

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS
GERAIS - *CAMPUS* AVANÇADO PIUMHI
BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**

Lorena Dalva Lima

**O ESTUDO COMPARATIVO ENTRE O USO DO TELHADO VERDE E DOS
CONVENCIONAIS EM UMA EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL**

Piumhi – Minas Gerais

2021

Lorena Dalva Lima

**O ESTUDO COMPARATIVO ENTRE O USO DO TELHADO VERDE E DOS
CONVENCIONAIS EM UMA EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado ao Instituto Federal de Ciência e
Tecnologia de Minas Gerais como requisito parcial
para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia
Civil.

Orientador: Professor Dr. Pedro Luiz Teixeira de
Camargo

Coorientador: Professor Dr. Felipe da Silva Alves

Piumhi – Minas Gerais

2021

L372e Lima, Lorena Dalva.

O estudo comparativo entre o uso do telhado verde e dos convencionais em uma edificação residencial [manuscrito] / Lorena Dalva Lima. – 2021.
104 f. : il.

Orientador: Pedro Luiz Teixeira de Camargo.

Coorientador: Felipe da Silva Alves.

Trabalho de Conclusão de Curso (bacharelado) – Instituto Federal Minas Gerais. *Campus* Avançado Piumhi, 2021.

1. Sustentabilidade. 2. Meio ambiente. 3. Cobertura sustentável. I. Camargo, Pedro Luiz Teixeira de. II. Alves, Felipe da Silva. III. Instituto Federal de Minas Gerais. *Campus* Avançado Piumhi. IV. Título.

CDD 690.15

Catálogo: Andreia Cristina Damasceno - CRB-6/1974



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS
Campus Avançado Piumhi
Diretoria de Ensino
Docentes Campus Avançado Piumhi
Rua Severo Veloso 1880 - Bairro Bela Vista - CEP 37925-000 - Piumhi - MG
(37)3371-3353 - www.ifmg.edu.br

DECLARAÇÃO

Lorena Dalva Lima

O ESTUDO COMPARATIVO ENTRE O USO DO TELHADO VERDE E DOS CONVENCIONAIS EM UMA EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Minas Gerais como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em: 15/12/2021 pela banca examinadora:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Stella Maria Gomes Tomé – IFMG

Prof. Me. Tobias Ribeiro Ferreira - IFMG

Prof. Dr. Felipe da Silva Alves – IFMG (Coorientador)

Prof. Dr. Pedro Luiz Teixeira de Camargo - IFMG (Orientador)

Piumhi, 16 de dezembro de 2021.



Documento assinado eletronicamente por **Pedro Luiz Teixeira de Camargo, Professor**, em 16/12/2021, às 14:47, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Felipe da Silva Alves, Professor**, em 16/12/2021, às 15:09, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Tobias Ribeiro Ferreira, Professor**, em 16/12/2021, às 15:19, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Stella Maria Gomes Tome, Professora**, em 16/12/2021, às 21:44, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadocs> informando o código verificador **1041882** e o código CRC **1CF6E82C**.

23715.001050/2021-96

1041882v1

AGRADECIMENTOS

Desenvolver este trabalho me lembrou o quanto sou grata por ter passado os últimos anos sendo aluna do *campus*. No início, a felicidade por ter sido finalmente aceita neste instituto, e agora, o sentimento de gratidão por ter conhecido pessoas que fizeram uma diferença enorme em minha vida.

Professores e todos profissionais do instituto, que me incentivaram e acreditaram em mim, obrigada por todo apoio. Aos meus orientadores, Dr. Pedro Luiz Teixeira de Camargo, e Dr. Felipe da Silva Alves, agradeço imensamente à disposição de me guiar durante esta etapa de extrema importância.

Agradeço aos meus pais, por terem sido meus maiores incentivadores. Por todas as vezes que pensei em desistir, e vocês estavam ao meu lado, me guiando e me oferecendo todas as oportunidades para nunca deixar de estudar.

A Deus, por ser meu refúgio e me dar forças para acordar todos os dias com foco e determinação.

Deixo meus sentimentos de gratidão ao Grupo de Pesquisa em Ciências Ambientais, Econômicas Sustentabilidade, por terem me acolhido. Sou muito grata por fazer parte desta comunidade e de poder compartilhar experiências.

*Quatro pontos tem a minha religião
Faço deles a minha filosofia e faço deles a minha ação
Viva, creia, ame e faça, essa também é minha oração
(Vintage Culture)*

RESUMO

A falta de áreas verdes nos centros urbanos tem sido uma infeliz realidade urbana, com o desenvolvimento das cidades tal percepção se torna ainda mais evidente. Com o foco em minimizar os prejuízos dessa situação, novas técnicas sustentáveis estão sendo aplicadas juntamente com outras que já existem há vários anos, como os telhados verdes. As coberturas sustentáveis possuem a mesma função que as convencionais, porém mais do que isso, elas auxiliam no combate às ilhas de calor, na retenção de águas, diminuem a poluição sonora, entre outras vantagens. Serão abordados os telhados convencionais do tipo cerâmico e de fibrocimento. A presente pesquisa aborda as características principais de cada método. Além disso, foram desenvolvidas planilhas que apresentam uma estimativa de custo real de implantação de cada tipo de telhado. Devido a vários fatores, o valor de instalação do telhado verde é mais caro quando comparado com os convencionais, porém deve-se levar em consideração as diversas vantagens que ele possui. Um dos motivos que torna o custo desta técnica mais alto é a demanda, visto que, por ainda ser baixa, há poucas empresas especializadas no ramo, o que diminui a concorrência. Algumas cidades do Brasil já incluíram o uso dos telhados verdes nas leis municipais, porém seu uso ainda é pouco difundido. Políticas públicas e incentivos quanto à sua utilização devem ser desenvolvidos, buscando compatibilizar meio ambiente e crescimento urbano.

Palavras-chave: sustentabilidade; meio ambiente; cobertura sustentável.

ABSTRACT

The lack of green areas in urban centers has been an unfortunate urban reality, with the development of cities this perception becomes even more evident. With a focus on minimizing the damage of this situation, new sustainable techniques are being applied along with others that have been in existence for several years, such as green roofs. Sustainable roofs have the same function as conventional ones, but more than that, they help fight heat islands, retain water, reduce noise pollution, among other advantages. Conventional ceramic and fiber-cement roofs will be discussed. This research addresses the main characteristics of each method. In addition, spreadsheets were developed that present an estimate of the real cost of implementation. Due to several factors, the installation value of a green roof is more expensive when compared to conventional ones, but one must take into account the various advantages it has. One of the reasons that makes the cost of this technique higher is the demand, since, as it is still low, there are few specialized companies in the field, which reduces competition. Some cities in Brazil have already included the use of green roofs in municipal laws, but their use is still not widespread. Public policies and incentives regarding its use must be developed, seeking to make the environment and urban growth compatible.

Keywords: sustainability; environment; sustainable coverage.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Grande urbanização e falta de áreas verdes na cidade de São Paulo, em 2011.....	17
Figura 2 - Casa viking reconstruída.....	18
Figura 3 - ACROS Fukuoka Prefectural International Hall, Fukuoka – Japão.....	20
Figura 4 - Museu histórico Gateway Arch, de Saint Louis, no Missouri (EUA).	21
Figura 5 - Poluição do ar em centros urbanos.	24
Figura 6 - Cidade do Rio de Janeiro nos anos 1930 e 2016, respectivamente.	25
Figura 7 - Telhado verde com inclinação de 45° - Siegen Oberscheiden (Alemanha).....	32
Figura 8 - Telhado verde em superfície plana.	32
Figura 9 - Exemplo de zigurate.	33
Figura 10 - Jardins suspensos da Babilônia.....	33
Figura 11 - Palácio Gustavo Capanema	35
Figura 12 - Exemplo de estrutura do telhado verde.	35
Figura 13 - Exemplo de telhado verde extensivo.	38
Figura 14 - Telhado verde construído no edifício Matarazzo, atual sede da Prefeitura de São Paulo e antigo prédio do Banespa.	38
Figura 15 - Cobertura Verde Semi-extensiva – Chicago City Hall.....	39
Figura 16 - Ilustração esquemática dos diferentes tipos de telhados verdes.	39
Figura 17 - Madeiramento tradicional para telhas cerâmicas.....	42
Figura 18 - Estrutura pontaletada.	44
Figura 19 - Montagem de um telhado com telhas cerâmicas.	44
Figura 20 - Encaixe das telhas cerâmicas.....	44
Figura 21 - Tipos de telhas cerâmicas.	45
Figura 22 - Telhado cerâmico.....	45
Figura 23 - Telha de fibrocimento sem amianto.	47
Figura 24 - Estrutura de um telhado embutido feita com madeira.	47
Figura 25 - Método de instalação dos condutores na calha.....	48
Figura 26 - Ligação calha/condutores.	49
Figura 27 - Condutores embutidos na parede:.....	49
Figura 28 - Final do condutor.....	49
Figura 29 - Estrutura pontaletada em telhado embutido.	50
Figura 30 - Exemplo de telhado de fibrocimento embutido.....	51
Figura 31 - Valores de BDI por tipo de obra.....	52

Figura 32 - Edificação de referência.	53
Figura 33 - Edificação de referência.	54
Figura 34 - Planta baixa.....	54
Figura 35 - Edificação com telhado cerâmico.....	57
Figura 36 - Edificação com telhado cerâmico.....	57
Figura 37 - Estrutura pontaletada.	61
Figura 38 - Edificação com telhado embutido de fibrocimento.....	64
Figura 39 - Edificação com telhado embutido de fibrocimento.....	64
Figura 40 - Edificação com telhado verde.....	76
Figura 41 - Edificação com telhado verde.....	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparação entre características ambientais do telhado verde e convencional baseadas na experiência de Portland – EUA.	19
Tabela 2 - Características dos telhados verdes.	37
Tabela 3 - Valores das áreas.	55
Tabela 4 - Dimensões das peças de madeira - telhado cerâmico.....	56
Tabela 5 - Composição principal - madeiramento telhado cerâmico (trama).	58
Tabela 6 - Itens que formam a composição principal.....	58
Tabela 7 - Cálculo custo trama - cobertura cerâmica.	59
Tabela 8 - Composição principal - madeiramento telhado cerâmico (pontaletes).	60
Tabela 9 - Insumos e composições que formam a composição principal.	60
Tabela 10 - Cálculo custo estrutura pontaletada - cobertura cerâmica.	61
Tabela 11 - Preço total madeiramento - telhado cerâmico.	62
Tabela 12 - Composição principal - telhamento cobertura cerâmica.	62
Tabela 13 - Itens que formam a composição principal.....	62
Tabela 14 - Preço total telhamento - telhado cerâmico	63
Tabela 15 - Preço total estimado telhado cerâmico.	63
Tabela 16 - Dimensões peças de madeira - telhado fibrocimento.	64
Tabela 17 - Composição principal - madeiramento telhado de fibrocimento (trama).....	65
Tabela 18 - Itens que formam a composição principal.....	65
Tabela 19 - Cálculo custo trama - cobertura de fibrocimento.	66
Tabela 20 - Composição principal - madeiramento telhado de fibrocimento (pontaletes).....	67
Tabela 21 - Insumos e composições que formam a composição principal.	67
Tabela 22 - Cálculo custo estrutura pontaletada - cobertura de fibrocimento.....	68
Tabela 23 - Preço total madeiramento - telhado de fibrocimento.	68
Tabela 24 - Composição principal - telhamento cobertura de fibrocimento.	68
Tabela 25 - Itens que formam a composição principal.....	69
Tabela 26 - Preço total telhamento - telhado de fibrocimento.....	69
Tabela 27 - Tamanho do corte de acordo com a área do telhado.	70
Tabela 28 - Composição principal - calha.	71
Tabela 29 - Itens que formam a composição principal.....	71
Tabela 30 - Preço total calha - telhado de fibrocimento.	72
Tabela 31 - Composição principal - rufo.....	73

Tabela 32 - Itens que formam a composição principal.....	73
Tabela 33 - Preço total rufos - telhado de fibrocimento.....	74
Tabela 34 - Composição principal - condutores.....	74
Tabela 35 - Insumos e composições que formam a composição principal.	75
Tabela 36 - Preço total condutores - telhado de fibrocimento.....	75
Tabela 37 - Preço total estimado telhado de fibrocimento.	75
Tabela 38 - Dados fornecidos por cada empresa.....	77
Tabela 39 - Composição principal - membrana à base de poliuretano.....	78
Tabela 40 - Itens que formam a composição principal.....	78
Tabela 41 - Preço total camada impermeabilizante - telhado verde.....	78
Tabela 42 - Orçamento empresa 1.....	79
Tabela 43 - Preço total estimado cobertura verde – empresa 1.....	79
Tabela 44 - Orçamento empresa 2.....	80
Tabela 45 - Preço total estimado cobertura verde – empresa 2.....	80
Tabela 46 - Preço total estimado cobertura verde.....	80
Tabela 47 - Preço total coberturas.....	81

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACRO – *Asian Cross Road Over the Sea*
BDI – Benefícios e Despesas Indiretas
BNH – Banco Nacional da Habitação
CEF – Caixa Econômica Federal
CHI – Custo Horário Improdutivo
CHP – Custo Horário Produtivo
CO₂ – Dióxido de Carbono
FGTS – Fundo de Garantia do Tempo de Serviço
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INSS – Instituto Nacional do Seguro Social
IPTU – Imposto Predial e Territorial Urbano
LEED – *Leadership in Energy and Environmental Desing*
NBR – Norma Brasileira
OMS – Organização Mundial da Saúde
PVC – Policloreto de Vinila
SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices
TCU – Tribunal de Contas da União
U.S – *United States*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
2. JUSTIFICATIVA	24
3. OBJETIVOS	27
3.1 Objetivo geral	27
3.2 Objetivos específicos	27
4. METODOLOGIA.....	27
5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	30
5.1 Telhado	31
5.1.1 Telhado verde.....	32
5.1.2 Telhados convencionais	42
5.1.2.1 Telhados coloniais	42
5.1.2.2 Telhados embutidos.....	46
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
6.1 Bonificação e Despesas Indiretas (BDI).....	52
6.2 Edificação residencial	53
6.2.1 Edificação residencial – Telhado cerâmico.....	56
6.2.1.1 Telhado cerâmico: Madeiramento	57
6.2.1.2 Telhado cerâmico: Telhamento	62
6.2.2 Edificação residencial – Telhado embutido de fibrocimento.....	63
6.2.2.1 Telhado de fibrocimento: Madeiramento	65
6.2.2.2 Telhado de fibrocimento: Telhamento	68
6.2.2.3 Telhado de fibrocimento: Calha, rufos e condutores.....	70
6.2.3 Edificação residencial – Telhado verde (tipo extensivo)	76
6.3 Comparação dos resultados obtidos.....	81
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	83
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86

ANEXO A – “Normas técnicas relacionadas à telha cerâmica”	106
ANEXO B – “Normas técnicas relacionadas à telha de fibrocimento	106

1. INTRODUÇÃO

A discussão sobre alternativas sustentáveis vem crescendo durante as últimas décadas, além disso, Gehard; Bergmann (2018) afirmam que este assunto é de grande interesse entre pesquisadores e acadêmicos. Segundo Bacha; Santos; Shaum (2010), isso ocorre devido à ação predatória do homem em relação à natureza, despertando situação de emergência no planeta.

Com o crescimento da urbanização, houve também o aumento das construções e dos locais pavimentados, resultando em uma diminuição do volume de áreas verdes (OLIVEIRA, 2019, p. 13). Pessanha (2017) afirma que o crescimento urbano modifica o meio ambiente em diversos quesitos, entre eles está o aumento das temperaturas nas cidades, quando comparado aos arredores. Isso se dá pela modificação do uso do solo: o que antes era área verde, hoje são prédios e locais pavimentados, resultando em um efeito estufa. “Essas estruturas são compostas por materiais que retêm mais calor do que as superfícies naturais” (PESSANHA, 2017, p.2). Na Figura 1, é possível identificar a falta de áreas verdes na cidade de São Paulo, no ano de 2011.

Figura 1: Grande urbanização e falta de áreas verdes na cidade de São Paulo, em 2011.



Fonte: <https://vitruvius.com.br/revistas/read/minhacidade/11.129/3795>. Acesso em: 04/07/2021.

O setor construtivo é um dos setores que mais gera resíduos, além disso, a maioria destes são descartados de forma inadequada no meio ambiente. De acordo com Besen et al. (2010), tanto a gestão como a disposição inadequada destes rejeitos causam diversos problemas socioambientais, como: a degradação do solo, o comprometimento dos corpos d'água e mananciais, a intensificação de enchentes, o aumento da poluição do ar, entre outros.

Segundo Jesus (2018), com a finalidade de minimizar esses impactos ambientais, surgiram diversas técnicas construtivas que buscam qualidade, economia, com uso de menos poluentes e que são capazes de conciliar o desenvolvimento com o meio ambiente. O principal obstáculo surge ao combinar sustentabilidade e economia (GEHARD; BERGMANN, 2018,

p.2), visto que, por se tratar de métodos que não são muito usuais, o custo pode ser considerado alto quando comparado a métodos de construção convencionais.

De acordo com Gouvea (2008, p.1):

As edificações, tanto nas cidades quanto no meio rural estão condicionadas a técnicas e referenciais de épocas em que os agravantes ecológicos não eram percebidos. Repetimos insistentemente modos de agir que ignoram as necessidades de adequação às questões ambientais. Nossos equipamentos, objetos, incluindo as construções, devem ser analisados dentro de um novo contexto, onde as necessidades e solicitações de convivência com o ambiente requerem novos procedimentos no uso do espaço habitado.

Silva; Duarte (2017) afirmam que o termo construção sustentável pode ser aplicado em todos os tipos de edificações, desde pequenas casas populares aos grandes edifícios, como, por exemplo: arranha-céus, hospitais ou escolas. Este conceito está relacionado não só a etapa final de uma obra, mas sim a todo o processo de evolução, segundo as mesmas autoras.

Existem diversos métodos sustentáveis construtivos responsáveis por compatibilizar desenvolvimento e meio ambiente, entre eles estão: as placas fotovoltaicas, os jardins verticais, o aproveitamento da água da chuva, as coberturas ou telhados verdes, entre outros.

De acordo com Santos et al. (2016), o teto verde é definido como uma técnica onde se cultivam vegetações diversas sobre superfícies. Gonçalves (2009) afirma que os telhados sustentáveis são um tipo de cobertura composta por vegetação, camadas de impermeabilização e de drenagem adequadas. Segundo Righi et al. (2016), os telhados verdes em grandes quantidades criam pequenos pulmões nas cidades, facilitando a circulação do ar, além disso, eles melhoram o clima e, conseqüentemente, reduzem o consumo de energia.

As coberturas sustentáveis não são técnicas de construções atuais. De acordo com Júnior (2018), no Canadá, um sítio arqueológico localizado em L'Anse aux Meadows, no extremo Norte da Ilha de Terra Nova, designado como patrimônio mundial pela Unesco em 1978, mostra que os Vikings faziam casas de pedras e madeiras e as cobriam com vegetação rasteira. Através de diversos estudos, foi possível reconstruir algumas destas casas, construídas há mais de 1000 anos.

Na Figura 2, é possível ver uma edificação viking reconstruída.

Figura 2: Casa viking reconstruída.



Fonte: <http://oxigeniobrasil.com/x/2017/02/16/ha-mais-de-mil-anos-vikings-ja-fazi-am-casas-com-telhado-verde/>. Acesso em: 20/06/2021.

Araújo (2007) afirma que, na época do Império Romano, diversas árvores eram cultivadas nas coberturas das edificações. No século XIX, em Berlim, as casas rurais eram cobertas por uma camada de solo, que servia para evitar incêndios, e, nesta camada de húmus, a vegetação crescia e cobria os tetos, motivo que fez a Alemanha se tornar pioneira em pesquisas científicas sobre a temática, a partir da década de 1960 (SANTOS et al., 2017, p. 195).

Segundo Willes (2014), a partir da década de 1970, diversos trabalhos sobre a temática telhado verde começaram a ser publicados na Europa, e, atualmente, a maior parte deles ressaltam a importância destas coberturas como técnica de diminuição do escoamento superficial da água de chuva e no combate às ilhas de calor.

As vantagens quanto ao seu uso são ilimitadas. Na Tabela 1 é possível ver um breve comparativo entre um telhado verde e um convencional, mostrando em dados o que o jardim suspenso consegue desenvolver.

Tabela 1: Comparação entre características ambientais do telhado verde e convencional baseadas na experiência de Portland – EUA.

Assunto	Telhado verde	Telhado convencional
Água da chuva		
Retenção de volume	10-35% durante a época chuvosa, 65-100% durante a época seca	Nenhuma
Mitigação da vazão de pico	Redução dos picos de escoamento de chuvas intensas	Nenhuma
Mitigação da temperatura	Todas as chuvas	Nenhuma
Melhoria da qualidade da água	Retém a deposição atmosférica e retarda a degradação dos materiais que compõem o telhado, menores volumes menor carregamento de poluentes	Não
Qualidade do ar	Filtra o ar, previne o aumento da temperatura, armazena carbono	Nenhuma
Conservação de energia	Isolamento das construções e redução das ilhas de calor urbanas	Nenhuma

Vegetação	Promove a fotossíntese	Nenhuma
Espaço verde	Realoca espaços verdes perdidos em edificações	Nenhuma
Redução das taxas de drenagem urbanas	Pode chegar a 45%	Nenhuma
Habitat	Para insetos e pássaros	Nenhuma
Habitabilidade	Amortece ruídos, alternativa estética	Nenhuma
Custos	Altamente variável entre 54-130 US\$/m ² para novas construções, e 75-215 US\$/m ² para reforma	Altamente variável entre 22-107 US\$/m ² para novas construções, e 43-161 US\$/m ² para reforma
Custos compensáveis	Economia de energia, aumento do valor do imóvel, redução da necessidade do uso de materiais isolantes	Nenhum
Durabilidade	Membrana impermeável protegida da ação da temperatura e da exposição solar dura mais de 36 anos.	Pouca proteção, exposição aos elementos, dura menos de 20 anos.

Fonte: Adaptada de LIPTAN; STRECKER, 2003 *apud* FERREIRA; MORUZZI, 2007, p. 2.

Moraes (2013) afirma que os telhados verdes melhoram a qualidade do ar em torno da edificação por meio da absorção de CO₂ pelas plantas, além de proporcionar melhor conforto térmico ao ambiente interno, visto que as coberturas verdes servem de isolante (isto se dá pela evapotranspiração da vegetação, que reduz a temperatura do ar, de acordo com o mesmo autor).

A camada de substrato que está presente nos jardins suspensos funciona como isolante acústico. Tratando-se de escoamento da água, esta técnica reduz o volume escoado para as redes de drenagem e, quando há recursos de coleta de água pluvial, os telhados verdes funcionam como filtro, o que aumenta a qualidade da água, permitindo seu uso em irrigação de hortas ou na lavagem de calçadas e veículos (Moraes, 2013, p.12).

A Figura 3 representa um exemplo de telhado verde muito famoso, o ACROS Fukuoka Prefectural International Hall, inaugurado em 1995 e localizado em Fukuoka, no Japão. De acordo com Carvalho (2017), o projeto inicial era de uma área aproximada de 100 m² de cobertura verde. Foram plantados 76 tipos de espécies de vegetação, totalizando 37.000 plantas.

Figura 3: ACROS Fukuoka Prefectural International Hall, Fukuoka – Japão.



Fonte: <https://www.archilovers.com/projects/274078/acros-fukuoka-prefectural-international-hall.html>. Acesso em: 04/07/2021.

Mesmo com inúmeras vantagens, o uso de coberturas verdes no Brasil não é comum. Isso é justificado por motivos culturais e principalmente financeiros. Segundo Silva; Duarte (2017), projetos sustentáveis têm, em um primeiro momento, custos maiores ao de uma obra comum, entretanto, a longo ou médio prazo podem trazer economia, conforto e retorno financeiro muito maior. Embora as coberturas verdes possuam um longo histórico, o conhecimento das pessoas em relação a estes telhados ainda é pequeno. Por isso, trabalhos científicos que ajudem a disseminar informações a respeito da referida temática são importantes.

De acordo com Tassi et al. (2014), a implementação do telhado verde em uma edificação permite a obtenção de títulos de vários programas de certificação ambiental¹, como o programa Leadership in Energy and Environmental Design (LEED), administrado pelo U.S Green Building Council², a qual se trata de uma agência que desenvolve projetos e construções que possuem responsabilidade ambiental, lucratividade e ambientes saudáveis para viver e trabalhar. No Brasil, a certificação LEED para construções sustentáveis é concedida pelo Green Building Council Brasil, que foi fundado em 2007. Adicionalmente, vários empreendimentos estão sendo construídos dentro dos critérios necessários para a obtenção da referida certificação, segundo os mesmos autores.

Klabunde (2018) afirma que o programa LEED analisa diversos pré-requisitos, sendo todos baseados em ideias sustentáveis. Os certificados podem ser divididos em: empreendimento certificado, silver, gold ou platina. A Figura 4 representa o exemplo de um museu que recebeu o selo LEED Gold, construído por diversas técnicas sustentáveis e apresentando um extenso telhado verde.

Figura 4: Museu histórico Gateway Arch, de Saint Louis, no Missouri (Estados Unidos).

¹ Os programas de certificação foram desenvolvidos na década de 1980, após graves acidentes ecológicos. De acordo com Vidigal (2011), a certificação ambiental é resultado da verificação da eficácia do sistema de gestão ambiental implementado por uma empresa. É realizada por meio de auditorias, avaliação sistemática, documentada e objetiva do funcionamento de gestão e dos processos de proteção do ambiente. Por meio do resultado da auditoria ambiental, concede-se, mantém-se ou cancela-se o certificado ambiental de uma empresa, segundo o mesmo autor.

² O U.S Green Building Council é uma organização privada, fundada em 1993 por Rick Fedrizzi, David Gottfried e Mike Italiano, com a finalidade de promover projetos, construções e operações sustentáveis de edifícios. É a empresa responsável pela criação do programa LEED, com sede localizada na cidade de Washington, nos Estados Unidos.



Fonte: <https://ciclovivo.com.br/arq-urb/arquitetura/telhado-verde-gigantesco-museu-selo-leed-gold/>
Acesso em: 24/06/2021.

No Brasil, quando o assunto é telhado verde, a maioria dos estudos sobre o tema baseia-se em funcionalidades básicas deste tipo de cobertura, como, por exemplo, trabalhos focados em escoamento superficial e aproveitamento da água da chuva (DUTRA; SILVA, 2018, p.6). Isso não é um problema, porém, em contrapartida, a literatura internacional³ trata os telhados verdes como uma enorme fonte de biodiversidade e, pelo fato de o Brasil possuir grande diversidade biológica e crescente perda de habitat em áreas urbanas, esta técnica construtiva se torna ainda mais viável, de acordo com os mesmos autores.

Segundo Borges et al. (2011), o principal meio de proteger o meio ambiente é através do controle obrigatório exercido pelo cumprimento das normas jurídicas, por elas regularem o que é permitido e proibido. De acordo com Dutra; Silva (2018), governantes e conselhos municipais começaram a incentivar projetos de coberturas verdes, sendo que, no Brasil, algumas cidades já apresentam obrigatoriedade e incentivos para a implantação do telhado verde, como Curitiba – PR, que, através de seu plano diretor, estabelece incentivos referentes ao IPTU para as pessoas que adotarem práticas de conservação e preservação do meio ambiente em seus imóveis, sendo considerados também os telhados verdes.

No Brasil, na cidade de Recife, de acordo com a lei municipal 18.112/2015, artigo 1, torna-se obrigatório em prédios habitacionais com mais de quatro pavimentos e não habitacionais com mais de 400 m² de área coberta a instalar um telhado verde na edificação;

³ Quando se compara as pesquisas brasileiras e internacionais a respeito dos telhados verdes, a literatura estrangeira ressalta como principal vantagem das coberturas verdes a conservação da biodiversidade. Por exemplo, o artigo “Do green roofs help urban biodiversity conservation?”, escrito por Williams; Lundholm; Macivor (2014), o trabalho desenvolvido por Mikenas (2014), “The potential of green roofs to support urban biodiversity”, e um último exemplo, o capítulo 3.14 – Green Roofs as Habitats for Biodiversity do livro “Nature Based Strategies for Urban and Building Sustainability”, escrito por Pérez; Perini (2018).

em Porto Alegre, segundo a Instrução n.22/2007, considerando-se a Lei Estadual 11.520/2000, que institui o Código Estadual do Meio Ambiente no artigo 163, é responsabilidade do administrador público ambiental cobrar do empreendedor, na construção de edificações públicas ou privadas, a adoção de medidas que evitam a destruição ou degradação ambiental original e, quando isto for impossível, o empreendedor é obrigado a implementar técnicas que conservem a área verde, como os telhados verdes; no Piauí, na cidade de Teresina, a lei complementar 5.481, de 20 de dezembro de 2019, que dispõe do plano diretor da cidade, considera diversas ações sustentáveis como meio de substituir à taxa de permeabilidade, como os telhados verdes, os jardins verticais e os sistemas de reuso das águas de chuva, descritas no artigo 237.

De acordo com Bezerra; Curi (2008), as coberturas verdes podem ser aplicadas em diversos tipos de obras, podendo ser utilizadas em edificações comerciais, residenciais, industriais, institucionais, entre outras. Por outro lado, Lopes et al. (2007) afirmam que só a boa vontade dos proprietários das edificações quanto à instalação deste método não é suficiente, sendo necessária a introdução de políticas públicas pelos órgãos gestores.

Mesmo sendo uma técnica construtiva muito antiga, no Brasil, grande parte da população ainda desconhece o telhado verde, o que torna trabalhos e pesquisas acadêmicas tão importantes, pois, além de disseminar informações e vantagens sobre o método, aumenta a cobrança por parte dos órgãos públicos quanto a incentivos.

Além das coberturas sustentáveis, a presente pesquisa irá abordar as coberturas convencionais, em especial as compostas de telhas cerâmicas e de fibrocimento. Os telhados convencionais são os mais utilizados no setor da construção, devido principalmente ao seu custo baixo de implantação (MORAES, 2013, p.25).

Segundo Silva; Alves (2018), durante o processo de fabricação das telhas cerâmicas é utilizado barro cozido, que é o responsável pelo bom comportamento térmico e acústico destes materiais. Em contrapartida, Calil Jr.; Molina (2010) citam como desvantagem destes elementos o peso elevado se comparado a outros modelos. Adicionalmente, para esse tipo de telhado ser implantado de forma eficiente, é necessário que as águas sejam dispostas com maiores inclinações.

As telhas de fibrocimento são as mais utilizadas tanto em edificações comerciais quanto nas industriais (SILVA; ALVES, 2018, p. 8). De acordo com Logsdon (2002), estes elementos possuem dimensões maiores do que as cerâmicas. Além disso, a estrutura deste tipo de cobertura dispensa o uso de caibros e ripas.

Cada tipo de telhado, seja ele verde ou convencional, possui inúmeras vantagens e desvantagens. A humanidade alcançou um patamar de desenvolvimento que exige uma mudança de comportamento frente à forma de que está vivendo. Diversos problemas ambientais, como enchentes, poluição, falta de biodiversidade vão continuar existindo e, se atitudes sustentáveis não forem adotadas, eles se tornarão muito maiores.

Todas as técnicas que diminuem estes impactos devem ser levadas em consideração, para que, no futuro, as catástrofes ambientais não sejam mais um obstáculo para o desenvolvimento humano.

2. JUSTIFICATIVA

A preocupação com o meio ambiente por parte dos seres humanos aumentou proporcionalmente aos processos de urbanização das cidades. De acordo com Motta (1997), embora o termo sustentabilidade tenha sempre estado presente nos modelos de desenvolvimento, os métodos adotados pelos países nas últimas décadas demonstram que as questões ambientais eram vistas apenas como restrições.

O paradigma de que ser sustentável é algo desnecessário vem sendo desconstruído. De acordo com Lima; Moura (2020, p.143):

Com o passar dos anos, o meio ambiente começou a responder negativamente ao ser humano. Os desastres ambientais e vários acidentes começaram a acontecer com mais frequência, e com o avanço da mídia, eles passaram a ser amplamente divulgados, o que deu início a uma população preocupada com a natureza.

A Figura 5 mostra um dos grandes problemas ambientais, presentes principalmente em centros urbanos: a poluição do ar⁴.

Figura 5: Poluição do ar em centros urbanos.

⁴ Segundo o Instituto de Energia e Meio Ambiente (2014), a queda da produtividade agrícola, o aumento de custos dos sistemas de saúde, a maior vulnerabilidade das populações carentes e os efeitos na saúde da população como um todo são impactos econômicos e sociais gerados pela poluição do ar. Além disso, Leite et al. (2011), afirmam que a poluição é capaz de viajar milhares de quilômetros pela atmosfera. De acordo com Rodrigues (2015), nove em cada dez habitantes de centros urbanos estão expostos à poluição do ar.



Fonte: <https://www.boavontade.com/pt/ecologia/nove-em-cada-dez-habitantes-de-centros-urbanos-estao-expostos-poluicao-do-ar>. Acesso em: 07/7/2021.

Segundo Baldessar (2014), toda construção inserida em um meio afeta este, de forma perceptível ou não, e de modo imediato ou não. Na Figura 6, é possível constatar o aumento da verticalização e da urbanização da cidade do Rio de Janeiro, no Brasil, entre os anos de 1930 e 2016.

Figura 6: Cidade do Rio de Janeiro nos anos 1930 e 2016, respectivamente.



Fonte: <https://www.designerd.com.br/o-antes-e-depois-de-diversas-cidades-registrado-em-fotografias/>. Acesso em: 06/07/2021.

De acordo com Roth; Garcias (2009), o modelo de construção civil praticado no Brasil ocasiona diversos prejuízos ambientais em toda a sua cadeia de produção, visto que, além de utilizar em grande escala matéria prima não renovável da natureza, consome grandes quantidades de energia, tanto no processo de extração quanto no transporte dos insumos. Todos esses impactos provocam a formação de áreas degradadas, que acontecem em três etapas: (1) na retirada de matéria prima natural e fabricação dos materiais, (2) na execução das construções civis e (3) na fase final, que trata do despejo dos resíduos, segundo os referidos autores.

O crescente número de edificações reduz as áreas verdes e, conseqüentemente, alteram o ciclo natural do ambiente, seja ele de absorção e liberação de calor, de escoamento superficial da água, entre outros. Mattos (2015) afirma que a constante impermeabilização das superfícies do solo reduz a taxa de infiltração da água e, conseqüentemente, eleva o volume escoado

superficialmente. O resultado disto, de acordo com Baldessar (2012), é o aumento de enchentes urbanas e a degradação da qualidade das águas pluviais. Thomaz (2005) afirma que os telhados verdes são capazes de reter entre 15% a 70% das águas pluviais e, segundo Mentis; Raes; Herny (2006), isso depende principalmente da espessura da camada de substrato. Se forem usados em larga escala, as coberturas verdes diminuem consideravelmente o volume de água que é direcionado para as redes de drenagem públicas.

Tratando-se de efeito ilha de calor, existem diversos fatores que contribuem para seu desenvolvimento (BALDESSAR, 2012, p.23). Segundo Freitas; Dias (2000), as propriedades térmicas dos materiais das construções facilitam a condução de energia mais rapidamente do que o solo e a vegetação, o que contribui para o aumento do contraste de temperatura nas regiões urbanas. O que acontece é que a perda de calor durante a noite ocorre através da liberação de energia das edificações e de todas as superfícies impermeabilizadas. Já durante o dia, tal perda acontece entre as ruas e as edificações, sendo a energia solar “aprisionada” por meio de múltiplas reflexões solares, de acordo com os mesmos autores.

Segundo Viana; Arruda (2017), o crescimento das áreas urbanas provoca diversos problemas relacionados ao meio ambiente, como as já citadas ilhas de calor, a poluição sonora, a impermeabilização do solo, a poluição do ar e a redução dos ambientes naturais.

É neste contexto que o telhado verde entra como uma das alternativas mais adequadas dentro do setor da construção civil. Além de diminuir as ilhas de calor geradas nos centros urbanos e de ser um ótimo isolante térmico e acústico, as coberturas verdes possuem papel fundamental quando se trata da redução de escoamentos superficiais de água da chuva, possuindo também um ótimo comportamento na filtragem do ar.

De acordo com Savi (2012), as vegetações presentes nas coberturas verdes retêm as partículas de pó, fuligem presentes no ar e filtram substâncias que podem ser nocivas ao ser humano e ao meio ambiente.

Seu custo pode ser considerado alto quando comparado aos telhados convencionais, porém, quando se analisa a longo prazo, este método se torna eficaz na compatibilização de crescimento urbano e qualidade de vida, visto que ele mantém a biodiversidade.

Os motivos supracitados revelam que os estudos sobre telhado verde são essenciais, pois, além de disseminar conhecimento, servem como forma de conscientizar toda a população. Este trabalho apresenta as características das coberturas verdes e suas principais vantagens, comparando-as aos telhados convencionais, principalmente no que diz respeito ao custo de implantação.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Esta pesquisa possui a finalidade de fazer o levantamento de custo de cada tipo de cobertura para telhado, os verdes e os convencionais, em especial os cerâmicos e de fibrocimento, buscando mostrar e divulgar, a partir de custos reais, os preços correspondentes de implantação por metro quadrado.

3.2 Objetivos específicos

- Elaborar um referencial teórico que engloba as diversas características dos telhados verdes e os motivos que o torna uma excelente técnica construtiva;
- Elaborar o projeto de uma edificação residencial e, com isso, realizar seu orçamento considerando a instalação dos três tipos de coberturas: verde, cerâmica e de fibrocimento;
- Apresentar planilhas que mostram os custos dos diferentes tipos de telhados, com base em valores de implantação atuais.

4. METODOLOGIA

Para a realização do presente trabalho, foi feita uma investigação bibliográfica sobre o tema proposto, no caso as coberturas sustentáveis e convencionais. De acordo com Trentini; Paim (1999), a revisão da literatura é a análise crítica, meticulosa e ampla de diversas publicações correntes em uma determinada área de conhecimento. Este tipo de pesquisa busca explicar e discutir um determinado assunto com base em referências teóricas publicadas em livros, revistas, periódicos, entre outros (GONÇALVES, 2010, p. 10).

Esta pesquisa possui caráter exploratório, visto que têm como objetivo proporcionar maior afinidade com o assunto, além de aprimorar ideias e apresentar informações que antes eram desconhecidas pelo pesquisador (GIL, 2007, p. 41).

Ainda segundo Gil (2007), a pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em materiais que abordam o assunto, como livros, artigos e teses. É a partir desta etapa que é possível se ter ideia do que já foi estudado e do que ainda necessita ser aprimorado, sendo base para qualquer tipo de pesquisa (ECHER, 2001, p.7).

Gonçalves (2010) afirma que a revisão bibliográfica não é apenas uma repetição do que já foi dito ou escrito sobre determinado assunto, mas sim possibilita a análise da temática sob um novo enfoque ou abordagem, chegando a conclusões inovadoras.

O presente trabalho, irá realizar o comparativo de custo entre os telhados verdes e os convencionais, em especial os cerâmicos e de fibrocimento. Para isso, será desenvolvida uma edificação residencial em modelo 3D utilizando o *software* REVIT. A edificação será composta por uma garagem, uma sala de estar, uma cozinha, dois quartos, um banheiro social, uma suíte e lavanderia, tratando-se de uma casa habitacional de padrão popular na cidade de Piumhi–MG.

A partir disto, serão avaliados os custos de implantação da cobertura da casa se esta for feita de forma convencional (telhados cerâmicos e de fibrocimento) ou de forma sustentável (telhado verde).

Para as coberturas do tipo convencional, é necessária uma etapa a mais no processo de desenvolvimento do telhado: a fase de madeiramento, que consiste em adicionar estruturas de madeira que possuem a finalidade de oferecer suporte às telhas. O ideal é que seja desenvolvido um projeto apenas de madeiramento, visto que se trata de uma etapa muito importante. No entanto, como esta não é o escopo do presente trabalho, as seções dos elementos serão escolhidas de acordo com as mais utilizadas nos cadernos técnicos do Sistema Nacional de Índices da Construção Civil (SINAPI).

O valor da implantação das coberturas convencionais será avaliado a partir de pesquisas de custos utilizando as planilhas do SINAPI. Para o levantamento de custo de implantação dos telhados verdes, será solicitado um orçamento para empresas especializadas no assunto e, na falta de alguma informação, será utilizado o banco de dados do SINAPI.

SINAPI

De acordo com Ribeiro (2018), o SINAPI é um banco de dados com preços de serviços e insumos utilizados na indústria da construção, mantido pela Caixa Econômica Federal (CEF).

De acordo com a CEF (2020), o SINAPI foi criado no ano de 1969, pelo Banco Nacional de Habitação (BNH), em parceria com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), inicialmente para fornecer informações quanto aos custos e índices do setor da construção habitacional, sendo adotado pela CEF no ano de 1986, em sucessão ao BNH.

Posteriormente, como um sistema corporativo, tornou-se referência em análise de custos de obras habitacionais. Já no ano de 1994, o Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS), publicou a Resolução 161, que solicitava à CEF a implantação de um sistema nacional de acompanhamento de custos, que deveria abranger, além de edificações, obras de saneamento e

infraestrutura urbana (CEF, 2020, p. 13). Desde então, o sistema vem passando por diversas atualizações, e no ano de 2009, a CEF passou a publicar na internet os serviços e custos do Banco Referencial, definido como a base de composições concebida a partir da consolidação dos bancos de dados cedidos por instituições públicas ao SINAPI (CEF, 2020, p. 14), fatores que levaram este sistema a ser a principal fonte de consulta pública de custos da construção civil.

O SINAPI trabalha com preços de serviços e insumos desonerados e não desonerados. Segundo José Jr. (2021), desonerado é quando os custos de mão de obra não possuem encargos sociais referentes à contribuição de 20% do INSS sobre a folha de pagamento, e não desonerado é quando os custos de mão de obra possuem encargos sociais referentes à contribuição de 20% de INSS sobre a folha de pagamento. De acordo com o Tribunal de Contas da União (TCU, 2014), quando se tratar de obras públicas, deve-se utilizar as planilhas do tipo desonerado, e quando a obra for privada, as tabelas do tipo não desonerado. Entretanto, com a lei de 13.161 de 2015, o uso da desoneração se tornou facultativa.

Ribeiro (2018) cita algumas vantagens da utilização das planilhas do SINAPI, que o torna um excelente instrumento de apoio ao processo de precificação. Entre elas estão:

- A atualização dos valores de acordo com a variação de preços por estado (este sistema apresenta diversas planilhas quanto ao custo que varia de estado para estado);
- O grande número de insumos e composições que os documentos englobam;

Para avaliar o custo total de determinada composição, deve-se levar em consideração diferentes custos: os diretos, os indiretos, despesas indiretas e o lucro ou bonificação (CEF, 2020, p.18):

- Custos diretos: são o resultado da soma de todos os custos dos serviços necessários para a execução física da obra, calculados através do produto das quantidades de cada insumo utilizado nos serviços, associados às respectivas unidades e aos coeficientes de consumo, pelos seus correspondentes preços de mercado. Estes custos englobam os materiais, os equipamentos e a mão de obra;
- Custos indiretos: resumem-se ao custo da logística, da infraestrutura e da gestão necessária para a realização da obra, como exemplo, pode-se citar a remuneração da equipe de administração e gestão técnica da obra (engenheiros, mestres de obra, encarregados, almoxarifes, secretárias, etc.), os custos com a manutenção do canteiro de obra (água, energia, internet, etc.), entre outros;
- Despesas indiretas: trata-se de recursos destinados ao pagamento de tributos;

- Lucro ou bonificação: parcela destinada à remuneração da empresa pelo desenvolvimento de sua atividade; quando somada às despesas indiretas, formam o BDI (Bonificação e Despesas Indiretas, conhecido também por LDI – Lucro e Despesas Indiretas).

No presente trabalho, o valor total dos respectivos telhados será calculado somando-se os custos diretos, os indiretos e o BDI. Os referidos custos estão ligados diretamente ao tipo de obra, se ela é pública ou privada. Para a pesquisa, serão utilizados todos os valores associados à obra privada, por se tratar de uma edificação residencial. Para isto, serão adotadas planilhas do tipo não desonerado, referente ao mês de junho de 2021, do estado de Minas Gerais.

5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Loureiro; Gregori (2013) afirmam que a humanidade alcançou um patamar de desenvolvimento tecnológico e social que causa danos gravíssimos à natureza. A poluição cresceu juntamente com a ampliação cidades, afetando diretamente fatores vitais para o ser humano. Desse modo, iniciou-se a busca de novos métodos para conciliar desenvolvimento social e tecnológico com a conservação dos recursos naturais.

Segundo Correia; Dias (2016, p. 64):

Compatibilizar meio ambiente, crescimento e desenvolvimento econômico significa considerar os problemas ambientais no âmbito contínuo de planejamento, atendendo-se adequadamente às exigências de ambos, observando-se as inter-relações particulares a cada contexto político, sociocultural, econômico e ecológico numa dimensão tempo/espaço. Assim sendo, a política ambiental não deve se erigir em obstáculo ao desenvolvimento, mas sim em um de seus instrumentos, ao propiciar a gestão racional dos recursos naturais, que constituem a base material da sustentabilidade.

O setor da construção civil tem papel fundamental no processo de urbanização, pois com o crescimento da população faz-se necessário ampliar espaços como indústrias, hospitais, escolas, aeroportos, etc. Apesar desse setor ser essencial para o desenvolvimento das cidades e para a organização espacial, ele gera algum tipo de poluição (QUEIROZ, 2016, p. 256).

No Brasil, o modelo de construção praticado gera diversos prejuízos ambientais em toda a sua cadeia de produção, pois, além de utilizar em grande escala matéria-prima não renovável da natureza e consumir elevadas quantidades de energia, tanto na extração quanto no transporte e processamento dos insumos, é também responsável pelo uso excessivo dos materiais e considerado grande fonte geradora de resíduos dentro do meio urbano (ROTH; GARCIAS, 2009, p.114).

Laruccia (2014) afirma que em relação à matéria-prima utilizada, o cimento é um dos principais materiais usados na construção, possui elevado consumo mundial, e

consequentemente, elevada fabricação. Segundo Queiroz (2018), a produção de clínquer, principal componente do cimento, emite grande quantidade de CO₂ decorrente da calcinação do calcário, além de um alto gasto energético.

Referente à geração de resíduos no Brasil, Cardoso (2017) afirma que os oriundos da construção civil são responsáveis por pelo menos 50% do volume de resíduos sólidos gerados no país. Esse grande volume é explicado pelo fato de todas as atividades desenvolvidas neste setor serem geradoras de entulho. Segundo Scrivener; John; Gartner (2017), a indústria de materiais de construção recicla grande quantidade de rejeitos de outras indústrias, porém John (2017) destaca que a taxa de reciclagem é baixa mesmo em países desenvolvidos, e pode ser considerada desprezível no Brasil.

“Uma das formas de se contribuir com o desenvolvimento sustentável do setor da construção civil é com as escolhas e usos conscientes dos materiais de construção” (OLIVEIRA, 2015, p. 2). Além desta escolha, Silva (2011) explica que uma outra opção para minimizar impactos ambientais, principalmente os relacionados às questões de impermeabilização, é o uso de telhados verdes.

O crescimento econômico e o meio ambiente são aliados e devem ser compatibilizados para o bem-estar do ser humano. Nos últimos anos, diversas técnicas sustentáveis foram desenvolvidas para um melhor aproveitamento da natureza em prol da economia e do desenvolvimento.

Este item destacou os males que o setor construtivo causa, devido aos diversos impactos ambientais gerados. Porém, é possível a redução significativa destes efeitos, com o uso de materiais e métodos sustentáveis nas edificações. O próximo tópico aborda questões gerais sobre telhados, visto que eles são um dos componentes principais de uma construção, além de apresentar diversas características sobre os telhados verdes e os principais tipos de telhados convencionais.

5.1 Telhado

O telhado pode ser definido como sendo qualquer tipo de cobertura em uma edificação, e de acordo com Costa, Souza e Siqueira (2019) ele é rigorosamente, apenas uma categoria de cobertura, em geral caracterizado por possuir um ou mais planos inclinados em relação à linha horizontal.

Carmo (2019) afirma que a função principal de um telhado é proteger o ambiente interno da construção contra intempéries do ambiente externo, além de oferecer aos usuários

privacidade, proteção acústica e térmica, ele também promove a captação e a distribuição das águas pluviais.

Segundo Gaspar (2021), existem diversos tipos de coberturas, entre elas estão os telhados verdes e os convencionais, compostos por cobertura vegetal e telhas cerâmicas ou telhas de fibrocimento, respectivamente.

5.1.1 Telhado verde

De acordo com Corsini (2011), o telhado verde também conhecido como cobertura vegetal ou jardim suspenso, é um telhado que possui sua estrutura composta por uma cobertura vegetal formada por grama ou plantas. A instalação é feita sobre lajes e consiste em camadas de impermeabilização e de drenagem que recebem o solo e a vegetação proposta no projeto, segundo o mesmo autor. A instauração deste sistema construtivo é feita geralmente sobre lajes de concreto, podendo ser realizada em superfícies planas ou inclinadas (SAVI, 2012, p. 25).

O primeiro passo que deve ser feito para a instalação do telhado verde, é calcular o peso que a cobertura ecológica exerce sobre a estrutura, e se esta é capaz de suportar a carga (sempre considerando o limite máximo de crescimento de vegetação e o solo totalmente saturado). Segundo o site Cidade Jardim (2021), a instalação da cobertura sustentável sobre telhas cerâmicas ou as telhas de fibrocimento não é aconselhável, por causa das características desses materiais, visto que eles suportam cargas temporárias, mas não cargas permanentes. Em contrapartida, se as telhas metálicas suportarem a carga e estiverem protegidas contra a corrosão, é possível fazer a implantação direta.

Na Figura 7 é possível ver a utilização do telhado verde em superfície inclinada.

Figura 7: Telhado verde com inclinação de 45° - Siegen Oberscheiden (Alemanha)



Fonte: Minke (2004, p. 19).

A Figura 8 mostra a utilização do telhado verde em superfície plana.

Figura 8: Telhado verde em superfície plana.



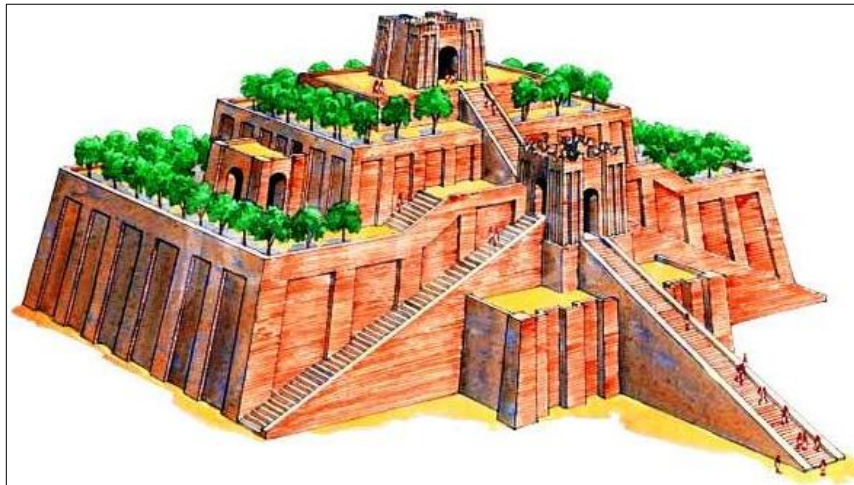
Fonte: <https://www.tuacasa.com.br/telhado-verde/>. Acesso em: 13/04/2021

Histórico

“Os registros históricos mostram que o telhado verde é uma técnica construtiva antiga primeiramente usado pelos zigurates da antiga Mesopotâmia, atual Sul do Iraque e na Babilônia, por causa do desempenho térmico proporcionado” (SILVA, 2011, p. 14). De acordo com Silva e Duarte (2017), um zigurate é uma espécie de templo em formato de pirâmide, porém com a presença de degraus, com cada pavimento construído um sobre o outro.

A Figura 9 representa a estrutura de um zigurate.

Figura 9: Exemplo de zigurate.



Fonte: <https://apaixonadosporhistoria.com.br/artigo/62/zigurates-o-que-eram-e-qual-era-a-sua-finalidade>. Acesso em: 13/04/2021

Quintella (2011) destaca que a construção mais famosa que comportava os jardins suspensos se chamava Etemenanki, localizado na Babilônia e possuía 91 metros de altura e uma base de 91 x 91 metros.

A Figura 10 representa o que seriam os jardins suspensos da Babilônia.

Figura 10: Jardins suspensos da Babilônia.



Fonte: https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigo_telhado_verde.pdf Acesso em: 13/04/2021

De acordo com Peck; Callaghan (1999), os jardins suspensos foram usados durante o Império Romano, nos telhados dos edifícios. Além disso, os Vikings também utilizavam esta técnica nas coberturas de suas casas para se protegerem das chuvas e dos ventos. Na Índia, segundo Araújo (2007), nos séculos XVI e XVII, e em algumas cidades da Espanha, já existiam coberturas com vegetação.

Até a metade do século XX, algumas cidades francesas também adotavam esta técnica, que inclusive era considerada prática de cultura popular (ARAÚJO, 2007, p. 3).

Segundo Peck; Callaghan (1999), no início dos anos de 1960, muitas técnicas de construção de telhados verdes foram desenvolvidas, principalmente na Alemanha e na Suíça, já na década de 1970 a pesquisa sobre o tema se intensificou, resultando na introdução de vários tipos de materiais drenantes, membranas impermeabilizantes, agentes inibidores de raízes, substratos de densidade baixa e espécies adequadas de plantas. Na década de 1980, na Alemanha, houve um crescimento das construções com telhado verde, de 15% a 20% ao ano, totalizando dez milhões de metros quadrados de telhados verdes, o que é justificado devido as leis municipais, estaduais e federais que subsidiavam cada metro quadrado de cobertura verde a ser construída (PECK; CALLAGHAN, 1999, p. 12).

“No Brasil, essa técnica construtiva não é muito utilizada, porém existem muitas empresas especializadas nesse tipo de construção e impulsionadoras do uso desse sistema construtivo” (RIBEIRO; RIBEIRO, 2017, p.5). Além disso, de acordo com Dutra; Silva (2018), só recentemente começaram a surgir leis de incentivo por parte do governo para disseminar este sistema.

Segundo Ferraz (2012), os estados brasileiros que possuem mais afinidade com os telhados verdes são os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, visto que as capitais destes estados já possuem leis de incentivo à construção de coberturas vegetadas.

De acordo com Beilfuss e Linck (2013), o telhado verde foi utilizado no Brasil na década de 1930, por Lucio Costa e a equipe responsável pelo projeto da sede do então Ministério da Educação e da Saúde (atual Palácio Gustavo Capanema, localizado no centro da cidade do Rio de Janeiro).

A Figura 11 mostra o telhado verde do Palácio Gustavo Capanema.

Figura 11: Palácio Gustavo Capanema



Fonte: <https://home.unicruz.edu.br/seminario/anais/anais2013/XVIII%20SEMIN%C3%81RIO%20INTERINSTITUCIONAL%202013%20%20ANAIS/CCSA/ARQUITETURA%20E%20URBANISMO/C.%20Oral/TELHADO%20VERDE.pdf>. Acesso em 14/04/2021.

Estrutura e implantação

Na Figura 12 é possível ver a estrutura do telhado verde, a qual depende da região que será instalada (SANTOS et al., 2017, p. 197).

Figura 12: Exemplo de estrutura do telhado verde.



Fonte: <https://neoipsum.com.br/telhado-verde/> Acesso em 16/04/2021.

Segundo Alberto (2013), inicialmente para a implantação de um telhado verde, a laje que irá recebê-lo deve ser impermeabilizada, além de ser necessário a instalação de sistemas de drenagem. Em casos que a estrutura já foi executada sem o devido planejamento para receber o telhado verde, deve ser realizado um estudo para analisar se a carga poderá ou não ser colocada, e quando houver necessidade de fazer algum tipo de reforço estrutural, esse deve ser feito. As espécies de vegetação utilizadas no telhado irão depender de cada situação e devem ser indicadas por um especialista.

De acordo com Felipe; Lucas (2020), o telhado verde é composto por sete camadas:

- Sendo a primeira a própria laje, que em alguns casos deve ser reforçada para receber as outras camadas;
- A segunda é a camada impermeabilizante, e deve ser muito bem executada, se possível até por uma empresa especializada, para evitar problemas futuros de infiltrações;
- A terceira é uma manta ou uma barreira contra as raízes, e é utilizada para que estas não danifiquem a membrana impermeável, um outro cuidado relacionado à infiltração;
- A quarta é composta pelo sistema de drenagem, que permite o escoamento fácil da água. Geralmente utiliza-se argila expandida ou britas de granulometria alta;
- A quinta é composta por um tecido permeável e tem como principal função separar a terra e a camada de drenagem, visto que a terra pode preencher os espaços vazios desta camada, o que dificultaria a passagem da água;

- A sexta é o solo, que irá depender do tipo de vegetação adotada (pode ter várias espessuras, e depende do tipo de telhado verde escolhido, estes serão abordados no próximo tópico);
- E por fim, a sétima e última camada é a própria vegetação.

Tipos de telhados verdes

Os telhados verdes podem ser classificados em dois tipos principais: os extensivos e os intensivos. O primeiro tipo é caracterizado por um substrato com baixa profundidade, plantas de pequeno porte e, devido ao seu lento e baixo crescimento, exige pouca manutenção. O segundo tipo possui espessura de substrato maior, além de abrigar uma diversidade de espécies vegetais, entre elas plantas de pequeno ou médio porte. Este último possui maior capacidade de retenção de água e nutrientes, porém exige manutenções em menores intervalos de tempo e uma estrutura mais reforçada, pois implica em uma sobrecarga maior (JOBIM, 2013, p. 16).

Em relação ao custo de cada tipo de telhado, Heniene (2008) aborda que nas coberturas verdes extensivas, pelo fato de exigirem baixa manutenção, irrigações e pouca carga, possuem custo mais baixo. Já as coberturas intensivas, com maior grau de manutenção, irrigações e maiores cargas, possuem custo mais alto quando comparado com o custo das coberturas extensivas, segundo o mesmo autor.

Existe ainda um outro tipo de telhado verde, o telhado verde semi-intensivo. Este tipo possui a camada de substrato mais profunda quando comparada ao extensivo (SCRENSKI, 2015, p. 16), além disso, Jobim (2013) afirma que este modelo pode abrigar uma diversidade de plantas, como alguns tipos de arbustos e ervas, e como desvantagem, demanda manutenções periódicas, consequentemente os custos deste modelo aumentam, o que o aproxima dos intensivos.

Segundo Serra (2010), a manutenção dos telhados verdes é mais simples do que se imagina. A autora afirma que os reparos irão depender do tipo de vegetação escolhida. Caso o teto verde seja instalado com grama, esta não precisa de rega periodicamente, sendo assim, basta subir na cobertura a cada seis meses e retirar as plantas invasoras. Em contrapartida, se a vegetação escolhida for plantas diversificadas, estas devem ter cuidados com adubação e rega, sendo necessário conhecer a necessidade de cada espécie.

A Tabela 2 resume as principais propriedades de cada tipo de telhado verde.

Tabela 2: Características dos telhados verdes.

Itens	Telhado verde extensivo	Telhado verde semi-intensivo	Telhado verde intensivo
Manutenção	Baixo	Periodicamente	Alto
Irrigação	Periodicamente	Periodicamente	Regularmente
Plantas	Sedum, ervas e gramíneas	Gramas, ervas e arbustos	Gramado, arbustos e árvores
Altura do sistema	60 – 200 mm	120 – 250 mm	150 – 400 mm
Peso	60 – 150 kg/m ²	120 – 200 kg/m ²	180 – 500 kg/m ²
Custos	Baixo	Médio	Alto
Usos	Camada de proteção ecológica	Projetado para ser um telhado verde	Parque igual a um jardim

Fonte: Adaptada de <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/51254/R%20-%20E%20-%20ADRIAN%20JAN%20SCRENSKI.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em 19/04/2021.

Segundo Screnski (2015), a vegetação cultivada no telhado verde extensivo é de pequeno porte e possui baixa manutenção, o que favorece e viabiliza a instalação desta técnica em diversas coberturas já existentes. Mesmo que estas estejam em estruturas planas ou inclinadas, a sobrecarga exercida na estrutura do telhado será menor comparada a outros modelos, mesmo em dias chuvosos.

Na Figura 13 é possível ver um exemplo de cobertura verde extensiva.

Figura 13: Exemplo de telhado verde extensivo.



Fonte: https://www.ecologicconstrucoes.com.br/?page_id=145 Acesso em 19/04/2021.

A Figura 14 mostra um exemplo de telhado verde intensivo.

Figura 14: Telhado verde construído no edifício Matarazzo, atual sede da Prefeitura de São Paulo e antigo prédio do Banespa.



Fonte: <http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2015/10/haddad-veta-obrigatoriedade-de-novos-predios-terem-telhado-verde.html> Acesso em 19/04/2021.

A Figura 15 apresenta o modelo de cobertura semi-intensiva.

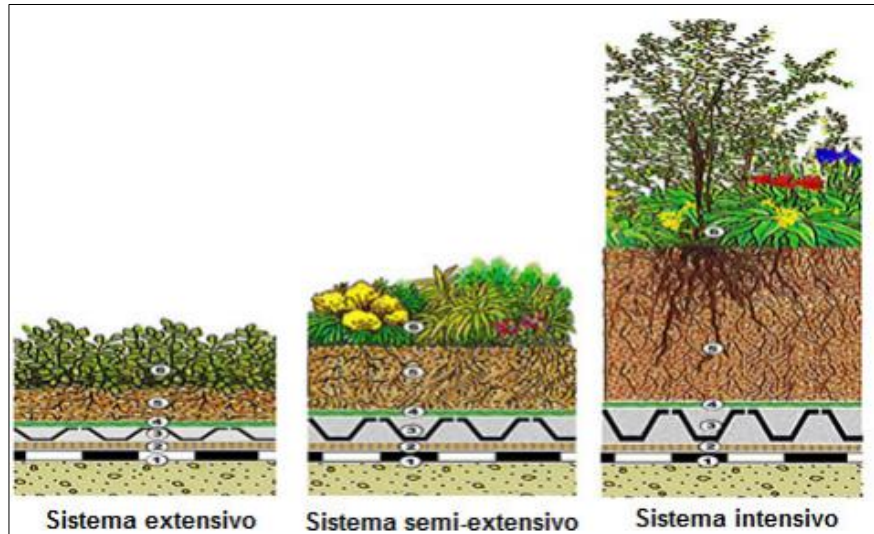
Figura 15: Cobertura Verde Semi-extensiva – Chicago City Hall.



Fonte: <http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10019366.pdf> Acesso em 17/05/2021.

Na Figura 16 é possível ver a estrutura das camadas dos telhados extensivos, semi-extensivos e intensivos, respectivamente.

Figura 16: Ilustração esquemática dos diferentes tipos de telhados verdes.



Fonte: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7842/JOBIM,%20ALAN%20LAMBERTI.pdf?sequence=1>. Acesso em 19/04/2021.

Em resumo, Pessanha (2017) divide a estrutura dos telhados verdes em 6 camadas:

- 1 - Pavimento de cobertura com isolamento e impermeabilização;
- 2 - Camada de proteção e armazenamento;
- 3 - Camada de drenagem e capilaridade;
- 4 - Camada de filtro permeável a raiz;
- 5 - Substrato/solo para cobertura vegetal extensiva;
- 6 - Planta/vegetação.

Vantagens

Os telhados verdes possuem inúmeras vantagens, destacando-se:

- A melhoria da qualidade do ar, visto que a utilização desse tipo de estrutura contribui com a diminuição da poluição, pois a vegetação absorve as substâncias tóxicas e libera oxigênio na atmosfera, o que conseqüentemente aumenta a qualidade do ar das cidades, bloqueando a circulação de impurezas (MINKE, 2004, p. 9);
- A redução das ilhas de calor, que ocorrem devido:

À junção de diversos fatores como a poluição atmosférica, alta densidade demográfica, pavimentação e diminuição da área verde, construção de prédios dificultando a passagem do vento, grande quantidade de veículos e outros fatores que contribuem para o aumento da retenção de calor na superfície (BEZERRA; SANTOS; AGUIAR, 2013, p.1501).

De acordo com Catuzzo (2013), coberturas verdes por reduzirem a temperatura, auxiliam na redução desse fenômeno, protegendo-as contra as altas temperatura durante o verão, além de

ajudar a manter a temperatura interna do ambiente no inverno, que conseqüentemente, dispensa o uso de ar condicionado;

- Castro (2013) afirma que os telhados verdes amenizam o escoamento superficial da chuva, visto que as plantas têm a capacidade de reter água, o que reduz o volume que será escoado. Além disso, este tipo de cobertura melhora a qualidade da água, pois as plantas funcionam como filtro;
- De acordo com Ecotelhado (2010), o uso desta técnica auxilia no aumento da biodiversidade, visto que com o desenvolvimento das cidades e das áreas rurais, diversas espécies de vegetais e animais foram expulsas de seu habitat natural. Cobertura ecológica é uma ferramenta que ajuda a solucionar alguns dos problemas da cidade moderna;
- Segundo Dunnet; Kinsbury (2008), este tipo de telhado têm a capacidade de absorção sonora, tanto pela vegetação quanto do substrato que compõem sua estrutura. De acordo com Oliveira (2019), o que acontece é que o substrato tende a absorver som nas frequências mais baixas, enquanto a folhagem das plantas absorve o som nas frequências mais altas;
- Conforme Ferreira (2007), algumas referências citam que o telhado verde aumenta a durabilidade da estrutura, mas o que realmente acontece é que este tipo de cobertura possui durabilidade indefinida, que depende da própria natureza. Ela protege a base impermeável, seja de concreto, telha ondulada, lonas ou filmes plásticos, dos efeitos térmicos da insolação e das radiações ultravioletas, fazendo com que estes tenham uma durabilidade muito superior aos telhados similares convencionais que não utilizam cobertura vegetal;
- Anversa (2020) afirma que mesmo quando duas construções são idênticas e ambas usam um telhado verde, há uma grande probabilidade de que cada uma tenha um visual diferente da outra, pois não existe vegetação que seja 100% igual a outra;

Desvantagens

Entre as desvantagens dos telhados verdes, pode-se citar:

- De acordo com Anversa (2020), uma das desvantagens é o custo da mão de obra. Por se tratar de um processo relativamente novo no Brasil, existem poucas empresas no ramo, além de envolver tecnologias novas no mercado, o custo pode ser considerado alto;

- Em casos de estruturas que já foram executadas sem o planejamento para receber o telhado, é necessário que seja realizado um estudo para analisar as cargas que podem ser implantadas, ou até mesmo fazer um esforço estrutural (ALBERTO et al., 2012, p.171).

Segundo Santos et al. (2017), o telhado verde pode ser considerado uma alternativa sustentável para o ramo da construção civil. Entretanto, esta técnica não é utilizada em larga escala devido a fatores culturais e financeiros. Mesmo com inúmeras vantagens, observa-se poucas construções com este método.

A fim de realizar o comparativo entre os diversos tipos de telhados, o próximo tópico irá abordar as coberturas convencionais.

5.1.2 Telhados convencionais

Os telhados convencionais são os mais utilizados na construção civil, visto que segundo Lima; Silva; Fontineles (2019), eles possuem um bom custo-benefício, além de outros tipos de materiais não serem tão conhecidos, por exemplo os telhados verdes.

5.1.2.1 Telhados coloniais

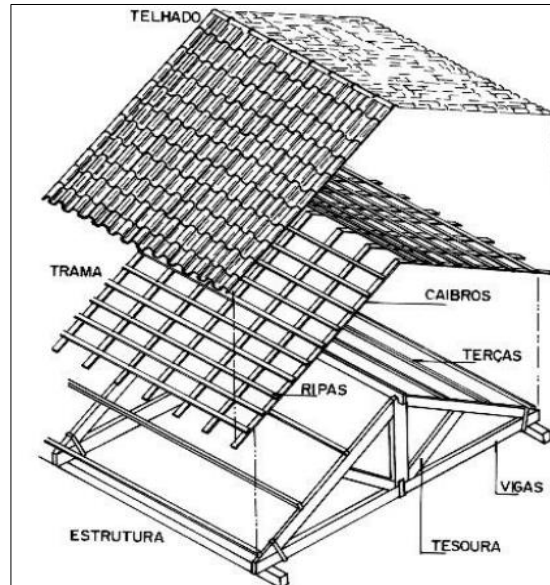
Entre os modelos de telhados convencionais, os coloniais são um dos mais utilizados. De acordo com Marques (2017), se trata de uma cobertura simples com telhas aparentes, e se encaixa em projetos rústicos ou contemporâneos, porém, durante a instalação deste tipo de telhado, conhecer os processos e manter alguns cuidados é essencial para a beleza e conservação do ambiente interno. Caso seja mal instalado, este tipo de cobertura pode provocar problemas, como goteiras e até infiltrações, segundo o mesmo autor.

Estrutura e implantação

De acordo com Pereira; Carvalho (2019), os telhados cerâmicos, também chamados de telhados convencionais ou telhados coloniais, são compostos por uma estrutura de madeira e cobertos por telhas de cerâmica encaixadas.

A Figura 17 mostra como como é disposto o madeiramento do telhado cerâmico.

Figura 17: Madeiramento tradicional para telhas cerâmicas.



Fonte: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/65439/000864069.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em 22/04/2021.

Moliterno (2010) define a tesoura de um telhado como sendo a viga principal em treliça, e é responsável por transferir o carregamento do telhado para os pilares ou para as paredes da edificação.

As terças são vigas de madeira apoiadas sobre as tesouras que servem para a sustentação dos caibros (VICTOR, 2020, p. 1). Além disso, Ramos (2016) afirma que elas também servem para preencher os vãos entre as tesouras.

Os caibros têm como função principal a sustentação das ripas. O espaçamento dos caibros depende do tipo de telha usada e da resistência das ripas, variando entre 40 e 60 cm, sendo comum utilizar 50 cm, sem qualquer cálculo (LOGSDON, 2002, p. 10). Além disso, de acordo com Melado (2014), os caibros são elementos inclinados, sendo que seu declive determina o caimento do telhado.

As ripas são postas paralelas às terças, sobre os caibros e com espaçamentos menores. Cada linha de telhas deve ter uma ripa, então a quantidade destas peças depende do tamanho, tipo e peso da telha (RAMOS, 2016, p. 1).

E por fim, Carboni (2015) descreve a trama como sendo o nome dado ao conjunto de ripas, caibros e terças.

De acordo com Flash (2012), além do uso das tesouras como a estrutura principal de uma cobertura, uma outra solução, que utiliza madeira serrada muito difundida no Brasil é a estrutura pontaletada. Gonzaga (2006) afirma que quando o telhado será instalado sobre uma laje, o pontalete substitui a tesoura, provocando economia na quantidade de madeira. Segundo

Carmo (2019), neste caso as terças são apoiadas sobre os pontaletes, que são responsáveis por transmitir a carga diretamente para a laje.

A Figura 18 representa os elementos de madeira de uma estrutura pontaletada.

Figura 18: Estrutura pontaletada.

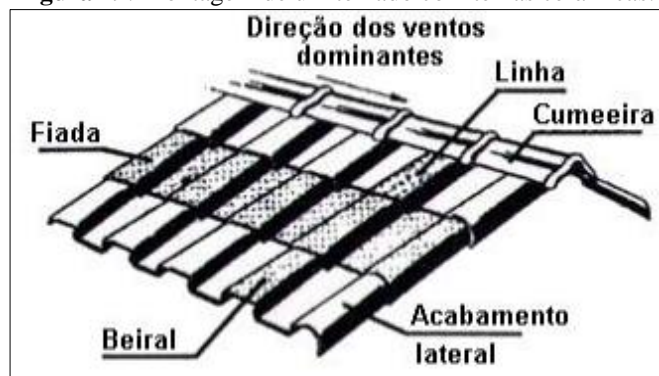


Fonte: <https://docente.ifrn.edu.br/joaocarmo/disciplinas/aulas/desenho-arquitetonico/cobertura-e-telhado> / <https://obraexpertise.com.br/telhado-saiba-como-calculas-quantidade-de-ripas-caibros-e-tercas-madeiramento-para-orcamento/> Acesso em: 10/08/2021

Segundo Logsdon (2002), a colocação das telhas, na montagem de um telhado com telhas cerâmicas, deve ser feita no sentido do beiral para a cumeeira, como se indica nas próximas figuras, e é recomendado observar a direção dos ventos dominantes, para evitar o “arrancamento”⁵ das peças da cumeeira.

A Figura 19 mostra alguns elementos do telhado feito com telhas cerâmicas.

Figura 19: Montagem de um telhado com telhas cerâmicas.



Fonte: <http://usuarios.upf.br/~zacarias/Telhados.pdf> Acesso em 22/04/2021.

Na Figura 20 é possível ver o encaixe das telhas cerâmicas.

Figura 20: Encaixe das telhas cerâmicas.

⁵O arrancamento é o processo de remoção, ruptura ou deformação das telhas, em geral ocorre sob ação do vento. Em casos de fortes inclinações, deve-se prever a amarração das telhas à estrutura (AMORIM, 2014, p.26).



Fonte: <https://www.coberturasleves.com.br/6-principais-tipos-de-telhas-de-ceramica-para-nao-errar-no-telhado/> Acesso em 22/04/2021.

As telhas cerâmicas possuem diversos tipos e aparências. A Figura 21 mostra alguns exemplos de telhas cerâmicas, além de propriedades como a inclinação mínima e a quantidade de telhas por metro quadrado.

Figura 21: Tipos de telhas cerâmicas.



Fonte: <https://pedreiro.com.br/telhas-ceramicas-tipos-e-caracteristicas-passo-a-passo/> Acesso em 22/04/2021.

De acordo com Pereira (2006), existem diversas normas técnicas que visam normatizar a qualidade das telhas nacionais, estas estão descritas em ANEXO A – “Normas técnicas relacionadas à telha cerâmica”.

Na Figura 22 é possível ver um exemplo de telhado cerâmico.

Figura 22: Telhado cerâmico.



Fonte: <https://www.fazfacil.com.br/reforma-construcao/caimento-telhado/>. Acesso em 22/04/2021.

Vantagens

Toranzo (2017) destaca algumas vantagens da utilização de telhas cerâmicas:

- Diversas aparências: Existem vários tipos de telhas cerâmicas, com diversos tipos de visuais;
- Isolante térmico: A argila queimada ou cozida presente na telha é a responsável por essa característica, e possui ótimo comportamento térmico, o que significa que a telha atua como isolante tanto em época de frio quanto de calor;
- Nos casos de argilas processadas da forma correta e submetidas à queima em condições controladas, sofrem pouco com os fenômenos da expansão por umidade e da expansão térmica.

Desvantagens

- Pavanelli (2013) afirma que a produção desse tipo de telha gera um grande impacto ambiental. Segundo Lima (2008), os problemas ambientais gerados referem-se, principalmente, a extração e consumo de matérias primas: argila, água, lenha, etc.; rejeitos de produção, especialmente, produtos defeituosos e emissões gasosas (material particulado), oriundas da queima;
- Além disso, Toranzo (2017) afirma que a telha cerâmica é um material pesado, ou seja, exige uma estrutura reforçada do telhado para que não comprometa o imóvel.

5.1.2.2 Telhados embutidos

Segundo Moliterno (2011), os telhados embutidos são caracterizados por possuírem uma estrutura com inclinação menor, pois geralmente utilizam telhas de fibrocimento, zinco ou placas pré-moldadas de concreto como elemento de vedação, protegida por uma elevação de alvenaria acima da linha do forro que forma um pequeno muro denominado platibanda.

De acordo com Henriques et al., (2015, p. 1):

O fibrocimento, material cimentício amplamente utilizado na construção civil, é constituído basicamente por cimento, amianto e água. Em virtude do caráter nocivo apresentado pelo amianto, estudos vêm sendo realizados para a sua substituição, utilizando fibras alternativas.

A Figura 23 representa a telha de fibrocimento sem as fibras de amianto.

Figura 23: Telha de fibrocimento sem amianto.



Fonte: <https://www.imbralit.com.br/> Acesso em 22/04/2021.

As normas técnicas que definem a resistência e as propriedades das telhas de fibrocimento estão descritas em ANEXO B – “Normas técnicas relacionadas à telha de fibrocimento” (FILHO, 2014, p.1).

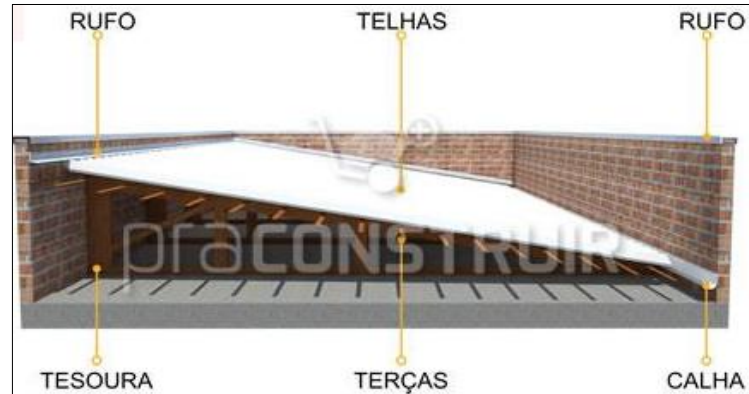
Estrutura e implantação

De acordo com Silva (2021), os telhados embutidos podem ser construídos com estruturas de madeira ou metal, e geralmente são de uma ou duas águas. Segundo Santos (2019, p. 16):

A água de um telhado é o número de direção que a água da chuva vai escoar. Por exemplo, o telhado de uma água possui caimento somente para um lado, ou seja, toda a água coletada via ser encaminhada em uma única direção. Já o telhado de duas águas possui inclinações em duas direções diferentes, assim a água pode ser direcionada em direções distintas.

A Figura 24 mostra a estrutura tradicional de um telhado embutido.

Figura 24: Estrutura de um telhado embutido feita com madeira.



Fonte: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/65439/000864069.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em 22/04/2021.

Os rufos são peças moldadas e fixadas em pontos determinados, e tem como função principal impedir a infiltração da água nas paredes e nos muros, caso isso aconteça, com o passar do tempo começam a aparecer manchas escuras na edificação, que causam mau cheiro, mofo e em casos extremos, até o apodrecimento da alvenaria. Geralmente são feitos de material metálico e fixados com pregos, além de uma camada de argamassa na borda para garantir a vedação (CONSTRUCT, 2018, p. 1).

Favaro (2017) define as calhas como sendo condutores horizontais abertos na parte de cima utilizadas para captação das águas pluviais acumuladas nos telhados das edificações. Elas conduzem a água até o seu destino.

De acordo com Pala; Mendes (2020), os telhados que são compostos por calhas necessitam de condutores, os quais direcionam a água ao local de destino ideal, que pode ser coletor público, galeria de águas pluviais, canal, rio, entre outros. A norma da ABNT “NBR 10844/89 – Instalações prediais de águas pluviais” sugere que a drenagem da água seja feita por mais de uma saída, para não haver risco de obstrução. A Figura 25 apresenta um dos métodos de instalação.

Figura 25: Método de instalação dos condutores na calha.



Fonte: <http://nossacasarenatoegi.blogspot.com/2011/12/calhas-instaladas.html> Acesso em: 24/08/2021

A Figura 26 apresenta como fica a ligação calha/condutores.

Figura 26: Ligação calha/condutores.



Fonte: <http://nossacasarenatoegi.blogspot.com/2011/12/calhas-instaladas.html> Acesso em: 24/08/2021

Neste método de instalação, os condutores ficam embutidos na parede, de acordo com a Figura 27.

Figura 27: Condutores embutidos na parede:



Fonte: <http://nossacasarenatoegi.blogspot.com/2011/12/calhas-instaladas.html> Acesso em: 24/08/2021

Da calha, os condutores encaminham a água até seu destino final, como pode ser visto na Figura 28.

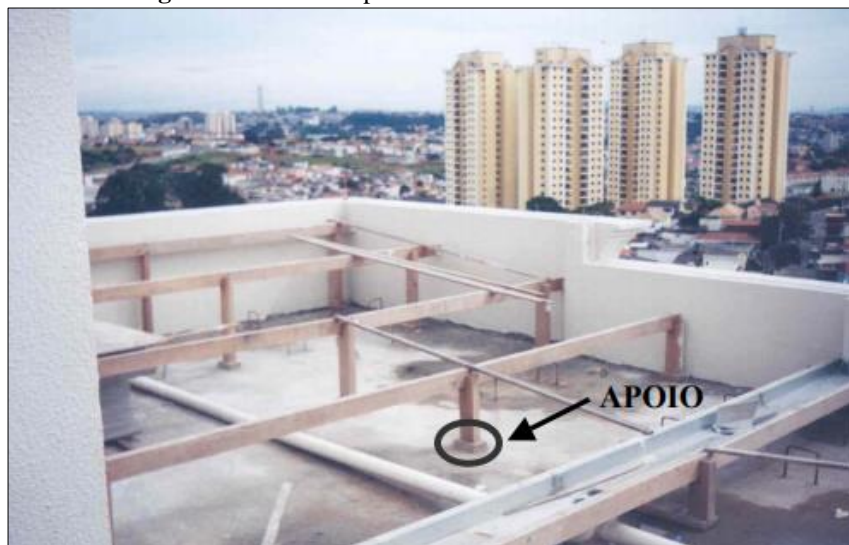
Figura 28: Final do condutor.



Fonte: <http://nossacasarenatoegi.blogspot.com/2011/12/calhas-instaladas.html> Acesso em: 24/08/2021

Assim como os telhados cerâmicos, os embutidos podem ser instalados através de uma estrutura pontaletada. A Figura 29 mostra como ficaria o madeiramento de um telhado embutido utilizando estrutura pontaletada.

Figura 29: Estrutura pontaletada em telhado embutido.



Fonte: http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/BT_00456.pdf. Acesso em: 20/06/2021.

Segundo DVG Precon (2021), no Brasil, em geral são comercializadas telhas de fibrocimento onduladas com três espessuras diferentes: 4 mm, são usadas em coberturas de casas populares, garagens e outras edificações provisórias; 5 mm, são utilizadas em coberturas e fechamentos laterais para edificações residenciais ou outros tipos de edificações que possuem pé-direito máximo de 4 m ou com distância máxima do solo ao ponto mais alto da cobertura de 7 m; e as telhas de 6 mm, que são usadas em coberturas e fechamentos laterais para edificações residenciais e outras edificações com qualquer pé-direito ou altura.

Na Figura 30 é possível ver um exemplo de telhado embutido com telhas de fibrocimento e platibanda.

Figura 30: Exemplo de telhado de fibrocimento embutido.



Fonte: <https://www.dicascasa.com.br/telha-de-amianto-ou-fibrocimento.html>. Acesso em 26/04/2021.

Vantagens

Destacam-se algumas vantagens dos telhados de fibrocimento:

- Os telhados de fibrocimento são muito utilizados devido ao seu baixo custo de aquisição. São bastante leves e permitem a utilização de madeiramento mais esbelto, que conseqüentemente, gera menor sobrecarga na estrutura. Uma estrutura de telhado mais esbelta proporciona menor gasto com a mão de obra de montagem. Entre as opções mais utilizadas no Brasil, os telhados de fibrocimento apresentam o menor custo total (SCHELB, 2016, p. 46);
- Segundo Imbralit (2019), as telhas de fibrocimento são produzidas em diversos tamanhos, espessuras e modelos, apresentando muita versatilidade;

Desvantagens

As desvantagens dos telhados de fibrocimento são:

- De acordo com Boettger; Martins (2018), as telhas de fibrocimento contribuem pouco para a estética do imóvel, deixando-o muito simplório;
- A fibra do amianto, material que era utilizado em algumas telhas de fibrocimento, pode causar problemas aos seres humanos ao ser aspirada ou ingerida (CERRI, 2011, p. 1). A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que o amianto causa cerca de 100 mil mortes por ano. Esse material possui propriedades responsáveis por seu poder cancerígeno (MARQUES; GOMES; KERN, 2016, p. 189). Além disso, segundo Lima (2016), quando a fibra do amianto é inalada de forma contínua, é possível o surgimento

de doenças respiratórias como asbestose, câncer de pulmão, mesotelioma de pleura, entre outras, que podem levar ao óbito. Atualmente, a comercialização do amianto é proibida em mais de 70 países (BRASIL DE FATO, 2020, p. 1). Nunes (2019) afirma que o uso do amianto foi proibido no Brasil no ano de 2017, e de acordo com Henriques et al. (2014), diversos materiais vêm sendo testados como alternativa ao uso de amianto;

- Um outro problema significativo das telhas de fibrocimento é o problema de aquecimento. Essas telhas possuem baixo desempenho térmico, o que significa que elas não isolam a temperatura interna da casa de forma a propiciar conforto aos usuários, o que acontece é que se elas forem instaladas a uma pequena distância ou coladas na laje, surge um pequeno colchão de ar, o que leva ao aquecimento excessivo e torna o ambiente desconfortável (SCHELB, 2016, p.47).

A partir dos três tipos de telhados descritos nos tópicos anteriores, é possível destacar o telhado verde como sendo o tipo de cobertura que mais ameniza os impactos ambientais causados pela construção civil. Entretanto, no Brasil, devido à falta de conhecimento e à falta de incentivo por parte dos órgãos públicos, a utilização do telhado verde é pouco difundida em edificações (GEHARD; BERGMANN; 2018, p. 11).

De acordo com Jesus (2018), o uso desta técnica melhoraria a qualidade de vida da população, visto que surgiria novas áreas verdes.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Bonificação e Despesas Indiretas (BDI)

Para calcular o valor de implantação dos respectivos telhados, serão utilizadas as planilhas do SINAPI. Os custos já definidos por este banco de dados devem ser multiplicados por um fator de Bonificação e Despesas Indiretas (BDI).

Como foi dito anteriormente, o BDI é a parte que se destina ao lucro das empresas pelo desenvolvimento das atividades. Nos casos dos orçamentos já oferecidos por empresas privadas, estas já incluem seus respectivos lucros no valor de instalação.

A forma de cálculo do BDI varia de obra desonerada e não desonerada. Neste caso, para efeito de simplificação, será utilizada a tabela que descreve algumas faixas de referência constantes de valores de BDI do Acórdão 2.622/2013, apresentada na Figura 31.

Figura 31: Valores de BDI por tipo de obra.

VALORES DO BDI POR TIPO DE OBRA - 1º QUARTIL, MÉDIO E 3º QUARTIL			
TIPOS DE OBRA	1º Quartil	Médio	3º Quartil
CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS	20,34%	22,12%	25,00%
CONSTRUÇÃO DE RODOVIAS E FERROVIAS	19,60%	20,97%	24,23%
CONSTRUÇÃO DE REDES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA, COLETA DE ESGOTO E CONSTRUÇÕES CORRELATAS	20,76%	24,18%	26,44%
CONSTRUÇÃO E MANUTENÇÃO DE ESTAÇÕES E REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	24,00%	25,84%	27,86%
OBRAS PORTUÁRIAS, MARÍTIMAS E FLUVIAIS	22,80%	27,48%	30,95%
BDI DIFERENCIADO PARA MATERIAIS E EQUIPAMENTOS	11,10%	14,02%	16,80%

Fonte: <https://oorcamentista.com.br/como-calculer-o-bdi-conforme-recomendacoes-do-tcu/> Acesso em: 09/09/2021

Adotando o valor médio para a estimativa, tem-se um BDI de 22,12%. Para calcular o fator de BDI que será utilizado na multiplicação, inicialmente o valor de 22,12% é dividido por 100, resultando em 0,2212. Em seguida, soma-se este valor a 1, sendo o fator BDI igual a 1,2212.

O valor de 1,2212 indica que, no preço total de um item, 22,12 % referem-se à Bonificação e Despesas Indiretas (BDI).

Para maior exatidão no custo total de implantação dos telhados, é ideal que esta parcela que se refere basicamente ao lucro das empresas seja levada em consideração.

6.2 Edificação residencial

Para realizar o presente estudo, optou-se por implantar os três tipos de telhados (verde, cerâmico e de fibrocimento) em uma mesma edificação, e conseqüentemente, avaliar o custo de instalação de cada tipo de cobertura. Diante disso, a comparação dos preços totais será baseada em uma mesma área de telhado para as três residências.

Considerações:

- Inicialmente, a residência de estudo se encontra sem o telhado, apenas com a laje;
- Foi desconsiderado o local da caixa d'água só por questão de simplificação, além disso, afetaria pouco no levantamento de custos da cobertura, visto que a área em planta continua sendo considerada nos cálculos;
- Na área de lavanderia, foi colocado um telhado apenas por representação, sem definir o tipo de material, além disso, esta área não será considerada nos cálculos de custos.

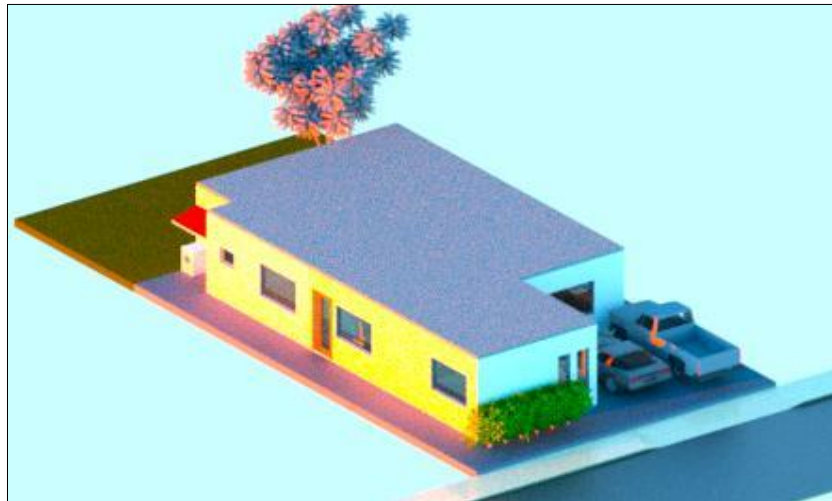
A edificação representada na Figura 32 e na Figura 33 será adotada como referência para realizar a comparação de custos entre os telhados.

Figura 32: Edificação de referência.



Fonte: Arquivo próprio, 2021.

Figura 33: Edificação de referência.

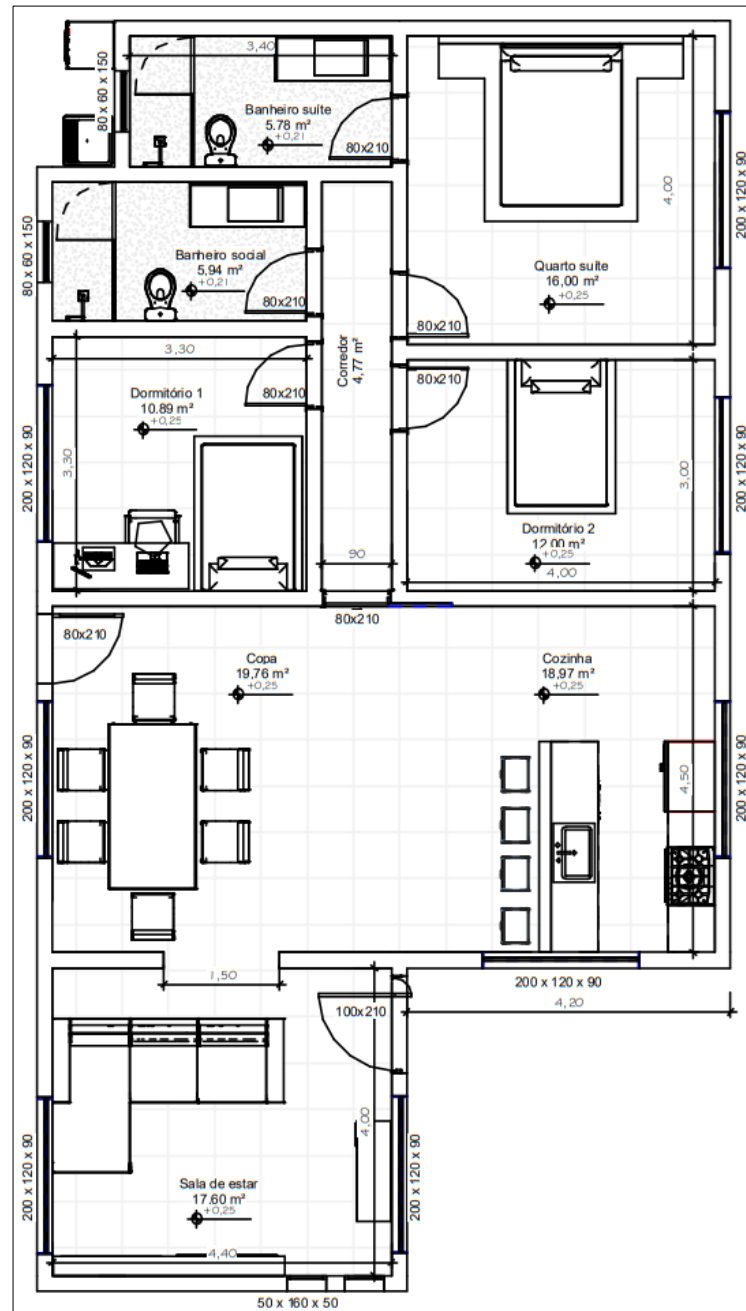


Fonte: Arquivo próprio, 2021.

A casa é composta por dois quartos, uma suíte, um banheiro social, sala, cozinha, lavanderia e garagem para dois carros. O terreno da edificação é de 12 x 25 m, totalizando 300 m². Foi escolhida uma residência com estas características, visto que é um modelo de construção muito popular na cidade de Piumhi – MG.

A Figura 34 representa a planta baixa da edificação que será utilizada como base para fazer a comparação.

Figura 34: Planta baixa.



Fonte: Arquivo próprio, 2021.

A Tabela 3 mostra a relação das áreas da presente edificação.

Tabela 3: Valores das áreas.

Áreas (m ²)	
Terreno	300,00
Coberta	128,96
Impermeável	222,00
Permeável	78,00

Fonte: Arquivo próprio, 2021.

O projeto foi desenvolvido respeitando todas as exigências presentes na Lei Complementar nº 67 de setembro de 2019 que se refere ao parcelamento, uso e ocupação do

solo, e na Lei Municipal nº 1004 de 1989 que institui sobre o código de obras, ambas relacionadas à cidade de Piumhi, Minas Gerais.

Para realizar o comparativo, a área que será utilizada para a estimativa é a total coberta, igual a 128,96 m², a qual será implantada os diferentes tipos de telhados.

6.2.1 Edificação residencial – Telhado cerâmico

Inicialmente, para o estudo comparativo, foi implantado na edificação a cobertura composta por telhas cerâmicas.

Considerações:

- Foi utilizada a telha cerâmica do tipo colonial, pois é um dos tipos mais adotados nas edificações que possuem telhado cerâmico. Este tipo de telha possui inclinação mínima de 30%;
- De acordo com Pereira (2018), recomenda-se a utilização de um beiral⁶ de 80 cm em edificações residenciais. Para os cálculos, foi considerada somente a área do telhado que está sobre a laje, com o intuito de padronizar a área de estudo;
- Por se tratar de um telhado sobre laje, o madeiramento será feito através de uma estrutura pontaletada. Este tipo de cobertura é composto pela trama (ripas + caibros + terças) e pela estrutura pontaletada (pontaletes + berços + mãos-francesas). Para estas peças de madeira foram utilizadas as dimensões descritas na Tabela 4.

Tabela 4: Dimensões das peças de madeira - telhado cerâmico.

Trama		Estrutura pontaletada	
Ripas	1,5 x 5,0 cm	Pontaletes	6,0 x 16,0 cm
Caibros	5,0 x 6,0 cm	Berços	6,0 x 12,0 cm
Terças	6,0 x 12 cm	Mão francesa	5,0 x 6,0 cm

Fonte: Arquivo próprio, 2021.

O ideal é que para cada projeto, seja realizado o dimensionamento destas peças de madeira, porém, como não é o objetivo deste trabalho, adotou-se estas dimensões visto que são as medidas mais usuais que o SINAPI trabalha para o cálculo do madeiramento de telhados cerâmicos.

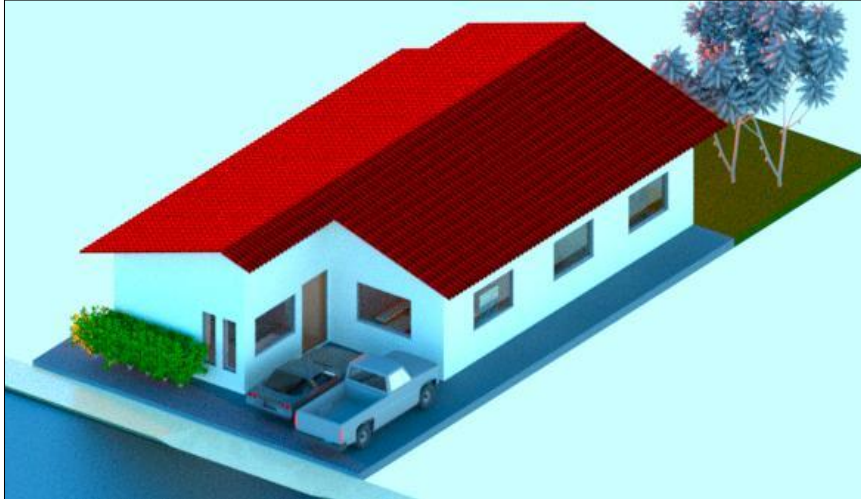
- Para o levantamento do custo da cobertura feita por telhas cerâmicas, utilizou-se a planilha do SINAPI do tipo não desonerado referente ao mês de junho de 2021 do estado

⁶ Segundo Fereguetti (2018), o beiral é uma continuação do telhado que vai além da alvenaria, e tem como finalidade proteger a edificação do sol e das chuvas.

de Minas Gerais, e os cadernos técnicos “Estrutura e trama para cobertura” e “Telhamento para cobertura”.

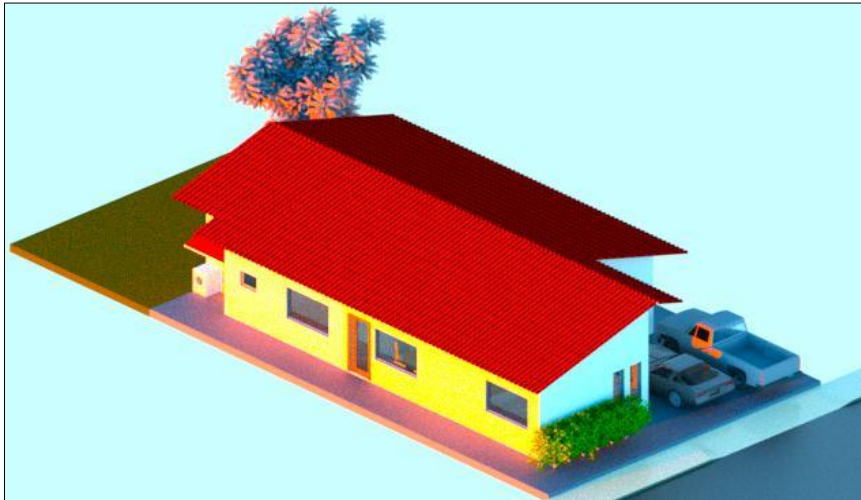
A Figura 35 e a Figura 36 mostram a edificação de referência com o telhado cerâmico implantado.

Figura 35: Edificação com telhado cerâmico.



Fonte: Arquivo próprio, 2021.

Figura 36: Edificação com telhado cerâmico.



Fonte: Arquivo próprio, 2021.

6.2.1.1 Telhado cerâmico: Madeiramento

Para realizar o levantamento do custo da etapa de madeiramento do telhado cerâmico, o SINAPI divide em duas partes: o custo para implantar a trama e o para implantar a estrutura pontaleada. Diante disso, o cálculo será realizado para cada parte.

Trama – cobertura cerâmica

Na Tabela 5 está descrita a composição que será utilizada para estimar o custo de implantação da trama.

Tabela 5: Composição principal - madeiramento telhado cerâmico (trama).

Código composição	Descrição da composição	Unidade	Custo por m² (incluso BDI)
92539	TRAMA DE MADEIRA COMPOSTA POR RIPAS, CAIBROS E TERÇAS PARA TELHADOS DE ATÉ 2 ÁGUAS PARA TELHA DE ENCAIXE DE CERÂMICA OU DE CONCRETO, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	M2	R\$ 132,66

Fonte: Adaptada planilha SINAPI não desonerado referente ao mês de junho/2021 de Minas Gerais.

A Tabela 6 mostra todos os insumos e as outras composições que fazem parte da principal.

Tabela 6: Itens que formam a composição principal.

Item	Código item	Descrição item	Unidade	Coefficiente
INSUMO	4408	RIPA NAO APARELHADA, *1,5 X 5* CM, EM MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO - BRUTA	M	3,2920
INSUMO	4425	VIGA NAO APARELHADA *6 X 12* CM, EM MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO - BRUTA	M	0,6580
INSUMO	4430	CAIBRO NAO APARELHADO *5 X 6* CM, EM MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO - BRUTA	M	1,9560
INSUMO	20247	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA 15 X 15 (1 1/4 X 13)	KG	0,0700
INSUMO	39027	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA 19 X 36 (3 1/4 X 9)	KG	0,0500
INSUMO	40568	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA 22 X 48 (4 1/4 X 5)	KG	0,0300
COMPOSICAO	88239	AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,4070

COMPOSICAO	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,3670
COMPOSICAO	93281	GUINCHO ELÉTRICO DE COLUNA, CAPACIDADE 400 KG, COM MOTO FREIO, MOTOR TRIFÁSICO DE 1,25 CV - CHP DIURNO. AF_03/2016	CHP	0,0431
COMPOSICAO	93282	GUINCHO ELÉTRICO DE COLUNA, CAPACIDADE 400 KG, COM MOTO FREIO, MOTOR TRIFÁSICO DE 1,25 CV - CHI DIURNO. AF_03/2016	CHI	0,0598

Fonte: Adaptada planilha SINAPI não desonerado referente ao mês de junho/2021 de Minas Gerais.

Com os valores de coeficiente, é inserido para os cálculos a área total do telhado, igual a 128,96 m², visto que o custo da trama é por m². Sendo assim, o valor da quantidade é multiplicado pelos coeficientes referentes a cada item. A Tabela 7 mostra o custo total da trama.

Tabela 7: Cálculo custo trama - cobertura cerâmica.

Código item	Coeficiente	Quantidade	Preço unitário	Preço total de cada item (incluso BDI)
		128,96		
4408	3,2920	424,54	R\$ 4,21	R\$ 2.182,65
4425	0,6580	84,86	R\$ 46,81	R\$ 4.850,72
4430	1,9560	252,25	R\$ 22,13	R\$ 6.816,98
20247	0,0700	9,03	R\$ 20,59	R\$ 226,98
39027	0,0500	6,45	R\$ 18,58	R\$ 146,30
40568	0,0300	3,87	R\$ 18,73	R\$ 88,49
88239	0,4070	52,49	R\$ 18,07	R\$ 1.158,23
88262	0,3670	47,33	R\$ 21,87	R\$ 1.264,03
93281	0,0431	5,56	R\$ 24,05	R\$ 163,24
93282	0,0598	7,71	R\$ 23,08	R\$ 217,36
TOTAL TRAMA - COBERTURA CERÂMICA				R\$ 17.114,98

Fonte: Adaptada planilha SINAPI não desonerado referente ao mês de junho/2021 de Minas Gerais.

Realizar esta estimativa é a mesma coisa de fazer o valor total da trama por m², que no caso é igual a R\$132,66 multiplicado pela quantidade, igual a 128,96 m², isto resulta em um valor igual a R\$17.107,83. O que justifica a pouca diferença entre os valores são os arredondamentos dos coeficientes. Adotou-se fazer o cálculo de forma mais detalhada buscando maior exatidão nos resultados.

De acordo com o caderno técnico Estrutura e trama para cobertura (2019), para a estimativa do custo da trama foram feitas as seguintes considerações:

- Para a estimativa de custo foram considerados os operários envolvidos diretamente com o serviço;

- As perdas por entulho foram consideradas;
- Esta composição é válida para terças distanciadas de eixo a eixo entre 1,50 e 2,00 metros, os caibros distanciados de 0,55 metros e as ripas de 0,32 metros;
- O transporte vertical foi levando em consideração;
- CHP: Considera o tempo de funcionamento do equipamento;
- CHI: Considera o tempo em que o equipamento está parado.

Estrutura pontaletada – cobertura cerâmica

Para o cálculo da implantação dos pontaletes, o SINAPI considera o custo por metro quadrado, ou seja, será considerada a área total do telhado, igual a 128,96 m².

A Tabela 8 representa a composição principal que será utilizada para estimar o custo total de implantação dos pontaletes e seus demais elementos de fixação.

Tabela 8: Composição principal - madeiramento telhado cerâmico (pontaletes).

Código composição	Descrição da composição	Unidade	Custo por m ² (incluso BDI)
100379	FABRICAÇÃO E INSTALAÇÃO DE PONTALETES DE MADEIRA NÃO APARELHADA PARA TELHADOS COM ATÉ 2 ÁGUAS E COM TELHA CERÂMICA OU DE CONCRETO EM EDIFÍCIO RESIDENCIAL TÉRREO, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	M2	R\$ 59,83

Fonte: Adaptada planilha SINAPI não desonerado referente ao mês de junho/2021 de Minas Gerais.

A Tabela 9 mostra todos os insumos e as outras composições que compõem a composição principal.

Tabela 9: Insumos e composições que formam a composição principal.

Item	Código	Descrição item	Unidade	Coefficiente
INSUMO	4425	VIGA NAO APARELHADA *6 X 12* CM, EM MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO - BRUTA	M	0,2220
INSUMO	4430	CAIBRO NAO APARELHADO *5 X 6* CM, EM MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO - BRUTA	M	0,5560
INSUMO	4472	VIGA NAO APARELHADA *6 X 16* CM, EM MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO - BRUTA	M	0,1850
INSUMO	5075	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA 18 X 30 (2 3/4 X 10)	KG	0,2400
COMPOSICAO	88239	AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,1380

COMPOSICAO	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,3730
COMPOSICAO	93281	GUINCHO ELÉTRICO DE COLUNA, CAPACIDADE 400 KG, COM MOTO FREIO, MOTOR TRIFÁSICO DE 1,25 CV - CHP DIURNO. AF_03/2016	CHP	0,0070
COMPOSICAO	93282	GUINCHO ELÉTRICO DE COLUNA, CAPACIDADE 400 KG, COM MOTO FREIO, MOTOR TRIFÁSICO DE 1,25 CV - CHI DIURNO. AF_03/2016	CHI	0,0103

Fonte: Adaptada planilha SINAPI não desonerado referente ao mês de junho/2021 de Minas Gerais.

A partir da tabela acima, o valor da área do telhado é multiplicado por cada coeficiente. A Tabela 10 descreve o custo total da estrutura pontaletada.

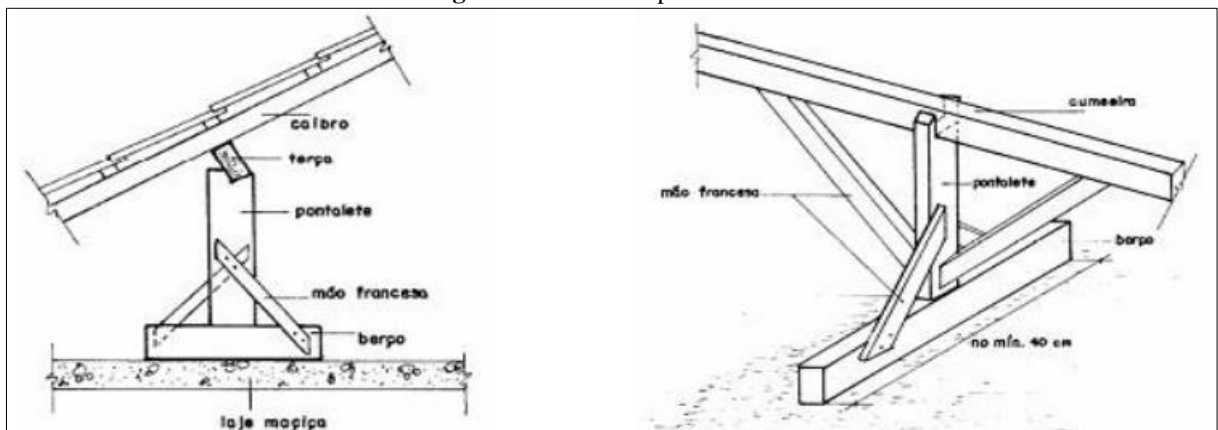
Tabela 10: Cálculo custo estrutura pontaletada - cobertura cerâmica.

Código item	Coeficiente	Quantidade	Preço unitário	Preço total de cada item (incluso BDI)
		128,96		
4425	0,2220	28,63	R\$ 46,81	R\$ 1.636,57
4430	0,5560	71,70	R\$ 22,13	R\$ 1.937,75
4472	0,1850	23,86	R\$ 58,47	R\$ 1.703,51
5075	0,2400	30,95	R\$ 18,59	R\$ 702,64
88239	0,1380	17,80	R\$ 18,07	R\$ 392,71
88262	0,3730	48,10	R\$ 21,87	R\$ 1.284,69
93281	0,0070	0,90	R\$ 24,05	R\$ 26,51
93282	0,0103	1,33	R\$ 23,08	R\$ 37,44
TOTAL ESTRUTURA PONTALETADA- COBERTURA CERÂMICA				R\$ 7.721,83

Fonte: Adaptada planilha SINAPI não desonerado referente ao mês de junho/2021 de Minas Gerais.

De acordo com o caderno técnico Estrutura e trama para cobertura (2019), o desenho utilizado para o cálculo dos consumos de peças de madeira na estrutura pontaletada é mostrado na Figura 37.

Figura 37: Estrutura pontaletada.



Fonte: Caderno técnico “ESTRUTURA E TRAMA PARA COBERTURA” SINAPI. Acesso em: 19/08/2021.

Não foi necessário realizar o detalhamento da trama, dos pontaletes e dos demais elementos de madeira, visto que, para o levantamento do valor de implantação desta cobertura, foi necessário apenas o valor referente à área do telhado.

A Tabela 11 descreve o valor total da etapa de madeiramento para a cobertura, se esta for instalada com telhas cerâmicas.

Tabela 11: Preço total madeiramento - telhado cerâmico.

Elementos	Preço
Trama	R\$ 17.114,98
Estrutura pontaletada	R\$ 7.721,83
TOTAL MADEIRAMENTO – TELHADO CERÂMICO	R\$ 24.836,81

Fonte: Arquivo próprio, 2021.

6.2.1.2 Telhado cerâmico: Telhamento

A próxima etapa de implantação do telhado cerâmico é a implantação das telhas, também chamada de telhamento. Para realizar o levantamento dos custos, deve-se considerar a área do telhado, igual a 128,96 m².

Para este caso, será utilizada a composição descrita na Tabela 12.

Tabela 12: Composição principal - telhamento cobertura cerâmica.

Código composição	Descrição da composição	Unidade	Custo por m ² (incluso BDI)
94201	TELHAMENTO COM TELHA CERÂMICA CAPA-CANAL, TIPO COLONIAL, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	M2	R\$ 64,96

Fonte: Adaptada planilha SINAPI não desonerado referente ao mês de junho/2021 de Minas Gerais.

A Tabela 13 representa todos os insumos e as outras composições que compõem a principal.

Tabela 13: Itens que formam a composição principal.

Item	Código	Descrição item	Unidade	Coefficiente
INSUMO	7173	TELHA DE BARRO / CERAMICA, NAO ESMALTADA, TIPO COLONIAL, CANAL, PLAN, PAULISTA, COMPRIMENTO DE *44 A 50* CM, RENDIMENTO DE COBERTURA DE *26* TELHAS/M2	MIL	0,0275
COMPOSICAO	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,3990
COMPOSICAO	88323	TELHADISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,1330
COMPOSICAO	93281	GUINCHO ELÉTRICO DE COLUNA, CAPACIDADE 400 KG, COM MOTO FREIO, MOTOR TRIFÁSICO DE 1,25 CV - CHP DIURNO. AF_03/2016	CHP	0,0372

COMPOSICAO	93282	GUINCHO ELÉTRICO DE COLUNA, CAPACIDADE 400 KG, COM MOTO FREIO, MOTOR TRIFÁSICO DE 1,25 CV - CHI DIURNO. AF_03/2016	CHI	0,0516
------------	-------	--	-----	--------

Fonte: Adaptada planilha SINAPI não desonerado referente ao mês de junho/2021 de Minas Gerais.

Com o valor da área da cobertura, calcula-se o preço total do telhamento, descrito na Tabela 14.

Tabela 14: Preço total telhamento - telhado cerâmico

Código item	Coeficiente	Quantidade	Preço unitário	Preço total de cada item (incluso BDI)
		128,96		
7173	0,0275	3,55	R\$ 1.515,00	R\$ 6.561,26
88316	0,3990	51,46	R\$ 15,71	R\$ 987,17
88323	0,1330	17,15	R\$ 24,05	R\$ 503,75
93281	0,0372	4,80	R\$ 24,05	R\$ 140,90
93282	0,0516	6,65	R\$ 23,08	R\$ 187,55
TOTAL TELHAMENTO – COBERTURA CERÂMICA				R\$ 8.380,63

Fonte: Adaptada planilha SINAPI não desonerado referente ao mês de junho/2021 de Minas Gerais.

Com os preços finais do madeiramento e do telhamento, é possível calcular o valor estimado final da cobertura se está fosse feita com telhas cerâmicas. A Tabela 15 apresenta o resultado.

Tabela 15: Preço total estimado telhado cerâmico.

Telhado cerâmico	Preço
Madeiramento	R\$ 24.836,81
Telhamento	R\$ 8.380,63
VALOR FINAL – COBERTURA CERÂMICA	R\$ 33.217,44

Fonte: Arquivo próprio, 2021.

6.2.2 Edificação residencial – Telhado embutido de fibrocimento

Após estimar o custo da implantação do telhado cerâmico, foi realizado o estudo para o telhado embutido de fibrocimento.

Foram feitas as seguintes considerações:

- Neste tipo de cobertura foram adotadas as telhas de 6 mm, visto que podem ser utilizadas em coberturas de edificações residenciais que possuem qualquer altura de pé direito. Para definir a inclinação destas telhas, foi utilizado o catálogo “Telhas de fibrocimento - 2020/21”, da marca Eternit, e de acordo com o tópico “Telha ondulada 6 e 8 mm”, a inclinação mínima das telhas é de 9%. Para este caso foi adotada inclinação de 10%;

- O madeiramento do telhado de fibrocimento é similar ao telhado cerâmico, porém na trama é necessário utilizar apenas as terças, e a estrutura pontaletada (pontaletes + berços + mãos-francesas). As dimensões adotadas dos elementos de madeira estão descritas na Tabela 16.

Tabela 16: Dimensões peças de madeira - telhado fibrocimento.

Trama		Estrutura pontaletada	
Terças	6,0 x 12 cm	Pontaletes	6,0 x 16,0 cm
-	-	Berços	6,0 x 12,0 cm
-	-	Mão francesa	5,0 x 6,0 cm

Fonte: Arquivo próprio, 2021.

Da mesma forma que o telhado cerâmico, para o de fibrocimento adotou-se para as dimensões dos elementos de madeira as medidas mais usuais descritas na tabela do SINAPI, porém vale ressaltar que o dimensionamento destas peças é importante, em contrapartida, não é o objetivo deste trabalho.

- Para estimar o custo da cobertura de fibrocimento, utilizou-se a planilha do SINAPI do tipo não desonerado referente ao mês de junho de 2021 do estado de Minas Gerais, e os cadernos técnicos “Estrutura e trama para cobertura”, “Telhamento para cobertura” e “Instalações hidráulicas de águas pluviais”.

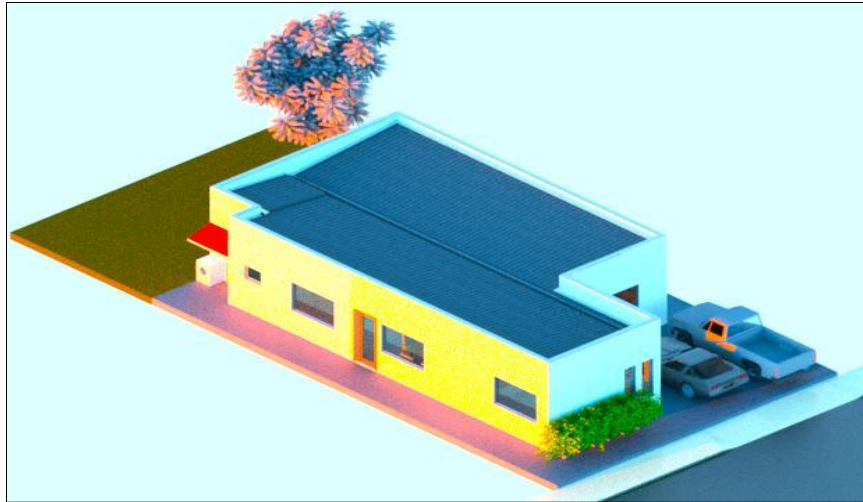
A edificação de referência com o telhado de fibrocimento é apresentada na Figura 38 e na Figura 39.

Figura 38: Edificação com telhado embutido de fibrocimento.



Fonte: Arquivo próprio, 2021.

Figura 39: Edificação com telhado embutido de fibrocimento.



Fonte: Arquivo próprio, 2021.

6.2.2.1 Telhado de fibrocimento: Madeiramento

Da mesma forma que o SINAPI divide o custo do madeiramento para os telhados cerâmicos em trama e estrutura pontaletada, nas coberturas de fibrocimento acontece o mesmo. Diante disso, serão realizados os levantamentos de custo para cada parte e posteriormente somar os valores.

Trama – cobertura de fibrocimento

A Tabela 17 apresenta a composição que será utilizada para estimar o custo de implantação da trama para o telhado de fibrocimento.

Tabela 17: Composição principal - madeiramento telhado de fibrocimento (trama).

Código composição	Descrição da composição	Unidade	Custo por m² (incluso BDI)
92543	TRAMA DE MADEIRA COMPOSTA POR TERÇAS PARA TELHADOS DE ATÉ 2 ÁGUAS PARA TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO, METÁLICA, PLÁSTICA OU TERMOACÚSTICA, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	M2	R\$ 41,80

Fonte: Adaptada planilha SINAPI não desonerado referente ao mês de junho/2021 de Minas Gerais.

A Tabela 18 mostra os insumos e as outras composições que fazem parte da composição principal.

Tabela 18: Itens que formam a composição principal.

Item	Código	Descrição item	Unidade	Coefficiente
INSUMO	4425	VIGA NAO APARELHADA *6 X 12* CM, EM MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO - BRUTA	M	0,6340
INSUMO	40568	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA 22 X 48 (4 1/4 X 5)	KG	0,0300
COMPOSICAO	88239	AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0650
COMPOSICAO	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,1180
COMPOSICAO	93281	GUINCHO ELÉTRICO DE COLUNA, CAPACIDADE 400 KG, COM MOTO FREIO, MOTOR TRIFÁSICO DE 1,25 CV - CHP DIURNO. AF_03/2016	CHP	0,0046
COMPOSICAO	93282	GUINCHO ELÉTRICO DE COLUNA, CAPACIDADE 400 KG, COM MOTO FREIO, MOTOR TRIFÁSICO DE 1,25 CV - CHI DIURNO. AF_03/2016	CHI	0,0064

Fonte: Adaptada planilha SINAPI não desonerado referente ao mês de junho/2021 de Minas Gerais.

Com os valores de coeficientes fornecidos pelo SINAPI, é inserido na planilha o valor da área total do telhado, igual a 128,96 m². Sendo assim, o valor da quantidade é multiplicado pelos coeficientes referentes a cada item. A Tabela 19 mostra o custo total da trama.

Tabela 19: Cálculo custo trama - cobertura de fibrocimento.

Código item	Coeficiente	Quantidade	Preço unitário	Preço total de cada item (incluso BDI)
		128,96		
4425	0,6340	81,76	R\$ 46,81	R\$ 4.673,80
40568	0,0300	3,87	R\$ 18,73	R\$ 88,49
88239	0,0650	8,38	R\$ 18,07	R\$ 184,98
88262	0,1180	15,22	R\$ 21,87	R\$ 406,42
93281	0,0046	0,59	R\$ 24,05	R\$ 17,43
93282	0,0064	0,83	R\$ 23,08	R\$ 23,26
TOTAL TRAMA - COBERTURA DE FIBROCIMENTO				R\$ 5.394,37

Fonte: Adaptada planilha SINAPI não desonerado referente ao mês de junho/2021 de Minas Gerais.

De acordo com o caderno técnico Estrutura e trama para cobertura (2019), para estimar o custo de implantação da trama, foram feitas as seguintes considerações:

- Considerou-se os operários envolvidos diretamente com o serviço;
- As perdas por entulho foram consideradas;
- Esta composição é válida para tramas de madeira com distanciamentos entre eixos das estruturas de apoio entre 2,40 e 3,20 metros; e distanciamento entre os eixos das terças de 1,60 metros;
- O transporte vertical foi levando em consideração;

- CHP: Representa o tempo de funcionamento do equipamento;
- CHI: Representa o tempo em que o equipamento está parado.

Estrutura pontaletada – cobertura de fibrocimento

Da mesma forma que na cobertura cerâmica, para estimar o custo de implantação da estrutura pontaletada no telhado de fibrocimento, considera-se a área total do telhado, igual a 128,96 m². A Tabela 20 apresenta a composição principal que será utilizada neste caso.

Tabela 20: Composição principal - madeiramento telhado de fibrocimento (pontaletes).

Código composição	Descrição da composição	Unidade	Custo por m ² (incluso BDI)
100382	FABRICAÇÃO E INSTALAÇÃO DE PONTALETES DE MADEIRA NÃO APARELHADA PARA TELHADOS COM ATÉ 2 ÁGUAS E COM TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO, ALUMÍNIO OU PLÁSTICA EM EDIFÍCIO RESIDENCIAL TÉRREO, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	M2	R\$ 40,83

Fonte: Adaptada planilha SINAPI não desonerado referente ao mês de junho/2021 de Minas Gerais.

A partir disto, a Tabela 21 apresenta todos os itens que fazem parte da composição principal.

Tabela 21: Insumos e composições que formam a composição principal.

Item	Código	Descrição item	Unidade	Coefficiente
INSUMO	4425	VIGA NAO APARELHADA *6 X 12* CM, EM MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO - BRUTA	M	0,2220
INSUMO	4430	CAIBRO NAO APARELHADO *5 X 6* CM, EM MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO - BRUTA	M	0,5560
INSUMO	4472	VIGA NAO APARELHADA *6 X 16* CM, EM MACARANDUBA, ANGELIM OU EQUIVALENTE DA REGIAO - BRUTA	M	0,0740
INSUMO	5075	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA 18 X 30 (2 3/4 X 10)	KG	0,1200
COMPOSICAO	88239	AJUDANTE DE CARPINTEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0730
COMPOSICAO	88262	CARPINTEIRO DE FORMAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,1160
COMPOSICAO	93281	GUINCHO ELÉTRICO DE COLUNA, CAPACIDADE 400 KG, COM MOTO FREIO, MOTOR TRIFÁSICO DE 1,25 CV - CHP DIURNO. AF_03/2016	CHP	0,0062
COMPOSICAO	93282	GUINCHO ELÉTRICO DE COLUNA, CAPACIDADE 400 KG, COM MOTO FREIO, MOTOR TRIFÁSICO DE 1,25 CV - CHI DIURNO. AF_03/2016	CHI	0,0091

Fonte: Adaptada planilha SINAPI não desonerado referente ao mês de junho/2021 de Minas Gerais.

Da mesma forma que foi feito anteriormente, o valor da área do telhado é inserido na planilha e multiplicado por cada coeficiente. Com o valor do preço unitário de cada item, e com a quantidade necessária de cada item, calcula-se o valor total de implantação da estrutura pontaletada para a cobertura de fibrocimento. Na Tabela 22 é possível ver o valor total referente à estrutura pontaletada.

Tabela 22: Cálculo custo estrutura pontaletada - cobertura de fibrocimento.

Código item	Coeficiente	Quantidade	Preço unitário	Preço total de cada item (incluso BDI)
		128,96		
4425	0,2220	28,63	R\$ 46,81	R\$ 1.636,57
4430	0,5560	71,70	R\$ 22,13	R\$ 1.937,75
4472	0,0740	9,54	R\$ 58,47	R\$ 681,41
5075	0,1200	15,48	R\$ 18,59	R\$ 351,31
88239	0,0730	9,41	R\$ 18,07	R\$ 207,74
88262	0,1160	14,96	R\$ 21,87	R\$ 399,53
93281	0,0062	0,80	R\$ 24,05	R\$ 23,48
93282	0,0091	1,17	R\$ 23,08	R\$ 33,08
TOTAL ESTRUTURA PONTALETADA-COBERTURA DE FIBROCIMENTO				R\$ 5.270,87

Fonte: Adaptada planilha SINAPI não desonerado referente ao mês de junho/2021 de Minas Gerais.

Com o valor da trama e da estrutura pontaletada, calcula-se o valor total do madeiramento para o telhado de fibrocimento. A Tabela 23 apresenta o valor total de madeiramento se a cobertura da edificação de referência for feita utilizando telhas de fibrocimento:

Tabela 23: Preço total madeiramento - telhado de fibrocimento.

Elementos	Preço
Trama	R\$ 5.394,37
Estrutura pontaletada	R\$ 5.270,87
TOTAL MADEIRAMENTO - TELHADO DE FIBROCIMENTO	R\$ 10.665,24

Fonte: Arquivo próprio, 2021.

6.2.2.2 Telhado de fibrocimento: Telhamento

Depois de estimar o custo de implantação do madeiramento, a próxima etapa é calcular o custo de implantação do telhamento da cobertura. A Tabela 24 mostra a composição que será utilizada para os cálculos.

Tabela 24: Composição principal - telhamento cobertura de fibrocimento.

Código composição	Descrição da composição	Unidade	Custo por m ² (incluso BDI)
-------------------	-------------------------	---------	--

94210	TELHAMENTO COM TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO E = 6 MM, COM RECOBRIMENTO LATERAL DE 1 1/4 DE ONDA PARA TELHADO COM INCLINAÇÃO MÁXIMA DE 10°, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSO IÇAMENTO. AF_07/2019	M2	R\$ 51,73
-------	--	----	-----------

Fonte: Adaptada planilha SINAPI não desonerado referente ao mês de junho/2021 de Minas Gerais.

Na Tabela 25 é possível identificar os itens que compõem a composição principal.

Tabela 25: Itens que formam a composição principal.

Item	Código	Descrição item	Unidade	Coefficiente
INSUMO	1607	CONJUNTO ARRUELAS DE VEDACAO 5/16" PARA TELHA FIBROCIMENTO (UMA ARRUELA METALICA E UMA ARRUELA PVC - CONICAS)	CJ	1,2600
INSUMO	4302	PARAFUSO ZINCADO ROSCA SOBERBA, CABECA SEXTAVADA, 5/16 " X 250 MM, PARA FIXACAO DE TELHA EM MADEIRA	UN	1,2600
INSUMO	7194	TELHA DE FIBROCIMENTO ONDULADA E = 6 MM, DE 2,44 X 1,10 M (SEM AMIANTO)	M2	1,3570
COMPOSICAO	88316	SERVEnte COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,1660
COMPOSICAO	88323	TELHADISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,1280
COMPOSICAO	93281	GUINCHO ELÉTRICO DE COLUNA, CAPACIDADE 400 KG, COM MOTO FREIO, MOTOR TRIFÁSICO DE 1,25 CV - CHP DIURNO. AF_03/2016	CHP	0,0053
COMPOSICAO	93282	GUINCHO ELÉTRICO DE COLUNA, CAPACIDADE 400 KG, COM MOTO FREIO, MOTOR TRIFÁSICO DE 1,25 CV - CHI DIURNO. AF_03/2016	CHI	0,0073

Fonte: Adaptada planilha SINAPI não desonerado referente ao mês de junho/2021 de Minas Gerais.

A partir dos valores de coeficientes e de custo unitário, o valor da quantidade é inserido na planilha, que resulta no custo total de telhamento, descrito na Tabela 26.

Tabela 26: Preço total telhamento - telhado de fibrocimento.

Código item	Coeficiente	Quantidade	Preço unitário	Preço total de cada item (incluso BDI)
		128,96		
1607	1,2600	162,49	R\$ 0,25	R\$ 49,61
4302	1,2600	162,49	R\$ 3,82	R\$ 758,01
7194	1,3570	175,00	R\$ 23,06	R\$ 4.928,12
88316	0,1660	21,41	R\$ 15,71	R\$ 410,70
88323	0,1280	16,51	R\$ 24,05	R\$ 484,80
93281	0,0053	0,68	R\$ 24,05	R\$ 20,08

93282	0,0073	0,94	R\$ 23,08	R\$ 26,54
TOTAL TELHAMENTO – COBERTURA DE FIBROCIMENTO				R\$ 6.677,85

Fonte: Adaptada planilha SINAPI não desonerado referente ao mês de junho/2021 de Minas Gerais.

6.2.2.3 Telhado de fibrocimento: Calha, rufos e condutores

Os telhados embutidos, que inicialmente se trata de um caso o qual a água não tem para onde escoar, necessitam dos rufos e das calhas, ou seja, após a estimativa do madeiramento e do telhamento, deve-se ainda calcular o preço total de calhas e rufos que serão utilizados. Além disso, a água que a calha é responsável por captar, deve ser direcionada para seu destino final, através dos condutores.

Calha

Para a fabricação das calhas, o material a ser utilizado deve ser resistente a corrosão, ter longa durabilidade, devem ser leves e com superfícies lisas (FAVARO, 2017, p. 17). De acordo com Tomaz (2010), os materiais mais utilizados são chapas galvanizadas, ligas de alumínio ou PVC. Para este caso, será adotada calha de aço galvanizado.

Segundo Favaro (2017), o modelo retangular é o mais utilizado visto que é de fácil fabricação e instalação.

Para determinar as dimensões da calha, é necessário todo um estudo para verificar a quantidade de água da chuva que a região da edificação irá receber.

As calhas são vendidas através da medida do corte. O site Calhas Afonsina (2020) define o corte da calha como sendo a soma de todas as medidas, ou seja, base, alturas e dobras. Para definir o valor do corte, será utilizada a Tabela 27.

Tabela 27: Tamanho do corte de acordo com a área do telhado.

Telhados com até 80 m²	Calha de corte 33 ou maior
Telhados de 80 a 100 m²	Calha de corte 33 ou maior
Telhados de 100 a 150 m²	Calha de corte 40 ou maior

Fonte: Adaptada de <http://www.calhasordep.com.br/instalacao.php> Acesso em: 26/08/2021

O telhado da edificação de referência possui 126,98 m², ou seja, será adotada uma calha com corte de 50, visto que o SINAPI aborda calhas com este corte.

Considerações:

- Será adotada para o presente estudo a calha de aço galvanizado, com corte de 50 e número 24;
- A calha da edificação de referência possui 16,10 metros.

A Tabela 28 apresenta a composição principal que será utilizada para estimar o custo de implantação da calha.

Tabela 28: Composição principal - calha.

Código composição	Descrição da composição	Unidade	Custo por m (incluso BDI)
94228	CALHA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO NÚMERO 24, DESENVOLVIMENTO DE 50 CM, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	M	R\$ 135,09

Fonte: Adaptada planilha SINAPI não desonerado referente ao mês de junho/2021 de Minas Gerais.

Os itens que fazem parte desta composição estão descritos na Tabela 29.

Tabela 29: Itens que formam a composição principal.

Item	Código	Descrição item	Unidade	Coefficiente
INSUMO	142	SELANTE ELASTICO MONOCOMPONENTE A BASE DE POLIURETANO (PU) PARA JUNTAS DIVERSAS	310ML	0,0810
INSUMO	5061	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA 18 X 27 (2 1/2 X 10)	KG	0,0130
INSUMO	5104	REBITE DE ALUMINIO VAZADO DE REPUXO, 3,2 X 8 MM (1KG = 1025 UNIDADES)	KG	0,0024
INSUMO	13388	SOLDA EM BARRA DE ESTANHO-CHUMBO 50/50	KG	0,0900
INSUMO	40783	CALHA QUADRADA DE CHAPA DE ACO GALVANIZADA NUM 24, CORTE 50 CM	M	1,0500
COMPOSICAO	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,3710
COMPOSICAO	88323	TELHADISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,2770
COMPOSICAO	93281	GUINCHO ELÉTRICO DE COLUNA, CAPACIDADE 400 KG, COM MOTO FREIO, MOTOR TRIFÁSICO DE 1,25 CV - CHP DIURNO. AF_03/2016	CHP	0,0132
COMPOSICAO	93282	GUINCHO ELÉTRICO DE COLUNA, CAPACIDADE 400 KG, COM MOTO FREIO, MOTOR TRIFÁSICO DE 1,25 CV - CHI DIURNO. AF_03/2016	CHI	0,0183

Fonte: Adaptada planilha SINAPI não desonerado referente ao mês de junho/2021 de Minas Gerais.

O SINAPI estima o custo de implantação da calha considerando o comprimento total deste elemento. Na edificação de referência, a calha possui comprimento total de 16,10 metros. Sendo assim, este valor é inserido na planilha e multiplicado por cada coeficiente. A Tabela 30 apresenta os resultados.

Tabela 30: Preço total calha - telhado de fibrocimento.

Código item	Coeficiente	Quantidade	Preço unitário	Preço total de cada item (incluso BDI)
		16,10		
142	0,0810	1,30	R\$ 20,14	R\$ 32,07
5061	0,0130	0,21	R\$ 18,28	R\$ 4,68
5104	0,0024	0,04	R\$ 93,15	R\$ 4,40
13388	0,0900	1,45	R\$ 243,32	R\$ 430,56
40783	1,0500	16,91	R\$ 69,95	R\$ 1.444,07
88316	0,3710	5,97	R\$ 15,71	R\$ 114,60
88323	0,2770	4,46	R\$ 24,05	R\$ 130,99
93281	0,0132	0,21	R\$ 24,05	R\$ 6,24
93282	0,0183	0,29	R\$ 23,08	R\$ 8,30
TOTAL CALHA – COBERTURA DE FIBROCIMENTO				R\$ 2.175,90

Fonte: Adaptada planilha SINAPI não desonerado referente ao mês de junho/2021 de Minas Gerais.

Rufos

Além das calhas, nos telhados embutidos os rufos são elementos essenciais. De acordo com Favaro (2017), estes acessórios evitam que a água infiltre nas juntas entre telhados e rachaduras nas paredes, ou infiltrações por capilaridade nas paredes da cobertura. Segundo França (2019), os rufos são feitos geralmente com chapa metálica e são fixados com pregos, além de uma camada de argamassa na borda para garantir a vedação.

Os rufos são vendidos de acordo com o tamanho do seu respectivo corte. O ideal, similar à calha, seria fazer um estudo mais aprofundado para dimensionar estes elementos, porém, como não é o objetivo deste trabalho, serão adotados rufos com o mesmo número da calha utilizada.

Considerações:

- O rufo escolhido será em chapa de aço galvanizado, para o material ser similar ao da calha, facilitando na hora da compra;
- O corte adotado será de 25 cm, os rufos são número 24 (similar à calha, só por questão de simplificação);

- O comprimento total dos rufos que deverão ser fixados na alvenaria é de aproximadamente 50,20 metros. Os rufos que ficarão entre as telhas e a alvenaria totalizam um valor aproximado de 48,80 metros. Somando estes dois valores tem-se um comprimento total de 99,00 metros.

A Tabela 31 apresenta a composição principal que será adotada para fazer a estimativa de custo dos rufos, no telhado embutido.

Tabela 31: Composição principal - rufo.

Código composição	Descrição da composição	Unidade	Custo por m (incluso BDI)
94231	RUFO EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO NÚMERO 24, CORTE DE 25 CM, INCLUSO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	M	R\$ 76,40

Fonte: Adaptada planilha SINAPI não desonerado referente ao mês de junho/2021 de Minas Gerais.

Os insumos e composição que fazem parte da principal estão descritos na Tabela 32.

Tabela 32: Itens que formam a composição principal.

Item	Código	Descrição item	Unidade	Coefficiente
INSUMO	142	SELANTE ELASTICO MONOCOMPONENTE A BASE DE POLIURETANO (PU) PARA JUNTAS DIVERSAS	310ML	0,1980
INSUMO	5061	PREGO DE AÇO POLIDO COM CABECA 18 X 27 (2 1/2 X 10)	KG	0,0060
INSUMO	5104	REBITE DE ALUMINIO VAZADO DE REPUXO, 3,2 X 8 MM (1KG = 1025 UNIDADES)	KG	0,0012
INSUMO	13388	SOLDA EM BARRA DE ESTANHO-CHUMBO 50/50	KG	0,0450
INSUMO	40873	RUFO INTERNO/EXTERNO DE CHAPA DE AÇO GALVANIZADA NUM 24, CORTE 25 CM	M	1,0500
COMPOSICAO	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,2070
COMPOSICAO	88323	TELHADISTA COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,1120
COMPOSICAO	93281	GUINCHO ELÉTRICO DE COLUNA, CAPACIDADE 400 KG, COM MOTO FREIO, MOTOR TRIFÁSICO DE 1,25 CV - CHP DIURNO. AF_03/2016	CHP	0,0132
COMPOSICAO	93282	GUINCHO ELÉTRICO DE COLUNA, CAPACIDADE 400 KG, COM MOTO FREIO, MOTOR TRIFÁSICO DE 1,25 CV - CHI DIURNO. AF_03/2016	CHI	0,0183

Fonte: Adaptada planilha SINAPI não desonerado referente ao mês de junho/2021 de Minas Gerais.

A próxima etapa é multiplicar a quantidade de rufos por cada coeficiente. A Tabela 33 apresenta os resultados e o custo total de implantação dos rufos.

Tabela 33: Preço total rufos - telhado de fibrocimento.

Código item	Coeficiente	Quantidade	Preço unitário	Preço total de cada item (incluso BDI)
		99,00		
142	0,1980	19,602	R\$ 20,14	R\$ 482,11
5061	0,0060	0,594	R\$ 18,28	R\$ 13,26
5104	0,0012	0,1188	R\$ 93,15	R\$ 13,52
13388	0,0450	4,455	R\$ 243,32	R\$ 1.323,77
40873	1,0500	103,95	R\$ 38,82	R\$ 4.927,96
88316	0,2070	20,493	R\$ 15,71	R\$ 393,17
88323	0,1120	11,088	R\$ 24,05	R\$ 325,66
93281	0,0132	1,3068	R\$ 24,05	R\$ 38,38
93282	0,0183	1,8117	R\$ 23,08	R\$ 51,06
TOTAL RUFOS – COBERTURA DE FIBROCIMENTO				R\$ 7.568,88

Fonte: Adaptada planilha SINAPI não desonerado referente ao mês de junho/2021 de Minas Gerais.

Condutores

Os condutores que serão analisados para o cálculo do custo de implantação da cobertura embutida serão embutidos nas paredes.

Considerações:

- Serão implantados dois condutores, que começam na parte central da calha até o chão do lado esquerdo da edificação, quando vista de frente;
- Cada um possui o comprimento total de aproximadamente 7,80 metros (distância que o tubo irá percorrer no telhado somada ao comprimento de descida nas paredes até o chão), sendo assim, comprimento total dos condutores igual a 15,60 metros;
- Segundo Carvalho; Machado (2020) o material mais comum utilizado para condutores é o PVC. Normalmente a cor deste material é a branca, porém o ideal para esta situação são os tubos de cor cinza (série R), por terem maior resistência, de acordo com os mesmos autores;
- De acordo com a NBR 10844/1989 – “Instalações Prediais de Águas Pluviais” o diâmetro interno mínimo dos condutores verticais de seção circular é de 70 mm. Para este caso será adotado o valor de 75 mm, visto que o SINAPI não engloba os valores de 70 mm no caderno técnico;

A Tabela 34 apresenta a composição principal que será utilizada.

Tabela 34: Composição principal - condutores.

Código composição	Descrição da composição	Unidade	Custo por m (incluso BDI)
89576	TUBO PVC, SÉRIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 75 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM CONDUTORES VERTICAIS DE ÁGUAS PLUVIAIS. AF_12/2014	M	R\$ 35,10

Fonte: Adaptada planilha SINAPI não desonerado referente ao mês de junho/2021 de Minas Gerais.

Os itens e outras composições que fazem parte da composição principal estão descritos na Tabela 35.

Tabela 35: Insumos e composições que formam a composição principal.

Item	Código	Descrição item	Unidade	Coefficiente
INSUMO	122	ADESIVO PLASTICO PARA PVC, FRASCO COM 850 GR	UN	0,0034
INSUMO	9839	TUBO PVC, SERIE R, DN 75 MM, PARA ESGOTO OU ÁGUAS PLUVIAIS PREDIAIS (NBR 5688)	M	1,0400
INSUMO	20083	SOLUCAO LIMPADORA PARA PVC, FRASCO COM 1000 CM3	UN	0,0053
INSUMO	38383	LIXA D'AGUA EM FOLHA, GRAO 100	UN	0,0130
COMPOSICAO	88248	AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0700
COMPOSICAO	88267	ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0700

Fonte: Adaptada planilha SINAPI não desonerado referente ao mês de junho/2021 de Minas Gerais.

Como a quantidade dos condutores é inserida em metros, o total do comprimento igual a 15,60 metros será multiplicado por cada coeficiente. A Tabela 36 apresenta os resultados.

Tabela 36: Preço total condutores - telhado de fibrocimento.

Código item	Coefficiente	Quantidade	Preço unitário	Preço total de cada item (incluso BDI)
		15,60		
122	0,0034	0,05	R\$ 61,42	R\$ 3,98
9839	1,0400	16,22	R\$ 24,61	R\$ 487,59
20083	0,0053	0,08	R\$ 53,34	R\$ 5,39
38383	0,0130	0,20	R\$ 1,95	R\$ 0,49
88248	0,0700	1,09	R\$ 16,32	R\$ 21,76
88267	0,0700	1,09	R\$ 21,60	R\$ 28,81
TOTAL CONDUTORES - COBERTURA DE FIBROCIMENTO				R\$ 548,01

Fonte: Adaptada planilha SINAPI não desonerado referente ao mês de junho/2021 de Minas Gerais.

Com o custo de implantação do madeiramento, telhamento, calha e rufos, pode-se agora ver o custo total estimado de implantação do telhado embutido de fibrocimento. A Tabela 37 apresenta o resultado.

Tabela 37: Preço total estimado telhado de fibrocimento.

Telhado de fibrocimento	Preço
--------------------------------	--------------

Madeiramento	R\$ 10.665,24
Telhamento	R\$ 6.677,85
Calha	R\$ 2.175,90
Rufos	R\$ 7.568,88
Condutores	R\$ 548,01
VALOR FINAL – COBERTURA DE FIBROCIMENTO	R\$ 27.635,88

Fonte: Arquivo próprio, 2021.

6.2.3 Edificação residencial – Telhado verde (tipo extensivo)

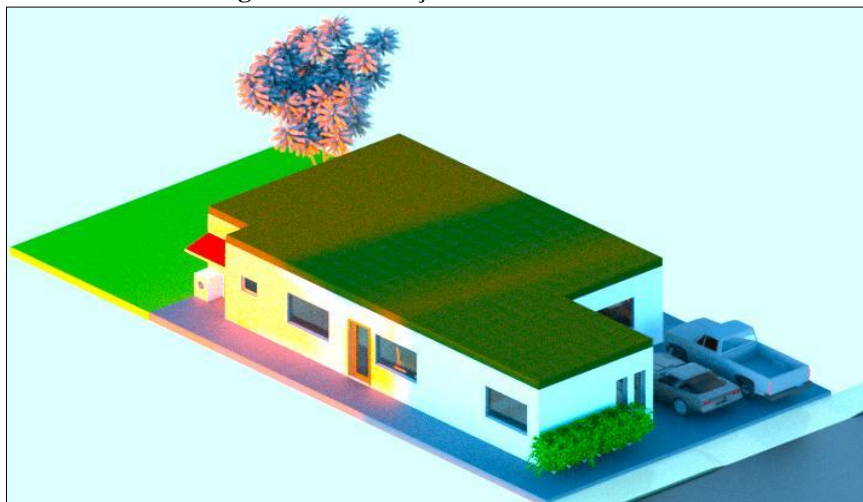
Para a presente edificação, adotou-se o telhado verde do tipo extensivo, devido a sua maior facilidade de instalação e de manutenção. A Figura 40 e a Figura 41 apresentam a edificação residencial com a cobertura verde.

Figura 40: Edificação com telhado verde.



Fonte: Arquivo próprio, 2021.

Figura 41: Edificação com telhado verde.



Fonte: Arquivo próprio, 2021.

Considerações:

- A primeira camada que compõem o telhado verde é a qual este será instalado, no caso a laje. Neste trabalho utilizou-se a laje do tipo maciça de concreto armado. Franco (2021) afirma que a inclinação mínima desta laje deve ser de 2%, para garantir uma drenagem adequada e evitar a estagnação da água;
- Para estimar o custo de implantação da cobertura verde, foi necessário recorrer à empresas especializadas no assunto, porém, as duas empresas que responderam ao pedido de orçamento não trabalham com a etapa de impermeabilização e irrigação, e uma delas não solicitou o custo para etapa de drenagem.
 - A etapa de irrigação, seria mais conveniente que fosse incluída no projeto hidráulico, por isto não será abordada no presente trabalho, entretanto, Polderman (2015, p.1) afirma que esta parte é de grande importância para a vida útil do telhado verde, principalmente da vegetação, visto que é a melhor maneira de assegurar plantas saudáveis e duráveis;
 - Para fazer o levantamento de custo da etapa de impermeabilização⁷, utilizou-se o caderno técnico Impermeabilização (SINAPI, 2019). É necessário, além de impermeabilizar também proteger esta camada contra a penetração de raízes⁸. Para esta fase, será utilizada uma composição do SINAPI que além de ser resistente à penetração das raízes também é material impermeabilizante;
 - Para a etapa de impermeabilização, será utilizada a membrana à base de poliuretano;
 - Para a etapa de drenagem, como a segunda empresa não incluiu o valor desta no orçamento, ele foi estimado com base no valor enviado pela primeira empresa.

A Tabela 38 apresenta o resumo do que foi obtido e do que deverá ser estimado através de outras fontes.

Tabela 38: Dados fornecidos por cada empresa.

	Empresa 1	Empresa 2
Materiais	X	X
Mão de obra	X	X
Drenagem	X	-

⁷ A impermeabilização da laje, de acordo com Nakamura (2020) deve ser feita utilizando algum material que possui elevada resistência mecânica e durabilidade.

⁸ Segundo Guss (2013) a membrana de proteção contra raízes serve para controlar o crescimento de raízes da vegetação. Segundo Costa (2018), para esta fase pode-se utilizar seladores fluídos com poliuretano em sua composição. Existem atualmente no mercado outros materiais que possuem em sua composição elementos impermeabilizantes e resistente à penetração de raízes, por exemplo a manta asfáltica anti-raízes, ou as geomembranas de PVC.

Irrigação	-	-
Impermeabilização	-	-
Frete	X	X

Fonte: Arquivo próprio, 2021.

Impermeabilização – membrana à base de poliuretano

Para estimar o custo de implantação da camada impermeabilizante, será utilizada a composição descrita na Tabela 39.

Tabela 39: Composição principal - membrana à base de poliuretano.

Código composição	Descrição da composição	Unidade	Custo por m (incluso BDI)
98553	IMPERMEABILIZAÇÃO DE SUPERFÍCIE COM MEMBRANA À BASE DE POLIURETANO, 2 DEMÃOS. AF_06/2018	M2	R\$ 100,37

Fonte: Adaptada planilha SINAPI não desonerado referente ao mês de junho/2021 de Minas Gerais.

A Tabela 40 apresenta todos os itens que fazem parte da composição principal.

Tabela 40: Itens que formam a composição principal.

Item	Código	Descrição item	Unidade	Coefficiente
INSUMO	43148	MEMBRANA IMPERMEABILIZANTE A BASE DE POLIURETANO	KG	2,0000
COMPOSICAO	88243	AJUDANTE ESPECIALIZADO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,0960
COMPOSICAO	88270	IMPERMEABILIZADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,4760

Fonte: Adaptada planilha SINAPI não desonerado referente ao mês de junho/2021 de Minas Gerais.

Diante disto, o valor da quantidade é multiplicado por cada coeficiente, resultando no custo total de implantação da membrana à base de poliuretano. A Tabela 41 descreve os resultados.

Tabela 41: Preço total camada impermeabilizante - telhado verde.

Código item	Coefficiente	Quantidade	Preço unitário	Preço total de cada item (incluso BDI)
		128,96		
43148	2,0000	257,92	R\$ 34,93	R\$ 11.001,97
88243	0,0960	12,38	R\$ 19,13	R\$ 289,22
88270	0,4760	61,38	R\$ 22,06	R\$ 1.653,69
TOTAL IMPERMEABILIZAÇÃO- COBERTURA VERDE				R\$ 12.944,88

Fonte: Adaptada planilha SINAPI não desonerado referente ao mês de junho/2021 de Minas Gerais.

Com a etapa de impermeabilização calculada separada, serão apresentados os orçamentos recebidos por cada empresa.

Empresa 1

Foi solicitado para esta empresa, um orçamento para uma cobertura verde do tipo extensiva que será instalada em laje, com área total de 128,96 m².

A Tabela 42 apresenta todos os itens que compõem o orçamento.

Tabela 42: Orçamento empresa 1.

ORÇAMENTO EMPRESA 1

Descrição	Quantidade	Unidade
Materiais jardim e drenagem		
MÓDULO ALVEOLAR 0,7 x 1,15 x 0,015 METROS (0,805 M ²)	162,00	PÇ
BIDIM DRENO 2 x 3 0x 200 RT09 LAGO/TELHADO	142,00	M ²
COMPOSTO ORGÂNICO (SACOS DE 36l - 25 KG)	4643,00	LTS
MEMBRANA FAG14 (FELTRO VEGETADO COM BOLDO CHILENO) - PEÇA DE 0,75 x 2,00 = 1,50 M ²)	136,00	M ²
FORTH GEL BALDE 12 KG	3,00	KG
PORTA TAMPA P/ CAIXA SIFONADA PVC BR 250 MM ESG CLASSE 8 TIGRE	3,00	PÇ
TAMPA CEGA REDONDA PVC BR 250 MM ESGOTO CLASSE 8 TIGRE	3,00	PÇ
TUBO 250 MM ESGOTO CLASSE 8 TIGRE	0,36	M
BRITA 00	27,00	LTS
TOTAL - MATERIAIS E DRENAGEM	R\$ 26.083,22	
TOTAL - MÃO DE OBRA	R\$ 4.642,56	
TOTAL - FRETE	R\$ 7.000,00	
TOTAL ORÇAMENTO EMPRESA 1	R\$ 37.725,78	

Fonte: Arquivo próprio, 2021.

Observações que a empresa incluiu:

- É obrigatório ter um ponto de água na cobertura para irrigação da vegetação;
- Recomenda-se para este tipo de telhado uma manutenção semestral da vegetação.

Para obter um valor mais preciso do custo da cobertura verde, no valor total recebido pela empresa será adicionado o custo total de implantação da camada de impermeabilização. A Tabela 43 mostra o resultado final aproximado do custo de implantação do telhado verde segundo a empresa 1.

Tabela 43: Preço total estimado cobertura verde – empresa 1.

Telhado verde	Preço
Orçamento inicial empresa 1	R\$ 37.725,78
Impermeabilização	R\$ 12.944,88
TOTAL TELHADO VERDE – EMPRESA 1	R\$ 50.670,66

Fonte: Arquivo próprio, 2021.

Empresa 2

Para esta empresa foi solicitado o orçamento com base nas informações já descritas anteriormente.

O orçamento recebido está apresentado na Tabela 44.

Tabela 44: Orçamento empresa 2.

ORÇAMENTO EMPRESA 2		
Descrição	Quantidade	Unidade
SISTEMA GEODRAIN	165	M ²
SUBSTRATO PARA TELhado VERDE - NUTRICIONAL	127	SC 35 LTS
BRITA GRANITO Nº2	13	SC 40 KG
MINI TRADESCANTIA (CALLISIA REPENS)	13	SC (10 M ²)
TOTAL - MATERIAIS		R\$ 14.705,00
TOTAL - MÃO DE OBRA		R\$ 9.800,96
TOTAL - FRETE		R\$ 3.100,00
TOTAL ORÇAMENTO EMPRESA 2		R\$ 27.605,96

Fonte: Arquivo próprio, 2021.

Além disso, esta empresa também não forneceu o valor da etapa de impermeabilização, por isso no valor total do orçamento será somado também o valor de implantação da camada impermeabilizante.

Como esta empresa não apresentou o valor da etapa de drenagem incluído, ele será estimado a partir do valor total de implantação da empresa 1.

A Tabela 45 apresenta o valor total de implantação do telhado verde segundo a empresa 2.

Tabela 45: Preço total estimado cobertura verde – empresa 2.

Telhado verde	Preço
Orçamento inicial empresa 2	R\$ 27.605,96
Impermeabilização	R\$ 12.944,88
Drenagem (valor aproximado)	R\$ 3.000,00
TOTAL TELhado VERDE - EMPRESA2	R\$ 43.550,84

Fonte: Arquivo próprio, 2021.

A partir dos dois valores das empresas, foi estimado um valor médio de implantação da cobertura. O resultado está apresentado na Tabela 46.

Tabela 46: Preço total estimado cobertura verde.

TOTAL TELhado VERDE - EMPRESA1	R\$ 50.670,66
TOTAL TELhado VERDE - EMPRESA2	R\$ 43.550,84
TOTAL TELhado VERDE	R\$ 47.110,75

Fonte: Arquivo próprio, 2021.

6.3 Comparação dos resultados obtidos

A partir de todos os cálculos descritos anteriormente, a Tabela 47 apresenta o custo de implantação de cada tipo de telhado.

Tabela 47: Preço total coberturas.

Tipo	Área (m²)	Custo por m²	Custo total
Telhado cerâmico	128,96	R\$ 210,92	R\$ 33.217,44
Telhado de fibrocimento		R\$ 175,48	R\$ 27.635,88
Telhado verde		R\$ 347,13	R\$ 47.110,75

Fonte: Arquivo próprio, 2021.

Os resultados provam que o valor da implantação da cobertura verde supera o valor dos demais telhados, devido à diversos fatores. Um deles é a falta de mão de obra especializada, visto que ambas as empresas são localizadas em metrópoles. O fato de não ter especialistas na cidade de Piumhi – MG dificulta o uso deste método na cidade, porém se trata de uma via de mão dupla, o que significa que se houvesse uma alta demanda de pessoas interessadas em instalar a cobertura verde em suas edificações, seria conveniente uma empresa especializada na área ser fundada na cidade.

Outro motivo que interfere no valor final de instalação do telhado verde são os materiais utilizados. Os materiais usados nas coberturas convencionais já são populares e suas características já são muito difundidas entre as pessoas, em contrapartida, os materiais que compõem as coberturas verdes podem ser novidade para a maioria da população. Neste caso, no orçamento das duas empresas estava incluído o valor do frete, o que aumenta no valor total de instalação. Para este trabalho, foi estimado o custo de implantação para a cidade de Piumhi – MG, sendo assim, as duas empresas enviaram valores do frete para esta cidade. Se o valor do frete for desconsiderado, é possível estimar o custo de instalação em qualquer cidade da região metropolitana, por exemplo.

Um outro ponto importante para levar em consideração são os diversos benefícios que o telhado verde proporciona. De acordo com Jesus (2018), a instalação das coberturas sustentáveis auxiliaria no combate às ilhas calor, na diminuição da poluição do ar, na retenção das águas pluviais e no isolamento térmico acústico, além de valorizar o imóvel. O telhado convencional do tipo fibrocimento gera superaquecimento nas edificações, gerando grande desconforto para os usuários e para o meio ambiente em geral. O telhado verde, por ser composto de vegetação, auxilia no processo de resfriamento e na absorção de calor. De acordo com Catuzzo (2013) ao comparar dois edifícios localizados na capital paulista, um com área verde o outro com laje de concreto, o primeiro apresentou temperatura de até 5,3 graus Celsius

(°C) mais baixa do que o segundo. O autor ainda conclui que essa diferença de temperatura faz uma grande diferença no microclima.

Segundo Gehard; Bergmann (2018) quando se pensa a longo prazo, as coberturas sustentáveis possuem mais vantagens do que as convencionais, principalmente na redução de energia, devido ao melhor controle de temperatura do ar. Catuzzo (2013) compara a expansão deste tipo de telhado com a formação de corredores ecológicos, interligando várias coberturas verdes às áreas preservadas, como praças e parques.

Uma outra dúvida que surge quando se fala dos telhados verdes é sobre a drenagem. Como pode ser visto no trabalho, os telhados embutidos também necessitam de um planejamento quanto à drenagem, para que não obstrua a água e prejudique a estrutura. Estes são pontos que todo tipo de cobertura necessita de atenção.

Em relação às manutenções, qualquer estrutura feita de qualquer material necessita de reparação. Geralmente as coberturas ficam fora do alcance do olhar das pessoas, porém nenhum material possui vida útil eterna, sendo assim todos eles necessitam de reparos periodicamente. Nos telhados convencionais, em especial os embutidos, são necessárias limpezas periódicas nas calhas, para desentupir e não ocorrer transbordamento. De acordo com Coelho (2020), a falta de limpeza nestes elementos pode causar entupimento, reduzindo a vazão da água ou até mesmo impedindo o escoamento, o que reduz o tempo de vida útil da estrutura. A limpeza do telhado é essencial, porém não é o único tipo de manutenção que deve ser feito. Além disso, devem ser feitas verificações periódicas nas telhas, para saber se elas estão em bom estado ou não. É importante lembrar que elas são frágeis e quebram com facilidade quando absorvem calor.

Ecotelhado (2020) afirma que a maioria das pessoas ficam desconfiadas com a cobertura verde, por acreditarem que é um preço fora da realidade. A verdade é que para a instalação ser feita da melhor e mais econômica forma, é necessário sobretudo planejamento. Existem diversos tipos de telhados verdes e várias formas de instalação.

Para que o uso dos telhados sustentáveis aumente, é necessário que todas as informações a respeito deste método sejam disseminadas entre a população. O seu custo inicialmente é maior quando comparado aos outros telhados, porém seus benefícios e vantagens se tornam muito maiores diante das coberturas convencionais.

De acordo com Henriques Jr. (2018), leis de incentivo governamentais mostraram grande importância nas cidades onde foram implantadas, gerando resultados favoráveis. No Brasil, algumas cidades já adotaram essas medidas, e os resultados já podem ser observados. Dutra; Silva (2018) afirmam que em função do aumento das políticas públicas sobre adoção das coberturas sustentáveis, novas empresas irão surgir, e a competitividade fará com que os

preços sejam ajustados, tornando o método mais atraente economicamente. Henriques Jr. (2018), afirma que as leis não só promovem o incentivo do uso dos telhados verdes, como também de diversas técnicas sustentáveis.

O uso do telhado verde além de ser viável é essencial. Com o aumento das edificações, e dos automóveis, a temperatura nas cidades cresceu significativamente. Diante disso, o consumo de energia elétrica também aumentou, com o uso de ventiladores, ar condicionado, entre outros aparelhos. Métodos sustentáveis existem para trazer conforto para os usuários causando o mínimo impacto possível ao meio ambiente.

O crescimento dos loteamentos, principalmente nas cidades de interior, trouxe diversos benefícios para as pessoas, porém juntamente com isto as áreas impermeáveis aumentaram. De início pode não parecer preocupante, porém daqui alguns anos a qualidade de vida da população pode reduzir significativamente, devido ao aumento da absorção de calor.

Com os resultados obtidos, percebe-se que as coberturas convencionais são mais viáveis economicamente, no entanto, se o usuário puder optar pelo tipo de telhado, os verdes são uma ótima escolha pelos motivos já descritos acima.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados descritos neste trabalho, os objetivos propostos foram alcançados. Foram apresentados cada tipo de telhado as suas características principais, além disso, foi possível apresentar os custos de implantação com base em valores, os mais reais possíveis, visto que duas empresas especializadas no assunto apresentaram seus respectivos orçamentos.

É importante reforçar que, mesmo o telhado verde sendo mais caro, deve-se levar em consideração suas importantes vantagens. Se o cliente possui a condição de optar pelo tipo de cobertura, o verde é uma ótima opção.

As cidades vão continuar se desenvolvendo, e a retirada de áreas permeáveis irão aumentar gradativamente. As coberturas sustentáveis são ideais para este tipo de situação, proporcionando conforto para os usuários e também para o meio ambiente. Desenvolvimento e natureza não devem ser vistos como opostos, e sim aliados. É possível construir e adaptar o ambiente às necessidades humanas gerando menor impacto ao ecossistema natural. Pesquisas relacionadas ao assunto possuem grande importância, e devem continuar sendo desenvolvidas, buscando sempre alcançar o máximo de pessoas possível.

Em Piumhi, interior de Minas Gerais, o processo para uso dos telhados verdes é lento, bem como em toda cidade pequena. Alguns centros urbanos maiores já fazem o uso desta técnica, mesmo que em pequena escala, como foi apresentado na revisão bibliográfica. O primeiro passo é apresentar para toda a população o que é este método, como ele funciona, quais são as suas características, e que ele tem a mesma finalidade das coberturas convencionais, porém com muito mais vantagens.

A principal forma de incentivo para o aumento do uso deste método é através de políticas públicas. De acordo com IBGE (2015), aproximadamente 66% dos municípios brasileiros já possuem código de obras⁹. Na maioria destes documentos, regras quanto ao uso e parcelamento do solo estão descritas, bem como estão definidas as porcentagens de áreas permeáveis que são obrigatórias para cada tipo de obra.

Algumas leis já consideram algumas ações sustentáveis como forma de substituir à taxa de permeabilidade, por exemplo a lei complementar 5.481, de 20 de dezembro de 2019, da cidade de Teresina, Piauí. Na Subseção I, Art. 75 no parágrafo único, está descrito que empreendimentos que fazem o uso de técnicas sustentáveis podem receber até 50% de desconto nos valores a serem pagos pela aquisição de Outorga Onerosa de Construir¹⁰, sendo 20% relacionado à captação e reuso de água de chuva; 12,5% sobre a utilização de trincheira de infiltração; 12,5% para jardins de chuva e 5% para o uso dos telhados verdes. Além disso, na Seção II Art. 237, os telhados verdes são aceitos como forma de substituir a taxa de permeabilidade.

Na cidade de Piumhi–MG, existe a lei complementar nº 67, de 25 de setembro de 2019 nomeada Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo. Ela estabelece as normas e condições para parcelar, ocupar e usar o solo do município. Na Subseção III estão descritos todos os critérios sobre as taxas de permeabilidade, e no Anexo V da norma estão todos os valores mínimos. De acordo com a tabela Parâmetros Urbanísticos apresentada no Anexo V da lei complementar nº 67, o valor mínimo de taxa de impermeabilização depende do tipo e localização da obra. Em geral, utiliza-se o mínimo de 20%, ou seja, em um determinado terreno, vinte por cento da área total não pode ser construída. É uma opção propor um projeto de lei que permita substituir esta porcentagem de área permeável pelos telhados verdes, uma ideia que pode ser utilizada para

⁹ De acordo com Lage (2021), o código de obras é uma lei municipal que define normas para a execução de construções. É um documento que descreve as principais regras que devem ser seguidas para a implantação de qualquer novo edifício, de qualquer natureza, no território municipal.

¹⁰ O artigo 287 da lei complementar 5.481, de 20 de dezembro de 2019, da cidade de Teresina, Piauí define a Outorga Onerosa do Direito de Construir como sendo um instrumento que permite ao Poder Executivo Municipal autorizar, mediante contrapartida a ser prestada pelo beneficiário, o direito de construir acima do Índice de Aproveitamento Básico, até o Índice de Aproveitamento Máximo.

projetos futuros e que pode gerar resultados favoráveis, visto que, além do cliente conseguir utilizar toda a área do lote, ele ainda está contribuindo para o desenvolvimento sustentável. Diante do atual cenário, as implantações de normas deste tipo provavelmente resultariam em um aumento das edificações com técnicas sustentáveis, incluindo os telhados verdes.

Uma cidade não se torna sustentável do dia para a noite, porém é necessário começar. As políticas ambientais possuem papel fundamental nisto, juntamente com palestras em escolas e universidades, e com a divulgação de pesquisas a respeito do assunto. Não é forçando as pessoas a utilizarem telhados verdes que o problema será resolvido. Não só adultos são responsáveis pela mudança, crianças e adolescentes conhecerem o telhado verde é importante, pois provavelmente se tornarão adultos mais conscientes do ponto de vista ambiental.

A popularização dos telhados verdes em Piumhi – MG descreveria um avanço inexplicável para toda a cidade e região. Todas as ideias descritas anteriormente podem se tornar leis para o município, através de projetos futuros, abrindo portas para que a cidade faça parte do grupo das que incentivam construções sustentáveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSINAS, Calhas. **Calhas e Rufos**. 2020. Disponível em: <http://calhasafonsina.com.br/dicas/#:~:text=Corte%20%C3%A9%20a%20soma%20das,%20%20portanto%20%C3%A9%20corte%2033..> Acesso em: 02 out. 2021.

ALBERTO, Eduardo Zarzur et al. Estudo do telhado verde nas construções sustentáveis. Proceedings of Safety, Health and Environment World Congress. 2013. p.171-173. **Ambiente Gaia**. Telhado Ecológico. 7 jan. 2013. Disponível em: <http://www.ambientegaia.com.br/noticias.php?p=41>>. Acesso em: 17/03/2016.

ALBERTO, Eduardo Zarzur; RECCHIA, Fabrício Mofarrej; PENEDO, Sergio Ricardo Master; PALETTA, Francisco Carlos. Estudo dos telhados verdes nas construções sustentáveis. In: **XII SAFETY, HEALTH AND ENVIRONMENT WORLD CONGRESS**, 12, 2012, São Paulo. São Paulo: Shewc, 2012. p. 171-173. Disponível em: <https://www.agriverdes.com.br/biblioteca/wp-content/uploads/2019/06/estudo-do-telhado-verde.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2021.

AMBASZ, Emilio. **ACROS Fukuoka**: prefectural international hall. Prefectural International Hall. 2020. Disponível em: <https://www.archilovers.com/projects/274078/acros-fukuoka-prefectural-international-hall.html>. Acesso em: 04 jul. 2021.

ANVERSA, Giseli Barbosa. **Teto verde**: vantagens e desvantagens. Vantagens e desvantagens. 2020. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/telhado-verde/>. Acesso em: 11 abr. 2021.

ARAÚJO, Sidney Rocha de. **As funções dos telhados verdes no meio urbano, na gestão e no planejamento de recursos hídricos**. 2007. 28 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Florestal, Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica-RJ, 2007. Disponível em: <https://ecotelhado.com/wp-content/uploads/2015/03/Funcoes-dos-Telhados-Verdes-no-Meio-Urbano.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844**: Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro: ABNT, 1989. 13 p. Disponível em: <https://ecivilufes.files.wordpress.com/2013/06/nbr-10844-1989-instalac3a7c3b5es-prediais-de-c3a1guas-pluviais.pdf>. Acesso em: 07 out. 2021.

BACHA, Maria de Lourdes; SANTOS, Jorgina; SCHAUN, Angela. Considerações teóricas sobre o conceito de Sustentabilidade. In: VII SEGET, 7., 2010, Resende. **Artigo**. Resende: Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 2010. p. 1-14. Disponível em: https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos10/31_cons%20teor%20bacha.pdf. Acesso em: 13 out. 2021.

BALDESSAR, Silvia Maria Nogueira. **Telhado Verde e a sua contribuição na redução da vazão da água pluvial escoada**. 2012. 125 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia da Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/52621/R%20-%20D%20-%20SILVIA%20MARIA%20NOGUEIRA%20BALDESSAR.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 07 jul. 2021.

BESEN, Gina Rizpah; GÜNTHER, Wanda Maria Risso; RODRIGUES, Angela Cassia; BRASIL, Ana Lúcia. **Resíduos sólidos: vulnerabilidades e perspectivas**: a insustentabilidade da geração excessiva de resíduos sólidos. São Paulo: Ex-Libris, 2010.

BEZERRA, Isabelle Marie Trindade; SANTOS, Cláudio Batista dos; SILVA, Kathia Batista de Asevêdo; SILVA, Cibelle Guimarães; CURI, Rosires Catão. Melhoramento das condições ambientais com o uso de telhados verdes. In: Encontro mineiro de Engenharia de Produção, 5., 2009, Viçosa. **Simpósio**. Viçosa: Encontro Mineiro de Engenharia de Produção, 2009. p. 1-12. Disponível em: <https://www.agriverdes.com.br/biblioteca/wp-content/uploads/2019/06/USO-DOS-TELHADOS-VERDES.pdf>. Acesso em: 09 ago. 2021.

BEZERRA, Maria Izabelly Lima; SANTOS, Joel Silva dos; AGUIAR, Ávilla Pessoa. Ilhas de Calor: importância da vegetação na amenização climática em João Pessoa/PB. **Revista Brasileira de Geografia Física**, João Pessoa, v. 6, n. 5, p. 1499-1516, jun. 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/233120/27035>. Acesso em: 16 abr. 2021.

BOETTGER, Gabriela Correa; MARTINS, Peter Mendes. **Estudo comparativo entre telhas onduladas de fibrocimento e telhas onduladas ecológicas**. 2018. 53 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, 2018.

BORGES, Luís Antônio Coimbra; REZENDE, José Luiz Pereira de; PEREIRA, José Aldo Alves; COELHO JÚNIOR, Luiz Moreira; BARROS, Dalmo Arantes de. Áreas de preservação permanente na legislação ambiental brasileira. **Ciência Rural**, [S.L.], v. 41, n. 7, p. 1202-1210, jul. 2011. UNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-84782011000700016>.

BRANCO, Renata. **Vantagens de encanamento de PVC**. 2020. Disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=27&Cod=1512>. Acesso em: 15 out. 2021.

BRASIL (Estado). Lei Complementar nº 5481, de 20 de dezembro de 2019. Dispõe sobre o Plano Diretor de Teresina, denominado “Plano Diretor de Ordenamento Territorial - PDOT”, e dá outras providências. **Lei Complementar Nº 5.481**, Teresina, PI, 20 dez. 2019. p. 1-115.

BRASIL (Município). Instrução Nº 22. Porto Alegre, 11 out. 2007. Disponível em: http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/smam/usu_doc/instrucao_22_07.pdf. Acesso em: 08 ago. 2021.

BRASIL (Município). **Lei Complementar Nº 5.481**. Piauí, 20 dez. 2019. Disponível em: <https://semplan.teresina.pi.gov.br/wp-content/uploads/sites/39/2020/02/Lei-n%C2%BA-5.481-Comp.-de-20.12.2019-PDOT.pdf>. Acesso em: 08 ago. 2021.

BRASIL (Município). **Lei Complementar nº 67**, de 25 de setembro de 2019. Estabelece normas e condições para Parcelamento, Ocupação e Uso do Solo Urbano no Município de Piumhi. Lei Complementar Nº 67, de 25 de Setembro de 2019. Piumhi, 25 set. 2019.

BRASIL (Município). **Lei Municipal nº 18112**, de 12 de janeiro de 2015. Lei Nº 18112. Recife, 2015. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=280138>. Acesso em: 08 ago. 2021.

BRASIL. Caixa Econômica Federal. **Cadernos técnicos de composição para:** estrutura e trama para cobertura. Brasília: SINAPI, 2019. 276 p.

BRASIL. Caixa Econômica Federal. **Cadernos técnicos de composição para:** telhamento para cobertura. Brasília: SINAPI, 2019. 135 p.

BRASIL. Caixa Econômica Federal. **Cadernos técnicos de composição para:** impermeabilização. Brasília: SINAPI, 2019. 84 p.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. Acórdão nº 2622/2013. Plenário. Relator: Ministro Marcos Bemquerer Costa. Sessão de 25/9/2013. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 25 set. 2013.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. **Publicações Institucionais:** livros e publicações disponíveis na internet. Brasília: TCU, 2014. Disponível em <http://portal.tcu.gov.br/publicacoesinstitucionais/>. Acesso em: 22 jul. 2021.

CALIL JUNIOR, Carlito; MOLINA, Julio Cesar. **Coberturas em estruturas de madeira:** exemplos de cálculo. São Paulo: Pini Ltda, 2010.

CARBONI, Márcio. **Coberturas.** Paraná: Ufpr, 2015. 41 p. Disponível em: http://www.exatas.ufpr.br/portal/degraf_marciocarboni/wp-content/uploads/sites/19/2015/10/COBERTURAS.pdf. Acesso em: 14 abr. 2021.

CARDOSO, Luiza Moura. **Tudo sobre os Resíduos Sólidos da Construção Civil.** 2017. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/residuos-solidos-da-construcao-civil/>. Acesso em: 12 mar. 2021.

CARMO, João. **Cobertura e telhado.** Natal: Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, 2019. 44 slides. Disponível em: <https://docente.ifrn.edu.br/joaocarmo/disciplinas/aulas/projeto-arquitetonico/cobertura-e-telhado/view> . Acesso em: 15 mar. 2021.

CARVALHO, Gustavo Medina de. **Proposta técnica e econômica da implantação de um sistema de telhado verde.** 2017. 70 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Escola

Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10020976.pdf>. Acesso em: 04 jul. 2021.

CARVALHO, Israel; MACHADO, Lúcio Gomes. **Por que sistemas de drenagem de águas pluviais exigem projeto cuidadoso?** 2020. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/por-que-sistemas-de-drenagem-de-aguas-pluviais-exigem-projeto-cuidadoso/17923>. Acesso em: 17 out. 2021.

CATUZZO, Humberto. **Telhado verde: impacto positivo na temperatura e umidade do ar. o caso da cidade de são paulo.** 2013. 207 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-18122013-123812/publico/2013_HumbertoCatuzzo_VCorr.pdf. Acesso em: 14 abr. 2021.

CERRI, Alberto. **Instituto rebate acusações sobre amianto.** 2011. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/instituto-rebate-acusacoes-sobre-amianto/>. Acesso em: 13 maio 2021.

COELHO, Joaquim. **Manutenção e limpeza de calhas são fundamentais para evitar obstruções.** 2020. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/manutencao-e-limpeza-de-calhas-sao-fundamentais-para-evitar-obstrucoes/18279>. Acesso em: 26 set. 2021.

CONSTRUÇÕES, Ecologic. **Cobertura verde.** 2020. Disponível em: https://www.ecologicconstrucoes.com.br/?page_id=145. Acesso em: 19 abr. 2021.

CONSTRUCT. **Calhas e rufos: entenda as diferenças entre os dois materiais.** 2018. Disponível em: <https://constructapp.io/pt/tudo-sobre-calhas-e-rufos/>. Acesso em: 20 maio 2021.

CORREIA, Mary Lúcia Andrade; DIAS, Eduardo Rocha. Desenvolvimento Sustentável, crescimento econômico e o princípio da solidariedade intergeracional na perspectiva da justiça ambiental. **Planeta Amazônia: Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas**, [S.L.], n. 8, p. 63, 15 fev. 2016. Universidade Federal do Amapá. <http://dx.doi.org/10.18468/planetaamazonia.2016n8.p63-80>.

CORRENT, Luan; LEHMANN, Priscila. **Telhado verde**: da babilônia aos dias atuais. Guarapuava: Faculdade Guarapuava, 2016. 20 p. Disponível em: https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigo_telhado_verde.pdf. Acesso em: 15 abr. 2021.

CORSINI, Rodnei. **Telhado verde**. 2021. Disponível em: <https://www.cemara.com.br/blog/index.php/teelhado-verde/>. Acesso em: 16 mar. 2021.

COSTA, Deise Maria Bertholdi; SOUZA, Luzia Vidal de; SIQUEIRA, Paulo Henrique. **Introdução ao estudo dos telhados**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2019. 18 p. Disponível em: http://www.exatas.ufpr.br/portal/deggraf_luzia/wp-content/uploads/sites/5/2014/09/Telhados.pdf. Acesso em: 15 mar. 2021.

COSTA, Suzana Bezerra. **Levantamento de custo e benefícios para a implantação de um sistema de telhado verde na cobertura impermeabilizada de uma edificação vertical**. 2018. 57 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2018.

DANTAS, Guilherme. **O antes e depois de diversas cidades registrado em fotografias**. 2016. Disponível em: <https://www.designerd.com.br/o-antes-e-depois-de-diversas-cidades-registrado-em-fotografias/>. Acesso em: 06 jul. 2021.

DUNNETT, N.; Kingsbury, N. **Planting Green Roofs and Living Walls**. London, ENG - Timber Press, 2008. ISBN-13: 978-0-88192-911-9.

DUTRA, Bárbara; SILVA, Janderson Garcia da. Perspectivas sobre o telhado verde no Brasil. **Ciências Sociais Aplicadas: Arquitetura e Urbanismo**, São Paulo, v. 21, n. 1, p. 5-9, jan. 2020.

ECHER, Isabel Cristina. A revisão da literatura na construção do trabalho científico. **Gaúcha de Enfermagem**, Porto Alegre, v. 22, n. 2, p. 5-20, jul. 2001. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/23470>. Acesso em: 28 maio 2021.

ECOTELHADO. **Telhado verde ecológico**. 2010. Disponível em: <https://ecotelhado.com/sistema/teelhado-verde/>. Acesso em: 17 abr. 2021.

ECYCLE. **Há mais de mil anos, vikings já faziam casas com “telhado verde”**. 2015. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/ha-mais-de-mil-anos-vikings-ja-faziam-casas-com-telhado-verde/>. Acesso em: 20 jun. 2021.

ETERNIT. **Telhas de fibrocimento**. São Paulo: Eternit, 2020. 118 p. Disponível em: https://www.eternit.com.br/wp-content/uploads/2019/10/ETE02720_Cat%C3%A1logo-t%C3%A9cnico-fibrocimento_D.pdf. Acesso em: 28 set. 2021.

FATO, Brasil de. **Ativista condena exportação do amianto no Brasil: a vida dos indianos vale menos**. 2020. Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/2020/12/15/ativista-condena-exportacao-do-amianto-no-brasil-a-vida-dos-indianos-vale-menos>. Acesso em: 19 maio 2021.

FAVARO, Paula Priscila Fleria. **Indicação das patologias relacionadas as calhas com comparativo de dimensionamento utilizando a NBR 10844/1989 e a equação de chuva da cidade de Cuiabá-MT**. 2017. 67 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2017.

FEDERAL, Caixa Econômica. **SINAPI: metodologia e conceitos**. 8. ed. Brasília: Caixa, 2020. 82 p.

FELIPE; LUCAS. **Tudo que você precisa saber sobre telhados verdes**. 2020. Disponível em: <https://neoipsum.com.br/telhado-verde/>. Acesso em: 05 abr. 2021.

FEREGUETTI, Larissa. **8 Incríveis Coberturas Verdes Para Você se Inspirar**. 2018. Disponível em: <https://blogdaarquitectura.com/coberturas-verdes-para-se-inspirar/> . Acesso em: 25 maio 2021.

FERRAZ, Iara Lima. **O desempenho térmico de um sistema de cobertura verde em comparação ao sistema tradicional de cobertura com telha cerâmica**. 2012. 133 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-07062013-144209/publico/IaraLimaFerraz_CoberturasVerdes.pdf. Acesso em: 14 abr. 2021.

FERREIRA, César Argentieri; MORUZZI, Rodrigo Braga. **Considerações sobre a aplicação do telhado verde para captação de água de chuva em sistemas de aproveitamento para fins não potáveis.** Rio Claro: Unesp, 2007. 10 p.

FERREIRA, Manoela de Freitas. **Teto verde:** o uso de coberturas vegetais em edificações. O uso de coberturas vegetais em edificações. Disponível em: http://www.puc-rio.br/pibic/relatorio_resumo2007/relatorios/art/art_manoela_de_freitas_ferreira.pdf. Acesso em: 17 abr. 2021.

FILHO, Hayrton Rodrigues do Prado. **As normas técnicas para as telhas de fibrocimento.** 2014. Disponível em: <https://qualidadeonline.wordpress.com/2014/10/08/as-normas-tecnicas-para-as-telhas-de-fibrocimento/>. Acesso em: 11 maio 2021.

FLASH, Rafael Schneider. **Estruturas para telhados:** análise técnica de soluções. 2012. 81 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/65439/000864069.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2021.

FRANCO, José Tomás. **Telhados verdes:** quais são as camadas e como impermeabilizá-los usando membranas líquidas. 2021. Disponível em: <https://expresso.arq.br/telhados-verdes-quais-sao-as-camadas-e-como-impermeabiliza-los-usando-membranas-liquidas/>. Acesso em: 09 out. 2021.

FREITAS, Edmilson Dias; DIAS, Pedro Leite Silva; 2005, “Alguns efeitos de áreas urbanas na geração de uma ilha de calor”, **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.20, n.3, pp. 355-366, 2005.

FÜHR, Moacir. **Zigurates:** o que eram e qual era a sua finalidade?. 2018. Disponível em: <https://apaixonadosporhistoria.com.br/artigo/62/zigurates-o-que-eram-e-qual-era-a-sua-finalidade..> Acesso em: 13 abr. 2021.

GASPAR, Marília. **Tipos de telhado**: especificações, vantagens e aplicações, especificações, vantagens e aplicações. 2021. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/tipos-de-telhado/>. Acesso em: 15 mar. 2021.

GEHARD, Gabriel Lazzeri; BERGMANN, Ana Claudia. **O estudo de viabilidade de implantação de telhado verde, abordando diferentes estilos construtivos do telhado verde**. 2018. 25 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Paranaense, Campus de Toledo/Pr, Toledo, 2018. Disponível em: <https://tcc.unipar.br/files/tccs/2eb75a971128ea62a9a080afbe06f3c3.pdf>. Acesso em: 07 jul. 2021.

GI, Casa do Renato e da. **Calhas instaladas**. 2011. Disponível em: <http://nossacasarenatoegi.blogspot.com/2011/12/calhas-instaladas.html>. Acesso em: 24 ago. 2021.

Gil, A. **Como elaborar projetos de pesquisa**. Atlas: São Paulo, 2007.

GONÇALVES, Liana Sousa Vasconcelos. **A família e o portador de transtorno mental: estabelecendo um vínculo para a reinserção à sociedade**. 2010. 28 f. TCC (Graduação) - Curso de Atenção Básica em Saúde da Família, Universidade Federal de Minas Gerais, Manhuaçu, 2010. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-9CXH34/1/tcc_liana_sousa_v._gonalves.pdf. Acesso em: 10 jul. 2021.

GONZAGA, Armando Luiz. **Madeira**: uso e conservação. 6. ed. Brasília: Caroline Soudant, 2006. 246 p. Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/uploads/publicacao/CadTec6_MadeiraUsoEConservacao.pdf. Acesso em: 14 out. 2021.

GOUVÊA, Laura Vieira de. **Teto Verde**: o uso de coberturas vegetais em edificações. Rio de Janeiro: Puc Rio - Departamento de Artes, 2008. Disponível em: http://www.puc-rio.br/pibic/relatorio_resumo2008/resumos/ctch/art/dad_laurea.pdf. Acesso em: 04 jul. 2021.

GUSS, Josiane. **Cuidados no dimensionamento e na instalação da cobertura verde**. 2013. Disponível em: <http://www.josianeguss.com/2013/11/cuidados-no-dimensionamento-e-na.html>. Acesso em: 10 out. 2021.

HENEINE, Maria Cristina Almeida de Souza. **Cobertura verde**. 2008. 49 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

HENRIQUES JÚNIOR, Rui Caio. **Telhados verdes: usos e perspectivas**. 2018. 89 f. Monografia (Especialização) - Curso de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/MMMD-B5ZK3D/1/monografia_rui_caio_henriques_junior.pdf. Acesso em: 24 set. 2021.

HENRIQUES, J. D. de O.; RAMBALDUCCI, R. G.; PIN, T. C.; FRECHIANI, V. V.; PUGET, F. P. Avaliação da viabilidade técnica de produção de telha de fibrocimento usando fibras alternativas. In: XX CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 20, 2015, São Paulo. **Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química**. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2015. p. 1-8.

IMBRALIT. **Telha onduladas de fibrocimento: conheça as características e vantagens da utilização nas construções**. 2019. Disponível em: <https://www.imbralit.com.br/telha-onduladas-de-fibrocimento-conheca-as-caracteristicas-e-vantagens-da-utilizacao-nas-construcoes>. Acesso em: 29 maio 2021.

INSTITUTO DE ENERGIA E MEIO AMBIENTE. **1º Diagnóstico da rede de monitoramento da qualidade do ar no Brasil**. 2014. Disponível em: <http://energiaeambiente.org.br/produto/1o-diagnostico-da-rede-de-monitoramento-da-qualidade-do-ar-no-brasil> Acesso em: 06 jun. 2021.

JESUS, Laina Maria Santana De. **Telhado verde “Revisão Bibliográfica”**. Cruz das Almas: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2018.

JOBIM, Alan Lamberti. **Diferentes tipos de telhados verdes no controle quantitativo da água pluvial**. 2013. 76 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade

Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7842/JOBIM,%20ALAN%20LAMBERTI.pdf?sequence=1> . Acesso em: 05 abr. 2021.

JOSÉ JUNIOR. **Orçamento de obra: o que é preço desonerado e não desonerado?**. 2021. Disponível em: <https://www.i9orcamentos.com.br/precos-desonerados-e-nao-desonerados/>. Acesso em: 14 jul. 2021.

KLABUNDE, Carolina. **Afinal, o que é Certificação Leed?** 2018. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/o-que-e-certificacao-leed/>. Acesso em: 15 abr. 2021.

LAGE, Rafael de Oliveira. **Código de Obras: conheça mais sobre esse importante instrumento de regulação de edificações urbanas. Conheça mais sobre esse importante instrumento de regulação de edificações urbanas.** 2021. Disponível em: <https://lageportilhojardim.com.br/blog/codigo-de-obras/>. Acesso em: 02 out. 2021.

LARUCCIA, Mauro Maia. Sustentabilidade e impactos ambientais da construção civil. **Eniac Pesquisa**, Guarulhos, v. 3, n. 1, p. 69-84, jan. 2014.

LEITE, Renata Carvalho Macedo; GUIMARÃES, Ednaldo Carvalho; LIMA, Euclides Antonio Pereira de; BARROZO, Marcos Antonio de Souza; TAVARES, Marcelo. Utilização de regressão logística simples na verificação da qualidade do ar atmosférico de Uberlândia. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, [S.L.], v. 16, n. 2, p. 175-180, jun. 2011. Fap.UNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522011000200011>.

LIMA, Carlos Alberto de Souza; SILVA, Jorge Raimar Almeida da; FONTINELES, Frank Henrique Santos. Telhados verdes e telhados convencionais: uma análise comparativa sob a ótica da relação custo-benefício. **Revista Artigos. Com**, v. 10, p. e2050, 14 nov. 2019. Disponível em: <https://acervomais.com.br/index.php/artigos/article/view/2050/997>. Acesso em: 22 abr. de 2021.

LIMA, Diandra Christine Vicente de. **A conscientização sobre os riscos do amianto: uma comparação entre os trabalhadores da indústria de fibrocimento e profissionais da construção civil.** 2016. 41 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2016. Disponível em:

http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/15272/1/CT_CEEEST_XXXII_2016_09.pdf. Acesso em: 24 maio 2021.

LIMA, Juliana Chaves Fontes. **Abordagens industriais ambientais: solucionar problemas de poluição ou buscar sustentabilidade ambiental?**. 2008. 114 p. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas, SP. Disponível em: <http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/258145>. Acesso em: 11 abr. 2021

LIMA, Lorena Dalva; MOURA, Bruna Goulart. Sustentabilidade: histórico e definições. In: CAMARGO, Pedro Luiz Teixeira de; BESERRA, Raphaella Karla Portes. **Introdução a economia ecológica e ambiental**. Contagem: Escola Cidadã, 2020. p. 143-166.

LOGSDON, Norman Barros. **Estruturas de madeira para coberturas, sob a ótica da NBR 7190/1997**. Faculdade de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, MT. 2002. Disponível em: <http://usuarios.upf.br/~zacarias/Telhados.pdf> Acesso em: 04 jun. 2021.

LOPES, D.; VITALLI, P.; VECCHIA, F. A importância das políticas públicas no fomento das coberturas verdes. In: **IV ENCONTRO NACIONAL E II ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS**, 2007.

LOUREIRO, Mônica Michelotti; GREGORI, Isabel Christine Silva de. Como construir cidades sustentáveis? **Revista Eletrônica do Curso de Direito da UFMS**, [S.L.], v. 8, p. 458, 4 mar. 2013. Universidade Federal de Santa Maria. <http://dx.doi.org/10.5902/198136948348>.

MACHADO, Lúcio Gomes; CARVALHO, Israel. **Por que sistemas de drenagem de águas pluviais exigem projeto cuidadoso?** Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/por-que-sistemas-de-drenagem-de-aguas-pluviais-exigem-projeto-cuidadoso/17923>. Acesso em: 14 out. 2021.

MARICATO, Erminia. **As tragédias urbanas: desconhecimento, ignorância ou cinismo?**. 2011. Disponível em: <https://vitruvius.com.br/revistas/read/minhacidade/11.129/3795>. Acesso em: 04 jul. 2021.

MARQUES, Vinicius Martins; GOMES, Luciana Paulo; KERN, Andrea Parisi. Avaliação ambiental do ciclo de vida de telhas de fibrocimento com fibras de amianto ou com fibras de polipropileno. **Ambiente Construído**, [S.L.], v. 16, n. 1, p. 187-201, jan. 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212016000100068>.

MATTOS, Clarissa de Souza. **Desempenho Térmico de um Telhado verde inserido em região semiárida**. 2015. 68 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Acadêmico do Agreste, Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2015. Disponível em: <https://attena.ufpe.br/bitstream/123456789/39697/1/MATTOS%2C%20Clarissa%20de%20Souza%20%281%29.pdf>. Acesso em: 04 jul. 2021.

MELADO, Bethina de Arruda Mota. **Cobertura**. Itapetininga: Faculdade Sudoeste Paulista, 2014. 9 p. Disponível em: <https://engenhariacivilfsp.files.wordpress.com/2014/11/aula-13-cobertura.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2021.

MENTES, J.; RAES, D.; HERMY, M. Green roofs as a tool for solving the rainwater runoff problem in the urbanized 21st century? **Landscape and Urban Planning**, v. 77, n. 3, p. 217-226, 2006.

MINKE, Gernot. **Techos Verdes: planificación, ejecución, consejos prácticos**. Montevideo: Fin de Siglo, 2004. 86 p.

MOLITERNO, Antonio. **Caderno de Projetos de Telhados em Estruturas de Madeira**. 4. ed. São Paulo: Blucher, 2010. 248 p.

MORAES, Marciano Freitas de. **Telhados verdes: uma análise comparativa de custos e vantagens em relação aos telhados convencionais**. 2013. 59 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

MOTTA, Ronaldo Seroa Da. **Desafios ambientais da economia brasileira**. Texto para discussão N°509. IPEA. Rio de Janeiro, agosto de 1997. Disponível em:

https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_0509.pdf Acesso em: 01 jun. 2021.

NAKAMURA, Juliana. **Como impermeabilizar coberturas verdes?** veja dicas e normas a seguir. Veja dicas e normas a seguir. 2020. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/como-impermeabilizar-coberturas-verdes-veja-dicas-e-normas-a-seguir/17405>. Acesso em: 17 out. 2021.

NUNES, Mônica. **Proibido pelo STF, em 2017, por ser cancerígeno, amianto pode voltar a ser produzido no Brasil.** 2019. Disponível em: <https://conexaoplaneta.com.br/blog/proibido-pelo-stf-em-2017-por-ser-cancerigeno-amianto-pode-voltar-a-ser-produzido-no-brasil/>. Acesso em: 16 maio 2021.

OLIVEIRA, Talita Yasmin Mesquita de. **Estudo sobre o uso de materiais de construção alternativos que otimizam a sustentabilidade em edificações.** 2015. 114 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10014837.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2021.

ORÇAMENTISTA. **Como calcular o BDI conforme recomendações do TCU.** 2018. Disponível em: <https://oorcamentista.com.br/como-calcular-o-bdi-conforme-recomendacoes-do-tcu/>. Acesso em: 27 set. 2021.

PALA, Marcelo; MENDES, Luana Ferreira. **Proposta de um sistema de captação e aproveitamento de água pluvial para uma instituição de apoio aos portadores de necessidades especiais do município de Machado – MG.** 2020. Disponível em: <http://repositorio.unis.edu.br/bitstream/prefix/1329/1/Marcelo%20Pala.pdf>. Acesso em: 05 set. 2021.g

PECK, Steven. W.; CALLAGHAN, Chris. **Greenbacks from green roofs: Forging a new industry in canada.** Status report On Benefits, barriers and opportunities For green roof and vertical garden Technology diffusion. Canada Mortgage and Housing Corporation. [S.l.]. 1999. Disponível em: <https://commons.bcit.ca/greenroof/files/2012/01/Greenbacks.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2021.

PEREIRA, Caio. **O que é Beiral?** 2018. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/beiral/>. Acesso em: 12 out. 2021.

PEREIRA, Luiz Felipe Fonseca; CARVALHO, Laisa Cristina. **Comparativo técnico-econômico de telhados residenciais: telhado colonial, telhado metálico e telhado verde.** Varginha: Unis, 2019. 17 p. Disponível em: <http://repositorio.unis.edu.br/bitstream/prefix/1265/1/Luiz%20Felipe%20Fonseca%20Pereira.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2021.

PEREIRA, Manoel Alfredo. **Determinação de parâmetros da qualidade para a avaliação de recobrimentos superficiais de telhas cerâmicas.** 2006. 122 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/30369873.pdf>. Acesso em: 05 maio 2021.

PESSANHA, Larissa Braga. **Proposta de implantação de um sistema de telhado verde extensivo utilizando a técnica de wetland, na Escola Politécnica - UFRJ.** Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2017.

PINHO, Márcio. **Haddad veta obrigatoriedade de novos prédios terem telhado verde.** 2015. Disponível em: <http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2015/10/haddad-veta-obrigatoriedade-de-novos-predios-terem-telhado-verde.html>. Acesso em: 09 mar. 2021.

POLDERMAN, Todd. **Por que irrigar?** Independentemente do local e do clima de seu telhado verde, a irrigação é a chave para o sucesso. 2015. Disponível em: <https://www.hunterindustries.com/pt/press/articles/2015/05/27/por-que-irrigar-independentemente-do-local-e-do-clima-de-seu-telhado-verde>. Acesso em: 20 out. 2021.

POLETTI, Alexandre. **Telhado verde: conheça 60 projetos e veja como funciona esta cobertura.** conheça 60 projetos e veja como funciona esta cobertura. 2020. Disponível em: <https://www.tuacasa.com.br/telhado-verde/>. Acesso em: 13 abr. 2021.

PRECON, DVG. **Telhas de fibrocimento.** 2021. Disponível em: <https://precon.com.br/portal/telhas-de-fibrocimento/>. Acesso em: 25 maio 2021.

QUEIROZ, Neucy Teixeira. Construções sustentáveis na Engenharia Civil e a responsabilidade socioambiental. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, [S.L.], v. 3, n. 6, p. 255-263, 2016. Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade. <http://dx.doi.org/10.21438/rbgas.030601>.

QUEIROZ, Victor Silva. **Avaliação do ciclo de vida de emissão de CO2 na indústria do cimento: um estudo comparativo entre o cimento LC3 e o cimento portland composto: um estudo comparativo entre o cimento lc3 e o cimento portland composto**. 2018. 84 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, De Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2018. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/20558/1/2018_VictorSilvaQueiroz_tcc.pdf. Acesso em: 11 mar. 2021.

QUINTELLA, Maria Tereza. **A origem dos telhados verdes**. 2012. Disponível em: <http://telhadoscriativos.blogspot.com/2012/03/origem-dos-telhados-verdes.html>. Acesso em: 15 abr. 2021.

RAMOS, Ademilson. **Conheça as partes que formam um telhado**. 2016. Disponível em: <https://engenhariae.com.br/editorial/colunas/conheca-as-partes-que-formam-um-telhado>. Acesso em: 18 abr. 2021.

RIBEIRO, Clarissa Castelo Branco; RIBEIRO, Roseana Martins. **Teto verde: contribuição para o conforto térmico em edificações residenciais na cidade de Teresina-PI**. Teresina: Instituto Camillo Filho, 2017. 15 p. Disponível em: <https://www.caupi.gov.br/wp-content/uploads/2018/12/TETO-VERDE-CONTRIBUICAO-PARA-O-CONFORTO-TERMICO-EM-EDIFICACOES-RESIDENCIAIS-NA-CIDADE-DE-TERESINA-PI.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2021.

RIBEIRO, Marcel. **O que você precisa saber sobre o SINAPI? Descubra aqui!** 2018. Disponível em: <https://maiscontroleerp.com.br/o-que-saber-sobre-o-sinapi/>. Acesso em: 11 jul. 2021.

RIGHI, Débora Pedroso; KOHLER, Lucas Guilherme; ANTOCHEVES, Rogério; SANTOS NETO, Almir Barros da S.; MOHAMAD, Gihad. Cobertura verde: um uso sustentável na construção civil. **Mix Sustentável**, [S.L.], v. 2, n. 2, p. 29, 12 set. 2016. Mix Sustentável. <http://dx.doi.org/10.29183/2447-3073.mix2016.v2.n2.29-36>.

RODRIGUES, Nathan. **Nove em cada dez habitantes de centros urbanos estão expostos à poluição do ar**. 2015. Disponível em: <https://www.boavontade.com/pt/ecologia/nove-em-cada-dez-habitantes-de-centros-urbanos-estao-expostos-poluicao-do-ar>. Acesso em: 07 jul. 2021.

ROTH, Caroline das Graças; GARCIAS, Carlos Mello. Construção Civil e a Degradação Ambiental. **Desenvolvimento em Questão**, v. 7, n. 13, p. 111-128, 21 out. 2011.

SAMPAIO, Pedro. **O que é BDI em obras**: o guia definitivo para calcular. O guia definitivo para calcular. 2020. Disponível em: <https://orcamentoparaobras.com.br/blog/o-que-e-bdi-em-obras-e-como-calculiar/>. Acesso em: 15 out. 2021.

SANTOS, Fabyano Souza. **Análise comparativa dos custos de diferentes formas de cobertura**. 2019. 75 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2019. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/4732/1/TCC%202%20FABYANO%20REV.%2007-06%20entrega.pdf>. Acesso em: 18 maio 2021.

SANTOS, Leonildo Rasec Lima dos; LIMA, João Victor Feitosa de; TIBÚRCIO NETO, Lourenço; ROLEMBERG, Rodrigo Rocha; GONZAGA, Giordano Bruno Medeiros. Telhado verde: uma proposta sustentável para a construção civil. **Cadernos de Graduação: Ciências Exatas e Tecnológicas**, Alagoas, v. 4, n. 2, p. 195-206, nov. 2017.

SANTOS, Rodolfo dos; CARVALHO, Eduardo Henrique Coelho Pinto; SANTOS, Rafael Veiga dos; HOLANDA, Willian Santos; SILVA, Me. Ruiz da. **Telhado verde**: sua definição e principais indicativos de vantagens na sustentabilidade de uma construção. Guarujá: Unaerp Campus Guarujá, 2016. 8 p. Disponível em: <https://www.unaerp.br/documentos/2187-telhado-verde-sua-definicao-e-principais-indicativos-de-vantagens-na-sustentabilidade-de-uma-construcao/file#:~:text=%C3%89%20uma%20alternativa%20que%20combina,a%20gama%20de%20coberturas%20existente..> Acesso em: 10 jul. 2021.

SAVI, Adriane Cordoni. **Telhados verdes: análise comparativa de custo com sistemas tradicionais de cobertura.** 2012. 128 f. Monografia (Especialização) - Curso de Construções Sustentáveis, Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2012. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/788/1/CT_CECONS_II_2012_01.pdf. Acesso em: 08 jul. 2021.

SCHELB, Cristina Galvão. **Avaliação de tipologias construtivas nos critérios de sustentabilidade: estudo de casos - telhas.** 2016. 137 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2016. Disponível em: https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/20940/1/2016_CristinaGalvaoSchelb.pdf. Acesso em: 28 maio 2021.

SCRENSKI, Adrian Jan. **Viabilidade do telhado verde como instrumento de redução de emissões de carbono.** 2015. 32 f. Monografia (Especialização) - Curso de Projetos Sustentáveis, Mudanças Climáticas e Gestão Corporativa de Carbono do Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/51254/R%20-%20E%20-%20ADRIAN%20JAN%20SCRENSKI.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 mar. 2021.

SCRIVENER, Karen Louise; JOHN, Vanderley Moacyr; GARTNER, Ellis M. **Eco-efficient cements: potential, economically viable solutions for a low-co2, cement based materials industry.** Paris: Unep, 2016. 64 p.

SERRA, Maria Clara. **Como fazer manutenção do teto verde.** 2010. Disponível em: <https://extra.globo.com/casa/como-fazer-manutencao-do-teto-verde-361767.html>. Acesso em: 03 ago. 2021.

SILVA, Carlos Alexandre Moreira da; ALVES, Ricardo Costa. **Comparativo de custo entre telhados coloniais e de fibrocimento: habitação de interesse social no município de cruzília-mg.** Varginha: Unis, 2018. Disponível em: <http://repositorio.unis.edu.br/bitstream/prefix/621/1/Carlos%20Alexandre.pdf>. Acesso em: 04 jul. 2021.

SILVA, Marina Constante da; DUARTE, Sheila. **Concepção e projeto de métodos construtivos sustentáveis**: aplicação de telhado verde e aproveitamento de água pluvial em um ambiente escolar. 2017. 97 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, 2017. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/4364/1/TCC%20Marina%20e%20Sheila%20Vers%C3%A3o%20Postagem.pdf>. Acesso em: 09 jul. 2021.

SILVA, Neusiane da Costa. **Telhado verde**: sistema construtivo de maior eficiência e menor impacto ambiental. 2011. 63 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Escola de Engenharia UFMG, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

SOUSA, Marcia. **Com telhado verde gigantesco, o museu ganha selo LEED Gold**. 2020. Disponível em: <https://ciclovivo.com.br/arq-urb/arquitetura/telhado-verde-gigantesco-museu-selo-leed-gold/>. Acesso em: 24 jun. 2021.

TASSI, Rutinéia; TASSINARI, Lucas Camargo da Silva; PICCILLI, Daniel Gustavo Allasia; PERSCH, Cristiano Gabriel. Telhado verde: uma alternativa sustentável para a gestão das águas pluviais. **Ambiente Construído**, [S.L.], v. 14, n. 1, p. 139-154, mar. 2014. UNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212014000100012>.

THOMÉ, Brenda Bressan. **BDI na Construção Civil**: que é e como usar? 2016. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/bdi-na-construcao-civil-o-que-e-como-usar/>. Acesso em: 17 out. 2021.

TORANZO, Bruno. **Como resolver problemas de umidade nas paredes internas?** 2017. Disponível em: <https://www.emono.com.br/author/bruno/page/6/>. Acesso em: 04 maio 2021.

TRENTINI, Mercedes; PAIM, Lygia. **Pesquisa em enfermagem**: Uma Modalidade Convergente - Assistencial (Série Enfermagem- REPENSUL). Florianópolis: UFSC, 1999, 162 p.

VALADÃO, Lucas. **Saiba como calcular quantidade de Ripas, Caibros e Terças (madeiramento) para orçamento passo a passo**. 2019. Disponível em:

<https://obraexpertise.com.br/telhado-saiba-como-calculer-quantidade-de-ripas-caibros-e-tercas-madeiramento-para-orcamento/>. Acesso em: 10 ago. 2021.

VICTOR, João. **Elementos usuais em coberturas de madeira**. 2020. Disponível em: <https://www.guiadaengenharia.com/elementos-coberturas-madeira/>. Acesso em: 19 abr. 2021.

VIDIGAL, Inara de Pinho Nascimento. **A certificação ambiental como instrumento para a competitividade econômica e o desenvolvimento sustentável**. 2015. Disponível em: <https://jus.com.br/artigos/42001/a-certificacao-ambiental-como-instrumento-para-a-competitividade-economica-e-o-desenvolvimento-sustentavel>. Acesso em: 24 jun. 2021.

WILLES, Jorge Alex. **Tecnologia em telhados verdes extensivos**: meios de cultura, caracterização hidrológica e sustentabilidade do sistema. 2014. 70 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

ANEXO A – “Normas técnicas relacionadas à telha cerâmica”

NBR6462/NB54 de 03/1987 – “Telha cerâmica tipo francesa e romana – determinação da carga de ruptura à flexão”;

- NBR7172 de 03/1987 – “Telha cerâmica tipo francesa”; NBR8038 – “Telha cerâmica tipo francesa – padronização de formas e dimensões”;
- NBR8947/NB2133 de 07/1985 – “Telha cerâmica – determinação da massa e da absorção de água”; NBR8948/NB2133 de 07/1985 – “Telha cerâmica – verificação da impermeabilidade”; NBR13582 de 02/1996 – “Telha cerâmica tipo romana – determinação das características dimensionais (especificação)”.

Para os outros tipos ou características de telhas, a padronização depende de normas internas dos fabricantes.

ANEXO B – “Normas técnicas relacionadas à telha de fibrocimento

NBR 5643 de 09/2012 - “Telha de fibrocimento - Verificação da resistência a cargas uniformemente distribuídas”, é responsável pela verificação da resistência de telhas onduladas de fibrocimento, quando solicitadas por cargas uniformemente distribuídas;

- A NBR 7581-1 de 09/2014 - “Telha ondulada de fibrocimento - Parte 1: Classificação e requisitos”, que estabelece requisitos para o recebimento de telhas de fibrocimento de seção transversal ondulada, além de classificar as telhas onduladas de fibrocimento em função de suas características e propriedades.