

# A IMPLANTAÇÃO DE TELHADOS VERDES COMO ALTERNATIVAS SUSTENTÁVEIS

## **THE IMPLEMENTATION OF GREEN ROOFS AS SUSTAINABLE ALTERNATIVES**

Bianca de Noá do Nascimento<sup>1</sup>

Júlio Cesar Alves de Azevedo<sup>2</sup>

Sheila Moraes Raszl<sup>3</sup>

**RESUMO:** O artigo em questão faz uma comparação do telhado verde com os telhados convencionais, de fibrocimento e telha cerâmica, quanto aos custos, conforto térmico, vantagens e desvantagens. Foram caracterizados seus respectivos métodos construtivos e estabelecidos seus custos. Verificou-se que o telhado verde possui maior custo que as coberturas convencionais comparadas. Ao término do estudo apresentam-se as vantagens e desvantagens na utilização de cada um dos métodos, buscando justificativas para a implantação da cobertura verde. O conforto térmico e o controle no escoamento da água das chuvas são exemplos de pesquisas acadêmicas que comprovam os benefícios na utilização desse tipo de cobertura.

Palavras-chave: Construção Civil, Telhado Verde, Conforto Térmico, Custos.

**ABSTRACT:** *This academy work has the purpose to make a comparison with the green roof with conventional roofs, fiber cement and ceramics, according their costs, thermal comfort, advantages and disadvantages. Their respective constructive services and costs were characterized. Checked that the green cover is higher value than the conventional covers compared. The endpoint of this study demonstrates advantages and disadvantages in the use of each one of the methods, showing justifications for the implementation of a green coverage. Thermal comfort and rainwater control are examples of academic research that demonstrates the benefits of using this type of coverage.*

*Keywords: Construction, Green Roof, Thermal Comfort, Costs.*

## **1 INTRODUÇÃO**

Os povos Maya e Asteca, para a sobrevivência, desenvolveram meios de armazenamento de água da chuva para consumo, através de irrigações das plantações e demais armazenamentos. Estabeleciam-se na proximidade de corpos

---

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia Civil no Centro Universitário UNIFAFIBE de Bebedouro, SP. E-mail: biancadenoa07@gmail.com.

<sup>2</sup> Graduando em Engenharia Civil no Centro Universitário UNIFAFIBE de Bebedouro, SP. E-mail: julioazevedo\_jc@hotmail.com.

<sup>3</sup> Docente em Engenharia Civil no Centro Universitário UNIFAFIBE de Bebedouro, SP. E-mail: sheilaraszl@yahoo.com.br.

d'água para suprirem as necessidades básicas de consumo, irrigação e higiene (CARLON, 2005).

O homem com a sua evolução social começa a perceber que é preciso, não só preservar os recursos naturais, mas minimizar e restaurar os impactos já gerados, obtendo formas, desde então, de recuperação e preservação do meio ambiente (FRANÇA, 2012).

Com a evolução das construções e o crescimento urbano, o efeito chamado ilha de calor torna-se constante. As construções urbanas mudam a estrutura do solo, e substituem as áreas verdes por espaços de concreto e asfalto, que absorvem e retêm temperaturas elevadas por mais tempo, ocasionando em uma elevação de temperatura na cidade e no aumento dos custos na refrigeração dos ambientes (GIBBS et al., 2006).

As discussões sobre o desenvolvimento sustentável intensificaram-se a partir da década de 80, o ponto principal dessa discussão era a intenção de satisfazer as necessidades humanas, sem degradar e levar a exaustão os recursos naturais e sem comprometer as necessidades das gerações futuras (SIMÃO, 2017). Esse tema tem invadido as mais diversas áreas do conhecimento e setores econômicos, principalmente a construção civil. Como uma das principais fontes de economia mundial, sendo responsável por 63% do capital bruto fixo no Brasil, a construção civil vem utilizando novos materiais que produzem menor impacto e agreguem para o conforto térmico e redução de consumo de energia (RIGHI et al., 2016).

Com o intuito de impedir impactos ambientais, as construções sustentáveis utilizam matérias-primas que respeitam os critérios ambientais e têm a função de preservar o meio ambiente (SIMAS, 2012). Sem afetar o cenário e de forma legal, as construções sustentáveis atendem as expectativas dos projetos civis e promovem melhorias para a população e asseguram, dessa forma, uma qualidade de vida (IDHEA, 2003).

Os incentivos para a implantação de telhado verde ainda seguem lentos em âmbito nacional, mas estão a cada dia aumentando e devem seguir com os estímulos, não apenas pelo fato de ser um solucionador dos problemas urbanos, mas também como tecnologias que contribuem para sustentabilidade, assim compondo um cenário mais harmônico entre natureza e homem (ARANHA et al., 2015).

O objetivo da pesquisa é comparar, com telhados convencionais de fibrocimento e telha cerâmica, a utilização dos telhados verdes na construção civil quanto aos custos, conforto térmico e as vantagens e desvantagens em cada um dos sistemas construtivos.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Sustentabilidade na Construção Civil**

A função das construções sustentáveis é reduzir os impactos ambientais, diminuir os desperdícios de consumo de água e energia, evitar o retrabalho, oferecer qualidade ao cliente, trazer conforto para o usuário e abranger o trabalho de mão de obra e materiais produzidos formalmente, a fim de reduzir, reciclar e reutilizar os materiais (LEITE, 2011).

De modo geral, o atual sistema econômico mundial, incluindo as áreas de serviços e das indústrias, proporciona ao meio ambiente um alto nível de degradação. O uso desenfreado dos recursos naturais e a eliminação de poluentes na atmosfera acentuam esses índices de poluição (HART et al., 2004).

O desenvolvimento social é ramificado em três setores, que são apontados em: social, que consiste em uma sociedade mais justa em relação ao desenvolvimento humano e a qualidade de vida; o ambiental, que pede equilíbrio e conservação dos recursos naturais; e o ramo da economia, que solicita ao acesso e oportunidades aos recursos naturais sem ferir as condições ecológicas e humanas. (AGENDA 21 CSPD, 2002).

### **2.2 Telhado Verde**

O Jardim Suspenso da Babilônia, segundos os estudos sobre telhado verde, é o registro mais antigo na aplicação de vegetação em cima de uma construção. O telhado verde tem caráter funcional para a população, sendo uma tecnologia que se iniciou em diversas regiões do mundo, servindo de apoio no conforto térmico de ambientes e no escoamento de água da chuva. Na Escandinávia, utilizava-se nas coberturas de telhado verde, uma mistura de terra e grama e abaixo eram montadas pesadas vigas de madeira com casca de árvores, a fim de impermeabilização e de isolamento térmico (RODRIGUEZ, 2006).

Na década de 70, as organizações privadas em parceria com universidades, começaram os estudos sobre o telhado verde: balanço energético, drenagens, impermeabilização e dimensionamento das habitações nas áreas urbanas (FERREIRA et al., 2007).

### **2.2.2 Benefícios e Resultados**

O telhado verde age no conforto térmico e na acústica do ambiente, já que a vegetação e o solo reduzem a transmissão de calor, gerando a economia de energia, apontam ainda potencial de evitar os raios solares ultravioletas na cobertura e impactos de ventos, aumentando a vida útil da estrutura do telhado (PANZIERA et al., 2016).

Um dos benefícios que o projeto sustentável pode oferecer ao meio ambiente e seus habitantes, com o uso de coberturas verdes, é o combate às ilhas de calor, que são efeitos de áreas urbanas, onde o ar e as temperaturas da superfície são muito mais quentes do que em áreas rurais, e além de auxiliar na absorção de gases do efeito estufa emitidos por veículos automotores (SILVA, 2011).

Com o teto verde a umidade relativa do ar mantém-se constante, forma um microclima que, purifica a atmosfera, auxilia no combate ao efeito estufa, aumenta a retirada de gás carbono da atmosfera e ao mesmo tempo traz mais aconchego, bem-estar e beleza para os ocupantes da edificação (RIGHT et al., 2016).

A vegetação com o substrato de solo, por meio dos processos de subtração, captação de água no solo e evapotranspiração, trabalha no controle de escoamento pluvial superficial (BEYER, 2007).

A água é armazenada no substrato e a drenagem é suficiente para manter a necessidade hídrica das plantas. Para sobrevivência da vegetação, um sistema de irrigação pode ser empregado durante a época de seca. Com a implantação de vegetação apropriada a irrigação desta vegetação não se faz necessário, exceto em climas de temperatura muito alta (HENEINE, 2008).

### **2.2.3 Tipos e Execução de Telhado Verde**

Os telhados verdes são classificados em dois tipos: o extensivo e o intensivo. Ambas as classificações são constituídas de uma camada preparada de solo sobre um substrato, que consiste de uma superfície impermeável, com vegetação e meios de escoamento para água pluvial (OLIVEIRA, 2009).

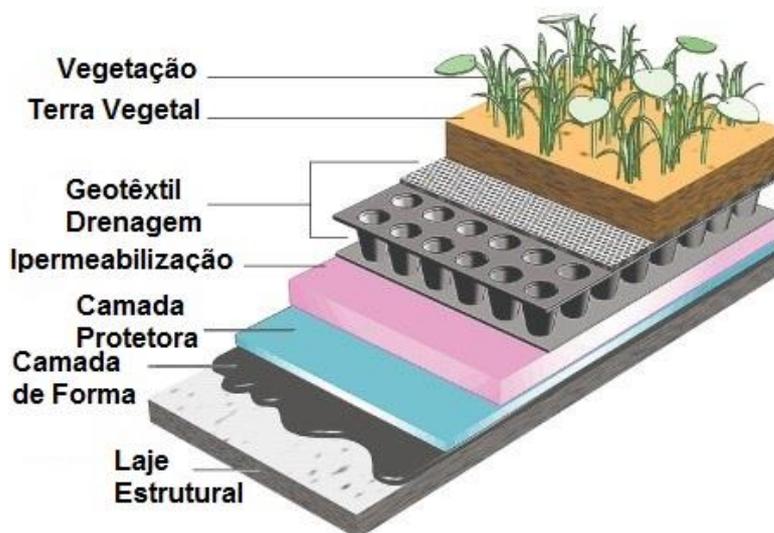
O sistema extensivo normalmente são coberturas leves, criadas para comportar plantas que se adequam a climas severos e situações climáticas extremas. Fisicamente, possui baixa profundidade de solo (5 a 15 cm), adicionando pouco peso à estrutura que o suporta e as plantas devem ser resistentes à variância de clima, como seca, geada e ventos fortes. Apresenta bom comportamento diante da diminuição de escoamento superficial de água, à contração dos efeitos das ilhas de calor e a elevação da umidade no ambiente (PINTO, 2007).

Já o método intensivo tem a profundidade do solo mais significativa (15 a 90 cm), permitindo o uso de vegetação de grande porte, como arbustos e até mesmo árvores. Os telhados intensivos geralmente necessitam de um método de irrigação podendo drenar esta água coletada, para ser usada no cultivo de plantas. Seguem o próprio conceito de projeto de um telhado extensivo, no entanto a camada de drenagem ou retenção é mais profunda. Este método pode destinar-se a fins desportivos, recreativos e de lazer, diferenciando de jardins naturais em seu aspecto (PESSANHA, 2017).

Na estrutura de um telhado verde, a laje deve ser preparada com impermeabilização e sistemas de escoamento para receber a vegetação. Em casos de estruturas que foram executadas sem planejamento para receber o telhado verde, é necessário ser feito uma análise para averiguar carga que pode ser posta ou até mesmo fazer um reforço estrutural (ALBERTO et al., 2012).

Abaixo a demonstração de um telhado verde:

**FIGURA 1: Camadas de um telhado verde.**



Fonte: PLEDGE, Earth (2005).

As camadas da estrutura do telhado verde têm funcionalidades para que o sistema consiga captar a quantia exata de água para a vegetação e escoar a água, no entanto cada camada possui as seguintes atribuições:

- a) Vegetação: a vegetação deve ser adequada ao local de aplicação, seguindo as condições climáticas da região e os tipos de folhagens que não possuem raízes profundas e agressivas, para não afetar a estrutura abaixo;
- b) Terra Vegetal ou Substrato: No estudo, esta camada deve ter 10 cm e garantir que a vegetação cresça com fluidez. Neste caso utiliza-se terra vegetal ou terra preta adubada;
- c) Geotêxtil: esta camada funciona como um filtro, permitindo que a água da chuva escoe e que o substrato utilizado nas plantas escoe;
- d) Drenagem: é a camada de material granular de cerca de 7 a 10 cm;
- e) Impermeabilização: utiliza-se manta asfáltica, que são compostas por um filme de polietileno, por uma camada de asfalto modificado, um estruturante, outra camada de asfalto modificado e por fim um filme de polietileno ou alumínio;
- f) Camada protetora: é onde ocorre a retenção da umidade e nutrientes dentre a estrutura das camadas, protegendo a camada de impermeabilizante evitando o crescimento das raízes da vegetação;
- g) Laje Estrutural: esta etapa deve suportar toda a carga do telhado verde. Para um bom funcionamento a superfície da laje de cobertura deverá ter uma inclinação de 1,5% que possibilite o escoamento de toda água drenada.

No Brasil, o telhado verde ainda é pouco usual, sabe-se que em grandes cidades há uma maior movimentação deste sistema e a implantação dessa tecnologia tem sido pouco utilizada na recuperação hídricas de edificações (KOHLER et al., 2001).

#### **2.2.4 Recursos Hídricos**

A captação da água de chuva no ambiente domiciliar e sua utilização para fins não potáveis, por enquanto é gratuita e é relativamente simples e eficiente esse método de acordo com Anecchini (2005), e o seu armazenamento diminui a quantia de água despejada nos arruamentos no período de evento de chuva. Nas áreas urbanas o aproveitamento da água da chuva envolve as seguintes características:

- a) Sociais: estimada em 30%, segundo Tomaz (2005), diminuindo o consumo de água fornecido pelas concessionárias;
- b) Gestão das águas urbanas: meio alternativo de recurso hídrico em época de estiagem, além de reduzir o volume de água superficial que escoar nas enchentes e alagamentos (TORDO, 2004);
- c) Ambientais: diminuição da exploração recursos hídricos em represas, lagos e rios que estão propícios a escassez (CARLON, 2005), orienta para um uso consciente da água potável e diminui a perda de água ao longo de extensos sistemas de distribuição (TORDO, 2004).

O processo de aproveitamento da água de chuva compreende, basicamente, captar água por telhados, pisos entre outros e direcionar essa captação por calhas e condutores, e o armazenamento em reservatórios de acúmulo (ANA, 2005). Complementarmente existe a necessidade de instalações hidráulicas dedicadas tão somente ao sistema de aproveitamento para dirigir a água de chuva aos pontos de utilização. O telhado verde tem função de filtrar, a fim de melhorar consideravelmente a qualidade da água (TOMAZ, 2005).

Assim, a utilização do telhado verde para captação de água de chuva seria capaz de combater o desperdício hídrico, aproveitar essa água coletada para fins não potáveis e preservar a qualidade da captação (FERREIRA et al., 2007).

### **2.3 Telhado Convencional**

Uma edificação é constituída por componentes construtivos como parede, telhados, portas e janelas, delimitando em ambiente interno e externo. A estrutura construtiva protege as variáveis climáticas que ocorrem externamente à edificação, essas variáveis são: temperatura, radiação solar, umidade, entre outras. Torna-se necessário conhecer as propriedades físicas dos materiais utilizados, como o desempenho térmico dos materiais para adequar ao ambiente entorno da edificação (PERALTA, 2006).

A cobertura é parte fundamental de uma construção, com finalidade de proteger das intempéries climáticas os usuários. Contudo, o conhecimento das propriedades térmicas dos elementos da cobertura é de suma importância para não gerar condições internas adversas ao meio externo. As coberturas exercem função prioritária em combater alguns fatores, como o desempenho estrutural, desempenho

térmico e acústico, estanqueidade, proteger de incêndios e outros fatores de proteção (BARROS et al., 2015).

### **2.3.1 Telhados de Fibrocimento**

Os telhados que são estruturados com telhas de fibrocimento são utilizados com grande frequência, por serem caracterizadas pelo baixo custo e pela instalação simples, se apresentando mais atrativas aos consumidores. Esse tipo de cobertura é frequentemente utilizado nas construções residenciais, comerciais e industriais (FIORELLI et al., 2009).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 7196/1983 aborda o procedimento da folha de telha ondulada de fibrocimento, como se dá o procedimento para execução, elementos de fixação, inclinação do telhado e menciona algumas condições específicas, tais como:

- a) Estar apoiadas em três pontos;
- b) Com ângulo superior a 6º entre as faces de cobertura, a vedação deverá seguir providências especiais;
- c) Não é permitido o uso de telhas de 5 mm em edificações com distancia do solo ao ponto mais alto de 7 m;
- d) Para as montagens a Norma orienta que deve ser feito em faixas, do beiral para a cumeeira;
- e) A sequencia de montagem também deverá seguir no sentido inverso aos dos ventos dominantes da região;
- f) Manter alinhada as telhas na cobertura resulta em uma cumeeira perfeita;
- g) Quando houver cruzamentos de telhas, deverá cortar duas das quatro telhas envolvidas, pra não gerar sobreposição das telhas;
- h) Nas peças que complementam devem ser cortadas antes de serem fixadas no telhado;
- i) O uso de ferramenta adequada, como serra, serrotes e torquês, evitando a flexão das telhas de fibrocimento.

As empresas no Brasil que fabricam as telhas de fibrocimento, por volta dos anos 2000, começaram a fabricar as telhas sem amianto nas suas composições, por serem nocivas à saúde. A substituição de amianto por outros materiais começou a ser estudados em meados dos anos 1990, iniciando pela fibra sintética e em 2003

alguns fabricantes substituíram por fibra de polipropileno na produção de telhas e caixas d'água (ARAÚJO, 2011).

### **2.3.2 Telhados Cerâmicos**

A telha cerâmica é frequentemente utilizada pelas construções em todo o país, por suprirem uma necessidade estética para a edificação e serem no geral mais econômicas. A ABNT NBR 8039/1983 normatiza as telhas cerâmicas, que definem beiral, cumeeira e inclinação (LEE, 2000).

De acordo com a ABNT NBR 8039/1983, para os telhados construídos de telha cerâmica, o declive deverá atender de 32% a 40%, podendo ser maior se forem presas com arames na estrutura do telhado. A norma técnica ainda indica que:

- a) As telhas devem ser sobrepostas em fiadas, com início no beiral até a cumeeira;
- b) Para evitar quebras e rachaduras nas telhas, o montador deverá utilizar tabuas para apoiar os pés ao caminhar sobre o telhado;
- c) As telhas devem estar apoiadas nas faces superiores das ripas da estrutura;
- d) A cumeeira deverá ser emboçada com argamassa impermeável, que retém água e tenha boa aderência;
- e) As argamassas indicadas para cumeeira são de traço 1:2:9 ou 1:3:12 (cimento, cal, areia, em volume) ou de propriedades equivalentes.

As telhas cerâmicas que existem no mercado são produzidas com argilas conformadas e queimadas. Em geral as telhas cerâmicas possuem características como: a ausência de fissuras, esfoliações, quebras, rebarbas, queima adequada e uniforme, elevada resistência mecânica, destacando-se a resistência a flexão, baixo peso específico, uniformidade, dimensões e coloração, pouca porosidade e impermeabilidade, arestas finas, superfícies sem rugosidade, microestrutura homogênea, não apresentar manchas ou eflorescências e resistente ao fogo (PEREIRA, 2006).

### **2.4 Conforto Térmico**

Para Morais (2011), o desempenho térmico das construções depende diretamente ao telhado e suas características como, material das telhas, cor da superfície externa e emissividade.

Para o desenvolvimento da construção é importante que se conheça as variáveis sobre o clima da região e como interfere na escolha dos materiais, se tornando exigência fundamental na construção, para que a edificação apresente um bom desempenho térmico. Contudo, sabendo das diferentes propriedades dos materiais que constituem um telhado e apresentam diferentes características térmicas, é necessário que se conheça bem os materiais utilizados de acordo com cada região (PERALTA, 2006).

Para Mascaró et al. (1992) a temperatura superficial, consequência da exposição solar, que atinge as coberturas é o principal problema de elevadas temperaturas internas nas construções convencionais. Os telhados recebem diretamente a radiação solar que ao final do dia o calor acumulado é irradiado. Reforçando por Machado et al. (2003), onde afirma que as temperaturas internas nas construções de telhado convencional atingem um grau elevado durante o dia e libera calor rapidamente durante o período noturno devido à radiação.

Segundo a ABNT NBR 15220/2003, para os telhados convencionais de fibrocimento e telha cerâmica, a transmitância térmica destes materiais são de  $1,93 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ , para estruturas apoiadas em laje e de espessura de 12 cm. Os telhados verdes, não são especificados em normas técnicas, mas Vasconcelos (2011), afirma que a transmitância térmica de um telhado verde é de  $0,76 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ , baseado nas mesmas características estruturais que os telhados de fibrocimento e telhado cerâmico apresentam.

Peralta (2006) levanta os seguintes dados em sua pesquisa: no verão a temperatura máxima média atinge  $34,7^\circ\text{C}$  e a temperatura mínima média atinge  $21,2^\circ\text{C}$ . Pesquisando sobre os telhados convencionais, o autor ainda afirma que as temperaturas as telhas cerâmicas alcançaram a máxima de  $45,7^\circ\text{C}$  e a mínima de  $20,1^\circ\text{C}$ , já para as telhas de fibrocimento foi obtido a temperatura máxima de  $49,0^\circ\text{C}$  e a temperatura mínima foi de  $20,1^\circ\text{C}$ .

Para o telhado verde, na pesquisa realizada por Morais (2004), foram obtidos que os raios solares são 27% refletidos, 60% são absorvidos pelas plantas e 13% são absorvidos pelo solo que compõe o sistema do telhado verde. Assim sendo, para Morais (2004) o telhado verde no verão tem uma redução em cerca de 20% no

fluxo de calor através dos materiais que constitui o sistema, sendo a vegetação com suas características biológicas como a fotossíntese e evapotranspiração, a principal responsável pelo bom desempenho térmico.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

As seguintes etapas foram elaboradas para o desenvolvimento do trabalho:

- a) Caracterização e comparação dos custos dos três tipos de telhados estudados;
- b) Comparação das vantagens e desvantagens entre os telhados.

#### **3.1 Local**

O trabalho foi desenvolvido nas dependências da instituição de ensino UNIFAFIBE, especificamente nos laboratórios de informática e no acervo da biblioteca da mesma instituição.

#### **3.2 Desenvolvimento**

Na primeira etapa desenvolveu-se o cálculo dos custos e prazos de execução para os três tipos de telhados estudados, apresentando os respectivos serviços com suas composições, custos dos insumos e prazos de execução. Os custos foram obtidos através das Tabela de Composição de Preços para Orçamento – TCPO (2012) e das tabelas de insumo do Sistema Brasileiro de Preços e Índices para a Construção Civil – SINAPI (2018), do estado de São Paulo e que foram fornecidas pela parceria entre a Caixa Econômica Federal com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Obtendo um resultado final para construção das coberturas com telhas de fibrocimento, cerâmicas e do telhado verde, realizando a comparação percentual entre eles.

Na sequência foram apontadas as vantagens e desvantagens na utilização do telhado verde para coberturas de edificações em comparação aos que utilizam as técnicas convencionais com telhas de fibrocimento e telhas cerâmicas.

#### **3.3 Análise de Dados**

Para a composição dos custos utilizou-se as tabelas da TCPO (2012) e as tabelas de insumos fornecidas pela Caixa Econômica Federal, planilhas de *Excel* foram meios para estruturar a pesquisa dos três tipos de telhados estudados. Através das tabelas, as informações geradas foram sintetizadas e melhores de serem compreendidas.

Já os comparativos das vantagens e desvantagens dos três tipos de telhados, foram relacionados através de tabela, relacionando todo o levantamento bibliográfico dos três tipos de telhados.

## **4 RESULTADOS**

### **4.1 Custos de Execução**

No presente trabalho analisou-se apenas os custos iniciais da aplicação dos três tipos de telhados estudados. Não foram abordados os custos de longo prazo, como manutenção e consumo de energia que cada telhado exerce sobre o ambiente. Para fins de comprometimento com os resultados, foi considerado 1 m<sup>2</sup> para os três tipos de telhados analisados. Os três métodos construtivos dos telhados foram semelhantes, como rufos e calhas. Os parâmetros da estrutura foram de coberturas apoiadas em laje de concreto pré-moldado, com espessura de 12 cm.

Para o desenvolvimento da composição dos custos dos telhados de fibrocimento e o telhado de telha cerâmica utilizou-se as tabelas de insumos da SINAPI do mês de setembro de 2018 do Estado de São Paulo, que foi fornecido pela parceria da Caixa Econômica Federal e IBGE, que são referências para orçamento em obras na construção civil. Já o telhado verde foi analisado os valores fornecidos por empresas especializadas na execução deste tipo de cobertura.

#### **4.1.1 Telhados de Fibrocimento**

Para o desenvolvimento da análise do telhado com telhas de fibrocimento, estudou-se o madeiramento adequado para esta estrutura, a instalação das telhas e cumeeiras e os valores de insumos foram determinados através da consulta das tabelas do SINAPI (2018). A TCPO (2012) foi o instrumento para estabelecer a relação dos materiais e mão-de-obra a serem considerados a seguir na Tabela 1:

**TABELA 1: ESTRUTURA, TELHAS e CUMEEIRA de madeira para telha estrutural de fibrocimento, ancorada em laje ou parede - unidade: m<sup>2</sup>**

	<b>COMPONENTES</b>	<b>UND.</b>	<b>CONSUMO</b>	<b>R\$ UNIT.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>ESTRUTURA</b>	Ajudante de carpinteiro	h	0,38	R\$ 13,65	R\$ 5,19
	Carpinteiro	h	0,19	R\$ 17,35	R\$ 3,30
	Madeira peroba	m <sup>3</sup>	0,0085	R\$ 2.617,87	R\$ 22,25
	Prego 18x27	kg	0,008	R\$ 10,28	R\$ 0,08
<b>TELHAS</b>	Ajudante de telhadista	h	0,22	R\$ 13,74	R\$ 3,02
	Telhadista	h	0,22	R\$ 17,35	R\$ 3,82
	Vedação elástica	un	1,42	R\$ 0,12	R\$ 0,17
	Telha de fibrocimento	m <sup>2</sup>	1,15	R\$ 41,25	R\$ 47,44
	Parafuso soberba	un	1,42	R\$ 0,65	R\$ 0,92
<b>CUMEEIRA</b>	Ajudante de telhadista	h	0,12	R\$ 13,74	R\$ 1,65
	Telhadista	h	0,12	R\$ 17,35	R\$ 2,08
	Vedação elástica	un	4,120	R\$ 0,12	R\$ 0,49
	Cumeeira fibrocimento	m <sup>2</sup>	0,968	R\$ 19,60	R\$ 18,97
	Parafuso soberba	un	4,120	R\$ 0,65	R\$ 2,68
<b>TOTAL (R\$):</b>					<b>R\$ 112,06</b>

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Seguindo as orientações da TCPO (2012), quanto a execução do serviço pede-se:

- a) A madeira indicada é peroba aparelhada ou outra de qualidade equivalente;
- b) Foi adotado para fins de orçamento, um tipo de prego mais representativo, embora sejam utilizadas várias bitolas de pregos;
- c) Não incluem os serviços de transporte do material e madeiramento;
- d) O consumo de telha calculado foi para um telhado com inclinação de 27%.

#### **4.1.2 Telhados cerâmicos**

A mesma bibliografia foi utilizada para o levantamento dos custos no telhado de telha cerâmica, utilizando o mesmo critério de dimensionamento para os três

tipos de telhado. Segue Tabela 2 com os custos e mão de obra do m<sup>2</sup> do telhado de telha cerâmica:

**TABELA 2: ESTRUTURA, TELHAS e CUMEEIRA para telha cerâmica ou de concreto, ancorada em laje ou parede - unidade m<sup>2</sup>**

	COMPONENTES	UND.	CONSUMO	R\$ UNIT.	TOTAL
<b>ESTRUTURA</b>	Ajudante de carpinteiro	h	1,20	R\$ 13,65	R\$ 16,38
	Carpinteiro	h	1,20	R\$ 17,35	R\$ 20,82
	Madeira peroba	m <sup>3</sup>	0,021	R\$ 2.617,87	R\$ 54,98
	Prego 18x27	kg	0,240	R\$ 10,28	R\$ 2,47
<b>TELHAS</b>	Ajudante de telhadista	h	0,25	R\$ 13,74	R\$ 3,44
	Telhadista	h	0,12	R\$ 17,35	R\$ 2,08
	Telha cerâmica	un	17,00	R\$ 1,88	R\$ 31,96
<b>CUMEEIRA</b>	Pedreiro	h	0,5	R\$ 19,05	R\$ 9,53
	Servente	h	0,52	R\$ 14,56	R\$ 7,57
	Areia lavada média	m <sup>3</sup>	0,0025	R\$ 75,00	R\$ 0,19
	Cal Hidratada	kg	0,324	R\$ 0,80	R\$ 0,26
	Cimento Portland	kg	0,324	R\$ 0,43	R\$ 0,14
	Cumeeira cerâmica	un	3,00	R\$ 3,03	R\$ 9,09
<b>TOTAL (R\$):</b>					<b>R\$ 158,89</b>

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Quanto a execução da cobertura de telha cerâmica, a TCPO (2012) informa:

- a) Consideram-se material e mão-de-obra para colocação das telhas;
- b) Não inclusos os serviços de transporte do material e madeiramento;
- c) O consumo de telhas calculado foi para um telhado com inclinação de 35%;
- d) A montagem das telhas cerâmicas deverá ser feita por fiadas, inicia-se pelo beiral e prossegue em direção à cumeeira;
- e) A próxima fiada de telha deverá ser colocada corretamente para que o encaixe fique perfeito;
- f) Posicionar simultaneamente as telhas em todas as águas do telhado, para distribuir seu peso uniformemente sobre a estrutura de madeira;

g) Considera material e mão-de-obra para preparo da argamassa, colocação e emboçamento das cumeeiras cerâmicas.

#### 4.1.3 Telhado verde

A definição dos custos para realização da cobertura verde foi realizada através de contato com a empresa H.G Engenharia Civil, situada em Rincão-SP que atua neste ramo. Foi requisitado orçamento para cobertura de 1 m<sup>2</sup> para uma superfície com as mesmas características no desenvolvimento dos telhados de fibrocimento e telha cerâmica. O orçamento disponibilizado pela empresa é referente ao material necessário para execução do serviço, com a inclusão de impermeabilização da laje e a mão de obra para instalação.

Abaixo na Tabela 3 a descrição do material e mão de obra do orçamento da empresa H.G Engenharia Civil:

**TABELA 3: Composição dos custos total do m<sup>2</sup> de telhado verde**

<b>COMPONENTES</b>	<b>UND.</b>	<b>R\$</b>	<b>R\$</b>
Vegetação (grama esmeralda)	m <sup>2</sup>	R\$	7,00
Solo (substrato)	m <sup>2</sup>	R\$	7,00
Manta filtrante (geotêxtil)	m <sup>2</sup>	R\$	53,00
Drenagem (material granular)	m <sup>2</sup>	R\$	19,00
Camada impermeabilizante	m <sup>2</sup>	R\$	9,00
Camada protetora (proteção da raiz)	m <sup>2</sup>	R\$	12,00
Manta limitadora de grama	m <sup>2</sup>	R\$	29,00
Mão de obra	-	R\$	114,00
<b>TOTAL (R\$)</b>		<b>R\$</b>	<b>250,00</b>

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Para a instalação do telhado verde as características dos materiais segundo o fornecedor são:

a) A vegetação utilizada para o orçamento é a grama do tipo Esmeralda com 5 cm de substrato, grama adequada para exposição ao sol e com bom enraizamento;

b) A manta filtrante (geotêxtil) tem densidade de 300g/m<sup>2</sup> com espessura 2,30 mm, que é implantada juntamente com a camada de drenagem, feita com material granular de tem de 7 a 10 cm de espessura;

c) A camada impermeabilizante é feita com aplicação da argamassa de regularização da base, uma demão de tinta betuminosa, aplicação asfalto, colocação do véu de poliéster e por fim aplicação da argamassa da proteção mecânica. Considerado os coeficientes de espessura das argamassas: regularização 2 cm e proteção mecânica 3 cm;

#### 4.2 Vantagens e Benefícios

A segunda etapa da pesquisa objetivou-se no levantamento das vantagens e desvantagens dos três sistemas construtivos de telhados estudados. Foi apontado as principais características de implantação e execução dos telhados de fibrocimento, telhado cerâmico e telhado verde, indicadas por diversos autores.

**QUADRO 1: Levantamento de Vantagens e Desvantagens de telhados de telhado verde, de telha cerâmica e de fibrocimento.**

	VANTAGENS	DESVANTAGENS
<b>TELHADO FIBROCIMENTO</b>	Baixo custo de fabricação e de venda (OLIVEIRA, 2009).	Absorvem rapidamente calor ao serem expostas aos raios solares (MELO et al., 2013).
	Duração elevada e manutenção reduzida (SILVEIRA, 2013).	Eram fabricadas com amianto, atualmente sua produção está isenta deste elemento nocivo à saúde, mas ainda existem fabricações que utilizam na composição (ARAÚJO, 2011).
	Rápida aplicação, com disponibilidade de vários comprimentos e variações de cores (ECKERT, 2017).	Não é utilizada para fins estéticos e arquitetônicos (SILVEIRA, 2013).

Continua QUADRO 1:

<b>TELHADO CERÂMICO</b>	Apresenta bom desempenho e é adaptável a qualquer tipo de edificação (COSTA, 2017).	Absorve água deixando o sistema mais frágil com o passar do tempo (COSTA, 2017).
	Diversos tipos e modelos que facilitam a compatibilização do telhado com o projeto arquitetônico, possibilidade de criação de telhados curvos (FLACH, 2012).	Suas dimensões não são constantes (SEVEGNANI et al., 1994).
	O material na fabricação é ecológico, não tóxico, renovável e biodegradável (MATEUS, 2012).	Na fabricação consome três vezes mais energia, comparadas a outro tipos de cobertura (COSTA, 2017).
	O sistema chega de 15 a 20% mais leve por m <sup>2</sup> (OLIVEIRA, 2009).	É menos resistente (COSTA, 2017).
	Tradição arquitetônica, com grande variação de cor, textura e fabricantes (SILVEIRA, 2013).	Aplicação é mais difícil (OLIVEIRA, 2009).
		O encaixe não fica perfeito, piorando com o passar do tempo (COSTA, 2017).
		Nível de desperdícios alto no processo de fabricação e instalação (OLIVEIRA, 2009).
		Classificação baixa a moderada sobre a resistência ao vento. Em regiões com ventania, recomenda evitá-la (NASCIMENTO, 2007).

Continua QUADRO 1:

<b>TELHADO VERDE</b>	<p>O sistema retém uma parte de água da chuva, outra parte evapora, diminuindo então o volume de enxurrada (ALBERTO et al., 2012).</p>	<p>Investimento inicial alto (ALBERTO et al., 2012).</p>
	<p>Reduz gastos com energia elétrica, melhora no conforto térmico do ambiente, reduzindo os gastos com ar-condicionado (BALTAR, 2006).</p>	<p>A mão de obra deverá ser especializada (ROSSETI et al., 2011).</p>
	<p>Reduz a área de concreto das cidades, causadoras de grandes elevações na temperatura (ALBERTO et al., 2012).</p>	<p>Se o sistema não for aplicado de maneira correta, pode gerar problemas para edificação, como: infiltração e umidade (ALBERTO et al., 2012).</p>
	<p>O contato com área verde traz benefícios para a saúde humana (MARTINS, 2010).</p>	<p>Manutenção constante, principalmente com a vegetação (RANGEL et al., 2015).</p>
	<p>Alguns tipos de substratos utilizados na aplicação do sistema, regulariza o pH e filtra íons. (SANTOS et al., 2017).</p>	
	<p>A vegetação absorve poluição deixando o ar mais limpo, saudável e fresco (MARTINS, 2010).</p>	
	<p>Áreas verdes são cada vez mais valorizados nas cidades, valorizando o custo dos imóveis (ALBERTO et al., 2012).</p>	

Continua QUADRO 1:

<b>TELHADO VERDE</b>	Proporcionam isolamento acústico, através da ação do substrato das plantas, 12 centímetros de camada de substrato chegam a diminuir a transmissão de 40db de ruídos (OLIVEIRA, 2009).	
	A durabilidade do telhado verde é calculada por volta de 30 anos, sem necessidade de reparos, diferentemente das coberturas convencionais (LOPES, 2007).	

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

## 5 DISCUSSÃO

Após a pesquisa bibliográfica pode-se afirmar que o telhado verde ameniza a radiação solar que atinge as coberturas, resultando em um ambiente interno com temperaturas mais brandas, influenciando diretamente no conforto térmico da edificação. Os autores afirmam que os telhados de fibrocimento e telha cerâmica absorvem mais calor e durante a noite irradiam este calor com maior densidade, ocorrendo uma variação de temperatura térmica mais drástica nestes ambientes.

Abaixo o levantamento dos custos para cada um dos três tipos de telhado na Tabela 4 a seguir:

**TABELA 4: Comparativo dos custos por m<sup>2</sup> de telhado de fibrocimento, telhado de telha cerâmica e telhado verde.**

COMPONENTES	R\$	%
Telhado com telhas de fibrocimento	R\$ 112,06	45%
Telhado com telhas cerâmicas	R\$ 158,89	64%
Telhado Verde	R\$ 250,00	100%

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Para os custos obteve-se que o valor do telhado de fibrocimento é de R\$ 112,06/m<sup>2</sup>, o sistema mais econômico para sua implantação, seguido do telhado com telhas cerâmicas no valor de R\$ 158,89/m<sup>2</sup> e por último o sistema do telhado verde no valor de R\$ 250,00/m<sup>2</sup>.

Verificou-se que a mão de obra para a implantação do telhado verde é maior que os insumos do próprio sistema e a mão de obra dos outros sistemas. Justifica-se por se tratar de uma mão de obra especializada, exigindo uma execução mais complexa e correta, para que o sistema não acarrete problemas ou manutenções excessivas.

Os telhados de fibrocimento e telha cerâmica apresentaram serem sistemas mais frágeis e que demandam manutenções frequentes. As telhas cerâmicas se tornam mais frágeis com o decorrer do tempo, perdendo suas características físicas e comprometendo o encaixe entre as telhas. O telhado com telhas de fibrocimento tem um sistema produtivo com baixo valor agregado, mas para fins estéticos não são adequadas, além de ser o sistema que mais absorve calor e o de menor isolamento acústico.

Portanto, durante o levantamento bibliográfico, vários autores afirmaram as vantagens da implantação do telhado verde sobre as outras coberturas estudadas. O tempo de vida útil de um telhado verde sobre as coberturas de fibrocimento e as de telha cerâmica tem em média o dobro de tempo sem que necessite de manutenções estruturais, são necessários apenas cuidados específicos e periódicos. Entende-se que o telhado verde embora tenha um custo de aplicação maior, no decorrer do tempo o sistema compensa o investimento inicial.

No levantamento das vantagens e desvantagens é citada a qualidade do ar entorno ao telhado verde, que auxilia no bem-estar e na saúde das pessoas que implantam o sistema. Além de agregar valor a edificação pelo aspecto visual, principalmente em grandes cidades.

## **6 CONCLUSÃO**

A pesquisa objetivou o comparativo dos sistemas de cobertura do telhado verde, os telhados de fibrocimento e a telha cerâmica, identificando os custos e as vantagens e desvantagens dos três sistemas construtivos.

Diante a análise dos dados obtidos no decorrer da pesquisa, verificou-se que o telhado verde funcionalmente se sobressai sobre os telhados convencionais de fibrocimento e de telha cerâmica. Os principais aspectos apontados foram à proteção térmica, economia de energia, isolamento acústico e controle do escoamento da água da chuva.

Verifica-se que no comparativo dos custos o telhado verde é o sistema mais caro na sua implantação, mas no contexto geral as suas vantagens justificam o investimento nessa tecnologia ainda pouco aplicada e divulgada.

Fica claro que o sistema do telhado verde acarreta grandes benefícios à vida das pessoas, diferentemente dos telhados convencionais de fibrocimento e telha cerâmica, que em suas fabricações podem ser adicionadas elementos nocivos à saúde, como o amianto na telha de fibrocimento, além de exigir manutenções constantes e mantem um consumo elevado comparado ao telhado verde.

As técnicas construtivas sustentáveis devem ser cada vez mais estudadas e divulgadas, considerando que a construção civil consome grande parte dos recursos naturais. Entende-se que pela falta de informação e pela pouquíssima mão de obra especializada, a aplicação do telhado verde ainda é pequena comparada aos telhados convencionais.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH)**. 2005.

AGENDA 21 BRASILEIRA – **Resultado da Consulta Nacional**. Brasília/ Sebrae, 2002.

ALBERTO, Z. A.; et al. **Estudo do Telhado Verde nas construções sustentáveis**. XII Safety, Health and Environment World Congress. São Paulo, 2012. Disponível em: <http://copec.eu/congresses/shewc2012/proc/works/037.pdf>. Acesso em: 15 out. 2017.

ANNECCHINI, K. P. V. **Aproveitamento da Água de Chuva Para Fins Não Potáveis na Região Metropolitana de Vitória (ES)**. 124f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.

ARANHA; et al. **Os telhados verdes nas políticas ambientais como medida indutora para a sustentabilidade**. Artigo (Pós Graduação em Meio Ambiente). Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, dez. 2015. Disponível em:

file:///C:/Users/Iluminacao/Downloads/39177-168677-1-PB.pdf. Acesso em: 25 fev. 2018.

ARAÚJO, E. C. **O amianto crisólita e o desenvolvimento sustentável do Brasil.** Dissertação (Pós Graduação em Direito, Relações Internacionais e Desenvolvimento). PUC Goiás. Goiânia, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7196/1983:** folha de telha ondulada de fibrocimento – procedimento. Rio de Janeiro, 1983a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8039/1983:** projeto e execução de telhados com telhas cerâmicas tipo francesa – procedimento. Rio de Janeiro, 1983b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220/2003:** desempenho térmico de edificações – parte 3: zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2003.

BALTAR, M. G. **Redução da Demanda de Energia Elétrica utilizando Parâmetros Construtivos visando ao Conforto Térmico.** Dissertação (Mestre em Engenharia Elétrica). PUCRS. Agosto de 2006.

BARROS, et al. **Edificações sustentáveis e certificações ambientais – análise do selo qualverde.** Projeto de Graduação (Curso de Engenharia Ambiental). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. Março de 2015.

BEYER, P. O. **Relatório Técnico: medição do desempenho térmico de Ecotelhas. Laboratório de Vapor e Refrigeração.** Departamento de Engenharia Mecânica. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Manual de Metodologias E Conceitos:** Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI). Caixa, 2018.

CARLON, M. R. **Percepção dos Atores Sociais Quanto às Alternativas de Implantação de Sistemas de Captação e Aproveitamento de Água de Chuva em Joinville – SC.** 2005. 202f. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, Santa Catarina, 2005.

COSTA, M. R. **Estudo comparativo entre a telha cerâmica paulista e a telha de concreto clássica.** Dissertação (Bacharelado em Engenharia Civil). Centro Universitário de Formiga - UNIFOR-MG. Formiga-MG, 2017.

ECKERT, D. G. **Comparativo orçamentário utilizando os sistemas construtivos convencional e light steel framing.** Dissertação (Engenharia Civil). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2017.

FERREIRA, C. A.; et al. Considerações sobre a aplicação do telhado verde para captação de água de chuva em sistemas de aproveitamento para fins não potáveis. **ELECS 2007.** IV Encontro Nacional e II Encontro Latino Americano Sobre

Edificações e Comunidades Sustentáveis. Campo Grande – MS. Campus da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2007.

FIORELLI, J; et al. Avaliação da eficiência térmica da telha reciclada à base de embalagens longa vida. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.13, n.2, p. 527-531, 2009.

FLACH, R. S. **Estrutura para telhados: Análise técnica de soluções**. Dissertação (Engenharia Civil). Escola de Engenharia da universidade Federal do rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2012.

FRANÇA, L. C. J. O uso do telhado verde como alternativa sustentável aos centros urbanos: Opção viável para a sociedade moderna do século XXI. **Revista Húmus**, Jan/Fev/Mar/Abr, 2012.

GIBBS, J; et al. **Evaluating Performance of a Green Roof System With Different Growing Mediums, Sedum Species and Fertilizer Treatments**. In: Illinois State academy of science annual meeting, Chicago, 2006. Proceedings... Chicago, 2006.

HART, S. L.; et al. Criando valor sustentável. **RAE Executivo**, v. 3, n. 2, p. 66– 79, 2004.

HENEINE, M. C. A. S. **Cobertura Verde**. 2008. 49 f. Monografia (Especialização em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica Sustentável – IDHEA. **Nove passos para a construção sustentável**. 2003.

KÖHLER, M; et al. Urban Water Retention by Greened Roofs in Temperate and Tropical Climate. **Technology Resource Management & Development – Scientific Contributions for Sustainable Development**, vol.2. p.151 - 162. In: 38th IFLA (Internacional Federation of Landscape Architects) World Congress. Singapore 2001.

LEE, A. **O Custo das Alternativas de Substituição do Telhado de Cimento Amianto**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo Departamento de Engenharia de Construção Civil – PCC. São Paulo, 31 de Janeiro de 2000.

LEITE, V. F. **Certificado Ambiental na Construção Civil – Sistemas Leed e Aqua**. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2011.

LOPES, D. A. R. **Avaliação do Comportamento Térmico de Coberturas Verdes Leves (CVLs) Aplicadas aos Climas Tropicais**. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Universidade de São Carlos, São Carlos, 2007.  
MACHADO, M.; et al. Comportamiento térmico em modelos com cubiertas ecológicas. **Tecnologia y Construcción**, Caracas, v. 19, n.3, p. 49-58. 2003.

MARTINS, F. D. P. **Coberturas verdes - seu contributo para a eficiência energética e sustentabilidade**. Dissertação (Mestre em Arquitetura). Universidade da Beira Interior. Covilhã, 2010.

MASCARÓ; et al. **Incidência das variáveis projetivas e de construção no consumo energético dos edifícios**. Rio Grande do Sul: 1992, 134 p.

MATEUS, S. V. N. **Construção Sustentável - Materiais eco-eficientes para a melhoria do desempenho de edifícios**. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil - Perfil de Construção). Faculdade de Ciências e Tecnologia Universidade Nova. Lisboa, 2012.

MELO; et al. Avaliação de diferentes inclinações e exposições de telhado em três tipos de cobertura em modelos reduzidos de instalações zootécnicas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 3, p. 1327-1338, maio/jun. 2013.

MORAIS, D. M. **Análise do conforto térmico em protótipos de habitações para usuários de baixa renda, com isolamento térmico reutilizando embalagens Tetra Pak: etapa 1**. In: Encontro nacional de engenharia de produção, 31, 2011, Belo Horizonte. Belo Horizonte, 2011.

NASCIMENTO, W. S. A. **Avaliação dos impactos ambientais gerados por uma indústria cerâmica típica da Região do Seridó/RN**. 2007. 185 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Materiais; Projetos Mecânicos; Termociências) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2007.

OLIVEIRA, E. W. N. **Telhados Verdes Para Habitações de Interesse Social: retenção das águas pluviais e conforto térmico**. Rio de Janeiro, 2009. 87 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

OLIVEIRA, R.N. **Certificação Ambiental na Construção Civil – LEED**. 2009. 99p.. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Anhembí Morumbi, São Paulo, 2009.

PANZIERA, A.G, et al. **Desempenho de diferentes tipos de telhado verde no conforto térmico urbano na cidade de Santa Maria/RS**. Santa Maria, 2016. Disponível em: file:///C:/Users/Financeiro/Downloads/1406-4127-1-SM.pdf. Acesso em: 12 out. 2017.

PERALTA, G. **Desempenho Térmico de Telhas: Análise de Monitoramento e Normalização Específica**. Dissertação (Mestrado-Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo) de São Carlos, São Carlos, 2006.

PEREIRA, M. A. **Determinação de parâmetros da qualidade para a avaliação de recobrimentos superficiais de telhas cerâmicas**. Dissertação (Pós Graduação em Ciência e engenharia de materiais). Florianópolis, julho de 2006.

PESSANHA, L. B. **Proposta de implantação de um sistema de telhado verde extensivo utilizando a técnica de wetland**. Dissertação (Graduação em Engenharia Civil) - Escola Politécnica - UFRJ. Rio de Janeiro, 2017.

PLEDGE, E. Green Roofs: Ecological Design & Construction. **Schiffer Pub**. 2005.

PINTO, E. M. A. Gestão de Recursos Hídricos e as Interferências do Sistema Urbano: município de Queimados – RJ. **Revista Universidade Rural**, Série Ciências Humanas e Sociais, Rio de Janeiro, v. 29, n. 1, p. 125-131. jan./jun. 2007.

RANGEL, et al. **Os telhados verdes nas políticas ambientais como medida indutora para a sustentabilidade**. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA), Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa/PB, 2015.

RIGHI; et al. **Cobertura Verde: um uso sustentável na construção civil**. UFSC. Florianópolis, 2016.

RODRIGUEZ, R. **The History of Green Roof Technology**. 2006.

ROSSETTI; et al. **Análise da interferência da cobertura verde na temperatura e umidade relativa do ar no entorno de uma edificação - estudo de caso em protótipo no município de Cuiabá/MT**. Programa de pós graduação em Física Ambiental, Cuiabá-MT. Universidade Federal de Mato Grosso. 2011.

SANTOS; et. al. **Telhado verde: uma proposta sustentável para a construção civil. Ciências exatas e tecnológicas | Alagoas | v. 4 | n. 2 | p. 195-206 | Novembro 2017**.

SEVEGNANI; et al. Comparação de vários materiais de cobertura através de índices de conforto térmico. **Sci. Agric.**, Piracicaba. Jan./Abr., 1994.

SILVA, N. C. **Telhado verde: sistema construtivo de maior eficiência e menor impacto ambiental**. Dissertação (Especialização e Construção Civil) – UFMG. Belo Horizonte, 2011.

SILVEIRA, V. P. N. **Análise do conforto térmico dos principais tipos de telhas utilizadas nas edificações da cidade de Angicos/RN**. Monografia (Bacharel em Ciência e Tecnologia). Angicos-RN, 2013.

SIMÃO, J. M. **Desenvolvimento Sustentável: Conceito**. Texto de apoio às UC ética empresarial e políticas para a sustentabilidade. 2017. Disponível em: [https://repositorioaberto.uab.pt/bitstream/10400.2/7149/1/desenvolvimento%20sustentavel%20conceitos%202017\\_18.pdf](https://repositorioaberto.uab.pt/bitstream/10400.2/7149/1/desenvolvimento%20sustentavel%20conceitos%202017_18.pdf). Acesso em: 06 mar. 2018.

SIMAS, L. S. L. **Construção Sustentável – Uma nova modalidade para administrar os recursos naturais para a construção de uma casa ecológica**. Dissertação (Bacharel em Administração com ênfase em Gestão de Negócios). 2012. Disponível em: [http://www.cairu.br/revista/arquivos/artigos/2012\\_2/11\\_Construcoes\\_Sustentaveis\\_Leonardo\\_Simas\\_140\\_162.pdf](http://www.cairu.br/revista/arquivos/artigos/2012_2/11_Construcoes_Sustentaveis_Leonardo_Simas_140_162.pdf). Acesso em: 12 mar. 2018.

TCPO. **Tabelas de composição de preço para orçamentos**. 14.ed – São Paulo. PINI, 2012.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de Água de Chuva: Para áreas urbanas e fins não potáveis**. São Paulo: Navegar Editora, 2005. 180p.

TORDO, O. C. **Caracterização e Avaliação de Águas de Chuva Para Fins Potáveis**. 120f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Centro de Ciências Tecnológicas, Universidade Regional de Blumenau. Blumenau, 2004.

VASCONCELOS, M. **Avaliação de Transmitância Térmica de Coberturas. Florianópolis: vertes arquitetura bioclimáticas e eficiência energética**. Florianópolis, 2011.