



CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFACIG

ESTUDO DE VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE TETO VERDE EM UMA CASA RESIDENCIAL

Luísa Hungria Silva

Manhuaçu
2019

LUÍSA HUNGRIA SILVA

**ESTUDO DE VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE TETO VERDE EM UMA CASA
RESIDENCIAL**

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 Engenheiro em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Ciência o Ambiente.
Orientador: Juslei Vieira De Souza.

Manhuaçu
2019

RESUMO: Visto que o grande desenvolvimento na construção civil tem trazido consigo muitas desvantagens para o meio ambiente, e consequentemente para a população, como ilhas de calor onde o uso de ar condicionado e ventiladores são indispensáveis, a ideia do teto verde, ou seja, um telhado coberto por plantas, vem se destacando aos poucos no mercado da construção como uma alternativa mais sustentável e trazendo soluções para esse problema. O Brasil, apesar de possuir empresas especializadas e vários estudos sobre esse tema, ainda não aderiu muito bem a ideia do telhado verde. O maior empecilho talvez seja pensar que o investimento alto terá retorno a longo prazo, o que para quem está construindo talvez não seja muito viável. Porém a gama de vantagens é enorme, como será visto ao longo do trabalho. Sendo assim esse estudo foi desenvolvido com o objetivo de apresentar detalhes de uma cobertura verde, mostrando seus principais aspectos como composição, vantagens e desvantagens, papel no desenvolvimento sustentável, e principalmente de se aprofundar no cálculo econômico comparativo e descobrir o tempo de retorno de investimento inicial com base em projeções de economia com ar condicionado ao passar dos anos. Com uma metodologia de estudo de caso foi possível obter um resultado onde em 9 anos a tecnologia começaria a trazer retorno, mostrando viabilidade do projeto.

Palavras-chaves: Teto verde, Economia, Investimento, Retorno, Viabilidade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela vida e força. Minha família por estarem sempre torcendo por mim, amigos por toda a força ao longo do projeto. Agradeço também aos professores que passaram por minha vida acadêmica ao longo dos 5 anos e a minha orientadora pelas dicas e ensinamentos. Sem vocês não seria possível essa conquista.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. DESENVOLVIMENTO	9
2.1. REFERENCIAL TEORICO.....	9
2.1.1. Teto Verde	9
2.1.2. Vantagens e Desvantagens.....	10
2.1.3. Tipos de Telhados Verdes	14
2.1.4. Estrutura do Telhado Verde.....	15
2.2. METODOLOGIA	17
2.3. DISCUSSÃO DE RESULTADOS.....	19
3. CONCLUSÃO.....	21
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- Prefeitura Municipal de São Paulo SP.....	10
FIGURA 2- Palacio Gustavo Capanema Rio de Janeiro RJ.....	10
FIGURA 3-Enchente em São Paulo-Sp, 2011.....	11
FIGURA 4-Comparativo de escoamento entre telhado verde e um tradicional.....	12
FIGURA 5-Telhado verde usado como área útil.....	13
FIGURA 6- Ilustração esquemática dos diferentes tipos de telhados verdes.....	15
FIGURA 7- Camadas de um telhado verde.....	17
FIGURA 8- Exemplo de laje pré-moldada com cobertura verde do tipo extensiva em residência.....	18
FIGURA 9- Exemplo de Laje com cobertura em telha fibrocimento em residência...	18

LISTA DE TABELAS

TABELA 1- Levantamento orçamentário do tipo de cobertura por m ²	19
TABELA 2- Calculo preço total instalação dos tipos de cobertura	20
TABELA 3- Estimativa conta de energia	20
TABELA 4-Projeção retorno de investimento	21

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1- Projeção retorno de investimento	21
---	----

1. INTRODUÇÃO

No mundo atual muito se fala sobre os impactos ambientais que o homem tem causado no planeta terra e a construção civil tem responsabilidade direto nessas mudanças, desde o consumo de recursos naturais para a produção de insumos que serão usados no canteiro de obras, passando por mudanças de solo, áreas de sol e vegetação, até os reflexos no aumento de gasto em energia elétrica (MOBUSS CONSTRUÇÃO, 2018). Esses impactos acabam se fazendo necessário para o desenvolvimento do país, porém devem ser minimizados, sendo que algumas podem levar até a um retorno financeiro.

Visto isso, surgiram no mercado diversas tecnologias com o intuito de diminuir esses prejuízos deixados na natureza, entre eles o que é conhecido como eco telhado ou teto verde, que vem com a intenção de diminuir as chances de enchentes em grandes centros, promovendo a absorção da água da chuva que posteriormente pode ser usada em benefício próprio do edifício. Além da vantagem de purificar o ar da grande poluição urbana, o teto verde também funciona como um isolante térmico diminuindo significativamente a variação de temperatura do ambiente, trazendo assim economia com ar condicionado, ventiladores ou até mesmo aquecedores no inverno, sendo esse o foco principal desse estudo.

Um dos grandes vilões de desgastes ambientais são as hidrelétricas responsáveis pela maior parte da energia gerada no Brasil, sua construção inunda grandes áreas que antes eram ocupadas por vegetações e traz assim fortes impactos no ecossistema que ali existia. “Nesse sentido, vemos que a solução para os problemas energéticos tem que obrigatoriamente passar pela utilização mais racional de energia elétrica” (MELLO *et al.*, 2010, p. 1).

O porquê de tão pouco investimento nessa tecnologia se deve ao fato de que como todo bom investimento, toda essa estrutura à primeira vista não é algo barato aos olhos de investidores da construção civil que acabam descartando essa alternativa pelos convencionais tipos de coberturas. Porém a proposta desse estudo é mostrar, de forma simplificada a economia que esse investimento pode nos gerar diretamente na conta de energia, beneficiando não apenas os moradores, como também todo o nosso sistema ecológico que está cada vez mais sobrecarregado.

Usando como exemplo uma casa simples de um pavimento será calculado seu gasto em ar condicionados com e sem o teto verde de forma a descobrirmos a economia que o teto verde propõe e contabilizar assim, em quanto tempo esse investimento inicial traria retorno

2.DESENVOLVIMENTO

2.1. REFERENCIAL TEORICO

2.1.1Teto Verde

Martins (2013) descreveu que o teto verde pode ser definido como uma arquitetura que consiste na aplicação e uso de solo e vegetação sobre uma camada impermeável aplicada sobre os telhados. Sendo assim, o teto verde entra como uma solução para muitos problemas ambientais enfrentados em centros urbanos com a simples utilização de jardins e gramados em substituição às tradicionais coberturas de telhas, laje, folhas de aço, dentre outras (FERREIRA,2007).

Segundo Nascimento *et al.* (2008), sendo uma ideia conhecida desde os ancestrais,essa tecnologia vem surgindo mais fortemente para tentar minimizar os efeitos da impermeabilização do solo urbano, auxiliando na drenagem pluvial contribuindo efetivamente para a redução das enchentes. Além disso,há outros fatores como o desconforto climático causado pelos automóveis e materiais de construção que compõem a malha urbana e refletem o calor emanado pelo sol, promovendo assim uma inércia térmica acumulada principalmente nas coberturas das moradias(FERREIRA, 2007),conhecidas como ilhas de calor acontecem principalmente em grandes centros urbanos e a utilização do teto verde é uma aposta para diminuir esses efeitos. Ele também é apresentado como uma proposta para absorver o gás carbônico gerado dos veículos que circulam principalmente em grandes centros urbanos usando sua plantação como um filtro, diminuindo assim a poluição atmosférica.

Com uma gama de vantagens, o teto verde já alcançou mercados internacionais.Só nos Estados Unidos e no Canadá existem mais de 2000 (duas mil) empresas especializadas nesse tipo de construção (Mello *et al.*, 2010).

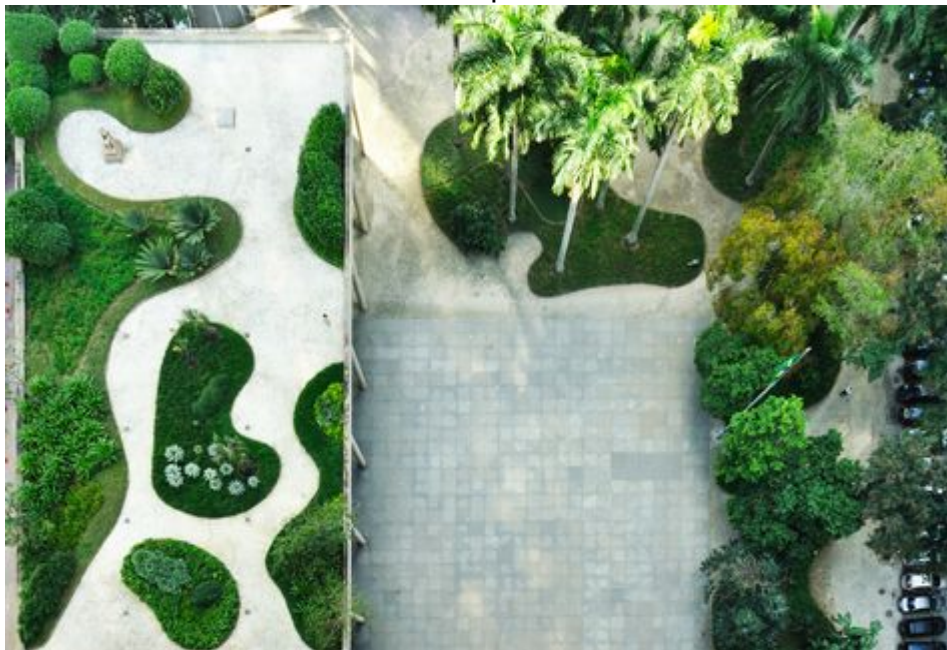
Ferreira (2007) diz que, no Brasil esta técnica vem sendo abordada timidamente em experiências esparsas, sendo possível encontrar no Rio Grande do Sul algumas empresas especializadas na aplicação desse tipo de projeto, porém no sudeste existem algumas construções de grandes impactos conceituais, um grande exemplo de obra é a Prefeitura Municipal de São Paulo (Figura 1) que por ser um local conhecido traz grande influência para que moradores se interessem pela tecnologia. No Rio de Janeiro também foi implantado teto verde no Palácio Gustavo Capanema (Figura 2) onde funciona o MEC (Ministério da Educação) projetado pelo arquiteto Lucio Costa.

FIGURA 1 - Prefeitura Municipal de São Paulo/SP.



Fonte: G1 – globo.com, 2015.

FIGURA 2 - Palácio Gustavo Capanema no Rio de Janeiro/RJ.



Fonte: MultiRio, 2018.

2.1.2. Vantagens e Desvantagens

Tendo ainda poucas obras de referência, o teto verde divide opiniões com vantagens e desvantagens de sua utilização. Ele pode ser aplicado em todo tipo de obra, prédios residenciais ou comerciais, casas, lojas, supermercados, indústrias, entre outros podendo sentir suas vantagens e desvantagem em âmbitos privado ou público.

Assim como características positivas desse projeto pode ser citado a absorção de água da chuva que pode ser considerada um dos principais motivos para implantação desse tipo de telhado em grandes centros urbanos. Em seu trabalho, Baldessar diz que:

“Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), o Brasil enfrentou 37 enchentes desastrosas desde 2000, sendo quatro delas ocorridas em 2008 e sete em 2009. Estudos recentes afirmam que as enchentes do ano de 2011 no Brasil foram as mais fatais da história do país, deixando mais de 900 mortos.”
(BALDESSAR, 2012, p.20).

Como por exemplo a grande enchente de 2011 em São Paulo/SP (Figura 3).

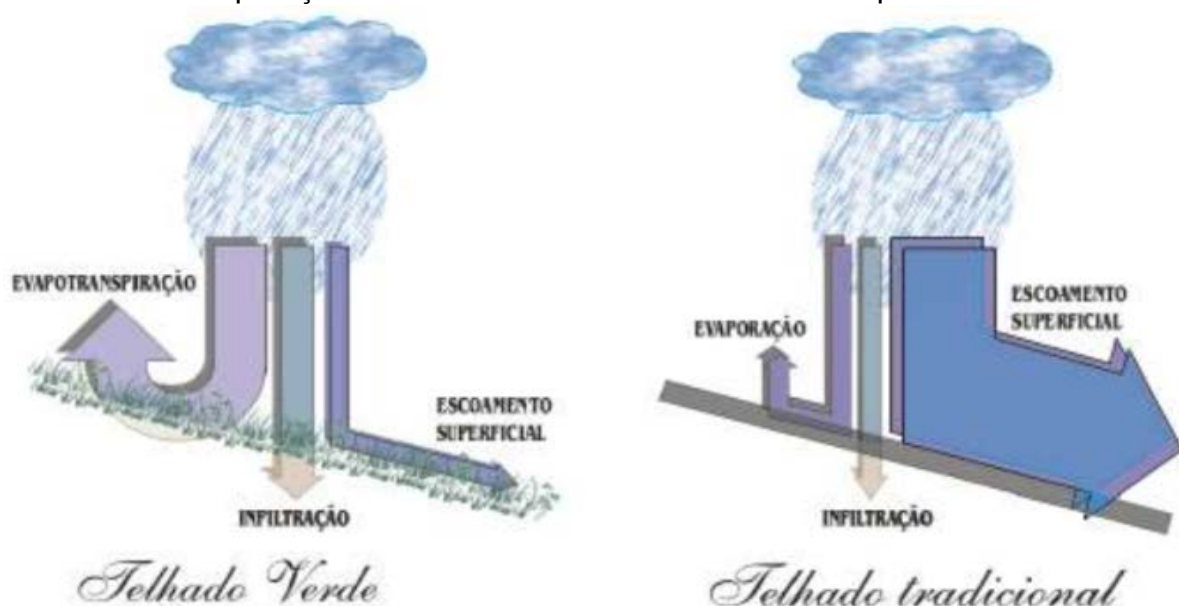
FIGURA 3 – Enchente em São Paulo – SP.



Fonte: Software Livre Brasil, 2011.

Desta forma numa cidade com grandes áreas impermeáveis a drenagem das águas pluviais se torna um problema, pois toda água da chuva corre imediatamente para os canais e drenos, que muitas vezes transbordam devido ao grande volume d'água. Assim a cobertura verde funciona como pequenas encostas que liberam a água mais lentamente, evitando o colapso na drenagem urbana, conforme figura 4(FERREIRA, 2007):

FIGURA 4 – Comparação de escoamento de um telhado verde para um tradicional



Fonte: Laar, 2012.

Ainda pode ser implementado junto ao telhado verde um sistema de captação onde as águas pluviais podem ser utilizadas posteriormente para fins não potáveis.

Juntamente com absorção da água da chuva, vem também a regularização da umidade do ar com a evaporação lenta dessa mesma água absorvida, onde uma parte da água da chuva volta para a atmosfera pela evapotranspiração das plantas (SANTOS *et al.*, 2017).

Podendo citar também que “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” (SANTOS *et al.*, 2017, p. 8).

O isolamento térmico que causa maior conforto também é muito citado como um ponto positivo, ele “é consequência de dois fatores: a absorção da radiação das plantas durante o processo de fotossíntese, que pode captar grande parte da energia e a espessura da cobertura verde que funciona como uma grande manta isolante” (FERREIRA, 2007, p. 3), podendo ainda ser acoplado a placas fotovoltaicas de captação de energia solar (ECOTELHADO, 2007).

Eletraz consigo a vantagem de uma grande economia com climatizadores como ar condicionado e ventiladores, além de aquecedores no inverno, atraindo assim a atenção dos investidores.

“O Departamento de Meio Ambiente de Chicago descobriu que em um dia a 37° C, a temperatura na superfície de um telhado com asfalto chegou a 74° C, enquanto um telhado verde foi de apenas 29° C. O isolamento por um telhado verde pode cortar custos de resfriamento do ambiente, no verão, pela metade; e do aquecimento, no inverno, em 25%” (BALDESSAR, 2012, p. 22).

Protegendo sua laje da radiação ultravioleta a camada de cobertura verde ajuda a minimizar drasticamente o calor absorvido e trazendo economia significativa em energia.

Além do conforto térmico o telhado verde apresenta também o fator de conforto acústico, segundo Santos *et al.* (2017) telhados verdes promovem conforto e isolamento acústico, através da ação das plantas e do substrato. Estudos comprovam

que um telhado verde com 12 centímetros de substrato pode reduzir a transmissão de sons em até 40db.

A maior vida útil também entra na lista de pontos positivos.

“Na realidade a cobertura verde tem uma durabilidade indefinida por sua própria natureza e protege a base impermeável, seja ela de concreto, telha ondulada, lonas ou filmes plásticos dos efeitos térmicos da insolação solar e das radiações ultravioletas, fazendo com que estes tenham uma durabilidade muito superior do que os similares convencionais que não utilizam cobertura vegetal” (FERREIRA, 2007, p. 3).

Ainda podemos dizer sobre a valorização do imóvel, além do aumento de área útil substituindo a área de um telhado convencional por um possível jardim dependendo do tipo de telhado verde que for aderido, como exemplo a Figura 5 ((FERREIRA, 2007).

FIGURA5 – Telhado verde usado como área útil.



Fonte: Ecotelhado.

O telhado verde traz consigo também uma estética urbana que causam resultados de bem estar psicológico, uma vez que suavizam e embelezam o ambiente em que se encontram.

Resumindo, ele promove uma ação sustentável beneficiando não apenas o próprio prédio como todos na sua localidade e a natureza a sua volta.

Apesar de todas essas vantagens esse tipo de investimento ainda possui alguns pontos negativos, assim como o maior número de cuidado e manutenção, sua frequência e custo vão depender do tipo de plantas escolhidas para compor a cobertura, variando entre extensivas ou intensivas.

Também pode ser necessário também um reforço estrutural que traga um maior custo na implantação (FERREIRA, 2007), assim

“Como a cobertura vegetal necessita de um substrato vegetal ou terra para o plantio, isto pode acarretar uma cobertura mais pesada do que

as convencionais, o que implica na verificação ou, eventualmente, reforço da estrutura já existente. No caso de edifícios ou coberturas de lajes provavelmente não será necessário, especialmente no caso de cobertura vegetal extensiva, mas em casas que foram projetadas para telhados ligeiros como as telhas de cimento, certamente deveremos ter uma atenção especial ao cálculo estrutural com eventuais aumentos de custo decorrentes deste reforço” (FERREIRA, 2007, p. 4).

Por ser um sistema mais complexo, a mão de obra necessariamente especializada também é um agravante negativo já que aumenta o custo da implantação do telhado verde. (PENSAMENTO VERDE, 2013).

Por esse motivo também, em casos de reparos o custo se torna maior.

Muitos desanimam também pelo surgimento de pragas que esse tipo de telhado atrai, trazendo ainda mais custo com manutenção e dedetizações.

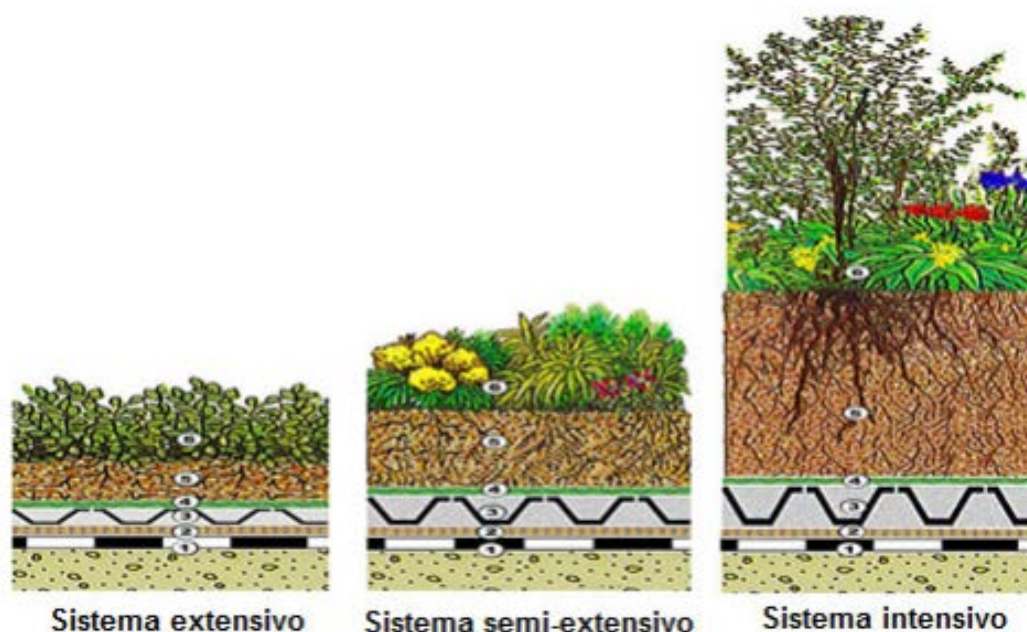
Mas o grande causador de desinteresse nesse tipo de telhado é o valor inicial alto se comparado ao telhado comum, apesar de muitos estudos indicarem que a economia em energia traz o retorno desejado, como veremos mais a fundo neste trabalho.

2.1.3 Tipos de Telhados Verdes

As tipologias do telhado verde variam muito de autor para autor, mas em geral eles podem ser classificados como extensivos ou intensivos e há ainda outra subdivisão chamada semi-extensivos, ilustrados na figura 6, de modo que,

“Os extensivos caracterizados por possuir baixa profundidade de substrato, plantas de pequeno porte que exigem pouca manutenção devido ao seu lento e baixo crescimento. Os intensivos são caracterizados por possuir uma espessura maior de substrato, uma maior diversidade de espécies vegetais podendo abrigar plantas de pequeno e médio porte, maior capacidade de retenção de água e nutrientes, tendo também suas desvantagens, pois exige manutenção e irrigações regulares e uma estrutura de suporte mais reforçada, pois implicará em uma sobrecarga maior na estrutura de suporte” (JOBIM, 2013, p.16).

FIGURA6 - Ilustração esquemática dos diferentes tipos de telhado verde.



Fonte: Adaptado de Green Roof Service LLC, 2010.

Segundo o INGRA (2010 apud JOBIM, 2013, p.17), os extensivos podem ir de 6 a 20cm de substratos, chegando a pesar 150 kg/m^2 , os semi-extensivos ficam entre 12 a 25 cm e máximo de 200 kg/m^2 , já os intensivos tem camada de substratos maior que 15 cm e peso máximo de 500 kg/m^2 .

De acordo com Jobim (2013), o extensivo pode ser adaptado para praticamente todos os tipos de cobertura, já o intensivo é necessário um melhor estudo da cobertura devido ao seu peso e outras características físicas.

Existem ainda outras classificações como acessível ou inacessível, referente ao tipo de vegetação, grau de inclinação, entre outros. Além das impostas pelas empresas do mercado onde cada tipologia vem agregada com sistemas mais avançados, trazendo maiores custos, porém maiores benefícios.

2.1.4. Estrutura do Telhado Verde

A maioria das coberturas verdes segue uma linha de montagem dispostas em camadas similares, apenas alguns componentes dependem do propósito e da capacidade da estrutura. Porém de empresa para empresa surgem novas tecnologias que vão sendo incluídas nos projetos. De forma geral e na sequência:

-Laje: elemento estrutural com função de suportar as cargas permanentes e as cargas acidentais (em caso de telhado acessível) no telhado verde (SANTOS *et al.*, 2017). Seu reforço estrutural vai depender do tipo de telhado (extensivo ou intensivo).

“Não necessariamente pode-se relacionar esta tecnologia apenas as novas edificações, pois desde que sejam observados alguns aspectos é possível aplicá-la com grande sucesso em edificações já existentes. Para tal, é necessário investigar a resistência da estrutura que irá receber o telhado verde (...) e a inclinação da cobertura existente” (BALDESSAR, 2012, p. 37).

- Camada impermeabilizante: Possui a função de proteger o elemento estrutural de infiltrações, mantendo o interior seco e impedindo a penetração das águas pluviais, pois “havendo infiltração de água na estrutura da edificação pode diminuir sua vida útil, além de causar transtornos para quem ocupa o local” (BALDESSAR, 2012, p. 42). Jobim (2013) complementa que, o tipo de material a ser usado é variável, dependendo do tipo de projeto e tipo de material que irá receber a impermeabilização, geralmente variam entre mantas ou membranas (asfálticas, termoplásticas, elastoméricas, betume polímeros) ou até mesmo resinas ou bases. Normalmente essa camada vem ligada a uma membrana contra raízes com o intuito de proteger a camada impermeabilizante.

- Camada de drenagem: “A função desta camada é recolher o excesso de água, que não sendo absorvida pelas plantas e substrato, é recolhida e direcionada para o sistema de águas pluviais” (BALDESSAR, 2012, p. 41). Caso o telhado tenha sistema de cisterna integrado essa água é direcionada para onde futuramente pode ser aproveitada em uso não potável. Santos *et al.* (2017) diz que, essa camada de drenagem pode ser constituída por argila expandida, brita ou seixos de diâmetros semelhantes. Araújo (2007) complementa que sua espessura pode variar de 7 a 19 cm e diz que elementos industrializados a base de poliestireno são frequentemente utilizados na Europa por também terem características de isolantes térmicos.

- Camada Filtrante: Tem a função de impedir que as partículas finas do substrato obstruam a camada de drenagem, danificando todo o sistema. É normalmente feita de um tecido geotêxtil localizado entre o substrato e a camada de drenagem (BALDESSAR, 2012), “ela também serve como meio de transporte das águas pluviais para as raízes das plantas, por capilaridade” (LOPES, 2007, p.30).

- Solo: Substrato orgânico que tem a função de propiciar um meio de fixação e desenvolvimento para as plantas, fornecendo água e nutrientes necessários ao seu crescimento e desenvolvimento (JOBIM, 2013). Deve possuir boa capacidade no controle quantitativo da água pluvial, capacidade de drenagem e boa composição de nutrientes minerais, desta forma não se recomendam solos argilosos por reterem muita água (ARAUJO, 2007).

“A espessura e composição do substrato dependerão do tipo de telhado verde adotado, bem como dos tipos de vegetação, podendo ser utilizado areia, cascalho, terra e mesmo materiais na sua composição (perlita, vermiculita e argila expandida). O substrato, por ser um composto orgânico, deverá ter uma alta durabilidade e fertilidade, proporcionando o enraizamento e o desenvolvimento da vegetação. Algumas características poderão ser alteradas devido a sua espessura como o peso seco e peso saturado, a retenção de água e a capacidade de drenagem do sistema” (JOBIM, 2013, p. 22).

- Vegetação: Sendo a camada mais superficial, e consequentemente mais aparente de um telhado verde, o tipo de vegetação a ser utilizado e cuidados a serem tomados é determinante para uma boa aparência estética. É dessa camada que vem a maior parte dos benefícios do telhado, são as plantas que tem a capacidade de reduzir as variações térmicas do edifício, elas que prolongam o tempo de vida da edificação protegendo a estrutura dos agentes climáticos, filtram o ar, regulam o escoamento de água, entre outros (JOBIM, 2013). Araújo (2007) diz que, para a escolha da vegetação é necessário o conhecimento do clima local, o tipo de substrato a ser utilizado e o tipo de manutenção que será adotada no telhado verde.

Sendo assim, por ordem, temos (Figura 7):

FIGURA 7 – Camadas de um telhado verde.

AS CAMADAS DE UM TELHADO VERDE

Fonte: Ambiente Brasil, 2019.

2.2. METODOLOGIA

Quanto ao tipo, a pesquisa se caracteriza como exploratória. A metodologia escolhida para o desenvolvimento desse trabalho é o estudo de caso com levantamento quantitativo de dados onde foi buscado responder em quanto tempo é possível ter um retorno, com economia de energia, do valor investido inicialmente na aplicação do teto verde do tipo extensivo em uma residência situada em um centro urbano não definido.

O universo de pesquisa foi focado em dados coletados em trabalhos anteriores de autores diversos. A amostragem foi uma simulação em uma residência não definida e não existente, fazendo orçamento com laje com cobertura em telha fibrocimento (figura 9) e laje pré-moldada com cobertura verde do tipo extensiva (figura 8).

Foi estipulada uma área de telhado de 170 m² de uma casa composta por 1 sala, 1 cozinha, 3 quartos, 2 banheiros, 01 área de serviço e 1 garagem, onde foi realizado as análises e levantamento de quantitativos.

FIGURA 8 – Exemplo de laje pré-moldada com cobertura verde do tipo extensiva em residência.



Fonte: Núcleo do Conhecimento, 2018.

FIGURA 9 – Exemplo de Laje com cobertura em telha fibrocimento em residência.



Fonte: Dicas Para Casa, 2013.

Já como instrumento de coleta foi considerado orçamentos adquiridos em empresas especializadas na tecnologia de implantação de telhado verde, pesquisas para se descobrir o consumo médio de energia gasto em uma residência sem a

tecnologia e a porcentagem de economia gerada com a implantação do telhado, dados tirados de pesquisas anteriores com o mesmo tema.

Foram levantados dados como porcentagem de economia de energia que o teto verde promove, além de pesquisas de custo por m² para implantação, como dito anteriormente.

Foram utilizados também regras de porcentagem aplicadas em valores de preços e simulação de tempo para gerar uma projeção que foi analisada com a intenção de responder a pergunta e proposta inicial deste projeto.

Desta forma o telhado escolhido foi o denominado pela empresa Ecocasa – Tecnologias Ambientais como Modular Alveolar Leve. Esse tipo de telhado permite ainda a utilização de placas fotovoltaicas de energia para número ainda maior de economia, porém não foi utilizado esse dado como base para a quantificação já que se espera saber o benefício do próprio telhado.

2.3. DISCUSSÃO DE RESULTADOS

O primeiro ponto desse trabalho é comparar preço de uma cobertura convencional para utilização do telhado verde desde o início da construção. Para esse estudo usou-se como base para tomada de preços a tabela de composições da Caixa Econômica (SINAPI/MG) do ano de 2018 e o trabalho de Santos (2018) onde foi usado orçamento da empresa Ecocasa – Tecnologias Ambientais. Obtendo esses resultados abaixo conforme tabela 1:

TABELA1 – Levantamento orçamentário do tipo de cobertura por m².

SISTEMAS	PREÇO M ²
Cobertura em telha fibrocimento	R\$ 114,34
Cobertura verde do tipo extensiva (Fabricante determina como Modular Alveolar Leve)	R\$ 194,37

Fonte: Santos e SINAPI (2018).

Sendo assim 170 m² de cobertura, ficando desta maneira os resultados:

TABELA 2 – Calculo preço total instalação dos tipos de cobertura.

COBERTURA	PREÇO TOTAL
Cobertura em telha fibrocimento	R\$ 19.437,80
Cobertura verde do tipo extensiva (Fabricante determina como Modular Alveolar Gralhado)	R\$ 33.042,90
DIFERENÇA	R\$13.605,10

Fonte: O autor (2019).

Levando em conta apenas o consumo com ar condicionado, com potência de 1400W (12000 BTU), nos meses mais quentes do ano, durante 8 horas por dia nos 3 quartos da casa. Usando o simulador do site Copel – Pura energia foi visto que durante esse período gasta-se 830,76 kWh por mês com os três ares condicionados da casa, utilizando o valor do kWh da companhia Energisa no mês de Novembro (2019) de R\$ 0,90, foi calculado um gasto médio de R\$ 747,68 por mês.

Admitindo que os meses seguintes teriam o mesmo consumo, podendo ser observado o gasto anual de energia conforme tabela abaixo:

TABELA 3 – Estimativa de conta de energia.

Novembro	R\$ 747,68
Dezembro	R\$ 747,68
Janeiro	R\$ 747,68
Fevereiro	R\$ 747,68
Março	R\$ 747,68
TOTAL NO ANO	R\$ 3.738,40

Fonte: O autor (2019).

Um estudo feito por Melo *et al.* (2010) foi descoberto que a economia com ar condicionados com a aplicação de teto verde é aproximadamente em torno de 40% a partir de uma análise realizada na UNICAMP. Para efeito de cálculo foi aplicado essa porcentagem no valor encontrado. Conforme tabela 4 abaixo:

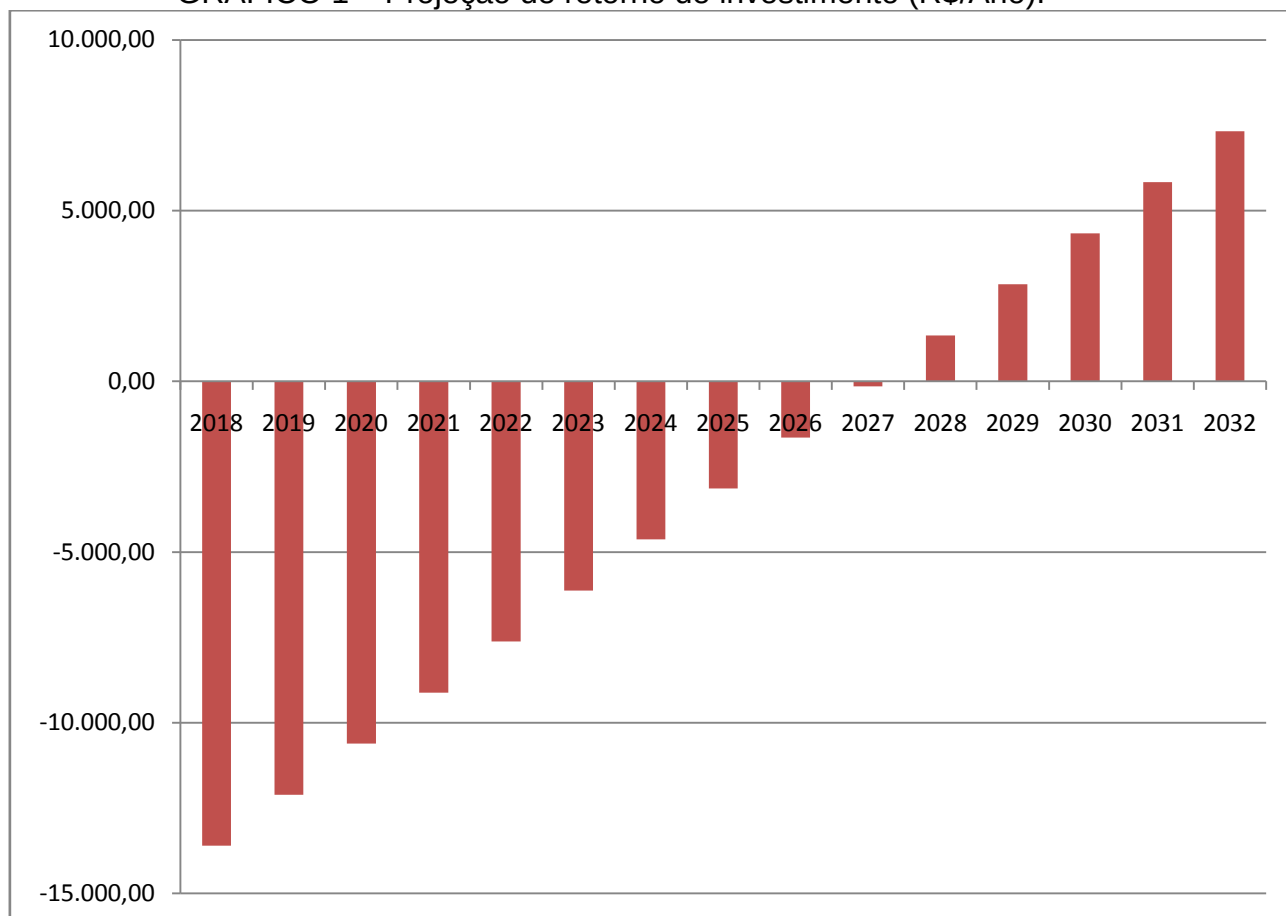
TABELA 4 – Estimativa de economia em energia.

COBERTURA	GASTO COM AR CONDICIONADO POR ANO
Cobertura em telha fibrocimento	R\$ 3.738,40
Cobertura verde do tipo extensiva (Fabricante determina como Modular Alveolar Gralhado)	R\$ 2.243,04
ECONOMIA	R\$ 1.495,36

Fonte: O autor (2019).

Considerando que a cobertura verde é R\$13.605,10 mais cara que a tradicional, chega-se a um resultado onde em aproximadamente em 9 (nove) anos teria-se retorno com o investimento nesse tipo de tecnologia. Esse resultado foi somente baseado na economia da utilização do ar condicionado, sem levar em conta todos os outros benefícios que vem junto com o teto verde como a diminuição do impacto ambiental.

GRÁFICO 1 – Projeção de retorno de investimento (R\$/Ano).



Fonte: O autor (2019).

3.CONCLUSÃO

Sabe-se que a construção civil é de suma importância para o desenvolvimento e que a mesma é uma grande responsável por impactos ambientais. Então a principal dúvida é como construir de forma a diminuir esse impacto e uma forma criada com a intenção socioeconômica é o teto verde descrito nesse projeto, onde foram mostradas diversas vantagens em sua aplicação, não só para a sociedade como um todo, mas também para quem decide investir nessa tecnologia.

Pela observação dos pontos analisados, é comprovado que a prática da instalação de tetos-verdes é conveniente em vários aspectos, e fica mais claro quando citados problemas ambientais.

Enfim pode-se concluir que para instalação de um teto verde na construção de uma casa o investimento inicial fica em torno de 70% mais caro quando comparado a cobertura em telha fibrocimento e que o retorno seria num prazo de aproximadamente 9 (nove) anos. Comprovando então que esse investimento pode sim ser viável economicamente quando pensamos em longo prazo. Em relação a conformo, estética e benefícios ao meio ambiente o retorno é imediato não apenas ao morador da residência, mas a toda a população do local.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAUJO, S. **As Funções dos Telhados Verdes no Meio Urbano, na Gestão e no Planejamento de Recursos Hídricos**. 2007. Dissertação (Mamografia em Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2007.

BALDESSAR, S. **Telhado Verde e Sua Contribuição na Redução da Vazão da Água Pluvial Escoada**. 2014. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia da Construção Civil) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

COPEL-PURA ENERGIA. **Meu Simulador de Consumo**. 2019. Disponível em <<https://www.copel.com/scnweb/simulador/inicio.jsf#SESSAO>> Acesso em: 10 nov. 2019.

ECOTELHADO. **Telhado Verde Ecológico/Teto Verde**. 2017. Disponível em: <<https://ecotelhado.com/sistema/ecotelhado-telhado-verde/>>. Acesso em: 20 set. 2019.

FERREIRA, M., **Teto Verde: O uso de coberturas vegetais em edificações**. 2007. Disponível em: <http://www.puc-rio.br/pibic/relatorio_resumo2007/relatorios/art/art_manuela_de_freitas_ferreira.pdf>. Acesso em: 18 set. 2019.

JOBIM, A. **Diferentes Tipos de Telhados Verdes no Controle Quantitativo da Água Pluvial**. 2013. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

LOPES, D. **Análise do Comportamento Térmico de Uma Cobertura Verde Leve (CVL) e Diferentes Sistemas de Cobertura.** 2007. Dissertação (Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

MARTINS, L., **Benefício Ambiental.** 2013. Disponível em: <<https://institutocidadejardim.wordpress.com/2013/08/26/construcoes-com-telhado-verde-devem-ter-isencao-fiscal/>>. Acesso em: 18set.2019.

MELO, G., COSTA, M., ALBERTI, M., FILHO, R., Estudo de Implantação de um Telhado Verde na Faculdade de Engenharia Mecânica. **Revista Ciências do Ambiente On-Line**, v.10, n.2, p.39-43, 2010. Disponível em: <<http://sistemas.ib.unicamp.br/be310/nova/index.php/be310/article/view/245/189>>. Acesso em: 20set. 2019.

MOBUSS CONSTRUÇÃO. **Principais impactos da construção civil e como evitá-los.**2018. Disponível em: < <https://www.mobussconstrucao.com.br/blog/impactos-ambientais-da-construcao/>>. Acesso em: 25 nov. 2019.

NASCIMENTO, W., FREITAS, M., SCHMID, A., **Coberturas Verdes** – A renovação de uma Idéia.2008. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Construção Civil) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

PENSAMENTO VERDE. **Quais as vantagens e desvantagens do telhado verde?**. 2013. Disponível em: <<https://www.pensamentoverde.com.br/arquitetura-verde/quais-as-vantagens-e-desvantagens-do-telhado-verde/>>. Acesso em: 20. Set. 2019.

SANTOS, L. **Análise do custo Benefício da Implantação do Sistema Construtivo de Telhado Verde em uma Edificação no Município de Barra do Garças – MT.** 2018. Dissertação (Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Civil) – Universidade Federal do Mato Grosso, Barra do Garças, 2018.

SANTOS, L., LIMA, J.V., NETO, L., ROLEMBERG, R., GONZAGA, G., Telhado Verde: Uma Proposta Sustentável Para a Construção Civil. **Ciências Exatas e Tecnológicas**, v.4, n.2, p.195-206, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.set.edu.br/index.php/fitsexatas/article/view/5213/2568>>. Acesso em: 20 set. 2019.

SINAPI – **Sistema nacional de pesquisa de custo e índices da construção civil.** Disponível em: <<http://www.caixa.gov.br/site/paginas/downloads.aspx>>. Acesso em 20 nov. 2019.