**FUNDAÇÃO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS - FUPAC**
**FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS DE UBÁ**
**ENGENHARIA CIVIL**

**HÉGON DÁFINIS GONÇALVES PINTO**

# ECOTELHADO: SISTEMA LAMINAR MÉDIO

**UBÁ**
**2015**

**HÉGON DÁFINIS GONÇALVES PINTO**

# ECOTELHADO: SISTEMA LAMINAR MÉDIO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil, da Faculdade Presidente Antônio Carlos de Ubá, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Me. Iracema Mauro Batista

**UBÁ**
**2015**

Dedico à minha noiva, Maiara, pelo apoio incondicional em todos os momentos, principalmente nos de incerteza, muito comuns para quem tenta trilhar novos caminhos;

Aos meus pais e a minha família que contribuíram cada um a sua maneira, para a minha formação pessoal e profissional.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela existência e saúde a mim concedido.

À minha família, pelo apoio incondicional, amor e compreensão durante o tempo de execução dos trabalhos.

À minha noiva, Maiara Couto Barreto e a sua família pelo apoio principalmente nesta etapa final do curso.

À professora Iracema Mauro Batista pela orientação, competência, dedicação, paciência, ensinamentos e a confiança demostrada.

A todos os professores do curso de Engenharia Civil, que de alguma forma fizeram parte para que este momento fosse possível.

A empresa Ecotelhado pela disponibilização voluntária do material para a realização deste trabalho. A todos vocês, muito obrigado.

É melhor lançar-se à luta, alcançar o triunfo, mesmo exposto ao insucesso, do que formar fila com os fracos, pobres de espírito, que nem sofrem muito, nem gozam muito, porque vivem nessa penumbra cinzenta que não conhece derrota, nem vitória.

*Franklin D. Roosevelt*

# ECOTELHADO: SISTEMA LAMINAR MÉDIO


## Resumo

Em tempos de grandes mudanças climáticas, onde o aquecimento global e a poluição se tornam cada vez mais acentuados, percebe-se a importância de pensar em meios que prejudicam menos o meio ambiente. A natureza tem sido transformada pelo homem, e muitas vezes sem pensar nas consequências. Neste sentido o presente trabalho tem como objetivo mostrar a importância da utilização do ecotelhado nos dias atuais, ressaltando detalhes de manutenção e um breve comparativo de custos em relação ao telhado convencional, além de priorizar materiais renováveis. O referencial teórico utilizou-se de estudos de sustentabilidade (DIAS, 2009; SAVI, 2012; WILLES 2014), cobertura verde (HENEINE, 2008; WILLES, 2014), sistema laminar médio (ECOTELHADO, 2015; JOBIM, 2013; HENEINE, 2008; SAVI, 2012); aspectos construtivos (BALDESSAR 2012; HENEINE, 2008; MOARES, 2013) e telhado colonial (MOLITERNO, 2010; PFEIL, 2003; SETOP, 2015). Esta é uma pesquisa de cunho quantitativo e bibliográfica, com dados coletados através de quatro dissertações de mestrado, uma de doutorado e uma de graduação, uma planilha de referencial de preços unitários para obras e edificação e infraestrutura SETOP, um catálogo de especificações do sistema laminar médio do ECOTELHADO. Os resultados sugeriram que a aplicação do telhado verde tem muitos benefícios ambientais e de conforto, e consequentemente melhora o ciclo de vida e da edificação. Espera-se que este estudo possa contribuir com subsídios teóricos e práticos sobre o uso do ecotelhado para futuros engenheiros civis, bem como para aqueles que manifestarem interesse pelo tema.



**Palavras-chave:** Telhado verde. Sustentabilidade. Ecotelhado. Comparação de Custos.

## ECOTELHADO: AWERAGE LAMINAR SYSTEM


### Abstract

In times of huge climate change, where the global warming and pollution are becoming more pronounced, we noticed the importance of thinking in ways that harm the environment less. Nature has been transformed by man, and often without thinking of the consequences. In this sense the present work aims to show the importance of using the ecotelhado nowadays, emphasizing the maintenance details and a brief comparative costs compared to the conventional roof, besides prioritizing the renewable materials. The theoretical framework used was sustainability studies (DIAS, 2009; SAVI, 2012; WILLES, 2014), green cover (HENEINE, 2008; WILLES, 2014), medium laminar system (ECOTELHADO, 2015; JOBIM, 2013; HENEINE, 2008; SAVI, 2012); constructive aspects (BALDESSAR 2012; HENEINE, 2008; MOARES, 2013) and colonial roof (MOLITERNO, 2010; PFEIL, 2003; SETOP, 2015). This is a quantitative and bibliographical research, with the data collected through four dissertations, one doctoral and undergraduate, one unit price reference sheet for works and building and infrastructure from SETOP, a laminar system catalog specification of ECOTELHADO. The results suggested that the application of green roof has many environmental and comfort benefits, and consequently improves the life cycle and the building. Expected that this study can contribute to theoretical and practical information on using Ecotelhado for future civil engineers as well as for those who express interest in the subject.



**Key-words:** Green roof. Sustainability. Ecotelhado. Costs comparison.

## 1 INTRODUÇÃO

Em tempos de grandes mudanças climáticas, onde o aquecimento global e a poluição se tornam cada vez mais acentuados, percebe-se a importância de pensar em meios que prejudicam menos o meio ambiente. A natureza tem sido muito transformada pelo homem, e muitas vezes sem pensar nas consequências.

Atualmente é muito utilizado o telhado colonial, um dos primeiros tipos de telhado usado na construção civil, material de fácil fabricação e matéria prima de fácil acesso que é o caso da argila, sendo assim muito aproveitado.

Nos meios urbanos é visto um crescimento ascendente da população e consequentemente de construções, aumentando assim a degradação do meio ambiente, maiores faixas de impermeabilização, dificultando a infiltração das águas de chuvas no solo, diminuindo assim drasticamente os lençóis freáticos e prejudicando o sistema público de águas pluviais, que recebem uma elevada carga de águas de chuvas, que muitas vezes não suportam.

Existem inúmeras maneiras de reparar os danos causados à natureza. Uma delas é o ecotelhado. Uma forma alternativa que substitui os telhados convencionais e ainda apresenta vantagens como redução da temperatura do ambiente, melhora da acústica no interior da edificação, armazenamento da água da chuva para utilização nas casas, além da estética nos topos dos prédios e casas na tonalidade verde, entre outras.

“Os ecotelhados estão contribuindo de forma significativa para a diminuição do aquecimento global e dos problemas do efeito estufa” (ECOTELHADO, 2015). Porém, existem algumas formas dessa nova tendência, aqueles que apenas cultivam algumas plantas deixando o topo das casas e prédios esverdeados e aqueles que conseguem o reaproveitamento da água da chuva. Atualmente, onde a água se torna cada vez mais escassa, o ideal é conseguir reaproveitar o máximo dessa água possível.

Este trabalho de conclusão de curso justifica-se por ser um tema relativamente novo, Segundo o engenheiro agrônomo Edimar Binotti, “o primeiro telhado verde do Brasil foi implantando em 1998 em Pedra Azul, no município de Domingos Martins, na região Serrana do Estado”. Percebe-se que no Brasil existe uma lacuna, que mostra este sendo pouco utilizado. Contudo, a tendência é expandir cada vez mais esse método. Com o aumento do aquecimento global, verifica-se uma

grande necessidade em novos meios para retenção de água e quedas de temperatura.

Neste sentido o presente trabalho tem como objetivo geral mostrar a importância da utilização do ecotelhado nos dias atuais, ressaltando detalhes de manutenção e um breve comparativo de custos em relação ao telhado convencional.

O ecotelhado surge como um desenvolvimento sustentável, minimizando assim, os efeitos dos impactos ambientais produzidos pelo homem, que ainda não possuem conscientização da importância de reduzir seus impactos ambientais. A criação do ecotelhado como uma tecnologia sustentável é uma das alternativas de mudanças a fim de garantir que as próximas gerações desfrutem de recursos naturais que são indispensáveis para a vida humana.

# 2 DESENVOLVIMENTO

## 2.1 Sustentabilidade

Define-se por sustentabilidade, ou desenvolvimento sustentável, aquele que responda às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de responder às suas próprias necessidades (BRUNDTLAND, 1987, apud WILLES 2014, p.23).

Segundo Dias (2009) no início deste século, as preocupações com o meio ambiente assumem proporções cada vez maiores, efeito dos visíveis desequilíbrios ocasionados pelo homem na natureza. Nos últimos 300 anos, o desenvolvimento tecnológico da humanidade foi inigualável. Em nenhum outro período histórico foram feitas tantas descobertas em todos os campos da ciência: “No entanto, também é o período histórico em que o ser humano gerou os meios que podem leva-lo à extinção” (DIAS, 2009, p.1).

“Sustentabilidade é a garantia de desenvolvimento econômico e social das atuais gerações sem comprometer a capacidade das futuras gerações de atenderem suas próprias necessidades” (ONU, Comissão Brundtland, 1987 *apud* SAVI, 2012, p.22).

> O novo milênio traz consigo grandes preocupações com o nosso planeta. O efeito estufa, a crise energética, a emissão de CO2, a escassez de combustíveis fosseis, e a racionalização da água. Essas preocupações vão se refletir em uma busca pela sustentabilidade, e uma busca pós-soluções que equilibrem as altas taxas de crescimento populacional, com baixos impactos ambientais e na saúde das pessoas (SAVI, 2012, p.23).

## 2.2 Sistema laminar médio

“O sistema laminar pode também ser conhecido como sistema modular. Normalmente é utilizado nas coberturas extensivas, sendo que um sistema intensivo pode ser projetado, mas com exclusividade devido à dimensão de sua complexidade” (WILLES, 2014, p.32).

> “A cobertura extensiva é aquela na qual se aplica uma vegetação que após consolidada não requer cuidados constantes ou especiais. A camada de

> substrato tem por volta de 10 cm ou menos, e as plantas são rasteiras como gramíneas" (HENEINE, 2008. p.16).

O Sistema laminar médio é caracterizado por ter em média 5 cm de altura de lâmina d'agua e consegue reter cerca de 50 l/m² , já o sistema laminar alto é caracterizado por ter em média 16 cm de altura de lâmina d'agua e consegue reter cerca de 160 l/m² (ECOTELHADO, 2015).

Segundo Heneine (2008) o ecotelhado necessita de uma camada drenante que retenha a água à base de matérias pré-fabricadas a fim de gerar os efeitos previstos, eliminando a água que sobra e utilizar uma pequena quantidade capaz de proporcionar umidade a vegetação.

A cobertura verde é considerada como uma forma de inovação juntamente com a necessidade de reaproveitamento dos meios naturais

Segundo Catalisa (2011 *apud* WILLES 2014, p.23) "a busca pelo desenvolvimento sustentável procura estabelecer o equilíbrio na composição de um modelo, não só econômico social e ambiental, mas também político e cultural".

> O efeito dos espaços urbanos verdes em geral no clima urbano tem recebido pouca atenção. A principal função da vegetação urbana nesse contexto (fora criar microclimas favoráveis em menor escala) é para usar a energia de calor para ligar o processo de evapotranspiração de vegetação, desse modo atingindo um geral esfriamento do efeito. (HENEINE, 2008, p.39)

Dessa forma, surge a pergunta, o que seria o ecotelhado? Como o próprio nome já diz, trata-se de um telhado ecológico feito por plantas, um processo de fácil instalação, estrutura de material leve, composto de plantas rasteiras, como gramíneas, não necessitam de manutenção frequente e suportam mudanças de temperaturas, porque absorvem e retém a água das chuvas e seu crescimento é demorado.

> Plantas para a cobertura verde extensiva têm que sobreviver à intensa radiação solar, exposição ao vento, seca, baixo suprimento de nutrientes, temperaturas geladas e áreas limitadas para as raízes. Adequadas variedades de plantas são aquelas que crescem em severas localizações com pouca umidade e suprimentos de nutrientes, como, ambientes de montanha seca, costas, semidesertos ou secos prados. (HENEINE, 2008, p.27).

O sistema ecotelhado difere dos convencionais de terra ou substrato por focar na armazenagem da água da chuva e reciclagem de águas cinzas ou negras

do próprio prédio. O ecotelhado pode ser classificado como um sistema semi-hidropônico. Ele evita o acumulo desnecessário de sobrepeso gerado através do uso de substrato ou terra ao armazenar água na própria laje, embaixo da vegetação.

"Trata - se de um jardim suspenso, também conhecido como telhado verde. Este tipo de cobertura vegetal pode ser instalado tanto em cobertura de prédios (laje) ou sobre telhados convencionais" (ECOTELHADO, 2015).

### 2.2.1 Especificações do sistema laminar médio

A empresa ECOTELHADO é especializada na fabricação e implantação do Sistema Laminar Médio. Este é composto pelo conjunto dos seguintes elementos:

- Módulo Piso Nuvem

O módulo piso nuvem consiste num material semi flexível escuro. Este tipo de material é composto por placas de 0,40 x 0,40 x 0,07 m de dimensão, produzido por um material de plástico reciclado. Consegue reter até 50 l/m², tem como finalidade uma drenagem controlada, retenção de água para as raízes da vegetação escolhida (reserva de agua sob as raízes), reservatório d'agua sem necessidade de irrigação superficial (hidropônico).

FIGURA 1 – Exemplo de Módulo Piso Nuvem.

Fonte: (ECOTELHADO, 2015).

- Membrana de Absorção

A membrana consiste em um material composto por um tecido não reciclado, com uma tonalidade verde acinzentada, fornecida em rolo. Possui uma espessura de 5 mm, largura de 200 cm e de vários comprimentos.

Tem como finalidade a retenção de agua e nutrientes para suprir parcialmente as raízes da vegetação.

FIGURA 2 – Exemplo de Membrana de absorção.

Fonte: (ECOTELHADO, 2015).

- Membrana Anti Raízes

A membrana anti raízes é composta por um material em PEAD (Polietileno de Alta Densidade). Essa membrana tem uma tonalidade preta e é fornecida em rolos com espessuras de 200 micras (0,2 mm), 4 metros de largura por 100 metros de comprimento, sua finalidade é proteger a impermeabilização contra as raízes da vegetação.

FIGURA 3 – Membrana anti raízes.

Fonte: (ECOTELHADO, 2015).

- Substrato Leve Ecotelhado

O substrato leve é composto por materiais orgânicos e sintéticos oriundos da indústria de reciclagem, com uma cor acinzentada escuro, esse substrato possui um baixo peso específico, diminuindo assim o peso final por metro quadrado no sistema laminar médio.

Proporciona uma baixa carga na base da cobertura e grande poder de retenção de água e nutrientes, por ser produzido por um substrato leve e nutritivo.

Segundo Savi (2012, p.54) “Os substratos para telhados verdes diferenciam dos de solo, pois não se compactam com o peso do sistema, garantindo permeabilidade e leveza.”.

FIGURA 4 – substrato leve já colocado sobre a membrana de absorção.

Fonte: (ECOTELHADO, 2015).

- Gel (Forth Gel)

O gel é composto por um copolímero de poliacrilato de potássio (gel capaz de absorver grande quantidade de água), possui uma tonalidade branca e seu objetivo principal é reter a umidade para as raízes da vegetação. Esse material não é tóxico ao meio ambiente e nem para o homem. Então pode ser usado, de forma adequada, sem prejudicar o meio ambiente.

FIGURA 5 – Embalagem do produto gel para plantio.

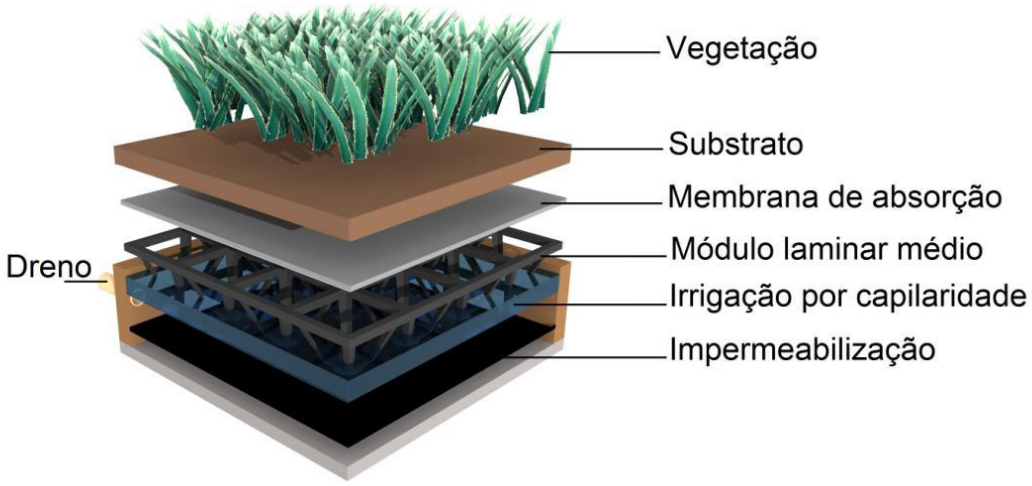
Fonte: (ECOTELHADO, 2015).

- Detalhamento Sistema Laminar Médio

É caracterizado por utilizar uma lâmina d'água sob um piso elevado feita de módulos de sustentação. Segundo a empresa estudada Ecotelhado, a lâmina d'água garante um suprimento de água de até 50 l/m², este sistema deve ser utilizado somente em telhados completamente planos e devidamente impermeabilizado. O peso saturado é de 120 kg/m², sendo um sistema ideal para o telhado de grama, pois mantém a umidade na lâmina d'água, este sistema permite também a purificação das águas cinza e sua posterior reutilização.

A Figura 6 mostra o detalhamento de um sistema laminar médio.

FIGURA 6 – detalhamento do sistema laminar médio.




Fonte: (ECOTELHADO, 2015).

### 2.2.2 Aspectos construtivos

Cuidados na montagem, a laje tem que estar toda impermeabilizada, para não deixar raízes infiltrarem na laje de concreto.

Conforme Heneine (2008, p.25), a barreira anti-raíz protege a cobertura da construção de serem danificadas pelas raízes.

> A camada de impermeabilização é imprescindível, pois, havendo infiltração de água na estrutura da edificação, diminui sua vida útil além de causar transtornos para quem ocupa o local. Os materiais existentes no mercado para executar a impermeabilização do pavimento são variáveis e, para defini-los, é necessário, também, um projeto especificando o material ideal ao tipo de pavimento que irá receber a camada de impermeabilização (BALDESSAR 2012, p.43).

FIGURA 7- membrana anti raízes já instalado.

Fonte: (ECOTELHADO, 2015).

Colocação do Módulo Piso Nuvem sob a membrana anti raízes. Tudo tem que ser colocado de forma que se encaixe perfeitamente, evitando desperdícios de materiais e um melhor aproveitamento do sistema por inteiro.

FIGURA 8 – instalação do módulo piso nuvem.

Fonte: (ECOTELHADO, 2015).

Sobrepor a membrana de absorção, a fim de reter os nutrientes e as aguas de chuvas para suprir parte dos nutrientes necessários para as raízes da vegetação.

FIGURA 9 – instalação da membrana de absorção.

Fonte: (ECOTELHADO, 2015).

Aplicar o Substrato Leve sobre a membrana de absorção. Seu material é leve e gera grande retenção de água e nutrientes.

FIGURA 10 – aplicação do substrato leve.

Fonte: (ECOTELHADO, 2015).

O gel deve ser jogado a lanço após a colocação do substrato, ou seja, ele deve ficar entre o substrato e a vegetação. Coloque em torno de 20 gramas por m².

Colocação da vegetação opcional (grama, membrana pré-vegetada ou outra).

FIGURA 11 – processo finalizado com todas as camadas, inclusive a vegetação.

Fonte: (ECOTELHADO, 2015).

Segundo Heneine (2008, p.21), o leve sistema extensivo com substrato de 5 a 15 cm de espessura aumentará a carga no telhado para aproximadamente 70 a 170 Kg/m². Este sistema tem que ser implantado em lajes planas, para que se crie uma lamina d'agua de 50 l/m².

Deve conter uma caixa de visita para inspeção do reservatório. A área de instalação do sistema deve conter uma mureta de no mínimo 15 cm de altura, toda a laje e a mureta tem de ser impermeabilizados.

Em cada área fechada do sistema laminar, deverá possuir um ponto hidráulico, para o abastecimento da lâmina de água abaixo do sistema.

Esse abastecimento poderá ser feito por água de reuso, como águas de chuvas e águas cinza.

O escoamento do excesso da água deverá ser feito por “ladrões”, que deverão estar localizados a 5 cm de altura da parte superior da laje pronta, como mostra a figura a seguir:

FIGURA 12 - Escoamento do excesso de água.

Fonte: (ECOTELHADO, 2015).

A realização de um projeto voltado para sistemas sustentáveis deve ser elaborada por um profissional qualificado e que tenha todas as informações em mãos para a execução deste tipo de obra.

> Nas edificações novas, os pavimentos precisam ser construídos em conformidade com as especificações de carga planejada do telhado verde. Estas cargas variam de acordo com o tipo de vegetação escolhida e seu substrato. Em construções existentes, é necessário fazer uma profunda investigação da estrutura e planejar o tipo de cobertura verde que a edificação pode receber. (BALDESSAR 2012, p.44).

A construção de um ecotelhado exige um bom planejamento feito por um engenheiro e uma estrutura bem elaborada. Esse projeto não está apenas relacionado ao reuso da água, mas está ligado também com beleza e conforto, uma

alta funcionalidade juntamente com o respeito ao meio ambiente. Priorizando assim os recursos naturais e assim diminuindo os fertilizantes, pesticidas que tanto maltratam o meio ambiente.

> Segundo Nakamura (2011, p.96 apud MOARES 2013, p.30) salienta que se deve procurar por técnicas que agilizem a montagem e execução dos telhados verdes. Sugere sistemas em módulos, pois são mais fáceis de montar e desmontar, necessitando menos mão de obra e consequentemente diminuição de custos. Além de produtos reciclados e plantas nativas da região.

A consciência da população gradativamente deverá ser alterada, de forma a criar pensamentos voltados ao desenvolvimento, ideias mais sustentáveis e a aplicação de novas tecnologias que aproximem mais as pessoas com o meio ambiente.

"O sistema é mais eficiente que o telhado verde convencional. Como os nutrientes já estão presentes na água de reuso, o substrato perde sua função de nutrição das plantas, se tornando apenas um peso" (ECOTELHADO, 2015).

A irrigação ocorre sempre subsuperficial, não havendo contato da água com o ar, evitando assim qualquer tipo de proliferação de insetos.

> É indispensável o fornecimento de água para que o reservatório inferior do sistema esteja sempre com água, assim a vegetação não depende apenas da água da chuva em caso de estiagem prolongada, em pouca precipitação pluviométrica e também para potencializar o conforto térmico pela evapotranspiração. (ECOTELHADO, 2015, p.7).

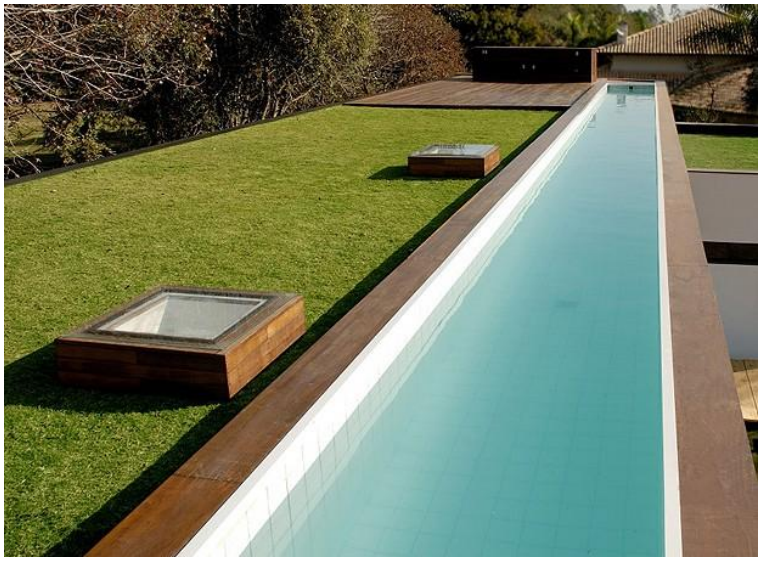
### 2.2.3 Edificações com o sistema laminar médio

Além de trazer enormes benefícios, o sistema laminar médio contribui também com a arquitetura e paisagismo da residência, deixando o ambiente mais aconchegante, com a maior concentração de animais, como por exemplo, os pássaros.

Segundo Heneine (2008, p.32) "os telhados verdes extensivos, os quais não têm tráfego e, portanto, isolados das pessoas, podem ser potencialmente um bom habitat para pássaros, plantas e insetos."

Existem algumas construções que utilizam os benefícios do sistema laminar médio, como será mostrado nas figuras a seguir:

FIGURA 13 – Casa com o Sistema Laminar Médio.



Fonte: (REVISTA CASA E JARDIM, 2015).

FIGURA 14 – Casa com o Sistema Laminar Médio

Fonte: (CHALU, 2015).

## 2.3 Manutenção do Ecotelhado

É de extrema importância a manutenção quando fala-se de jardim em nossa casa, bem como é importante toda a manutenção da edificação residencial. A ECOTELHADO orienta que seja realizada manutenção somente uma vez por ano, onde deverão ser feitas podas e adubação, se for o caso fazer reposição das plantas.

Por isso, a manutenção não é tão desgastante ou trabalhosa, sabendo de todos os benefícios que o sistema laminar médio pode trazer para a família, para a cidade e meio ambiente.

> “Para manter a manutenção depois do desenvolvimento das plantas na cobertura vegetal ser assegurado é crucial dar manutenção na cobertura uma ou duas vezes ao ano. Retirar ervas daninhas e aparar o perímetro da cobertura. A câmara de inspeção também precisa se monitorada. Para gramas e ervas, vegetação de material orgânico tem que ser removida uma vez por ano. Os telhados verdes intensivos requerem maior manutenção e serviço durante o ano” (HENEINE, 2008. p.29).

Se todas as pessoas conscientizassem-se e fizessem parte de um projeto que ajuda a auxiliar o meio ambiente, talvez não estivesse passando essa escassez de água.

Qualquer trabalho relacionado à reutilização de matéria prima é bem visto para o meio ambiente, bem como a reciclagem.

## 2.4 Vantagens e desvantagens do sistema laminar médio

O conforto térmico: fornece uma barreira de proteção entre os ambientes internos e externos, assim fornecendo também conforto acústico. A vegetação do sistema laminar médio atua como dissipador do calor, que se reflete de volta à atmosfera ou é absorvido pelas plantas do sistema.

> O telhado verde é um bom isolante térmico, devido ao fato da camada de substrato e vegetação atuar como uma manta isolante, pois o processo de fotossíntese utiliza energia solar diminuindo o acumulo de energia na superfície das construções (FERREIRA, 2007 *apud* JOBIM, 2013, p.29).

Portanto, em dias com temperaturas elevadas a cobertura verde do sistema evita o aquecimento da estrutura da casa pelo sol, deixando assim o ambiente interno com temperaturas mais baixas. Em dias de temperaturas mais baixas, a vegetação trabalha como uma ”manta” e funciona como uma barreira isolando a estrutura, diminuindo assim a perda de aquecimento interno para o meio externo.

> Segundo alguns autores (MORAIS; RORIZ, 2005; RIVERO, 1986 *apud* JOBIM, 2013, p.29), da irradiação solar que incide sobre uma cobertura verde, 60% é absorvida pelas plantas, 27% são refletidos para a atmosfera e apenas 13% são transmitidos para as camadas abaixo.

O conforto acústico: essa camada do sistema laminar médio atua como bloqueador de som externo, mantendo assim barulhos das cidades do lado externo da residência, melhorando a acústica no interior. Sendo então uma vantagem considerada. Na busca de tranquilidade e sossego o sistema pode ser uma alternativa.

> Um experimento realizado por Vecchia (2005, *apud* JOBIM, 2013, p.29), comparando o comportamento térmico de um telhado verde com sistemas tradicionais de cobertura existentes no Brasil (telha cerâmica, aço galvanizado, laje de concreto e fibrocimento ondulado) comprovou a eficiência do telhado verde perante os demais. Os resultados demonstraram que o telhado verde foi o que apresentou menor amplitude térmica (9,2ºC), três vezes menor que os demais sistemas, para temperaturas do ar acima de 20º. Nessas condições, o telhado verde conseguiu reduzir a temperatura do ambiente interno. Para temperaturas mais baixas, o telhado verde possibilitou aumento da temperatura interna.

A água de chuva é retida através da vegetação e armazenada nos módulos de reservatório, diminuindo assim a velocidade de escoamento nas drenagens urbanas, evitando enchentes, alagamentos e deslizamentos em dias de chuvas fortes. Essa água pode ainda ser reutilizada em sanitários e locais não potáveis.

> Ainda, se o escoamento superficial gerado em um telhado verde for captado e armazenado em cisternas, a água da chuva pode ser utilizada para fins não potáveis, como irrigação do próprio telhado e jardins, além de descarga em bacias sanitárias, lavagens de pisos, entre outros, implicando em redução de custos com o pagamento de água tratada e, indiretamente contribui para a preservação de mananciais (JOBIM, 2013, p.32).

Com o jardim instalado de forma correta na cobertura, poderá ter o convívio com um número maior de pássaros entorno da residência, gerando assim um clima agradável e muito mais saudável.

A vegetação e as plantas possuem como principal objetivo a purificação do ar, contribuindo assim com ar das cidades, filtrando todos os poluentes e reduzindo a emissão de carbono na atmosfera, ou seja, teremos um ar mais puro.

> Além do conforto térmico, os telhados verdes combatem as altas temperaturas do ar e o aquecimento global devido à absorção do gás carbônico e o aumento na umidade do ar, contribuindo para a redução da formação de “ilhas de calor” (ROSENZWEIG et al., 2006 *apud* JOBIM, 2013, p.30).

O sistema laminar médio atua como uma “capa” protetora da edificação, contra a amplitude térmica que provoca grandes desgastes nos materiais originados pela dilatação e retração.

> Telhados verdes podem servir como habitat para insetos, pássaros e outros pequenos animais, bem como para vegetais, promovendo um aumento da biodiversidade local. Em um estudo realizado na cidade de Londres, em um sistema de telhado verde extensivo, foram encontrados exemplares de diferentes espécies de invertebrados, aproximadamente 100, dentre eles, besouros, aranhas, abelhas, etc., dos quais aproximadamente 10% foram

> considerados raros ou escassos no âmbito nacional, ou são de distribuição bastante limitada (KADAS, 2006; FRISER, 2007 *apud* JOBIM, 2013, p.30).

Segundo Kolb (2003 *apud* JOBIM, 2013, p.30) “uma camada vegetal de gramíneas e de pequenos arbustos é capaz de reduzir a amplitude das temperaturas do ar interno e externo em 60 a 94%.”

> Valores de referência indicam que um metro quadrado de telhado verde pode filtrar cerca de 0,2 kg de pó de partículas de aerossol e poluição por ano. Além disso, podem diminuir a concentração de nitratos e outros materiais nocivos no ar atmosférico, trazidos pelas chuvas, sendo então depositados no substrato (INGRA, 2010 *apud* JOBIM, 2013, p.31).

E ainda poderiam ser previstas leis que apoiassem e incentivasse o telhado verde no país ou outras medidas ambientas. Um exemplo de incentivo seria o desconto no IPTU.

Baixa possibilidade de enchentes por reter melhor a água da chuva, fazendo com que o excesso não vá para as ruas.

Diminui o consumo de energia e melhora a eficiência energética por diminuir a temperatura no ambiente interno, reduzindo assim a necessidade de refrigeração.

> Devido ao benefício térmico do telhado verde, é possível economizar com energia elétrica utilizada por aparelhos de ar condicionado. A economia de energia dependerá do tamanho do edifício, sua localização, a profundidade do meio de cultura, e o tipo de plantas utilizadas (PECK & KUHN 2000 *apud* JOBIM, 2013, p.32).

Segundo Jobim (2013, p.33), “o aumento de área verde pode ainda contribuir para produção de efeitos estéticos combatendo a poluição visual das cidades. É necessário manutenção para permanecer a beleza e a estrutura saudável”.

Este possui alto investimento financeiro. E há restrições quanto à estrutura que pode inviabilizar o sistema. O sistema necessita de mão de obra especializada para instalação para evitar problemas de vazamento e infiltrações. Quando comparado, mesmo com pequenas desvantagens, a relação custo benefício é compensativa.

## 2.5 Telhado colonial

Segundo Moliterno (2010, p.1) “o telhado destina-se à proteger o edifício contra a ação das intempéries, tais como chuva, vento, raios solares, neve e também impedir a penetração de poeiras e ruídos no seu interior.”

A origem do nome *telhado* provém do uso de telhas, mas nem todo o sistema de proteção superior de um edifício, obrigatoriamente, constitui-se num telhado como, por exemplo, laje com espelho d’agua, terraços e jardins suspensos (MOLITERNO 2010, p.1).

Conforme Pfeil (2003), a madeira é um material usado na construção empregado pelo homem desde épocas pré-históricas. Até o século XIX, as mais importantes obras de engenharia eram construídas com pedra ou madeira. “Atualmente a utilização da madeira, como material de construção competitivo economicamente e ao mesmo tempo aceitável em termos ecológicos” (PFEIL, 2003. p.1).

## 2.6 Metodologia

Neste capítulo descreve-se a metodologia da pesquisa. Ela está dividida em apresentação do orçamento do sistema laminar médio fornecido pela empresa ECOTELHADO, planilha de preços unitários para obras de edificação e infraestrutura da SETOP.

Segundo Vergara (2010, p.43) “a pesquisa bibliográfica é o estudo sistematizado desenvolvido com base em material publicado em livros, revistas, jornais, redes eletrônicas, isto é, material acessível ao publico em geral.” O presente trabalho é de cunho bibliográfico por basear-se nas fontes mencionadas acima.

Em relação ao orçamento do sistema laminar médio, este foi obtido através da empresa ECOTELHADO via e-mail. Foi enviado um e-mail para a empresa, solicitando um orçamento de uma edificação de 80 m² para a finalidade deste trabalho de conclusão de curso. Foi ressaltado que os dados fornecidos não seriam utilizados futuramente para a execução de uma obra.

A planilha da SETOP utilizada nesta pesquisa foi a de referencial de preços unitários para obras de edificação e infraestrutura que foi obtida através do site da Secretária de Estado de Transporte e Obras Públicas.

### 2.6.1 Procedimentos de análise

Por meio da abordagem quantitativa, verificou-se nesse estudo a rentabilidade financeira em telhado verde e colonial.

Para tanto, a análise dos dados seguiu os seguintes procedimentos: (a) primeiramente foi feita uma pesquisa bibliográfica sobre sistema laminar médio; (b) solicitação de orçamento do telhado verde de uma edificação de 80m² de um pavimento;(c) pesquisa da planilha SETOP referente ao orçamento do telhado colonial; (d) por fim, elaboração de uma tabela comparativa entre o telhado verde e telhado colonial.

## 2.7 Resultados

Nesta seção, apresenta-se os resultados obtidos através das análises dos custos orçamentários do sistema laminar médio e da SETOP. Na primeira parte, discorrermos sobre a tabela do sistema laminar médio, na segunda parte apresentamos a tabela da SETOP e por último uma comparação de custo em nível quantitativo e percentual do sistema laminar médio.

### 2.7.1 Orçamento do sistema laminar médio

Foi feita uma pesquisa de preço de material, implantação e transporte do sistema laminar médio, para uma casa de 80 m² construídos, com laje de concreto, plana, com mureta de 15 cm de altura prontas. Para a instalação do sistema laminar médio necessita de algumas mudanças como descrito acima.

A empresa ECOTELHADO foi contatada e obtivemos os seguintes orçamentos:

A tabela 1 mostra todos os produtos necessários para montagem do sistema laminar médio, descrição dos produtos, como, formatos, dimensões, peso, quantidade a ser usada.

TABELA 1 – descrição dos produtos.

| Descrição | Quantidade | Unidade |
|---|---|---|
| Memb.Antiraízes Ecotelhado-Lona Megaplast P (4,00x100,66 kg) (0,17 kg/m²) | 88 | m² |
| PISO NUVEM 0,40X0,40X0,07 cm | 516 | pç |
| Memb. Absorção Ecotelhado – FAG14RS4CM – 4,00 mm(45x2 m) (0,48 kg/m²) | 84 | m² |
| Composto de Substrato leve (sacos de 36 l – 25 kg) | 2880 | l |

Fonte: (ECOTELHADO, 2015. Editado pelo Autor).

A tabela 2 mostra o valor total dos itens descriminados na tabela 1, sem o custo de mão de obra ou transporte, da empresa Ecotelhado.

TABELA 2 – tabela de custos de materiais.

| Valor dos Materiais | Prestadora dos Serviços |
|---|---|
| R$ 8.376,92 | Ecotelhado |

Fonte: (ECOTELHADO, 2015. Editado pelo Autor).

A empresa ECOTELHADO fornecedora dos produtos informa alguns detalhes importantes para a implantação do ecotelhado: sistema laminar médio, que devem ser previstos antes da execução do projeto.

> A laje deverá estar impermeabilizada. Este sistema contempla retenção, amortecimento e polimento da agua de chuva e prescinde por gotejamento ou aspersão, ou seja, economia no consumo de água para irrigação e em projetos específicos. A laje devera estar nivelada (nível 00) e os pontos de dreno deverão ser prolongados para 5 cm de altura (laminar médio).(ECOTELHADO, 2015, p.2).

A instalação do sistema laminar médio é feito por uma empresa contratada, neste caso, por se tratar de uma edificação em Rio Novo – MG, foi previsto um orçamento com uma empresa de Juiz de Fora – MG, localidade mais próxima da cidade da implantação do projeto, que detém essa mão de obra especializada, o orçamento foi feito com a empresa Matumbi Comércio de Artigos de Decoração LTDA – EPP. A seguir temos a tabela 3 que mostrará o valor de instalação total do sistema laminar médio.

TABELA 3 – Custos de instalação.

| Informações da instalação | | |
|---|---|---|
| Sistema: | Laminar Médio + vegetação + instalação | |
| Área: | 80 | m² |

| Valor dos Serviços | |
|---|---|
| Valor: | R$ 4.000,00 |

Fonte: (ECOTELHADO/MATUMBI, 2015. Editado pelo Autor).

A seguir será mostrado o valor estimado de transporte dos itens de instalação descritos na tabela 1. Esse transporte é feito por uma empresa terceirizada, indicada pela própria empresa ECOTELHADO ou uma empresa que o comprador queira contratar. Foi feita uma estimativa de custo com uma empresa indicada pela Ecotelhado, não foi fornecido o nome. O valor de transporte final foi: R$ 2.600,00 (Dois mil e seiscentos reais). Frete da cidade de Porto Alegre – RS, até a cidade de Rio Novo – MG, onde será instalado o ecotelhado.

### 2.7.2 Planilha de orçamentária da SETOP

A seguir tem-se a tabela 4 com a descrição dos produtos e valores do telhado colonial segundo Secretaria de Estado de Transportes e Obras Públicas (SETOP). Foi feita uma consulta da tabela de preços, referencial à planilha de preço para obras de edificação do Estado de Minas Gerais.

TABELA 4 – Descrição dos valores unitários por unidade do telhado colonial.

| Código | Descrição | Unidade | Unitário |
|---|---|---|---|
| COB-TEL-010 | COBERTURA EM TELHA CERÂMICA COLONIAL PLANA, 24 UNID/M2 | m² | 48,54 |
| COB-ENG-005 | ENGRADAMENTO PARA TELHAS CERÂMICA OU CONCRETO EM MADEIRA PARAJU | m² | 108,20 |

Fonte: (SETOP, 2015).

Um telhado com 80 m² ficaria em R$ 12.539,20 de acordo com a Planilha Referencial de Preços Unitários Para Obras de Edificação e Infraestrutura (SETOP), da Região Leste.

### 2.7.3 Comparativo de custo sistema laminar médio e do telhado colonial

A Tabela 5 mostra um comparativo de custo do sistema laminar médio e do telhado colonial convencional

TABELA 5 – Comparativo entre Sistema Laminar Médio e do Telhado Colonial.

| Cobertura | Custo total (R$) | Percentual (%) |
|---|---|---|
| Sist. Laminar Médio | 14.976,92 | 119,44% |
| Telhado Colonial | 12.539,20 | 100% |

Fonte: elaborado pelo autor

Os resultados da tabela mostram que o valor total do sistema laminar médio é o mais elevado em relação ao telhado colonial, mas o sistema laminar se mostra mais eficiente por diversas vantagens em relação ao meio ambiente, economia e para sociedade.

## 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo geral deste estudo foi mostrar a importância da utilização do ecotelhado nos dias atuais, ressaltando detalhes de manutenção e um breve comparativo de custos em relação ao telhado colonial.

Com isso conclui-se que o sistema laminar médio é mais vantajoso por ajudar o meio ambiente e pode ser econômico. Economia essa gerada através de consumo de água e de energia, e sustentável. Sendo um fator muito importante na escolha da cobertura, reaproveitando águas cinza e águas de chuva.

O mundo atual necessita de novas tecnologias para que possa incorporar com mais frequências às novas tecnologias sustentáveis, a fim de diminuir os impactos ambientais, sociais e econômicos. Sendo assim, este estudo contribui para o cenário mundial que está sendo vivenciado, percebe-se a necessidade de usar cada vez mais o ecotelhado.

Esta pesquisa busca estimular o uso dessas tecnologias, para que se possa ter mão de obra especializada e maior concorrência de fornecedores, para isso faz-se necessário o poder público estimular a aplicação dessas tecnologias, de forma a torná-las usuais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


BALDESSAR, Silvia M. N. **Telhado verde e sua contribuição na redução da vazão da água pluvial escoada.** Dissertação de mestrado. Curitiba: UFPR PPGCC, 2012.

CHALU. "**Chalu**", 2015. Disponível em:<http://www.chalu.com.br/blog/?p=527>. Acesso em 23 de out. 2015.

DIAS, Reinaldo. **Gestão Ambiental:** Responsabilidade Social e Sustentabilidade. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2009.196p.

ECOTELHADO. "**Ecotelhado**", 2015. Disponível em: <www.ecotelhado.com.br>. Acesso: 10 set. 2015.

G1. "**G1.globo.com**", 2015. Disponível em: <http://g1.globo.com/espirito-santo/mercado-imobiliario/noticia/2011/09/telhados-verdes-unem-economia-sustentabilidade-e-beleza-no-es.html>. Acesso: 16 dez. 2015.

HENEINE, Maria Cristina A.de S. **"COBERTURA VERDE".** Dissertação de mestrado. Belo Horizonte: UFMG, 2008.

JOBIM, Alan L. **Diferentes tipos de telhados verdes no Controle quantitativo da Água pluvial.** Dissertação de mestrado. Santa Maria: UFSM, 2013.

MOARES, Marciano F. **Telhados verdes: uma análise comparativa de custos e vantagens em relação aos telhados convencionais.** Dissertação de mestrado. Porto Alegre: UFRGS, 2013.

MOLITERNO, Antônio. **Caderno de Projetos de Telhados em Estruturas de Madeira.** 4. ed. São Paulo: Edgard Blucher. 2010. 268 p.

PFEIL, W; PFEIL, M. **Estrutura de Madeira.** 6.ed. Rio de Janeiro: LTC. 2003. 224 p.

REVISTA CASA E JARDIM. "**Revista Casa E Jardim**", 2015. Disponível em: <http://revistacasaejardim.globo.com/Casa-e-Jardim/Dicas/Sustentabilidade/noticia/2015/04/telhado-verde-e-obrigatorio-para-predios-com-mais-de-4-pavimentos-em-recife.html>. Acesso em 23 de out. 2015.

SAVI, Adriane C. **Telhados Verdes: Análise Comparativa De Custo Com Sistemas Tradicionais De Cobertura.** Dissertação de monografia. Curitiba: UTFPR, 2012.

SECRETARIA DE ESTADO DE TRANSPORTES E OBRAS PÚBLICAS. **Planilha Referencial De Preços Unitários Para Obras De Edificação E Infraestrutura, 2015.** Belo Horizonte. 124p.

VERGARA, Sylvia C. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração**. 12 ed. São Paulo: Atlas, 2010. 94 p.

WILLES, Jorge A. **Tecnologia em telhados verdes extensivos:** meios de cultura, caracterização hidrológica e sustentabilidade do sistema. 2014. 69 f. Tese (Doutorado em Ciências). Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.