

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

Renê Alexssandro Brito de Sá<sup>1</sup>; Clara Ovídio de Medeiros Rodrigues<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal Rural do Semi-Árido. [renabsa1232@gmail.com](mailto:renabsa1232@gmail.com);

<sup>2</sup>Universidade Federal Rural do Semi-Árido. [clara.ovidio@ufersa.edu.br](mailto:clara.ovidio@ufersa.edu.br);

## RESUMO

O aumento de construções nos centros urbanos afetam as condições ambientais e problemáticas associadas, a exemplo das ilhas de calor. Uma alternativa para redução desse impacto é a adoção de tetos verdes. O presente trabalho apresenta uma análise de viabilidade da utilização do telhado verde como alternativa para substituir os telhados convencionas, compostos por telha fibrocimento e telhas cerâmicas. O telhado verde, sistema construtivo onde se tem a possibilidade da aplicação de vegetações com 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 proporciona melhorias para a sociedade e para o meio ambiente, já que o mesmo funciona 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.

## INTRODUÇÃO

A partir da evolução no setor da construção civil, novas tecnologias evidenciam o desenvolvimento das cidades (BASSO, 2013, p. 17). BIANCHINI E HEWAGE (2012, apud SEV, 2009) admitem que esse setor é um dos principais contribuintes para os problemas ambientais com a utilização de matérias não renováveis. No entanto a construção civil é necessária para o desenvolvimento, desse modo a desse modo 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, melhorando 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. As principais são: adequar a estrutura a partir do dimensionamento

e 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 à 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 é um método sustentável que visa o controle de trocas térmicas entre o meio externo e interno de edificações, influenciando no conforto térmico.

Mas é necessário promover estudos e levantamentos de dados capazes de determinar a viabilidade de sua utilização no contexto em que se encontra Pau dos Ferros, tendo em vista a integração com o clima semiárido.

## **OBJETIVOS**

O estudo desenvolvido tem como propósito verificar a viabilidade da implementação de tetos verdes na cidade de Pau dos Ferros em relação aos custos comparados a telhados convencionais.

## **REFERENCIAL TEÓRICO**

O referencial teórico abordará os temas: telhados convencionais, que utilizam telhas fibrocimento ou telhas cerâmicas, e os telhados verdes. Sobre os telhados verdes, serão abordados composição e métodos construtivos e aplicações.

### **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 necessitam de conhecimentos 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, devido a variação de tamanhos, modelos, espessuras, por serem leves, resistentes e de baixo custo de implantação, além de outras tantas características benéficas.

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, p. 18) “Em função da absorção da radiação solar a temperatura das telhas se eleva, aumentando o fluxo de calos para o forro, e causando desconforto aos usuários pelo aquecimento do ar interior.”

A telha cerâmica está muito presente nas mais diversas edificações pela sua disponibilidade e fácil acesso quando ao custo-benefício. Entre as diversas características que apresentam, as principais são variações de formas, redução da transferência de calor provocados

pela porosidade que influencia na facilidade de transferir calor para dentro do ambiente, resistência ao fogo, difusão de calor, entre outras. Sendo utilizadas com maior eficiência em edificações residenciais.

Devido ao método e 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.

### **O Telhado Verde**

A utilização de telhados verdes 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 m<sup>2</sup> de cobertura vegetal é a atual sede do FACEBOOK (Figura 1).

*Figura 1: Sede do Facebook, Califórnia - EUA*



Fonte: Revista Time (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.

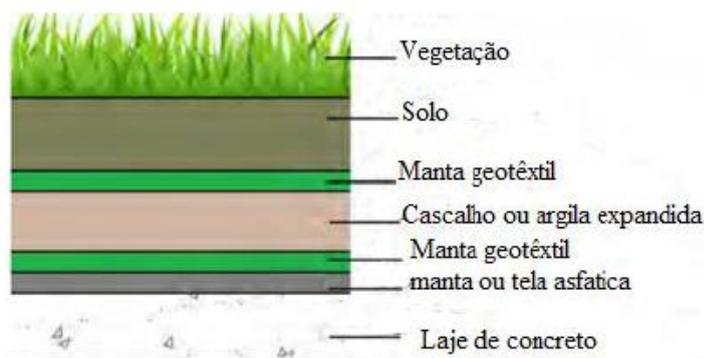
Segundo BASSO (apud DEL BARRIO, 1998, p. 18), “o emprego da vegetação é capaz de amenizar o clima reduzindo a temperatura além de proteger o edifício da radiação solar, reduzindo os gastos com utilização de equipamentos necessários para climatização”. Rodnei Corsini (2011) ainda ressalta que nos casos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

### Método Construtivo do telhado verde

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 receberão 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 é mostrado na Figura 2. Sobre a estrutura do telhado principal (geralmente concreto), uma manta ou tela asfáltica é colocada como uma 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 2: Camadas de um telhado verde típico.



Fonte: NEGREIROS et al, 2017, p.2117.

### A 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 gramíneas e as popularmente chamadas de suculentas (ex: as bromélias), que possuem uma certa tolerância a extremos climáticos (calor e frio, umidade e seca), podendo também ser utilizado hortícolas.

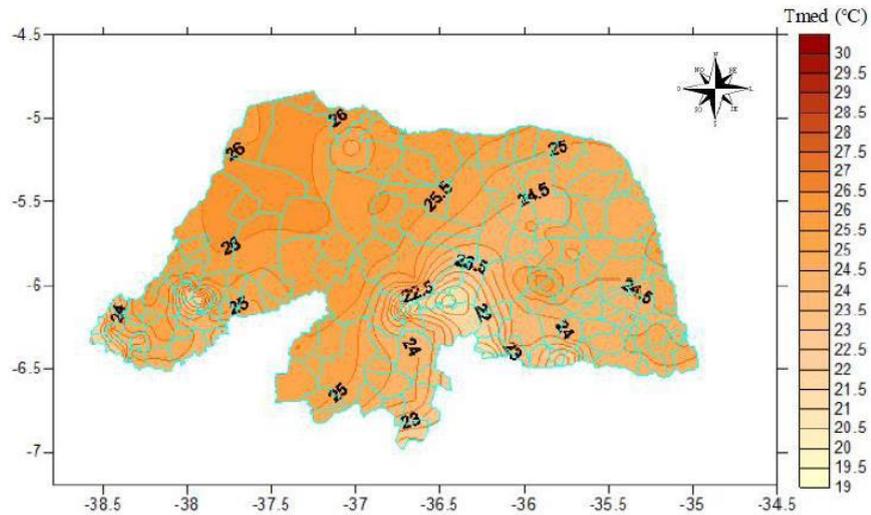
É importante na escolha da vegetação considerar o tipo de telhado que irá ser utilizado (extensivo ou intensivo) ambos apresentam características diferentes. “Para o telhado verde extensivo tem como principal característica o cultivo de plantas rasteiras de pequeno porte, já o intensivo a vegetação varia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

### O Clima

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 na figura 3 e figura 4.

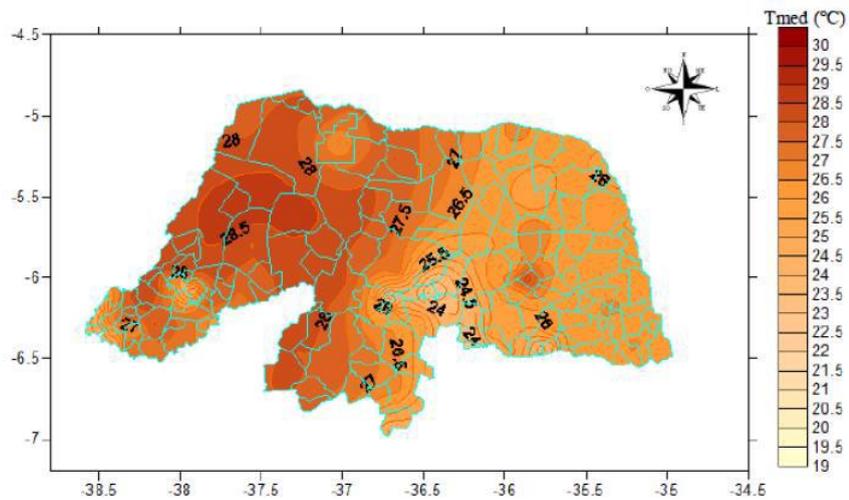
*Figura 3: Temperatura média no mês de junho.*



Junho

Fonte: SILVA, 2009

*Figura 4: Temperatura média no mês de dezembro.*



Dezembro

Fonte: SILVA, 2009

O que é perceptível que na microrregião a qual Pau dos Ferros 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.

## **METODOLOGIA**

Para construção desse trabalho será utilizado como modelo de telhado verde o referente a figura 2. A implantação do telhado verde 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 feita uma pesquisa da disponibilidade e o baixo custo disponibilidade e custo de obtenção na cidade de Pau dos Ferros, levando em conta a fácil aquisição. 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.

## **RESULTADOS**

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 A, apresenta dados obtidos em relação aos materiais, como preços e disponibilidades.

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, tornando-se um ponto negativo na escolha do telhado verde.

Durante a busca pela vegetação, houve bastante dificuldade em encontrá-las nos viveiros de plantas para ornamentação e jardins. Esses estabelecimentos 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. Sem contar que tem 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 são a bromélia (Figura 5) e a agave (Figura 6), 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 5: bromélia disponível no viveiro.**



Fonte: Elaborada pelo auto (2018).

**Figura 6: Agave disponível no viveiro.**



Fonte: Elaborada pelo auto (2018).

Em relação ao custo de aquisição de ambas as espécies, apresentam custo elevado, da ordem de 30,00 reais por muda da Agave (considerando a mais barata) e 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.

### **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 de dois orçamentos básicos de cada método separadamente onde será apresentado no apêndice B nas tabelas 03 e 04.

Em ambas os orçamentos apresentados nas tabelas, não 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.

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. Tal resultado pode ser verificado devido a utilização da vegetação e a terra adubada (comercializada) disponíveis no viveiro, onde se tiver a utilização da vegetação local que possa ser retirada diretamente da natureza (zonas rurais da cidade) e utilização de terra também obtida em localidades rurais próximas a cidade, onde teria uma queda no custo da construção do telhado verde para um valor de 7.875,57 reais, o que tornaria viável a utilização do telhado verde em Pau dos Ferros quando comparado ao custo em relação ao telhado de cerâmica.

### **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: Primeiramente, a disponibilidade de materiais não é um ponto negativo podendo torna viável o desenvolvimento do projeto do telhado verde, visto que a maioria é encontrada no comércio da cidade e aqueles indisponíveis podem ser substituídos por materiais comuns. Sobre a vegetação, apesar da dificuldade de trabalhar com plantas nativas, a cidade proporciona venda de espécies que possam ser utilizadas de maneira sustentável e viável quantos as características das espécies. Visto o custo da vegetação isso 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.

Em relação às análises dos questionários realizados com os profissionais, percebe-se, de maneira análoga, a complementação das informações relacionadas às pesquisas quanto ao clima, custos e manutenção. Pode-se notar que a opinião em relação ao custo do telhado verde é algo a se preocupar, portanto é necessário a adaptação do telhado verde a cidade de Pau dos Ferros, visto que o telhado verde pode ser aplicado a diferentes tipos de climas a partir de análises para sua viabilidade.

Em relação ao dimensionamento da estrutura da edificação e uma aprofundada análise de quantitativos vem a ser objetivos de trabalhos futuros realizados com base fundamentada no presente trabalho.

## REFERÊNCIAS

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.

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](http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/urbanismo-sustentavel/construcao-sustentavel)>. 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.

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

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.

## APÊNDICE A

Tabela 1: Custos e disponibilidade de materiais de construção

<b>CUSTOS E DISPONIBILIDADE DE MATERIAIS UTILIZADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL NA CIDADE DE PAU DOS FERROS</b>			
<b>MATERIAL</b>	<b>OBSERVAÇÃO</b>	<b>DISPONIBILIDADE</b>	<b>PREÇO UNITÁRIO (R\$)</b>
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 estrutura de ferro)		De acordo com o SINAPI	52,81 (m <sup>2</sup> )
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

## APÊNDICE B

Tabela 2: 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 <sup>2</sup>
COBERTURA CONVENCIONAL:			
cobertura com telhas cerâmicas tipo colonial	uso do preço da tabela do SINAPI	23,71 reais por m <sup>2</sup>	2845,2 reais
laje de concreto		52,81 reais por m <sup>2</sup>	6337,2 reais
			TOTAL: 9.182,4 reais

Fonte: Elaborada pelo autor

Tabela 3: simulação de custos para o telhado verde

COBERTURA VEGETAL			
MATERIAL	OBSERVAÇÃO	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO EM UMA ÁREA DE 120 m <sup>2</sup>
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 <sup>2</sup>	6.337,2 reais
vegetação: espécie Agave	4 plantas pro m <sup>2</sup>	30,00 reais a muda	14.400,00 reais
camada filtrante			
brita 0	camada de 2,5 m de altura	82,99 reais por m <sup>3</sup>	248,97 reais
areia grossa	camada de 2,5 m de altura	60,00 reais por m <sup>3</sup>	180,00 reais
areia media	camada de 2,5 m de altura	60,00 reais por m <sup>3</sup>	180,00 reais
areia fina	camada de 2,5 m de altura	60,00 reais por m <sup>3</sup>	180,00 reais
			TOTAL: 28.275,57

Fonte: Elaborada pelo autor