Uni- ANHANGUERA – CENTRO UNIVERSITÁRIO DE GOIÁS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

IMPLEMENTAÇÃO DE COBERTURAS VERDES EM EDIFICAÇÕES COMO ALTERNATIVA AOS SISTEMAS DE DRENAGEM URBANA CONVENCIONAL

NATÁLIA FREITAS NUNES
THAMYRES COSTA MACHADO

GOIÂNIA
Maio/2018

IMPLEMENTAÇÃO DE COBERTURAS VERDES EM EDIFICAÇÕES COMO ALTERNATIVA AOS SISTEMAS DE DRENAGEM URBANA CONVENCIONAL

NATÁLIA FREITAS NUNES
THAMYRES COSTA MACHADO

RESUMO

O presente trabalho final de curso foi desenvolvido para implementação de técnicas ecológicas, que são de suma importância para minimizar os problemas gerados pela urbanização, neste caso visando técnicas de drenagem, abordando a instalação de coberturas verdes como alternativa de solução em relação as coberturas convencionais, fundamentada em pesquisas bibliográficas e estudo de caso sobre projetos dos telhados verdes. Tendo principal objetivo de identificar técnicas utilizadas na implementação de coberturas verdes em residências populares, feito comparações da viabilidade técnica e econômica na construção de coberturas verde, avaliando os aspectos positivos e negativos referentes à implantação de coberturas verde nas zonas urbanas, investigando a sua contribuição na redução do volume escoado das águas pluviais. A pesquisa foi realizada tendo base em estudo de caso com comparativos de drenagem utilizando o software GreenRoof, simulação que permite comparar o telhado convencional com a cobertura verde impermeável. Posteriormente esses estudos atingiram resultados com simulações compatíveis e situações reais, assim o telhado verde obtém efeitos satisfatórios, devido a absorção de volumes superiores aos volumes telhados convencionais. Os resultados desta simulação apontam, por exemplo, que a implantação de uma cobertura verde em um terreno normal de 300 m², com taxa de ocupação média variando de 60% a 70%, foi capaz de reduzir o escoamento superficial deste terreno em 36,36% e que quando aplicado em maior demanda, a taxa total de escoamento pode ser reduzida em até 20%.

PALAVRAS-CHAVE: Telhado Ecológico. Águas pluviais. Alagamentos. Inundações. Soluções sustentáveis.

1.INTRODUÇÃO

De acordo com os dados apresentados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) divulgados dia 31 de agosto 2017 onde, 76% da população brasileira se concentra em áreas predominantemente urbanas e habitam apenas 26% do total de municípios brasileiros (IBGE, 2017).

O crescimento rápido da urbanização ocasiona a falta de um planejamento do espaço, a ocupação ocorre sobre áreas de risco, como de inundações e de escorregamento, com frequentes mortes durante o período chuvoso. Parte importante da população vive em algum tipo de periferia. Portanto, existe a cidade formal e a informal. A gestão urbana geralmente atinge somente a primeira. (TUCCI, 2005, p. 20).

Na investigativa de compreender soluções e alternativas para os problemas que ocorrem em zonas urbanas, causadores de inundações, tornou-se importante conhecer as definições que envolvem tais problemas. A discussão foi iniciada relacionando a definição de sustentabilidade, utilizando-a como fator positivo para solucionar inundações e ainda obtenção de benefícios na qualidade de vida, evitando os riscos e vulnerabilidade da sociedade. Os fatores principais que contribuem para o escoamento superficial são de natureza climática devido à precipitação, proveniente do relevo da bacia e decorrentes do uso do solo e obras hidráulicas realizadas no rio ou em sua adjacência.

Nesse contexto, o presente trabalho aborda assuntos relacionados ao telhado verde, como alternativa sustentável, visando a importância dessa técnica ecológica, que tem uma contribuição significativa na eficácia térmica e hidráulica, que ameniza os extremos de vazão durante a chuva, auxiliando o sistema de drenagem urbana de um modo geral. Assim, são especificados os tipos de cobertura verde e seus métodos construtivos.

A cobertura verde pode ser projetada para todo tipo de empreendimento, podendo ser residências unifamiliar e multifamiliar, prédios residenciais ou comercias, até supermercados e indústrias. São aplicados habitualmente em coberturas praticamente planas com inclinação aproximadamente de 5º para permitir o escoamento não muito rápido da água. Acredita-se que seja mais apropriado para coberturas acima de 20º tomar outras providências detendo o fluxo de água. Abaixo pode-se observar a vista superior da cobertura verde já com todas as camadas colocadas.

Figura 1. Exemplo de um telhado com cobertura verde.
Fonte: Ecotelhado, 2015.

As inundações em áreas urbanas são fenômenos condicionados por fatores naturais, que podem ser agravados em razão de fatores antrópicos. (TUCCI,1999).

Podemos definir a drenagem como um escoamento natural ou artificial da água de uma área qualquer. Na natureza, ela é realizada através dos córregos que desaguam nos rios ou lagos, fluindo na direção do mar. A área cuja água pluvial drena para um corpo aquático específico é denominado bacia de captação. Sistema de drenagem artificial depende da natureza do solo e da topografia. São utilizados dois sistemas principais: o de superfície sendo através de rede de valas e o subterrâneo, por meio de redes de condutos e tuneis.

A urbanização e concentração de construções civil têm refletido na diminuição de áreas verdes, provocando uma série de problemas na infraestrutura principalmente relação ao Meio Ambiente e nos países não desenvolvidos, afetando a qualidade de vida da sociedade nas últimas décadas.

Alguns problemas nos meios urbanos em relação a urbanização descontrolada e a falta de drenagem apropriada, são:

- Erosão urbana;
- Geração de esgoto;
- Transporte de sedimentos (Assoreamentos);
- Alagamentos e enchentes;
- Produção de lixo;

- Habitação;
- Drenagem.

Os sistemas de microdrenagem tem a função de coletar e conduzir a água pluvial até o sistema de macrodrenagem, além de retirar a água pluvial dos pavimentos das vias públicas, evitar alagamentos, oferecer segurança aos pedestres e motoristas e evitar ou reduzir danos.

> Esta camada pode ser de material sintético ou de material mineral granulado com grande permeabilidade. A função desta camada é recolher o excesso de água, que não sendo absorvida pelas plantas e substrato, é recolhida e direcionada para o sistema de águas pluviais. Eventualmente, esta água pode ser direcionada a uma cisterna e ser reaproveitada, tomando o cuidado de observar as épocas de aplicação de adubo químico no telhado verde. (SILVIA MARIA, 2012, p.41).

As coberturas verdes representam uma proposta para construções com a função de reduzir o volume do escoamento superficial. Quando se captam a água da chuva por meio destes sistemas, as plantas e o solo se tornam filtros naturais e com o uso de um sistema de armazenamento, a água pode ser utilizada para molhar as plantas dos jardins, no banheiro, na limpeza das áreas externas.

Encontra-se produtos inovadores e de qualidade, oferecendo uma nova perspectiva sobre o atual modelo de edificações urbanizadas. Atualmente no Brasil existem algumas empresas que possuem evolução em telhados com coberturas verdes convencionais, piso elevado vegetado. Implantando a captação das águas pluviais obtém-se absorção de 30% das águas das chuvas, reduzindo as enchentes nas cidades.

O sistema hidromodular apresentado no pré-projeto em novembro de 2017, proporciona à laje, uma cobertura com vegetação caracterizada pelo seu Módulo Piso Nuvem com 7 cm de altura e o Módulo Galocha de 5 cm, podendo reservar até 50 l/m² de água. É armazenada as águas pluviais para a própria vegetação sem ter a necessidade de irrigar, reduzindo a utilização de água tratada para este fim e fornecendo drenagem sustentável da água da chuva.

As camadas do sistema hidromodular cotado em pesquisa, pode ser observada nas figuras 2,3,4 e 5.

Figura 2. Detalhe interno na cobertura verde.
Fonte: ECOTELHADO (2015).

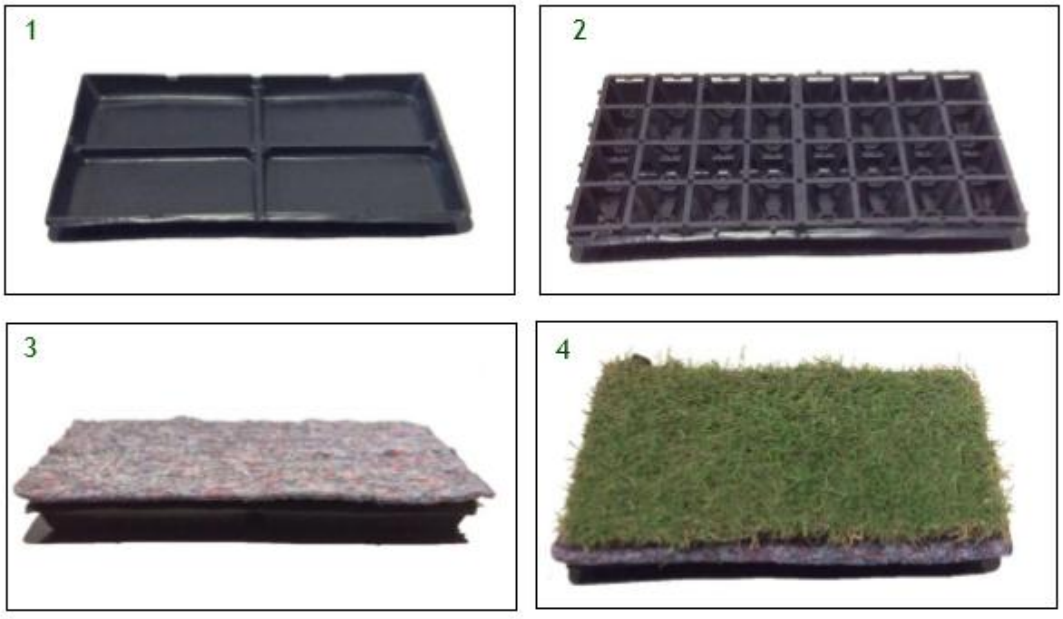

Figura 3. Esquema de sequência do Sistema Hidromodular.
Fonte: ECOTELHADO (2015).

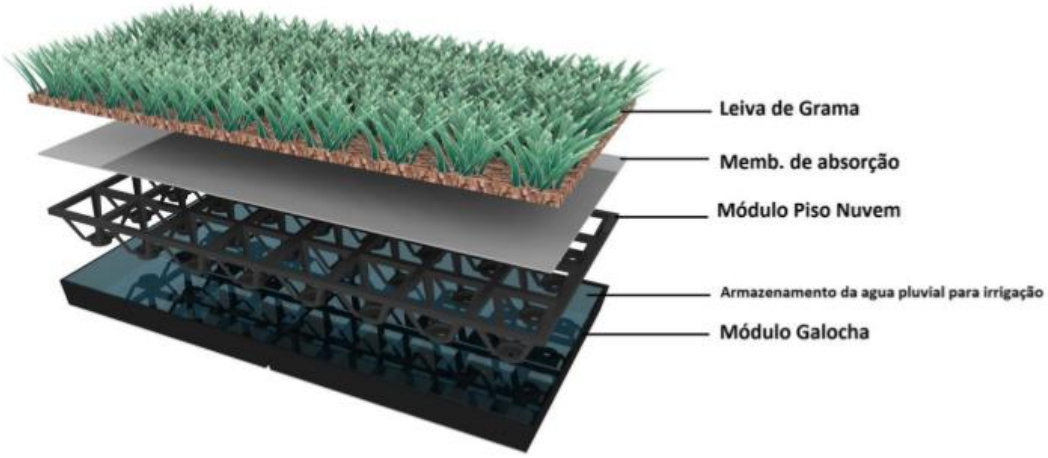

Figura 4. Esquemático Hidromodular.
Fonte: ECOTELHADO (2015).

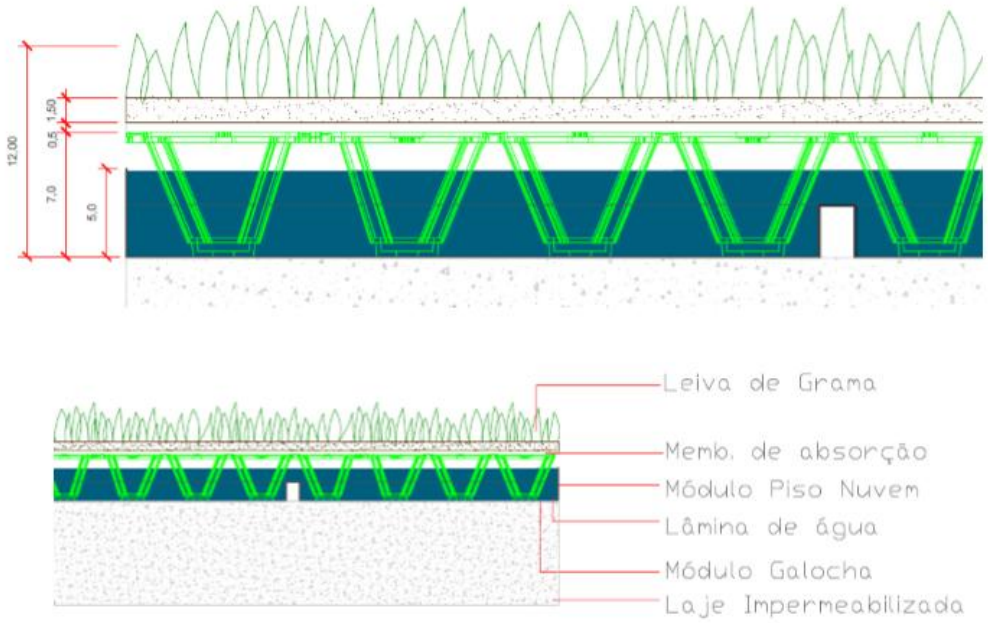

Figura 5. Corte em ferramenta CAD do Sistema Hidromodular.
Fonte: ECOTELHADO (2015).

2.MATERIAIS E MÉTODOS

Os métodos utilizados na abordagem deste trabalho estão baseados em pesquisa bibliográfica e estudo de caso, onde foi escolhida uma planta de residência térrea, adequada no grupo unifamiliar que contempla o programa habitacional popular, para análise apresentando, 150 m² de terreno e 60 m² de área construída cada imóvel, conforme demonstrada nas figuras 8, 9 e 10.

A edificação, no entanto, segue os padrões do programa Minha Casa, Minha Vida, onde foram feitos ensaios comparativos de drenagem, verificação de conforto térmico utilizando o software *GreenRoof*, que como foi visto compara sistemas de cobertura com diferentes tipos de materiais, com as coberturas verdes e as respectivas performances em relação a drenagem e conforto térmico.

O software, em sua funcionalidade, permitiu resultados representativos quando foram analisadas as situações com entrada e dados concisos, tendo um balanceamento hídrico, gerando gráficos para uma melhor analise de período.

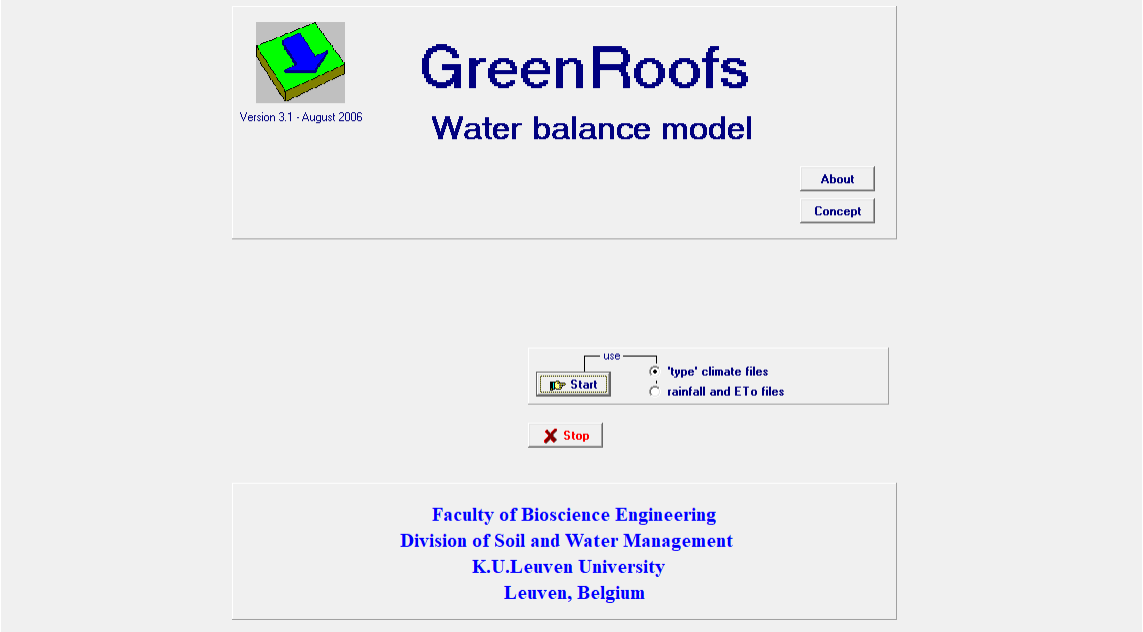

Figura 6. Tela inicial do Software GreenRoof.
Fonte: Software GreenRoof.

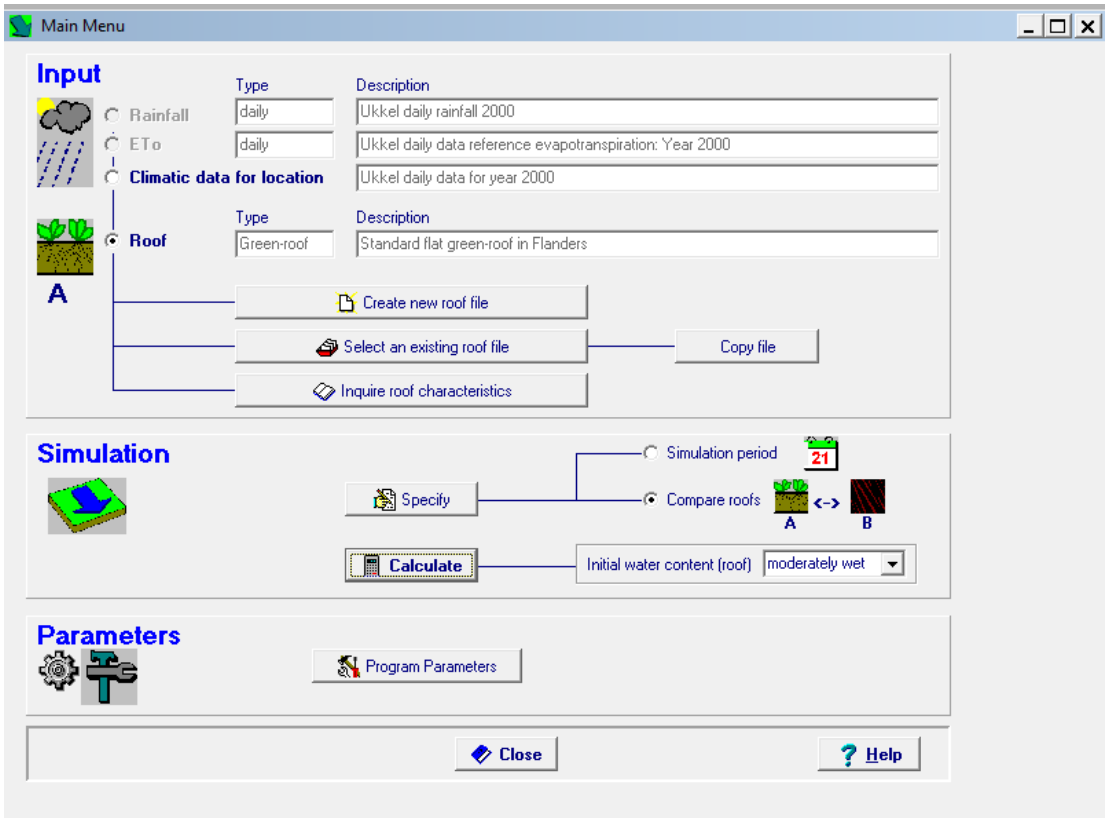

Figura 7. Tela com os dados de entrada do Software GreenRoof.
Fonte: Software GreenRoof.

Para a entrada de dados no software, posteriormente aos estudos bibliográficos buscou-se os seguintes dados apresentado na tabela 1.

Tabela 1. Dados das unidades habitacionais.

Características	**Unidade**	**Quantidade**
Número de Unidades	un.	64
Área construída	m²	9600
Área de cobertura	m²	47,00
Inclinação do telhado	%	9

Fonte: Dados extraídos do projeto.

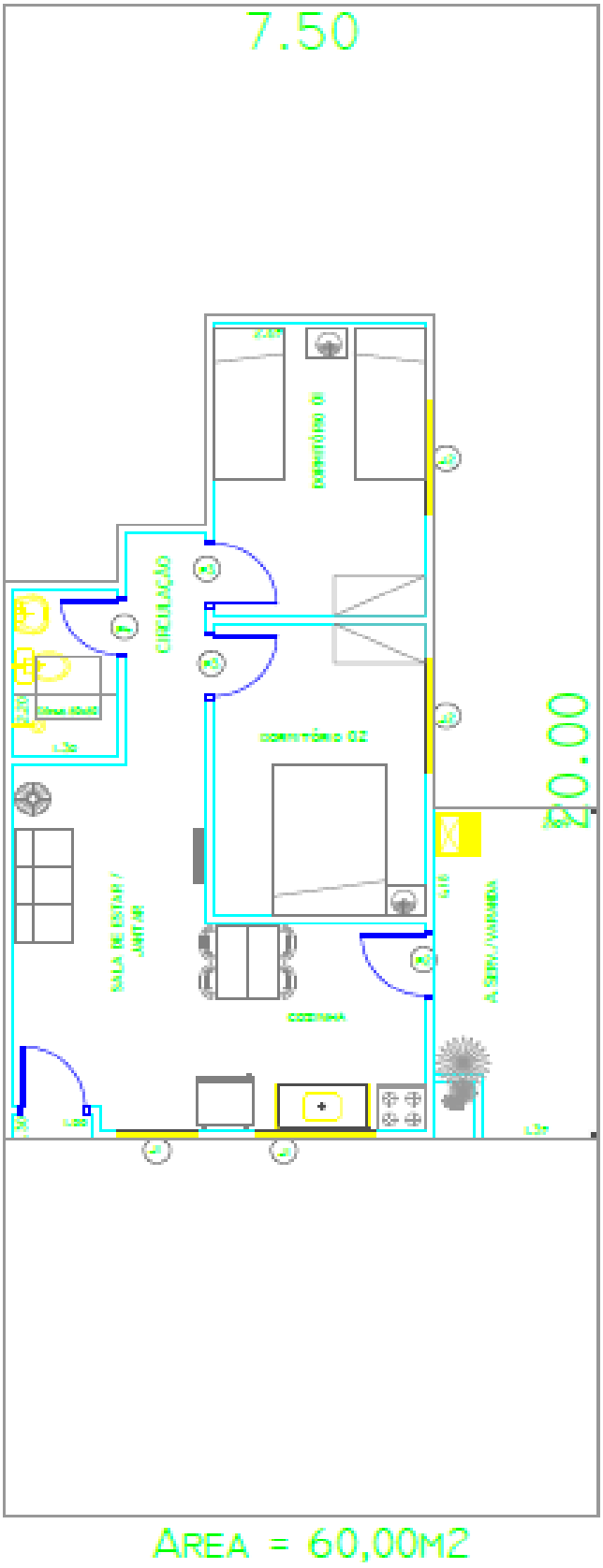

Figura 8. Layout do projeto em ferramenta CAD.
Fonte: Triady Construtora e Incorporadora LTDA.

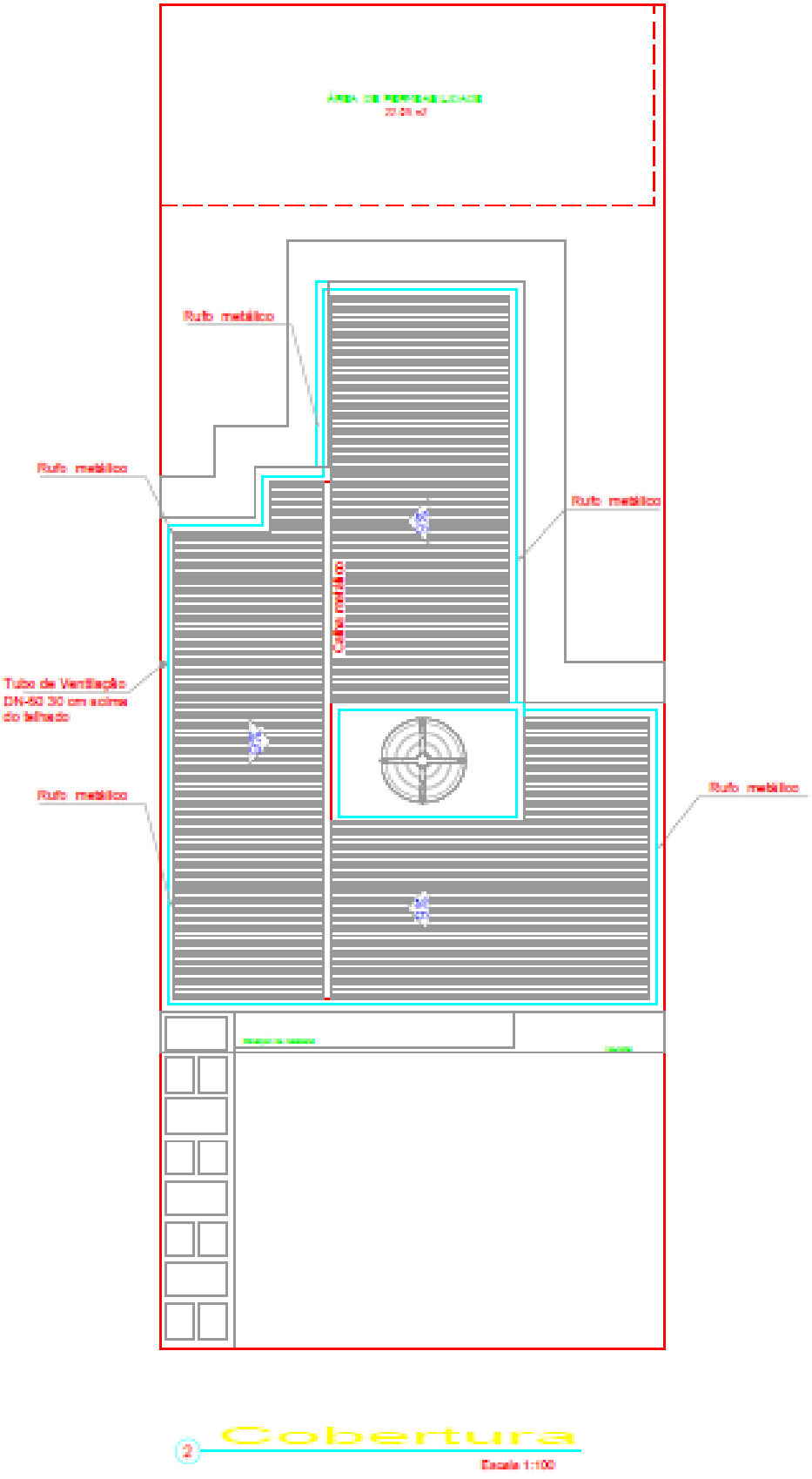

Figura 9. Projeto da cobertura em ferramenta CAD.
Fonte: Triady Construtora e Incorporadora LTDA.

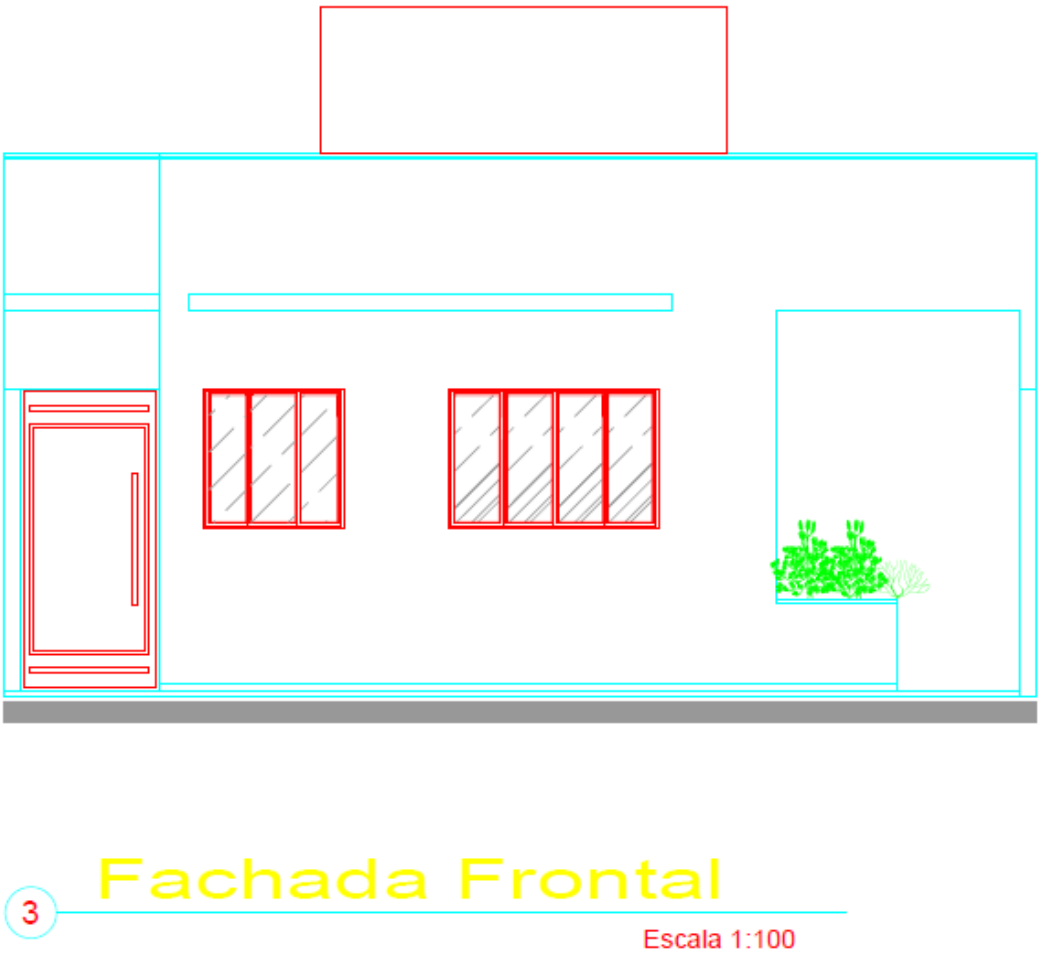

Figura 10. Fachada Frontal em ferramenta CAD.
Fonte: Triady Construtora e Icorporadora LTDA.

3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

Primeiramente foi estudado as características para viabilizar a implantação do Telhado Verde nas unidades habitacionais, optou-se pelo sistema hidromodular, classe extensiva, são os mais comuns pela aparência natural, adequadas para pequenas coberturas, baixo custo de manutenção, pouca irrigação e leveza da cobertura.

Caracterizado pela vegetação de solo médio com filtro geotêxtil sintético de drenagem e retenção de umidade.

ITENS	TELHADO VERDE EXTENSIVO	TELHADO VERDE SEMI-INTENSIVO	TELHADO VERDE INTENSIVO
Manutenção	Baixo	Periodicamente	Alto
Plantas	Gramíneas e ervas	Gramas, ervas e arbustos	Gramado, arbustos e árvores
Peso	60 – 150 Kg / m²	120 – 200 Kg / m²	180 – 500 / m²
Irrigação	Não	Periodicamente	Regularmente
Altura	60 – 200 mm	120 – 250 mm	150 – 400 mm
Custos	Baixo	Médio	Alto
Uso	Camada de proteção	Telhado verde	Jardim

Figura 11 – Classificação das coberturas verdes quanto ao tipo.

Fonte: www.igra-world.com (2017). – Site traduzido.

Entende-se que a tabela da figura 11 demostra o que foi encontrado no software, dando detalhadamente os resultados encontrados.

- **Aspectos sócio econômicos**

Conforme o projeto analisado, nas tabelas 2 e 3 apresentam o comparativo de custo da cobertura dos empreendimentos a serem construídos.

Tabela 2. Custo da cobertura convencional com laje e telha de fibrocimento.

COBERTURA	Custo
Orçamento Analítico Habitação	R$ 7.265,19
Laje	R$ 3.081,32
Valor Total:	**R$ 10.346,51**
Valor Total (64 unidades):	**R$ 662.176,65**

Fonte: Dados extraídos do orçamento habitacional.

Tabela 3. Custo médio da cobertura verde com laje.

COBERTURA	Custo
Kit Hidromodular	R$ 6.765,98
Orçamento Analítico de uso em comum	R$ 7.405,32
Grama Esmeralda	R$ 329,00
Valor Total:	**R$ 14.500,30**
Valor Total (64 unidades):	**R$ 928.019,23**

Fonte: Valores cotados no mercado.

Os valores apresentados na tabela 4 do Kit Hidromodular, foram calculados com base na quantidade vendida disponíveis em mercado. Cotou-se 368,53 R$ cada kit contendo: 8 placas galocha com membrana de absorção de nutrientes e 16 módulos do tipo piso nuvem, cobrindo área total de 2,56 m².

Considerando todos os dados levantados, podemos analisar que o custo da implementação da cobertura verde nas unidades habitacionais do programa Minha Casa, Minha Vida aumenta o custo da obra em torno de 25%, entretanto, deve ser levado em consideração os aspectos que proporciona a sociedade pontos positivos, por exemplo, uma taxa de ocupação média variando de 60% a 70%, foi capaz de reduzir o escoamento superficial deste terreno em 36,36% e que quando aplicado em maior demanda, a taxa total de escoamento pode ser reduzida em até 20%.

4. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos demonstram que a implementação do telhado verde em relação aos telhados convencionais aplicados em casas populares é uma alternativa ecológica para minimizar os problemas gerados pela urbanização melhorando a drenagem, visto a elevação do índice de enchentes em regiões urbanizadas a cobertura verde realmente é uma alternativa sustentável visando os pontos positivos.

O tema permitiu que fosse abordada a importância e os benefícios dessa modalidade de estrutura, no entanto o enfoque foi sobre o experimento realizado com o software *GreenRoof,* sendo assim foi realizado estudo de caso com ensaios comparativos de drenagem e cotação de valores para verificação de viabilidade econômica.

O sistema sugerido traz vantagens de aumentar a percentual de área permeável dentro das cidades, diminuindo altas temperaturas e aumentando a qualidade de vida das pessoas, enquanto as unidades habitacionais do projeto analisado forem construídas com métodos convencionais, os benefícios são basicamente o baixo custo do empreendimento. Deste modo, acredita-se que ainda não incentivado este método em relação à construção de coberturas verdes em habitações sociais, devido ao aumento nas prestações, mas, caso aderir esta técnica sustentável será um grande incentivo a sociedade.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Sidney Rocha. **As Funções dos Telhados Verdes no Meio Urbano, na Gestão e no Planejamento de Recursos Hídricos.** Disponível em: <https://ecotelhado.com/wp-content/uploads/2015/03/Funcoes-dos-Telhados-Verdes-no-Meio-Urbano.pdf>. Acesso em: 20 de Abril de 2018.

BALDESSAR, S. M. N. Telhado verde e sua contribuição na redução da vazão da água pluvial escoada. **Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em engenharia da construção civil**, p.41, 2012.

CASTRO, Andréa Souza; GOLDENFUM, Joel Avruch. **Uso de Telhados Verdes no Controle quali-quantitativo do Escoamento Superficial Urbano.** Disponível em: <https://ecotelhado.com/wp-content/uploads/2015/03/ESCOAMENTO-SUPERFICIAL-URBANO.pdf>. Acesso em: 17 de Abril de 2018.

FREITAS, Pedro Camargo. **Coberturas Verdes e a prática de Técnicas Sustentáveis para o Reaproveitamento de Águas Pluviais nas Edificações e Áreas Urbanas.** Uni-anhanguera. Goiânia, 2017.

OLIVEIRA, Nielmar. **Nova proposta de classificação territorial do IBGE vê o Brasil menos urbano.** Disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2017-07/nova-proposta-de-classificacao-territorial-do-ibge-ve-o-brasil-menos-urbano>. Acesso em: 19 de Maio de 2018.

TYPES, Green Roof. **Internacional Green Roof Association.** Disponível em: <http://www.igra-world.com/about_us/index.php>. Acesso em: 05 de Maio de 2018.

TUCCI, C.E.M. Águas Urbanas. In: TUCCI, C. E. M; BERTON, J. C. (Org.). **Inundações urbanas na América do Sul. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos**, 2003a.

VERDE, Loja do. **Kit Ecotelhado Hidromodular**. Disponível em: <http://www.lojadoverde.com.br/telhado-verde/telhados-verdes-kit-hidromodular.html >. Acesso em: 19 de Maio de 2018.

IMPLEMENTAÇÃO DE COBERTURAS VERDES EM EDIFICAÇÕES COMO ALTERNATIVA AOS SISTEMAS DE DRENAGEM URBANA CONVENCIONAL

NUNES, Natalia Freitas [1]; MACHADO, Thamyres Costa [1]; CUNHA, Danillo Francisco[2]
[1]Estudantes do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás – Uni-ANHANGUERA.;
[2]Professor orientador Esp. do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás – Uni-ANHANGUERA.

O presente trabalho final de curso foi desenvolvido para implementação de técnicas ecológicas, que são de suma importância para minimizar os problemas gerados pela urbanização, neste caso visando técnicas de drenagem, abordando a instalação de coberturas verdes como alternativa de solução em relação as coberturas convencionais, fundamentada em pesquisas bibliográficas e estudo de caso sobre projetos dos telhados verdes. Tendo principal objetivo de identificar técnicas utilizadas na implementação de coberturas verdes em residências populares, feito comparações da viabilidade técnica e econômica na construção de coberturas verde, avaliando os aspectos positivos e negativos referentes à implantação de coberturas verde nas zonas urbanas, investigando a sua contribuição na redução do volume escoado das águas pluviais. A pesquisa foi realizada tendo base em estudo de caso com comparativos de drenagem utilizando o software GreenRoof, simulação que permite comparar o telhado convencional com a cobertura verde impermeável. Posteriormente esses estudos atingiram resultados com simulações compatíveis e situações reais, assim o telhado verde obtém efeitos satisfatórios, devido a absorção de volumes superiores aos volumes telhados convencionais. Os resultados desta simulação apontam, por exemplo, que a implantação de uma cobertura verde em um terreno normal de 300 m², com taxa de ocupação média variando de 60% a 70%, foi capaz de reduzir o escoamento superficial deste terreno em 36,36% e que quando aplicado em maior demanda, a taxa total de escoamento pode ser reduzida em até 20%.

PALAVRAS-CHAVE: Telhado Ecológico. Águas pluviais. Alagamentos. Inundações. Soluções sustentáveis.