



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM SISTEMAS AGROINDUSTRIAIS

DEBORA JANYNE BARBOSA MARTINS

**EFICIÊNCIA DE ESPÉCIES VEGETAIS SOB A RETENÇÃO DE ÁGUA EM
TELHADOS VERDES NO SERTÃO PARAIBANO**

POMBAL – PB

2020

DEBORA JANYNE BARBOSA MARTINS

**EFICIÊNCIA DE ESPÉCIES VEGETAIS SOB A RETENÇÃO DE ÁGUA EM
TELHADOS VERDES NO SERTÃO PARAIBANO**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais do centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do Título de Mestre (M.Sc.) em Sistemas Agroindustriais – Linha de pesquisa: Sistemas Agropecuários.

Orientadora: ROSILENE AGRA DA SILVA

POMBAL - PB

2020

M386e Martins, Debora Janyne Barbosa.
Eficiência de espécies vegetais sob a retenção de água em telhados verdes no sertão paraibano / Debora Janyne Barbosa Martins. – Pombal, 2021.
38 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2020.

“Orientação: Profa. Dra. Rosilene Agra da Silva”.
Referências.

1. Telhado verde. 2. Impactos ambientais. 3. Escoamento superficial. I. Silva, Rosilene Agra da. II. Título.

CDU 624:504(043)

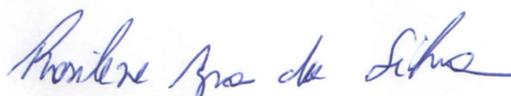
DEBORA JANYNE BARBOSA MARTINS

**EFICIÊNCIA DE ESPÉCIES VEGETAIS SOB A RETENÇÃO DE ÁGUA EM
TELHADOS VERDES NO SERTÃO PARAIBANO**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais do centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do Título de Mestre (M.Sc.) em Sistemas Agroindustriais – Linha de pesquisa: Sistemas Agropecuários.

APROVADA EM:

EXAMINADORES



Prof.^a. Dra. Rosilene Agra da Silva
Orientadora



Prof.^a. Dra. Aline Costa Ferreira
CCTA/UFCG



Prof.^o. Dr. José Roberto Bezerra da Silva
CCTA/UFCG

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelas oportunidades, e por ter me guiado todos os dias.

A minha orientadora Rosilene Agra da Silva pela oportunidade, incentivo e todos os ensinamentos durante a realização do meu trabalho.

Aos meus pais Carlos Alberto Martins e Maria Angélica Barbosa, pelo amor, pelo apoio nas minhas decisões, pela confiança e por torcerem por mim sempre da forma mais sincera.

A minha tia irmã Égila Rodrigues da Silva que sempre presente mesmo estando longe, teve paciência e me aconselhou diversas vezes e me orientou a ir pelo caminho certo.

Ao meu irmão Carlos Alberto Martins Filho que sem dúvida nenhuma é o meu verdadeiro amigo, e que foi essencial na realização do meu sonho.

Ao meu noivo Guilherme Gadelha de Sá Fernandes por toda ajuda durante o experimento, exemplo de companheirismo. Sempre paciente e sempre me apoiando quando algo dava errado.

A todos não citados, que de forma direta ou indireta contribuíram para realização do meu trabalho.

MARTINS, Debora. **Eficiência De Espécies Vegetais Sob A Retenção De Água Em Telhados Verdes No Sertão Paraibano**. 2020. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

RESUMO

Com o crescimento descontrolado da população nos centros urbanos, e os impactos negativos gerados no meio ambiente decorrente disso, nos leva a pensar em soluções que venham diminuir esses impactos. O telhado verde com seus benefícios contribui de forma positiva na diminuição dos mesmos. Além da melhoria no isolamento termoacústico ele contribui no controle das águas pluviais. Diante disso, foi realizado a simulação da dinâmica de água em telhados verdes, com diferentes intensidades de precipitação, em comparação com o de telhas de fibrocimento, visando verificar o desempenho do sistema na redução do escoamento superficial. Os resultados indicam uma eficiência na capacidade de retardar o escoamento pelo telhado verde em comparação com o telhado de telhas de fibrocimento. Por fim, isso só nos reforça a importância da utilização dos telhados verdes nos centros urbanos, pois além de melhorar o isolamento termoacústico, ele melhora o escoamento superficial, diminuindo os impactos causados pela chuva.

Palavras – chave: Telhado verde. Impactos ambientais. Escoamento superficial.

MARTINS, Debora. **Efficiency of Plant Species Under Water Retention on Green Roofs in the Paraíba Hinterland.** 2020. Dissertation (Master in Agroindustrial Systems) Federal University of Campina Grande (UFCG).

ABSTRACT

With the uncontrolled growth of the population in urban centers, and the negative impacts generated on the environment as a result, it leads us to think of solutions that will reduce these impacts. The green roof with its benefits contributes positively in reducing them. In addition to improving the thermoacoustic insulation, it contributes to the control of rainwater. Therefore, a simulation of water dynamics on green roofs was carried out, with different intensities of precipitation, in comparison with that of fiber cement tiles, in order to verify the system's performance in reducing runoff. The results indicate an efficiency in the ability to delay the flow through the green roof compared to the fiber cement roof. Finally, this only reinforces the importance of using green roofs in urban centers, because in addition to improving the thermoacoustic insulation, it improves surface runoff, reducing the impacts caused by rain.

Keywords: Green roof. Environmental impacts. Surface runoff.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Camadas e Espessura do substrato para coberturas verdes extensivas e intensivas.	13
Figura 2: Passos para instalação pelo sistema modular.	16
Figura 3: Passos para instalação de um sistema alveolar.	17
Figura 4: Passos para instalação de um sistema laminar.	18
Figura 5: Passarela Ecológica em São Paulo.	19
Figura 6: Loja Fabricário em Porto Alegre.	20
Figura 7: Colégio Estadual Erich Walter Heine.	20
Figura 8: Planta Tiririca.	21
Figura 9: Alfafa – Medicago Sativa L.	22
Figura 10: Foto Tifton 85.	23
Figura 11: Esboço da locação dos protótipos.	24
Figura 12: Montagem do protótipo.	25
Figura 13: Protótipo com telha de fibrocimento.	26
Figura 14: Tipos de vegetação.	26
Figura 15: Irrigação dos Protótipos.	27
Figura 16: Gráfico do coeficiente de escoamento (C) do telhado verde.	31
Figura 17: Gráfico do coeficiente de escoamento (C) do telhado de telhas fibrocimento.	32
Figura 18: Gráfico da porcentagem de água retida do telhado verde.	32
Figura 19: Gráfico da porcentagem de água retida do telhado de telhas fibrocimento. .	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tabela de Dados do Telhado Verde.	29
Tabela 2: Tabela de Dados do Telhado com Telhas de Fibrocimento.	30

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVOS	11
2.1 Objetivo Geral.....	11
2.2 Objetivos Específicos	11
3. COBERTURAS VERDES	12
3.1 Telhados Verdes	12
3.2 Vantagens e Desvantagens das Coberturas Verdes	14
3.3 Características Gerais das Plantas Para Coberturas Verdes.....	15
3.4 Tecnologia de Execução de Coberturas Verdes.....	15
3.4.1 Sistema Modular	15
3.4.2 Sistema Alveolar	17
3.4.3 Sistema Laminar.....	18
3.5 Aplicação no Brasil.....	19
4. VEGETAÇÕES USADAS NO TELHADO VERDE	21
4.1 Capim Tiririca – <i>Cyperus Rotundus</i> L.....	21
4.2 Alfafa – <i>Medicago Sativa</i> L.....	22
4.3 Tifton 85 - <i>Cynodon Nlemfuensis</i>	22
5. MATERIAL E MÉTODOS	24
5.1 Localização e Caracterização Climática	24
5.2 Área de Estudo.....	24
5.3 Implantação e Execução do Experimento.....	25
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
REFERÊNCIAS	35
CRONOGRAMA DE ATIVIDADES.....	38

1. INTRODUÇÃO

O crescente aumento da população brasileira, nos alerta a pensarmos em soluções para mitigar os impactos gerados com o desenvolvimento urbano, aumentando a quantidade de áreas como, ruas, calçadas, coberturas, que acarretam consequências para o meio ambiente, ocasionando enchentes.

Villanueva et. Al (2011) fala que, entre os elementos que impactam no desenvolvimento urbano, os problemas ocasionados pelas chuvas podem ser um dos mais preocupantes. Pois a urbanização altera significativamente os processos de escoamento natural, aumentando o volume de escoamento superficial.

No entanto segundo Ferreira et. Al (2007), foi a partir dos anos 70 que as organizações privadas, centros de pesquisas e as universidades começaram a desenvolver estudos sobre as aplicações dos telhados verdes e qual a interferência dele no desenvolvimento sustentável. Essas pesquisas contribuíram para o entendimento que o mesmo é de suma importância para esse desenvolvimento.

De acordo Andrade et. Al (2009), os telhados verdes além da capacidade de retenção de água da chuva, o que diminui o escoamento superficial, apresenta outros benefícios, tais como: a redução da temperatura interna, o aumento da qualidade do ar no envoltório da edificação e o aumento da vida útil da cobertura.

Miller (2014) também afirma que além das considerações estéticas, os telhados verdes apresentam benefícios importantes, entre eles a contribuição para o isolamento térmico do edifício e a contenção de cheias.

Diante desse cenário, a discussão sobre os telhados verdes em centros urbanos, como forma de diminuir os impactos está se tornando fundamental. É a partir disso que surge a seguinte problemática, será que os telhados verdes apresentarão resultados significativos para minimizar esse problema? Partindo do princípio que o ambiente se tornaria mais permeável, formula-se a hipótese de que a utilização desse tipo de cobertura, utilizadas em larga escala, aumentaria sim a eficácia e diminuiria as consequências geradas pelas enchentes.

Desta forma, a presente pesquisa irá ampliar tanto o conhecimento sobre o uso do telhado verde como a sua contribuição na redução do escoamento superficial.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a influência exercida por diferentes espécies vegetais sobre a eficácia de escoamento da água nos telhados verdes em comparação ao telhado com telhas de fibrocimento.

2.2 Objetivos Específicos

- Identificar os volumes máximos armazenados em cada telhado verde;
- Verificar a eficiência de cada telhado verde em relação ao de telhas de fibrocimento no controle quantitativo do escoamento pluvial;
- Analisar o método construtivo utilizado nos protótipos.

3. COBERTURAS VERDES

3.1 Telhados Verdes

Os telhados verdes, ecotelhado, coberturas vivas ou verdes são estruturas que consistem basicamente em uma camada vegetal, uma camada de substrato e uma camada de drenagem que é responsável por manter a edificação estanque.

Segundo Verran (2015), as grandes cidades foram se desenvolvendo sem planejamento adequado, e vêm sofrendo os impactos negativos. A cobertura vegetal nas edificações reduz a poluição e a temperatura, pois filtra a poeira do ar e absorve o gás carbônico, além de melhorar o clima na edificação.

De acordo o Geofoco Brasil (2014), o ecotelhado consiste na utilização de plantas rasteiras para cobrir a laje de uma edificação formando um “jardim suspenso”. Ele serve basicamente como isolante térmico e acústico.

Para se ter uma boa cobertura verde é necessário que a instalação seja feita de forma correta, com vedação da laje adequada, para evitar vazamentos.

É necessário que seja feito um sistema de irrigação e que as plantas sejam as adequadas para o sistema. Esse sistema é uma solução bastante vantajosa para os centros urbanos, pois os mesmos enfrentam uma grande onda de calor.

Conforme Oliveira (2009), os telhados verdes possuem várias camadas, de acordo com sua estrutura e necessidade. No entanto procurou-se apresentar de acordo sua função específica, são eles:

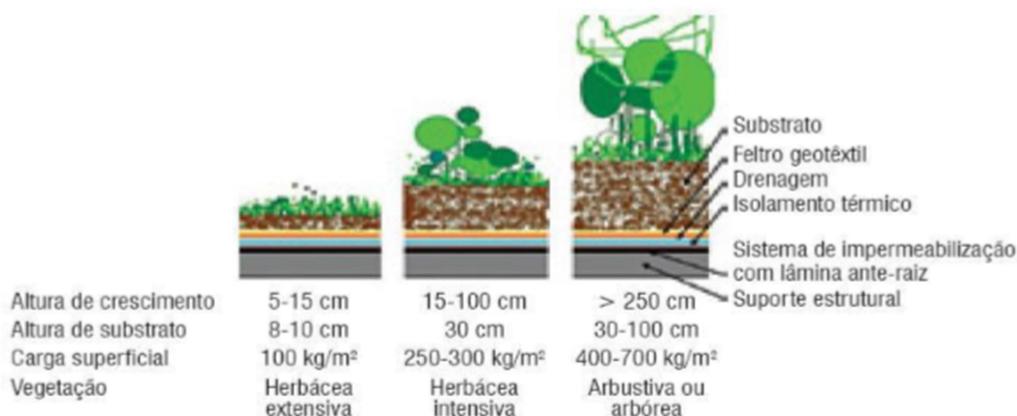
1. Sobre a laje: Platibandas mais altas e construção de drenos.
 - Laje: elemento estrutural onde se considera cargas permanentes e acidentais;
 - Impermeabilização: impedir a infiltração da laje;
 - Isolamento térmico: a própria composição do telhado já funciona como conforto térmico;
 - Proteção mecânica: tem função de impedir danos na camada de impermeabilização;
 - Drenagem: regulagem da retenção de água e da drenagem rápida;
 - Filtragem: é facultativo, impede a passagem de substratos para a camada de drenagem;

- Substrato: camada onde se encontra os nutrientes e que dão suporte a vegetação, retendo e absorvendo água;
 - Vegetação: é a cobertura vegetal propriamente dita.
2. Sobre telhados: ficar atento na inclinação e sua estrutura, para saber se suporta a carga extra.
- Impermeabilização: impedir a infiltração de água na telha;
 - Substrato: camada de suporte da vegetação retendo e absorvendo a água;
 - Vegetação: é a cobertura vegetal.

Consoante Zinco (2007, apud Jobim 2013), existem dois tipos de telhados verdes, os extensivos e os intensivos. Os extensivos são considerados por tem baixa profundidade de substrato, plantas de pequeno porte que exige pouca manutenção devido crescimento lento. Os intensivos possuem uma maior camada de substrato, e não se limitam em termos de variedades de plantas, podendo abrigar plantas de pequeno e médio porte, exigindo uma manutenção regular e sua estrutura tem que ser mais reforçada.

O sistema extensivo pode ser construído em praticamente todos os tipos de coberturas, enquanto que o intensivo necessita de um estudo prévio. O sistema intensivo possui um custo bem mais elevado em relação ao extensivo, pois necessitam de maiores cuidados no sistema de instalação de drenagem e de impermeabilização. Como o sistema intensivo inclui plantas maiores, o seu peso na estrutura é maior, no qual, é necessário um reforço considerável na estrutura, resultando um elevado custo de implantação.

Figura 1: Camadas e Espessura do substrato para coberturas verdes extensivas e intensivas.



Fonte: Adaptado Correa (2009, apud Saddi; Moura, 2010).

Segundo Araújo (2007), as coberturas verdes ainda podem ser consideradas como acessíveis e inacessíveis. As acessíveis fornecem benefícios aos seus usuários, lazer ou até mesmo plantações ou hortas, como até agregar valor ao imóvel, de acordo as suas características elas se encaixam somente no sistema intensivos, enquanto que os inacessíveis não permite a circulação de pessoas, podendo ser planos, curvos ou com inclinações.

3.2 Vantagens e Desvantagens das Coberturas Verdes

As vantagens de se ter um telhado verde são imensas, trazendo benefícios tanto ao ser humano como ao meio ambiente.

Segundo Alberto et al. (2012), possui vantagem em vários quesitos como, agricultura, pois é tecnicamente possível, viável economicamente e ajudará no controle de enchentes, pois irá reter parte da água da chuva, reduzindo o volume total de enxurrada, a eficiência energética pois reduz os gastos com energia elétrica devido o seu conforto térmico, redução de ilha de calor pois eles atuam como mitigação deste efeito, estética urbana pois pode trazer benefícios para a saúde, filtragem de água onde atua como filtro das partículas mecânicas e dependendo do substrato pode regular o pH, qualidade do ar pois filtram o ar absorvendo a poeira e a poluição, aumento da área útil, pois dão utilidade aos espaços subutilizados, valoriza os imóveis, conforto acústico através da ação do substrato e das plantas, valorização da marca, pois a partir do momento que cresce a conscientização, cresce a demanda no mercado.

Baldessar (2012) fala que, os telhados verdes possuem grandes benefícios direcionados a sustentabilidade, tais como: reter a água da chuva, melhoria da qualidade da água, reduz a ilha de calor, melhora a qualidade do ar, reduz o gasto de energia, reforça o ecossistema, dentre outros.

Algumas desvantagens entram em questão quando se trata de coberturas verdes que são: o telhado verde necessita de frequentes manutenções para ser bonito e saudável, o projeto inicial pode ter um custo elevado, as vegetações possuem restrições quanto a estrutura, temperatura e outras características ambientais, necessita de mão de obra especializada e por fim caso não se tenha a manutenção adequada pode surgir as pragas urbanas e seus benefícios se tornam quase inválidos. (PENSAMENTO VERDE, 2013).

Consoante Righi et al. (2016), com as amplas contribuições apresentadas, confere ao sistema um efeito social na medida em que fornece a sociedade um modelo de cultura sustentável, que é uma alternativa a um mundo mais ecológico e menos devastador.

Ainda com as suas desvantagens a implantação do telhado verde se torna muito mais vantajoso devido o bem que traz para a sociedade e para o meio ambiente.

3.3 Características Gerais das Plantas Para Coberturas Verdes

De acordo Saddi et al. (2010), a escolha da planta depende de diversos fatores que são: quais a finalidade e o tipo do telhado verde, a escolha e a espessura do substrato, as condições do meio (urbano, rural, frio, quente, e etc.), questões estéticas, a pesquisa da espécie e dos habitats, a manutenção e o custo.

Se tratando de coberturas extensivas, como elas possuem um substrato pouco espesso e estão expostas ao clima, devem ser plantas mais rústicas, e mais resistentes. Exemplos de plantas são: musgos, ervas e gramas. Já se tratando das coberturas intensivas as mesmas podem comportar diferentes camadas, como herbáceas, arbustivas e arborescentes.

3.4 Tecnologia de Execução de Coberturas Verdes

Existem 3 tipos de métodos construtivos, o sistema modular, sistema alveolar e sistema laminar.

3.4.1 Sistema Modular

É um método que garante o conforto térmico e tem rápida instalação. Pode ser instalado sobre praticamente todo tipo de estrutura inclusive as lajes de concreto, telhados de fibrocimento, cerâmico ou metálicos e de madeiras.

Righi et al. (2016) fala que esse sistema é o mais utilizado e é composto de módulos já vegetados dispostos lado a lado, colocados sobre uma membrana anti-raízes. Nesse sistema é vetada a utilização de grama devido a alta exigência de água.

Segundo Saddi et al. (2010) a membrana anti-raízes ela tem função de impedir o desenvolvimento de raízes na impermeabilização do telhado. Abaixo terá a ilustração mostrando o passo a passo da execução de um sistema modular.

Figura 2: Passos para instalação pelo sistema modular.



Passo 1



Passo 2



Passo 3



Passo 4.1



Passo 4.2



Passo 5



Passo 6.1



Passo 6.2



Passo 7.1



Passo 7.2



Cobertura Pronta

Fonte: Saddi et al. (2010, apud ecotelhado 2010).

- Passo 1: Colocação dos espelhos laterais de madeira com função de conter os módulos rígidos;
- Passo 2: Limpeza da base para colocação da membrana anti-raízes;
- Passo 3: Colocação da membrana, deixando sobra nas extremidades;
- Passo 4.1 e 4.2: Instalação do dreno na membrana;
- Passo 5: Colocação da manta de retenção de nutrientes;

- Passo 6.1 e 6.2: Instalação dos módulos, sendo a segunda fiada instalada contra a primeira;
- Passo 7.1 e 7.2: Colocação do perfil U para fixação da membrana sobre o espelho;
- Cobertura Pronta: Mostra o aspecto final do telhado verde pelo sistema modular.

3.4.2 Sistema Alveolar

Possui o mesmo princípio do sistema modular, a diferença é que esse sistema recebe uma placa flexível feito de garrafa pet, que auxiliam na retenção de água.

Esse sistema tem função de camada drenante além de armazenar água para as raízes, por isso é possível utilizar uma variedade maior de plantas, incluindo as gramíneas.

A seguir será mostrado uma sequência de fotos da instalação de uma cobertura verde utilizando o sistema alveolar. (Saddi, 2010 apud ecotelhado 2010).

Figura 3: Passos para instalação de um sistema alveolar.



Fonte: Saddi et al. (2010, apud ecotelhado 2010).

- Passo 1: Descarga do material;
- Passo 2: Paletização das ecotelhas;
- Passo 3: Transporte do pallet;
- Passo 4: Colocação da membrana anti-raízes e da membrana alveolar de pet;
- Passo 5: Colocação da membrana de retenção de nutrientes;
- Passo 6: Colocação do conjunto (substrato rígido, substrato nutritivo e plantas).

3.4.3 Sistema Laminar

De acordo Righi et al. (2016), esse sistema se caracteriza por utilizar uma lâmina d'água, regulada por um “ladrão”, sob um piso elevado feito de módulos de sustentação, que nada mais é do que módulos de ecotelhas “virados de cabeça para baixo”. Esse sistema só pode ser instalado sobre lajes planas sem declividade para se formar a lâmina d'água. É ideal para gramas, podendo também utilizar forrações e pequenos bustos.

A figura abaixo mostra o passo a passo de um sistema laminar sendo instalado.

Figura 4: Passos para instalação de um sistema laminar.



Fonte: Adaptado Righi et al. (2016, apud ecotelhado 2010).

- Passo 1: Depois da membrana anti-raízes são colocados os módulos invertidos seguidos do substrato leve e fibroso;
- Passo 2: Colocação de leivas de grama;
- Passo 3: Detalhe do dreno lateral;
- Passo 4: Diferença entre um sistema laminar e um lote experimental após 30 dias de seca.

3.5 Aplicação no Brasil

No Brasil apesar da pouca divulgação e do pouco conhecimento sobre os telhados verdes, ainda é possível ver em alguns estados muito sua utilização. Onde mais utilizam dessa prática são as regiões sul e sudeste.

Figura 5: Passarela Ecológica em São Paulo.



Fonte: Teixeira, (2008).

Um exemplo de telhado verde no Brasil é a construção de uma passarela ecológica como mostra a figura 5 acima. De acordo Teixeira (2008), o projeto foi idealizado como um modelo de intervenção pública sustentável, de maneira a provocar o menor impacto ambiental possível.

A obra possui uma extensão de 95 metros, e foi feita com madeira plástica para os painéis laterais, piso de borracha reciclada e o telhado verde.

Outro exemplo de telhado verde foi realizado na loja fabricário em Porto Alegre, como mostra a figura abaixo.

Figura 6: Loja Fabricário em Porto Alegre.



Fonte: Righi et al. (2016, apud ecotelhado 2010).

Segundo Agnol et al. (2013), em 2001 foi inaugurada no país a primeira escola ecológica, em um dos bairros mais carentes do Rio de Janeiro. O colégio Erich Walter Heine, tem instalações que captam a água da chuva para ser usadas em sanitários, jardins e na limpeza da escola, economizando 50% de água. Possui um telhado verde que absorve o calor numa região onde a temperatura chega em torno de 40° Celsius. (Figura 7)

Figura 7: Colégio Estadual Erich Walter Heine.



Fonte: Agnol et al. (2013, apud ecotelhado 2012).

4. VEGETAÇÕES USADAS NO TELHADO VERDE

Foram selecionados 3 tipos de vegetações para a pesquisa, devido à grande ocorrência no Nordeste e serem resistentes a seca.

4.1 Capim Tiririca – *Cyperus Rotundus L.*

A família *Cyperaceae* possui cerca de 3000 espécies, dentre as quais aproximadamente 220 já foram identificadas como plantas daninhas, destacando-se a tiririca, ou tiririca roxa (*Cyperus Rotundus L.*) e a tiririca amarela (*C. Esculentus L.*) como principais membros dessa família. Mello et. Al. (2003, apud Pereira, 1998).

De acordo Rossi et. Al (2007) a tiririca é uma herbácea perene que se multiplica por sementes e vegetativamente, a partir de rizomas, bulbos e tubérculos subterrâneos. Ela é considerada uma das espécies de maior amplitude de distribuição geográfica e está presente em quase todos os países.

Mello et. Al (2003) fala que a tiririca é uma planta com porte de 15 a 50 cm em nossas condições, suas raízes são fibrosas, finas e se aprofundam mais de 1 metro a busca de água. As folhas são basais com bainhas e membranáceas e fechadas. Os caules apresentam altura de 10-40 cm.

Figura 8: Planta Tiririca.



Fonte: Jardineiro.net, 2017.

4.2 Alfafa – *Medicago Sativa L.*

Segundo Botrel et. Al (2001) a alfafa (*Medicago Sativa L.*) é uma das forrageiras mais utilizadas em todo o mundo.

Ferreira et. Al (2004) fala que a alfafa é uma planta perene, originaria da Ásia. No Brasil foi introduzida no Rio Grande do Sul e depois foi levada para Santa Catarina, Paraná e São Paulo.

Fontaneli et. Al (2012) relata que a alfafa é uma leguminosa perene de verão herbácea, com caules folhosos e raízes profundas. As folhas são compostas de folíolos oblongos e as flores possuem coloração em tons azulados ou violáceos. É uma leguminosa de mais ampla adaptação. É rica em proteína, cálcio, fósforo e vitaminas A e C. É considerada a “rainha das forrageiras”, por sua qualidade e produção.

Figura 9: Alfafa – *Medicago Sativa L.*



Fonte: Maquimax, 2017.

4.3 Tifton 85 - *Cynodon Nlemfuensis*

Oliveira et. Al (2000) fala que o tifton 85 se destaca por se adaptar a condições tropicais e subtropicais. São gramíneas forrageiras de clima tropical e subtropical que se constituem uma alternativa viável na alimentação animal, em virtude de seu alto potencial de produção e baixo custo.

De acordo Matos et. Al (2008), o capim tifton 85 possui boas características de produção e elevada capacidade de crescimento, apresentando grande potencial de uso.

Conforme Filho et. Al (2002), o tifton 85 (*Cynodon nlemfuensis*), é o resultado do cruzamento do tifton 68 com um acesso proveniente da África do Sul. Apresenta hastes grandes, folhas finas de cor verde escuras e rizomas bem desenvolvidos.

Figura 10: Foto Tifton 85.



Fonte: Bernardes, T.

5. MATERIAL E MÉTODOS

O tipo de pesquisa é de carácter experimental e consiste em analisar com protótipos a influência das vegetações no escoamento de água nos telhados verdes.

A mesma destaca os efeitos da absorção das águas pluviais do telhado verde, selecionando as variáveis que o mesmo poderá influenciar.

O monitoramento de um modelo experimental visa avaliar quantitativamente no período de 1 mês (outubro), a contribuição do telhado verde para o controle do escoamento pluvial. O detalhamento, monitoramento e procedimentos do protótipo serão descritos a seguir.

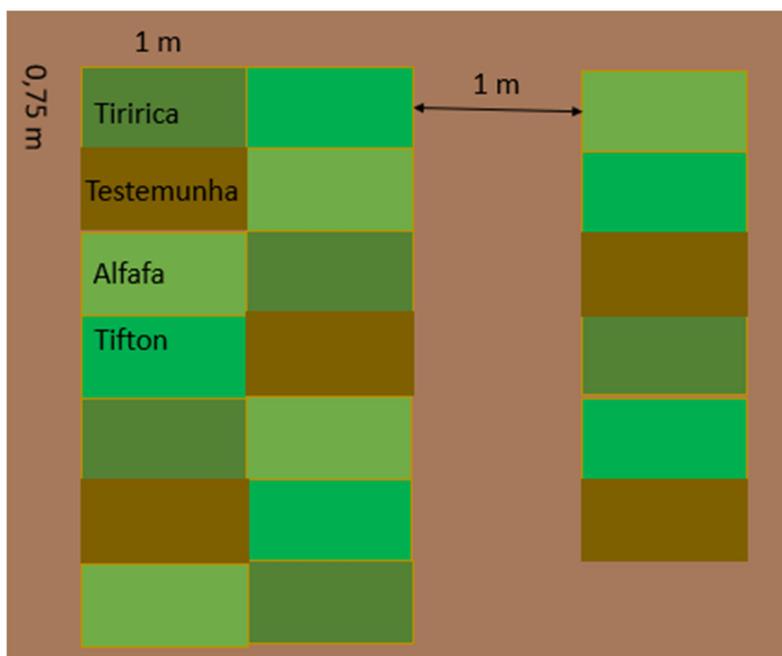
5.1 Localização e Caracterização Climática

O experimento foi construído em uma residência na cidade de Sousa, localizada no sertão paraibano. O clima da cidade é caracterizado tropical semiárido, com temperatura média anual de 26,7 °C e com precipitação média de 872 (mm), concentrados entre janeiro e abril.

5.2 Área de Estudo

As estruturas dos protótipos têm aproximadamente 0,75 m² cada uma, contendo 20 unidades no total, conforme ilustração 11 abaixo.

Figura 11: Esboço da localização dos protótipos.



Fonte: Próprio Autor (2020).

A parcela de protótipo com telhas de fibrocimento ficou como a referência, utilizado para comparar com o comportamento dos telhados verdes.

5.3 Implantação e Execução do Experimento

Os protótipos foram construídos no final de julho de 2020, e no mês de agosto ao mês de outubro de 2020 foi feita a implantação da vegetação, a alfafa (*Medicago Sativa L.*) foi feito por meio de brotos e o tiririca (*Cyperus Rotundus L.*) e o tifton 85 (*Cynodon nlemfuensis*) foram feitos por meio de mudas. Após o desenvolvimento das plantas foi dado início aos testes, que foram feitos durante o mês de outubro de 2020.

O sistema foi construído basicamente de madeira e revestidos com lona, material utilizado como meio de impermeabilização.

Cada estrutura tem dimensão de 1X0,75X0,20 (comprimento X largura X altura), com inclinação de 10% para o de telhas de fibrocimento e 2% para os telhados verdes. Dentro dos módulos de telhados verdes foram colocados por cima da lona, o solo (aproximadamente 8 cm) e posteriormente a vegetação, conforme figura 12 abaixo.

Figura 12: Montagem do protótipo.



Fonte: Próprio Autor (2020).

A figura 13 abaixo mostra o telhado com telha de fibrocimento já montado. Nele também foi colocado a lona como camada de impermeabilização e posteriormente as telhas.

Figura 13: Protótipo com telha de fibrocimento.



Fonte: Próprio Autor (2020).

Para coleta dos dados a estrutura foi construída com uma altura de 1 metro do chão, com função de reter em recipientes de PET, através de tubulações, a parcela da água que a cobertura não retém.

As vegetações selecionadas foram devido a sua larga ocorrência na região e fácil manejo as quais são, capim tiririca (*Cyperus Rotundus L.*), alfafa (*Medicago Sativa L.*) e o Tifton 85 (*Cynodon nlemfuensis*), a figura 14 abaixo mostra os 3 tipos.

Figura 14: Tipos de vegetação.



Fonte: Próprio Autor (2020).

Ao final de cada dia, era feito a irrigação de cada protótipo com a mesma quantidade de água, para cada um, inicialmente foram colocados 2 litros de água para a conferência do escoamento. Após a irrigação esperava-se aproximadamente meia hora (30 minutos) para fazer a conferência da quantidade de água escoada em cada recipiente de PET. A figura 14 abaixo mostra a irrigação feita nos protótipos.

Figura 15: Irrigação dos Protótipos.



Fonte: Próprio Autor (2020).

Ao final de cada leitura, toda água armazenada nos recipientes era eliminada, e cada reservatório é lavado e preparado para um novo evento. Ao final do período será possível contar com 31 eventos.

Os dados obtidos durante o mês de outubro foram colocados em uma planilha no Excel para posterior determinação do coeficiente de escoamento (C) em cada um dos telhados, a fim de verificar a eficiência de cada um no controle do escoamento pluvial.

Conforme Tassi (2013), esse coeficiente de escoamento (C) é obtido através da razão entre o volume escoado e a quantidade de água precipitada monitorada de cada protótipo, conforme equação 1 abaixo.

$$C = \frac{\text{Volume de água escoada}}{\text{Volume de água precipitada}} \quad \text{Eq. 1}$$

O coeficiente de escoamento (C) é adimensional, e os volumes são informados na mesma unidade.

A partir dos valores obtidos serão feitos gráficos no software Excel para demonstrar a eficiência do modelo de telhado verde em relação ao telhado com telha de fibrocimento.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos pelo monitoramento dos protótipos, mostram que em relação aos aspectos quantitativos, o telhado verde conseguiu reduzir o escoamento de água comparativamente ao telhado de telhas de fibrocimento.

Abaixo segue as tabelas 1 e 2, referem-se aos dados obtidos durante o mês de outubro, tanto dos telhados verdes como do telhado com telhas de fibrocimento.

Tabela 1: Tabela de Dados do Telhado Verde.

Telhado Verde					
Data	Precipitação monitorada (ml)	água escoada (ml)	água retida (ml)	Coefficiente de escoamento	% retida
01/10/2020	2000	0	2000	0,00	100%
02/10/2020	2000	0	2000	0,00	100%
03/10/2020	2000	0	2000	0,00	100%
04/10/2020	2000	0	2000	0,00	100%
05/10/2020	2000	0	2000	0,00	100%
06/10/2020	2000	0	2000	0,00	100%
07/10/2020	2000	0	2000	0,00	100%
08/10/2020	2000	0	2000	0,00	100%
09/10/2020	2000	0	2000	0,00	100%
10/10/2020	2000	0	2000	0,00	100%
11/10/2020	2000	0	2000	0,00	100%
12/10/2020	4000	0	4000	0,00	100%
13/10/2020	4000	0	4000	0,00	100%
14/10/2020	4000	0	4000	0,00	100%
15/10/2020	4000	0	4000	0,00	100%
16/10/2020	4000	0	4000	0,00	100%
17/10/2020	4000	0	4000	0,00	100%
18/10/2020	4000	0	4000	0,00	100%
19/10/2020	4000	0	4000	0,00	100%
20/10/2020	4000	0	4000	0,00	100%
21/10/2020	4000	0	4000	0,00	100%
22/10/2020	6000	0	6000	0,00	100%
23/10/2020	6000	0	6000	0,00	100%
24/10/2020	6000	0	6000	0,00	100%
25/10/2020	6000	0	6000	0,00	100%
26/10/2020	6000	0	6000	0,00	100%
27/10/2020	6000	0	6000	0,00	100%
28/10/2020	6000	0	6000	0,00	100%
29/10/2020	6000	0	6000	0,00	100%
30/10/2020	6000	0	6000	0,00	100%
31/10/2020	6000	0	6000	0,00	100%
Média	4000	0	4000	0,000	100%

Fonte: Próprio Autor (2020).

Tabela 2: Tabela de Dados do Telhado com Telhas de Fibrocimento.

Telhado de Telha de Fibrocimento					
Data	Precipitação monitorada (ml)	água escoada (ml)	água retida (ml)	Coefficiente de escoamento	% retida
01/10/2020	2000	1552,5	447,5	0,78	22%
02/10/2020	2000	1536,4	463,6	0,77	23%
03/10/2020	2000	1482,35	517,65	0,74	26%
04/10/2020	2000	1597,35	402,65	0,80	20%
05/10/2020	2000	1621,5	378,5	0,81	19%
06/10/2020	2000	1587	413	0,79	21%
07/10/2020	2000	1596,2	403,8	0,80	20%
08/10/2020	2000	1552,5	447,5	0,78	22%
09/10/2020	2000	1569,75	430,25	0,78	22%
10/10/2020	2000	1529,5	470,5	0,76	24%
11/10/2020	2000	1546,75	453,25	0,77	23%
12/10/2020	2000	1558,25	441,75	0,78	22%
13/10/2020	2000	1564	436	0,78	22%
14/10/2020	2000	1587	413	0,79	21%
15/10/2020	2000	1598,5	401,5	0,80	20%
16/10/2020	2000	1592,75	407,25	0,80	20%
17/10/2020	2000	1495	505	0,75	25%
18/10/2020	2000	1506,5	493,5	0,75	25%
19/10/2020	2000	1523,75	476,25	0,76	24%
20/10/2020	2000	1531,8	468,2	0,77	23%
21/10/2020	2000	1518	482	0,76	24%
22/10/2020	2000	1512,25	487,75	0,76	24%
23/10/2020	2000	1566,3	433,7	0,78	22%
24/10/2020	2000	1515,7	484,3	0,76	24%
25/10/2020	2000	1500,75	499,25	0,75	25%
26/10/2020	2000	1566,3	433,7	0,78	22%
27/10/2020	2000	1584,7	415,3	0,79	21%
28/10/2020	2000	1575,5	424,5	0,79	21%
29/10/2020	2000	1577,8	422,2	0,79	21%
30/10/2020	2000	1581,25	418,75	0,79	21%
31/10/2020	2000	1529,5	470,5	0,76	24%
Média	2000	1558,25	441,75	0,779	22%

Fonte: Próprio Autor (2020).

Diante dos dados obtidos, é possível observar que nos telhados verdes, independente da vegetação, houve uma repetição dos valores de escoamento, onde todos se mantiveram zerado ($C=0$). Diante disso, foi visto a possibilidade do aumento da precipitação para 4 litros, depois para 6 litros e, no entanto, os dados ainda permaneceram iguais.

O balanço de precipitação, escoamento, bem como a porcentagem de água retida na estrutura, estão, respectivamente, apresentados nas tabelas 1 e 2.

Confrontando os meus resultados com os obtidos no trabalho da autora, Tassi et. Al (2013), em 8 dos 43 eventos analisados, o telhado verde conseguiu armazenar todo o volume de água precipitado, obtendo valor do coeficiente de escoamento zero ($C=0$), conforme aconteceu nos meus resultados. Com isso ela fez um estudo para avaliar os efeitos da umidade do solo nos cinco dias antes do evento monitorado. Diante disso, ela concluiu que quando em dias anteriores ao evento monitorado houver uma precipitação significativa, a eficiência do telhado verde em relação ao escoamento era totalmente reduzida.

De acordo Tassi et. Al (2013), a eficiência do telhado verde em relação ao escoamento de água, é influenciada diretamente pelas condições climáticas e pela umidade do solo, responsáveis pelas taxas de evapotranspiração.

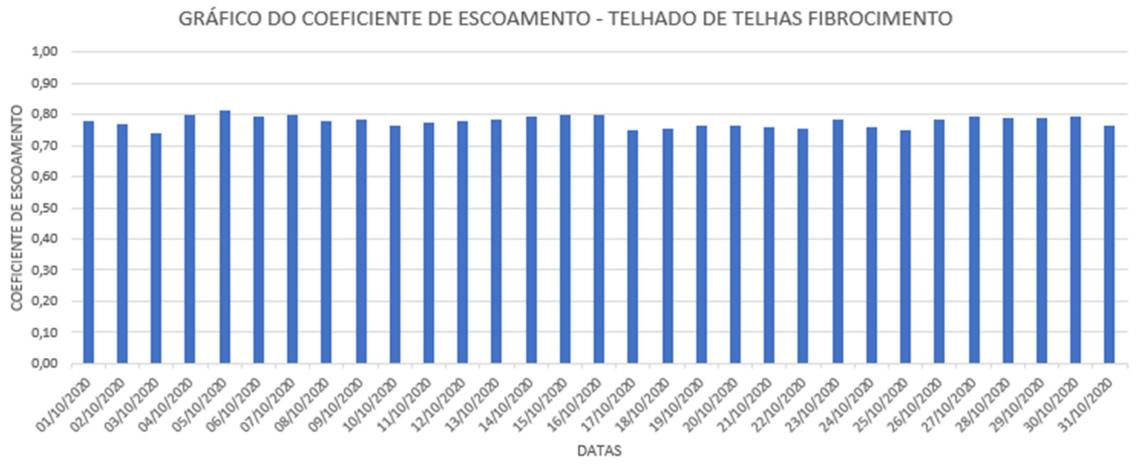
É possível verificar na figura 16 em comparação com a figura 17 abaixo, que nos 31 eventos analisados, em relação ao coeficiente de escoamento, o telhado verde se manteve constante e menor que o telhado com telhas de fibrocimento. Mostrando que, foi possível controlar o escoamento, promovendo redução desses valores. Esses valores obtidos corroboram com alguns dos valores de eventos do estudo feito por Tassi et. Al (2013).

Figura 16: Gráfico do coeficiente de escoamento (C) do telhado verde.



Fonte: Próprio Autor (2020).

Figura 17: Gráfico do coeficiente de escoamento (C) do telhado de telhas fibrocimento.



Fonte: Próprio Autor (2020).

O telhado com telhas de fibrocimento manteve uma média de 22% de retenção da água precipitada, enquanto que o telhado verde reteve 100% da água precipitada. De acordo com Santos et. Al (2013), isso se deve ao fato da camada de substrato, a camada plástica (impermeabilizante) presente nos telhados verdes, assim como a parte que também evapora para atmosfera, deixando escoar apenas o excesso.

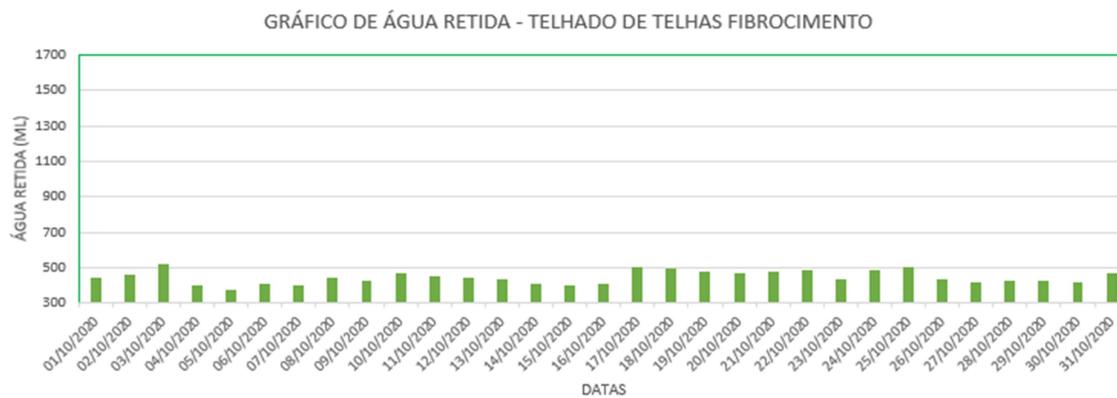
Abaixo as figuras 18 e 19 demonstram gráficos relacionados a % (porcentagem) de água retida em cada tipo de protótipo. Esses resultados traduzem a eficiência do telhado verde em relação ao telhado de telhas de fibrocimento.

Figura 18: Gráfico da porcentagem de água retida do telhado verde.



Fonte: Próprio Autor (2020).

Figura 19: Gráfico da porcentagem de água retida do telhado de telhas fibrocimento.



Fonte: Próprio Autor (2020).

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho apresentou resultados de um estudo que avaliou a eficiência de telhados verdes em relação ao controle quantitativo do escoamento da água. Foi construído também um telhado com telhas de fibrocimento a fim de permitir a comparação dos resultados.

Durante o período de monitoramento, observou-se que os telhados verdes em relação ao telhado com telhas de fibrocimento se mostraram eficazes na retenção de água, mesmo com o substrato sendo apenas de aproximadamente de 8 cm de espessura.

O presente experimento revelou que independente da vegetação, o telhado verde reteve toda a água que foi precipitada, se mostrando eficaz nesse quesito.

Foi observado também que o método construtivo dos protótipos necessitaria de um aperfeiçoamento. A escolha do material interferiu no aumento da quantidade de água que foi precipitada, devido pouca resistência a peso e a umidade.

Mesmo com todas as correções necessárias, ainda assim, houve dificuldade na colheita dos resultados, pois, com o peso do solo e da água, o material acabou cedendo, danificando a inclinação dos protótipos. Devido o contato constante com água o material ficou mais frágil e acabou desabando por algumas vezes.

No entanto, mesmo com todas as dificuldades encontradas, os resultados reforçam a necessidade de incentivos para utilização dos telhados verdes nos centros urbanos, pois, além de reduzir o escoamento para as redes de drenagem, a sua utilização traz outros benefícios, como o melhoramento térmico e acústico, estudo de outros pesquisadores.

REFERÊNCIAS

- ABREU, P. G.; ABREU, V. M. N.; FRANCISCON, L.; COLDEBELLA, A.; AMARAL, A. G. **Estimativa da Temperatura de Globo Negro a Partir da Temperatura de Bulbo Seco**. Viçosa – MG, 2011.
- AGNOL, L. D.; GATTERMANN, L. S. S.; CASA, M. G. S. **Sustentabilidade na Arquitetura Brasileira. Passo Fundo – RS, 2013.**
- ALBERTO, E. Z.; RECCHIA, F. M.; PENEDO, S. R. M.; PALETTA, F. C. **Estudo Do Telhado Verde Nas Construções Sustentáveis**. São Paulo – SP, 2012.
- ANDRADE, N. C.; RORIZ, M. **Comportamento térmico de Cobertura Verde Utilizando a Grama Brachiaria na Cidade de São Carlos, SP**. 2009.
- ARAÚJO, S. R. **As Funções dos Telhados Verdes no Meio Urbano, na Gestão e no Planejamento de Recursos Hídricos**. Seropédica – RJ, 2007.
- BERNARDES, T. **Tifton 85: saiba tudo sobre essa forrageira para alavancar a sua produção**. Disponível em: < <https://tecnologianocampo.com.br/tifton/>>. Acesso em: 23 de março de 2020.
- BOTREL, M. A.; FERREIRA, R. P.; ALVIM, M. J.; XAVIER, D. F. **Cultivares de alfafa em área de influência da Mata Atlântica no Estado de Minas Gerais**. Juiz de Fora – MG, (2001).
- CAMPOS, J. A.; TINÔCO, I. F. F.; BAÊTA, F. C.; SILVA, J. N.; CARVALHO, C. S.; MAUIRI, A. L. **Ambiente térmico e desempenho de suínos em dois modelos de maternidade e creche**. Viçosa – MG, 2008.
- CECCHIN, D. **Ambiente Termoacústico, Qualidade Do Ar E Bem-Estar De Suínos Em Instalações Com Diferentes Tipologias De Baias**. Lavras – MG, 2016.
- CENTURIÓN, R. A. O. **Ambiente Térmico E Bem-Estar De Suínos No Período De Descanso Pré-Abate**. Dourados – MS, 2012.
- FERREIRA, C.A.; MORUZZI, R. B. **Considerações sobre a Aplicação do Telhado Verde para Captação de água de Chuva em Sistemas de Aproveitamento para Fins não Potáveis**. Rio Claro – SP, 2007.
- FERREIRA, R. P.; BOTREL, M. A.; RUGGIERI, A. C.; PEREIRA, A. V.; COELHO, A. D. F.; LÉDO, F. J. S.; CRUZ, C. D. **Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de alfafa em relação a diferentes épocas de corte**. Santa Maria – RS, 2004.
- FILHO, C. V. S.; RODRIGUES, L. R. A.; PERRI, S. H. V. **Produção e valor nutritivo de dez gramíneas forrageiras na região Noroeste do Estado de São Paulo**. Maringá – PR, 2002.
- FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S. **Leguminosas Forrageiras Perenes De Verão – Alfafa (Medicago Sativa L.)**. Cap. 12, pag 335 – 349. 2ª Edição. Brasília – DF, 2012.
- FURLAN, R. L. **Influência da temperatura na Produção de Frangos de Corte**. Chapecó – SC, 2006.

JARDINEIRO.NET (2017). **Tiririca – Cyperus Rotundus**. Disponível em: <<https://www.jardineiro.net/plantas/tiririca-cyperus-rotundus.html>>. Acesso em: 16 de outubro de 2020.

JOBIM, A. L. **Diferentes Tipos de Telhados Verdes no Controle Quantitativo da Água Pluvial**. Santa Maria - RS, Dissertação, 2013.

MATOS, A. T.; ABRAHÃO, S. S.; PEREIRA, O. G. **Desempenho agrônômico de capim tifton 85 (cynodon spp) cultivado em sistemas alagados construídos utilizados no tratamento de água residuária de laticínios**. Taubaté – SP, 2008.

MAQUIMAX (2017). **Alfafa: Dicas para ter sucesso no plantio**. Disponível em: <<https://maquimax.ind.br/2017/10/25/alfafa-dicas-para-ter-sucesso-no-plantio/>>. Acesso em 16 de outubro de 2020.

MARTELLO, L. S.; JÚNIOR, H. S.; PINHEIRO, M. G.; SILVA, S. L.; JÚNIOR, L. C. R. **Avaliação Do Microclima De Instalações Para Gado De Leite Com Diferentes Recursos De Climatização**. Jaboticabal – SP, 2004.

MELLO, S. C. M.; TEIXEIRA, E. A.; NETO, C. R. B. **Fungos e seus metabólitos no controle da tiririca**. Brasília – DF, 2003.

MILLER, A. P. R. R. **Análise do Comportamento do Substrato Para Retenção de Água Pluvial Para Coberturas Verdes Extensivas em Curitiba – PR**. 2014.

OLIVEIRA E. W. N. **Telhados Verdes Para Habitação de Interesse Social: Retenção das Águas Pluviais e Conforto Térmico**. Porto Alegre - RS, 2009.

OLIVEIRA, M. A.; PEREIRA, O. G.; GOMIDE, J. A.; HUAMAN, C. A. M.; GARCIA, R.; CECON, P. R. **Análise de Crescimento do Capim-Bermuda ‘Tifton 85 (Cynodon spp.)**. 2000.

POLYCAROPO, R. C. **Como Medir a Sensação de Calor dos Animais**. 2008.

QUAIS VANTAGENS E DESVANTAGENS DO TELHADO VERDE. Pensamento Verde, 2013. Disponível em: <<https://www.pensamentoverde.com.br/arquitetura-verde/quais-as-vantagens-e-desvantagens-do-telhado-verde/>>. Acesso em: 10 de julho de 2019.

RIGHI, D. P.; KOHLER, L. G.; LIMA, R. C. A.; NETO, A. B. S. S.; MOHAMAD, G. **Cobertura Verde: Um Uso Sustentável Na Construção Civil**. 2016.

ROSSI, F.; ARÉVALO, A. R.; AMBROSANO, E. J.; GUIRADO, N.; AMBROSANO, G. M. B.; MENDES, P. C. D.; MOTA, B.; ATZINGEN, M. M.; MENUZZO, M. M.; VARELLA, A. S. **Aplicação De Preparado Homeopático No Controle Da Tiririca Em Área Agroecológica**. 2007.

SADDI, K. G.; MOURA, R. O. **Coberturas Verdes: Análise Do Impacto De Sua Implantação Sobre A Redução Do Escoamento Superficial**. Goiânia – GO, 2010.

SANTOS, P. T. S.; SANTOS, S. M.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; COUTINHO, A. P.; MOURA, G. S. S.; ANTONINO, A. C. D. **Telhado verde: desempenho do sistema construtivo na redução do escoamento superficial**. Porto Alegre – RS, 2013.

SARTOR, P. V. (2004). **Informações Básicas Para Projetos De Construções Rurais**. Disponível em: <<http://arquivo.ufv.br/dea/ambiagro/arquivos/suinos.pdf>>. Acesso em: 02 de julho de 2019.

TASSI, R.; TASSINARI, L. C. S.; PICCILI, D. G. A.; PERSCH, C. G. **Telhado verde: uma alternativa sustentável para a gestão das águas pluviais**. Santa Maria – RS, 2013.

TCA 105-5/2015 – Meteorologia. Disponível em: <file:///C:/Users/Guilherme/Downloads/tca_105-5_20150518.pdf>. Acesso em: 15 de outubro de 2019.

TEIXEIRA, R. M. **Construção Ecológica – Passarela E Praça Ecológicas Em São Paulo**. Verde Fato, 2008. Disponível em: <<http://verdefato.blogspot.com/2008/11/passarela-ecologica-sao-paulo-unibanco.html>>. Acesso em: 10 de julho de 2019.

VALE, M. M. **Caracterização E Previsão De Ondas De Calor Com Impacto Na Mortalidade De Frangos De Corte**. Campinas – SP, 2008.

VERRAN, M. G. **Ecotelhados: alternativas de uso da vegetação no ambiente urbano**. Porto Alegre – OS, 2015.

VILLANUEVA, A. O. N.; TASSI, R.; ALLASIA, D. G.; BEMFICA, D.; TUCCI, C. **Gestão de Drenagem Urbana, da Formulação à Implantação**. REGA, 2011.

VOCÊ SABE O QUE É ECOTELHADO? Geofoco Brasil, 2014. Disponível em: <<http://geofoco.com.br/voce-sabe-o-que-e-ecotelhado/>>. Acesso em: 30 de junho de 2019.

CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

ATIVIDADE/ MÊS	2019												2020										
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N
Elaboração do projeto	X	X	X	X																			
Pesquisa Bibliográfica					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Construção das técnicas										X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
Coleta de dados																							X
Tabulação/tratamento																			X	X	X		
Análise dos dados																						X	X
Análise interpretativa																						X	X
Conclusão																							X