

**UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA
FACULDADE DE ENGENHARIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**MARIANA SOLANO DA SILVA
MAYARA THAIS GADI DA SILVA
THAIS SBRAMA MARQUES**

COBERTURAS VERDES: REMODELANDO ECOLOGIA EM ECONOMIA

**Santos – SP
Junho/2016**

**UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA
FACULDADE DE ENGENHARIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**MARIANA SOLANO DA SILVA
MAYARA THAIS GADI DA SILVA
THAIS SBRAMA MARQUES**

COBERTURAS VERDES: REMODELANDO ECOLOGIA EM ECONOMIA

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como exigência parcial para
obtenção do título de Bacharel à Faculdade
de Engenharia da Universidade Santa
Cecília, sob a orientação do Professor Paulo
Eduardo de Oliveira Andrade.**

**Santos – SP
Junho/2016**

MARIANA SOLANO DA SILVA
MAYARA THAIS GADI DA SILVA
THAIS SBRAMA MARQUES

COBERTURAS VERDES: REMODELANDO ECOLOGIA EM ECONOMIA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como exigência parcial para obtenção do título de Bacharel à Faculdade de Engenharia da Universidade Santa Cecília.

Data da aprovação: ___/___/___

Nota: _____

Banca Examinadora

Prof. Ms./Dr. Paulo Eduardo de Oliveira Andrade
Orientador

Prof.(a) Ms./Dr.(a) Nilene Janini de Oliveira Seixas

Prof.(a) Ms./Dr.(a) Rosa Marina Zarate Vilchez

DEDICATÓRIA

Aos nossos pais, familiares e amigos.

AGRADECIMENTO

Agradecemos aos nossos pais, pela enorme batalha diária de nos proporcionar uma boa educação, pelo investimento em nossa carreira profissional, estando sempre presentes conosco para celebrar nossas vitórias e ajudar nas nossas dificuldades. Aos nossos Professores, que sempre solícitos e dispostos a nos ajudar e contribuir com a nossa formação educacional, ao nosso orientador Paulo Eduardo de Oliveira Andrade, aos professores João Guedes Neto, José dos Ramos de Almeida Batista, Orlando Carlos Batista Damin, Paulo Rogério Meneses de Sousa, ao Antônio Gonçalves Dias, a equipe da Carpintaria e a Jessica Mendes pela colaboração, sugestões e dedicação à esta monografia.

“Até mesmo pessoas que não são gênios podem superar o restante da humanidade se desenvolverem certos hábitos de raciocínio.”

(Charles Darwin)

RESUMO

No momento em que se vive uma grande crise ambiental, a questão do investimento em sistemas tecnológicos que visam a sustentabilidade, baseado na criação dos alemães (na década de 1960), as coberturas verdes tornaram-se um sinônimo de requinte e principalmente bem-estar para quem procura status no mundo dos visionários da sustentabilidade. Na busca por espaços com conforto e agradáveis aos sentidos, as coberturas verdes passaram a fazer parte de projetos de lei em cidades do estado São Paulo. São múltiplos os benefícios de uma cobertura verde, ela restaura o oxigênio do ambiente (através da fotossíntese e a redução de dióxido de carbono), traz mais conforto térmico, além da estética agradável. Este projeto tem como objetivo tornar essa iniciativa de cobertura verde mais acessível à população, principalmente a de baixa renda, tanto na parte executiva quanto na econômica. Ainda será proposto neste trabalho, como forma de preservação do meio ambiente, a utilização de material reciclável, no caso o pneu que seja descartado e que não sirva mais para sua utilidade inicial. Foram executados 3 (três) protótipos, com piso e laje de concreto armado cujas dimensões são 55x55x7cm e pilares de PVC de diâmetro 32mm e concretados, com pé direito de 23cm e alvenaria de vedação de tijolo maciço. No primeiro protótipo não foi instalada nenhum tipo de cobertura, o segundo protótipo teve a instalação da cobertura convencional e o terceiro protótipo teve a instalação da cobertura proposta. Com os 3 (três) protótipos foram feitos estudos das variações térmicas com o uso de diversos termômetros, para analisar a eficiência da cobertura proposta. Efetuou-se planilhas orçamentárias, com o propósito de análises comparativas entre a cobertura já comercializada e a proposta com o uso de material reciclável. Com os resultados obtidos foi possível demonstrar a possibilidade deste sistema sustentável ser viável, independentemente da classe social do proprietário e do padrão da edificação. Concluindo que o objetivo deste trabalho foi alcançado.

Palavras-chave: coberturas verdes; materiais recicláveis; economia.

ABSTRACT

At the moment we are living a major environmental crises, the issue of investment in technological systems aimed at sustainability, based on the creation of German (in the 1960s), green roofs have become synonymous of refinement and well-being especially for those who are seeking status in the world of visionary sustainability. In the search for spaces with comfort and pleasing to the senses, green roofs have become part of bills in cities of Sao Paulo state. There are multiple benefits of a green roof, it restores the environment of oxygen (through photosynthesis and carbon dioxide reduction), it brings more thermal comfort, as well as aesthetically pleasing. This project aims to make this green roof initiative more accessible to the population, mainly low-income, both in the executive part as the economic. Will still be proposed in this paper, in order to protect the environment, the use of recyclable materials, if the tire to be discarded and not serve more to its initial use. They were executed three (3) prototypes, with floor and reinforced concrete slab whose dimensions are 55x55x7cm and diameter PVC columns 32mm and concreted with a ceiling height of 23cm and solid brick masonry sealing. In the first prototype was not install any type of coverage, the second prototype was the installation of conventional roof, and the third prototype was cover the installation of the proposal. With three (3) prototypes were made studies of temperature variations with the use of several thermometers to analyze the efficiency of cover offered. It conducted budget spreadsheets, for the purpose of comparative analysis of the coverage already marketed and the proposal with the use of recyclable material. With the obtained results it was possible to demonstrate the feasibility of this sustainable system is feasible, regardless of social class of the owner and the building standard. Concluding that the objective was achieved.

Keywords: green roofs; recyclable materials; economy.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Sistema de camadas.....	21
FIGURA 2 – Sugestões de vegetação.....	22
FIGURA 3 – Cobertura Shopping Eldorado.....	24
FIGURA 4 – Estrutura de concreto armado.....	28
FIGURA 5 – Estrutura e alvenaria de vedação.....	29
FIGURA 6 – Protótipo nº 2.....	29
FIGURA 7 – Protótipo nº 3.....	30
FIGURA 8 – Descarte de pneus.....	32

LISTA DE FOTOS

FOTO 1 – Execução da impermeabilização.....	33
FOTO 2 – Execução das camadas.....	34
FOTO 3 – Plantio da vegetação.....	35
FOTO 4 – Protótipos montados e finalizados.....	35
FOTO 5 – Termômetro Infravermelho.....	36
FOTO 6 – Termômetro de Mercúrio.....	36
FOTO 7 – Termômetro tipo Sonda.....	36

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Classificação dos telhados verdes.....	23
QUADRO 2 – Exemplo de planilha para obter média ponderada.....	38
QUADRO 3 – Exemplo de planilha para obter variância e desvio padrão.....	39
QUADRO 4 – Exemplo de planilha para gerar o histograma.....	39
QUADRO 5 – Planilha para obter média ponderada.....	46
QUADRO 6 – Planilha para obter variância e desvio padrão.....	47
QUADRO 7 – Planilha para gerar o histograma.....	47
QUADRO 8 – Planilha para obter média ponderada.....	48
QUADRO 9 – Planilha para obter variância e desvio padrão.....	48
QUADRO 10 – Planilha para gerar o histograma.....	48
QUADRO 11 – Planilha para obter média ponderada.....	49
QUADRO 12 – Planilha para obter variância e desvio padrão.....	49
QUADRO 13 – Planilha para gerar o histograma.....	50
QUADRO 14 – Planilha para obter média ponderada.....	50
QUADRO 15 – Planilha para obter variância e desvio padrão.....	51
QUADRO 16 – Planilha para gerar o histograma.....	51
QUADRO 17 – Planilha para obter média ponderada.....	52
QUADRO 18 – Planilha para obter variância e desvio padrão.....	52
QUADRO 19 – Planilha para gerar o histograma.....	52
QUADRO 20 – Planilha para obter média ponderada.....	53
QUADRO 21 – Planilha para obter variância e desvio padrão.....	53
QUADRO 22 – Planilha para gerar o histograma.....	54
QUADRO 23 – Planilha para obter média ponderada.....	54
QUADRO 24 – Planilha para obter variância e desvio padrão.....	55
QUADRO 25 – Planilha para gerar o histograma.....	55

QUADRO 26 – Planilha para obter média ponderada.....	56
QUADRO 27 – Planilha para obter variância e desvio padrão.....	56
QUADRO 28 – Planilha para gerar o histograma.....	56
QUADRO 29 – Planilha para obter média ponderada.....	57
QUADRO 30 – Planilha para obter variância e desvio padrão.....	57
QUADRO 31 – Planilha para gerar o histograma.....	58

LISTA DE PLANILHAS

PLANILHA 1 – Planilha Orçamentária: Mercado.....	41
PLANILHA 2 – Planilha Orçamentária: Empresa especializada.....	42
PLANILHA 3 – Planilha de Dados.....	43

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – Exemplo de histograma de distribuição da frequência de temperatura.....	40
GRÁFICO 2 – Comparativo de orçamentos: Materiais.....	42
GRÁFICO 3 – Comparativo de orçamentos finais.....	43
GRÁFICO 4 – Variações de temperatura – Período: Manhã.....	45
GRÁFICO 5 – Variações de temperatura – Período: Tarde.....	45
GRÁFICO 6 – Variações de temperatura – Período: Noite.....	46
GRÁFICO 7 – Histograma de distribuição da frequência de temperatura.....	47
GRÁFICO 8 – Histograma de distribuição da frequência de temperatura.....	49
GRÁFICO 9 – Histograma de distribuição da frequência de temperatura.....	50
GRÁFICO 10 – Histograma de distribuição da frequência de temperatura.....	51
GRÁFICO 11 – Histograma de distribuição da frequência de temperatura.....	53
GRÁFICO 12 – Histograma de distribuição da frequência de temperatura.....	54
GRÁFICO 13 – Histograma de distribuição da frequência de temperatura.....	55
GRÁFICO 14 – Histograma de distribuição da frequência de temperatura.....	57
GRÁFICO 15 – Histograma de distribuição da frequência de temperatura.....	58

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
2. Objetivo	18
2.1. Geral.....	18
2.2. Específico.....	18
3. Tema	18
4. Hipótese	19
5. Definição	20
5.1. O que é uma cobertura verde?.....	20
5.2. Estrutura botânica.....	21
5.2.1. <i>Plantio de hortaliças</i>	24
5.2.2. <i>Tipos de hortaliças</i>	25
5.3. Benefícios.....	25
5.4. Adversidades.....	26
5.5. Legislação.....	26
6. Materiais e Métodos	28
6.1. Projeto dos protótipos.....	28
6.2. Lista de Materiais.....	30
6.2.1. Estrutura.....	30
6.2.2. <i>Cobertura Convencional</i>	30
6.2.3. <i>Cobertura Proposta</i>	31
6.2.4. <i>Material Reciclável: Pneu</i>	31
6.2.4.1. Descarte de pneus.....	31
6.3. Execução das coberturas.....	32

6.4.	Ensaio.....	36
	6.4.1. <i>Análise estatística</i>	38
6.5.	Custos.....	40
	6.5.1. <i>Comparativo</i>	43
7.	Resultados	44
	7.1. Resultados estatísticos.....	46
	CONCLUSÃO/SUGESTÕES	59
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
	APÊNDICE A – PROJETOS E DETALHAMENTOS EXECUTIVOS DOS PROTÓTIPOS	63

INTRODUÇÃO

No momento em que se vive uma grande crise ambiental, a questão do investimento em sistemas tecnológicos que visam a sustentabilidade, tornou-se um sinônimo de requinte e principalmente bem-estar para quem procura esse status no mundo dos visionários da sustentabilidade.

Como a mudança climática permanece, torna-se cada vez mais intensa, a necessidade de mitigar os problemas ambientais das grandes cidades tornando-se crucial, a expansão do uso de telhados verdes e paredes vivas, dentro de um contexto sustentável e que pareça assegurada a longo prazo (Hopkins; Goodwin, 2011).

Os primeiros relatos de telhados verdes referem-se aos Jardins Suspensos da Babilônia e outros jardins em templos de pedra que foram desenvolvidos em torno de 600 a.C na Mesopotâmia. Estes garantiam um efeito de arrefecimento no clima árido do Oriente Médio. Em contraste, no frio do norte europeu durante a era viking, cerca de 800-1000 d.C, telhados de relva eram implementados, onde a turfa e, ocasionalmente, algas, foram usados para revestir as paredes e telhados de casas para proteção contra o vento forte, frio extremo e chuva (Peck apud Hopkins; Goodwin, 2011).

Reconhecido que os telhados verdes, também conhecidos como telhados vivos, podem contribuir em grande escala com a redução progressiva das temperaturas internas das edificações. Além de melhorar também a qualidade do ar com a realização da fotossíntese, controlando assim a ação do efeito estufa. Com a diminuição constatada da temperatura (que pode chegar em torno de até 15°C no interior das edificações) em locais onde a mesma é elevada dependendo da região terrestre do país, o uso de equipamento domésticos para climatização do ar diminui, contribuindo na redução do consumo de energia elétrica (Spangenberg apud Benigno da Silva).

Quando a radiação solar incide sobre a vegetação, provoca evapotranspiração nas espécies, o que evita que ocorra acumulação de calor consequentemente a transmissão para o interior dos ambientes. Esse é o princípio também dos telhados verdes, para amenizar a radiação do calor para o interior dos ambientes (SILVA, Fernando Benigno, 2010).

Este sistema de cobertura verde contribui significativamente na melhoria do meio ambiente, principalmente nas grandes cidades onde a verticalização e a poluição tomam conta, um dos benefícios é justamente auxiliar na redução da poluição, removendo o monóxido de carbono presente no ar. Outro benefício é o conforto térmico em regiões muito quentes, diminuindo a temperatura externa e interna do ambiente, resultando na economia de energia elétrica por reduzir a necessidade no uso de aparelhos como por exemplo, o ar condicionado.

Com a preocupação relacionada ao meio ambiente e a necessidade em manter as áreas verdes nas cidades, foram criados projetos de leis que incentivam a instalação da cobertura verde em algumas capitais do Brasil.

Considerando os benefícios, a preocupação com o meio ambiente e o custo da instalação deste sistema, este projeto tem a proposta de reduzir o custo de uma cobertura verde, com o uso de material reciclável de maneira a manter a eficiência.

Com o intuito de avaliar a proposta, foram executados protótipos para a realização de estudos térmicos e ainda foram elaboradas planilhas de custos para fins comparativos entre os métodos.

2. OBJETIVO

2.1. GERAL

O objetivo geral deste trabalho é apresentar um protótipo em escala reduzida de uma cobertura verde convencional e compará-lo a outro confeccionado com materiais reciclados com o propósito de reduzir custos de execução sem que ocorram perdas na eficiência do sistema, além de avaliar a eficiência destes, comparadas a um protótipo sem o uso de coberturas verdes.

2.2. ESPECÍFICO

- Executar protótipos;
- Apresentar valores comparativos obtidos através de ensaios de laboratório da variação térmica entre os métodos, convencional e proposto, avaliando assim, o desempenho térmico de cada um dos modelos;
- Elaborar um orçamento dos custos de execução entre os métodos e demonstrar a viabilidade do uso de materiais reciclados.

3. TEMA

Estudo de Coberturas verdes, utilizando materiais recicláveis, com ênfase na redução de custo.

4. HIPÓTESE

- a) É possível executar uma cobertura verde com materiais recicláveis?
- b) Há diferença no desempenho térmico em relação à proposta anterior?
- c) O uso de materiais recicláveis é economicamente viável na confecção de coberturas verdes?

5. DEFINIÇÃO

5.1. O QUE É UMA COBERTURA VERDE?

Segundo HENEINE (2008) “uma cobertura verde consiste de vegetação e solo [...] plantado sobre uma base impermeável. Camadas adicionais, como por exemplo, de uma barreira de raízes, drenagem e sistema de irrigação também podem e devem ser incluídos”.

Para que se obtenha uma maior eficiência do sistema em camadas, na sua confecção, alguns fatores devem ser levados em consideração (conforme figura 1), tais como:

- Impermeabilizante: Consiste em impermeabilizar a laje onde será instalada a cobertura, executada de maneira correta conforme indicação do fabricante do material para evitar problemas de infiltração.
- Antienchente: Esta camada tem o intuito de armazenar e drenar a água proveniente de intempéries ou utilizada na manutenção da vegetação para se evitar riscos de enchentes nestes locais.
- Antirraíz: Assim como a camada anterior tem a função de proteger a estrutura, porém contra as raízes da vegetação a ser utilizada.
- Substrato: Este tem função diretamente com a vegetação, retendo nutrientes para a mesma. Tendo apenas que ser leve, de modo a não sobrecarregar a estrutura.
- Vegetação: Tem as funções de restaurar o oxigênio através da fotossíntese, econômica caso utilizado o plantio de hortaliças e decorativa. Recomenda-se que seja de fácil manutenção e que não produza sobrecarga na estrutura.

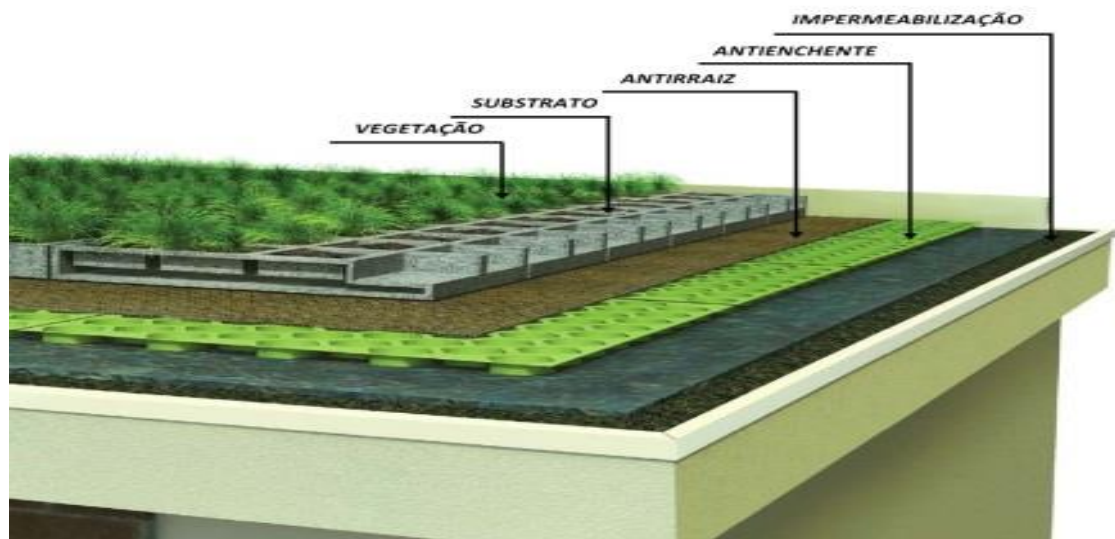


Figura 1 - Sistema de camadas

5.2. ESTRUTURA BOTÂNICA DA COBERTURA VEGETAL

Alguns fatores são essenciais para saber qual tipo de planta poderá ser selecionada, como: espessura do substrato, inclinação da cobertura, exposição ao vento, orientação solar, sombra por consequência de outras coberturas, obstáculos e precipitação local (SAVI,2012 apud SHAN,2015).

A maioria da população que possui esse sistema de cobertura verde opta pela vegetação das suculentas, por serem plantas xerófitas capazes de reter água nas suas células, sendo assim diminui-se a preocupação com manutenção e irrigação diária. As suculentas têm um ponto negativo já que essas espécies são originárias do deserto estrangeiro e tem uma fotossíntese de pouca liberação de água, contribuindo para o acréscimo das temperaturas, sendo assim sugere-se outros tipos de vegetação conforme figura 2.

	Espécies	Irrigação	Consumo de água	Luz	Manutenção (Poda e/ou retirada de plantas invasoras)	Adução
	Estrelinha dourada <i>Sedum acre</i>	A cada 20 dias	baixo	pleno sol	mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses	mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses
	Mosquitinho <i>Sedum sp1</i>	A cada 20 dias	baixo	pleno sol	mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses	mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses
	Bulbine <i>Bulbine frutescens</i>	A cada 10 dias	baixo	pleno sol	mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses	mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses
	Russelia <i>Russelia equisetiformes</i>	A cada 10 dias	médio	pleno sol / meia sombra	mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses	mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses
	Rosinha de sol <i>Aptenia cordifolia</i>	1x por semana	médio	pleno sol / meia sombra	mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses	mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses
	Alho social <i>Tulbaghia violacea</i>	3x por semana	médio	pleno sol / meia sombra	mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses	mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses
	Lrio dos ventos <i>Zephyranthes candida</i>	3x por semana	médio	meia sombra	mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses	mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses
	Alyssum <i>Lobularia maritima</i>	3x por semana	médio	pleno sol	mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses	mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses
	Capim azul <i>Festuca glauca</i>	3x por semana	médio	pleno sol	mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses	mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses
	Grama preta <i>Ophiopogon japonicus</i>	3x por semana	médio	sombra / meia sombra	mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses	mínimo: 1/6 meses Ideal: 1/2 meses
	Grama amendoim	3x por semana	alto	pleno sol / meia sombra	mínimo: 1/3 meses Ideal: 1/30 dias	mínimo: 1/3 meses Ideal: 1/30 dias
	Grama esmeralda	3x por semana	muito alto	pleno sol	mínimo: 1/3 meses Ideal: 1/30 dias	mínimo: 1/3 meses Ideal: 1/30 dias

Figura 2 - Sugestões de vegetação

Fonte: www.ecocasa.com.br/revestimento-vivo-qual-planta-certa-seu-telhado.asp

Existem três tipos de classificação para telhados verdes (conforme quadro 1), sendo elas:

- **Extensivo:** O sistema comporta um solo com camadas de espessura média, ou seja, uma pouco mais profundas que permitam um uso diversificado da vegetação, sendo estas de pequeno porte e uma das características o peso leve, não ocasionando sobrecarga na laje. São recomendadas plantas que tenham uma capacidade de retenção de água, para fácil manutenção.
- **Semi-intensivo:** o sistema comporta espécies de vegetação de médio porte por ter seu solo mais profundo, contudo precisa de uma manutenção frequente com irrigação e poda.
- **Intensivo:** o sistema comporta níveis médios ou de grande porte, com uma camada alta de substrato para que suas raízes cresçam, podendo plantar até árvores frutíferas, hortaliças, cultivo de flores. Esse tipo de plantação exige um cuidado maior com irrigação, podendo ocasionar uma sobrecarga indesejada na estrutura, caso esta não seja prevista.

Quadro 1 - Classificação dos telhados verdes

Itens	Telhado Verde Extensivo	Telhado Verde Semi-intensivo	Telhado Verde Intensivo
Manutenção	Baixo	Periodicamente	Alto
Irrigação	Não	Periodicamente	Regularmente
Plantas	Sedum,ervas e gramíneas	Gramas,ervas e arbustos	Gramado, arbustos e árvores
Altura do sistema	6-20 cm	12-25 cm	15-40 cm
Peso	60-15 kg/m ²	120-200 kg/m ²	180-500 kg/m ²
Custos	Baixo	Meio	Alto
Uso	Camada de proteção ecológica	Projetado para ser um telhado verde	Parque igual a um jardim

Fonte: Viviane Li Xiao Shan, 2015.

5.2.1 Plantio de hortaliças

Os aspectos físicos, químicos e biológicos são fundamentais no cultivo das hortaliças. Através de estudos realizados por biólogos, já se sabe que existe a adubação verde ou compostagem como é chamada, feita com restos de alimentos que contém os nutrientes necessários para fertilização do substrato, como utilizado no plantio da cobertura do Shopping Eldorado localizado na cidade de São Paulo, conforme figura 3.

Pode-se utilizar os seguintes componentes para fazer uma compostagem:

- Resíduos frescos: casca de fruta, legumes, borra de café, erva de chá, guardanapos, papel toalha, plantas murchas e flores.
- Resíduos secos: podas de árvores, arbusto, folha seca e casca de ovo.

Essa compostagem deve se misturar toda matéria orgânica e mexer de tempos em tempos até que vire um adubo, o composto só pode ser utilizado após 4 a 8 meses.



Figura 3 – Cobertura Shopping Eldorado

Fonte: www.ecoeficientes.com.br/horta-urbana-sao-paulo/

5.2.2. Tipos de hortaliças

- Manjeriço tradicional: conseguem sobreviver com temperaturas elevadas de nossa região.
- Alecrim: é uma planta muito resistente, também aguenta temperaturas elevadas, consegue aguentar até três dias sem rega-lo.
- Salsão: essa erva só resiste bem ao inverno e precisa ser regado com bastante frequência para se desenvolver melhor.
- Hortelã: essa erva também suporta temperaturas elevadas, porém como suas raízes são mais profundas e é uma erva rasteira o cuidado é de manter separada de outras hortaliças.
- Orégano: se adapta bem em qualquer ambiente, frio ou calor e exige pouca irrigação para se desenvolver.
- Pimenta: sendo uma planta resistente, e com desenvolvimento um pouco demorado as pimenteiras já preferem um pouco de sol e um pouco de sombra. Aconselha-se planta-la sozinha.
- Sálvia: resistente bem nas baixas temperaturas, e podem ser regados a cada dois dias.
- Tomilho: esse tipo de erva não gosta de muita água, podendo ser regado a cada dois dias.

5.3. BENEFÍCIOS

Uma cobertura verde pode proporcionar inúmeros benefícios para o meio ambiente diminuindo a poluição do ar e combatendo o efeito das ilhas de calor nas grandes cidades. Melhora ainda o isolamento térmico e acústico das edificações, possibilita a retenção de água pluvial e reduz o consumo de energia para a população, além do evidente valor estético que agrega a uma edificação.

5.4. ADVERSIDADES

Uma cobertura verde também pode ter algumas desvantagens, inicialmente deverá ser realizado um estudo estrutural da laje para recebimento de sobrecargas com a execução da cobertura verde. Para a execução da mesma, recomenda-se a realização de pesquisa orçamentária visando sua execução e manutenção, por fim deve-se seguir as especificações corretas para a realização do serviço.

5.5. LEGISLAÇÃO

Em busca de soluções para as questões ambientais, São Paulo foi o estado pioneiro em nosso país na criação de projetos de leis que viessem a favorecer, inicialmente, os municípios da Região Metropolitana de São Paulo - RMSP, com o projeto ambiental “Município VerdeAzul”, onde em reunião com prefeitos e vereadores no ano de 2009, os autores de projetos de lei compararam as experiências de outros países com a realidade brasileira.

Cidades como Nova York e Tóquio já possuem leis de telhado verde. Com eles é possível diminuir as ilhas de calor e aumentar a umidade relativa do ar (TADEU, Sandra, 2009).

Um dos projetos lançados é o projeto de número 115/2009 da cidade de São Paulo-SP, que decreta a obrigatoriedade da instalação de “telhados verdes” em edifícios residenciais ou comerciais, outro projeto de lei é o de número 01-0622/2008, que decreta uma isenção parcial no valor do IPTU (Impostos Predial e Territorial Urbano), para imóveis que contenham medidas de proteção ambiental, citando em um dos parágrafos o telhado verde.

Posteriormente outras metrópoles como Recife e Curitiba, inspiradas nas leis de São Paulo, também apresentaram projetos de lei referente aos “telhados ou coberturas verdes”. Assim como essas metrópoles a cidade de Santos foi mais uma que aderiu os projetos de lei, sendo apresentado, aprovado e tornando-se lei oficialmente em dezembro de 2015. A lei que também decreta um abatimento parcial no valor do IPTU (Impostos Predial e Territorial Urbano), que varia entre 1,5% e 10% e é válido tanto para os prédios que já possuem a cobertura verde, quanto aos que vierem a aderir após aprovação da lei.

6. Materiais e Métodos

6.1. PROJETO DOS PROTÓTIPOS

Foram confeccionados no laboratório de prática de engenharia civil, localizado nas dependências da Universidade Santa Cecília, três protótipos de cobertura verde, com a mesma estrutura, sendo a base e laje em concreto armado medindo 55x55x7cm, pilares de PVC com 23cm de altura útil concretados internamente (sendo a exceção de um pilar não concretado para a função de escoadouro) e alvenaria de vedação de tijolo maciço fechando a abertura de 23cm entre a laje e piso. Posteriormente a desforma das peças estruturais, foram executados furos com diâmetro de 12,5mm, com a finalidade de escoamento de água pluvial, na direção do pilar não concretado, conforme os detalhes do projeto estrutural inserido no apêndice A e representados nas figuras 4 e 5.

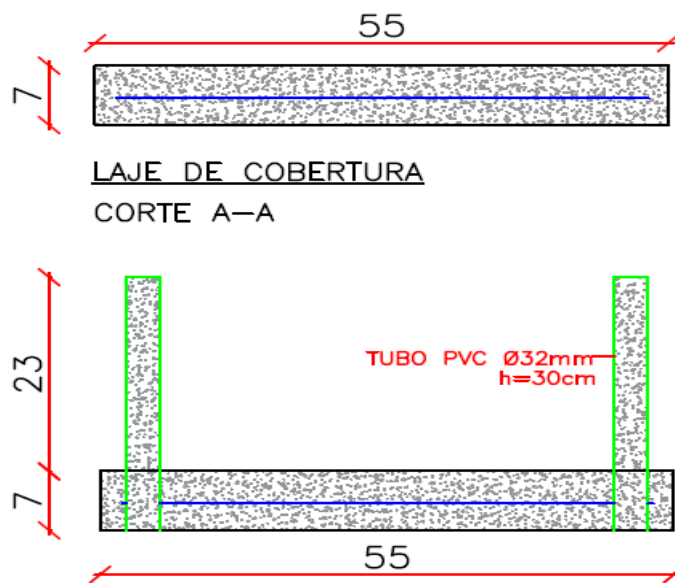


Figura 4 – Estrutura de concreto armado

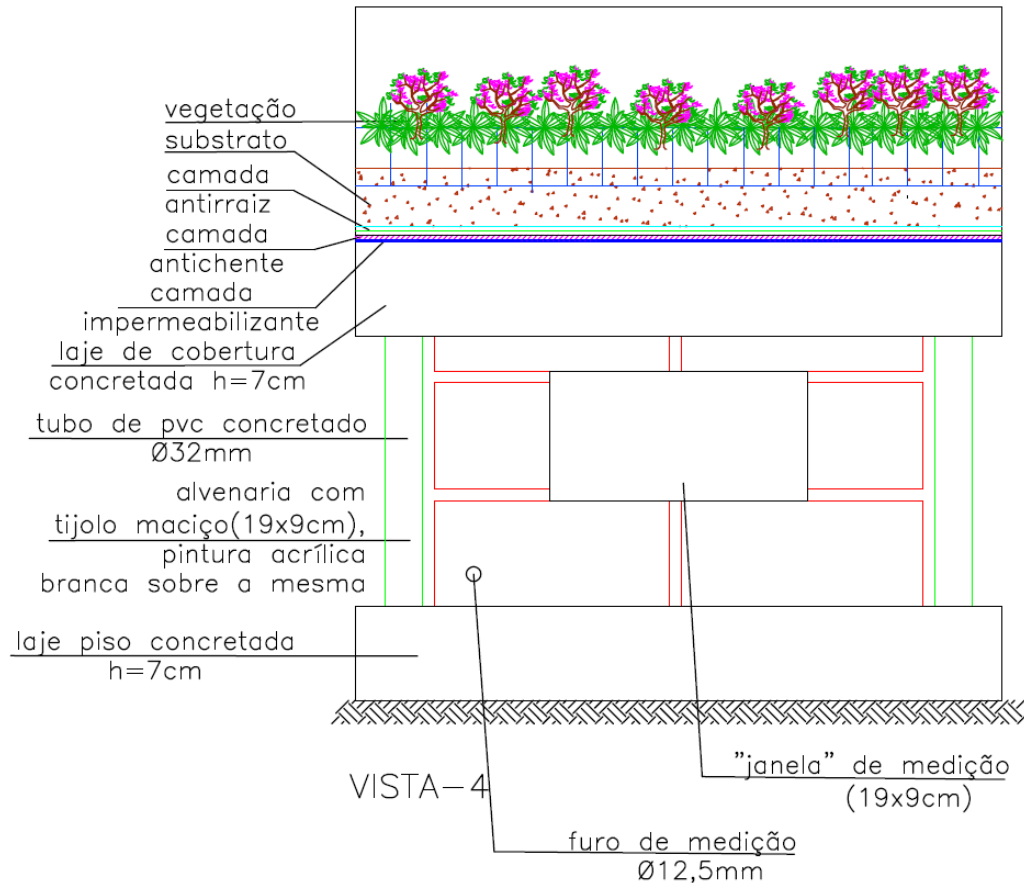


Figura 5 – Estrutura e alvenaria de vedação

No primeiro protótipo não foi instalada nenhum tipo de cobertura sendo identificado como protótipo de número 1, servindo de referência para avaliar a eficácia do sistema, o segundo protótipo teve a instalação da cobertura convencional, identificado como protótipo de número 2 (conforme figura 6) e o terceiro protótipo teve a instalação da cobertura proposta com a utilização de material reciclável, identificado como protótipo de número 3 (conforme figura 7).

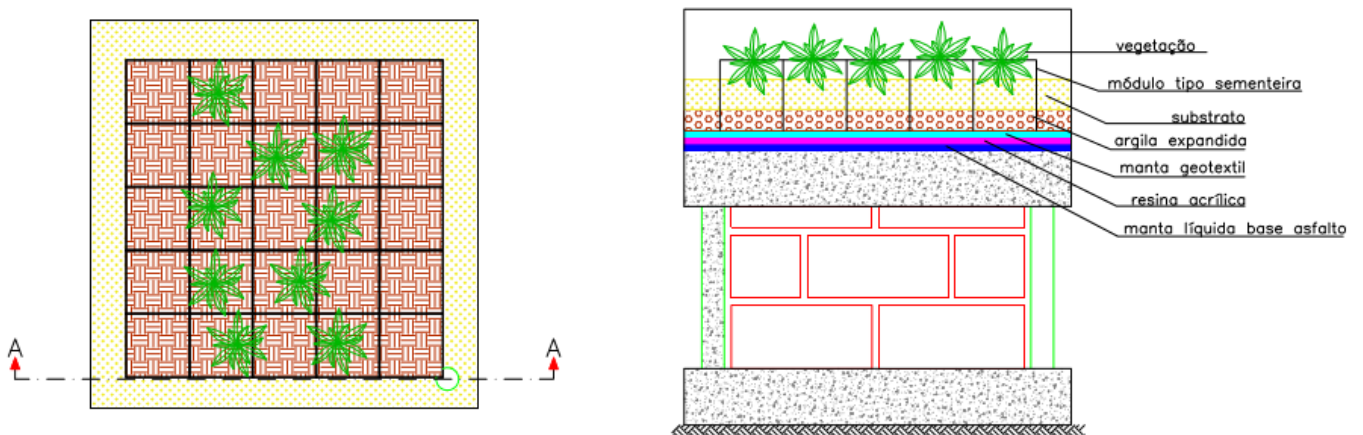


Figura 6 – Protótipo nº 2

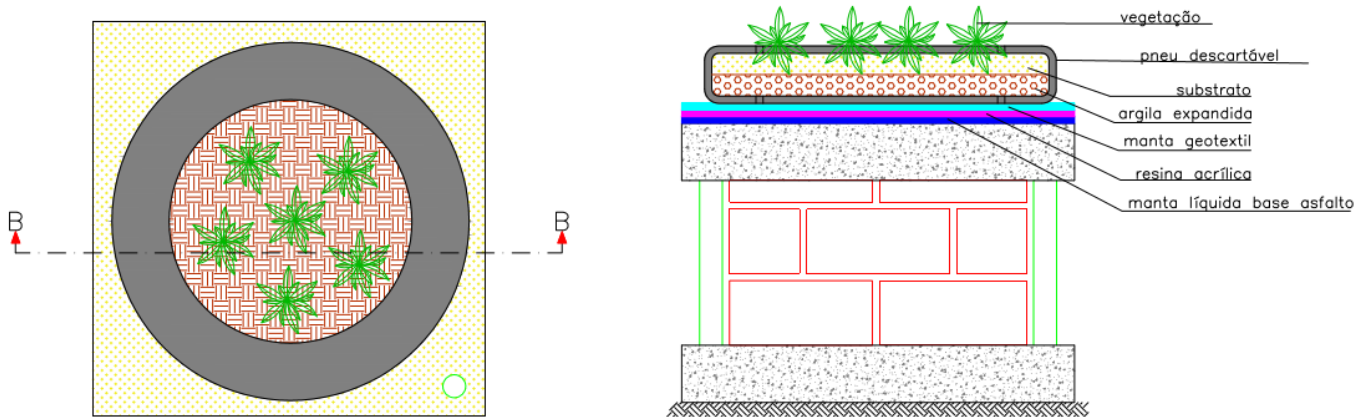


Figura 7 – Protótipo nº 3

6.2. MATERIAIS UTILIZADOS

6.2.1. Estrutura

- Laje piso e laje de cobertura: forma da laje piso confeccionada com chapa de compensado cola fenólica com espessura de 12mm, nas dimensões de 0,55x0,55x0,10m; Cimento CII 32 / traço 1:2,5; Malha de armação: Ø5 mm c/15 cm c=46 cm CA-50. Obedecendo cobertura mínima de 2,5cm.
- Pilar: Tubos de PVC 32mm;
- Alvenaria e revestimento: Argamassa industrializada, tijolo maciço; Tinta acrílica (cor branco neve).

6.2.2. Cobertura convencional

Manta líquida base asfalto, resina acrílica, manta geotêxtil drenante, placa de borracha (espessura de 3mm), suporte plástico tipo sementeira, argila expandida, substrato e vegetação (conforme item 5.1 dentro do capítulo 5).

6.2.3. Cobertura Proposta

Manta líquida base asfalto, resina acrílica, manta geotêxtil drenante, pneu descartado, argila expandida, substrato e vegetação (conforme item 5.1 dentro do capítulo 5).

6.2.4 Material Reciclável: Pneu

A borracha que dá a forma ao pneu foi descoberta por Charles Goodyear, quando acidentalmente deixou a mistura de borracha com enxofre próximo a um forno que estava aproximadamente a 150°, percebendo posteriormente o efeito que sofreu aquele material que ganhou resistência e elasticidade, dando assim origem ao processo chamado de vulcanização, que é utilizado até hoje na confecção de pneus composto pelos seguintes materiais: borracha natural, borracha sintética, aço, negro de fumo, óxido de zinco e ácido esteárico, enxofre (agente vulcanizador), antidegradantes, aceleradores e retardadores e auxiliares de processo.

6.2.4.1. Descarte de pneus

O descarte dos pneus que já não servem mais para serem utilizados nos veículos é complexo e ainda causa problemas para o meio ambiente e saúde pública.

Mesmo existindo várias maneiras de se reciclar um pneu, estes processos ainda não possuem uma regulamentação governamental ou até mesmo apoio dos órgãos públicos para tal, facilitando o descarte de maneira errônea, irregular e muitas vezes irresponsável, conforme figura 8.



Figura 8 – Descarte de pneus

Fonte: <http://www.ecodesenvolvimento.org/posts/2013/junho/maior-aterro-de-pneus-do-mundo-e-visto-do-espaco?tag=rrr>

Esse descarte ou até mesmo armazenamento inadequado carrega uma questão ambiental mais séria do que pode parecer, um exemplo comum, porém alarmante, é o descarte de pneus em terrenos baldios ou lixões, ou simplesmente largados no quintal, acumulando água parada se tornando um grande criadouro do mosquito *aedes aegypti*, transmissor da dengue, zika e chikungunya, atual apreensão do país e uma questão de saúde pública.

A prevenção é a estratégia ideal para evitar a proliferação do mosquito. Mas, para isso, é necessário o engajamento da população na vistoria semanal dos principais criadouros presentes no ambiente doméstico, como vasos de planta, ralos, pneus, bandejas de ar-condicionado, dentre outros objetos e espaços que possam acumular água. Dez minutos por semana é o suficiente (LIMA, Jose Bento Pereira, 2006).

6.3. EXECUÇÃO DAS COBERTURAS

Representa-se o passo-a-passo da execução das coberturas, servindo de modelo para que possa ser reproduzido sem a necessidade de uma mão-de-obra especializada conforme a proposta. As fotos do processo da execução encontram-se anexadas no apêndice B e individualmente citadas no decorrer do passo-a-passo.

1. Foi executada a impermeabilização da superfície da laje de cobertura, após limpeza de qualquer resíduo sobre a estrutura, com o uso de manta líquida, de base asfalto e aplicação a frio, com duas demãos em sentidos diferentes com intervalos de 24 horas conforme foto 1. Para manter a integridade física e química da impermeabilização foi aplicada uma camada de resina acrílica 24 horas após a última demão da manta líquida.



Foto 1 – Execução da impermeabilização

2. Após 48 horas da aplicação da resina acrílica, foi executada a cobertura proposta, tal como:
 - 2.1. Utilizou-se manta geotêxtil, com dimensões de 55x55cm conforme foto 2, fazendo uma abertura com a dimensão do escoadouro presente na laje, com a finalidade de servir como camada drenante e antirraiz.
 - 2.2. Sobre a manta geotêxtil, foi colocado pneu descartado conforme foto 2, servindo de estrutura para a vegetação e possibilitar a circulação durante a manutenção da cobertura verde.

- 2.3. No interior do pneu foi adicionado uma quantidade, adequada de argila expandida conforme foto 2, que tem a finalidade de camada retentora de umidade.
- 2.4. Sobre a argila expandida, foi lançado substrato conforme foto 2 (terra preparada para o plantio).



Foto 2 – Execução das camadas

- 2.5. Após o lançamento do substrato, sobre o mesmo foi realizado o plantio de vegetação conforme foto 3 do apêndice B, com o uso de mudas de: hortelã, impatiens, pingo de ouro e suculentas.



Foto 3 – Plantio da vegetação

Segue abaixo na foto 4 o resultado final da execução dos 3 (três) protótipos e suas respectivas coberturas:



Foto 4 – Protótipos montados e finalizados

6.4. ENSAIOS

Com os protótipos serão realizados estudos térmicos com o uso de três tipos de termômetros, sendo um infravermelho, um de mercúrio e um tipo sonda, conforme fotos 5, 6 e 7. As medições serão realizadas nos períodos da manhã, tarde e noite durante cinco dias consecutivos, as variações térmicas internas do protótipo.



Foto 5 – Termômetro Infravermelho

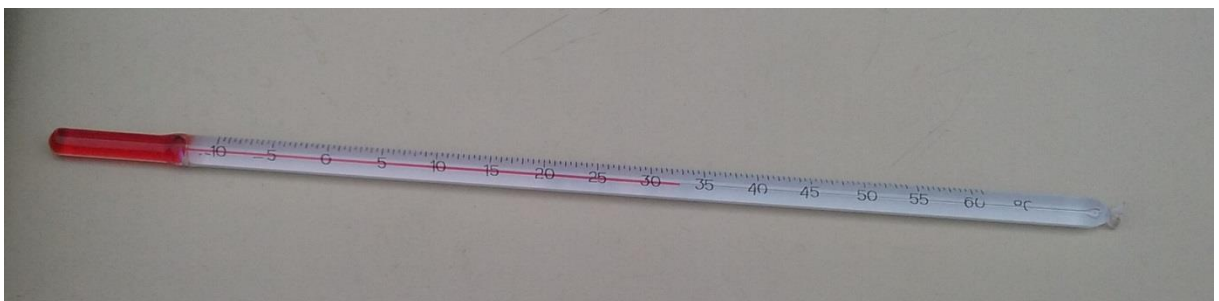


Foto 6 – Termômetro de Mercúrio



Foto 7 – Termômetro tipo Sonda

A medição da temperatura interna do protótipo, que simula um ambiente de uma edificação, com o uso dos termômetros de mercúrio e sonda, foram realizadas através de orifício na parte inferior da alvenaria com diâmetro de 12,5mm, onde projeto encontra-se no apêndice A, com uma área de contato mínima sobre a laje piso e o termômetro de infravermelho teve seu uso através de uma “janela” (cuja as dimensões de 19x9cm), detalhada no apêndice A, com direcionamento do mesmo para face da alvenaria de fundo. Com os resultados obtidos durante experimento, serão realizados gráficos comparativos entre as medições térmicas avaliando a eficiência da cobertura sobre os protótipos 2 e 3 em relação a temperatura ambiente.

Ressalva-se que durante a medição da temperatura ambiente com o uso do termômetro infravermelho, este lê uma temperatura sobre uma face qualquer, não sendo possível reconhecer uma temperatura com o mesmo direcionado para a atmosfera.

6.4.1. Análise estatística

Para que fosse possível comprovar a aplicabilidade dos dados colhidos optou-se por realizar cálculos estatísticos de maneiras a utilizá-los como parâmetro comparativo, gerando gráficos e planilhas, explicadas a seguir:

- Distribuição de Frequência: é uma tabela que mostra classes ou intervalos da entrada de dados, no caso as temperaturas obtidas.
- Conjunto de dados amostrais: são as temperaturas obtidas em cada período e em cada termômetro.
- X_i = será os números das temperaturas obtidas em ordem crescente.
- Número de classe (k): $k = \sqrt{n}$ ou pela fórmula de Sturges $k = 1 + 3,33 * \log_{10}(n)$, onde n= número de leituras feitas ao dia.
- Amplitude das classes (h): é uma divisão entre a amplitude total e o número de classes.

$$h = \frac{AT}{K} \quad \rightarrow \quad AT = X_i \text{ máx} - X_i \text{ mín}$$

Esses cálculos irão gerar o quadro abaixo:

Quadro 2 – Exemplo de planilha para obter média ponderada

Classe (i)	X (C°)	f (i)	F (i)	X (i)	X (i)* f (i)
A	X	B	C	D	D*C
TOTAL:		Y			Z

Sendo:

- F (i): o número de temperaturas que há em cada classe.
- F (i): a frequência acumulada, ou seja, a soma de todas as frequências simples até a classe (i)
- X (i): é o ponto médio da classe i
- N: número de amostras

Cálculo da média ponderada da temperatura de acordo com os termômetros:

$$\bar{X} = \frac{\sum X(i) * f(i)}{n}$$

Esse cálculo irá gerar o quadro abaixo:

Quadro 3 – Exemplo de planilha para obter variância e desvio padrão.

Classe (i)	Xi - X	(Xi-X) ² * f (i)
A	X	B
TOTAL:	Y	Z

→ Variância: $\sigma^2 = \frac{\sum(x_i - \bar{x})^2 * f(i)}{n}$

→ Desvio padrão: $\sigma = \sqrt{\sigma^2}$

Terminados os quadros estatísticos obtém-se o quadro abaixo, onde representam-se as grandezas:

Quadro 4 – Exemplo de planilha para gerar o histograma.

Grandezas Estáticas	Temperatura C°
Valor mínimo	A
Valor máximo	B
Média \bar{X}	C
Variância σ^2	D
Desvio padrão σ	E

Quando obtidos os dados do quadro 4, é possível gerar um histograma referente a distribuição de frequência da temperatura nos períodos medidos conforme gráfico 1.

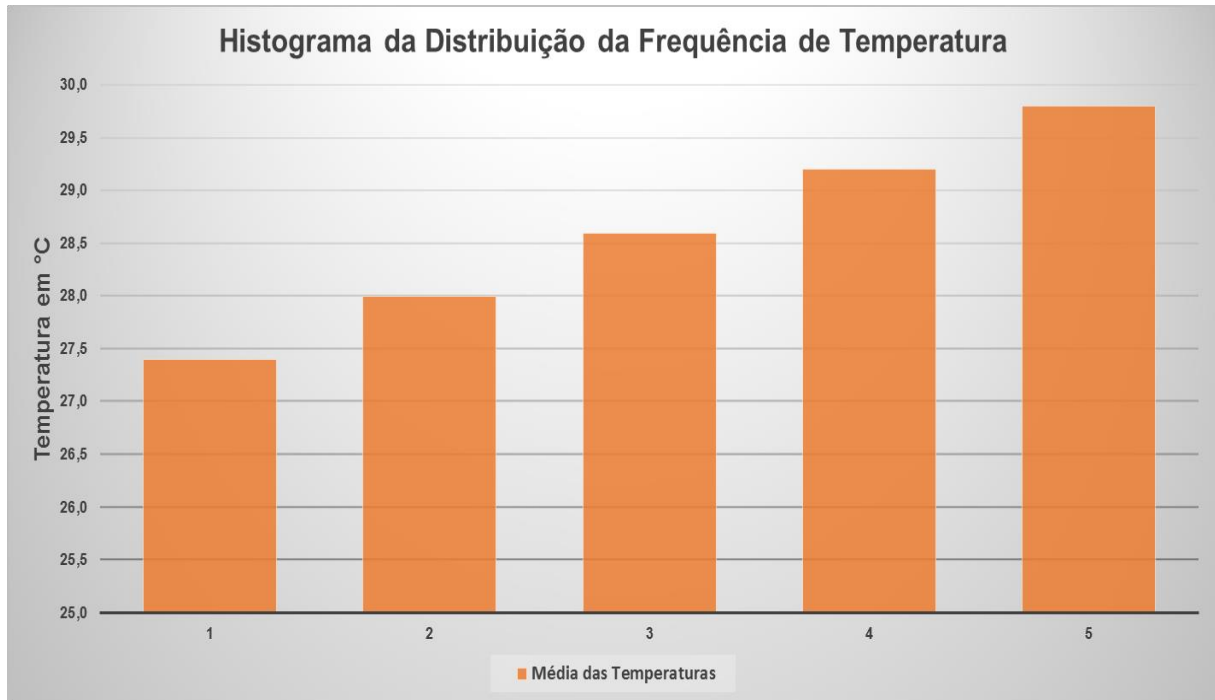


Gráfico 1 – Exemplo de histograma de distribuição da frequência de temperatura.

6.5. CUSTOS

Baseado nos valores de mercado, sendo estes pesquisados em lojas fornecedoras dos materiais descritos e orçamento realizado com uma empresa especializada na confecção de coberturas verdes foram executadas planilhas orçamentárias e gráficos comparativos a partir das mesmas, representados abaixo planilha 1 e gráfico 2:

Planilha 1 – Planilha Orçamentária

	Planilha Orçamentária	Versão 01
		Data 09/05/16
		Rev.00

COBERTURA VERDE - PRÓTOTIPO N° 2 (CONVENCIONAL)

Item	Descrição	Unidade	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total
01	Impermeabilização				
01.01	Impermeabilização em manta asfáltica líquida, com aplicação de 3 demãos	m²	0,30	R\$ 18,15	R\$ 5,45
02	Proteção acrílica				
02.01	Camada de proteção com resina acrílica sobre impermeabilização, com aplicação de 2 demãos	m²	0,30	R\$ 8,25	R\$ 2,48
03	Camada drenante				
03.01	Camada de drenante, com colocação de manta geotextil	m²	0,30	R\$ 6,00	R\$ 1,80
04	Camada antirraiz				
04.01	Colocação de suporte plástico (antirraiz e antidrenante)	un	2,00	R\$ 8,00	R\$ 16,00
05	Substrato				
05.01	Colocação de argila expandida	kg	2,00	R\$ 7,80	R\$ 15,60
05.02	Aplicação de substrato	kg	2,50	R\$ 1,60	R\$ 4,00
06	Vegetação				
06.01	Plantio de vegetação, tipo hortelã 01	un	2,00	R\$ 5,00	R\$ 10,00
06.02	Plantio de vegetação, tipo mini suculenta 01	un	1,00	R\$ 5,50	R\$ 5,50
06.03	Plantio de vegetação, tipo mini suculenta 02	un	1,00	R\$ 5,00	R\$ 5,00
06.04	Plantio de vegetação, tipo mini espada	un	1,00	R\$ 8,00	R\$ 8,00
TOTAL:					R\$ 73,82

COBERTURA VERDE - PRÓTOTIPO N° 3 (PROPOSTO)

Item	Descrição	Unidade	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total
01	Impermeabilização				
01.01	Impermeabilização em manta asfáltica líquida, com aplicação de 3 demãos	m²	0,30	R\$ 18,15	R\$ 5,45
02	Proteção acrílica				
02.01	Camada de proteção com resina acrílica sobre impermeabilização, com aplicação de 2 demãos	m²	0,30	R\$ 8,25	R\$ 2,48
03	Camada drenante				
03.01	Camada de drenante, com colocação de manta geotextil	m²	0,30	R\$ 6,00	R\$ 1,80
04	Camada antirraiz				
04.01	Colocação de pneu	un	1,00	R\$ 10,00	R\$ 10,00
05	Substrato				
05.01	Colocação de argila expandida	kg	2,00	R\$ 7,80	R\$ 15,60
05.02	Aplicação de substrato	kg	2,50	R\$ 1,60	R\$ 4,00
06	Vegetação				
06.01	Plantio de vegetação, tipo hortelã	un	3,00	R\$ 1,50	R\$ 4,50
06.02	Plantio de vegetação, tipo pingo de ouro	un	3,00	R\$ 1,50	R\$ 4,50
06.03	Plantio de vegetação, tipo Impatiens	un	3,00	R\$ 2,00	R\$ 6,00
TOTAL:					R\$ 54,32

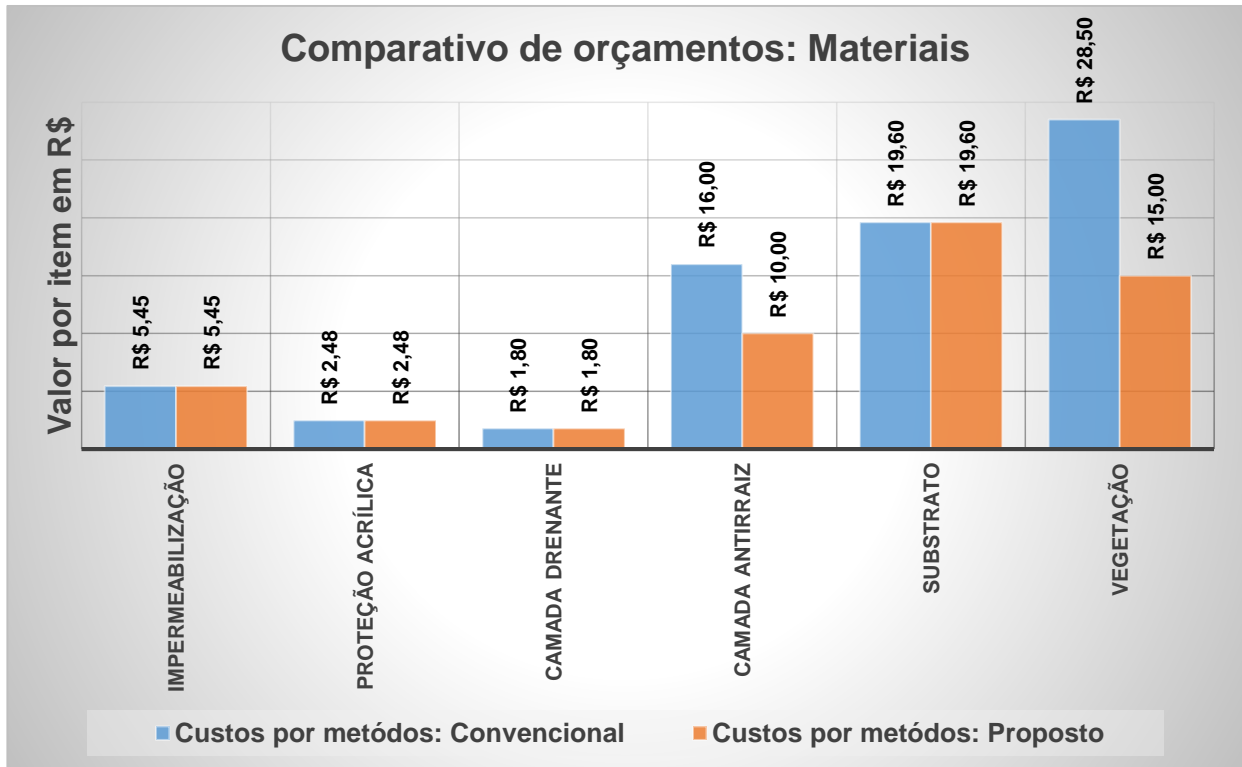



Gráfico 2 – Comparativo de orçamentos: Materiais

Os dados apresentados na planilha citada na planilha 2, foram colhidos em setembro de 2015 e são estes os valores finais por metro quadrado, ou seja, material e mão de obra inclusos, somente para São Paulo Capital, sendo as quantidades indicadas o mínimo executado pela empresa para cada modelo de cobertura que ela fornece.

Planilha 2 – Planilha Orçamentária: Empresa especializada

		Planilha Orçamentária				Versão 01
						Data 24/04/16
Rev.00						
Item	Descrição	Unidade	Quantidade	Preço Unitário	Preço Total	
01	EMPRESA ESPECIALIZADA	-	-	-	-	
01.01	Cobertura tipo Slim	m ²	1,10	R\$ 135,45	R\$ 149,00	
01.02	Cobertura tipo five	m ²	1,50	R\$ 106,00	R\$ 159,00	
01.03	Cobertura tipo Seven	m ²	2,00	R\$ 94,50	R\$ 189,00	
01.04	Cobertura tipo Tem	m ²	2,50	R\$ 87,60	R\$ 219,00	

6.5.1. Comparativo

Com base nos valores citados no item 6.5, foi traçado o gráfico 3 onde é possível analisar a diferença nos custos comparando primeiramente os métodos, convencional e proposto sendo utilizado os dados de mercado colhidos na região da cidade de Santos e posteriormente comparando os totais com o orçamento da empresa especializada.

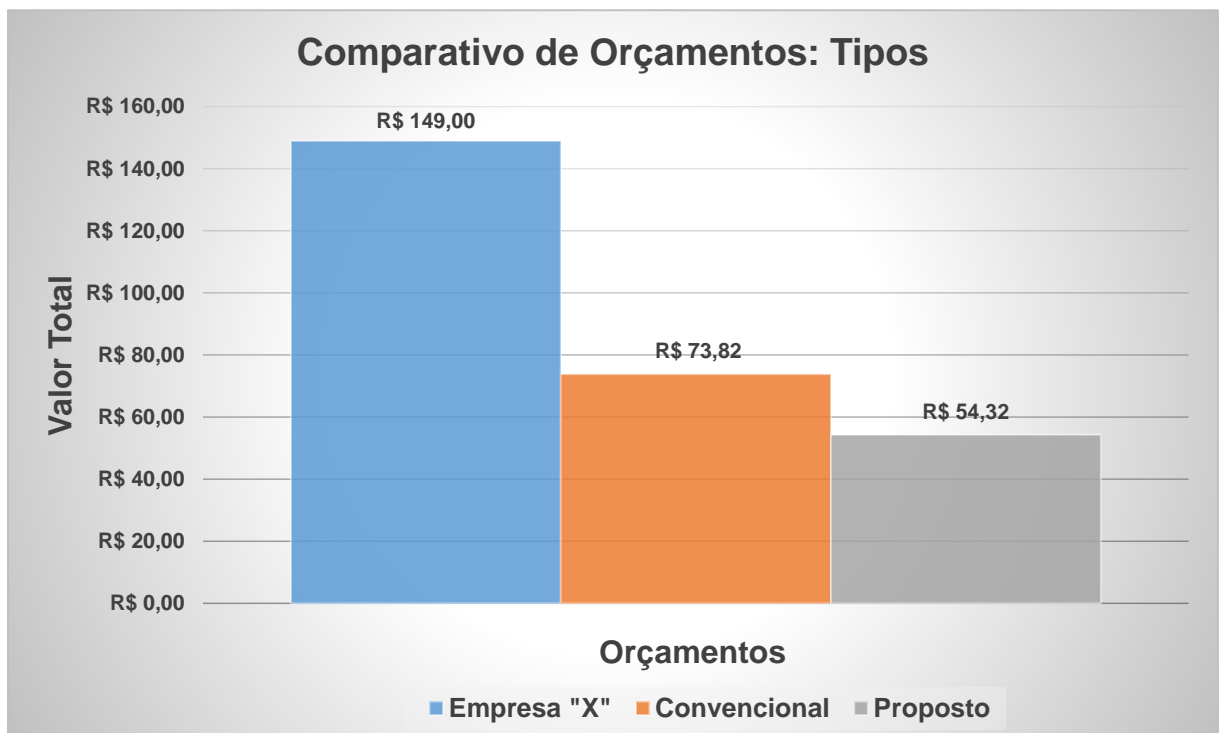



Gráfico 3 – Comparativo de orçamentos finais

Analisando os gráficos é possível notar que a cobertura proposta com a utilização do pneu torna-se mais econômica ao ser comparada com a cobertura convencional com os valores de mercado e também ao orçamento da empresa especializada, utilizando o menor valor sendo este o mais próximo do modelo executado neste projeto.

7. Resultados

Através dos ensaios realizados conforme descrito no item 6.3, foram obtidos dados para a elaboração da planilha abaixo:

Planilha 3 – Planilha de Dados

		Medições									Versão 01
		Variações de Temperaturas de Campo									Data 11/04/16
		Período: Manhã			Período: Tarde			Período: Noite			Rev.00
		Início: 10h10min	Término: 10h40min		Início: 14h15min	Término: 14h35min		Início: 19h59min	Término: 20h15min		
		Termômetro			Termômetro			Termômetro			
Data	Protótipo	Sonda	Mercúrio	Infravermelho	Sonda	Mercúrio	Infravermelho	Sonda	Mercúrio	Infravermelho	
04/04/2016	n° 1	31,3	31,5	28,1	33,3	34,0	33,5	29,0	29,1	28,6	
	n° 2	28,8	29,0	26,7	31,7	32,0	30,0	28,7	28,7	28,0	
	n° 3	27,2	28,0	26,4	32,1	33,0	31,2	28,7	28,8	28,1	
	Ambiente	34,5	35,0	39,8	31,0	32,0	34,7	28,2	28,5	28,4	
		Período: Manhã			Período: Tarde			Período: Noite			
		Início: 10h00min	Término: 10h30min		Início: 12h00min	Término: 12h25mn		Início: 21h28min	Término: 21h50min		
		Termômetro			Termômetro			Termômetro			
Data	Protótipo	Sonda	Mercúrio	Infravermelho	Sonda	Mercúrio	Infravermelho	Sonda	Mercúrio	Infravermelho	
05/04/2016	n° 1	30,9	32,0	31,0	36,4	34,5	33,4	27,7	28,0	27,6	
	n° 2	29,8	30,0	27,3	31,7	31,0	28,1	27,3	26,5	27,1	
	n° 3	30,9	29,5	27,8	29,1	30,0	27,9	27,5	27,5	27,1	
	Ambiente	30,8	33,0	32,7	33,1	40,0	34,9	27,0	26,5	25,4	
		Período: Manhã			Período: Tarde			Período: Noite			
		Início: 10h50min	Término: 11h20min		Início: 12h10min	Término: 12h40min		Início: 21h40min	Término: 22h00min		
		Termômetro			Termômetro			Termômetro			
Data	Protótipo	Sonda	Mercúrio	Infravermelho	Sonda	Mercúrio	Infravermelho	Sonda	Mercúrio	Infravermelho	
06/04/2016	n° 1	31,9	31,5	31,7	34,7	34,0	35,3	28,8	29,0	28,4	
	n° 2	28,5	29,5	28,3	31,0	31,5	29,7	28,3	28,5	27,8	
	n° 3	30,0	29,5	29,4	31,1	32,5	31,1	28,3	27,5	27,2	
	Ambiente	30,0	45,0	45,0	30,8	38,5	40,6	28,2	27,5	28,0	
		Período: Manhã			Período: Tarde			Período: Noite			
		Início: 10h50min	Término: 11h20min		Início: 12h10min	Término: 12h40min		Início: 21h40min	Término: 22h00min		
		Termômetro			Termômetro			Termômetro			
Data	Protótipo	Sonda	Mercúrio	Infravermelho	Sonda	Mercúrio	Infravermelho	Sonda	Mercúrio	Infravermelho	
07/04/2016	n° 1	35,3	34,0	34,3	36,4	35,5	33,1	28,7	29,0	28,6	
	n° 2	28,6	31,0	29,6	34,7	32,5	24,7	28,8	29,0	28,4	
	n° 3	30,0	32,0	31,4	35,8	33,0	25,5	28,8	28,0	28,6	
	Ambiente	32,2	47,0	45,6	32,2	40,5	50,7	27,7	27,0	28,1	
		Período: Manhã			Período: Tarde			Período: Noite			
		Início: 11h45min	Término: 12h30min		Início: 14h15min	Término: 14h35min		Início: 20h02min	Término: 20h20min		
		Termômetro			Termômetro			Termômetro			
Data	Protótipo	Sonda	Mercúrio	Infravermelho	Sonda	Mercúrio	Infravermelho	Sonda	Mercúrio	Infravermelho	
08/04/2016	n° 1	32,7	35,0	34,3	33,3	34,0	33,5	29,5	29,2	28,5	
	n° 2	32,0	32,5	29,6	31,7	32,0	30,0	29,2	28,8	29,8	
	n° 3	33,3	32,5	31,4	32,1	33,0	31,2	29,0	29,5	28,8	
	Ambiente	32,3	38,0	45,6	31,0	32,0	34,7	29,2	28,7	30,0	

Com os dados representados na planilha 3, foram traçados os gráficos 4, 5 e 6, onde é possível observar uma variabilidade nos períodos da manhã e tarde semelhante entre os protótipos nº2 e nº3 e ambas significativas em relação ao protótipo nº1. Na variabilidade do período da noite ocorre uma estabilidade entre os protótipos. Demonstrando assim um resultado satisfatório quanto a proposta da utilização do pneu.

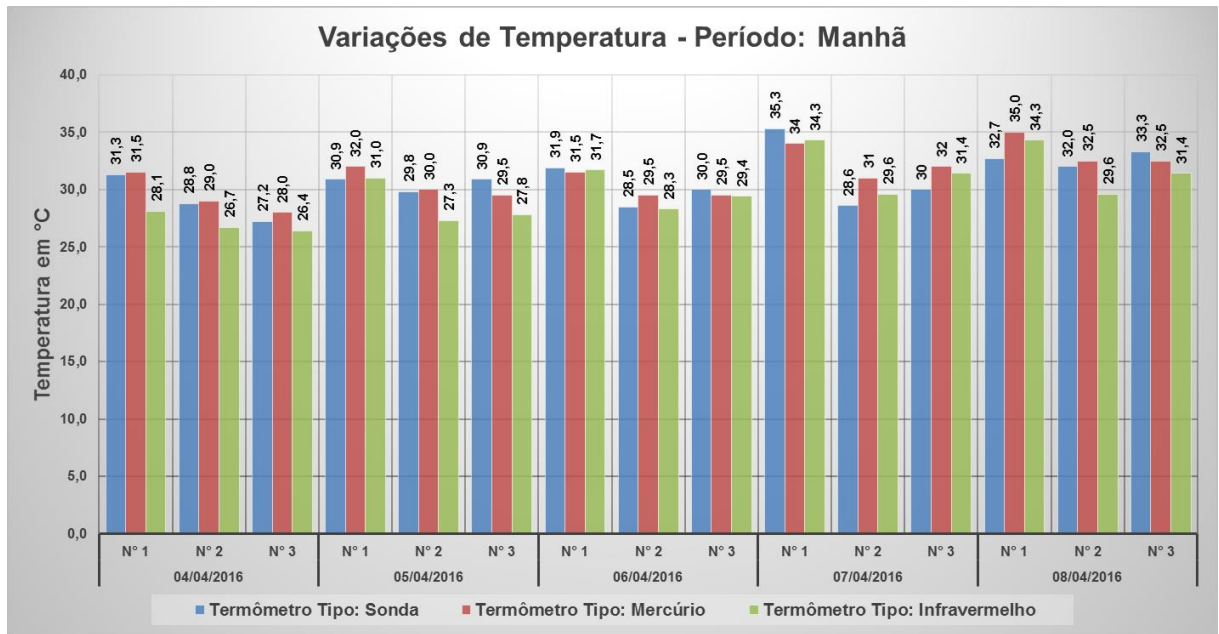


Gráfico 4 – Variações de Temperatura – Período: Manhã

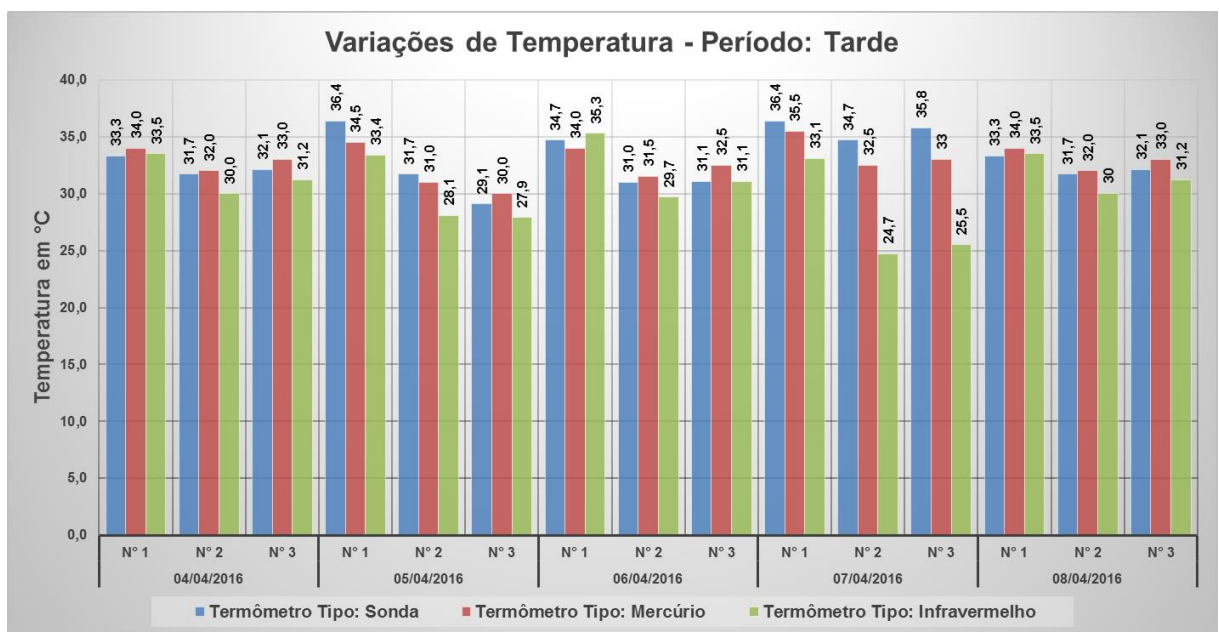


Gráfico 5 – Variações de Temperatura – Período: Tarde

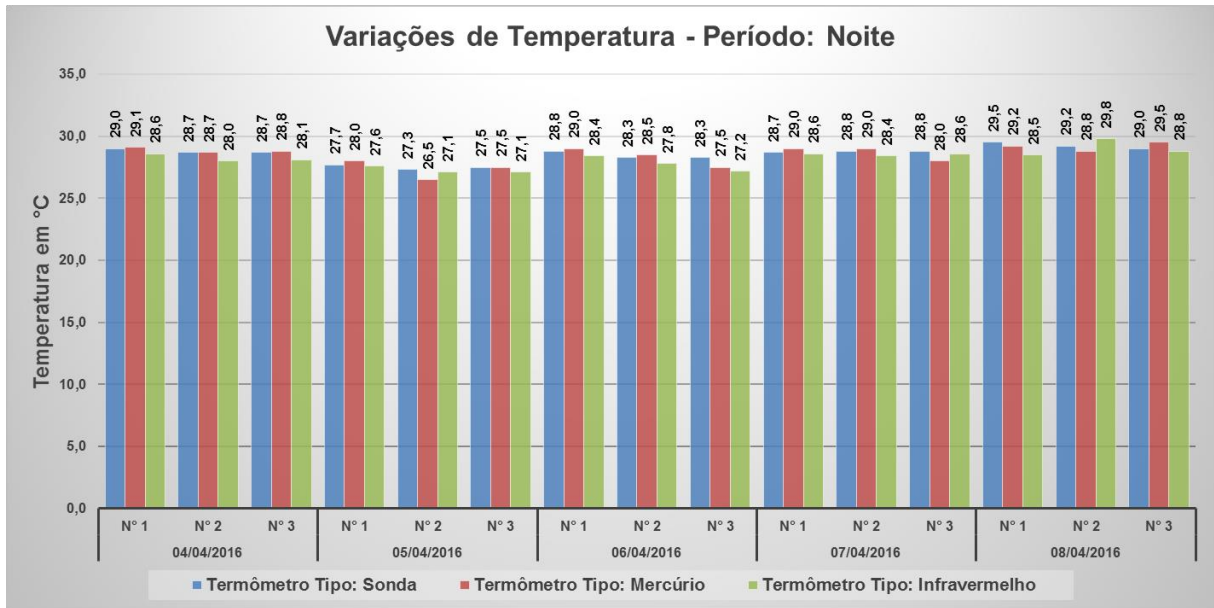


Gráfico 6 – Variações de Temperatura – Período: Noite

7.1. Resultados Estatísticos

Segue abaixo planilhas e gráficos estatísticos para os períodos manhã, tarde e noite, conforme explicado no item 6.4.1.:

- Período da manhã:

Com base nos dados obtidos através de análise estatística gerou-se os quadros e gráficos a seguir para cada termômetro.

Quadro 5 – Planilha para obter média ponderada

Classe (i)	X (C°)		f (i)	F (i)	X (i)	X (i)*f(i)
1	27,20	28,85	4	4	28,025	112,100
2	28,85	30,50	3	7	29,675	89,025
3	30,50	32,15	5	12	31,325	156,625
4	32,15	33,80	2	14	32,975	65,950
5	33,80	35,45	1	15	34,625	34,625
TOTAL:			15			458,325

Quadro 6 – Planilha para obter variância e desvio padrão.

Classe (i)	$ x_i - \bar{x} $	$(x_i - \bar{x})^2 * f(i)$
1	2,53	25,6036
2	0,88	2,3232
3	0,77	2,9645
4	2,42	11,7128
5	4,07	16,5649
TOTAL:	10,67	59,1690

Quadro 7 – Planilha para gerar o histograma.

Grandezas Estatísticas	Temperatura °C
Valor mínimo	27,2
Valor máximo	35,3
Média	30,555
Variância	3,9446
Desvio Padrão	1,9861

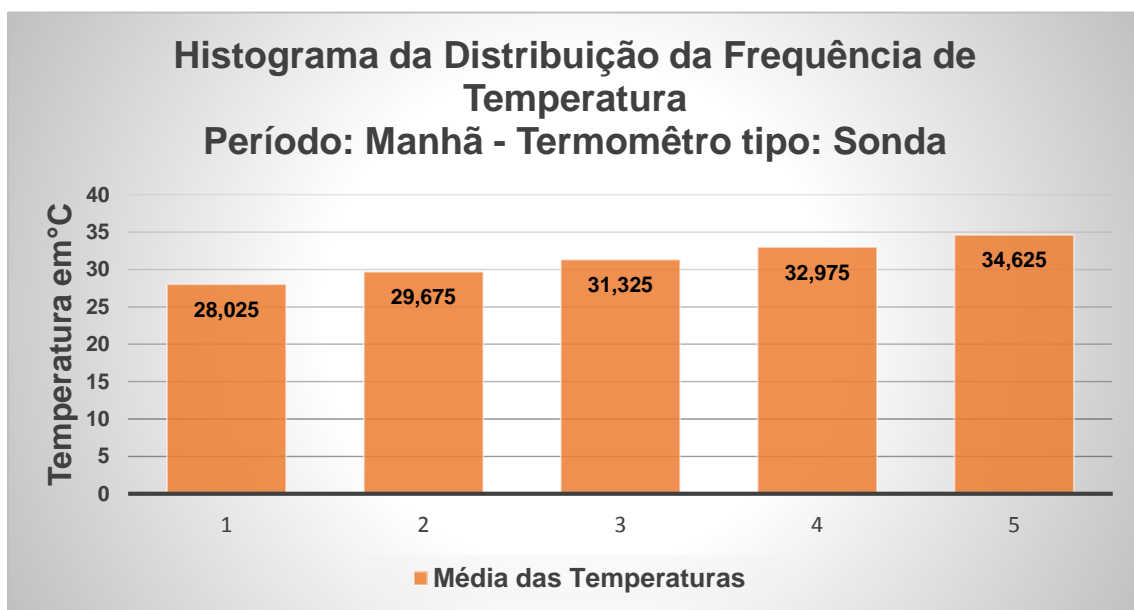


Gráfico 7 – Histograma de distribuição da frequência de temperatura.

Quadro 8 – Planilha para obter média ponderada

Classe (i)	X (C°)		f (i)	F (i)	X (i)	X (i)*f(i)
1	28,00	29,40	2	2	28,7	57,400
2	29,40	30,80	4	6	30,1	120,400
3	30,80	32,20	5	11	31,5	157,500
4	32,20	33,60	2	13	32,9	65,800
5	33,60	35,00	2	15	34,3	68,600
TOTAL:			15			469,700

Quadro 9 – Planilha para obter variância e desvio padrão.

Classe (i)	Xi - X	(xi-x) ² * f(i)
1	2,61	13,6590
2	1,21	5,8887
3	0,19	0,1742
4	1,59	5,0350
5	2,99	17,8404
TOTAL:	8,59	42,5973

Quadro 10 – Planilha para gerar o histograma.

Grandezas Estatísticas	Temperatura °C
Valor mínimo	27,2
Valor máximo	35,3
Média	31,3133
Variância	2,8398
Desvio Padrão	1,6852

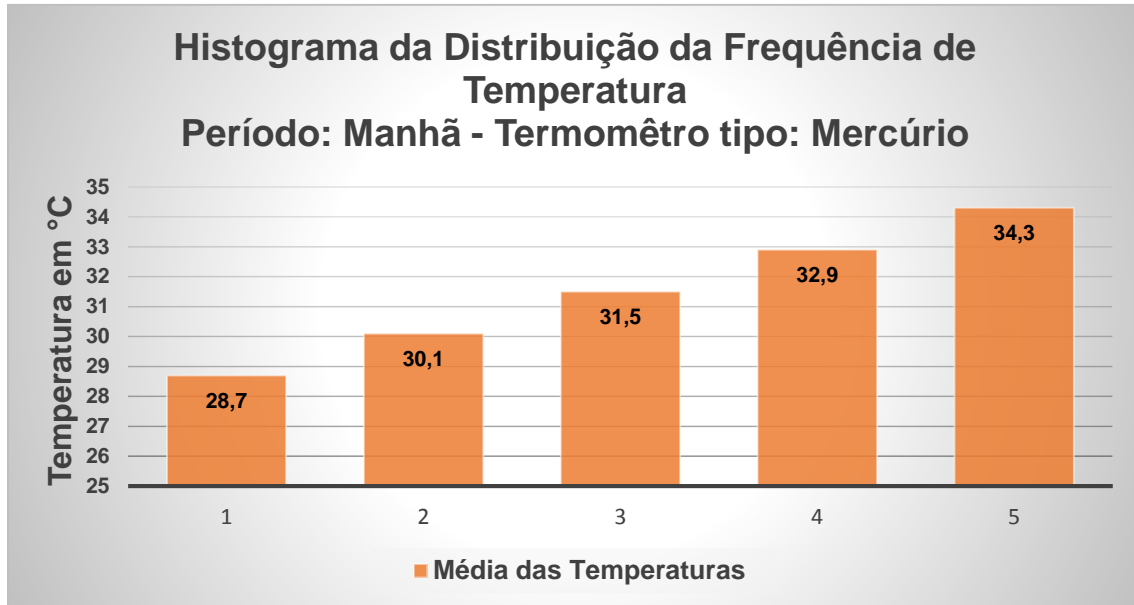


Gráfico 8 – Histograma de distribuição da frequência de temperatura.

Quadro 11 – Planilha para obter média ponderada

Classe (i)	X (C°)		f (i)	F (i)	X (i)	X (i)*f(i)
1	26,40	28,00	4	4	27,2	108,800
2	28,00	29,60	5	9	28,8	144,000
3	29,60	31,20	1	10	30,4	30,400
4	31,20	32,80	3	13	32	96,000
5	32,80	34,40	2	15	33,6	67,200
TOTAL:			15			446,400

Quadro 12 – Planilha para obter variância e desvio padrão.

Classe (i)	$X_i - X$	$(x_i - x)^2 * f(i)$
1	2,56	26,2144
2	0,96	4,6080
3	0,64	0,4096
4	2,24	15,0528
5	3,84	29,4912
TOTAL:	10,24	75,7760

Quadro 13 – Planilha para gerar o histograma.

Grandezas Estatísticas	Temperatura °C
Valor mínimo	27,2
Valor máximo	35,3
Média	29,76
Variância	5,0517
Desvio Padrão	2,2476

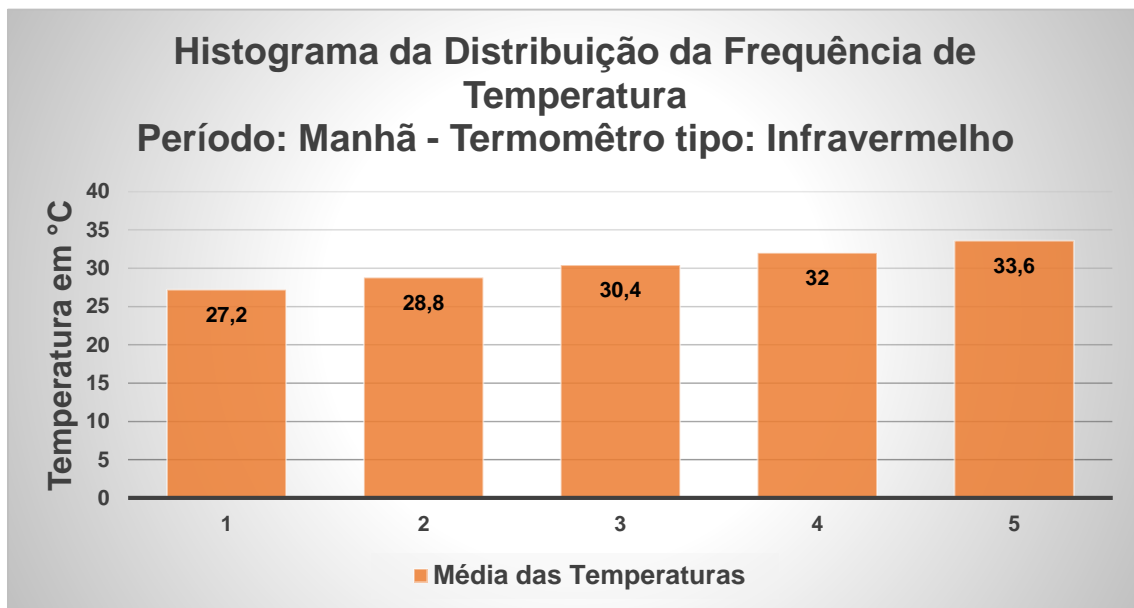


Gráfico 9 – Histograma de distribuição da frequência de temperatura.

- Período da tarde:

Com base nos dados obtidos através de análise estatística gerou-se os quadros e gráficos a seguir para cada termômetro.

Quadro 14 – Planilha para obter média ponderada

Classe (i)	X (C°)		f (i)	F (i)	X (i)	X (i)*f(i)
1	29,10	30,60	1	1	29,85	29,850
2	30,60	32,10	7	8	31,35	219,450
3	32,10	33,60	2	10	32,85	65,700
4	33,60	35,10	2	12	34,35	68,700
5	35,10	36,60	3	15	35,85	107,550
TOTAL:			15			491,250

Quadro 15 – Planilha para obter variância e desvio padrão.

Classe (i)	$ X_i - \bar{X} $	$(x_i - \bar{x})^2 * f(i)$
1	2,90	8,41
2	1,40	13,72
3	0,10	0,02
4	1,60	5,12
5	3,10	28,83
TOTAL:	9,10	56,10

Quadro 16 – Planilha para gerar o histograma.

Grandezas Estatísticas	Temperatura °C
Valor mínimo	27,2
Valor máximo	35,3
Média	32,75
Variância	3,74
Desvio Padrão	1,9339

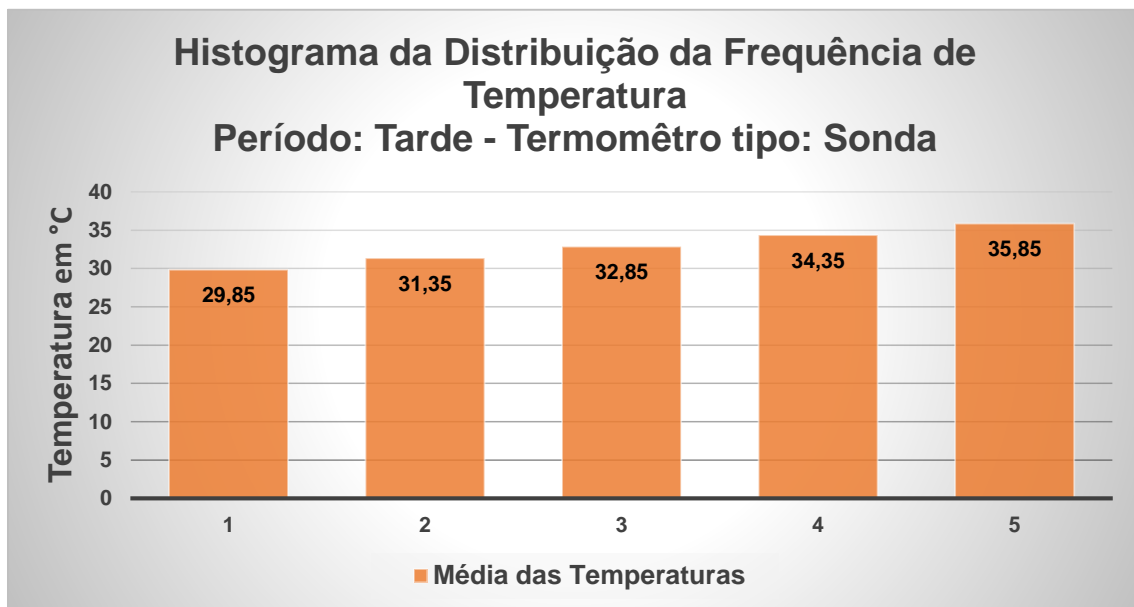


Gráfico 10 – Histograma de distribuição da frequência de temperatura.

Quadro 17 – Planilha para obter média ponderada

Classe (i)	X (C°)		f (i)	F (i)	X (i)	X (i)*f(i)
1	30,00	31,10	2	2	30,55	61,100
2	31,10	32,20	3	5	31,65	94,950
3	32,20	33,30	5	10	32,75	163,750
4	33,30	34,40	3	13	33,85	101,550
5	34,40	35,50	2	15	34,95	69,900
TOTAL:			15			491,250

Quadro 18 – Planilha para obter variância e desvio padrão.

Classe (i)	Xi - X	(xi-x) ² * f(i)
1	2,20	9,68
2	1,10	3,63
3	0,00	0,00
4	1,10	3,63
5	2,20	9,68
TOTAL:	6,60	26,62

Quadro 19 – Planilha para gerar o histograma.

Grandezas Estatísticas	Temperatura °C
Valor mínimo	27,2
Valor máximo	35,3
Média	32,7500
Variância	1,7747
Desvio Padrão	1,3322

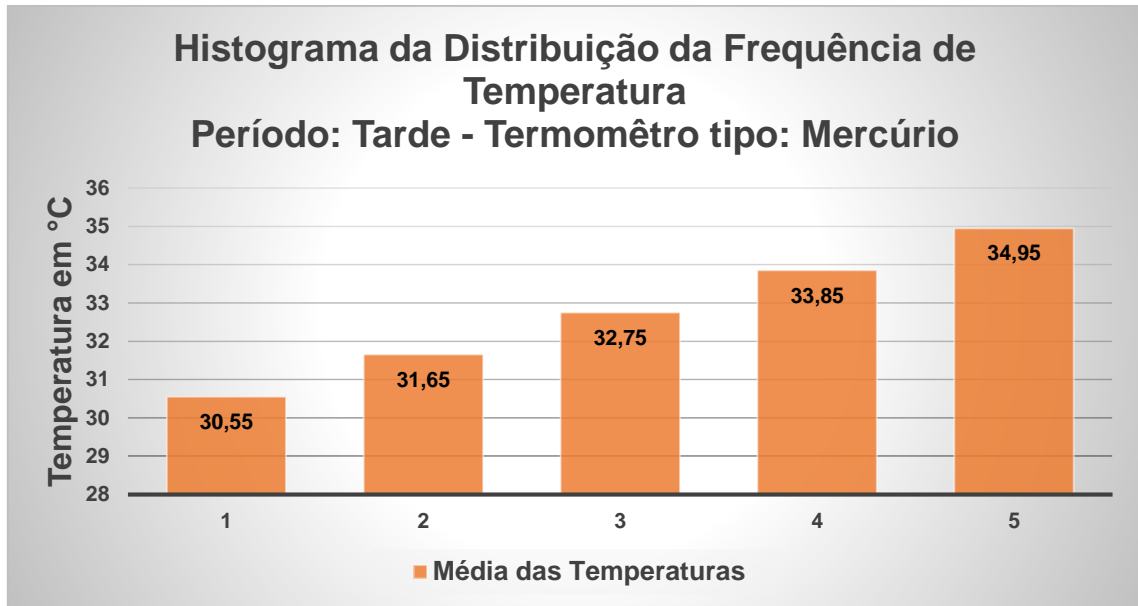


Gráfico 11 – Histograma de distribuição da frequência de temperatura.

Quadro 20 – Planilha para obter média ponderada

Classe (i)	X (C°)		f (i)	F (i)	X (i)	X (i)*f(i)
1	24,70	26,85	2	2	25,775	51,550
2	26,85	29,00	2	4	27,925	55,850
3	29,00	31,15	4	8	30,075	120,300
4	31,15	33,30	3	11	32,225	96,675
5	33,30	35,45	4	15	34,375	137,500
TOTAL:			15			461,875

Quadro 21 – Planilha para obter variância e desvio padrão.

Classe (i)	Xi - X	(xi-x) ² * f(i)
1	5,02	50,3339
2	2,87	16,4356
3	-0,72	2,0544
4	1,43	6,1633
5	3,58	51,3611
TOTAL:	12,18	126,3483

Quadro 22 – Planilha para gerar o histograma.

Grandezas Estatísticas	Temperatura °C
Valor mínimo	27,2
Valor máximo	35,3
Média	30,7917
Variância	8,4232
Desvio Padrão	2,9023

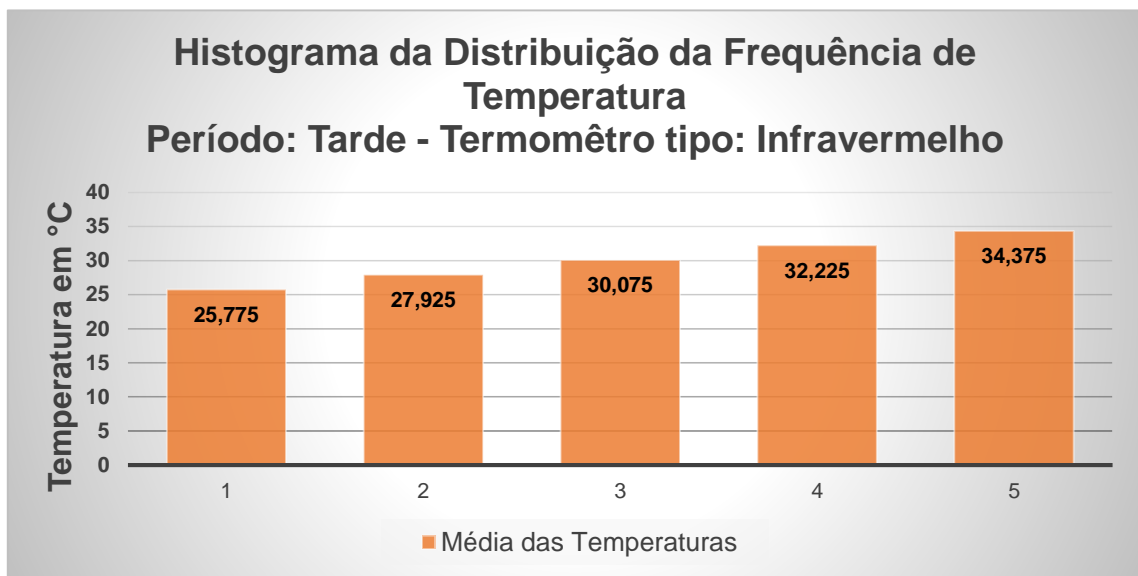


Gráfico 12 – Histograma de distribuição da frequência de temperatura.

- Período da noite:

Com base nos dados obtidos através de análise estatística gerou-se os quadros e gráficos a seguir para cada termômetro.

Quadro 23 – Planilha para obter média ponderada

Classe (i)	X (C°)		f (i)	F (i)	X (i)	X (i)*f(i)
1	27,30	27,80	3	3	27,55	82,650
2	27,80	28,30	2	5	28,05	56,100
3	28,30	28,80	6	11	28,55	171,300
4	28,80	29,30	3	14	29,05	87,150
5	29,30	29,80	1	15	29,55	29,550
TOTAL:			15			426,750

Quadro 24 – Planilha para obter variância e desvio padrão.

Classe (i)	$ x_i - \bar{x} $	$(x_i - \bar{x})^2 * f(i)$
1	0,90	2,4300
2	0,40	0,3200
3	0,10	0,0600
4	0,60	1,0800
5	1,10	1,2100
TOTAL:	3,10	5,1000

Quadro 25 – Planilha para gerar o histograma

Grandezas Estatísticas	Temperatura °C
Valor mínimo	27,2
Valor máximo	35,3
Média	28,45
Variância	0,34
Desvio Padrão	0,5831

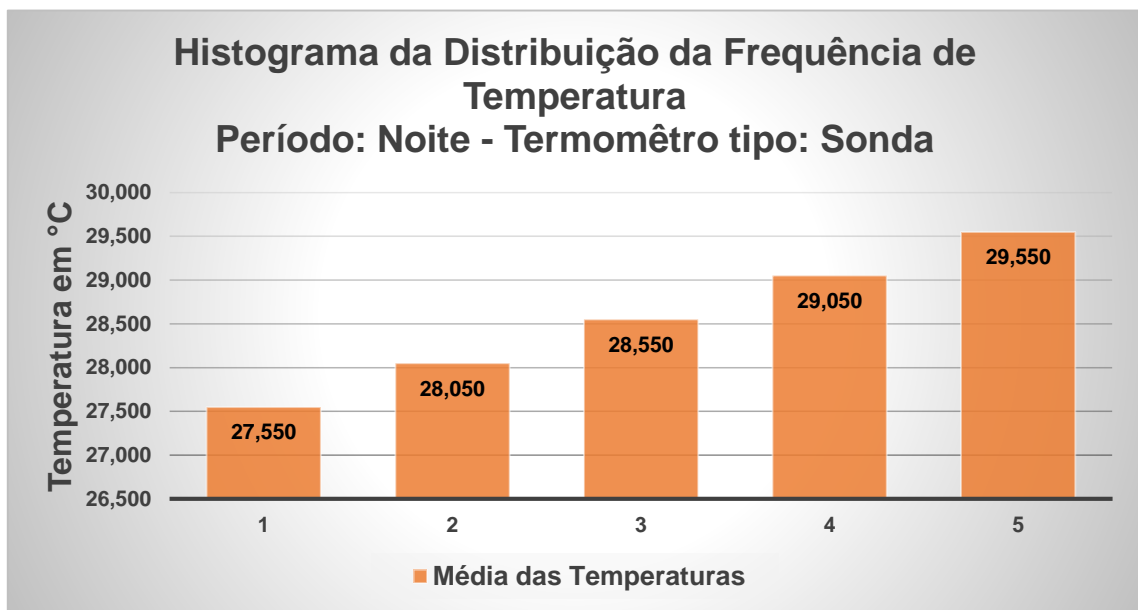


Gráfico 13 – Histograma de distribuição da frequência de temperatura

Quadro 26 – Planilha para obter média ponderada

Classe (i)	X (C°)		f (i)	F (i)	X (i)	X (i)*f(i)
1	26,50	27,10	1	1	26,8	26,800
2	27,10	27,70	2	3	27,4	54,800
3	27,70	28,30	2	5	28	56,000
4	28,30	28,90	4	9	28,6	114,400
5	28,90	29,50	6	15	29,2	175,200
TOTAL:			15			427,200

Quadro 27 – Planilha para obter variância e desvio padrão

Classe (i)	$ x_i - \bar{x} $	$(x_i - \bar{x})^2 * f(i)$
1	1,68	2,8224
2	1,08	2,3328
3	-0,48	0,4608
4	0,12	0,0576
5	0,72	3,1104
TOTAL:	3,12	8,7840

Quadro 28 – Planilha para gerar o histograma

Grandezas Estatísticas	Temperatura °C
Valor mínimo	27,2
Valor máximo	35,3
Média	28,48
Variância	0,5856
Desvio Padrão	0,7652

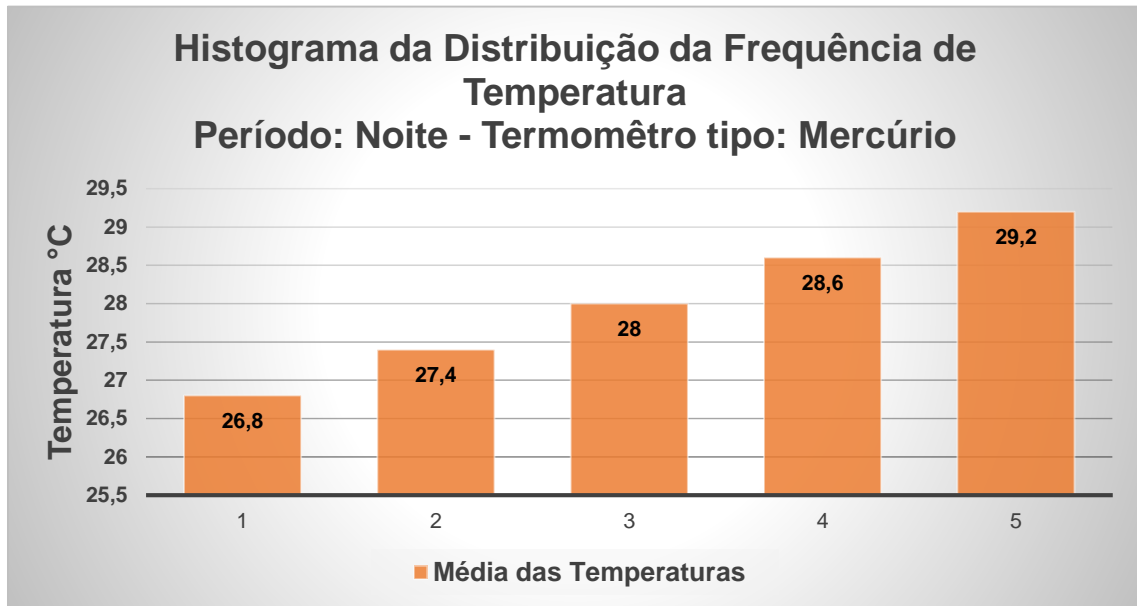


Gráfico 14 – Histograma de distribuição da frequência de temperatura

Quadro 29 – Planilha para obter média ponderada

Classe (i)	X (C°)		f (i)	F (i)	X (i)	X (i)*f(i)
1	27,10	27,70	4	4	27,4	109,600
2	27,70	28,30	3	7	28	84,000
3	28,30	28,90	7	14	28,6	200,200
4	28,90	29,50	0	14	29,2	0,000
5	29,50	30,10	1	15	29,8	29,800
TOTAL:			15			423,600

Quadro 30 – Planilha para obter variância e desvio padrão

Classe (i)	Xi - X	(xi-x) ² * f(i)
1	0,84	2,8224
2	0,24	0,1728
3	0,36	0,9072
4	0,96	0,0000
5	1,56	2,4336
TOTAL:	3,96	6,3360

Quadro 31 – Planilha para gerar o histograma

Grandezas Estatísticas	Temperatura °C
Valor mínimo	27,2
Valor máximo	35,3
Média	28,24
Variância	0,4224
Desvio Padrão	0,6499

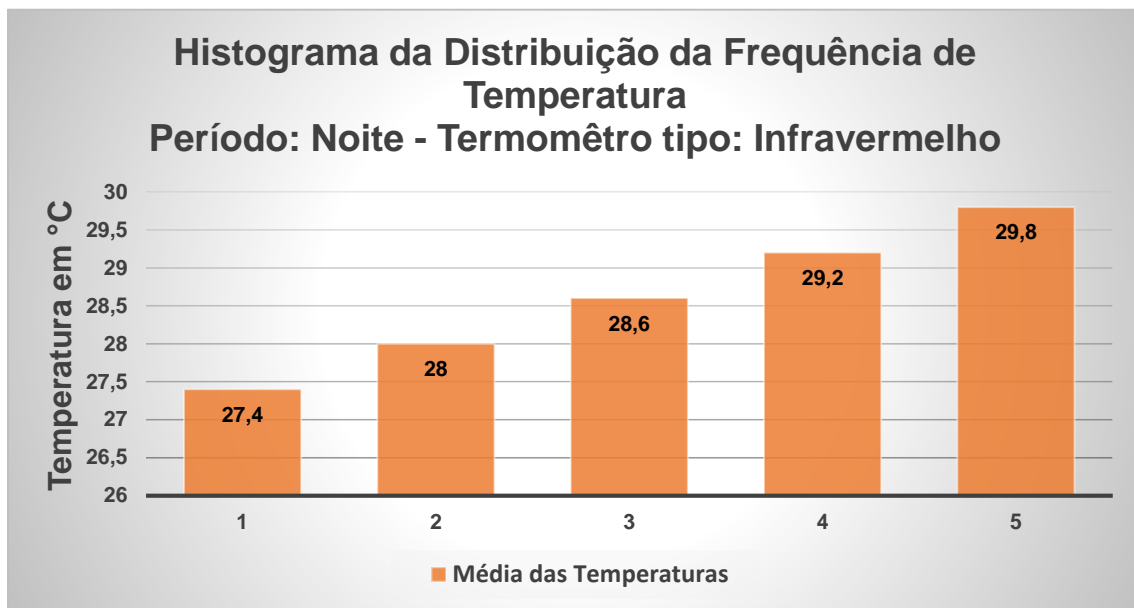


Gráfico 15 – Histograma de distribuição da frequência de temperatura

CONCLUSÃO/SUGESTÕES

Este estudo foi realizado com o intuito de comprovar a eficiência da proposta deste trabalho em relação as variações térmicas e sendo reafirmado com um resultado positivo.

Paralelamente ao estudo referente às variações térmicas foram realizadas as pesquisas orçamentárias com o propósito de concluir a última hipótese que consistia em comprovar uma redução de custos entre os métodos citados no decorrer do trabalho, obtendo assim a melhor solução para a questão econômica.

Concluindo as pesquisas finais foi utilizado um método de estatística descritiva, onde foram calculados a variância e o desvio padrão de cada período por termômetro, para obtermos uma precisão melhor dos resultados analisados.

Através dos resultados obtidos, podemos afirmar que o objetivo deste trabalho foi alcançado. Destacando que as variâncias mostram que o período da noite por não ter a incidência de radiações solares as temperaturas entre os três protótipos se mantêm estáveis, enquanto que nos períodos da manhã e tarde onde esta incidência ocorre se constata uma variância significativa entre o modelo proposto e o convencional e principalmente entre o proposto e o sem cobertura verde.

Desta forma demonstrou-se que o projeto proposto é equiparado termicamente com o modelo convencional e é economicamente viável, proporcionando a toda população a oportunidade de adquirir uma cobertura verde com material reciclável, independente da classe social e podendo ser executado manualmente pelo proprietário ou morador da edificação.

Visando o aperfeiçoamento deste trabalho que tem como objetivo não só a pesquisa de materiais alternativos para serem implementados em coberturas verdes, mas também ser um projeto de inclusão social sugere-se a continuidade destes estudos com a utilização de outros materiais recicláveis e com a aplicação de outras técnicas construtivas visando conforto ambiental principalmente nas áreas térmica e acústica dos ambientes internos das edificações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, B. R. et al. **Utilização do telhado verde associado à trincheira drenante na prevenção de enchentes**. 2011. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil), Universidade Santa Cecília, Santos. 1 CD-ROM.
- CORSINI, Rodnei. Telhado verde. **Infraestrutura urbana**, dez. 2011. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/16/1-telhado-verde-cobertura-de-edificacoes-com-vegetacao-requer-260593-1.aspx>>. Acesso em: 07 mar. 2016.
- D'ELIA, Renato. Telhados Vivos. **Téchne**, São Paulo, 148, 74, Julho. 2009.
- HENEINE, Maria Cristina Almeida de Souza. Coberturas Verdes. 2008. Disponível em: <<http://pos.demc.ufmg.br/novocecc/trabalhos/pg1/Monografia%20Maria%20Cristina%20Almeida.pdf>>. Acesso em: 14 abr. 2016.
- HOPKINS, Graeme. ; GOODWIN, Christine. **Living Architecture: Green Roofs and Walls**. Australia: CSIRO PUBLISHING, 2011.
- LIMA, Jose Bento Pereira. Especialistas da Fiocruz auxiliam Exército contra o Aedes. **Blog da Saúde: Ministério da Saúde**, Brasília, 04 mai. 2016. Disponível em: <<http://www.blog.saude.gov.br/combate-ao-aedes/50932-especialistas-da-fiocruz-auxiliam-exercito-contra-o-aedeshtml.html>>. Acesso em: 05 mai. 2016.
- MAIOR aterro de pneus do mundo é visto do espaço. **EcoD**, jun. 2013. Disponível em: <<http://www.ecodesenvolvimento.org/posts/2013/junho/maior-aterro-de-pneus-do-mundo-e-visto-do-espaco?tag=rrr>>. Acesso em: 13 mai. 2016.
- PASSO – a – passo para fazer um telhado verde (com custos), 2014. Disponível em: <<http://www.ecodhome.com.br/blog/777/>>. Acesso em: 20 Ago 2015.
- POR vias seguras, jul. 2013. Disponível em: <http://www.vias-seguras.com/veiculos/pneumaticos/manual_twi_informacoes_tecnicas_sobre_pneus/o_pneu_composicao_e_estrutura>. Acesso em: 05 mar. 2016.

PORTAL EBC, jan. 2012. Disponível em:
<<http://memoria.ebc.com.br/agenciabrasil/noticia/2012-01-04/descarte-inadequado-de-pneus-ainda-representa-grave-problema-ambiental-no-brasil-diz-pesquisador>>.
Acesso em: 05 mar. 2016.

REVESTIMENTO vivo qual planta certa para seu telhado. **Eco Casa tecnologias ambientais**, out. 2015. Disponível em: <<http://www.ecocasa.com.br/revestimento-vivo-qual-planta-certa-seu-telhado.asp>>. Acesso em: 29 out. 2015.

ROSSI, Mariane. 'Telhado verde' começa a ganhar espaço em Santos e abate o IPTU. **G1**, Santos, 10 mar. 2016. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sp/santos-regiao/noticia/2016/03/telhado-verde-comeca-ganhar-espaco-em-santos-e-abate-o-iptu.html>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

SHAN, Viviane Li Xiao. Naturação em jardins terapêuticos no contexto socioambiental de unidades hospitalares. 2015. Disponível em:
<<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10013458.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2015.

SILVA, Fernando Benigno. Telhado Verde Alveolar. **Téchne**, São Paulo, 162,35, Setembro. 2010.

TELHADO VERDE: Uma opção sustentável? **2030 Studio**, Santa Catarina, fev. 2015. Disponível em: <<http://2030studio.com/telhado-verde-uma-opcao-sustentavel/>>. Acesso em: 20 Ago 2015.

TENHA mais verde com um jardim no telhado. **Arquitetura e Construção**, set. 2012. Disponível em: <<http://casa.abril.com.br/materia/tenha-mais-verde-com-um-jardim-no-telhado#3>>. Acesso em: 05 mai. 2016.

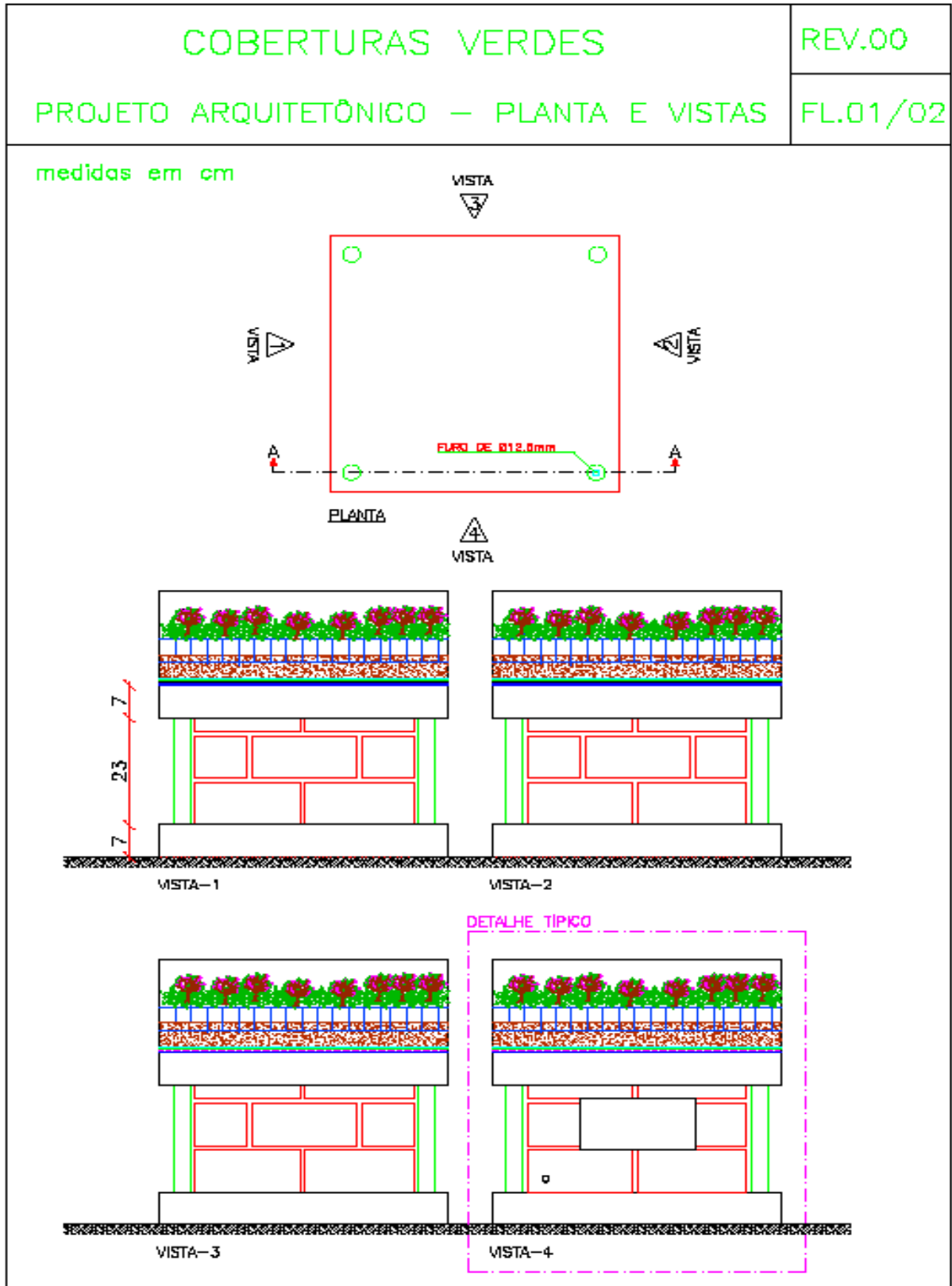
THOMAZELLI, L. M. “**Telhado Verde**”, o telhado ecológico: um modelo prático, sustentável e de baixo custo. 2013. Artigo Acadêmico (Instituto de ciências biomédicas), Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em:
<http://www.researchgate.net/profile/Luciano_Thomazelli/publication/261758728_Telhado_verde_o_telhado_ecolgico_um_modelo_prtico_sustentvel_e_de_baixo_custo/links/0f317536949516eb1c000000.pdf>. Acesso em: 30 Ago 2015.

TUDO, sobre pneus, 2012. Disponível em:
<http://www.tudosobrepneus.com.br/si/site/0100/p/Tudo_Sobre_Pneus>. Acesso em: 05 mar. 2016.

VANTAGENS e desvantagens de um telhado verde, Rio de Janeiro, fev. 2012. Disponível em: < <http://sustentarqui.com.br/dicas/vantagens-e-desvantagens-de-um-telhado-verde/>>. Acesso em: 05 mar. 2016.

VEJA como funciona essa Horta Urbana no coração de SP. **Eco eficientes - Especialistas em técnicas de Construção Sustentável**. Disponível em: <<http://www.ecoeficientes.com.br/horta-urbana-sao-paulo/>>. Acesso em: 29 out. 2015.

APÊNDICE A – PROJETOS E DETALHAMENTOS EXECUTIVOS DOS PROTÓTIPOS



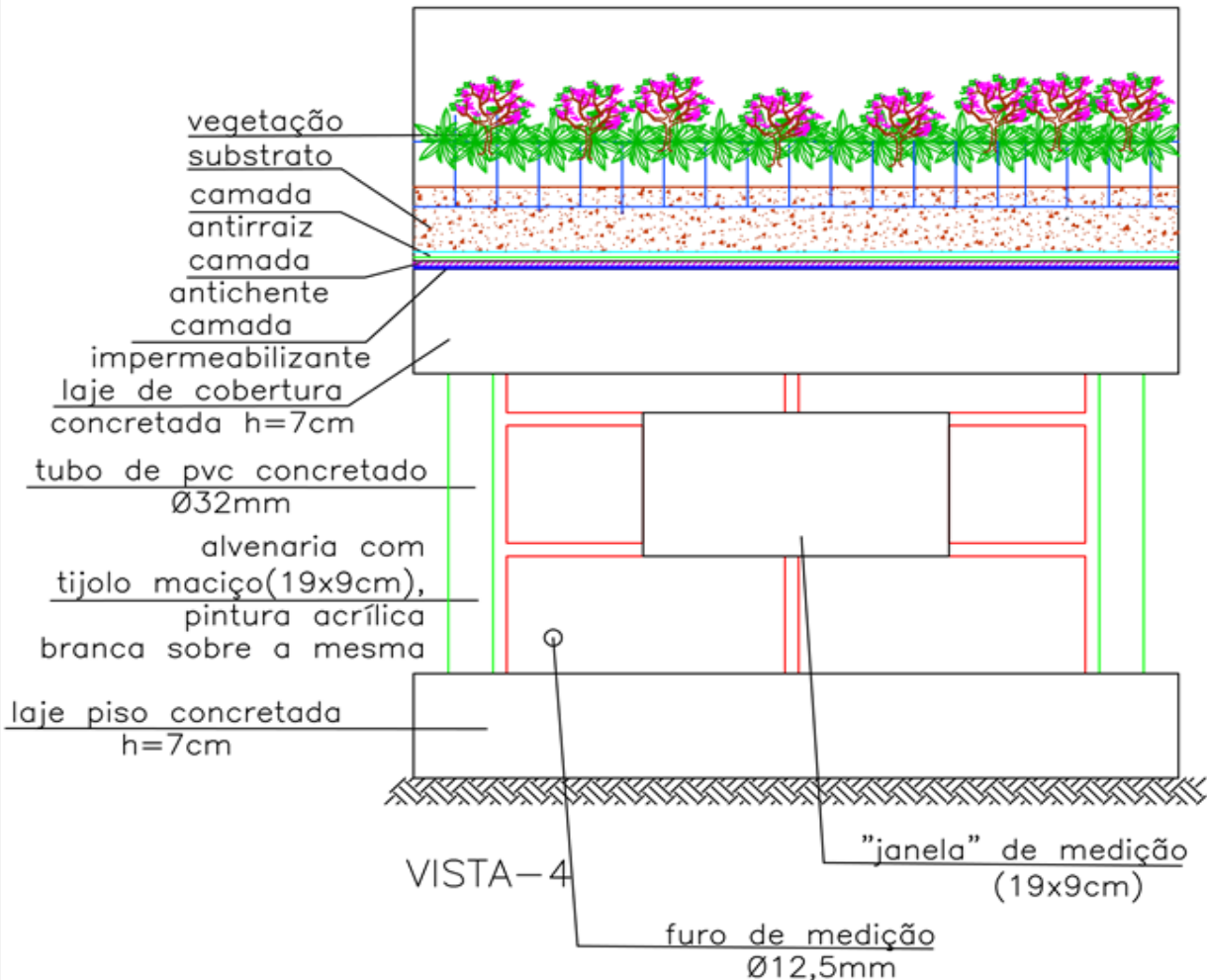
COBERTURAS VERDES

REV.00

DETALHE TÍPICO E DETALHE DA ARMAÇÃO

FL.02/02

DETALHE TÍPICO



DETALHE DA ARMAÇÃO

