

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
COORDENAÇÃO DE CONSTRUÇÃO CIVIL  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

MARIANA MALAMIN DO NASCIMENTO

**ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA TÉCNICA DE  
TELHADOS VERDES EM UNIDADES DO PROGRAMA MINHA CASA  
MINHA VIDA NA CIDADE DE CAMPO MOURÃO, PR.**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO

2014

MARIANA MALAMIN DO NASCIMENTO

**ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA TÉCNICA DE  
TELHADOS VERDES EM UNIDADES DO PROGRAMA MINHA CASA  
MINHA VIDA NA CIDADE DE CAMPO MOURÃO, PR.**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação,  
apresentado como requisito parcial à obtenção  
do título de Bacharel em Engenharia Civil, pela  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná,  
Campus Campo Mourão.

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Vera Lúcia Barradas  
Moreira

CAMPO MOURÃO

2014



---

---

**TERMO DE APROVAÇÃO**

**Trabalho de Conclusão de Curso N° 48**

**ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA TÉCNICA DE TELHADOS VERDES EM UNIDADES DO PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA NA CIDADE DE CAMPO MOURÃO, PR.**

**por**

**Mariana Malamin do Nascimento**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 10:00 horas do dia 28 de fevereiro de 2014, como requisito parcial para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL, pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

**Prof. Msc. Luiz Becher**

(UTFPR)

**Prof<sup>ª</sup>. Msc<sup>ª</sup>. Eliana Fernandes dos Santos**

(UTFPR)

**Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Vera Lúcia Barradas Moreira**

(UTFPR)

*Orientadora*

Responsável pelo TCC: **Prof. Msc. Valdomiro Lubachevski Kurta**

Coordenador do Curso de Engenharia Civil:

**Prof<sup>ª</sup> Dr. Marcelo Guelbert**

*A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.*

Dedico este trabalho a minha mãe Maria Teresa, por todo amor, carinho, suporte e dedicação em todos esses anos.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo Dom da Vida, por me amparar em todos os momentos de dificuldades e por ter me concedido essa enorme conquista.

Aos meus pais Valdir José do Nascimento e Maria Teresa Malamin do Nascimento pelo grande apoio, incentivo, educação e suporte financeiro em todos esses anos, e também ao meu irmão Marco Antonio Malamin do Nascimento pelo companheirismo.

Ao Jake (meu cachorro de estimação) que mesmo através do seu silêncio conseguia me transmitir seu sentimento de afeto e carinho, e que nos seus 13 anos de vida me proporcionou momentos inexplicáveis de felicidade, porém ele se foi, e só me restaram boas e lindas lembranças, além de uma imensa saudade.

A minha Bába (Vó), Miquelina Malamin (*in memoriam*) que em todos os seus anos de vida esteve sempre presente, me amparando nos momentos de dificuldade e me ensinando a caminhar na fé e na oração.

A minha orientadora Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Vera Lúcia Barradas Moreira pela paciência, sabedoria e colaboração.

Ao Tecnólogo em Construção Civil e funcionário da Construtora Piacentini José Geraldo Custódio, que cedeu os dados das unidades habitacionais, para que assim pudesse ser realizado meu trabalho.

Aos meus amigos (as) que estiveram sempre ao meu lado me apoiando em toda essa trajetória, em especial a Vitória Bianchini e Gabriela Ferraz que proporcionaram momentos de alegria e descontração.

Enfim, a todos os meus colegas de classe e professores que de uma forma ou de outra me ajudaram e me incentivaram nessa jornada, o meu muito obrigada!

Nunca deixe o medo de errar impedir  
que você jogue. (Albert Einstein)

## RESUMO

NASCIMENTO, Mariana M. do. **Estudo da viabilidade econômica da técnica de Telhados Verdes utilizando os projetos das unidades habitacionais do programa Minha Casa Minha Vida na cidade de Campo Mourão, PR.** 2014. 46 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2014.

O programa Minha Casa Minha Vida tem como finalidade beneficiar as famílias de baixa renda, porém, para a execução dessas moradias sociais são utilizados novos loteamentos com ausência total de vegetação, como também materiais e técnicas com custo mais acessível, interferindo no conforto térmico das residências e na qualidade de vida dos moradores. Neste contexto, o estudo da viabilidade econômica da aplicação da técnica de Telhados Verdes nas unidades habitacionais, é de vital importância. Para tanto, realizou-se uma pesquisa de preço acerca dos materiais necessários para se construir um Telhado Verde e Telhado Convencional. Os dados obtidos foram dispostos em planilhas e as duas técnicas de construção foram analisadas e em seguida comparadas, em relação ao custo e ao impacto que cada uma delas produz no meio urbano. A comparação das técnicas possibilitou a conclusão que o Telhado Verde é um sistema com um custo bastante elevado em relação ao Telhado Convencional, mas que, perante suas inúmeras vantagens, a sua utilização em unidades habitacionais é viável, pois confere uma melhor qualidade de vida, não somente aos usuários, mas também ao microclima do bairro e conseqüentemente da cidade.

**Palavras-chave:** Minha Casa Minha Vida. Viabilidade econômica. Telhado Verde.

## ABSTRACT

NASCIMENTO, Mariana M. do. **Study the economic feasibility of the technique of Green Roofs using designs of housing units “Minha Casa Minha Vida” in Campo Mourao, PR.** 2014. 46 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Federal Technology University - Campo Mourão, 2014.

The program “Minha Casa Minha Vida” aims to benefit low-income families, however, for the implementation of these houses, new lots with total absence of vegetation, and also more affordable materials and techniques, interfering with the thermal comfort of homes and quality of life of the residents. In this context, the study of the economic viability of applying the technique of Green Roof in housing units is of vital importance. For this, a research was carried out about the price of materials needed to build a Green Roof and the conventional roof. The obtained data were arranged in spreadsheets and two construction techniques were analyzed and then compared to the cost and the impact that each of them produces in the urban environment. The comparison of techniques allowed the conclusion that the Green Roof is a system with a high cost compared to conventional roof, but that, given its many advantages, its use in housing units is viable, as it provides a better quality of life, not only to the users, but also the microclimate of the neighborhood and consequently the city.

**Key Words:** “Minha Casa Minha Vida”. Economic Viability. Green Roof.



## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – DADOS DAS UNIDADES HABITACIONAIS .....	30
TABELA 2 – DADOS DE UMA UNIDADE HABITACIONAL.....	30
TABELA 3 – CARACTERÍSTICAS DO CLIMA DE CAMPO MOURÃO.....	32
TABELA 4 – PREÇO DA LONA PLÁSTICA PRETA RESISTENTE .....	35
TABELA 5 – PREÇO DA MANTA ASFÁLTICA .....	36
TABELA 6 – PREÇO DA BRITA Nº 0.....	36
TABELA 7 – PREÇO DA MANTA GEOTÊXTIL .....	37
TABELA 8 – PREÇO DO SOLO E SUBSTRATO .....	38
TABELA 9 – PREÇO DA GRAMA ESMERALDA.....	39
TABELA 10 – CUSTO TOTAL DE UM TELHADO VERDE PARA UMA UNIDADE HABITACIONAL .....	39
TABELA 11 – CUSTO FINAL DE UM TELHADO VERDE PARA TODAS AS UNIDADES HABITACIONAIS.....	40
TABELA 12 – CUSTO TOTAL DE UM TELHADO CONVECIONAL PARA UMA UNIDADE HABITACIONAL .....	40
TABELA 13 – CUSTO FINAL DE UM TELHADO CONVECIONAL PARA TODAS AS UNIDADES HABITACIONAIS.....	40

## LISTA DE IMAGENS

FOTOGRAFIA 1 – TELHADO VERDE DE CLASSE INTENSIVA .....	19
FOTOGRAFIA 2 – TELHADO VERDE DE CLASSE SEMI-INTENSIVA .....	20
FOTOGRAFIA 3 – TELHADO VERDE DE CLASSE EXTENSIVA.....	21
FOTOGRAFIA 4 – LONA PLÁSTICA PRETA RESISTENTE .....	35
FOTOGRAFIA 5 – MANTA ASFÁLTICA .....	35
FOTOGRAFIA 6 – BRITA Nº 0.....	36
FOTOGRAFIA 7 – MANTA GEOTÊXTIL .....	37
FOTOGRAFIA 8 – SOLO E SUBSTRATO.....	38
FOTOGRAFIA 9 – GRAMA ESMERALDA.....	38

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>13</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	13
<b>3 JUSTIFICATIVA</b> .....	<b>14</b>
<b>4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>15</b>
4.1 CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS .....	15
4.2 CARACTERIZAÇÃO DA TÉCNICA DE TELHADOS VERDES.....	16
4.3 CLASSES DOS TELHADOS VERDES .....	17
4.3.1 Classe Intensiva .....	18
4.3.2 Classe Semi-Intensiva.....	19
4.3.3 Classe Extensiva.....	20
4.4 MANUTENÇÃO .....	21
4.5 COMPOSIÇÃO DO TELHADO VERDE .....	22
4.6 BENEFÍCIOS ECONÔMICOS.....	23
4.7 VIDA ÚTIL .....	24
4.8 CONFORTO AMBIENTAL.....	24
4.9 ASPECTOS VISUAIS ESTÉTICOS E TERAPÊUTICOS .....	27
4.10 RETENÇÃO DE ÁGUA .....	28
<b>5 METODOLOGIA</b> .....	<b>30</b>
5.1 MATERIAIS .....	30
5.2 MÉTODOS .....	33
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>33</b>
6.1 PESQUISA DE MATERIAIS E CUSTOS DO TELHADO VERDE PARA UMA UNIDADE HABITACIONAL.....	34
6.1.1 Camada de impermeabilização e camada anti-raiz.....	34
6.1.2 Camada de drenagem.....	36
6.1.3 Camada filtrante .....	37
6.1.4 Camada de solo e substrato.....	37
6.1.4 Camada de vegetação .....	38
6.2 CUSTO TOTAL DA CONSTRUÇÃO DE UM TELHADO VERDE.....	39
6.3 CUSTO TOTAL DA CONSTRUÇÃO DE UM TELHADO CONVENCIONAL.....	40
<b>7 CONCLUSÃO</b> .....	<b>42</b>
<b>8 REFERÊNCIAS</b> .....	<b>44</b>
<b>ANEXO A – PROJETO ARQUITETÔNICO</b> .....	<b>49</b>
<b>ANEXO B – IMPLANTAÇÃO E SITUAÇÃO</b> .....	<b>50</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Um dos desafios da atualidade quando se fala em construção, tanto para a sociedade como para o ambiente, é a adoção de medidas visando a melhoria da qualidade de vida da população. Neste contexto a técnica de Telhados Verdes torna-se uma alternativa, que auxilia tanto no conforto térmico das residências quanto minimiza os impactos ambientais, entre eles o efeito estufa (GOMES et al., 2011, p. 14).

Com isso, surge então, a possibilidade da utilização da técnica de Telhados Verdes em unidades habitacionais do Programa Minha Casa Minha Vida, pois segundo Aguiar e Fedrizzi (2010), para a construção das moradias sociais são utilizados novos loteamentos, que possuem como característica a ausência total de vegetação, devido à terraplanagem executada como parte inicial da obra gerando áreas áridas, tanto no plano individual de cada habitação como no conjunto da obra.

Além disso, o Telhado Verde pode ser adaptado em qualquer tipo de cobertura: telhas cerâmicas, de concreto ou metálicas, ou lajes de concreto; possui fácil instalação e dependendo do tipo de classe escolhida uma baixa manutenção, como também uma boa resistência nas variações de temperatura e ao excesso de água (INSTITUTO PARA O DESENVOLVIMENTO DA HABITAÇÃO ECOLÓGICA, 2013).

Para Vagheti et al. (2010) é necessário o uso de bons materiais e de novas tecnologias, para que essas unidades habitacionais sejam um modelo de aceitação, onde se possa construir com eficácia e qualidade, com um preço mínimo.

Sendo assim, esse trabalho teve como objetivo o estudo da viabilidade econômica da aplicação da técnica de Telhados Verdes nas unidades habitacionais do programa Minha Casa, Minha Vida na cidade de Campo Mourão, PR, por meio da comparação de custos da construção desta técnica com a um Telhado Convencional, como também o impacto de cada uma deles no ambiente e para a sociedade.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Estudar a viabilidade econômica da aplicação da técnica de Telhados Verdes nas unidades habitacionais do programa Minha Casa Minha Vida na cidade de Campo Mourão, PR.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Levantar os dados dos projetos das unidades habitacionais do programa Minha Casa, Minha Vida.
- Dimensionar a área necessária para a utilização do Telhado Verde.
- Apresentar os custos do Telhado Verde e do Telhado Convencional, mediante os projetos das moradias, não considerando estrutura das unidades habitacionais.
- Comparar as duas técnicas em relação aos custos e em relação ao impacto que cada uma delas produz no meio urbano.

### 3 JUSTIFICATIVA

De acordo com o artigo 6º da Emenda Constitucional, “são direitos sociais a educação, a saúde, o trabalho, a **moradia**, o lazer, a segurança, a previdência social, a proteção à maternidade e à infância”. Para tanto houve a necessidade de criação de novos projetos de incentivos para a população que demanda por moradia, e o programa Minha Casa, Minha Vida surgiu principalmente para beneficiar as famílias de baixa renda.

Mas, no entanto na maioria das construções realizadas à luz do programa Minha Casa Minha Vida são utilizados materiais e técnicas com o custo mais acessível, prejudicando o isolamento térmico e afetando assim o conforto ambiental, tanto internamente como no conjunto da obra. E como a maioria das famílias não possui condições financeiras para regularizar o clima interno de suas residências acabam sofrendo com as agressões climáticas externas (SILVA; RIBEIRO, 2006, p. 664).

Outro ponto a ser assinalado é a falta de vegetação nos conjuntos habitacionais recém-construídos, onde impera a aridez e a sensação de ermo causada pela repetição em série das habitações. Sendo assim, surge a necessidade da utilização de tecnologias alternativas que possam resolver ou pelo menos amenizar esses problemas (FERREIRA; COSTA, 2010).

Neste contexto a implantação da técnica de Telhados Verdes nessas habitações é uma alternativa que visa a melhoria da qualidade de vida da população e auxilia ainda na eficiência energética das construções, buscando uma sociedade mais sustentável.

Durante a pesquisa não foram encontrados estudos acerca da comparação dos custos de um Telhado Verde com o Telhado Convencional, comprovando a necessidade de se estudar a melhor técnica a ser aplicada nas habitações sociais visando não só a viabilidade econômica, mas também os benefícios gerados à população.

## 4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 4.1 CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS

A construção civil de acordo com Corrêa (2009, p. 10) sempre existiu, porém, não havia tecnologias aprimoradas, e atendiam apenas as necessidades básicas do ser humano.

Mas com o passar do tempo, os problemas ambientais começaram a emergir e serem mais divulgados. No entanto, “compreendeu-se então que os impactos de uma determinada atividade eram resultado de todo o processo produtivo: materiais, resíduos e emissões e tecnologias utilizadas” (PINHEIRO, 2006, p. 25). Assim surge a urgência da criação de construções mais sustentáveis, que segundo o IDHEA consiste em:

“um sistema construtivo que promove alterações conscientes no entorno, de forma a atender as necessidades de edificação, habitação e uso do homem moderno, preservando o meio ambiente e os recursos naturais, garantindo qualidade de vida para as gerações atuais e futuras”.

De acordo com a Caixa Econômica Federal, em 2008 foram criadas normas socioambientais para os programas habitacionais, que tem como finalidade: minimizar os impactos no meio ambiente, aproveitar os recursos naturais, economizar água e energia, promover coleta e reciclagem, entre outros.

Mas, segundo Corrêa (2009, p. 29), para a realização desse novo empreendimento é necessário passar por três pré-condições: qualidade no projeto, seleção de bons fornecedores e a utilização de novas tecnologias.

Através disso, o mercado verde começa a ganhar mais espaço nos novos empreendimentos, devido a mudanças na legislação. Mas, no entanto, os chamados produtos verdes não estão sendo bem aceitos pela população, devido seu preço um pouco elevado (MEDEIROS, 2012).

## 4.2 CARACTERIZAÇÃO DA TÉCNICA DE TELHADOS VERDES

O uso da técnica de Telhados Verdes surgiu com a criação dos jardins suspensos da Babilônia (Figura 1), conhecido também como umas das sete maravilhas do mundo, por volta de 600 a.C. Com o passar do tempo essa invenção passou a ser mais utilizada, sendo obrigatório em várias partes da Europa, inclusive na Alemanha, onde 14% dos telhados são ecológicos, através disso, o que era antes inutilizado passou a ter vegetações, deixando as cidades esteticamente mais belas e os ambientes internos mais confortáveis (SANTOS et al., 2012).



**Figura 1 – Jardins Suspensos da Babilônia**  
**Fonte: História do Mundo.**

De acordo com o IDHEA:

“o telhado verde consiste no uso de vegetação sobre a cobertura de edificações (residências, áreas comerciais, indústrias etc.) com o objetivo de melhorar as condições de conforto termo-acústico no interior do imóvel. Além disso, o uso de coberturas vegetadas permite criar uma nova opção estética e paisagística na edificação, reduzindo a poluição ambiental comum nos grandes centros urbanos”.

Para Araújo (2007, p. 3) os telhados verdes podem ser classificados como acessíveis, funcionam como uma espécie de jardim no terraço da casa ou da edificação, onde há circulação de pessoas; e não acessíveis onde não há a circulação de pessoas podendo ser inclinados, planos ou possuir curvaturas.

De acordo com Lima (2012) “o telhado verde pode ser utilizado em praticamente qualquer construção, desde que sua estrutura seja de alvenaria e



tenha base sólida para sustentar a edificação”, podendo ser instalado tanto em residências novas quanto nas já existentes.

Para Minke (2004, p. 9) com a construção de Telhados Verdes haverá uma redução em superfícies pavimentadas e um aumento de oxigênio gerado pelas plantas, e ainda possuem capacidade de absorver CO<sub>2</sub> e de filtrar as partículas de poeiras do ar, contribuindo para o microclima onde estão implantadas as residências e para a cidade como um todo.

Para Aguiar e Fedrizzi (2010) “o uso de telhado verde reduz a entrada de calor no verão, através da evapotranspiração das plantas e garante a diminuição da perda de calor, no inverno, gerando economia de energia e, ou a redução no custo da instalação do ar condicionado”. Com isso, não haverá alterações na temperatura interna das residências, fazendo com que as pessoas se sintam bem.

Ferreira e Costa (2010, p. 45) afirmam que “a escolha do tipo de vegetação é outro fator importante que deve ser levado em consideração no projeto de implantação do telhado verde”. Para Silva (2011, p. 42) “a seleção deve ser feita pensando no clima da região aplicada, a aparência que deve ter o telhado e a manutenção que será disponibilizada”, “além de usar pouca água, de modo a não servir de habitat a mosquitos como o *Aedes aegypti*” (MARTINS, 2013).

O custo da construção de um Telhado Verde varia e dependerá da sua execução, da classe pertencente (intensivas, extensivas ou semi-intensivas), dos tipos de plantas que serão utilizadas, do tipo de telhado, dos materiais empregados, e também do cálculo estrutural, pois apesar de ser considerado um sistema leve, aplica uma sobrecarga no telhado (HENEINE, 2008).

#### 4.3 CLASSES DOS TELHADOS VERDES

Os Telhados Verdes se caracterizam em três classes principais: as intensivas, extensivas e as semi-intensivas. As três classes apresentam o mesmo processo construtivo, sendo o que as difere entre si são os tipos de plantas utilizadas, espessuras de substrato e as cargas aplicadas na construção (Silva, 2011), como mostra o Quadro 1. Porém é necessário analisar algumas

características, como a resistência e a manutenção, pois a vegetação precisará passar por algumas variações climáticas e se adaptar tanto nos dias frios quanto nos dias quentes, com escassez e excesso de água (IDHEA). E também é necessário verificar se as estruturas das unidades habitacionais estarão aptas para receber novas cargas, já que cada classe possui um peso de carga específico.

Para tanto, é necessário estudar o clima da região onde será implantado o Telhado Verde, diferenciar as variedades de plantas existentes e analisar qual delas melhor se adaptará naquele determinado ambiente, pois algumas espécies possuem dificuldades para se adaptar (BALDESSAR, 2012).

<b>Características</b>	<b>Intensiva</b>	<b>Semi-intensiva</b>	<b>Extensiva</b>
Manutenção	Alta	Periodicamente	Baixa
Irrigação	Regularmente	Periodicamente	Não há necessidade
Comunidades Vegetais	Arbustos e árvores	Arbustos e gramíneas	Ervas e gramíneas
Altura do solo/substrato	150 a 400 mm	120 a 250 mm	60 a 200 mm
Peso	180 a 500 kgf/m <sup>2</sup>	120 a 200 kgf/m <sup>2</sup>	60 a 150 kgf/m <sup>2</sup>
Custo	Alto	Médio	Baixo

**Quadro 1 - Classes dos Telhados Verdes**  
**Fonte: Adaptado de IGRA (2013).**

#### 4.3.1 Classe Intensiva

As classes intensivas de acordo com Heneine (2008, p. 16) apresentam condições de distribuição e aproveitamento comparadas as de qualquer jardim ao ar livre, podendo ser plantada desde pequenas plantas até arbustos e árvores, como mostra a Fotografia 1. E como possuem uma ampla superfície de evaporação das plantas, as coberturas intensivas requerem grande quantidade de água, e segundo o Instituto Cidade jardim (2013) por possuírem um espaço relevante, tem a capacidade de regularizar o clima de toda a cidade.



**Fotografia 1 – Telhado Verde de Classe Intensiva**  
**Fonte: Cia Ecológica, 2011.**

E por ser uma classe que utiliza plantas de todos os tamanhos, o solo precisa ter de 150 a 300 mm de espessura, e o peso das cargas variam de 400 kg/m<sup>2</sup> a 750 kg/m<sup>2</sup>, e possuem uma vida útil longa (SILVA, 2011, p. 14), porém, segundo Minke (2004, p. 25), a utilização de um Telhado Verde de classe intensiva só poderá ser construída se o telhado for plano, ou seja, não pode haver inclinações.

#### 4.3.2 Classe Semi-intensiva

Essa classe apresenta especialidades tanto da classe intensiva como extensiva (SILVA, 2011, p. 29), como mostra a Fotografia 3. Essa classe “permite mais possibilidades para o projeto; várias gramíneas, plantas herbáceas perenes e arbustos” (INTERNATION GREEN ROOF ASSOCIATION, 2013).



**Fotografia 2 – Telhado Verde de classe semi-intensiva**  
**Fonte: Coberturas Verdes, 2011.**

#### 4.3.3 Classe Extensiva

“A classe extensiva é aquela na qual se aplica uma vegetação que após consolidada não requer cuidados constantes ou especiais. A camada de substrato tem por volta de 10 cm ou menos, e as plantas são rasteiras como gramíneas” (HENEINE, 2008, p. 16), como mostra a Fotografia 2. E de acordo com Minke (2004, p. 28), geralmente são usadas vegetações de musgos suculentos, ervas ou alguns tipos de pastagens, pois possuem capacidade de sobreviver sem cuidados especiais sendo resistentes as geadas e as secas. E para o Instituto Cidade Jardim (2013), essas plantas podem ser cultivadas sem o uso de agrotóxicos.



**Fotografia 3: Telhado Verde de Classe Extensiva**  
**Fonte: Cia Ecológica, 2011.**

Como as plantas utilizadas para esse sistema são de pequeno porte, a camada de solo precisa ter de 25 a 127 mm de espessura, e o peso das cargas variam de 50 kg/m<sup>2</sup> a 250 kg/m<sup>2</sup> (SILVA, 2011, p. 14).

Para o Instituto Cidade Jardim (2013), um Telhado Verde com aproximadamente 200 m<sup>2</sup> tem capacidade de armazenar 7 mil litros de água e retirar 1 tonelada de CO<sub>2</sub> da atmosfera. E se esse mesmo Telhado tivesse 10.000 m<sup>2</sup> armazenaria 330 mil litros de água e retiraria 50 toneladas de CO<sub>2</sub>, havendo assim uma grande melhoria na qualidade de vida das cidades.

#### 4.4 MANUTENÇÃO

A manutenção do telhado verde vai depender muito da espécie de planta utilizada. No telhado de classe intensiva necessitam de maior manutenção, por possuírem plantas de grande porte. Já a classe extensiva, por ser geralmente de gramíneas não requerem muita manutenção. Mas, em geral é necessário ser feita em torno de duas vezes por ano (SILVA, 2011, p. 14).

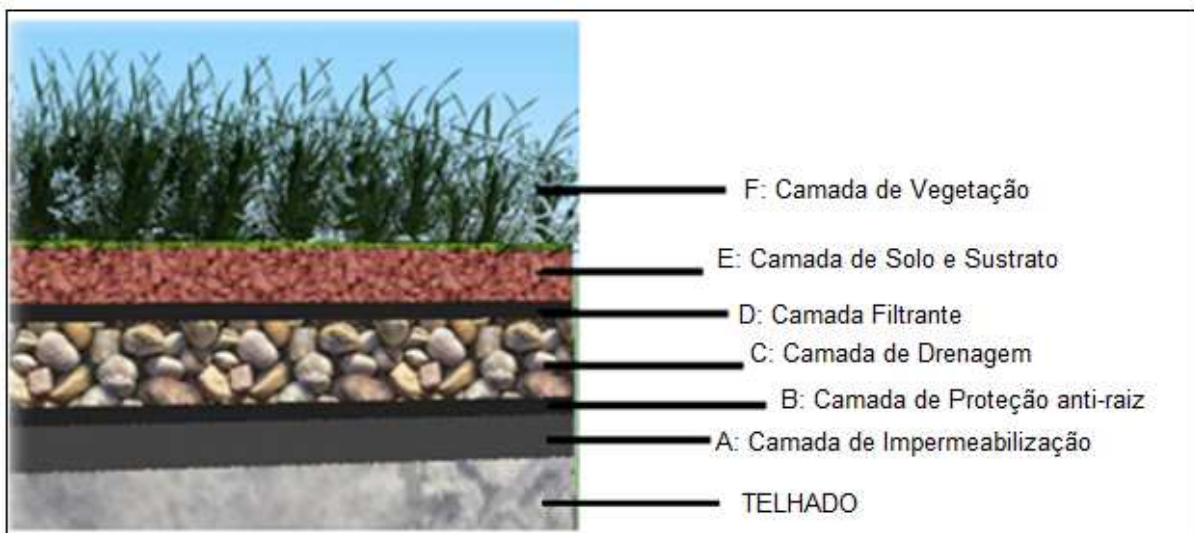
Segundo Heneine (2008, p. 28) “é importante ter água suficiente durante as estações secas. Replantar é necessário se houver plantas faltando ou morrendo ou com ervas daninhas”.

Para Aguiar e Fedrizzi (2010), como o Telhado Verde possui uma camada de solo e outra de vegetação e ambas possuem uma proteção natural, a manutenção pode sim ser feita com o tráfego de pessoas na cobertura.

#### 4.5 COMPOSIÇÃO DO TELHADO VERDE

O telhado verde possui seis camadas: a de impermeabilização, de proteção, de drenagem, a filtrante, solo e substrato e a vegetação, conforme a Figura 2.

Para Minke (2004, p. 25), para se construir um Telhado Verde, sua inclinação mínima deverá ser de 5% (2,9°) para haver a drenagem necessária e se houver mais de 40% (21,8°) de inclinação, devem ser usados procedimentos especiais.



**Figura 2 – Composição do Telhado Verde**  
Fonte: Adaptado de IGRA (2013).

As camadas são:

- A. Camada de impermeabilização: possui um papel importante, onde tem a capacidade de proteger toda a estrutura do telhado de infiltrações (SANTOS

et al., 2012), pois segundo Baldessar (2012, p. 42) “havendo infiltração de água na estrutura da edificação, diminui sua vida útil além de causar transtornos para quem ocupa o local”.

- B. Camada de proteção anti-raiz: sua função é separar a membrana de impermeabilização da camada de vegetação e proteger a construção do telhado verde de possíveis danos que possam ocorrer com a penetração de raízes e microrganismos (HENEINE, 2008).
- C. Camada de drenagem: sua função “é remover o excesso de água ou abaixo do fluxo o mais rápido possível para prevenir uma mais longa saturação” (HENEINE, 2008, p. 42). Pode ser instalada com uma camada espessa de 7 a 10 cm de brita ou outros tipos de componentes (SANTOS et al., 2012).
- D. Camada filtrante: tem a função de evitar que as partículas do solo sejam levadas pelas águas das chuvas (SANTOS et al., 2012).
- E. Camada de solo e substrato: a espessura do solo a ser utilizada vai depender da classe de telhados verdes escolhida. E o substrato é à base para a vegetação, pois nele se encontra todos os nutrientes necessários para a formação e crescimentos das plantas (OLIVEIRA, 2009, p. 28).
- F. Camada de vegetação: incide em uma cobertura vegetada, onde a escolha das plantas vai depender da camada de solo escolhida, ou seja, sua classe, como também o clima da região onde será instalado o telhado verde, a baixa manutenção e alta resistência com a seca e com os períodos chuvosos (OLIVEIRA, 2009, p. 28). De acordo com Minke (2004, p. 44), deve se levar em conta também, o efeito de isolamento térmico das plantas, além do resfriamento no verão, o isolamento acústico, a aparência ótica e resistência à geada.

#### 4.6 BENEFÍCIOS ECONÔMICOS

Como o telhado verde é um grande isolador térmico, não haverá necessidade do uso de outros tipos de isolantes, gerando assim uma grande economia não só desses materiais, mas também de energia, pois não será

necessário o uso interno de aparelhos de aquecimento ou resfriamento (BALDESSAR, 2012, p. 64).

De acordo com Aguiar e Fedrizzi (2010) “se for utilizado o método de construção correto, as coberturas vegetadas tendem a proporcionar uma vida mais longa do que os telhados convencionais”, com isso haverá uma redução nos custos com reparos e reformas, pois segundo ele, “a exposição ao calor pode acelerar o envelhecimento do material betuminoso, portanto reduzindo sua durabilidade”.

Para o IDHEA se caso for utilizado um sistema para o aproveitamento da água da chuva, haverá uma grande economia no fim do mês, pois essa água poderá ser utilizada para a rega de plantas, lavagem de carros e calçadas, e até mesmo para o uso de descargas em banheiros. E se caso tiver um sistema para filtrar a água, poderá ser reutilizada em chuveiros, pias entre outros.

#### 4.7 VIDA ÚTIL

Para Heneine (2008, p. 35) se o Telhado Verde for feito corretamente, terá maior durabilidade em relação aos telhados convencionais que sofrem com a radiação solar.

Segundo Bureau of Environmental Services (2008 apud BALDESSAR, 2012, p. 64) o Telhado Verde possui uma camada que tem por finalidade proteger o telhado da radiação solar e da água, podendo ter uma vida útil de 36 anos, enquanto os telhados convencionais possuem duração de até 20 anos devido sua baixa proteção aos raios solares.

#### 4.8 CONFORTO AMBIENTAL

O desconforto ambiental figura como um dos problemas a serem resolvidos quando da construção das moradias e locais de trabalho e estudo, e segundo Santos (2012), vários estudos estão sendo realizados sobre o desempenho térmico



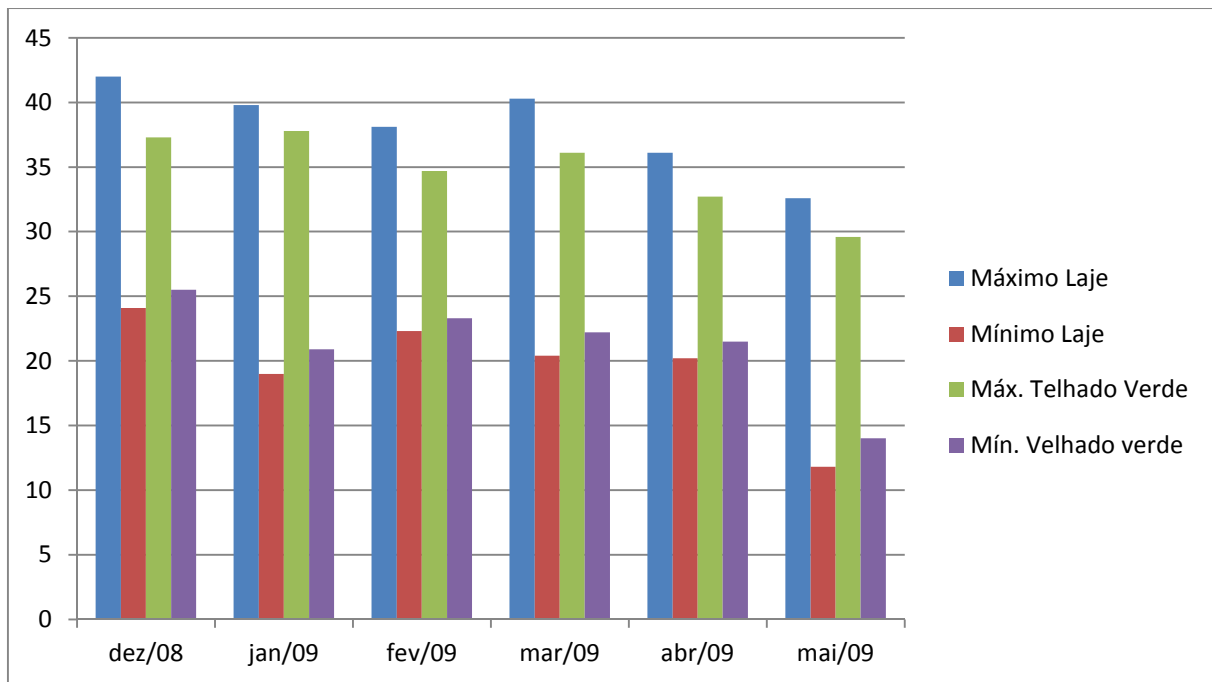
dentro das residências, tendo como propósitos buscar inovações com benefícios energéticos.

De acordo com Araújo (2007), o uso da técnica de Telhados Verdes proporciona um grande conforto tanto nas residências quanto em volta delas, pois a vegetação aplicada ajuda a melhorar o clima da região e a qualidade do ar devido à presença de umidade e sua capacidade de absorver gases poluidores, como também possui a função de proteger o telhado da radiação solar, tendo como propósito resfriar o ambiente em dias quentes.

Para Vacilikio (2011, p. 15), além de o Telhado Verde manter o ar fresco em dias quentes também possui capacidade de armazenar calor dentro das residências durante o inverno, podendo então, ser instalado tanto em regiões frias como em regiões quentes.

Segundo o IDHEA, estudos afirmam que o uso de Telhados Verdes em edificações e residências possui um melhoramento de 30% nas condições térmicas internas.

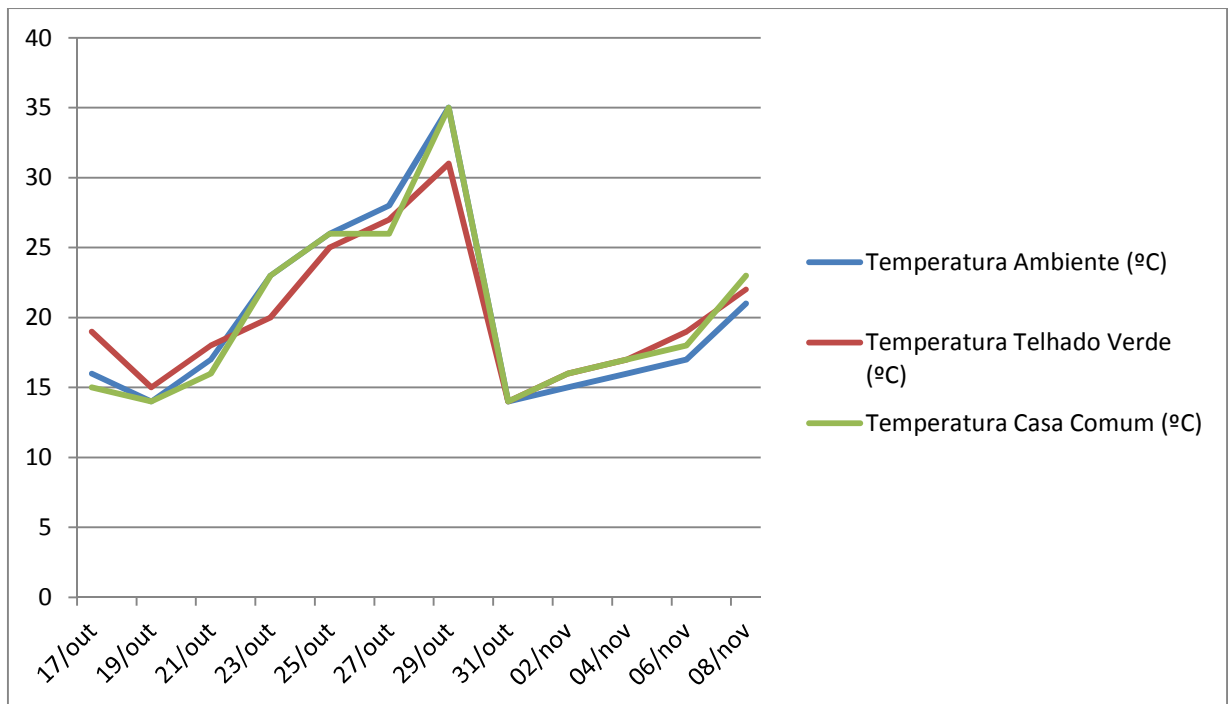
De acordo com Lima, Barroca e Oliveira (2009) do Curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário de Maringá (Cesumar), foi realizado um estudo de comparação térmica de dois módulos (2 x 2m) construídos a partir de vigas pré-moldadas de concreto, sendo que, um possuía laje de concreto e o outro um Telhado Verde. Através disso, foi realizado um monitoramento utilizando um termômetro, onde a temperatura dos dois módulos eram medidos em um período constante de 30 minutos, entre os meses de janeiro de 2008 e maio de 2009, como mostra o Gráfico 1.



**Gráfico 1 – Comparações das temperaturas dos protótipos**  
**Fonte: Adaptado de Lima; Barroca; D'Oliveira (2009).**

Analisando o Gráfico 1, pode-se perceber que a temperatura (em °C na vertical) do Telhado Verde obteve uma eficiência térmica, com uma diminuição em entorno de 5°C em relação à laje de concreto.

De acordo com Gomes et al. (2011) foi realizado um experimento na Universidade do Grande ABC em Santo André, SP, onde foi comparado a eficiência interna de um Telhado Verde e de um Telhado Convencional de fibrocimento, através de um monitoramento realizado com um termômetro, entre os meses de outubro e novembro de 2011, como mostra o Gráfico 2.



**Gráfico 2 – Eficiência do Telhado Verde comparado ao Telhado comum**  
**Fonte: Adaptado de Gomes et al. (2011, p. 31).**

Analisando o Gráfico 2, pode-se observar que há uma diferença significativa entre as duas técnicas, ou seja, a temperatura interna (°C na vertical) da residência que estava utilizando o Telhado Verde obteve em média dois graus celsius a menos que a do Telhado Convencional, ou seja, há grandes chances dessa técnica ser um sistema eficaz e de qualidade tanto na área ambiental quanto social.

#### 4.9 ASPECTOS VISUAIS ESTÉTICOS E TERAPÊUTICOS

Além de ajudar no conforto térmico das residências e a combater os impactos ambientais, o Telhado Verde também possui um aspecto visual estético. Segundo Silva (2011, p. 16), com a falta de vegetação nos grandes centros, o uso do Telhado Verde tem como finalidade aumentar as áreas verdes e criar novos espaços que antes eram inutilizados.

Para Vacilikio (2011), por possuir várias espécies de plantas (gramíneas e flores) os ecotelhados podem trazer grandes efeitos psicológicos para as pessoas

devido a uma vista muito agradável, como a diminuição no stress, o aumento de pensamentos e sentimentos positivos, e se caso forem telhados acessíveis podem se transformar em jardins. Para Minke (2004, p. 10) por possuir alguns tipos de ervas, os Telhados Verdes geram aromas agradáveis e com isso influenciam no bom humor das pessoas.

De acordo com Araújo (2007), existem alguns incentivos governamentais para as pessoas que utilizam a técnica de Telhados Verdes, onde o objetivo é aumentar a vegetação das cidades com intuito de diminuir a sensação térmica e melhorar a qualidade do ar em até 50%, além de gerar uma sociedade mais tranquila, devido os fatores psicológicos trazidos pelas plantas.

Um desses incentivos é chamado de IPI<sup>1</sup>, que se refere a uma redução nos impostos dos materiais ecológicos usados na construção civil. O outro é o IPTU<sup>2</sup> VERDE, que se distingue em um desconto no IPTU para os contribuintes que reformarem ou construírem suas casas utilizando sistemas ecologicamente corretos como a construção de um Telhado Verde, que incide em 3% de desconto. Esses novos incentivos já foram adotados em mais de 55 cidades brasileiras, mas ainda precisam ser mais divulgados (IPTU, 2013).

#### 4.10 RETENÇÃO DE ÁGUA

Segundo Heneine (2008), a reação das pessoas quando se fala em Telhados Verdes não é muito boa, pois elas entendem que toda a água da chuva é armazenada no telhado formando assim goteiras e umidades dentro das residências. Isso pode ocorrer apenas quando a construção do telhado for de má qualidade, pois a cobertura vegetal é muito eficaz quando se fala em absorção de água. Quando chove a água é absorvida pelo solo e em seguida pelas plantas, depois por consequência voltam à atmosfera, reduzindo assim o fluxo de água nas

---

<sup>1</sup> IPI – Imposto sobre produtos industrializados.

<sup>2</sup> IPTU – Imposto predial e territorial urbano.

tubulações. Mas antes de se iniciar qualquer construção é necessário verificar a capacidade de retenção de água e a altura em que o sistema foi construído.

## 5 METODOLOGIA

Para a composição deste estudo foram utilizados dados dos projetos das unidades habitacionais do programa Minha Casa, Minha Vida, localizado na Rua Antônio Vargas Neto do Bairro Jardim Modelo da cidade de Campo Mourão, PR.

### 5.1 MATERIAIS

No início do trabalho foi solicitado junto à Construtora Piacentini, responsável pela construção do empreendimento, os projetos referentes às unidades, bem como as planilhas orçamentárias e de descrição dos materiais utilizados. Algumas das informações estão contidas nas Tabelas 1 e 2.

**Tabela 1 – Dados das Unidades Habitacionais**

<b>Características</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>
Número de Unidades	un	96
Área Total construída	m <sup>2</sup>	3.529,92
Área Total do Loteamento	m <sup>2</sup>	23.625,00

**Fonte: Dados cedidos pela Construtora Piacentini.**

**Tabela 2 – Dados de uma Unidade Habitacional**

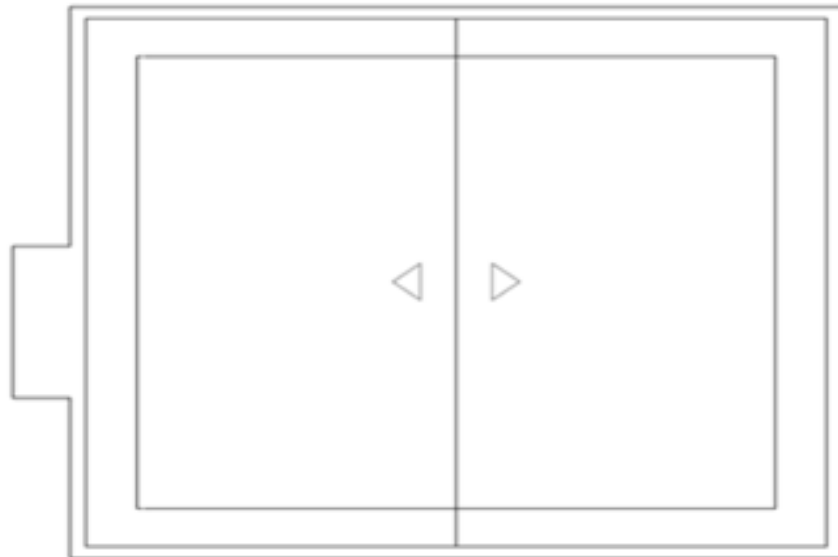
<b>Características</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>
Área útil	m <sup>2</sup>	36,77
Área do Telhado	m <sup>2</sup>	54,60
Área da Cumeeira	m <sup>2</sup>	7,00
Inclinação do Telhado	%	35
Área de Cada Terreno	m <sup>2</sup>	174,00 <sup>3</sup>
Área de Cada Terreno	m <sup>2</sup>	203,00 <sup>4</sup>

**Fonte: Dados cedidos pela Construtora Piacentini.**

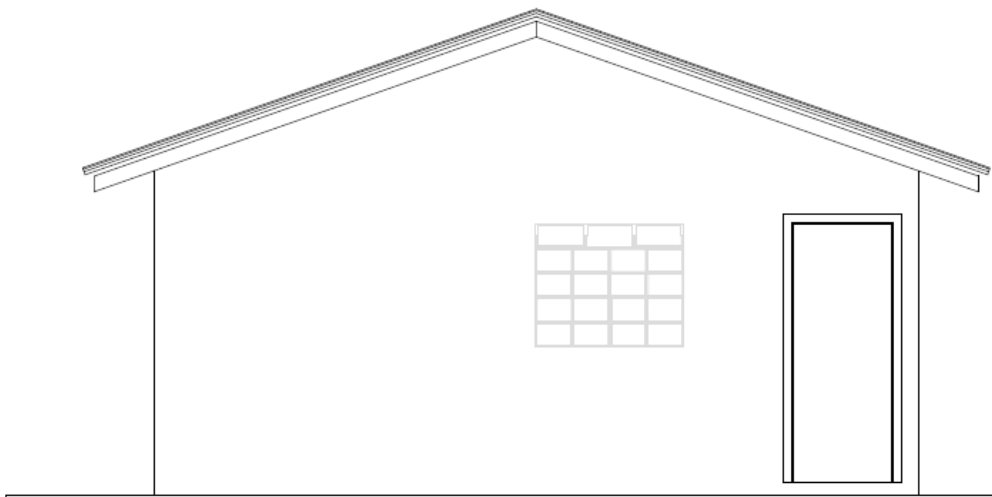
<sup>3</sup> 80 terrenos com 174,00 m<sup>2</sup>

<sup>4</sup> 16 terrenos com 203,00 m<sup>2</sup>

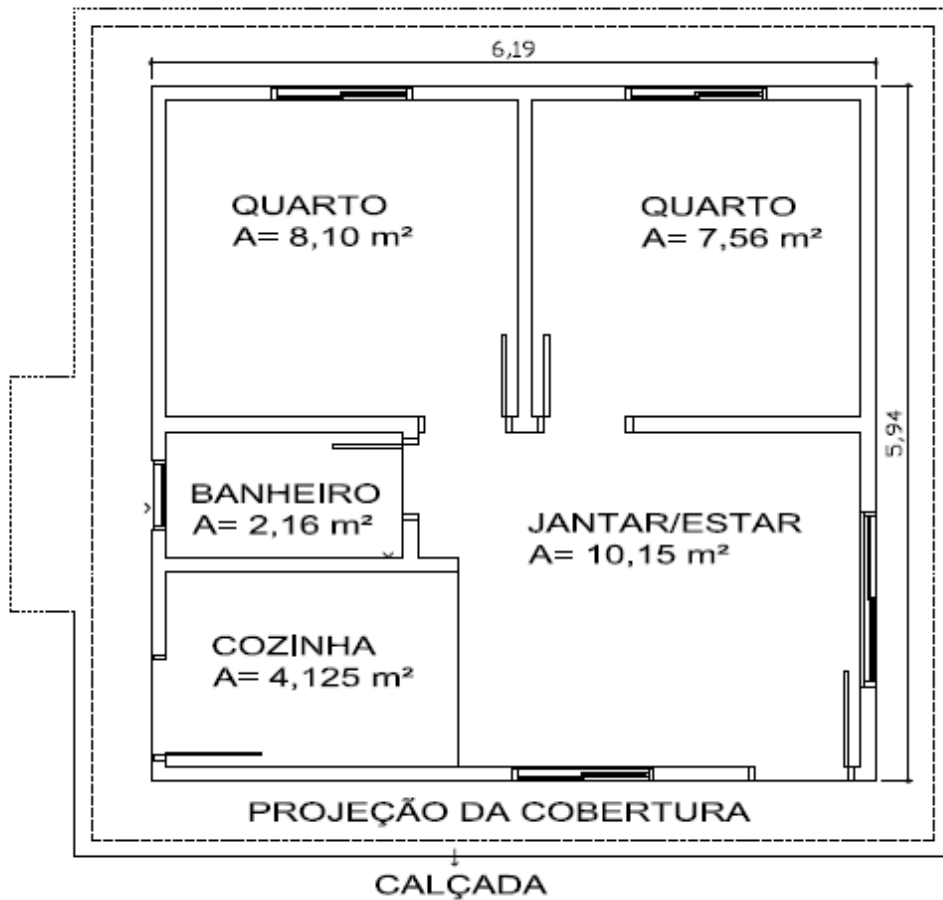
As moradias foram executadas com telhas de concreto e com forro de PVC, e o telhado possui duas águas conforme as Figuras 3 e 4. E o modelo de cada unidade habitacional é mostrado na Figura 5.



**Figura 3: Planta de Cobertura**  
**Fonte: Construtora Piacentini.**



**Figura 4: Elevação/Frente**  
**Fonte: Construtora Piacentini.**



**Figura 5: Planta Baixa**  
**Fonte: Construtora Piacentini.**

Como já mencionado anteriormente, na execução de um telhado verde deve ser levado em conta as condições climáticas da região onde o projeto será realizado, para tanto buscou-se apurar as características do clima da região de Campo Mourão, PR. Os dados coletados estão apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3 – Características do Clima de Campo Mourão**

Dados	Características
Clima	subtropical úmido mesotérmico
Média da Temperatura no verão	$> 22^\circ$
Média da Temperatura no inverno	$< 18^\circ$
Média da Temperatura anual	20 e $21^\circ$
Índices pluviométricos	1400 e 1500 mm
Ventos predominantes	quadrante nordeste

**Fonte: Prefeitura Municipal de Campo Mourão.**



## 5.2 MÉTODOS

Os trabalhos foram realizados em duas etapas, como descritos a seguir.

### Etapa 1:

- Primeiramente buscou-se informações necessárias para a composição do estudo, através de contato com a construtora e de visitas à obra.
- Em seguida foram analisados os dados coletados juntamente com as características do clima da cidade;
- Posteriormente os dados analisados foram dispostos em duas planilhas, constando os custos totais:
  - a) Construção do Telhado Verde;
  - b) Construção do Telhado Convencional.

### Etapa 2:

- Nesta etapa, foram comparados os custos, tanto gerais como de cada unidade da técnica de Telhados Verdes em relação ao Telhado Convencional. Ação esta que visa a composição da viabilidade econômica do uso de tal técnica em habitações sociais.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 6.1 PESQUISA DE MATERIAIS E CUSTOS DO TELHADO VERDE PARA UMA UNIDADE HABITACIONAL

Inicialmente foi estudada a classe ideal para a aplicação do Telhado Verde nas unidades habitacionais, e como se trata de uma residência com inclinação no telhado, optou-se pela classe extensiva, um sistema mais simples e que requer pouca manutenção.

Por sequencia foi feita a definição dos materiais a serem aplicados nas unidades levando-se em conta o clima, a pesquisa dividiu-se em três partes. Primeiramente foram apurados os valores referentes às camadas de impermeabilização, anti-raiz e de drenagem em três empresas diferentes (A, B e C) ligadas à construção civil, ambas localizadas em Campo Mourão.

Para a camada filtrante foi utilizada duas empresas diferentes (D e E) que não atuam em Campo Mourão, devido a não comercialização do produto na cidade.

Por fim duas outras empresas (F e G) ligadas à área de paisagismo foram consultadas, ambas localizadas em Campo Mourão, para as camadas de solo, substrato e vegetação.

As planilhas de custos foram separadas por camadas, ou seja, o preço de cada material utilizado foi disposto em uma planilha com sua respectiva camada.

#### 6.1.1 Camada de impermeabilização e camada anti-raiz

Para iniciar a composição de custos da construção de um telhado verde, foi utilizado o preço da lona plástica preta resistente (Fotografia 4), considerando a área do telhado como a soma da cobertura (54,60 m<sup>2</sup>) e da cumeeira (7,00 m<sup>2</sup>), como mostra a Tabela 4.



Fotografia 4 – Lona plástica preta

Tabela 4 – Preço da lona plástica preta resistente

Empresas	Área da lona (m <sup>2</sup> ) <sup>5</sup>	Preço/m <sup>2</sup>	Área do Telhado (m <sup>2</sup> )	Preço Total
Empresa A	600	0,80	61,60	49,28
Empresa B	600	0,75	61,60	46,20
Empresa C	600	1,20	61,60	73,44

Para finalizar a impermeabilização foi feito o cálculo utilizando uma camada de manta asfáltica (Fotografia 5), como mostra a Tabela 5, que é produzida através da modificação física de asfalto, e serve tanto para impermeabilizar o telhado, quanto para evitar possíveis danos que possam ocorrer por meio da penetração de raízes e microrganismos. E de acordo com informações do fabricante a manta asfáltica é vendida por palete contendo 25 bobinas de manta com 3 mm de espessura.



Fotografia 5 – Manta asfáltica

<sup>5</sup> Dimensão da lona plástica (m) – (6 x 100).

Tabela 5 – Preço da manta asfáltica

<b>Empresas</b>	<b>Área da manta (m<sup>2</sup>)<sup>6</sup></b>	<b>Preço/m<sup>2</sup></b>	<b>Área do Telhado (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Preço Total</b>
Empresa A	10	20,00	61,60	1.232,00
Empresa B	10	25,00	61,60	1.540,00
Empresa C	10	25,00	61,60	1.540,00

### 6.1.2 Camada de drenagem

Para remover o excesso de água do telhado e precaver uma longa saturação, foi utilizada uma camada de 7 cm de espessura de brita nº 0 (Fotografia 6), como mostra a Tabela 6, porém a Empresa C não participou desse orçamento devido a não comercialização desse produto.



Fotografia 6 – Brita nº 0

Tabela 6 - Preço da brita nº 0

<b>Empresas</b>	<b>Espessura (m)</b>	<b>Área do Telhado (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Quantidade (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Preço/m<sup>3</sup></b>	<b>Preço Total</b>
Empresa A	0,07	61,60	4,312	50	215,60
Empresa B	0,07	61,60	4,312	44	189,73

<sup>6</sup> Dimensão da manta (m) – (1,0 x 10,0).

### 6.1.3 Camada filtrante

Para evitar que o solo seja levado pelas águas das chuvas e haja uma boa filtração de água, foi utilizada uma camada de manta geotêxtil (Fotografia 7), um produto feito com fibras de polipropileno, tendo como característica principal a rápida percolação de água.



**Fotografia 7 - Manta geotêxtil**  
Fonte: [www.geofoco.com.br](http://www.geofoco.com.br)

**Tabela 7 – Preço da manta geotêxtil**

<b>Empresas</b>	<b>Área da manta (m<sup>2</sup>)<sup>7</sup></b>	<b>Preço/m<sup>2</sup></b>	<b>Área do Telhado</b>	<b>Preço Total</b>
Empresa D	215	2,12	61,60	130,59
Empresa E	215	2,45	61,60	150,92

### 6.1.4 Camada de solo e substrato

Para que a vegetação possa se desenvolver corretamente, foi utilizada uma camada de solo (Fotografia 8) de 7 cm de espessura, como mostra a Tabela 8, contendo esterco de carneiro, terra vegetal, areia e terra normal, vendido em sacos de 40 kg.

<sup>7</sup> Dimensões da bobina (m) – (2,15 x 100).



Fotografia 8 – Solo e substrato

Tabela 8 - Preço do solo e substrato

<b>Empresas</b>	<b>Espessura (m)</b>	<b>Área do (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Quantidade (kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Preço/Kg</b>	<b>Preço Total</b>
Empresa F	0,07	61,60	70,15	0,25	1.080,31
Empresa G	0,07	61,60	70,15	0,32	1.382,79

#### 6.1.5 Camada de vegetação

Para finalizar a construção do telhado verde, foi utilizada uma camada de grama esmeralda (Fotografia 9) também conhecida por seu nome científico *zoysia japonica*. Essa vegetação foi indicada por se adaptar facilmente ao clima quente, tolerar relativamente bem o clima frio, possuir pouca manutenção e altura máxima de 15 cm.



Fotografia 9 – Grama esmeralda

Tabela 9 - Preço da grama esmeralda

<b>Empresas</b>	<b>Quantidade de Grama (m<sup>2</sup>)<sup>8</sup></b>	<b>Preço/m<sup>2</sup></b>	<b>Preço Total</b>
Empresa F	61,60	5,50	338,80
Empresa G	61,60	5,50	338,80

Depois de feitas as pesquisas de custos em várias empresas, observa-se que há uma grande diferença nos preços dos materiais, por isso, deve-se sempre averiguar quais empresas possuem o menor preço, mas que contenham os mesmos produtos e a mesma qualidade.

## 6.2 CUSTO TOTAL DA CONSTRUÇÃO DE UM TELHADO VERDE

Para a realização do custo total de um telhado verde para uma unidade habitacional do programa Minha Casa Minha Vida da cidade de Campo Mourão, foram selecionadas todas as empresas que obtiveram o menor preço em cada camada, como mostra a Tabela 10.

Tabela 10 – Custo total de um telhado verde para uma unidade habitacional

<b>Material</b>	<b>Preço Total</b>
Lona Plástica	46,2
Manta Asfáltica	1.232,00
Brita nº 0	189,73
Manta Geotêxtil	130,59
Solo e Substrato	1.080,31
Grama Esmeralda	338,8
<b>Total</b>	<b>3.017,63</b>

E o custo final da utilização da técnica de Telhados Verdes em 96 unidades habitacionais, é mostrado na Tabela 11.

<sup>8</sup> A quantidade de grama utilizada é igual a área (m<sup>2</sup>) do telhado

Tabela 11 – Custo final de um telhado verde para todas as unidades habitacionais

Material	Número de unidades	Preço P/ uma unidade	Preço Final
Lona Plástica	96	46,20	4.435,20
Manta Asfáltica	96	1.232,00	118.272,00
Brita nº 0	96	189,73	18.214,08
Manta Geotêxtil	96	130,59	12.536,64
Solo e Substrato	96	1.080,31	123.668,16
Gramma Esmeralda	96	338,80	32.524,48
<b>Total</b>		<b>3.017,63</b>	<b>309.650,88</b>

## 6.2 CUSTO TOTAL DA CONSTRUÇÃO DE UM TELHADO CONVENCIONAL

O custo total da construção de um telhado convencional para uma unidade habitacional é mostrado na Tabela 12.

Tabela 12 – Custo total de um telhado convencional para uma unidade habitacional

Coberturas	Área (m <sup>2</sup> )	Preço (m <sup>2</sup> )	Preço Total
Cobertura c/ Telhas de concreto + estrutura de madeira	54,6	46,50	2.538,90
Cumeeira p/ Telha de concreto	7,0	16,02	112,14
<b>Total</b>			<b>2.651,04</b>

Fonte: Dados cedidos pela Construtora Piacentini.

E o custo final da construção de um telhado convencional para 96 unidades habitacionais, é mostrado na Tabela 13.

Tabela 13 – Custo final de um telhado convencional para todas as unidades habitacionais

Coberturas	Nº de unidades	Preço Total	Preço Final
Cobertura c/ Telhas de concreto + estrutura de madeira	96	2.538,90	243.734,40
Cumeeira p/ Telha de concreto	96	112,14	10.765,44
<b>Total</b>		<b>2.651,04</b>	<b>254.499,84</b>

Fonte: Dados cedidos pela Construtora Piacentini.



Segundo a Construtora Piacentini, o custo total da construção de uma unidade habitacional é de R\$ 25.835,05, porém, o custo final do empreendimento é de R\$ 2.480.164,80.

Através disso, percebe-se que a construção do telhado convencional equivale a 10,26% do custo total da obra, e se for construído o telhado verde nessas unidades habitacionais, essa porcentagem vai aumentar, chegando a 21,92% do custo final da obra, pois, vale lembrar que os custos do telhado verde devem ser acrescidos aos custos totais, esta técnica não substitui o telhado convencional, mas sim o complementa.

Mas, apesar da construção de um telhado verde ter o custo mais elevado, suas vantagens ainda são inúmeras perante essas unidades habitacionais, pois, além de possuir uma vida útil longa, ainda melhora o clima interno dessas residências tanto em dias quentes quanto em dias frios, deixando os ambientes mais agradáveis.

Além do mais, o loteamento possui 23.625 m<sup>2</sup>, onde 3.529,92 m<sup>2</sup> (14,9%) são de áreas construídas. No entanto, se for construído o telhado verde nessas moradias sociais, a área total de vegetação nesse empreendimento será de 5.913,6 m<sup>2</sup> equivalente a 25,03% de áreas verdes.

Vale salientar ainda, que os Telhados Verdes trazem benefícios para a sociedade como um todo, ou seja, com o aumento das áreas verdes na cidade tem-se uma melhoria, no clima da região e na qualidade do ar devido a grande presença de umidade das plantas, reduz o fluxo de água nas tubulações evitando assim as inundações e também diminui a absorção de gases poluidores na atmosfera como o CO<sub>2</sub>. Enquanto os Telhados Convencionais não trazem nenhum benefício ao meio urbano, apenas ficam escurecidos com o decorrer do tempo facilitando a entrada da radiação solar, deixando os ambientes internos ainda mais quentes e a sensação de ermo nos bairros devido à falta de vegetação.

## 7 CONCLUSÃO

Embora a construção do Telhado Verde seja pouco conhecida em cidades menores, nos grandes centros urbanos já é considerado um sistemas bastante satisfatório, compensatório, eficaz e de boa qualidade.

Através disso que se fez necessário o estudo sobre a viabilidade econômica dessa nova técnica em unidades habitacionais do programa Minha Casa Minha vida, na cidade de Campo Mourão, PR, onde foram elaboradas planilhas de custos do Telhado Verde e do Telhado Convencional.

Após isso, as duas técnicas foram comparadas, e constatou-se o alto valor de custo da execução do telhado alternativo. Porém chegou-se ao ponto em que a implantação da técnica de telhados verdes em moradias sociais, torna-se viável na relação custo/benefício, devido ao seu histórico com inúmeras vantagens e benefícios para a população, tais como: melhoria no conforto térmico das residências e da qualidade de vida das pessoas, diminuição dos impactos ambientais devido à presença de vegetação, maior durabilidade que os telhados convencionais diminuindo assim os custos com reparos e reformas, economia de energia elétrica, reutilização de águas pluviais, entre muitos outros.

Além do mais, as famílias participantes desse programa do Governo Federal, são carentes, e não possuem condições financeiras de melhorar o clima interno de suas residências, e acabam sofrendo com as agressões climáticas. E também, deve se levar em conta que as construtoras possuem um melhor acesso em relação à compra de materiais, onde, conseguem comprar grande quantidade de um determinado produto com o menor preço.

E como sugestão para os futuros trabalhos, há a necessidade de se pesquisar outros tipos de materiais para a construção de um Telhado Verde, que possuam um custo menor, mas que contenham a mesma eficácia e qualidade para que assim o sistema se torne ainda mais viável, e possa ser mais utilizado. Além do mais, se deve averiguar por que a Caixa Econômica Federal ainda não se proferiu em relação à construção de Telhados Verdes em habitações sociais, já que a mesma tem incentivado o uso de coletores solares nessas moradias. E por fim,

conferir quanto terá de aumento nas prestações, se caso for aprovada a construção dessa técnica nessas habitações.

## 8 REFERÊNCIAS

AGUIAR, Clarissa; FEDRIZZI, Beatriz. Telhados verdes na habitação de interesse social. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE SUSTENTABILIDADE E HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL, 2010, Porto Alegre. Disponível em: <<http://www.joaobn.com/chis/Artigos%20CHIS%202010/044-B.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2013.

ARAÚJO, Sidney R. de. **As Funções dos Telhados Verdes no Meio Urbano, na Gestão e no Planejamento de Recursos Hídricos**. 2007. 21 f. Monografia (Curso em Engenharia Florestal) - Instituto de Floresta, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <[http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=As+Funções+dos+Telhados+Verdes+no+Meio+Urbano%2C+na+Gestão+e+no+Planejamento+de+Recursos+Hídricos&source=web&cd=1&ved=0CC4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ecotelhado.com.br%2FInformacoesInterna%2FFuncoes%2520dos%2520Telhados%2520Verdes%2520no%2520Meio%2520Urbano.pdf&ei=Rp4jUtDQMZTO9AS284CgAg&usg=AFQjCNGgwN\\_e5PoOYvRX2mcJRB481x\\_OMQ&bvm=bv](http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=As+Funções+dos+Telhados+Verdes+no+Meio+Urbano%2C+na+Gestão+e+no+Planejamento+de+Recursos+Hídricos&source=web&cd=1&ved=0CC4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ecotelhado.com.br%2FInformacoesInterna%2FFuncoes%2520dos%2520Telhados%2520Verdes%2520no%2520Meio%2520Urbano.pdf&ei=Rp4jUtDQMZTO9AS284CgAg&usg=AFQjCNGgwN_e5PoOYvRX2mcJRB481x_OMQ&bvm=bv)>. Acesso em: 10 ago. 2013.

BALDESSAR, Sílvia M. N. **Telhado Verde e sua Contribuição na Redução da Água Pluvial Escocada**. 2012. 124 f. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia da Construção Civil) – Departamento de Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012. Disponível em: <<http://www.prppg.ufpr.br/ppgcc/sites/www.prppg.ufpr.br/ppgcc/files/dissertacoes/d0168.pdf>>. Acesso em: 17 jun. 2013.

BASSO, Anelise. **Cobertura Verde como Sistema de Reaproveitamento de Água da Chuva e Águas Servidas**. 2013. 57 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior de Engenharia Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2013. Disponível em: <[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/889/1/PB\\_COECI\\_2012\\_2\\_12.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/889/1/PB_COECI_2012_2_12.pdf)>. Acesso em: 27 nov. 2013.

BRASIL. **Constituição Federal** (2000). Emenda constitucional nº 26, de 14 de fevereiro de 2000. Disponível em: <<http://www.amperj.org.br/store/legislacao/constituicao/ec26.pdf>>. Acesso em: 01 set. 2013.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Meio Ambiente – Programa Construção Sustentável**. Disponível em: <[http://www14.caixa.gov.br/portal/rse/home/nossos\\_relacionamentos/meio\\_ambiente/programa\\_construcao\\_su](http://www14.caixa.gov.br/portal/rse/home/nossos_relacionamentos/meio_ambiente/programa_construcao_su)>. Acesso em: 27 out. 2013.

CIA ECOLÓGICA. **Telhados Verdes**. 2013. Disponível em: <<http://ciaecologica.com/2011/08/29/tehdados-verdes-fotos/>>. Acesso em: 01 set. 2013.

COBERTURAS VERDES. 2013. Disponível em: <<http://coberturasverdes.com/tag/coberturas-semi-intensivas>>. Acesso em: 01 set. 2013.

CORRÊA, Lázaro Roberto. **Sustentabilidade na Construção Civil**. 2009. 70f. Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil) - Escola de Engenharia UFMG, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009. Disponível em: <<http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/Sustentabilidade%20na%20Constru%20E3o%20CivilL.pdf>>. Acesso em: 27 out. 2013.

FERREIRA, Bruno Z. M.; COSTA, Camila C. da. **Sustentabilidade nas Edificações: Telhado Verde**. 2010. 111 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior de Engenharia Civil. Universidade Positivo, Curitiba, 2010. Disponível em: <[http://aplicacoes.up.edu.br/biblioteca/arquivos/biblioteca\\_publicador/TCC2010/Engenharia%20Civil/SUSTENTABILIDADE%20NAS%20EDIFICA%C3%87%C3%95ES%20TELHADO%20VERDE.pdf](http://aplicacoes.up.edu.br/biblioteca/arquivos/biblioteca_publicador/TCC2010/Engenharia%20Civil/SUSTENTABILIDADE%20NAS%20EDIFICA%C3%87%C3%95ES%20TELHADO%20VERDE.pdf)>. Acesso em: 10 jun. 2013.

GEOFOCO. **Produtos e Soluções em Engenharia com Geossintéticos**. Belo Horizonte, Minas Gerais, 2013. Disponível em: <[http://geofoco.com.br/wp-content/uploads/2013/03/geotextil\\_naotecido.pdf](http://geofoco.com.br/wp-content/uploads/2013/03/geotextil_naotecido.pdf)>. Acesso em: 6 jan. 2014.

GOMES, Aline D. N et al. **Uma Breve Análise sobre a Eficiência do Telhado Verde como Alternativa Ecológica para as Construções Cíveis**. 2011. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental. Universidade do Grande ABC, Santo André, 2011. Disponível: <[http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=UMA+BREVE+AN%C3%81LISE+SOBRE+A+EFICI%C3%8ANCIA+DO+TELHADO+VERDE+COMO+ALTERNATIVA+ECOL%C3%93GICA+PARA+AS+CONTRU%C3%87%C3%95ES+CIVIS&source=web&cad=1&cad=rja&ved=0CC4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ecotelhado.com.br%2FInformacoesInterna%2FDesenvolvimento%2520telhado%2520verde.pdf&ei=eKljUpj-G42E9gTy54GQBA&usg=AFQjCNFPdSctqYWSnsWUcy3GUSO\\_FXPCHw&bvm=bv.51495398,d.eWU](http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=UMA+BREVE+AN%C3%81LISE+SOBRE+A+EFICI%C3%8ANCIA+DO+TELHADO+VERDE+COMO+ALTERNATIVA+ECOL%C3%93GICA+PARA+AS+CONTRU%C3%87%C3%95ES+CIVIS&source=web&cad=1&cad=rja&ved=0CC4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ecotelhado.com.br%2FInformacoesInterna%2FDesenvolvimento%2520telhado%2520verde.pdf&ei=eKljUpj-G42E9gTy54GQBA&usg=AFQjCNFPdSctqYWSnsWUcy3GUSO_FXPCHw&bvm=bv.51495398,d.eWU)>. Acesso em: 17 ago. 2013.

HENEINE, Maria Cristina A. de S. **Cobertura Verde**. 2008. 49 f. Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil) - Escola de Engenharia UFMG, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008. Disponível em: <<http://especializacaocivil.demc.ufmg.br/trabalhos/pg1/Monografia%20Maria%20Cristina%20Almeida.pdf>>. Acesso em: 4 jun. 2013.

HISTÓRIA DO MUNDO. **A cidade da Babilônia - História da cidade da Babilônia.** Disponível em: <<http://www.historiadomundo.com.br/babilonia/babilonia-cidade.htm>>. Acesso em: 27 out. 2013.

INSTITUTO CIDADE JARDIM. **Arquivo de Programa de Incentivos Telhados Verdes - Construções com telhado verde devem ter isenção fiscal.** Disponível em: <<http://institutocidadejardim.wordpress.com/category/programa-de-incentivos-telhados-verdes/>>. Acesso em: 27 out. 2013.

INSTITUTO PARA O DESENVOLVIMENTO DA HABITAÇÃO SOCIAL. **A Moderna Construção Sustentável.** Disponível em: <<http://www.idhea.com.br/pdf/moderna.pdf>>. Acesso em: 27 out. 2013.

INSTITUTO PARA O DESENVOLVIMENTO DA HABITAÇÃO SOCIAL. **Telhado Verde.** Disponível em: <<http://www.idhea.com.br/pdf/telhadoverde.pdf>>. Acesso em: 16 jul. 2013.

INTERNATION GREEN ROOF ASSOCIATION. **Types of Green Roofs.** Disponível em: <[http://www.igra-world.com/types\\_of\\_green\\_roofs/index.php](http://www.igra-world.com/types_of_green_roofs/index.php)>. Acesso em: 25 ago. 2013.

IPTU VERDE. **IPTU Verde e outras propostas de incentivos governamentais para a construção sustentável.** Disponível em: <<http://www.ecoeficientes.com.br/iptu-verde-e-outras-propostas-de-incentivos-governamentais-para-a-construcao-sustentavel/>>. Acesso em: 27 out. 2013.

LIMA, Igor G.de; BARROCA, Bruna B.; D'OLIVEIRA, Pérsio S. Influência do Telhado Verde com Plantas Verdes no Conforto Ambiental. In: IV ENCONTRO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA CESUMAR, 2009, Maringá. Disponível em: <[http://www.cesumar.br/epcc2009/anais/igor\\_grecco\\_lima.pdf](http://www.cesumar.br/epcc2009/anais/igor_grecco_lima.pdf)>. Acesso em: 10 ago. 2013.

LIMA, Maiara. Telhado Verde. **Qrevista**, Itatiba, abr.2012. Disponível em: <<http://www.qrevista.com.br/telhado-verde/>>. Acesso em: 13 jun. 2013.

MARTINS, Luiz. Construções com telhado verde devem ter isenção fiscal. **Revista Consultor Jurídico On-Line**, Rio de Janeiro, ago.2013. Disponível em: <<http://www.conjur.com.br/2013-ago-19/luiz-martins-construcoes-usam-telhado-verde-isencao-fiscal>>. Acesso em: 27 out. 2013.

MEDEIROS, Felipe Roberto de S. **Ecoempreendedorismo**. 2012. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Departamento de Ciências Administrativas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/67488/000867454.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 27 out. 2013.

MINKE, Gernot. **Techos verdes**: Planificación, ejecución, consejos prácticos. Disponível em: <[http://ecocosas.com/wp-content/uploads/Biblioteca/Arquitectura/TechosVerdes\\_Pantalla.pdf](http://ecocosas.com/wp-content/uploads/Biblioteca/Arquitectura/TechosVerdes_Pantalla.pdf)>. Acesso em: 18 ago. 2013.

OLIVEIRA, Eric Watson N. **Telhados verdes para habitações de interesse social: retenção das águas pluviais e conforto térmico**. 2009. 87 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental) - Centro de Tecnologia e Ciências, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <[http://www.peamb.eng.uerj.br/trabalhosconclusao/2009/EricWatsonNettodeOliveiraPEAMB\\_2009.pdf](http://www.peamb.eng.uerj.br/trabalhosconclusao/2009/EricWatsonNettodeOliveiraPEAMB_2009.pdf)>. Acesso em: 26 jun. 2013.

PATRO, Raquel. Grama esmeralda – Zoysia japônica. **Jardineiro Net**, ago. 2013. Disponível em: <<http://www.jardineiro.net/plantas/grama-esmeralda-zoysia-japonica.html>>. Acesso em: 6 jan. 2014.

PINHEIRO, Manuel D. **Ambiente e Construção Sustentável**. Disponível em: <[http://www.lidera.info/resources/ACS\\_Manuel\\_Pinheiro.pdf](http://www.lidera.info/resources/ACS_Manuel_Pinheiro.pdf)>. Acesso em: 27 out. 2013.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPO MOURÃO. **Clima**. Disponível em: <<http://campomourao.pr.gov.br/cidade/clima.php>>. Acesso em: 15 jul. 2013.

SANTOS, Daniel José P. **Desempenho térmico de uma cobertura verde num edifício solar passivo**. 2012. 79 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) - Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro, 2012. Disponível em: <<http://ria.ua.pt/bitstream/10773/10218/1/Tese%20Daniel%20Santos.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2013.

SANTOS, Sheilla C. dos. et al. A utilização de Telhados Verdes como Solução para a Ausência de Áreas Verdes nas Cidades. In: SEMANA NACIONAL E CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2012, Sergipe. Disponível em: <<http://eletronica.cefetse.edu.br/snct2012/Arquivos/12.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2013.

SILVA, Edelci N. da.; RIBEIRO, Helena. Alterações da temperatura em ambientes externos de favela e desconforto térmico. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, Abr. 2006. Disponível em: <<http://www.scielosp.org/pdf/rsp/v40n4/16.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2013.

SILVA, Neusiane da C. **Telhado Verde: Sistema Construtivo de Maior Eficiência e Menor Impacto Ambiental**. 2011. 60 f. Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil) - Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011. Disponível em: <<http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg2/73.pdf>>. Acesso em: 4 jun. 2013.

VACILIKIO, Douglas V. **Comparação das Temperaturas Internas de Ambientes com Telhado Verde e Convencional**. 2011. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2011.

VAGHETTI, Marcos A. O. et. al. **Casa popular eficiente: um benefício ambiental aliado a um custo mínimo**. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE SUSTENTABILIDADE E HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL, 2010, Porto Alegre. Disponível em: <<http://www.joaobn.com/chis/Artigos%20CHIS%202010/089%20-%20A.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2013.





