



**Artigo Original**

e-ISSN 2177-4560

DOI: 10.19180/2177-4560.v16n12022p57-73

Submetido em: 09 out. 2020

Aceito em: 26 dez. 2022

.....

***Telhado Verde: da Teoria à Viabilidade de Implementação no IFF campus Macaé/RJ***

*Green Roof: From the Theory to the Viability of Implementation at IFF campus Macaé/RJ*

*Techo Verde: de la Teoría a la Viabilidad de la Implementación en el campus de IFF Macaé/RJ*

Sabrina Zanon Branco  <https://orcid.org/0000-0002-8855-5603>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense

Mestre em Engenharia Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense - Macaé - RJ - Brasil

E-mail: [sabrinazbranco@gmail.com](mailto:sabrinazbranco@gmail.com)

Resumo: O Telhado Verde é um sistema sustentável de cobertura cada vez mais difundido na construção civil de vários países. A procura de aplicações sustentáveis nas edificações faz com que este item ganhe força, além de contribuir para a melhoria no conforto térmico, na qualidade do ar, na redução do consumo de energia elétrica e ser um atrativo contemplativo e valorizador de um imóvel. Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de analisar aspectos teóricos e práticos do telhado verde para garantir a viabilidade da sua implementação no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFF) no município de Macaé/RJ. Entre vantagens e desvantagens, a revisão bibliográfica mostra através de mapas e imagens o impacto da presença da vegetação no microclima de um local assim como a temperatura num telhado verde. As conclusões do estudo incluem que o telhado verde contribui para a redução da temperatura interna de uma edificação e que a implementação do Telhado Verde no IFF ficará harmônico com o local que já é arborizado.

Palavras-chave: Telhado Verde. Vegetação. Conforto Térmico.

Abstract: The Green Roof is a sustainable roofing system that is increasingly widespread in civil construction in several countries. The search for sustainable applications in buildings makes this item gain strength, in addition to contributing to the improvement in thermal comfort, air quality, reducing electricity consumption and being a contemplative attraction and enhancer of a property. This work was developed with the objective of analyzing theoretical and practical aspects of the green roof to guarantee the viability of its implementation at the Federal Institute of Education, Science and Technology Fluminense (IFF) in the city of Macaé / RJ. Among advantages and disadvantages, the bibliographic review shows through maps and images the impact of the presence of vegetation in the microclimate of a place as well as the temperature in a green roof. The study's conclusions include that the green roof contributes to the reduction of the internal temperature of a building and that the implementation of the Green Roof at the IFF will be in harmony with the place that is already wooded.

Keywords: Green Roof. Vegetation. Thermal Comfort.

Resumen: El Techo Verde es un sistema de cubierta sostenible que está cada vez más extendido en la construcción civil en varios países. La búsqueda de aplicaciones sustentables en la edificación hace que este rubro gane fuerza, además de contribuir a la mejora del confort térmico, la calidad del aire, reducir el consumo eléctrico y ser un atractivo contemplativo y potenciador de una propiedad. Este trabajo se desarrolló con el objetivo de analizar aspectos teóricos y prácticos de la cubierta verde para garantizar la viabilidad de su implementación en el Instituto Federal de Educación, Ciencia y Tecnología Fluminense (IFF) de la ciudad de Macaé / RJ. Entre ventajas e inconvenientes, la revisión bibliográfica muestra a través de mapas e imágenes el impacto de la presencia de vegetación en el microclima de un lugar, así como la temperatura en una cubierta verde. Las conclusiones del estudio incluyen que la cubierta verde contribuye a la reducción de la temperatura interna de un edificio y que la implementación de la Cubierta Verde en el IFF estará en armonía con el lugar que ya está arbolado.

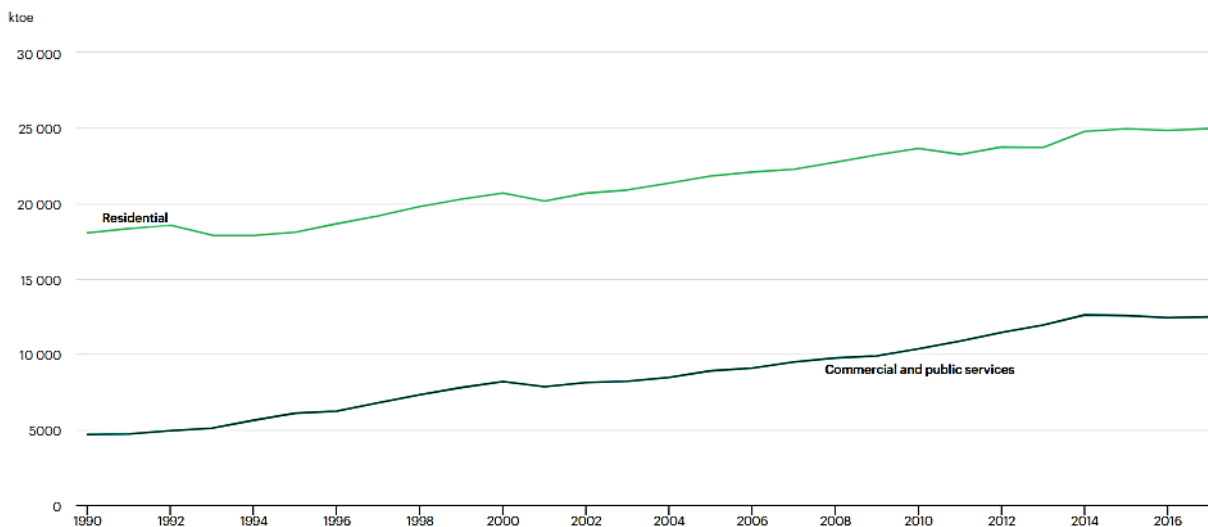
Palabras clave: Techo Verde. Vegetación. Comodidad Térmica.

## 1 Introdução

Com o crescimento populacional e a expansão das cidades a demanda por novas edificações aumentou, bem como o consumo energético. De acordo com a IEA (International Energy Agency), o consumo de energia em geral (que inclui carbono, carvão, eletricidade, gás natural, produtos derivados do petróleo, e biocombustíveis) tem seu crescimento apontado no gráfico seguinte, onde o consumo em 2017 marcou 12.479 quilo toneladas no setor de comércio e serviços e 24.965 quilos toneladas no setor residencial, ambos no Brasil.

**Figura 1. Fornecimento total de energia primária por fonte no Brasil de 1990 a 2017**

Total final consumption (TFC) by sector, Brazil 1990-2017



Fonte: World Energy Balances - International Energy Agency (2019).

Nota-se então que o consumo nesses setores aumentou consideravelmente ao longo dos anos. Sistemas de aquecimento e ar-condicionado, iluminação artificial, e utilização de aparelhos eletroeletrônicos podem ser determinantes no consumo de energia elétrica. Melhorar a eficiência energética nos edifícios contribui para a redução do consumo, e uma medida a ser adotada é a utilização dos Telhados Verdes. “Green roofs are an increasingly visible component of urban environments. Also called living roofs or

ecoroofs, green roofs are likely the oldest example of the purposeful merging of the built environment with living ecosystems - an early form of living architecture.”<sup>1</sup> (LUNDHOLM e PECK, 2008).

O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense (IFF) possui unidades no estado do Rio de Janeiro, dentre elas destaca-se o *campus* Macaé. Macaé encontra-se ao norte do estado do Rio de Janeiro e é uma cidade litorânea, também localizada na Bacia de Campos, onde grandes empresas multinacionais se instalaram para extração de petróleo e gás.

O município também é conhecido como a Capital Nacional do Petróleo, desde o início da década de 1970 a descoberta do petróleo fez com que o rumo econômico da cidade mudasse, impulsionando a economia local e sendo foco de interesse de grandes empresas como a Petrobrás, contribuindo então com grande parte de geração de riquezas do estado do Rio de Janeiro (Prefeitura Municipal de Macaé, 2020).

Vendo a importância econômica de Macaé para o estado e o país, o IFF também tem sua importância por qualificar estudantes do município para o mercado de trabalho. Além do Ensino Médio, os cursos técnicos, de graduação e pós-graduação são relevantes para a economia local, como: os técnicos em eletrônica, eletromecânica, automação industrial, informática, segurança do trabalho e meio ambiente; Bacharelados em Engenharia Elétrica e Engenharia de Controle e Automação; Licenciatura em História; e o Mestrado em Engenharia Ambiental (Portal IFFluminense, 2020).

## ***2 Revisão de Literatura***

O telhado verde possui em sua composição a vegetação e a presença da mesma em uma edificação pode trazer benefícios como a melhoria na qualidade do ar, já que ela retira os poluentes do ar ao absorver ou coletar partículas pelas suas folhas. Tal retirada de poluentes é denominada deposição seca, visto que pode ser realizada sem a ajuda da chuva (ROSSETI et. al, 2013). Ademais, a vegetação pode ser responsável pelo conhecido sequestro de carbono, onde Silva e Batista (2015) verificaram que, nos ambientes naturais e antrópicos, o sequestro de carbono florestal absorve maior quantidade de CO<sub>2</sub> pela fotossíntese, além de a variação de CO<sub>2</sub> na atmosfera apresentar valores mais baixos.

Aliás, o telhado verde auxilia no combate ao efeito de ilhas de calor e auxilia na redução da temperatura do macro e microambiente externo. Bezerra et al (2018) diagnosticaram que no Município de Belém/PA áreas com maior ausência de vegetação, com exceção do corpo hídrico, apresentam temperaturas mais elevadas, gerando um desconforto térmico, evidenciando assim a importância da vegetação para mitigação da temperatura em uma determinada região ou área.

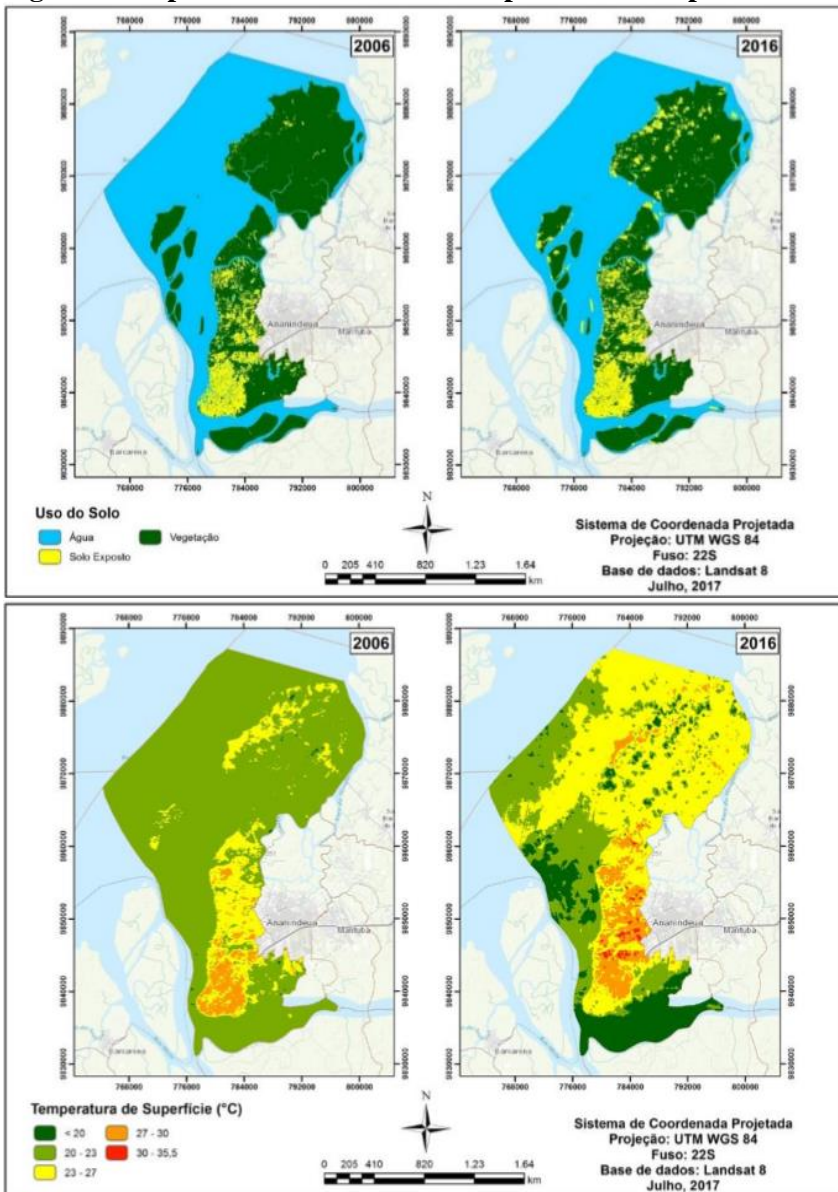
---

<sup>1</sup> Os telhados verdes são um componente cada vez mais visível dos ambientes urbanos. Também chamado telhados vivos ou ecoflorais, os telhados verdes provavelmente são o exemplo mais antigo da fusão proposital do ambiente construído com ecossistemas vivos - uma forma inicial de arquitetura viva. (LUNDHOLM e PECK, 2008 – Tradução Nossa)

Notou-se também o aparecimento de ilhas de calor na região central do município, devido à substituição de áreas anteriormente vegetadas por zonas mais urbanizadas, ocorrendo picos de temperatura nesta localidade e um maior incômodo no conforto dos habitantes das proximidades (BEZERRA et. al. 2018).

Na Figura 2 a seguir, é possível perceber que no uso do solo houve uma elevação na temperatura de superfície simultaneamente ao crescimento da área urbana. “Em relação às áreas vegetadas na cidade, houve um decréscimo de mais de 22 km<sup>2</sup>, no período estudado” (BEZERRA et. al. 2018).

**Figura 2. Mapas do uso do solo e de temperatura da superfície do município de Belém**



Fonte: BEZERRA et. al. (2018).

Salientando, tem-se também a inércia térmica onde o substrato aumenta a massa térmica no telhado atrasando e reduzindo o fluxo de calor recebidos. Segundo Peck *et al.* (1999), grande parte da radiação de uma planta é utilizada para evapotranspiração, fazendo com que as plantas sejam capazes de regular as

oscilações de temperatura. Nos dias quentes a absorção de energia reduz a temperatura da superfície sombreada e regula a umidade à noite, já nos dias frios eles emitem energia e calor.

Much of the sun's energy falling upon a typical concrete, asphalt or hard surface is reradiated as heat. Using a layer of vegetation to intercept the sunlight can reduce this heat. Of the sun's light energy that falls on a tree leaf, 2% is used in photosynthesis, 48% is passed through the leaf and stored in the plant's water system, 30% is transformed into heat (used in transpiration) and only 20% is reflected. (PECK et. al. 1999)<sup>2</sup>

Além disso, há uma maior retenção de água pluvial, reduzindo também a possibilidade de enchentes. “A água da chuva fica retida, onde uma parte é evaporada, reduzindo o volume total da enxurrada. O resultado é que menos água chega ao nível do solo.” (Alberto *et al.* 2012). Como isso, o telhado verde tem um papel importante no controle de enchentes, além de garantir o ciclo natural da água.

Os telhados verdes podem ter função de jardins contempláveis, como o terraço jardim, um dos itens da lista de Le Corbusier para a arquitetura contemporânea. De acordo com Saleiro Filho et. al. (2015), em 1926 Le Corbusier formulou os cinco pontos para uma Nova Arquitetura (pilotis, terraço jardim, planta livre, janela em fita e fachada livre), além de incorporar funcionalidade ao espaço das coberturas. Ainda, na década de 1930 no Brasil o edifício do Ministério da Educação, também conhecido como Palácio Capanema, foi a primeira edificação com cobertura vegetal. Foi projetado sob orientação de Le Corbusier e uma equipe de arquitetos renomados como Oscar Niemeyer e Lucio Costa, além do projeto paisagístico de Burle Marx (Figura 3).

**Figura 3. Terraço-Jardim do Ministério da Educação e Cultura no Rio de Janeiro/RJ**



Fonte: Polizzo (2009).

Polizzo (2009) aponta que o terraço jardim proporciona a criação de um plano com paisagismo paralelo ao solo onde a arquitetura é implementada. “Destá maneira, ele passa a ser pensado como extensão do edifício, parte de sua estrutura, formando um todo indissociável composto por natureza e edifício.”

---

<sup>2</sup> Grande parte da energia do sol que cai sobre um concreto típico, asfalto ou superfície dura é irradiada como calor. Usar uma camada de vegetação para interceptar a luz do sol pode reduzir esse calor. Da energia luminosa do sol que cai sobre a folha de uma árvore, 2% é usada na fotossíntese, 48% é passada pela folha e armazenada no sistema de água da planta, 30% é transformada em calor (usado na transpiração) e apenas 20% é refletido. (TRADUÇÃO NOSSA)

(POLIZZO, 2009). Além de ser atrativo, esteticamente agradável e em voga, o telhado verde pode valorizar um imóvel. “Jardins são cada vez mais valorizados nas cidades, ajudando a valorizar os imóveis onde estão locados. Telhados verdes já começam a se destacar como um item de diferenciação para venda e locação de imóveis.” (ALBERTO *et al.* 2012)

Por outro lado, um telhado verde gera um custo de implantação inicial maior do que telhados convencionais ou lajes impermeabilizadas, geralmente o dobro, e o investimento varia de R\$100,00 a R\$150,00 por metro quadrado conforme a região (BONI, 2018). A imperícia da equipe de execução também pode ser um fator desfavorável pois se mal instalado a cobertura pode estar sujeita a vazamentos. Por fim, aponta-se o cuidado necessário contra o fogo.

De acordo com Boni (2018), o Telhado Verde Intensivo (também semi-intensivo) é mais espesso e pode suportar maior diversidade de plantas. ‘No entanto é mais pesada e exige maior manutenção. A espessura mínima de instalação é de 20cm. Deve-se existir um cuidado especial na consideração dos cálculos estruturais, que considera nos edifícios em concreto armado no Brasil uma carga média de 300kg/m<sup>2</sup>.’ (BONI, 2018).

Já o extensivo é “mais fino e leve, com no máximo 8cm de espessura e coberta tipicamente com forração. É mais viável financeiramente, no entanto não suporta tanta carga de águas pluviais.” (BONI, 2018; PECK *et al.* 1999, como visto no Quadro 1, sintetizaram os dois tipos de Telhado Verde com uma breve descrição e suas vantagens e desvantagens de cada um dos dois.

**Quadro 1. Síntese comparativa entre tipologias de Telhado Verde**

TIPOLOGIA	TELHADO VERDE EXTENSIVO	TELHADO VERDE INTENSIVO
BREVE DESCRIÇÃO	Solo fino, pouca ou nenhuma irrigação, condições estressantes para as plantas;	Solo profundo, sistema de irrigação, condições mais favoráveis para as plantas
VANTAGENS	Leve	Maior diversidade de plantas e habitats
	Adequado para grandes áreas	Boas propriedades de isolamento
	Adequado para telhados com inclinação de 0 a 30°	Pode simular um jardim de vida selvagem no chão
	Baixa manutenção	Pode ser muito atraente
	Muitas vezes não há necessidade de sistemas de irrigação e drenagem	Frequentemente visualmente acessível
	Relativamente pouca experiência técnica necessária	Utilização diversificada do telhado (ou seja, para recreação, cultivo de alimentos, como espaço aberto).
	Geralmente adequado para projetos de modernização	-
	Pode deixar a vegetação se desenvolver espontaneamente	-
	Relativamente barato	-
	Parece mais natural	-

	Mais fácil para a autoridade de planejamento exigir telhados verdes é uma condição das aprovações de planejamento	-
DESVANTAGENS	Escolha mais limitada de plantas	Maior carga de peso no telhado
	Geralmente não há acesso a recreação ou outros usos	Necessidade de sistemas de irrigação e drenagem, portanto, maior necessidade de energia, água, materiais etc.
	Pouco atraente para alguns, especialmente no inverno	Custo mais alto
	-	Sistemas e conhecimentos mais complexos necessários

Fonte: PECK et. al. (1999) adaptado e traduzido pela autora (2020).

Para implementação no IFF, por se tratar de uma edificação consolidada, o mais indicado para a situação é o telhado verde extensivo por ter menor peso de carga, menor investimento financeiro e mínima manutenção.

### 2.1 Eficiência do Telhado Verde

Em uma casa modelo localizada em Florianópolis/SC, Parizotto e Lamberts (2011) observaram o comportamento térmico de três tipologias de telhado: o telhado verde, a telha cerâmica e telha metálica. O telhado verde teve redução da temperatura da superfície pois parte da radiação solar é dissipada pela transferência de calor radiativo e pela evapotranspiração, que pode chegar a 58% da energia dissipada. A temperatura máxima da superfície do telhado verde foi substancialmente inferior às outras, de 39.4°C contra 57.5°C da cerâmica e 51.7°C da metálica.’

A temperatura da superfície vai interferir na temperatura dos ambientes internos de uma construção. O telhado verde, com sua vegetação, substrato e camadas de drenagem contribui substancialmente para a queda de temperatura. Por suas propriedades difusivas, essas duas camadas, atrasam o processo de transferência de calor. Ademais, as sombras das folhagens também são consideradas pois influenciam a temperatura das outras camadas (PARIZOTTO E LAMBERTS, 2011).

Chen (2006) foi corroborado ao comparar em uma edificação em Singapura sistemas de telhado que indicam que a cobertura vegetal desempenha um importante papel no desempenho térmico. Os sistemas são: telhado convencional aparente e uma laje plana impermeabilizada que, após alguns meses foi colocada uma cobertura vegetal, uma com vegetação rasteira e outra com vegetação arbustiva (FIGURA 4).

**Figura 4. Terraço antes e depois do experimento, respectivamente**



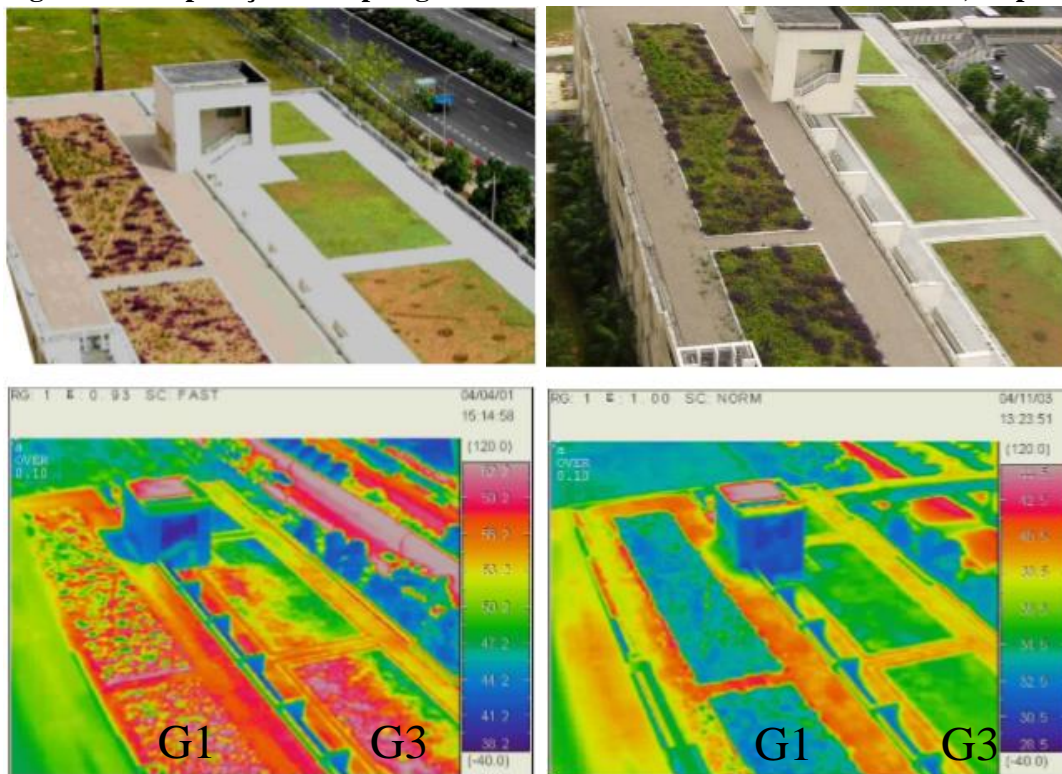
Fonte: CHEN (2006) adaptado pela autora (2020).

A fim de comparar visualmente o desempenho dos sistemas, foram tiradas fotos infravermelhas nos dias 1º de abril de 2004 e três de novembro 2004. Cada sistema foi denominado como G1, G2, G3 e G4, que serão identificados nas imagens para melhor esclarecimento. Na figura 5, em abril de 2004, a diferença entre G1 e G3 pode ser facilmente observada. Basicamente, a temperatura da superfície de G3 foi menor que G1 quando a parcela foi totalmente coberta pela cobertura do solo. No entanto, a temperatura na superfície pode ser muito alta (até mais alta que a superfície de concreto exposta) em G3 onde o substrato foi exposto sem vegetação.

A diferença máxima de temperatura ambas pode ser de até 20 ° C. G1 foi coberto por grupos de arbustos e o substrato não foi bem coberto em alguns locais onde houve maior temperatura da superfície. Em 3 de novembro de 2004, o G1 estava bem coberto pelo sistema de jardinagem em comparação com a situação observada no primeiro. Portanto, o desempenho térmico do G1 em termos de temperatura da superfície é melhor que a do G3. Não há muita diferença no G3 entre o sistema observado em nos meses de abril e novembro.



**Figura 5. Comparação das tipologias G1 e G3 nos meses de abril e novembro, respectivamente**



Fonte: CHEN (2006) adaptado pela autora (2020).

Em suma, a superfície que apresentou menor temperatura foi a de vegetação extensiva. Além disso, Chen (2006) percebeu que a cobertura com sistema de substrato aparente e exposto à radiação solar pode ter sua superfície com temperatura elevada e, conseqüentemente, podem sofrer piores condições térmicas durante o dia. Ainda, certas vezes, a temperatura da cobertura de substrato (G3) chegava a ser mais alta que a temperatura do concreto exposto. Chen (2006) concluiu que a implantação do jardim na cobertura proporcionou redução do consumo energético da edificação. “*Since low maintenance strategy has been implemented for all four extensive systems, the growing condition of vegetation should be a big concern for choosing proper extensive systems in the future.*” (CHEN, 2006 p.142)<sup>3</sup>.

Apenas para salientar, de acordo com observações a longo prazo, Chen (2006) aponta que independentemente da densidade as plantas são capazes de reduzir a oscilação das temperaturas. Porém, a extensão da redução da oscilação da temperatura do ar depende da densidade da folhagem ou, mais propriamente dos valores de IAF (índice de área foliar), ou seja, quanto mais densa a folhagem, menor a oscilação, além de fornecerem proteção solar eficaz e manter um nível mais baixo de temperatura dentro das

<sup>3</sup> Como a estratégia de baixa manutenção foi implementada para todos os quatro sistemas extensivos, a condição crescente da vegetação deve ser uma grande preocupação para a escolha de sistemas extensivos adequados no futuro. (Tradução nossa)

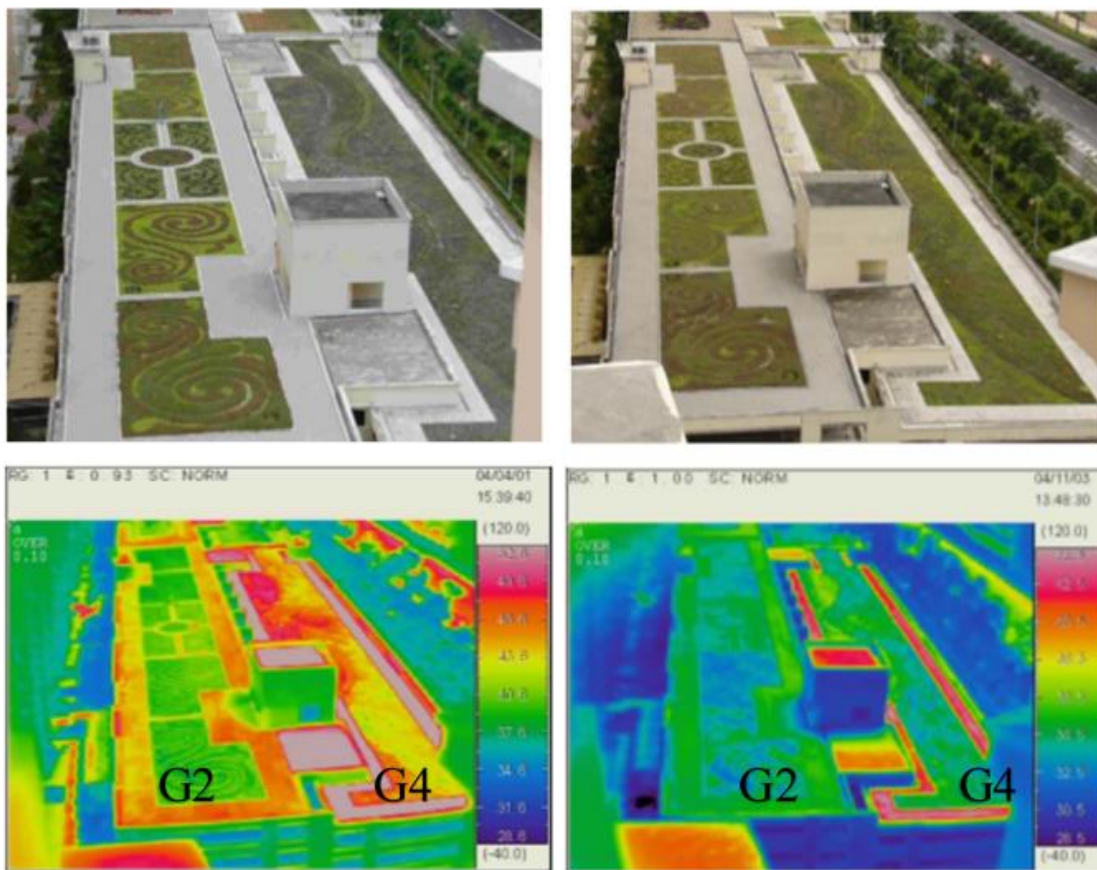
folhas. “Plants can effectively reduce the temperatures by providing shading and evaporative cooling effects.” (CHEN, 2006 p.168) <sup>4</sup>

Ainda sobre o índice de área foliar, a diferença máxima observada nas plantas mais dispersas (IAF = 1) é de apenas 1.22 ° C enquanto pode chegar a 4.58 ° C quando mais densas (IAF = 5). A vulnerabilidade das plantas dispersas é a falta de folhas já que a radiação solar recebida não pode realmente ser filtrada, principalmente quando o ângulo da folha é paralelo ao raio solar. (CHEN, 2006). Pode-se observar uma diferença similar nos telhados G2 e G4 (Figura 6)

---

<sup>4</sup> As plantas podem reduzir efetivamente as temperaturas, fornecendo efeitos de sombreamento e resfriamento evaporativo. (Tradução nossa)

Figura 6. Comparação das tipologias G2 e G4 nos meses de abril e novembro, respectivamente

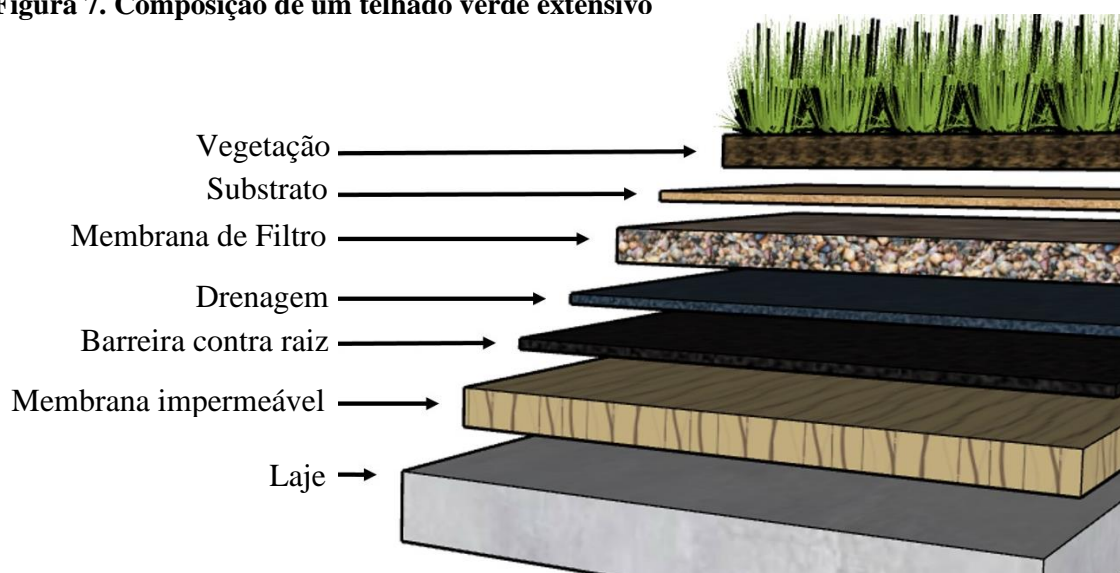


Fonte: CHEN (2006) adaptado pela autora (2020).

## 2.2 Composição do Telhado Verde

Um telhado verde é composto por vegetação, substrato, membrana de filtro, drenagem, barreira contra raízes, membrana impermeável e então a laje, como visto na figura 7. Para sistemas extensivos, a manutenção inclui a primeira estação de irrigação e monitoramento para garantir que as plantas sejam plantadas, após o que o jardim não deve exigir mais de 2 ou 3 inspeções por ano sem rega adicional. A grama em telhados verdes pode ser cortada ou cultivada, dependendo dos desejos estéticos do proprietário. Cabe lembrar aos proprietários de edifícios que todo o sistema, incluindo a própria membrana de cobertura, requer manutenção periódica e contínua, assim como em outra tipologia de cobertura o telhado verde não será diferente. (PECK *et al.* 1999).

**Figura 7. Composição de um telhado verde extensivo**




Fonte: Autora (2020).

Para um telhado verde extensivo a escolha da vegetação deve ser cautelosa pois a camada de substrato é fina para não haver sobrecarga na estrutura, além disso deve-se especificar plantas com raízes pouco profundas para não danificar a estrutura e causar danos, mesmo tendo a barreira contra raiz. “A barrier between the plants and any roof penetrations, parapet walls or flashing is crucial to prevent root penetration.”<sup>5</sup> (PECK *et al.* 1999). Ademais, torna-se necessária a utilização de plantas resistentes ao sol, vento e chuva e que requer pouca poda, manutenção e irrigação.

Gramíneas e pequenos arbustos são opções a se considerar. Por exemplo, para a forração existe a grama esmeralda (*Zoysia japonica*), a grama amendoim (*Arachis repens*) e a grama preta (*Ophiopogon japonicus*). Para ornamentação e volume pode-se especificar a estrelítzia (*Strelitzia reginae*), baba de serpente (*Ophiopogon jaburan*), planta jade (*Crassula ovata*), clusia (*Clusia fluminensis*), e algumas espécies de suculentas, como a bulbine (*Bulbine frutescens*). No quadro 2 pode-se observar imagem e características das vegetações que podem ser sugeridas para um telhado verde.

**Quadro 2. Vegetações propostas e suas características**

NOME	IMAGEM	CARACTERÍSTICA
GRAMA ESMERALDA ( <i>Zoysia japonica</i> )		Rústica, deve ser cultivada a pleno sol, em solos férteis, com adubações semestrais e regas regulares.

<sup>5</sup> Uma barreira entre as plantas e qualquer penetração no telhado, paredes de parapeito ou intermitência é crucial para impedir a penetração da raiz. (Tradução nossa)

GRAMA AMENDOIM ( <i>Arachis repens</i> )		Deve ser cultivada a pleno sol ou meia-sombra, em solo fértil e preferencialmente enriquecido com matéria orgânica, com regas regulares.
GRAMA PRETA ( <i>Ophiopogon japonicus</i> )		Deve ser cultivada sob sombra ou pleno sol, em solos férteis e bem drenáveis, enriquecidos com matéria orgânica, com adubações semestrais e regas regulares.
ESTRELÍTZIA ( <i>Strelitzia reginae</i> )		As inflorescências da estrelítzia são formadas durante o ano todo, mas principalmente no verão. Estas inflorescências são muito duráveis e largamente utilizadas como flor-de-corte.
BABA DE SERPENTE ( <i>Ophiopogon jaburan</i> )		Deve ser cultivada sob sol pleno ou meia-sombra, em solo fértil, bem drenável, leve, enriquecido com matéria orgânica e irrigado regularmente. Rústica, é pouco exigente em manutenção.
PLANTA JADE ( <i>Crassula ovata</i> )		Deve ser cultivada sob sol pleno, meia sombra ou luz difusa, em solo arenoso, enriquecido com matéria orgânica e irrigado a intervalos esparsos e regulares.
CLUSIA ( <i>Clusia fluminensis</i> )		Deve ser cultivada sob sol pleno ou meia-sombra, em solo fértil e leve, com regas periódicas. As podas devem ser regulares para manter o porte da planta arbustivo.
BULBINE ( <i>Bulbine frutescens</i> )		Deve ser cultivada a pleno sol ou sombra parcial, em solo fértil, bem drenável e enriquecido com matéria orgânica, com regas periódicas. Tolerante à seca e a uma ampla faixa climática.

Fonte: PATRO (2013-2015), adaptado pela autora (2020).

### 3 Resultados e Discussão

A proposta de implementação de Telhado Verde no IFF *campus* Macaé foi dada a partir da análise aérea por imagem de satélite e pelos projetos da edificação existente. Na Figura 8, percebe-se que o local é arborizado, a construção é em telha cerâmica e a ligação dos blocos é feita por uma circulação com cobertura de laje de concreto. A sugestão é implementar o telhado verde nessa cobertura e em partes dos blocos, que será explicado em breve.

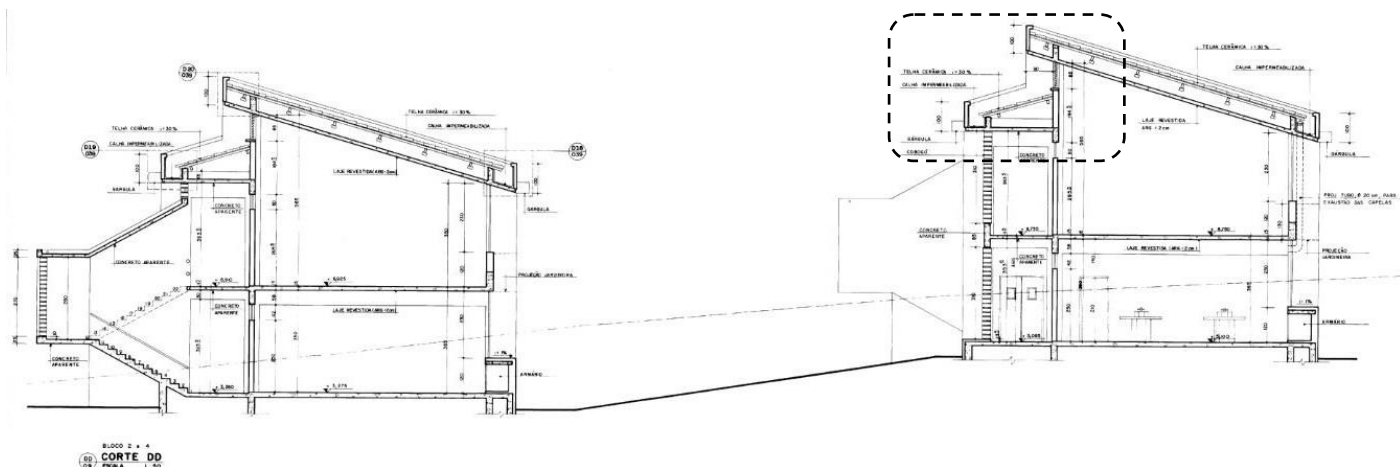
**Figura 8. Vista Aérea do IFF Macaé**



Fonte: Google Maps (2020).

Na Figura 9, tem-se o corte transversal dos blocos 2 e 4, onde é possível perceber o caimento do telhado em telha cerâmica, onde ao lado direito (voltado para a fachada sul) o telhado é acompanhado da laje paralelamente e ao lado esquerdo (voltado para a fachada norte) o telhado não é acompanhado paralelamente da laje, que é a parte que poderá ser explorada para compor o Telhado Verde.

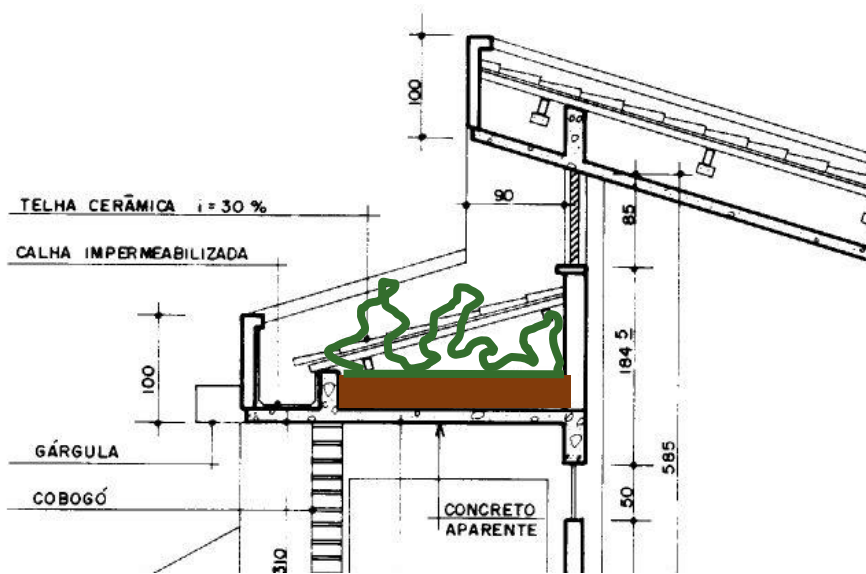
**Figura 9. Corte Transversal dos blocos 2 e 4**



Fonte: Acervo do Instituto Federal Fluminense (2020)

Na Figura 10 a seguir, foi feita uma seção neste corte para uma proposta esquemática de como ficará implantado a vegetação na faixa de telhado. A telha cerâmica será retirada e a laje de concreto receberá tratamento de impermeabilização e as camadas para receber o substrato e a vegetação: membrana impermeável, barreira contra raiz, drenagem, membrana de filtro, substrato e vegetação.

**Figura 9. Seção Esquemática do Telhado Verde**



Fonte: Acervo do Instituto Federal Fluminense (2020) adaptado pela autora (2020).

Tridimensionalmente tal parte pode ser visualizada na Figura 10, onde vê-se longitudinalmente a parte que teve a telha cerâmica removida dando lugar a um telhado verde linear, que percorrerá os blocos 1, 2, 3 e 4 que irá compor com o telhado verde central que liga os blocos (Figura 11).

**Figura 10. 3D esquemático do telhado verde linear no Bloco 2**



Fonte: Autora (2020).

**Figura 11. 3D esquemático do telhado verde central**



Fonte: Autora (2020).

#### ***4 Considerações Finais***

Embasados nas teorias de Peck, Chen e Parizotto e Lamberts, viu-se a importância do telhado verde para a redução da temperatura da superfície da cobertura. A evapotranspiração, o sombreamento da folhagem, o substrato e as camadas de drenagem contribuem para tal redução. Assim como vantagens, o telhado verde possui desvantagens, porém há um equilíbrio que viabiliza sua execução. O custo pode ser um empecilho por tratar de uma edificação pública federal, mas o investimento a longo prazo pode trazer benefícios sociais, ambientais e ao edifício.

A proposta de implementação do telhado verde no IFF de Macaé ganha força por ter sido pensada no bem-estar dos usuários, tanto pelos benefícios gerados pela presença da vegetação quanto pela redução de temperatura interna. O IFF está situado numa área arborizada e o novo telhado verde, além de tantas vantagens apresentadas ao longo do texto, irá harmonizar todo o contexto de vegetação do local. Pode ser um exemplo de sustentabilidade para os estudantes e um incentivo para moradores do município e região a aderirem este método construtivo.

#### ***Referências***

ALBERTO, Eduardo Zarzur *et al.* Estudo Do Telhado Verde Nas Construções Sustentáveis. **Brazil XII Safety, Health And Environment World Congress**. São Paulo, p. 171-173. jul. 2012.

BEZERRA, Paulo Eduardo; MORAES, Eiky Tatsuya de; SOARES, Ismael. Análise da Temperatura de Superfície e do Índice de Vegetação no Município de Belém na Identificação das Ilhas de Calor. **Revista Brasileira de Cartografia**, [S.L.], v. 70, n. 3, p. 803-818, 30 set. 2018. EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlândia. <http://dx.doi.org/10.14393/rbcv70n3-45701>.

BONI, F. **Telhado Verde: o guia completo**. Disponível em: <https://www.ugreen.com.br/recursos/> Acesso em: 01 out. 2018. UGREEN, 2018.

CHEN, Y. **The Intervention of plants in the conflicts between buildings and climate – A case study in Singapore**. A thesis submitted for the degree of doctor of philosophy department of building national University of Singapore, 2006.

LUNDHOLM, Jeremy T.; PECK, Steven W. Introduction: frontiers of green roof ecology. **Urban Ecosystems**, [S.L.], v. 11, n. 4, p. 335-337, 7 ago. 2008. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11252-008-0070-y>.

PARIZOTTO, S.; LAMBERTS, R. Investigation of green roof thermal performance in temperate climate: a case study of an experimental building in Florianópolis city, southern Brazil. **Energy And Buildings**, [S.L.], v. 43, n. 7, p. 1712-1722, jul. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.03.014>.

PECK, Steven W. *et al.* Greenbacks From Green Roofs: Forging a New Industry in Canada. **Canada Mortgage And Housing Corporation: Status Report on Benefits, Barriers and Opportunities for Green Roof and Vertical Garden Technology Diffusion**. Canadá. mar. 1999.



POLIZZO, A. P. **O jardim como ordenamento da natureza: a poética de Roberto Burle Marx.**: 8º Seminário Docomomo Brasil. Cidade Moderna e Contemporânea: Síntese e Paradoxo das Artes, 2009, Rio de Janeiro. Caderno de Resumos 8º Seminário Docomomo Brasil. Cidade Moderna e Contemporânea: Síntese e Paradoxo das Artes. Rio de Janeiro: FAU/UFRJ (PROURB e PROARQ) EAU/UFF (Pós Arq. Urb.) COC/Fiocruz, 2009. v. 1. p. 47-48

SALEIRO FILHO, Mário *et al.* Além de um Diálogo Reservado com as Estrelas: o processo de formação e transformação do terraço jardim ao telhado verde. **Rct - Revista de Ciência e Tecnologia**, Boa Vista, v. 1, n. 1, 2015.

MACAÉ/RJ. PREFEITURA MUNICIPAL DE MACAÉ. (org.). **Capital Nacional do Petróleo**. Disponível em: <http://macae.rj.gov.br/conteudo/leitura/titulo/capital-nacional-do-petroleo#:~:text=A%20cidade%20de%20Maca%C3%A9%20no,a%20E2%80%9CCapital%20do%20Petr%C3%B3leo%20E2%80%9D>. Acesso em: 07 mar. 2020.

PORTAL IFFLUMINENSE. (org.). **Cursos oferecidos pelo campus Macaé**. Disponível em: <http://portal1.iff.edu.br/nossos-campi/macaecursos>. Acesso em: 16 abr. 2020.

World Energy Balances - International Energy Agency. **Statistics data browser**. Disponível em: <https://www.iea.org/statistics/?country=WORLD&year=2016&category=Key%20indicators&indicator=TPESbySource&mode=chart&categoryBrowse=false&dataTable=BALANCES&showDataTable=true>. Acesso em: 25 nov. 2019.