



COBERTURA VERDE SUSTENTÁVEL COMO MODELO PADRÃO PARA CONSTRUÇÃO DE ABRIGOS DE ÔNIBUS

Jardel da Silva Fiesca¹ and Wesley Gomes Feitosa²

¹Laureate International Universities (UNINORTE)

²Laureate International Universities (UNINORTE)

RESUMO

O presente artigo tem como objetivo conciliar o desenvolvimento urbano com o meio ambiente tem sido um dos maiores desafios na atualidade, pois a urbanização das cidades cresce em um ritmo acelerado, e tem como problemática a causa de impactos ambientais alteração significativa a cobertura do solo quanto a sua topografia, diminuindo também constantemente as áreas verdes. A metodologia consiste na implantação de pesquisas sobre obras executadas com a cobertura verde sustentável em outras regiões, que serão obtidas por meio de contatos pela internet, consultando empresas especializadas no método construtivo, as quais elaboram projetos para construções que aplicam o conceito do ecotelhado como uma cobertura sustentável. Entre as atividades com grande contribuição para esse crescimento urbano descontrolado está a construção civil, que ao longo da história é tratada como o setor que causa maiores impactos no meio ambiente. Os resultados embora sejam considerados uma área importante para o desenvolvimento das cidades, entretanto possui pontos negativos, como as grandes quantidades de edificações e obras de infra e supraestruturas (passeios públicos, pavimentações asfálticas, coberturas de concreto e de fibrocimento, etc.), Conclui-se que utilizam materiais que não contribuem para um desenvolvimento sustentável no meio urbano.

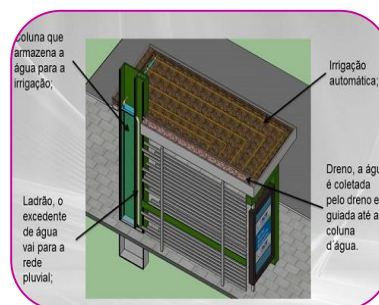
Palavras chaves: Desenvolvimento urbano, Impactos ambientais, Áreas verdes.

SUSTAINABLY GREEN COVERAGE AS A STANDARD MODEL FOR CONSTRUCTION OF BUS COVERS

ABSTRACT

This article aims to reconcile urban development with the environment has been one of the greatest challenges nowadays, as the urbanization of cities grows at an accelerated pace, and has as problematic the cause of environmental impacts and significant change in soil cover as well as its topography, also constantly diminishing the green areas. The methodology consists of the implantation of researches on works executed with sustainable green coverage in other regions, which will be obtained through Internet contacts, consulting companies specialized in the construction method, which elaborate projects for constructions that apply the concept of ecotelhado as a sustainable coverage. Among the activities with great contribution to this uncontrolled urban growth is the civil construction, which throughout history is treated as the sector that causes major impacts on the environment. Although the results are considered an important area for the development of cities, it has negative points, such as large amounts of buildings and infra-structures and supra-structures (public walkways, asphalt pavements, concrete and fiber cement roofs, etc.), Concludes they use materials that do not contribute to sustainable development in the urban environment.

KEYWORDS: Urban development, Environmental impacts, Green areas.



1. INTRODUÇÃO

Com os problemas causados pelo avanço incontável da urbanização nas regiões metropolitanas, as consequências acabam surgindo no clima natural do ambiente, ou seja, a temperatura nos centros urbanos é alterada, pois a inércia acumulada pelos materiais da construção civil acabam favorecendo este fator de desconforto climático predominante no meio urbano, ocorrendo a formação de uma ilha de calor, efeito conhecido devido ao resultado da substituição de áreas verdes por superfícies compostas por concreto e asfalto, superfícies impermeáveis que absorvem e retêm o calor por mais tempo que as áreas verdes, ocasionando aumento da temperatura na cidade.

Uma das estruturas que causam a maior parte dos problemas descritos anteriormente são as coberturas convencionais, tais como as de fibrocimento, concreto e cerâmica que são as mais utilizadas atualmente, as quais ignoram o bem-estar do ambiente natural, pois suas superfícies altamente impermeáveis acabam reduzindo a possibilidade de infiltração das águas pluviais, eliminando os caminhos naturais de escoamento, gerando um aumento nas vazões e no volume das águas pluviais, que são escoadas superficialmente até as redes públicas, que por sua vez, acabam transbordando pela grande demanda, ocasionando enchentes. Outros problemas como a emissão do CO²(gás carbônico) também são consequências causadas por esses tipos de coberturas que diminuem a taxa de evapotranspiração no meio urbano.

Haja vista que o desenvolvimento sustentável se faz necessário para minimizar esse tipos de problemas gerados pelas coberturas convencionais, algumas estratégias podem ser aplicadas para diminuir os pontos negativos da construção civil com relação à impermeabilização dessas coberturas nas áreas urbana. Mas, para essa meta ser atingida o planejamento de soluções sustentáveis é o ponto inicial para minimizar os impactos ambientais e maximizar a conservação dos recursos naturais, sem deixar de atender simultaneamente as especificações que caracterizam um bom desenvolvimento como a qualidade, desempenho e custo. Através de projetos consolidados para um desenvolvimento sustentável, uma nova trajetória no setor da construção civil mudaria o quadro gradativamente nos impactos ambientais.

Tendo em vista que as inovações e concepções dos ambientes construídos procuram a funcionalidade, a harmonia e a integração com o meio no qual o homem se encontra inserido, buscando um novo modelo de desenvolvimento que responda a estas questões, ou seja, um desenvolvimento sustentável, o presente trabalho de projeto de engenharia vem propor um novo modelo de cobertura, sendo esta, uma cobertura verde sustentável, a qual pode ser uma das possíveis soluções para a mudança no quadro das obras públicas da cidade de Manaus/AM, onde se encontra inserida diversas obras de infraestrutura, porém, com uma certa escassez, com relação às construções sustentáveis.

A cobertura verde proporciona melhorias quanto ao conforto térmico e acústico por causa da vegetação e do solo presente nela. Benefícios, tais como a possibilidade de acessibilidade e apelo estético para os ocupantes da edificação, são proporcionados pelo uso da cobertura verde, a qual também apresenta potencial de proteger a estrutura contra a ação dos raios ultravioletas, aumento de temperatura, efeitos do vento, contração e retração estrutural, aumentando a durabilidade da estrutura da cobertura.

A sua importância para o meio ambiente e a contribuição para o desenvolvimento de construções sustentáveis na região metropolitana de Manaus, podem servir como uma ótima solução para a redução das ilhas de calor nos centros urbanos, auxiliando no conforto térmico do ambiente externo tanto em pequenas como em grandes áreas (com a expansão da cobertura), melhorando também no sistema de drenagem das águas pluviais na cidade, pois há uma considerável retenção de água da cobertura verde em relação as demais coberturas convencionais, especialmente pelo método do sistema extensivo, que possui como características principais uma estrutura mais leve (por possuir camadas com pequenas espessuras), pouca manutenção, tolerante a situações climatológicas variáveis (dependendo da vegetação sobreposta na laje), sendo que a sua camada vegetal são derivadas de plantas, cuja raízes são rasteiras e não profundas no solo, trazendo assim, todos os demais benefícios citados anteriormente referentes à cobertura verde.

Considerando o assunto supracitado, a contribuição dessas informações na escolha de um novo modelo de cobertura para os abrigos de ônibus na cidade de Manaus/AM, proporcionaria um passo inicial

para um desenvolvimento nos novos métodos construtivos voltados para a sustentabilidade nas obras públicas da região. Haja vista, que os abrigos não são tão valorizados como deveriam ser, porém, com uma proposta derivada de soluções projetuais, que consiste na utilização de cobertura verde sustentável, o projeto elaborado neste contexto estaria condicionado a técnicas e referências que contribuirão para o crescimento e avanço dos novos métodos construtivos das coberturas nas obras públicas da capital, ocasionando e estimulando novos projetos para que obras com coberturas verdes sustentáveis venham ser implantadas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Este artigo utilizará pesquisas sobre obras executadas com a cobertura verde sustentável em outras regiões, que serão obtidas por meio de contatos pela internet, consultando empresas especializadas no método construtivo, as quais elaboram projetos para construções que aplicam o conceito do ecotelhado como uma cobertura sustentável. Serão pesquisadas referências bibliográficas que possibilitam um melhor entendimento para a elaboração do projeto proposto, como arquivos, monografias, revistas científicas e projetos de engenharia civil. Especificando também as referências normativas consolidadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), sendo que no presente projeto as normas previstas à serem utilizadas estão relacionadas à parte estrutural da laje pré-moldada consolidada pela NBR 8953/1992 - Concreto para fins estruturais e a NBR 6118/2007 - Projeto de estrutura de concreto, como também as demais normas relacionadas ao processo de execução dos métodos construtivos à serem observados, as quais estão descritas no item 3.6 do presente trabalho, no seu respectivo subitem de detalhamento construtivo da laje.

Serão feitas observações no tipo de cobertura mais recente construída de concreto pré-moldado nos abrigos de ônibus em Manaus, através de consultorias nos órgãos públicos responsáveis pelas obras dos abrigos de ônibus na capital, sendo um deles a Secretaria Municipal de Infraestrutura (SEMINF) para levantamentos de dados, recolhendo informações sobre os valores máximos da obra, para os possíveis comparativos nos custos do modelo a ser implantado com o novo método de cobertura, especificando seus pontos negativos e positivos, elaborando a planilha orçamentária do custo de implantação do projeto, através de consultorias que serão realizadas no mercado local e na tabela da SEINFRA (atualizada), ilustrando também com desenhos técnicos as partes principais da cobertura verde sustentável.

Serão utilizadas ferramentas computacionais como os softwares AutoCad e Sketchup para a elaboração do projeto da cobertura com especificações dos pontos principais das camadas na sua estrutura.

O presente artigo também apresentará cálculos das cargas permanentes da estrutura da cobertura projetada em laje, considerando as normas técnicas para a elaboração da mesma como a NBR 6118:2003 - Projeto de Estrutura de Concreto e a NBR 8953:2015 - Concreto para Fins Estruturais, utilizando também para fins de cálculo os pesos específicos das camadas que compõe a cobertura verde sustentável e que ficarão sobrepostas na parte estrutural da cobertura (laje), os quais serão obtidos através de pesquisas voltadas para os tipos de camadas à serem implantadas.

Diante do exposto será feito um estudo de cada camada, levando em consideração o tipo de vegetação a ser usada para a cobertura verde, consultando especialistas que trabalham no INPA para selecionar a vegetação viável e resistente ao clima da região. Analisando também com a orientação e cooperação de um arquiteto o modelo ideal para o projeto da cobertura verde, especificando os principais detalhes arquitetônicos para um design que caracterize o abrigo como uma cobertura sustentável com peculiaridades verdes que deixam aspectos da região Amazônica no seu conceito quanto à proteção do meio ambiente.

2.1 Componentes que farão parte do projeto na cobertura verde sustentável do abrigo

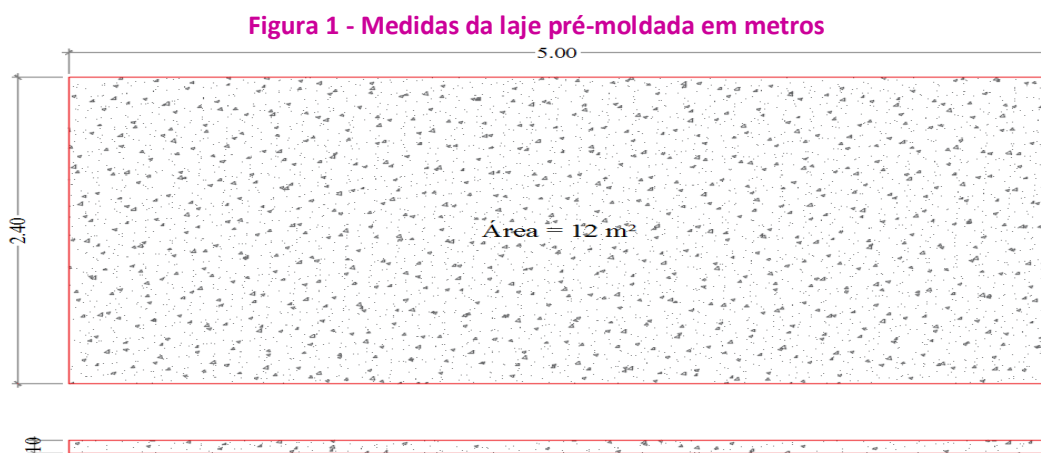
2.1.1 Detalhes construtivos

Este item tem por objetivo estabelecer as partes principais da cobertura, com suas respectivas camadas, caracterizando a sua funcionalidade e a sua importância na fase de execução do projeto, tais como

as especificações dos materiais que serão utilizados nos respectivos serviços para a completa elaboração da cobertura.

2.1.2 Laje pré-moldada

Sendo um elemento estrutural, cuja fabricação não será realizada *in loco*, será considerada a carga permanente (peso próprio da laje) e os elementos fixos sobre ela, os quais farão parte também da carga permanente, que nesse caso, serão as cargas representadas pelas camadas sobrepostas na laje, a qual será confeccionada por uma empresa terceirizada, especializada nessa área de atividade, sendo repassada para a mesma todo o procedimento dos dados principais do projeto, feitos com base nos cálculos realizados para obtenção de uma máxima resistência, tanto da compressão como da tração, respeitando as normas já citadas (NBR 6118:2003 e NBR 8953:2015), com o objetivo de suprir toda a carga que será posta sobre ela, sendo que as dimensões (largura, comprimento e espessura) da laje serão repassados para a empresa de acordo com o projeto ilustrado na Figura 1 a seguir:



(Fonte: autor, 2015)

Com as dimensões da laje no projeto a cima ilustrado, poderão ser feitos os cálculos concernentes as cargas permanentes, ou seja, o peso próprio da laje pré-moldada, a qual é definida na NBR 6118:2003, no item 3, como um tipo de carga que é constituído pelo peso próprio da estrutura e pelo peso de todos os elementos construtivos fixos e instalações permanentes. Considerando também o peso específico do concreto armado de 25 KN/m³ para avaliação do peso próprio. Sendo assim o cálculo da carga permanente (g) será:

$$g = 0,10\text{m} \times 25 \text{ KN/m}^3 \text{ (espessura da laje multiplicado pelo peso específico do concreto armado)}$$

$$g = 2,5 \text{ KN/m}^2$$

Com a medida em m² após a multiplicação pela espessura da laje, no próximo passo se multiplicará a carga 2,5 KN/m² pela área da laje conforme o projeto na figura 1, logo:

$$g = 2,5 \text{ KN/m}^2 \times 12\text{m}^2$$

$$g = 30 \text{ KN}$$

Sendo acrescentada também no peso próprio a carga da mureta no perímetro da laje, a qual servirá como uma parede para a colocação das camadas sobre a laje (ver apêndice 02 – Projeto 01), onde a sua altura será de 13cm (ver apêndice 01 – Prancha 01), sendo esta multiplicada pela área que será de:

$$\text{A mureta} = (\text{perímetro da laje} \times \text{espessura})$$

$$\text{A mureta} = (14,80 \text{ m} \times 0,05 \text{ m})$$

$$\text{A mureta} = 0,74 \text{ m}^2$$

Com isso, o peso próprio total da laje pré-moldada será:

$$g = 30 \text{ KN} + (0,74 \text{ m}^2 \times 0,13 \text{ m} \times 25 \text{ KN/m}^3)$$

$$g = 32,41 \text{ KN}$$

A empresa terceirizada também deverá seguir os seguintes procedimentos quanto a execução da estrutura pré-moldada, a qual possuirá um caimento interno de 2% para o escoamento superficial, sendo estas, especificações regidas por normas referentes ao processo executivo de estruturas de concreto.

- a) Nas diretrizes para a execução da laje em questão, será considerada a armadura de aço para a estrutura em geral, CA-50A até $\varnothing 10\text{mm}$, com corte e dobra por sistema industrializado fora da obra.
- b) As barras de aço que serão utilizadas para a armadura da peça de concreto armado(laje), como também sua montagem, deverão atender às prescrições normativas: NBR 6118:2003, NBR 7187:2002 e NBR 7480:2007, nas quais a NBR 6118:2003 descreve no item 10.5 que a armadura deverá ser colocada no interior das formas de modo que, durante o lançamento do concreto, se mantenha na posição indicada no projeto, conservando-se inalteradas as distâncias das barras entre si e as faces internas da forma
- c) As barras deverão apresentar suficiente homogeneidade quanto as suas características geométricas e não apresentar patologias tais como corrosão, bolhas, esfoliações e fissuras.
- d) A armadura da laje terá cobertura de concreto de acordo com a espessura descrita no projeto e na norma NBR 6118:2003 no item 6.3.3.1, destacando que qualquer barra de armadura, inclusive de distribuição, de montagem e estribos, deve ter cobertura de concreto pelo menos igual ao seu diâmetro, mas não menor que as espessuras descritas no referido item da norma.
- e) O arame usado para a armadura de concreto será fio de aço recozido preto nº 18 BWG, onde segunda a NBR 6118:2003 no item 10.15 descreve que nas lajes, deverá ser feita amarração das barras, de modo que em cada uma destas o afastamento entre duas amarrações não exceda os 35 cm.
- f) As barras de aço deverão ser limpas de qualquer substância prejudicial à aderência, retirando as camadas eventualmente agredidas por oxidação. A limpeza da armação deverá ser realizada fora da sua respectiva forma.
- g) O corte das barras será realizado sempre a frio, vedada a utilização de maçarico.
- h) Para manter o posicionamento da armadura durante as operações de montagem lançamento e adensamento de concreto, deverão ser utilizados fixadores e espaçadores, a fim de garantir o cobertura mínimo, os quais serão totalmente envolvidos pelo concreto, de modo a não provocarem manchas ou deterioração nas superfícies externas.
- i) Antes e durante o lançamento do concreto, as plataformas de serviços deverão estar dispostas de modo a não acarretar deslocamento da armadura.

Diante do exposto, será também levado em consideração as seguintes observações e detalhes em relação ao concreto estrutural(FCK = 20Mpa) utilizado no método construtivo da laje. Os materiais que serão utilizados atenderá às normas NBR 5732:1991 e NBR 5733:1991.

- j) Os agregados, tanto graúdos quanto miúdos, atenderão às prescrições das normas NBR 7211:2009 e NBR 6118:2003, bem como as especificações de projeto quanto às características e ensaios.
- k) Será utilizado seixo de pedra brita provenientes de rochas estáveis, isentas de substâncias nocivas ao seu emprego, como gravetos, material pulverulento, argilas, entre outros. Sendo que o agregado graúdo será uniforme, com pequenas incidências de fraguimentos de forma lamelar, enquadrando-se a sua composição granulométrica na especificação da norma NBR 7211:2009.
- l) Quanto ao agregado miúdo, será utilizada areia natural quartzosa ou artificial resultantes da britagem de rochas estáveis, com uma granulometria que se enquadre na especificação da norma NBR 7211:2009. Deverá também estar isenta de substâncias, tais como mica, materiais friáveis, gravetos, matéria orgânica, argila e outros materiais.
- m) A água utilizada no amassamento do concreto será limpa e isenta de siltes, sais, álcalis, ácidos, óleos, matéria orgânica ou qualquer outra substância prejudicial à mistura (em princípio, será usada água potável).
- n) A fixação do fator água cimento(Fck), deverá considerar a resistência, a trabalhabilidade e a durabilidade do concreto, bem como as dimensões e acabamentos da peça(laje).

- o) A quantidade de água usada no concreto será regulada para se ajustar as variações de umidade nos agregados, no momento de sua utilização na execução dos serviços. Haja vista que as utilizações de aditivos aceleradores de pega poderão ser usados em consonância com o projeto estrutural da laje
- p) O controle da resistência do concreto obedecerá ao disposto no item 15 da NBR 6118:2003. Com a confecção da armadura e do concreto estrutural, os mesmos serão colocados e lançados na forma da laje para a sua moldagem final, a qual será em chapa de madeira compensada e plastificada de 12 mm. Sendo assim, a mesma deverá seguir as seguintes observações:
- q) A posição da forma - prumo e nível - será objeto de verificação rigorosa e permanente, principalmente durante o processo de lançamento do concreto. Quando necessária a correção será efetuada imediatamente com o emprego de escoras ou outros meios de procedimentos, para que haja um lançamento eficaz com um bom desempenho na vibração do concreto.
- r) A forma será mantida até que o concreto tenha adquirido resistência para suportar com segurança o seu peso próprio para não sofrer danos durante a desforma. Haja vista a fabricação completa da laje pré-moldada, a mesma será transportada por um caminhão guincho de 8 T MUNCK até o local da sua implantação, onde será colocada na posição conforme o projeto (ver apêndice 3), fixando os furos da laje pré-moldada nas ferragens das cabeças dos pilares, as quais possuirão 10 cm de sobra, sendo esta a mesma medida da espessura da laje.

2.1.3 Camada impermeabilizante

Com a laje confeccionada é imprescindível a sua impermeabilização, devido a acumulação da água da chuva na cobertura, pois havendo infiltração na mesma, diminuirá a sua vida útil, ocasionando também possíveis transtornos para aqueles que esperam o transporte público no abrigo. Tendo em vista a grande variedade de materiais existentes no mercado para proteção impermeabilizante da cobertura, o material escolhido para ser usado na execução da impermeabilização da laje será a manta asfáltica, por possuir uma alta resistência contra infiltrações com um tratamento antirraiz, que possibilitará o desenvolvimento da vegetação sem afetar a estrutura da laje.

Haja vista, que a espessura da manta asfáltica será de no máximo 3mm, a execução da camada impermeabilizante será de acordo com o manual técnico estabelecido pelo fabricante, que por sua vez, detalhará os procedimentos para colocação correta do produto sobre a laje, a qual será realizada por um profissional que possui experiência na área de execução do serviço descrito, o qual será realizado pela empresa terceirizada que confeccionará a laje, entregando a mesma já impermeabilizada.

2.1.4 Camada drenante

Com o desenvolvimento tecnológico no mercado da construção civil o sistema de drenagem se torna amplo com vários produtos que possibilitam a realização desses tipos de serviços, com maior eficiência e economia. Sendo assim, o material escolhido que será utilizado para suprir essa função na cobertura verde, será o geocomposto MacDrain, (produto sintético que drena as águas de infiltração e percolação do solo) fabricado pela empresa Maccaferri, que além de ajudar na drenagem, protegerá a superfície contra choques mecânicos ou contato com as raízes da vegetação, evitando assim o comprometimento da estrutura da laje.

Um material leve, com espessura mínima de 12,56 a 13mm de fácil manuseio e simples instalação, mais econômico e prático quando comparado às soluções tradicionais em brita mais geotêxtil, não contaminante e resistente a ataques químicos e biológicos, possui elevada capacidade de vazão com performance maior de drenagem em relação às compostas por brita mais geotêxtil e evita carregamento das partículas do solo e a consequente perda de vazão do sistema drenante (Maccaferri, 2015). As características técnicas do material poderão ser observadas no anexo 01, disponibilizada para mais informações e detalhes do produto. Sua instalação será realizada por um profissional que seguirá as diretrizes de uso estabelecido pelo manual técnico do produto.

Sendo assim, seguindo com os procedimentos das camadas sobrepostas na laje (que estará impermeabilizada), a próxima que fará parte desse sistema será a camada drenante a cima descrita, que terá como função dar vazão ao excesso de água, que não serão absorvida pela vegetação e pelo solo, sendo destinadas e direcionadas para o receptor de águas pluviais (tubo de coleta d'água) de 40mm, o qual será instalado na laje conforme mostra a figura 2 a seguir.



(Fonte: autor, 2018).

2.1.5 Camada de areia com substrato (terra vegetal)

Depois da colocação finalizada da camada drenante sobre a cobertura impermeabilizada da laje, o próximo passo que será dado no processo do sistema, será a colocação de uma camada de areia com substrato (terra vegetal) por cima do dreno MacDrain, cuja espessura será de 8 cm, que deverá possuir uma boa drenagem, com estabilidade física e química, apresentando consistência que lhe permitirá reter a água para absorção pelas plantas, apresentando também uma ótima composição mineral de nutrientes para o sucesso no desenvolvimento da vegetação.

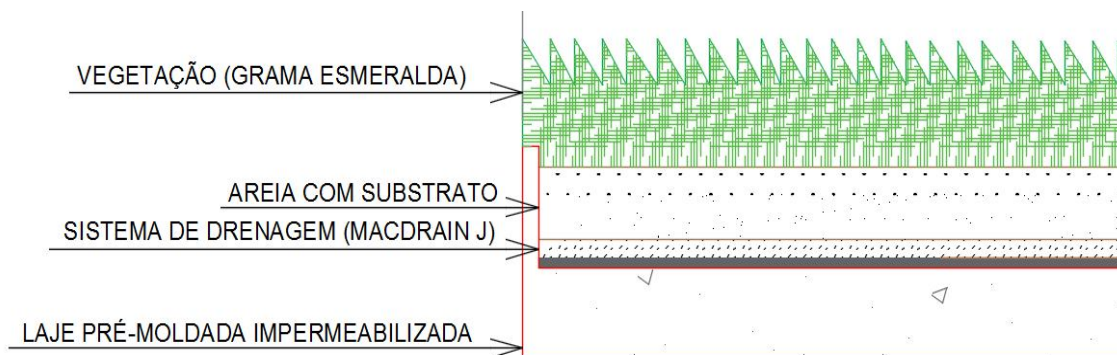
2.1.6 Camada vegetal

Considerando o clima da região metropolitana da cidade de Manaus, o presente trabalho estará realizando pesquisas e recolhendo dados que possibilitarão as escolhas certas, com relação ao tipo de vegetação a ser usada na cobertura.

Através de visitas que serão feitas no Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA), abordando pesquisadores na área, os quais indicarão o tipo de vegetação viável e compatível com o clima da região, a qual possuirá características, tais como raízes rasteiras, resistência e que exigirão pouca rega e poda, o que facilitará na sua manutenção.

Como o sistema da cobertura verde será extensiva a vegetação possivelmente escolhida para este projeto será a *Zoysia Japonica Steude* (grama esmeralda), sendo que suas principais vantagens estarão no seu grande efeito ornamental, com baixo índice de infestação de plantas daninhas, possuindo baixa manutenção e facilidade no plantio (TETO VERDE, Gouvêa, 2011). Características que proporcionarão durabilidade e fácil adaptação, o que manterá a estética do paisagismo na cobertura do abrigo, como também o conforto térmico, o qual trará o bem-estar para aqueles que estarão debaixo da cobertura aguardando o transporte público.

Sendo assim, a cobertura estará completa com todas as camadas descritas anteriormente, como pode ser observado na figura 5 a baixo.

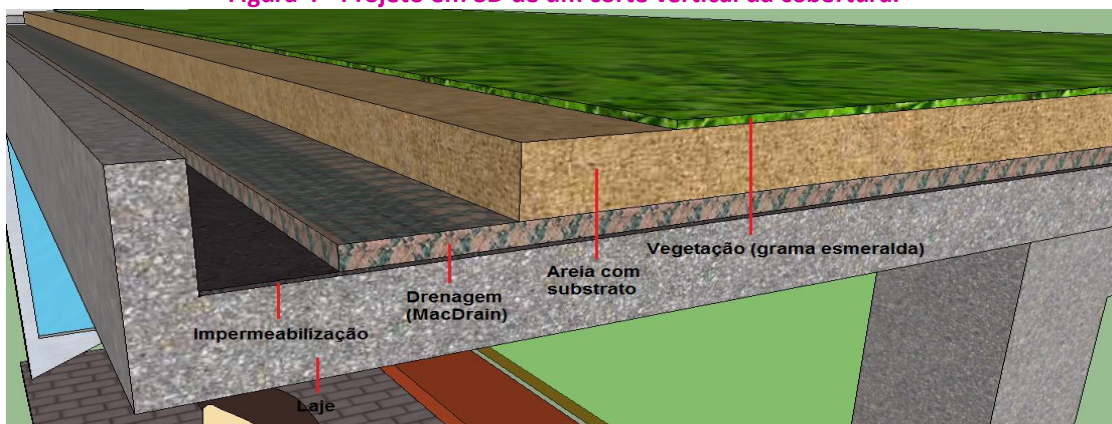
Figura 3 - Visualização das camadas sobrepostas na estrutura da cobertura

Fonte: Próprio autor, 2018.

Portanto, com a última camada da cobertura o aspecto da estrutura passará a ser observado como uma construção sustentável, por possuir uma área verde vegetal extensiva sobre o abrigo.

3. RESULTADOS

Tendo em vista a importância de destacar as camadas da cobertura verde sustentável do abrigo pelo sistema extensivo, o presente projeto contará também com uma projeção mais detalhada e ampla da cobertura com as suas respectivas camadas, mostrando assim uma visualização da estrutura em um corte 3D na vertical, como mostra a figura 4 a seguir.

Figura 4 - Projeto em 3D de um corte vertical da cobertura.

Fonte: Próprio autor, 2018.

Visto que as camadas sobrepostas na laje farão parte da carga permanente por serem elementos construtivos fixos, logo, o valor da carga permanente da laje encontrado de 32,41 KN (peso próprio) será somado com a carga das camadas já citadas anteriormente, tais como a camada drenante (MacDrain J) e a areia com substrato (terra vegetal), que para efeito de cálculo será levado em consideração o valor corresponde à espessura das camadas com a área da laje já impermeabilizada, desenvolvendo assim o cálculo a seguir.

Área da laje (A) = 12 m²;

Espessura da camada da areia com substrato (e) = 0,08 m;

Peso específico da areia com substrato (γ) = 1700 Kg/m³ (terra vegetal úmida).

Com os dados a cima, o cálculo da carga da camada em questão será:

$$C = (12 \text{ m}^2 \times 0,08 \text{ m} \times 1700 \text{ Kg/m}^3) / 12 \text{ m}^2$$

$$C = 136 \text{ Kg/m}^2$$

O qual junto com o geocompostodrenante de 1 Kg/m² (peso segundo especificação do produto) somará 137 Kg/m², levando também em consideração a vegetação vendida em placas que pesam aproximadamente 20 Kg/m², totalizando uma carga de 157 Kg/m² que multiplicada pela área total da laje de 12 m² dará uma massa de 1.884 Kg, a qual multiplicada pela gravidade de 9,8 m/s² resultará em uma força (peso) de 18.463,2 N. Logo, o cálculo final da carga permanente (g) será:

$$g = 32,41 \text{ KN} + (18.463,2 \text{ N} / 1000)$$

$$g = 32,41 \text{ KN} + 18,46 \text{ KN}$$

$$g = 50,87 \text{ KN}$$

4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Sendo esse valor repassado para a empresa terceirizada, a qual confeccionará a laje pré-moldada de acordo com o projeto elaborado, seguindo as dimensões estabelecidas e, considerando a carga permanente encontrada para o dimensionamento correto da estrutura.

Com os valores obtidos da média do mercado local e da tabela da SEINFRA, o custo para a execução da cobertura verde sustentável terá um valor estimado calculado a cima na tabela 1, sendo que no item 2.0 (referente à camada drenante), o geocomposto escolhido para o sistema de drenagem não se encontra na lista de materiais da tabela da SEINFRA, por ser um produto novo no mercado, o mesmo possui suas características que elevam o seu grau de qualidade no sistema, como já descrito no tópico "materiais e métodos", no item 3.6.1.3 da camada drenante, a qual substitui o seixo e a brita, ou até mesmo a argila expandida, que seriam utilizados em seu lugar, sendo estes materiais encontrados na tabela da SEINFRA, cujo peso são bem mais elevados na estrutura, se comparados com o geocomposto utilizado no projeto.

CONCLUSÃO

Sendo assim, os valores dos custos totais de implantação do projeto poderão variar de acordo com o mercado de construção e as atualizações dos preços na tabela consultada, como também o método construtivo que será utilizado. Porém, para este projeto, o custo será estimado como calculado na referida planilha orçamentária supracitada.

REFERÊNCIAS

_____. **NBR 5732**:1991 - Cimento portland comum.

_____. **NBR 5733**:1991 - Cimento Portland de alta resistência inicial.

_____. **NBR 6118**:2003 - Projeto de Estrutura de Concreto.

_____. **NBR 7187**:2002 - Projeto de pontes de concreto armado e de concreto protendido.

_____. **NBR 7211**:2009 - Agregados para concreto - especificação.

_____. **NBR 7480**:2007 - Barras e fios de aço destinados a armaduras para estruturas de concreto armado.

_____. **NBR 8953**:2015 - Concreto para fins estruturais.

ABNT - **Associação Brasileira de Normas Técnicas**.

GOUVEA, TETO VERDE: **Uma proposta ecológica e de melhoria do conforto ambiental a partir do uso de coberturas vegetais nas edificações**, 2011, 12 f. Experimento, Minas Gerais.

Maccaferri, MacDrain J. (**geocomposto para drenagem**), **características técnicas**, 2009.