Manhuaçu



ESTUDO DE IMPLANTAÇÃO DE UMA CASA SUSTENTAVEL NA CIDADE DE MANHUAÇU – MG

Autor: Tiago da Silva Ferreira

Orientador: Juslei Vieira de Souza

Curso: Engenharia Civil Período: 10 Área de Pesquisa: Ciências do Ambiente

Resumo: Construir com menor impacto ambiental, visando meios sustentáveis se torna evidente a cada dia, buscando consolidar um método construtivo que não tenha tamanho impacto negativo ao meio aplicado. Os princípios de cuidado com o meio ambiente, do uso de energias renováveis, de captação de água e do uso de produtos que obedecem às leis de sustentabilidade da cadeia de produção se tornam cada vez mais comuns, sendo um exemplo a ser seguido tanto no convívio social quanto na vida pessoal. O artigo abordará o conceito de uma casa sustentável e o seu método construtivo, avaliando suas vantagens, eficiência e o seu impacto ao meio ambiente, comparando-a com uma construção convencional.

Palavras-chave: Sustentabilidade, Construtivo, Meio ambiente.

SUMÁRIO

1.0 INTRODUÇÃO	6
2.0 DESENVOLVIMENTO	7
2.1 Referencial Teórico.....	7
2.1.1 Alternativas Sustentáveis	8
2.1.1.1 Tijolo solo Cimento	8
2.1.1.2 Telhado Verde.....	10
2.1.1.3 Energia Fotovoltaica.....	12
2.1.1.4 Reutilização de Águas Pluviais	13
2.2 METODOLOGIA	15
2.3 DISCUSSÃO DE RESULTADOS	16
3.0. CONCLUSÃO	19
4.0 REFERÊNCIAS.....	20



1.0 INTRODUÇÃO

O aperfeiçoamento da construção civil está diretamente ligado ao desenvolvimento humano, entretanto, o aprimoramento das técnicas de edificação e construção civil têm causado estragos ao meio ambiente e gerando uma preocupação levando a estudos para que sejam criados meios para evitar tamanho impacto ao meio ambiente.

A sustentabilidade é um tema que está em alta em todos os países desenvolvidos, devido ao esgotamento dos recursos naturais por conta do desmatamento, erosão dos solos, perda de biodiversidade e acumulação de dióxido de carbono na atmosfera, têm-se uma preocupação com a necessidade da implantação da sustentabilidade ao meio da construção civil.

Construções sustentáveis já são realidade de diversos países pelo mundo, de acordo com Yemal, Teixeira, Naas, (2011, p.4) “A sustentabilidade é uma filosofia que está encorajando o mundo empresarial a procurar melhorias ambientais que potenciem, paralelamente, benefícios econômicos”.

Estimando que os recursos naturais estejam cada dia mais escassos, a construção sustentável é uma das soluções para diminuir esse problema. A sustentabilidade é definida como a utilização dos recursos que a natureza nos disponibiliza, sem prejudicar o meio ambiente, utilizando seus recursos visando o menor impacto possível ao meio aplicado, cada dia que passa aumenta a necessidade da criação de meios construtivos que agredam menos o meio ambiente.

A fim de analisar um método construtivo sustentável, esse trabalho tem como objetivo avaliar o custo-benefício, da execução de uma casa sustentável visando mostrar sua eficiência, vantagens e seu impacto ao meio construtivo, comparando com uma construção convencional na cidade de Manhuaçu MG.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Referencial Teórico

Com o grande desenvolvimento econômico e com o aumento exponencial da população mundial, gera-se uma preocupação com o meio sustentável. “Os riscos ambientais surgem com a destruição da biodiversidade, a degradação das fontes potáveis de água, a poluição e as catástrofes naturais, agravadas pelas consequências das mudanças climáticas”, (PINSKY; DIAS; KRUGLIANSKAS, 2013, p.466). Como o aumento da população vem o aumento no setor construtivo, cada dia que passa se constrói mais, na maioria das vezes não pensando nos impactos ambientais que as construções causam ao meio ambiente.

O desenvolvimento sustentável, a competitividade global e a rápida transformação tecnológica desafiam cada vez mais as empresas a inovar com foco na sustentabilidade. De acordo com estimativas das Nações Unidas (WBCSD, 2010), até 2050, a população global deverá aumentar de 6,9 bilhões para 9 bilhões, e 98% desse crescimento ocorrerá nos países emergentes e em desenvolvimento. À medida que este crescimento avança surgem muitos riscos e desafios para governos e empresas com relação à nova demanda de consumo, que tem de considerar os recursos naturais, o alimento, o saneamento, a moradia, a educação e a saúde. (PINSKY; DIAS; KRUGLIANSKAS, 2013, p.466)

Com base no grande crescimento populacional, e assim com o aumento da demanda do meio construtivo, tem-se uma grande preocupação ambiental, gerando estudos para a criação de meios que agredam menos o meio ambiente e juntos colaborem para uma melhor qualidade de vida, conciliando o avanço construtivo com a preservação ambiental, visando construções autossustentáveis que utilizem e reutilizem recursos naturais, diminuindo o impacto gerado pelas construções convencionais. (PINSKY; DIAS; KRUGLIANSKAS, 2013)

Levando em conta essa necessidade, surge com grande destaque as construções sustentáveis, que buscam uma maneira de construir, interagindo qualidade e um menor impacto ambiental no meio aplicado, mas sem perder o desempenho esperado.

As casas sustentáveis são de extrema importância para a preservação do meio ambiente e uso racional e consciente dos recursos naturais. Além de apresentar benefícios para o meio ambiente, também trazem vantagens para os moradores como, por exemplo, redução de custos com energia elétrica e água, além de um ambiente residencial agradável. (VENANCIO, 2014)

“Construção sustentável significa que os princípios do desenvolvimento sustentável são aplicados à cadeia produtiva do empreendimento como um todo” (MEDEIROS, 2012, p.11). O uso de construções sustentáveis gera um grande impacto positivo, pois através de seus meios sustentáveis aplicados, e com a reutilização de matéria prima, podemos trazer uma melhor qualidade de vida para quem constrói e para o ambiente onde se encontra, além de trazer benefícios econômicos. O fator econômico deve-se a utilizações de fontes renováveis, como a energia fotovoltaica, que são placas solares instaladas sobre o telhado, elas captam luz solar, gerando energia elétrica,

sendo assim diminuindo no consumo de energia, reutilização de águas pluviais com a adaptação de telhados verdes assim gerando um ambiente agradável na residência e com a possibilidade da reutilização da água captada.

As construções sustentáveis são a melhor maneira de diminuir os impactos causados ao meio ambiente e de possibilitar a reaproximação do homem à natureza. Considerando que uma construção sustentável poderá ter um custo inicial maior que o convencional, o retorno ocorre por conta dos itens sustentáveis, na redução do custo de manutenção operacional da casa e do ganho da qualidade de vida dos moradores.

Uma casa sustentável possui autossuficiência ou pode ser superavitária em termos de energia, utiliza águas pluviais, eficientes para atender às demandas de frio ou calor e as condições de melhor qualidade de ar, atende a todas as condicionantes ambientais e, além do conforto, proporciona uma melhor qualidade de vida para seus moradores. A construção deve adaptar-se às exigências do mercado e contemplar os conceitos da sustentabilidade, evitando o risco da desvalorização pelo seu alto custo de manutenção e tornando-se amiga da natureza. (MEDEIROS,2010, p.17).

O custo inicial de uma casa ecológica é maior se comparado com as construções convencionais, porém se analisada a longo prazo perceberemos que seu custo inicial é economia no futuro, pois uma casa sustentável é planejada para a diminuição em seus gastos, como por exemplo, a diminuição da utilização de energia elétrica. Através de seu projeto arquitetônico, as casas são construídas para utilizarem o que a natureza fornece, sendo assim projetadas para utilizarem a maior quantidade de luz solar possível, também a utilização de energias renováveis através de placas solares gerando uma grande economia elétrica, um destaque também para a captação da água das chuvas, com a adaptação de coletores nos telhados, tornando-a reutilizável.

2.1.1. ALTERNATIVAS SUSTENTAVEIS

2.1.1.1. Tijolo Solo Cimento

Os tijolos ecológicos é uma opção para quem pretende construir uma casa, quem pretende morar bem e principalmente com qualidade de vida, além de ser uma peça mais barata para produzir o que reflete no custo final da sua obra, ele é ecológico.

Os tijolos ecológicos (solo e cimento) são assim chamados por permitirem o uso de areia, resíduos de usinas siderúrgicas e petroquímicas que, através do emprego de cimento e água, geram peças padronizadas e altamente resistentes. Por não usar o barro vermelho (matéria-prima tradicional dos tijolos convencionais), evita-se também a degradação do meio ambiente causada por sua extração. A grande vantagem logística destes tijolos é que podem ser fabricados e armazenados na própria obra. (LIMA,2017, p.1).

Existem vários tipos de tijolos no mercado, mas se tratando de uma casa sustentável e visando gerar um menor impacto ambiental, podemos destacar os tijolos ecológicos ou solo e cimento. “A preocupação com a possível escassez dos recursos naturais é a principal justificativa para o aumento da busca pela sustentabilidade. Desta forma, a cada dia, procuram-se materiais e técnicas que minimizem os impactos

ambientais”, (MOTTA. *et al.* 2014, p.13). Com a utilização dos tijolos solo cimento, se tem um grande resultado positivo ambientalmente, pois sua fabricação não agride o meio ambiente.

Com a possível escassez de recursos naturais, a construção civil, que consome grande parte desses recursos, procura reduzir o consumo e minimizar os impactos gerados. O Tijolo de Solo-Cimento, que é feito de solo, água e cimento, é uma opção para suprir essas necessidades, uma vez que possui fácil processo de fabricação, favorecendo a redução de custos e prazo de construção. Para tal, é necessário relacionar as vantagens e desvantagens da fabricação e utilização, além da viabilidade econômica do tijolo. Pode-se constatar que o fator determinante para a qualidade do tijolo é o tipo de solo, umidade de moldagem, tipo de prensa, proporção de solo/cimento, tipo de estabilizante e o processo de cura. Desta forma, o produto final possui maior resistência e seu processo de construção torna-se economicamente mais viável que uma alvenaria convencional. (MOTTA, *et al.* 2014, p.1).

Figura 01: Tijolo solo e Cimento



Fonte: Biobloc, 2013.

Segundo Motta, *et al.* (2014) um dos benéficos da utilização dos tijolos solo cimento é a redução no custo da alvenaria, no tempo de construção, sendo os tijolos solo cimento, mais fáceis e rápidos em sua aplicação, do consumo de água e energia, além de colocar no mercado um produto ecológico que contribui para diminuição de resíduos e poluição ambiental. Seu processo de fabricação não causa tanto danos como a fabricação de um tijolo convencional, pois não necessita de fornos, com isso diminui a utilização de madeiras. Outros fatores que se destacam é a melhoria na imagem da obra, e no tempo de execução.

Segundo LIMA (2016) as principais características técnicas conferidas aos tijolos ecológicos, são:

Estrutura-as colunas são embutidas em seus furos, distribuindo melhor a carga de peso sobre as paredes. Redução de uso de madeiras nas caixarias dos pilares e vigas em quase zero. Economia de 70% do concreto e argamassa de assentamento, economia de 50% de ferro.

Os Tijolos Ecológicos são curados com água e sombra, diferente dos tijolos convencionais que dependem da queima de lenha em fornos e contribuindo demasiadamente com o aquecimento global e com desmatamentos, durabilidade maior do que o tijolo comum, pois chega a ser até 6 vezes mais resistente. Alivia o peso sobre a fundação evitando gastos desnecessários com estacas mais profundas e sapatas maiores, fácil acabamento. Se preferir não precisa rebocar e pintar, economizando mais ainda.

Os Tijolos Ecológicos já possuem um lindo acabamento, semelhante aos tijolos aparentes, necessitando apenas do uso de impermeabilizante a base de silicone ou acrílico, e rejunte flexível (várias alternativas no Mercado), revestimento é simples, usando-se direto sobre tijolo apenas uma fina camada (5mm) de reboco, textura ou gesso o assentamento dos azulejos é direto sobre os tijolos tornando a obra mais limpa e sem entulhos.

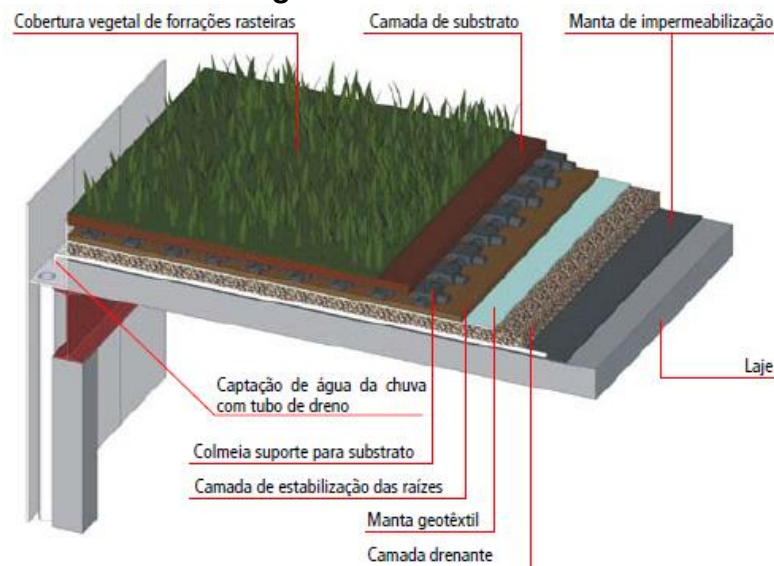
Acústica: como o tijolo ecológico possui dois furos, as paredes formam um isolamento acústico, diminuindo os ruídos provocados na rua para o interior da casa, isolamento Térmico (calor), os furos dos tijolos são importantes pois formam câmaras térmicas evitando com isso que o calor que está do lado de fora penetre no interior da residência. Com isso a temperatura interna é inferior a externa. - Isolamento Térmico (frio). Esses furos também propiciam a evaporação do ar, evitando com isso, a formação de umidade nas paredes e interior da construção, que causa danos à saúde e danos materiais.

Instalações Hidráulicas toda a tubulação é embutida em seus furos dispensando a quebra de paredes, como na alvenaria convencional e Instalações Elétricas, como as instalações hidráulicas, estas também são embutidas nos furos, dispensando conduites e caixas de luz, podendo os interruptores e tomadas serem fixados, diretamente sobre os tijolos.

2.1.1.2. Telhado verde

Segundo LIMA *et al.* (2009) a expressão telhado verde significa aplicação e uso de vegetação sobre a cobertura de edificações, com a impermeabilização e drenagem adequadas, proporcionando melhoria nas condições de conforto termoacústicas e paisagismo das edificações, reduzindo a poluição ambiental comum em centros urbanos.

Figura 02: Telhado Verde



Fonte: Ugreen, 2019.

Segundo Alberto, *et al.* (2012, p.72) alguma das vantagens do telhado verde são:

Agricultura Urbana: Produzir alimentos sobre telhados é tecnicamente possível, viável economicamente e ajudará a economizar toneladas de combustível no transporte de alimentos. **Controle de Enchentes:** A água da chuva fica retida, onde uma parte é evaporada, reduzindo o volume total da enxurrada. O resultado é que menos água chega ao nível do solo.

Eficiência Energética: Telhados verdes reduzem os gastos com energia elétrica, melhorando o conforto térmico e reduzindo os gastos com resfriamento do ambiente (ar-condicionado).

Redução de ilha de calor: Telhados verdes atuam na mitigação deste efeito, reduzindo a área de superfícies impermeáveis da cidade que causam grandes elevações na temperatura. **Estética Urbana:** A simples visão de uma área verde pode ter benefícios para a saúde humana.

Filtragem de Água: Além de atuar como um filtro mecânico de partículas, alguns tipos especiais de substrato utilizados para cultivo de plantas em telhados e coberturas podem funcionar como reguladores de pH e como filtros de íons

Qualidade do Ar: O ar próximo aos telhados verdes fica mais úmido e frio durante o verão. A cobertura vegetal atrai e absorve grandes volumes de poeira e poluição na superfície das folhas, ajudando a fazer um ar mais limpo e saudável.

Aumento da Área Útil: A área impermeável nas cidades chega a somar 75% de sua área total. Telhados verdes podem adquirir um papel totalmente novo no dia-a-dia das cidades, dando utilidade a espaços tradicionalmente subutilizados.

Valorização de imóveis: Jardins são cada vez mais valorizados nas cidades, ajudando a valorizar os imóveis onde estão locados. Telhados verdes já começam a se destacar como um item de diferenciação para venda e locação de imóveis.

Conforto Acústico: Telhados verdes promovem conforto e até mesmo o isolamento acústico, através da ação tanto do substrato como das plantas. Um telhado verde com 12 centímetros de substrato pode reduzir a transmissão de sons em até 40db.

O uso de telhados verdes pode apresentar diferentes fatores positivos como: econômicos levando em conta o fator tempo, térmico, acústico e estético. Telhados verdes tem seu diferencial estético, trazendo um visual paisagístico, de um lugar antes inutilizável, transmitindo sensações psicologicamente positivas. Com a utilização de áreas verdes, garantimos o arrefecimento por evapotranspiração das plantas, a diminuição de energia gasta para o aquecimento e refrigeração do local, isolamento acústico, consegue reter a água da chuva em seu substrato onde possui ação filtrante de impurezas, tanto das águas das chuvas quanto do ar urbano, reduzindo assim o excesso de temperatura gerado.

2.1.1.3. Energia Fotovoltaica

A iluminação natural não deve ser compreendida exclusivamente como uma fonte de economia energética, mas sim, como o meio para conseguir ambientes mais acolhedores, mais humanizados e que permitam um melhor desenvolvimento das atividades humanas. Energia renovável é uma outra questão que deve ser a base na criação de um projeto, pois os recursos não podem resistir mais tempo ao ritmo do consumo atual, nem o meio ambiente pode aguentar mais as emissões a que se submete com o emprego da energia convencional. "As energias do sol, da água e do vento estão à nossa disposição para que saibamos aproveitá-las". (VILLALVA, 2015)

Segundo VILLALVA (2015) energia fotovoltaica tem características que não se encontram em nenhuma outra, podendo ser utilizada em qualquer lugar, e ainda gerando energia no ponto utilizado, sem a necessidade de levar energia para outro lugar através de linhas de transmissão ou redes de distribuições. Também diferente de outras fontes de energia pode ser utilizada em praticamente todo território nacional, em áreas rurais e urbanas.

Figura 03: Placas Fotovoltaicas



Fonte: O globo, 2016

O Sol é a fonte de energia do nosso planeta. A superfície da terra recebe anualmente uma quantidade de energia solar, nas formas de luz e calor, suficiente para suprir milhares de vezes as necessidades mundiais durante o mesmo período. Apenas uma pequena parcela dessa energia é aproveitada. Mesmo assim, com poucas exceções, praticamente toda a energia usada pelo ser humano tem origem no sol. (VILLALVA, 2015, p. 9).

Segundo VILLALVA (2015) fontes de energias renováveis são aquelas que podem ser consideradas inesgotáveis. Podendo utilizá-las continuamente e nunca acabarão, pois sempre se renovam. Alguns exemplos são as energias solares, que são aproveitadas diretamente para a geração de energia elétrica ou aquecimento.

O conceito de energia limpa é frequentemente associado as fontes renováveis, pois em comparação com os combustíveis fósseis apresentam reduzidos impactos ambientais e praticamente não originam resíduos e emissões poluentes. (VILLALVA, 2015, p.11).

A utilização de energia solar fotovoltaica é de grande importância para o meio ambiente, com a utilização desse recurso, diminui-se a contratação de energia das distribuidoras, assim adiando construções de hidrelétricas que causam grandes impactos ambientais, além do conforto e qualidade de vida, com seu uso é possível ter um retorno financeiro diminuindo no valor pago mensalmente.

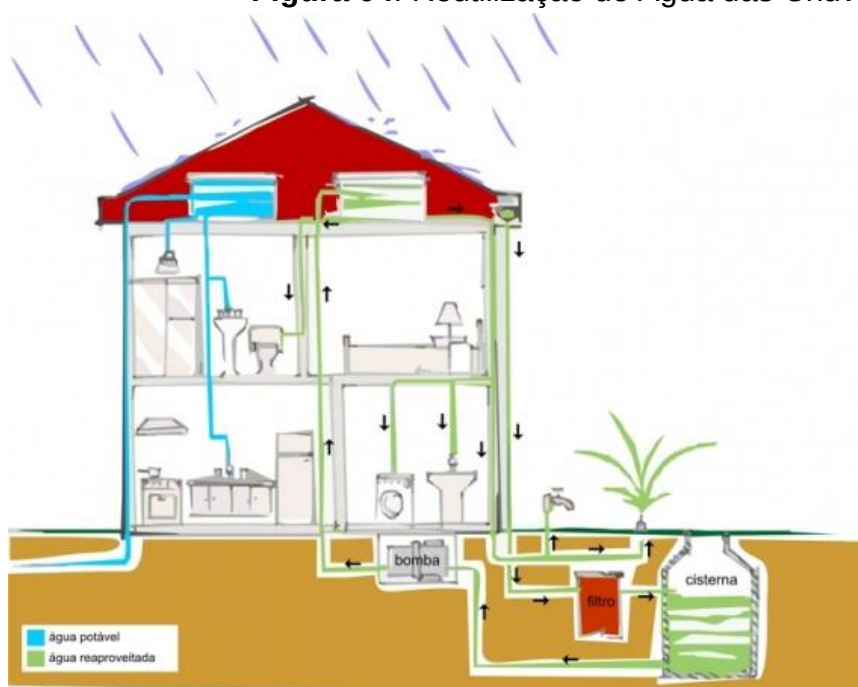
2.1.1.4. Reutilização de águas pluviais

Uma prática cada vez mais frequente nas construções é o aproveitamento de águas pluviais para fins não-potáveis, como lavagem de jardins e calçadas e descarga de vasos sanitários.

O aproveitamento de águas pluviais (AAP) é uma prática muito antiga, que volta a ganhar atualidade em países desenvolvidos, inserida em estratégias para o uso mais eficiente da água. Esse aproveitamento pode ser feito para rega, indústria, gado, usos domésticos, etc., mas o presente trabalho apenas se debruça sobre este último aspecto, considerando, em especial, o caso das moradias. (NEVES; BERTOLO; ROSA, 2006, p.37)

Segundo CUNHA *et al.* (2011), a diminuição da água disponível, nos próximos anos, vai exigir que os condomínios, shoppings centers, residências e outros estabelecimentos adotem novos sistemas para aperfeiçoar o uso. Os dois sistemas que possivelmente serão os mais utilizados serão: aproveitamento de chuvas e reuso de água.

Figura 04: Reutilização de Água das Chuvas



Fonte: Ftaguadechuva, 2019.

A captação das águas das chuvas, podem ser feitas através de edifícios, casas ou galpões, através das calhas, armazenando-as em uma cisterna no subsolo, de modo simples, a água saindo da calha passará por um primeiro filtro, auto-limpante, retirando toda exceção de sujeira, em seguida passará por um segundo filtro que irá retirar as impurezas da água seguindo assim para a cisterna e pronta a ser utilizada através da utilização de uma bomba.

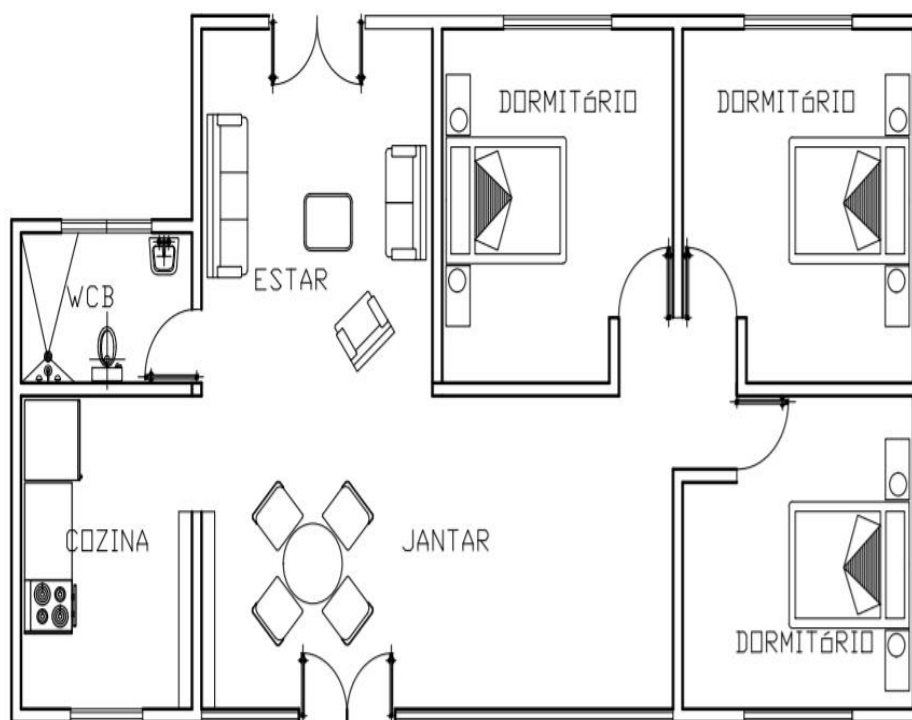
2.2. METODOLOGIA

A presente pesquisa é de natureza explicativa baseada em um estudo de caso com levantamento de dados qualitativos e quantitativos.

Para a elaboração desta pesquisa, foi utilizado um projeto arquitetônico com a finalidade de demonstrar a viabilidade, qualidade e o custo que uma edificação sustentável comparada a uma construção convencional.

Optou-se pela utilização de uma casa, com uma área de 134,00m² contendo algumas alternativas sustentáveis que diminuam o impacto ambiental e ao mesmo tempo traga conforto e benefícios econômicos como fontes de energias renováveis, alvenaria constituída por tijolos ecológicos (solo e cimento), telhado verde, contendo também um projeto de reaproveitamento de água a fins não potáveis, e utilização do sistema de energia fotovoltaico.

Figura 05: Planta Baixa



Fonte: O autor, 2019

A pesquisa foi feita de forma quantitativa e estimativa, utilizando dados obtidos através da tabela SINAP (Sistema Nacional de pesquisa de Custos e Índices da Construção civil), o orçamento da alvenaria de tijolos solo cimento, feito através da empresa ALROMA.

2.3. DISCUSSOES E RESULTADOS

Construção sustentável não engloba somente a preservação ambiental e questões sociais, mas também busca a economia. Exatamente por esses fatores que inicialmente se tem gastos maiores, mas que resultará em uma economia no futuro.

A seguir serão apresentados os resultados obtidos a partir da comparação entre uma construção convencional e uma casa ecológica.

Tabela 01 – Comparativo de custos

ESTRUTURA	CUSTO TOTAL (R\$)
CASA ECOLOGICA	R\$ 116.197,03
CASA CONVENCIONAL	R\$ 95.496,39

Fonte: O autor, 2019

Tabela 03 – Construção Sustentável

ORÇAMENTO CASA SUSTENTAVEL					
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANTIDADE	VALOR UNIT. (R\$)	VALOR TOTAL (R\$)
1.0	ESTRUTURA				R\$ 36,109.39
1.2	Forma	m²	123.78	R\$ 58.41	R\$ 7,229.99
1.3	Aço	kg	1,900.00	R\$ 9.50	R\$ 18,050.00
1.4	Concreto	m³	30.00	R\$ 360.98	R\$ 10,829.40
2.0	ALVENARIA				R\$ 14,630.00
2.1	Alvenaria com bloco solo Cimento 25x12.5x7 cm	m²	133.00	R\$ 110.00	R\$ 14,630.00
3.0	INSTALAÇÕES				R\$ 65,457.64
3.1	Instalação elétrica(projeto Elétrico caixinhas,condutes, fios mão de obra e instalação fotovoltaica)	vb	1.00	R\$ 20,500.00	R\$ 25,000.00
3.2	Instalação Hidraulica (Projeto hidrosanitario tubulações caixa d'gua, mão de obra e aquecedor solar)	vb	1.00	R\$ 13,132.00	R\$ 14,000.00
3.3	Cobertura Verde	m²	136.12	R\$ 194.37	R\$ 26,457.64
				Valor Total:	R\$ 116,197.03

Fonte: O autor, 2019.

Tabela 04 – Construção Convencional

ORÇAMENTO CASA CONVENCIONAL					
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANTIDADE	VALOR UNIT. (R\$)	VALOR TOTAL (R\$)
1.0	ESTRUTURA				R\$ 60,450.39
2.1	Forma	m²	247.56	R\$ 58.41	R\$ 14,459.98
2.2	Aço	kg	2,964.00	R\$ 9.50	R\$ 28,158.00
2.3	Concreto	M³	49.40	R\$ 360.98	R\$ 17,832.41
2.0	ALVENARIA				R\$ 6,384.00
2.1	Alvenaria com bloco ceramico 14x19x29 cm	M²	133.00	R\$ 48.00	R\$ 6,384.00
3.0	INSTALAÇÕES				R\$ 28,662.00
3.1	Instalação elétrica(projeto Eletrico caixinhas, conduites, fios e mão de obra)	vb	1.00	R\$ 7,550.00	R\$ 7,550.00
3.2	Instalação hidraulica (Projeto hidrosanitario tubulações caixa d'gua, mão de obra)	vb	1.00	R\$ 7,500.00	R\$ 7,500.00
3.3	Cobertura com telha metálica	m²	136.12	R\$ 100.00	R\$ 13,612.00
				Valor Total:	R\$ 95,496.39

Fonte: O autor, 2019

Analisando os dados apresentados em estudo, foi definido que o custo total da construção convencional até a alvenaria foi de R\$ 95.496,39 já a casa com recursos sustentáveis, o valor foi de R\$ 116.197,03. Uma boa diferença inicial nos valores agregados entre elas, quando utilizado recursos sustentáveis se tem um custo inicial mais alto, cerca de 17,18% mais caro, comparado a construção convencional.

Percebe-se que em uma construção que adere recursos ambientalmente sustentáveis, se tem custos iniciais elevados, dependendo de mão obra especializada e a maioria dos materiais não são encontrados na cidade, o que faz com que o valor aumente, por conta da logística.

Percebemos através desse estudo que alguns fatores sustentáveis acabam aumentando o custo da construção. Por exemplo o custo da instalação de placas fotovoltaicas, que inicialmente se foi gasto um valor de R\$ 16.500,00 para a sua adesão.

Tabela 05 – Economia com a utilização da tecnologia fotovoltaica

ANO	TARIFA KW/H	CONSUMO	TARIFA MENSAL	CUSTO DE DISPONIBILIDADE (50 KWH/MÊS)	TARIFA MENSAL CUSTO DE DISPONIBILIDADE	COMPENSAÇÃO ENERGÉTICA ANUAL
R\$ 2,019.00	R\$ 0.92	230 KW	R\$ 211.60	R\$ 41.60	R\$ 170.00	R\$ 2,040.00

Fonte: O autor, 2019

Gráfico 1: Tempo de retorno Financeiro



Fonte: O autor 2019.

Com uma matemática simples podemos ver os resultados já no primeiro ano de investimento. Considerando uma residência comum com 4 pessoas, e um consumo médio de 230 KWh/mês. Considerando o custo R\$ 0,92 por KWh, totaliza-se um valor de R\$ 211,60 ao mês, com a utilização dos painéis fotovoltaicos esse consumo cai para 50 KWh/mês, totalizando um valor de R\$ 41,6, referente a taxa de disponibilidade da concessionária, gerando uma economia de R\$ 170,00/mês. Anualmente a encoima gerada será de R\$ 2040,00.

Com a compatibilização do telhado verde, com o projeto de reutilização de água pluvial, pode se gerar uma grande economia. Com a utilização do telhado verde ganha-se na qualidade de vida, além de trazer bem-estar, diminuindo gastos com energia, melhorando o conforto térmico, reduzindo gastos com resfriamento do ambiente (ar-condicionado). Segundo NEVES; BERTOLO; ROSA, (2006) a disponibilidade de água em condições próprias para consumo encontra-se seriamente ameaçada em algumas zonas do globo, sendo frequente ouvir-se vaticinar que esse poderá vir a ser o mais sério problema do século XXI.

Levando em conta a preocupação ambiental e com sua eficiência, a captação da água das chuvas torna-se uma importante ferramenta, podendo diminuir no consumo, uma vez que as maiores quantidades de água gasta em residências são para fins não

potáveis, podendo economizar em até 50% na conta de água, e ao mesmo tempo ajudando a preservar o meio ambiente, evitando o consumo exagerado de água.

3.0. CONCLUSÃO

Concluimos que as adaptações sustentáveis baseadas na utilização dos recursos e energias renováveis, são fatores importantes para a preservação do meio ambiente e ao mesmo tempo trazem qualidade de vida. Mesmo sendo considerada inicialmente um investimento alto, quando analisada a longo prazo verificamos o custo-benefício gerado.

Com a compatibilização do telhado verde e projeto de reutilização de água pluvial, ganha-se na qualidade de vida, além de trazer bem-estar, diminuindo gastos com energia, melhorando o conforto térmico, reduzindo gastos com resfriamento do ambiente (ar-condicionado). Segundo BUILDINGS, 2006 a disponibilidade de água em condições próprias para consumo encontra-se seriamente ameaçada em algumas zonas do globo, sendo frequente ouvir-se dizer que esse poderá vir a ser o mais sério problema do século XXI.

4.0. REFERENCIAS

ALBERTO, Eduardo Zarzur; RECCHIA, Fabrício Mofarrej; PENEDO, Sergio Ricardo Master. **ESTUDO DO TELHADO VERDE NAS CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS.** 2012. 173 f. TCC (Graduação) - Curso de Civil Engineering, Faap, São Paulo, 2012.

BRITO, Miguel C.; SILVA, José A. **Energia fotovoltaica:** conversão de energia solar em eletricidade. 2006. 7 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Portugal, 2006.

CABRAL, Isabelle; VIEIRA, Rafael. **VIABILIDADE ECONÔMICA X VIABILIDADE AMBIENTAL DO USO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA NO CASO BRASILEIRO: UMA ABORDAGEM NO PERÍODO RECENTE.** 2012. 12 f. TCC (Graduação) - Curso de Gestão Ambiental, IST, Piracambi, 2012.

CUNHA, Amanda Helena Nunes; PLIVEIRA, Thiago Henrique de; BATIS, Rafael. **O reuso da água no Brasil:** A importância da reutilização de água no País. 2011. 1248 f. TCC (Graduação) - Curso de Gestão Ambiental, Unucet, Goiânia, 2011.

LIMA, Igor Grecco de; BARROCA, Bruna Barbosa; D'OLIVEIRA, Pêrsio Sandir. **INFLUÊNCIA DO TELHADO ECOLÓGICO COM PLANTAS VERDES NO CONFORTO AMBIENTAL.** 2009. 5 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Cesumar, Maringá, 2009.

LIMA, F. L. (2016). **COMO MONTAR UMA FABRICA DE TIJOLOS.** Fonte: SEBRAE: Sebrae <http://www.com.br/sites/PortalSebrae/ideias/Como-montar-uma-f%C3%A1brica-de-tijolos-ecol%C3%B3gicos>

MEDEIROS, V. A. **CASA SUSTENTAVEL:** cartilha Casa Sustentável. **SENGE**, Minas Gerais, p.1-52, 2012.

MOTTA, *et al.* 2014. **TIJOLO DE SOLO-CIMENTO:** ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E VIABILIDADE ECONÔMICA DE TÉCNICAS CONSTRUTIVAS SUSTENTÁVEIS. 2014. 26 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, UNIBH, Belo Horizonte, 2014.

NEVES, M. Valente; BERTOLO, E.; ROSA, S. **APROVEITAMENTO E REUTILIZAÇÃO DA ÁGUA PARA USOS DOMÉSTICOS.** 2006. 45 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Feup, Portugal, 2006

PINSKY, Vanessa Cuzziol; DIAS, João Luiz; KRUGLIANSKAS, Isak. **Gestão Estratégica da sustentabilidade é inovação:** Strategic management of sustainability and innovation. 2013. 17 f. TCC (Graduação) - Curso de Administração, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013. Cap. 2013.

VENANCIO, H. (2014). **MINHA CASA SUSTENTAVEL-** guia para construção residencial responsável. Acesso em 25 de NOV de 2019, disponível em sua pesquisa.com: www.suapesquisa.com/ecologiasaude/casas_sustentaveis.htm

VILLALVA, M. G. **Energia Solar Fotovoltaica:** Conceitos e Aplicações. 2. ed. São Paulo: Érica Ltda, 2015. 244 p.

YEMAL, J. A.; TEIXEIRA, N. O. V.; NÄÄS, I. A. **Sustentabilidade na Construção Civil.** 2011. 10 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, São Paulo, 2011.

