



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE PAU DOS FERROS
BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Renê Alexssandro Brito de Sá

**O TELHADO VERDE NO CLIMA SEMIÁRIDO: UM ESTUDO DE VIABILIDADE
PARA CONSTRUÇÕES EM PAU DOS FERROS/RN.**

PAU DOS FERROS/RN

2018

Renê Alexssandro Brito de Sá

**O TELHADO VERDE NO CLIMA SEMIÁRIDO: UM ESTUDO DE VIABILIDADE
PARA CONSTRUÇÕES EM PAU DOS FERROS.**

Monografia apresentada à Universidade
Federal Rural do Semiárido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em Ciência
e Tecnologia.

Orientadora: Prof. Ms. Clara Ovídio de
Medeiros Rodrigues

PAU DOS FERROS/RN

2018

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

S111t Sá, Renê Alexssandro Brito de.
O TELHADO VERDE NO CLIMA SEMIÁRIDO: UM ESTUDO
DE VIABILIDADE PARA CONSTRUÇÕES EM PAU DOS FERROS.
/ Renê Alexssandro Brito de Sá. - 2018.
41 f. : il.

Orientadora: Clara Ovídio de Medeiros Rodrigues.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2018.

1. telhado verde. 2. sistema construtivo. 3.
vegetação. I. Rodrigues, Clara Ovídio de Medeiros,
orient. II. Título.

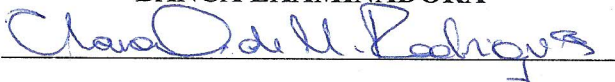
Renê Alexssandro Brito de Sá

**O TELHADO VERDE NO CLIMA SEMIÁRIDO: UM ESTUDO DE VIABILIDADE
PARA CONSTRUÇÕES EM PAU DOS FERROS.**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semiárido como requisito para
obtenção do título de Bacharela em Ciência e
Tecnologia.

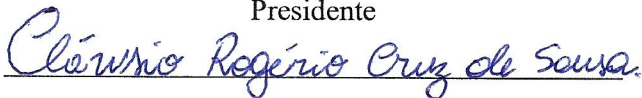
Defendida em: 10 / 04 / 2018.

BANCA EXAMINADORA



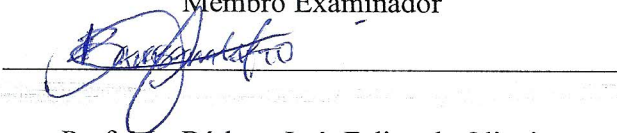
Prof. Ms. Clara Ovídio de Medeiros Rodrigues

Presidente



Prof. Dr. Cláwsio Rogério Cruz de Sousa

Membro Examinador



Prof. Ms. Bárbara Laís Felipe de Oliveira

Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Inicialmente gostaria de agradecer aos meus pais, Antônio e Edine, por me proporcionarem este momento e vos dedico esta vitória, a eles que me ajudaram e sempre estiveram ao meu lado até nos momentos mais adversos. A eles o meu muito obrigado.

A meus irmãos, Mônica e João, pelo companheirismo e por sempre me completarem, sempre foram fundamentais e presentes no meu crescimento. Mesmo a distância vocês se fizeram irmãos e nunca me abandonaram. Meus agradecimentos se estendem a todos os familiares que de alguma forma me fortaleceram e estiveram sempre presente. A todos vocês, obrigado.

Aos meus amigos que fizeram parte do meu amadurecimento e muitas vezes se fizeram família quando eu mais precisei, em especial Waleskha, Gilvan, Isis, Simone, Orlando, Nogueira, Luciano, Lilia, Cecilia, Rafinha, Wanda, Daniel entre tantos outros que sempre estiveram presentes, a vocês minha grande satisfação.

A minha orientadora, Clara Ovídio, por está de braços abertos e disposta a caminhar junto comigo na construção desse trabalho. Sou imensamente grato pelas contribuições ao longo dessa jornada e acima de tudo por ser esse grande exemplo de profissional.

Por fim, a todos aqueles que de alguma uma forma tivera sua parcela de contribuição.
Gratidão!

RESUMO

De acordo com a atual situação das elevadas construções civis que os centros urbanos se encontram, considera-se que afeta as condições ambiental, bem como problemáticas associadas, como por exemplo as ilhas de calor, o presente trabalho apresentou uma análise da viabilidade da utilização do telhado verde como alternativa para substituir os telhados convencionas, compostos por telha fibrocimento e telhas cerâmicas. O telhado verde, cobertura vegetal ou jardim suspenso esses são alguns dos nomes dados a um sistema construtivo onde se tem a possibilidade da aplicação de vegetações indicadas para a finalidade da utilização do projeto em cima de lajes a partir da disposição de camadas de impermeabilização e drenagem capazes de sustentar o substrato e a vegetação. Além do benefício da estética do edifício, a aplicação do telhado verde proporcionou melhorias para a sociedade e o meio ambiente, já que o mesmo funcionou como isolante térmico ocasionando melhores condições de conforto nos ambientes construídos. Além do aumento das áreas verde nas grandes cidades diminuído os efeitos das ilhas de calor e o melhoramento da qualidade do ar.

Palavras-chave: telhado verde, sistema construtivo, vegetação.

ABSTRACT

According to the current situation of the last civil constructions that the urban centers meet, whereas it affects environmental conditions, as well as associated problems, such as the islands of heat, the present work presents a feasibility analysis of the use of the green roof as an alternative to replace the conventional roofs, composed of asbestos cement and ceramic tiles. The green roof, cover or suspended garden are some of the names given to a construction system where it is possible to apply vegetation indicated for the purpose of the use of the project on top of slabs from the provision of layers of waterproofing and drainage able to sustain the substrate and vegetation, Besides the benefit of the aesthetics of the building, the application of the green roof provides improvements for society and the environment, since it works as a thermal insulation causing better conditions of comfort in built environments. In addition to the increase of green areas in large cities decreased the effects of heat islands and the improvement of air quality.

Keywords: green roof, constructive system, vegetation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Interpretação dos Jardins Suspensos da Babilônia pelo artista holandês do século XVI Martin Heemskerck	17
Figura 2: Sede do Facebook, Califórnia - EUA.....	17
Figura 3: Projeto da maior cobertura vegetal no mundo	18
Figura 4: Telhado verde extensivo	20
Figura 5: Telhado verde intensivo	20
Figura 6: Camadas de um telhado verde típico	21
Figura 7: Temperatura média no mês de junho	23
Figura 8: Temperatura média no mês de dezembro	24
Figura 9: Localização de Pau dos Ferros no estado do Rio Grande do Norte.	24
Figura 11: Bromélia disponível no viveiro Jardins e Construções.....	31
Figura 12: Agave disponível no viveiro Jardins e Construções	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Características dos telhados extensivos e intensivos	19
Tabela 2: Custos e disponibilidade de materiais de construção	40
Tabela 3: Simulação dos custos do telhado convencional utilizando telha cerâmica	41
Tabela 4: Simulação de custos para o telhado verde	41

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Representação dos custos totais para ambos os telhados.	32
---	----

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira De Normas Técnicas

°C – Graus Celsius

cm – Centímetro

Kg – Quilograma

kWh/m² – Quilowatts hora por metro quadrado

m – Metro

m² – Metro quadrado

NBR – Norma Brasileira

RN – Rio Grande do Norte

SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

% – Porcentagem

€ – Euro

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	14
2.1 OBJETIVO GERAL	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
3 REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1 OS TELHADOS CONVENCIONAIS	15
3.2 O TELHADO VERDE	16
4 METODOLOGIA DA PESQUISA.....	25
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5.1 Entrevistas.....	27
5.2 Sistema construtivo, disponibilidade e custo.....	29
5.3 Telhado convencional vs Telhado verde.....	32
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	34
REFERÊNCIAS	35
APÊNDICE A	39
APÊNDICE B.....	40
APÊNDICE C	41

1 INTRODUÇÃO

A partir da evolução no setor da construção civil, com o uso de novas tecnologias evidenciam o desenvolvimento das cidades (BASSO, Anelise, p. 17). Bianchini e Hewage (2012, apud SEV, 2009) admitem que esse setor é um dos principais contribuintes para os impactos ambientais com a utilização de materiais não renováveis. No entanto a construção civil é necessária para o desenvolvimento dos centros urbanos, daí a exigência da busca de minimizar os efeitos provocados ao meio ambiente.

A partir do conceito de construção sustentável, "um processo holístico que aspira a restauração e manutenção da harmonia entre os ambientes natural e construído" (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2017), tem-se a necessidade da busca por novos métodos construtivos inseridos nesse contexto. Os desafios encontrados para amenizar os efeitos desse setor são diversos, todavia estão em busca da redução e otimização de materiais e energia, reduzindo assim resíduos gerados ao meio, mitigando os impactos e para a qualidade do ambiente construído e preservando o meio ambiente.

O telhado verde vem sendo implantado como alternativa de amenizar os danos causados pela construção civil, um bom exemplo é a redução da oscilação da temperatura, por meio da evapotranspiração. Um outro exemplo é dado por LOUZADA (2016), ao citar que os telhados verdes são apresentados como uma maneira sustentável e eficiente de auxiliar na drenagem pluvial urbana, o que possibilita a diminuição do lançamento de águas nas vias urbanas, problemas estes causados devido ao aumento da população associado ao desequilíbrio social, econômico e ambiental.

Apesar dos benefícios amplos gerados no âmbito social (aperfeiçoamento de mão de obra) e ambiental (diminuição da poluição sonora, e um aumento dos ambientes verdes nos centros urbanos), quanto há utilização desse recurso, medidas devem ser tomadas para uma boa eficiência do telhado verde, como adequar a estrutura a partir do dimensionamento por meio de cálculos estruturais, apesar do sistema ser considerado leve, há uma sobrecarga sobre a estrutura; e utilizar impermeabilização da laje e sistema de drenagem adequado para a situação.

A cidade de Pau dos Ferros - RN, localizada no alto oeste potiguar, marcada pelo clima semiárido que é tem como principais características a baixa umidade, o pouco volume pluviométrico anual e elevadas temperaturas durante boa parte do ano.

Devido a intensificação do período de seca, pelo qual a mesma passa, tem-se necessidade de resolver problemas como o abastecimento de água, que inclusive é o que mais preocupa no atual cenário. Há também a necessidade de desenvolver métodos capazes de amenizar os efeitos provocados, por exemplo, pelas altas temperaturas. Do ponto de vista da adequação ao clima, o telhado verde foi um método sustentável que visou o controle de trocas térmicas entre o meio externo e interno de edificações, influenciando no conforto térmico.

A partir dessa problemática, promoveu um levantamento e estudo na determinação a viabilidade de sua utilização desse tipo de técnica como base o cenário de Pau dos Ferros, tendo em vista a integração com o clima semiárido.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O estudo desenvolvido tem como propósito verificar a viabilidade da implementação de tetos verdes na cidade de Pau dos Ferros.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- I. Compreender os métodos construtivos do telhado verde;
- II. Verificar a disponibilidade de materiais necessários;
- III. Analisar os custos relacionados a implantação do telhado verde.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico vem abordar os temas: telhados convencionais, que utilizou telhas fibrocimento ou telhas cerâmicas, e os telhados verdes. O último sendo foram abordados classificações, composição e métodos construtivos, aplicações.

3.1 OS TELHADOS CONVENCIONAIS

Serão considerados nesse trabalho como telhados convencionais aqueles nos quais são utilizados em larga escala na construção civil em Pau dos Ferros. Assim, inclui-se no grupo telhados compostos por telhas de fibrocimento ou cerâmica

Ambos os materiais de construções: a telha de fibrocimento e a telha cerâmica toma-se como base as de normas regulamentadoras de acordo com a ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS) para a execução em edificações. Para as telhas de fibrocimento a NBR 7.196 e para as telhas cerâmicas a NBR 8.039, normas que regularizam a execução dos telhados de fibrocimento e telhas cerâmicas respectivamente.

As telhas de fibrocimento podem ser consideradas uma boa opção quanto a utilização para coberturas de edificações por vários motivos, como a variação de tamanhos, modelos, espessuras, por serem leves, resistentes (como por exemplo a esforços mecânicos) e de baixo custo de implantação, além de outras tantas características benéficas.

“Edificações que utilizam telhas de fibrocimento em suas coberturas são muito comuns, pois o seu baixo custo e simplicidade de instalação são atrativos para a escolha deste tipo de telhado. São utilizados em edificações residenciais quanto comerciais e industriais” (FREITAS, 2013).

De acordo com Silva (2011), a cobertura, por ser a principal elemento de exposição ao processo de trocas energéticas entre o interior e o exterior em uma construção, está sujeita a reações do clima que sofrem danos na estrutura mais do que qualquer outra parte da edificação. De acordo com Bueno (1994) “Em função da absorção da radiação solar a temperatura das telhas se eleva, aumentando o fluxo de calor para o forro, e ocasionando o desconforto aos usuários devido ao aquecimento do ar interior. ”

A telha cerâmica vem sendo muito presente nas mais diversas edificações pela sua disponibilidade e fácil acesso quanto ao custo-benefício. Entre diversas características que as

mesmas apresentam, uma das principais foi a questão das suas variações de formas, além de que ela pode ser considerada como isolamento térmico e acústico, provocados pela sua constituição, a existência de porosidade, influenciando na facilidade de transferir calor para dentro do ambiente, resistente ao fogo, difusão de calor, entre outras. Sendo utilizadas com maior eficiência em edificações residenciais.

Devido ao método construtivo e ao custo de implantação, assim como também a disponibilidade de adquirir no comércio da construção civil, esses dois exemplos de telhados são bastante utilizados nas edificações de Pau dos Ferros.

3.2 O TELHADO VERDE

Segundo Rodney Corsini (2011), a utilização de solo e vegetação em coberturas é designada cobertura/telhado verde. Ele caracteriza-se por um sistema construtivo que pode ser aplicado no âmbito do cenário de construções sustentáveis, possibilitando melhoras na qualidade de vida para o homem e o do ambiente. De acordo com – (D’ELIA, 2009):

Os telhados verdes, também conhecidos como green roofs e telhados vivos, aliam o paisagismo à redução das temperaturas internas das edificações, podendo ajudar a controlar o efeito estufa, melhorar a qualidade do ar por meio da fotossíntese, reduzir o escoamento de águas pluviais para as vias públicas e atenuar efeitos dos bolsões de calor das grandes “cidades”. (D’ELIA, 2009, p. 01)

Tem-se a percepção de que a utilização de telhados verdes não é algo que se está apenas ligado ao moderno/atual, ela é associada também a um tempo remoto, quando, por exemplo, refere-se aos Jardins Suspensos da Babilônia, onde a seguir na figura 1 tem-se uma interpretação feita por Martin Heemskerck, obra está considerada uma das sete maravilhas do mundo antigo, que era constituída por vegetação suspensa que propiciava não somente a estética, mas também como uma fonte de alimentos, já que possibilitaria o cultivo de plantas frutíferas entre outras.

*Figura 1: Interpretação dos Jardins Suspensos da Babilônia pelo artista holandês do século XVI
Martin Heemskerck*



Fonte: Revista Galileu, 2013.

No entanto, essa técnica vem sendo aprimorada e utilizada em grandes obras da construção civil, pode ser encontrada atualmente em diversos países (Itália, China, Suíça, Estados Unidos da América, entre outros). Na Califórnia – EUA, encontra-se um dos mais impactantes projetos utilizando telhado verde, edificação essa que chega a quase 90 mil m² de cobertura vegetal é a atual sede do FACEBOOK (Figura 2).

Figura 2: Sede do Facebook, Califórnia - EUA



Fonte: Revista Time, 2015.

Uma outra aplicação desse método foi exposta por Louzada (2016) o projeto de telhado verde que podendo ser o maior do mundo, no qual inclui a construção de um bairro planejado com edifícios em diferentes níveis, que irão abrigar um centro comercial e unidades residenciais, que será situado na cidade de Cupertino, chamado The Hills at Vallco. A Figura 3 ilustra uma vista aérea.

Figura 3: Projeto da maior cobertura vegetal no mundo



Fonte: Sand Hill Property Company, 2015.

Devido ao baixo desempenho térmico por coberturas convencionais que causa desconforto no ambiente interno das construções, o telhado verde vem como alternativa para contornar essa problemática (BASSO, 2013). Conforme Minke (2004, apud LOUZADA, 2016, p. 1) em climas frios, os telhados verdes tendem a dificultar as perdas de calor do interior das edificações e em climas quentes mantem o interior da edificação com temperaturas mais amenas, já que dificulta e atrasa a entrada do calor externo.

Segundo Basso (apud DEL BARRIO, 1998, p. 18), “o emprego da vegetação é capaz de amenizar o clima reduzindo a temperatura além de proteger o edifício da radiação solar, reduzindo os gastos com utilização de equipamentos necessários para climatização”. Rodney Corsini (2011) ainda ressalta que nos casos dos grandes centros urbanos, quando utilizadas em

larga escala, contribui para melhorar a qualidade do ar e minimizar o efeito das ilhas de calor. Além de trazer um benefício estético para as construções.

“Após a instalação de uma cobertura verde em uma laje, a temperatura da superfície reduz cerca de 15°C influenciando no conforto térmico dos ambientes e, dependendo do tipo de telhado, da vegetação e da capacidade da área, a redução de carga térmica para o ar condicionado se aproxima de 240 kWh/m²” (SPANGENBERG, 2004 apud SILVA, 2011, p. 13-14).

Quanto à vegetação utilizada nos telhados verdes, pode-se classificar como intensivos e extensivos. Uma definição empregada por Dunnett (2007), (apud LOUZADA, 2016, p. 12) é de que os telhados extensivos são feitos com uma camada de substrato mais delgada, suportam vegetais com raízes curtas, como gramíneas e suculentas e praticamente dispensam manutenção.

Os telhados intensivos apresentam uma camada de substrato mais espessa, podendo suportar espécies vegetais de maior porte e requerem mais cuidados, além de exercerem uma carga elevada na estrutura. A tabela 1 demonstra algumas características que diferenciam os telhados entre intensivos e extensivos.

Tabela 1: Características dos telhados extensivos e intensivos

Características	Telhado Extensivo	Telhado Intensivo
Propósito	Gestão de águas pluviais; Isolamento térmico, Resistência contra fogo.	Estético; aumento do espaço de lazer.
Requisitos Estruturais	Normalmente dentro de parâmetros normais de suporte de peso do telhado; 70-170 kg/m ² .	Necessário planejamento na fase de projeto ou de melhorias estruturais; 290-970 kg/m ² .
Profundidade média substrato	2 a 20 cm	20 cm ou mais
Vegetação	Vegetação rasteira e musgos resistentes ao estresse (por exemplo, Sedum spp., Sempervivum spp.)	Nenhuma restrição além das impostas pela profundidade substrato, clima, altura e exposição na edificação e instalações de irrigação.
Irrigação	A maioria exige pouca ou nenhuma irrigação.	Muitas vezes requerem irrigação.
Manutenção	Pouca ou nenhuma manutenção necessária; Remoção de ervas daninha, se necessário.	Manutenção semelhante a jardins no nível do solo.
Acessibilidade	Vai precisar de acessibilidade básica para manutenção.	Boa acessibilidade.

Fonte: LOUZADA, 2016, p. 13

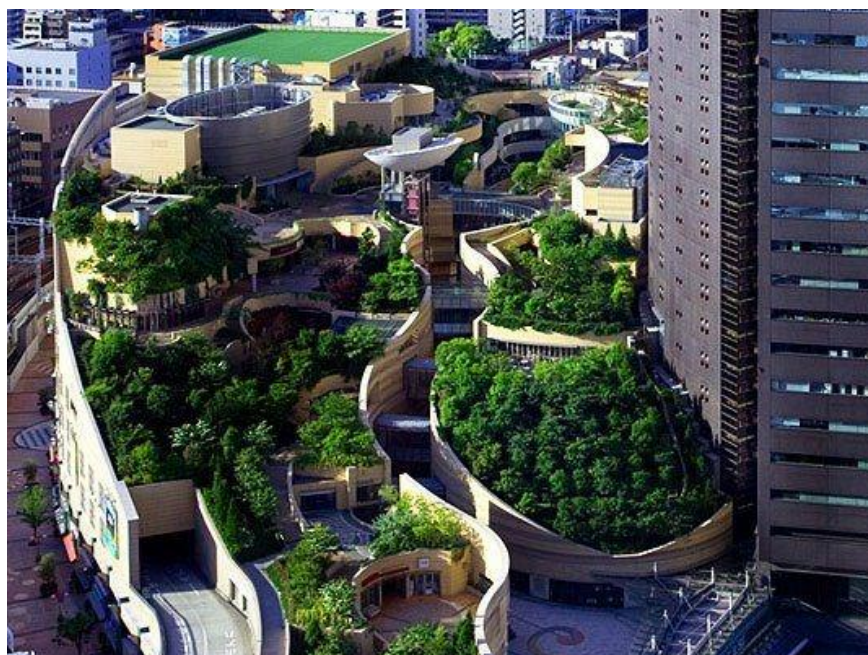
A seguir, duas imagens ilustrando ambos os tipos de telhados extensivo (figura 4) e intensivo (figura 5).

Figura 4: Telhado verde extensivo



Fonte: Sustentabilidade Blog

Figura 5: Telhado verde intensivo



Fonte: GONÇALVES, Alberto.

Outra classificação dos telhados verdes pode ser pela inclinação da laje de concreto. Conforme Minke (2004) (apud LOUZADA, 2016, p. 12) é possível classificar os telhados

verdes de acordo com as inclinações. Telhados com até 5% de inclinação são considerados telhados planos; entre 5% e 35% de inclinação é chamado de telhado de encosta suave; entre 36% e 84% chama-se telhado com declive e por fim telhados com inclinação superior a 84% são chamados de telhados íngremes. De acordo com a utilidade do telhado verde, a inclinação facilitará a drenagem.

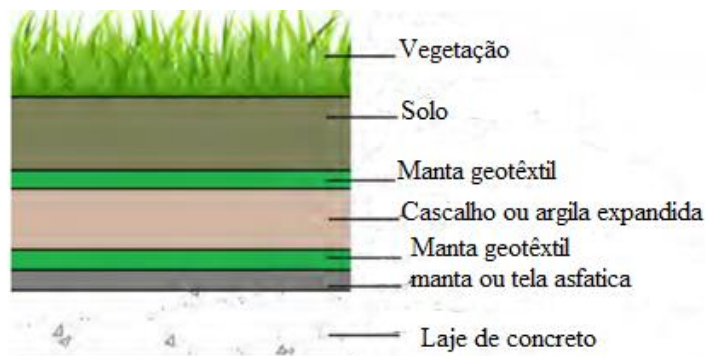
Ao que diz respeito em relação a políticas de incentivo a utilização do telhado verde, segundo Igra (2011, apud SILVA, 2011, p. 50):

“Alguns conselhos municipais e autoridades locais concedem apoio financeiro direto a projetos de telhado verde. Em muitos casos, os subsídios financeiros variam entre 10 € e 20 € por m². Outras comunidades pagam um montante fixo para todo o telhado verde, que varia entre 25% e 100% do material e custos de instalação.”

Quanto ao método construtivo, o telhado verde pode ser instalado em lajes ou até mesmo sobre telhados convencionais, sendo constituído por camadas de impermeabilização e de drenagem. Esses elementos recebem o solo e a vegetação adequada de acordo com o clima, sendo importante a utilização de vegetação locais mais resistentes a escassez de chuva e de pequeno porte, diminuindo a necessidade de manutenção.

Um projeto típico pode ser mostrado na figura 6. No qual a vegetação sobre a estrutura do telhado principal (geralmente concreto), uma manta ou tela asfáltica foi colocada como função de membrana impermeável, seguida de uma manta de geotêxtil como barreira do telhado. Em seguida, uma camada de argila expandida ou cascalho mantém a parte inferior do sistema bem drenada, evitando a podridão das raízes e facilitando o fluxo de água. Uma nova manta de geotêxtil evita que a camada de solo se misture com a camada de argila expandida. Finalmente, as camadas de solo e a vegetação são posicionadas (NEGREIROS et al, 2017)

Figura 6: Camadas de um telhado verde típico



Fonte: NEGREIROS et al, 2017, p.2117

Quanto a utilização do substrato necessário para a fixação e nutrição da vegetação, Minke (2004, LOUZADA, 2016, p. 15 - 16) apresenta:

“ A importância da harmonia que o substrato deve estar com o tipo de vegetação sobre ele e que para os telhados extensivos que fazem utilização de grama, ervas silvestres e Sedum não é recomendado o uso demasiado de húmus. ”

Ao que diz respeito a base de concreto utilizado no modelo acima, é necessário dá-se importância a capacidade de carga. E como Louzada (2016) ressalva, é de obrigação consultar um engenheiro de estruturas na concepção da estrutura de qualquer sistema de telhado verde.

Gonçalves *et al.* (2005, LOUZADA, 2016, p. 14), a impermeabilização deve ser capaz de impedir a passagem total de água provinda do substrato para a base, para satisfazer as exigências de estanqueidade de água. Sobre a questão da drenagem, Minke (2004, LOUZADA, 2016, p. 14) ressalta que em relação a mesma deve-se dar importância a telhados planos já que nos telhados inclinados a água apresenta um escoamento facilitado.

Pode-se observar modelos de coberturas verdes feitas de materiais naturais como, bambu, pedrisco, terra, palha e grama, e que necessitará de impermeabilizante na base da estrutura podendo usar uma lona, Lengen (2014, LOUZADA, 2016, p. 18). Porém com o avanço da engenharia, tem-se novos métodos para tal estilo de construção, com a introdução de materiais (concreto, geotêxteis, etc.) capazes de aumentar o desempenho dos telhados verdes, como suportar grandes esforços e assim ter obras gigantes como pode-se ver o caso do Sand Hill Property Company (Figura 7).

3.2.3 Vegetação

A vegetação principal elemento que compõe os telhados verdes, portanto é de suma importância a escolha da vegetação adequada para o telhado. A escolha da vegetação deve considerar: o objetivo da utilização do telhado, o clima onde será inserido, a estrutura da edificação, os esforços e a manutenção do telhado (SILVA, 2011, p. 26). Assim, deve-se dar preferência para plantas regionais que são adaptadas com o clima.

Nos telhados verdes, pode-se fazer uso de várias espécies de plantas. Louzada (2016, p. 16) ressalta que os principais tipos de vegetação encontrados são gramíneos e as popularmente chamadas de suculentas, como exemplo as bromélias, que possuem uma certa tolerância a extremos climáticos (calor e frio, umidade e seca), podendo também ser utilizado hortícolas.

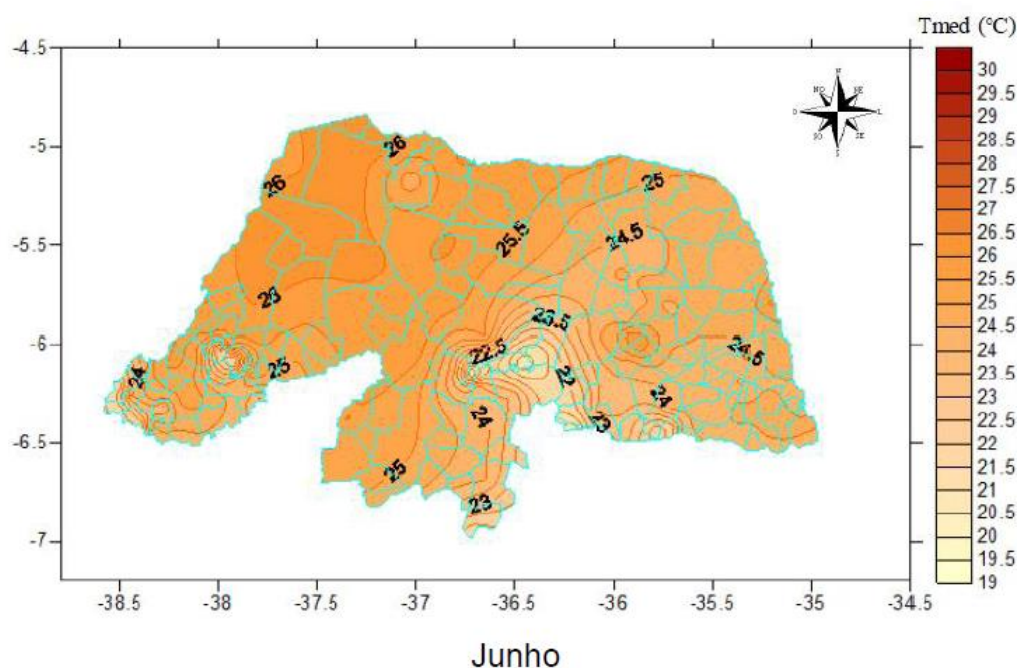
É importante na escolha da vegetação considerar o tipo de telhado que irá ser utilizado (extensivo ou intensivo) ambos apresentam características diferentes. De acordo com Silva (2011), para o telhado verde extensivo tem como principal característica o cultivo de plantas rasteiras de pequeno porte, já o intensivo a vegetação varia desde pequenas plantas a árvores frutíferas.

3.2.4 O Clima

A questão climática é bastante importante para o desenvolvimento dos telhados verdes, vendo que o intuito do mesmo é trazer conforto térmico em edificações inseridas em regiões que apresentam climas quentes. Assim como também, análises para a escolha da vegetação a ser utilizada, como já foi detalhado anteriormente.

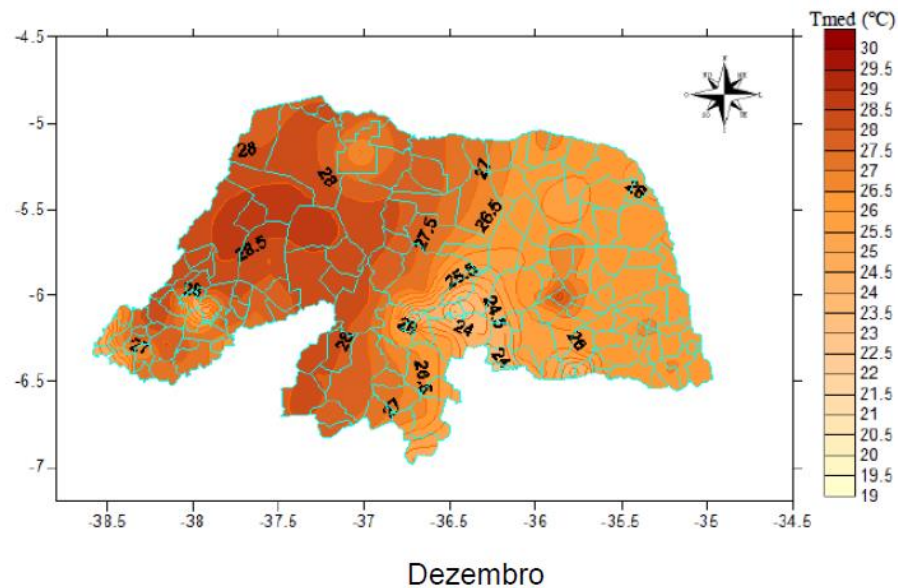
A Cidade de Pau dos Ferros – RN está inserida no clima semiárido, caracterizado pelos seus altos índices de insolação. Esse é um dos motivos para o agravamento da seca ascendente nessa região, assim como os baixos índices pluviométricos. Pode-se observar a variação de temperaturas nos meses de junho e dezembro respectivamente na figura 07 e figura 08.

Figura 7: Temperatura média no mês de junho



Fonte: SILVA, 2009

Figura 8: Temperatura média no mês de dezembro



Fonte: SILVA, 2009

O que se percebe que na microrregião a qual Pau dos Ferros, como pode ser visto na Figura 9, está inserida ocorre significativa variação de temperaturas durante o ano, e consecutivamente a elevação de temperaturas se apresenta durante a estiagem das chuvas, “tendo em vista que as concentrações de chuvas estão restringidas em sua maioria ao primeiro semestre do ano” (COSTA, 2016, p. 01).

As características apresentadas podem influenciar diretamente na utilização do telhado verde, devendo precaver no projeto essas questões climas.

Figura 9: Localização de Pau dos Ferros no estado do Rio Grande do Norte.



Fonte: LIMA, 2015.

4 METODOLOGIA DA PESQUISA

Para construção desse trabalho será utilizado como modelo de telhado verde o referente a figura 6. A implantação do telhado verde como já detalhado, compreende de várias etapas. Após definir o tipo de estrutura base do telhado, a laje de concreto, é necessário a obtenção dos materiais que irão constituir as camadas de filtragem e drenagem. Para isso foi feito uma pesquisa de mercado da disponibilidade e custo de obtenção na cidade de Pau dos Ferros, levando em conta a fácil aquisição e o baixo custo. Além do substrato (solo adubado) e a vegetação adequada para o clima, onde se é essencial o estudo da viabilidade das espécies a serem utilizadas, necessários para a finalidade da construção.

Para fins de conhecimento de plantas locais, buscou-se acessar o conhecimento da população. Para tanto, contatou-se com 4 moradores que viveram boa parte das suas vidas na cidade. E como segunda opção de busca por vegetação, fez pesquisa de mercado no viveiro Jardins e Construções, o único na cidade de Pau dos Ferros. A consulta ao viveiro, foi realizada com vistas a um levantamento de disponibilidade e custos da vegetação disponível mais adaptada ao clima da cidade. Vale ressaltar que apenas um viveiro foi localizado na cidade.

Com o propósito da viabilidade da utilização do telhado verde quando comparado a telhados convencionais de laje e telhas (fibrocimento e cerâmica), foi fundamental fazer levantamento quanto o custo da implementação do telhado convencional. Os custos foram levantados a partir de pesquisa de preços de ambos os tipos. O levantamento de informações sobre preços e disponibilidades de produtos listados no modelo utilizado foi realizado junto aos lojistas, de maneira formal, com a apresentação da finalidade da pesquisa.

Além de pesquisa de mercado, foi utilizado a planilha de preços e custos de insumos e composições do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) – Rio Grande do Norte (2018) para obter informações a respeito do custo de alguns dos materiais e estruturas (como o caso da laje de concreto) utilizados.

Também foram realizadas entrevistas com a finalidade de obter informações de profissionais (Engenheiros Civis e Arquitetos e Urbanistas) que atuam na construção civil de Pau dos Ferros acerca das considerações que levam ao grande uso de telhados convencionais, assim como também em relação as dificuldades encontradas na implementação do telhado verde. Para tanto, foi elaborado um questionário capaz de identificar as principais dificuldades e os pontos que lhe são decisivos no momento da escolha do telhado utilizado nas edificações.

O questionário aplicado encontra-se no apêndice A e contém 13 perguntas subjetivas que foram respondidas de acordo com a vivência de mercado de cada profissional. Foram contatados os três arquitetos que existem na cidade e dois engenheiros com vivência no cotidiano da construção, mas apenas um arquiteto e um engenheiro responderam ao questionário.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A apresentação dos resultados, a seguir, foi dividida em dois grupos para facilitar a compreensão. São eles: entrevistas e sistema construtivo, disponibilidade e custo.

5.1 Entrevistas

A realização de entrevistas com um Arquiteto e Urbanista e com um Engenheiro Civil, ambos profissionais atuantes no mercado de construção civil de Pau dos Ferros, vem com a perspectiva de obter opiniões pessoais dos profissionais a respeito do que seria decisivo quanto a escolha do telhado utilizado em projetos locais. Possíveis obstáculos que possam ser enfrentados na escolha pelo telhado verde, entre outras informações apresentadas nas respostas do questionário que serão discutidas a seguir.

O questionário será discutido reunindo perguntas que estão relacionadas pela semelhança do assunto.

Em relação a projetos envolvendo o telhado verde na cidade de Pau dos Ferros, os entrevistados apresentaram respostas que está disposto a seguir:

“Já pensei em projetar, mas devido a alguns fatores (clima, execução, etc.) não cheguei a projetar telhados verde em Pau dos Ferros. ” (Entrevistado 01, Arquiteto e Urbanista).

“Não pensei em projetos com o telhado verde, acredito que os mesmos fatores como o clima, custo sejam decisivos na hora de pensar em um projeto desse. “ (Entrevistado 02, Engenheiro Civil).

Pode-se analisar diferenças de opiniões entre os entrevistados. Resposta que está associada a divergência de profissões cada um assumindo o seu papel, já que o arquiteto e urbanista é o principal responsável pelos projetos arquitetônicos e tem maior preocupação com o conforto do ambiente.

A respeito da viabilidade e dimensionamentos do telhado verde em Pau dos Ferros, tem-se:

“Depende do cliente pois a responsabilidade passa a ser do arquiteto. “ (Entrevistado 01, Arquiteto e Urbanista).

“Não é viável, alto custo e necessidade de abastecimento de água. “ (Entrevistado 02, Engenheiro Civil).

Em relação ao dimensionamento da estrutura da edificação, ambos os entrevistados afirmam que requer sim um dimensionamento específico, já que o objetivo do uso da laje passa a ser outro.

A respeito dos custos e a disponibilidades dos materiais necessários para o desenvolvimento do telhado verde:

“Acredita que é bem mais caro que o telhado convencional e que o comércio de Pau dos Ferros não atende à necessidade em relação aos materiais. “ (Entrevistado 01, Arquiteto e Urbanista).

“Acredita no aumento dos custos, porém acredita que Pau dos Ferros oferece os materiais necessários para execução. “ (Entrevistado 02, Engenheiro Civil).

Ambos os profissionais não tiveram contato com projetos onde utilizam telhados verdes em Pau dos Ferros, mas estariam dispostos a trabalhar com o mesmo de acordo com a necessidade e o desejo de clientes. Além de terem opiniões em relação a dimensionamento, aumento de custos e os fatores que possam vir a ser obstáculos no projeto como por exemplo condições climáticas, crise hídrica.

Ao que diz respeito da mão de obra necessária para execução do telhado verde:

“A mão de obra disponível em Pau dos Ferros não consegue desenvolver os processos e necessita de um aperfeiçoamento. “ (Entrevistado 01, Arquiteto e Urbanista).

“A partir do conhecimento sobre o assunto, não requer de aperfeiçoamento pois os processos são simples. “ (Entrevistado 02, Engenheiro Civil).

Em ambas as perguntas há diferenças entre as respostas dos profissionais que pode estar associada a experiência com o comércio assim como com a construção civil, já que o engenheiro na pergunta 08 da sugestão em relação a substituição de material que não está disponível por

materiais mais simples e na pergunta 09 ele trata a execução do telhado como algo que possa ser fácil solucionado.

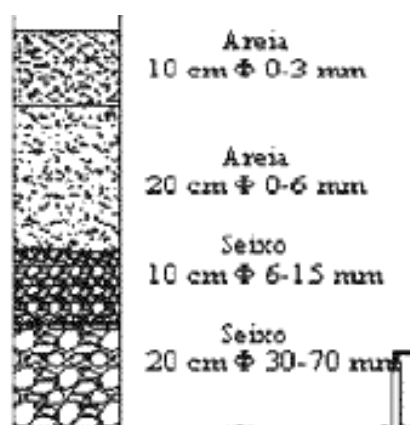
5.2 Sistema construtivo, disponibilidade e custo

Para a discussão acerca da implantação do telhado verde como maneira viável de substituir os telhados convencionais na cidade de Pau dos Ferros, iniciou-se a pesquisa investigando a disponibilidade e os preços de materiais necessários dos três tipos construtivos. Na tabela 02 que se encontra no apêndice B, apresenta dados obtidos em relação aos materiais, como preços e disponibilidades pesquisados em 4 lojas de construção da cidade.

De acordo com a análise da tabela 02, pode-se perceber que de início apresenta-se dificuldades com a disponibilidade do geotêxtil (Bidim) utilizado na camada de proteção para as raízes e drenagem da água proveniente da chuva e possíveis abastecimento com finalidade de regar a vegetação ali presente. Como esse material não foi encontrado, houve a necessidade de utilizar materiais que possam substituí-lo. Vale ressaltar que tornaria inviável a obtenção em grandes centros urbanos, como: Mossoró – RN situada à 153km ou à capital Potiguar, Natal, à 389 km, o que dificultaria a obtenção do material e aumento do custo, uma vez que adicionaria o frete, tornando-se um ponto negativo na escolha do telhado verde.

A partir da entrevista com o engenheiro civil atuante na construção civil, obteve-se conhecimento a respeito de possível viabilidade de utilização de um leito filtrante constituído de camadas de diferentes graduações de solos (areia e seixo) dispostas em camadas a formarem um filtro, as camadas sendo disposta a partir da manta impermeabilizante começando com uma graduação grossa (seixo 0 -4,8mm a 9,5mm) até a areia (graduação fina), de forma que a água seja conduzida para as calhas que deveram fazer parte desse telhado, então se tem um método capaz de substituir o geotêxtil e que ao final pode se torna viavelmente mais econômico. Louzada (2016) também trata dessa forma de substituição dos geotêxtis, podendo utilizar materiais naturais, granular com boa permeabilidade como alguns tipos de areia, brita e argila expandida. A seguir na figura 10, tem-se um esquema que pode ajudar com a visualização da disposição das camadas de solos;

Figura 10: Esquema da disposição de solos para obter o leito filtrante



Fonte: ANDREOTTOLA et al, 2005

Um apontamento a ser feito em relação ao sistema constituído de graduações de solo que o mesmo também foi capaz de filtrar a água ao ponto de torná-la utilizável para outras finalidades. A partir de uma análise dessa água e os resultados obtidos, é possível direcioná-la ao uso doméstico como, por exemplo, banho, cozer alimentos, etc. (se for classificada como potável) ou se não for o caso, utilizar para regar o próprio telhado verde, lavagem de calçadas, utilizar em descargas, entre outras utilidades.

Ao entrar em contato com os moradores da cidade, não se teve avanço no estudo da utilização de espécies nativas devido ao não conhecimento de plantas que pudesse atender as necessidades requeridas para o telhado verde. Com isso procurou por características de plantas que possam ser adaptadas ao clima semiárido e foi em busca do viveiro.

Durante a busca pela vegetação no viveiro, houve bastante dificuldade em encontrá-las, no estabelecimento não disponibilizam plantas locais para venda, eles optam por plantas de diferentes biomas o que pode torná-las insustentáveis ou invasivas à região, prejudicando a flora nativa do semiárido. A dificuldade encontrada na utilização das vegetações disponíveis para venda no viveiro diz respeito, de acordo com a proprietária, ao alto consumo de água, já que devido à crise hídrica deve-se optar por plantas que tenha um consumo baixo de água, sem contar com o considerável período de manutenção, como a poda, e à pouca resistividade ao sol de algumas espécies. Além do alto custo de aquisição.

No mesmo viveiro tem duas espécies de suculentas disponíveis, que como já falado no referencial teórico desse trabalho, são mais apropriadas ao clima quente e seco apresentando boas características em relação ao consumo de água e a resistência à radiação solar. Assim, pode-se considerar esse grupo mais viável para utilização nos tetos verdes.

As duas suculentas disponíveis no viveiro Jardins e Construções são a Bromélia (Figura 11) e a Agave (Figura 12), onde ambas apresentam folhas longas e grossas as quais são utilizadas para armazenamento de água para períodos de estiagem. A seguir imagens de ambas as espécies.

Figura 11: Bromélia disponível no viveiro Jardins e Construções



Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

Figura 12: Agave disponível no viveiro Jardins e Construções



Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

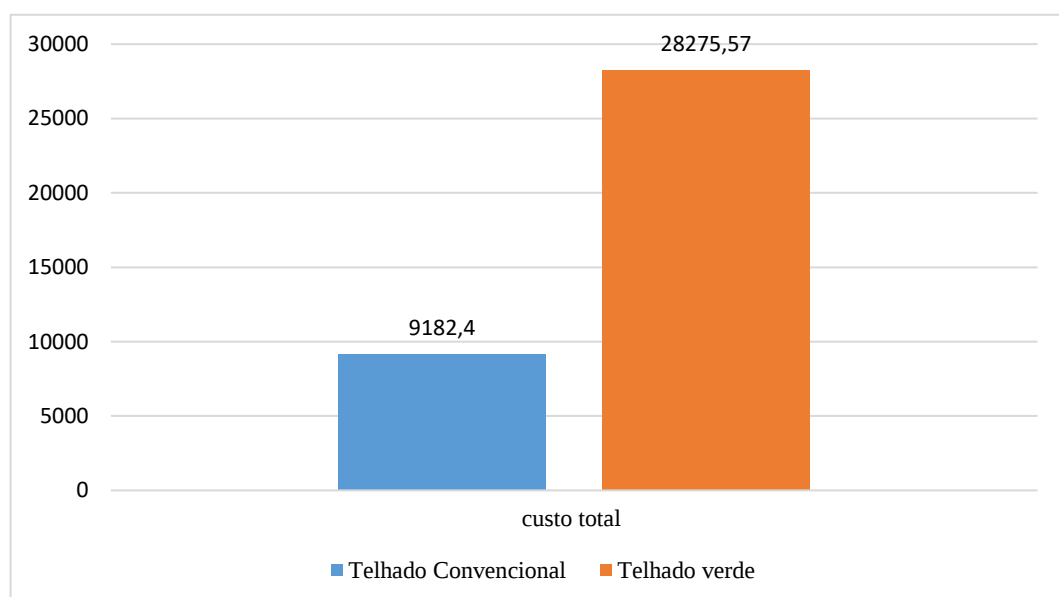
Em relação ao custo de aquisição de ambas as espécies, apresentam custo elevado inicialmente, da ordem de R\$ 30,00 reais por muda da Agave (considerando a mais barata) e R\$ 70,00 reais a muda da bromélia. O que leva ainda a uma preferência por vegetações locais, visto que as espécies mencionadas acima não são espécies nativas da região, que tenham como características resistência a radiação solar, consumo baixo de água, pequeno porte e que possa baratear os custos da construção do telhado verde tornando mais viável a sua utilização.

5.3 Telhado convencional vs Telhado verde

De modo a fazer uma comparação entre os custos de construção dos dois métodos de telhados analisados neste trabalho, o telhado convencional utilizando a telha cerâmica tipo colonial e o telhado verde, faz necessário a simulação em um telhado com área de 120 m² para os dois orçamentos básicos de cada método separadamente onde será apresentado no apêndice C nas tabelas 03 e 04.

Em ambas os orçamentos apresentados nas tabelas 03 e 04, não se levou em conta o custo da mão de obra necessária para o desenvolvimento dos métodos construtivos apresentados devido ao não conhecimento do tempo necessário para realizar tão atividade. O que pode ser também verificado no gráfico 01 a seguir.

Gráfico 1: Representação dos custos totais em Reais para ambos os telhados.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

Pode-se notar que as diferenças de custo entre os modelos de telhados são bastante divergentes, onde tem-se que o custo do telhado verde se apresenta três vezes mais caro em relação ao telhado convencional.

O resultado pode ser verificado devido a utilização da vegetação e a terra adubada (comercializada) disponíveis no viveiro Jardins e Construções. No entanto, ao se utilizar a vegetação local que possa ser transplantada diretamente da natureza (zonas rurais da cidade) e a terra também obtida em localidades rurais próximas a cidade ou o solo do próprio terreno onde a casa seria implantada, ter-se-ia uma diminuição no custo da construção do telhado verde para um valor de R\$ 7.875,57 reais. Assim, o telhado verde se tornaria mais barato do que o telhado de cerâmica e seria totalmente viável a utilização em Pau dos Ferros.

Outra alternativa da redução do custo da implementação do telhado verde, é a utilização da compostagem, “conhecida como o processo de reciclagem do lixo orgânico, transforma a matéria orgânica encontrada no lixo em adubo natural, que pode ser usado na agricultura, em jardins e plantas, substituindo o uso de produtos químicos” (Globo Rural, 2018). Com o uso dessa técnica é possível substituir o solo comercial do viveiro por um solo fértil e adequado para plantação. A compostagem pode ser implantada na própria casa, reduzindo completamente o custo para aquisição da terra.

Como forma de destinação final e utilização do produto obtido pelo processo de compostagem e de maneira a ter um aproveitamento do telhado verde, pode ser utilizado como adubo para criação de hortas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivos analisar a viabilidade da substituição de telhados convencionais por um telhado verde composto de vegetação como potencial de melhorias para o conforto de construções civis na cidade de Pau dos Ferros – RN.

Com base nos resultados obtidos, pode-se destacar algumas considerações:

A disponibilidade de materiais é um ponto positivo e torna viável para o desenvolvimento do projeto do telhado verde, visto que a maioria foi encontrada no comércio da cidade e o indisponível, caso da manta geotêxtil, pode ser substituído por materiais comumente encontrados no mercado paufferense.

Sobre a vegetação, apesar da dificuldade de trabalhar com plantas nativas, a cidade proporcionou venda de espécies que possam ser utilizadas de maneira sustentável e viável quantos as características das espécies. Visto o custo da vegetação poderá dificultar a aquisição da mesma partindo para uma decisão do cliente se estará disposto a pagar. No entanto, vislumbra-se que futuros trabalhos possam identificar vegetações que possam ser extraídas da vegetação local e trabalhadas para que possam ser comercializadas com baixo custo.

Quanto aos benefícios relacionados ao desempenho térmico das edificações onde será utilizado o telhado verde, entende-se que o método é vantajoso sobre os telhados convencionais já que reduz os ganhos termos e se adequa às diretrizes para clima quente e seco, que prevê coberturas pesadas. Essa adequação também pode trazer benefícios do ponto de vista financeiro, se pensadas a longo prazo, tendo em vista que o uso do ar condicionado pode ser evitado, reduzindo assim o consumo energético e o custo da conta de energia.

Quanto a crise hídrica pela qual a cidade passa devido as irregularidades das chuvas, a utilização do telhado verde com utilização da horta pode ser vista como um aspecto positivo, já que a necessidade do abastecimento para manutenção das hortaliças é necessária independente se a horta está em solo térreo ou até mesmo sobre uma residência.

Em relação às análises dos questionários realizados com os profissionais, percebe-se, de maneira análoga, que a pesquisa pode ser aprofundada para obter informações mais específicas quanto aos custos com aprofundamento da análise dos quantitativos, impacto na estrutura do edifício e manutenção. Porém com os resultados obtidos nesse trabalho é possível rever as opiniões em relação a adaptação do telhado verde na cidade de Pau dos Ferros, visto que os aspectos financeiros, disponibilidade dos materiais foram atendidos.

REFERÊNCIAS

ANDREOTTOLA, Gianni. OLIVEIRA, Eduardo Luiz. et al. **Respirometric method for the monitoring of biological processes**. 2005. Rio de Janeiro. JAN/MAR de 2005, vol.10. Disponível em: <<https://www.tratamentodeagua.com.br/artigo/metodo-respirometrico-para-o-monitoramento-de-processos-biologicos/>>. Acesso em: 09 mar. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7196: Telhas de fibrocimento – Execução de coberturas e fechamentos laterais – procedimentos**. Rio de janeiro, 1983.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8039: Projeto e execução de telhados com telhas cerâmicas tipo francesa**. Rio de janeiro, 1983.

BASSO, Anelise. **Cobertura verde como sistema de reaproveitamento de água da chuva e águas servidas**. 2013. 58 f. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2013.

BUENO, André Duarte. **Transferência de calor e umidade em telhas: simulação e análise experimental**. 1994. 115 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Florianópolis, 1994.

CORSINI, Rodnei. **Telhado verde: Cobertura de edificações com vegetação requer sistema preparado para receber as plantas**. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/16/1-telhado-verde-cobertura-de-edificacoes-com-vegetacao-requer-260593-1.aspx>>. Acesso em: 06 fev. 2018.

COSTA, Isis S. GAMELEIRA, Simone T. SÁ, Renê A. B. BARBOSA, Antônio C. L. **Tecnologia social de convivência no semiárido e o uso de cisternas de placa no município de Pau dos Ferros-RN**. In: 1ª Semana das Engenharias Química, Ambiental e Sanitária do Oeste Potiguar, 2016, Pau dos Ferros. Livro de resumos da I SEQAS. Pau dos Ferros, 2016, p.76-79.

D'ELIA, Renata. **Telhados Verdes**. Revista Técnica ed. 148, 2009. Disponível em: <http://technet17.pini.com.br/engenharia-civil/148/artigo287671-1.aspx>. Acesso em: 09 de dezembro de 2017.

FREITAS, MARCIANO M. **Telhado verdes: uma análise comparativa de custos e vantagens em relação aos telhados convencionais**. 2013. 59 f. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2013.

GLOBO RURAL. **O que é compostagem e como fazê-la em casa**. 2018. Disponível em: <<https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Sustentabilidade/noticia/2018/02/o-que-e-compostagem-e-como-faze-la-em-casa.html>>. Acesso em: 21/04/2018

GONÇALVES, Alberto. **Telhado verde: um diferencial que vale a pena**. Disponível em: <<http://www.homedecore.com.br/telhado-verde-um-diferencial-que-vale-a-pena/>>. Acesso em: 14 mar. 2018.

LIMA, L. de C.. Os Usos do Território e a Economia Solidária no Rio Grande do Norte. Natal, 2015. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Geografia). Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

LOUZADA, Thiago de Souza. **Emprego de geossintéticos na construção de telhados verdes: análise da capacidade de retenção de água**. 2016. 94 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, **Construção Sustentável**. Disponível em: <www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/urbanismo-sustentavel/construcao-sustentavel>. Acesso em 06 de dezembro de 2017.

MORAES, Marciano Freitas de. **Telhados verdes: uma análise comparativa de custos e vantagens em relação aos telhados convencionais**. 2013. 57 p. Monografia (Diplomação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/96343>>. Acesso em: 07 fev. 2018.

NAKAMURA, J. Coberturas Vivas: telhados verdes. **AU: arquitetura e urbanismo**, São Paulo, n. 212, p. 94-98, nov. 2011. O que é Massa Térmica?. Disponível em: <<https://www.ugreen.com.br/massa-termica/>>. Acesso em: 06 de dezembro de 2017.

NEGREIROS, B; EDWARDS, R.; PEDRINI, A.; RODRIGUES, C. Thermal performance simulation of green roof on social housing in hot and dry climate in Brazil. In: **PLEA Proceedings**. Edinburgh, 2017.

PÉREZ, Gabriel, VILA Anna, RINCÓN Lúdia, SOLÉ Cristian, CABEZA Luisa F. **Use of rubber crumbs as drainage layer in green roofs as potential energy improvement material**. Elsevier, 2011.

REVISTA GALILEU (2013). **Ilustração de como seriam os Jardins Suspensos da Babilônia**. Disponível em <<http://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2013/11/encontraram-localizacao-dos-jardins-suspensos-da-babilonia.html>>, acesso em 13/03/2018.

REVISTA TIME (2015). **Nova sede do Facebook na Califórnia**. Disponível em <<http://time.com/3763880/facebook-campus-grass-roof/>>, acesso em 13/03/2018.

SAND HILL PROPERTY COMPANY (2015). **Vista aérea do projeto que pode vir a ser o maior telhado verde do mundo**. Disponível em <<http://thehillsatvallco.com/>>, acesso em 13/03/2018.

SILVA, Neusiane da Costa. **TELHADO VERDE: SISTEMA CONSTRUTIVO DE MAIOR EFICIÊNCIA E MENOR IMPACTO AMBIENTAL**. 2011. 60 p. Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011. Disponível em: <https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwj2z7n6ZLZAUhULiJAKHZ9OCrgQFggoMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.bibliotecadigital.ufmg.br%2Fdspace%2Fbitstream%2Fhandle%2F1843%2FBUOS9AEGBV%2Ftelhado_verde__sistema_construtivo_de_maior_eficiencia_e_menor_impacto__ambiental.pdf%3Fsequence%3D1&usg=AOvVaw1Ht3r---YcHbUBQgtBBDPy>. Acesso em: 12 dez. 2017.

SILVA, B. C. O. D. **Estudo teórico-bioclimático da potencialidade de desenvolvimento do aedes aegypti no estado do Rio Grande do Norte**. 2009. 101 p. Dissertação (Mestrado). Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio ambiente/PRODEMA, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Programa Pro – Reitoria de Pós-Graduação, Natal.

SINAPI – **Índices da Construção Civil**. Disponível em: <www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-a-partir-jul-2009-rn/SINAPI_ref_Insumos_Composicoes_RN_022018_Desonerado.zip>. Acesso em 08 mar.2018.

SPANGENBERG, Jörg. **Melhoria do clima urbano nas metrópoles tropicais - Estudo de caso.** Disponível em: < [http:// www.basis id.de /site2006/ science/01 _ Spangenberg _ IMPROVEMENT%20OF%20URBAN%20MICROCLIMATE%20IN%20TROPICAL%20METROPOLIS.pdf](http://www.basis-id.de/site2006/science/01_Spangenberg_IMPROVEMENT%20OF%20URBAN%20MICROCLIMATE%20IN%20TROPICAL%20METROPOLIS.pdf)> – Site traduzido. Acesso em: 30 maio 2011.

SUSTENTABILIDADE BLOG. **Telhado Verde: Entenda como funciona e como pode ser um ótimo aliado para sua casa.** 28/04/2017. Disponível em: <<https://sustentabilidade.blog/casa-sustentavel/telhado-verde/>>. Acesso em: 14 mar. 2018.

STRAUSS A., CORBIN J.. **Basics of qualitative research.** London, 1998, 2ª ed. WONG, N. H. et al. **The effects of rooftop garden on energy consumption of a comercial building in Singapore.** Energy and Buildings, 2003.

TERRAL. **Identifique conosco suas suculentas - Gênero Sedum.** Disponível em: <<http://terral.agr.br/plus/modulos/noticias/ler.php?cdnoticia=34>>. Acesso em: 01 abr. 2018.

APÊNDICE A

QUESTIONARIO

- 1 Em algum momento já pensou na possibilidade de um projeto residencial com cobertura vegetal em pau dos ferros?
- 2 Já projetou?
- 3 Quais as dificuldades enfrentadas e que foram decisivas para não projetar o telhado verde?
- 4 De acordo com sua experiência, o uso do telhado verde em Pau dos Ferros é viável?
SE A RESPOSTA FOR NÃO
- 5 Ofereceria uma proposta de construir um telhado verde em Pau dos Ferros?
- 6 Quais obstáculos tem em vista?
- 7 Você acredita que o uso do telhado verde requer um dimensionamento específico (maior que o convencional) para a laje, vigas e os pilares?
- 8 O comércio de Pau dos Ferros atende à necessidade, em relação aos materiais usados para a implementação do telhado verde?
- 9 A mão de obra disponível em Pau dos Ferros consegue desenvolver as etapas do processo de implementação da cobertura?
SE A RESPOSTA FOR NÃO
- 10 Você acha que seria fácil e pratico o treinamento da mão de obra para tal necessidade e acha que seria viável?
- 11 Na sua opinião a substituição do telhado convencional pelo telhado verde pode ser muito mais caro devido as condições da cidade, em relação aos custos de ambos?
- 12 No seu ponto de vista as condições climáticas e a crise hídrica, a qual Pau dos Ferros enfrenta, pode ser um dos fatores pelo qual a escolha do telhado verde não seja viável?
- 13 Se chegasse um projeto com telhado verde, você executaria?

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

APÊNDICE B

Tabela 2: Custos e disponibilidade de materiais de construção

CUSTOS E DISPONIBILIDADE DE MATERIAIS UTILIZADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL NA CIDADE DE PAU DOS FERROS			
MATERIAL	OBSERVAÇÃO	DISPONIBILIDADE	PREÇO UNITÁRIO (R\$)
Manta ou tela asfáltica	Manta sintética	Disponível na ACONSTRUTORA.	74,94 reais a unidade (10mx1m)
Manta geotêxtil	Mais conhecida por Bidim	Não se encontra disponível na cidade.	-
Argila expandida ou cascalho	Usar o cascalho	Viveiro Jardins e construções	25,00 reais (saco com 10kg)
Solo adubado		Viveiro Jardins e Construções	Terra orgânica: 25,00 reais (saco com 20kg)
Vegetação - BROMÉLIA		Viveiro Jardins e Construções	70,00 reais por muda
Vegetação - AGAVE		Viveiro Jardins e Construções	30,00 reais por muda
Laje (concreto e estru. de ferro)		De acordo com o SINAPI	52,81 (m²)
Telha de fibrocimento		Menor preço no Deposito São Miguel	20,00 reais a unidade (2,44m de comprimento)
Telha cerâmica		Menor preço no Deposito São Miguel	360,00 reais (de segunda) e 380 reais (de primeira), unidade: (milheiro)
Madeira			
Ripa de madeira aparelhada		Preço retirado da tabela do SINAPI	1,73 reais (unidade de 1,5x5 cm)
Caibro de madeira aparelhada		Preço retirado da tabela do SINAPI	5,35 reais (unidade de 6x8 cm)

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

APÊNDICE C

Tabela 3: Simulação dos custos do telhado convencional utilizando telha cerâmica

COBERTURA CONVENCIONAL: TELHAMENTO COM TELHA CERÂMICA, TIPO COLO			
MATERIAL	OBSERVAÇÃO	CUSTO	CUSTO EM UMA ÁREA DE 120 m ²
COBERTURA CONVENCIONAL:			
cobertura com telhas cermicas tipo colonial	uso do preço da tabela do SINAPI	23,71 reais por m ²	2845,2 reais
laje de concreto		52,81 reais por m ²	6337,2 reais
			TOTAL: 9.182,4 reais

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.

Tabela 4: Simulação de custos para o telhado verde

COBERTURA VEGETAL			
MATERIAL	OBSERVAÇÃO	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO EM UMA ÁREA DE 120 m ²
Manta asfáltica		74,94 reais (10mx1m)	749,4 reais
Terra adubada		25,00 reais (20kg)	6.000,00 reais
Laje de concreto		52,81 reais por m ²	6.337,2 reais
Vegetação	4 plantas por m ²	30,00 reais a muda	14.400,00 reais
Camada filtrante			
Brita 0	Camada de 2,5 cm de altura	82,99 reais por m ³	248,97 reais
Areia grossa	Camada de 2,5 cm de altura	60,00 reais por m ³	180,00 reais
Areia media	Camada de 2,5 cm de altura	60,00 reais por m ³	180,00 reais
Areia fina	Camada de 2,5 cm de altura	60,00 reais por m ³	180,00 reais
			TOTAL: 28.275,57

Fonte: Elaborada pelo autor, 2018.