

Estudo de viabilidade econômica para utilização de telhado verde em empreendimentos de Interesse social com a utilização de estrutura aporticada

Economic feasibility study for the use of green roofs in enterprises of social interest with the use of aporticada structure

Bruna Bueno, Acadêmica do curso de Engenharia Civil, UNIJUI.
Bru_gi_bueno@hotmail.com

Eder Claro Pedrozo, Professor do curso de Engenharia Civil, UNIJUI.
Eder_claropedrozo@yahoo.com.br

Fernanda de Marco, Acadêmica do curso de Engenharia Civil, URI-FW
fernanda_demarco@hotmail.com

Lucas Carvalho Vier, mestrando em Engenharia Civil, UFSC lucascarvalho051@gmail.com

Resumo

A cobertura verde gera diversos benefícios, não somente ambientais, mas também traz conforto térmico para as edificações diminuindo o consumo de energia elétrica. O estudo objetiva verificar a viabilidade econômica para implantação da cobertura verde em habitações de interesse social. A pesquisa foi realizada com base em um loteamento HIS da cidade de Santa Rosa – RS. Inicialmente foi elaborado para o projeto original dessas habitações, um novo projeto arquitetônico com cobertura verde, posteriormente, realizou-se o projeto estrutural do mesmo. Com os projetos finalizados, foram elaborados os orçamentos para a edificação com cobertura convencional que foi construída no loteamento em estudo e o orçamento da edificação com cobertura verde. Como complemento do estudo foi realizado uma pesquisa de campo, verificando a aceitação da cobertura verde.

Palavras-chave: Habitação de interesse social, sustentabilidade, viabilidade econômica.

Abstract

Green coverage generates several benefits, not just environmental benefits, but also brings thermal comfort to such buildings as decreasing or consumption of electricity. The study aims to verify the economic viability for the implementation of the green cover in broad beans. A research was carried out based on a HIS allotment of the city of Santa Rosa - RS. Initially it was elaborated for the original habitation project, a new architectural project with green cover, later, the structural project of the same one was realized. With the completed projects, the budgets for a building with conventional coverage were elaborated that was constructed in the study lot and study of the building with green cover. As a complement of the study was carried out with field research, verifying the acceptance of the green cover.

Keywords: Housing of social interest, sustainability, economic viability.

1. Introdução

Na busca pela redução dos problemas habitacionais do país tem-se as Habitações de Interesse Social (HIS) que são importantes para uma grande parcela da população que não tem acesso a moradia própria. Segundo Fittipaldi (2008), essas habitações se diferem de qualquer outra residência, pois seus usuários possuem poucos recursos financeiros. Dessa forma, os projetos desenvolvidos buscam minimizar custos, por exemplo, ocorre uma redução das áreas dos cômodos com a finalidade de tornar o projeto mais simples possível (CECCHETTO et al, 2015).

Segundo Moretti e Fernandes (2000), como consequência ao crescimento urbano desordenado, a população constrói diversas habitações em locais irregulares como áreas verdes, áreas de alagamentos ou até mesmo áreas particulares invadidas, dando origem a loteamentos clandestinos. Conforme o mesmo autor, as habitações populares que atualmente são construídas, têm como função principal, readequar as famílias que estavam morando em áreas irregulares,

As habitações de interesse social estão interligadas com fatores tanto econômicos e sociais, quanto ambientais, sendo garantida pela constituição como direito da população menos favorecida (ABREU, 2012). Como toda a construção, as habitações populares também geram grande impacto ambiental, dessa forma, várias iniciativas para construções de habitações sustentáveis são incentivadas, com o objetivo de minimizar esse problema. Segundo Idhea (2003), pode se definir construção sustentável como sendo alterações conscientes no meio ambiente, atendendo as necessidades das edificações e mantendo a qualidade de vida para a geração contemporânea e para a geração futura.

Nesse contexto, para conseguir que as habitações populares sejam sustentáveis no momento do projeto deve ser priorizada a utilização de energias renováveis, sistemas de coleta de água da chuva e materiais sustentáveis (VILLELA, 2007). Existem várias soluções simples que embora sejam princípios da elaboração de projetos arquitetônicos, em muitos projetos de HIS não são considerados. Segundo Cecchetto et al (2015), essas soluções podem ser orientação solar, iluminação natural e ventilação adequada conforme as condições climáticas. Sendo a utilização do telhado verde uma das soluções sustentáveis para as habitações de interesse social e que pode gerar conforto térmico aos usuários. Segundo Spangenberg (2004), o sistema traz grande redução de temperatura para edificação e seu investimento compensa ambientalmente.

Diversos são os benefícios gerados por esse tipo de cobertura. De acordo com Minke (2004), além da redução de temperatura na edificação as coberturas verdes também apresentam os seguintes benefícios:

- Forma superfícies absorventes de água podendo evitar enchentes;
- Através da fotossíntese produz oxigênio;
- Diminui a formação de ilhas de calor;
- Protege a estrutura de fatores desgastantes como insolação e intempéries;
- Melhoria na qualidade de vida dos usuários;
- Cobertura pode ser utilizado como um espaço de recreação e lazer.

A aglomeração de pessoas nas áreas urbanas, exige cada vez mais às construções de edifícios, casas e calçadas, diminuindo de forma crescente as áreas verdes (RIGHI, 2016). Dessa forma, Righi (2016) em sua pesquisa evidencia que a utilização do telhado verde é uma técnica sustentável, pois tem como função principal, aumentar a área verde nos grandes centros. No entanto, é válido ressaltar que o custo de manutenção desse sistema pelo morador da HIS pode ser muito alto em função da sua renda. Nessa perspectiva, insere-se esse estudo que busca minimizar os impactos gerados pela construção civil e tem como objetivo verificar a viabilidade econômica da implantação de cobertura verde em habitações de interesse social por meio da utilização de estrutura aporticada para suporte das cargas.

2. Metodologia

A pesquisa foi realizada com base em um loteamento de habitações de interesse social da cidade de Santa Rosa – RS. Inicialmente foi elaborado para o projeto original dessas habitações, um novo projeto arquitetônico com cobertura verde, onde foi necessário ajustar as espessuras das paredes. Posteriormente, realizou-se os cálculos estruturais, considerando um sistema de concreto armado, para suporte das cargas da cobertura verde no novo projeto. Com os projetos finalizados, foram elaborados os orçamentos para a edificação com cobertura convencional que foi construída no loteamento em estudo e o orçamento da edificação com cobertura verde. O comparativo de custos se deu considerando que a casa fosse estruturada com estrutura em concreto armado maciço, a avaliação do custo não considerou, por exemplo, a utilização de blocos estruturais nas paredes ou lajes pré-fabricadas (mais leve) para fazer a comparação o que poderia acarretar em um menor custo. Como complemento do estudo foi realizada uma pesquisa de campo, entrevistando os usuários sobre a aceitação da cobertura verde, as entrevistas foram realizadas em 44 unidades habitacionais conforme cálculo amostral com erro de 5%.

3. Resultados e Discussões

Inicialmente foi realizado o ajuste no projeto original em função da aplicação no novo sistema construtivo, dessa forma, as larguras das paredes foram alteradas de 15 cm (projeto original) para 25 cm, a fim de não deixar as vigas necessárias para o novo modelo construtivo de forma aparente. Com a alteração no projeto teve-se uma nova área útil de 38,24 m² enquanto o projeto original a mesma área era de 37,90 m², não tendo uma alteração significativa. Também a área total que no projeto original era de 44,14m² passou a ser de 49,13m². A Figura 1 apresenta a planta baixa da edificação com as alterações realizadas no projeto.

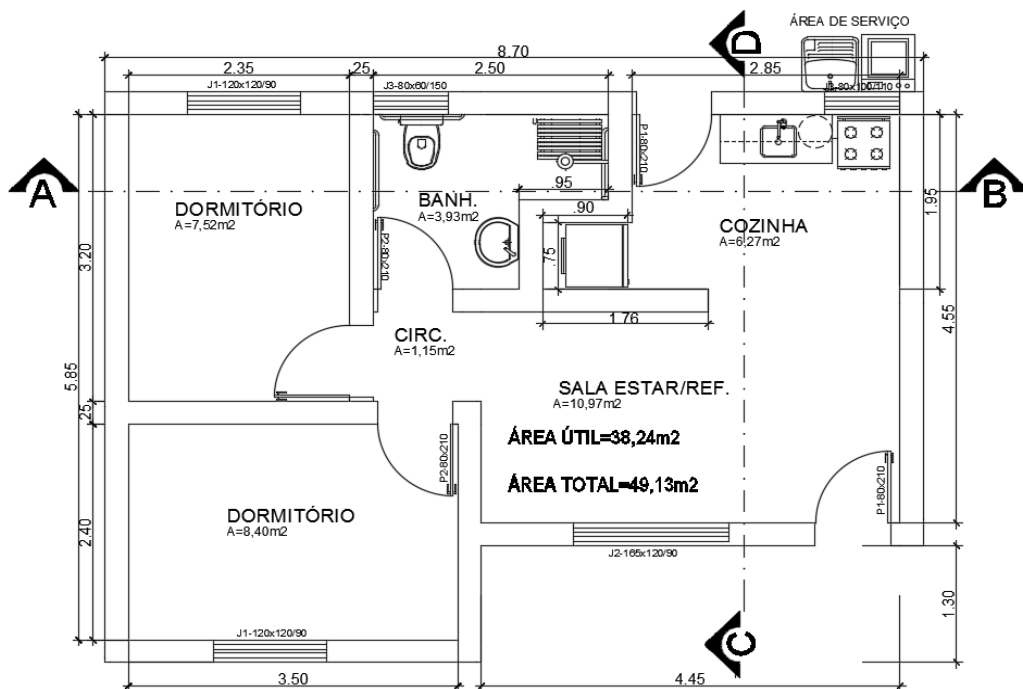


Figura 1: Planta baixa modificada. Fonte: Autoria Própria

Foram realizados dois cortes para mostrar os detalhes do projeto os quais apresentam o novo tipo de cobertura verde que estão nas camadas do telhado. Conforme revisão bibliográfica o tipo de cobertura verde mais indicado para as habitações populares seria a cobertura verde extensiva, pois possui vegetação rasa, tendo-se baixa manutenção e pequena espessura das camadas, consequentemente tem-se menor carga gerada pela implantação do novo sistema construtivo. A Figura 2 apresenta o Corte “AB” do novo projeto.

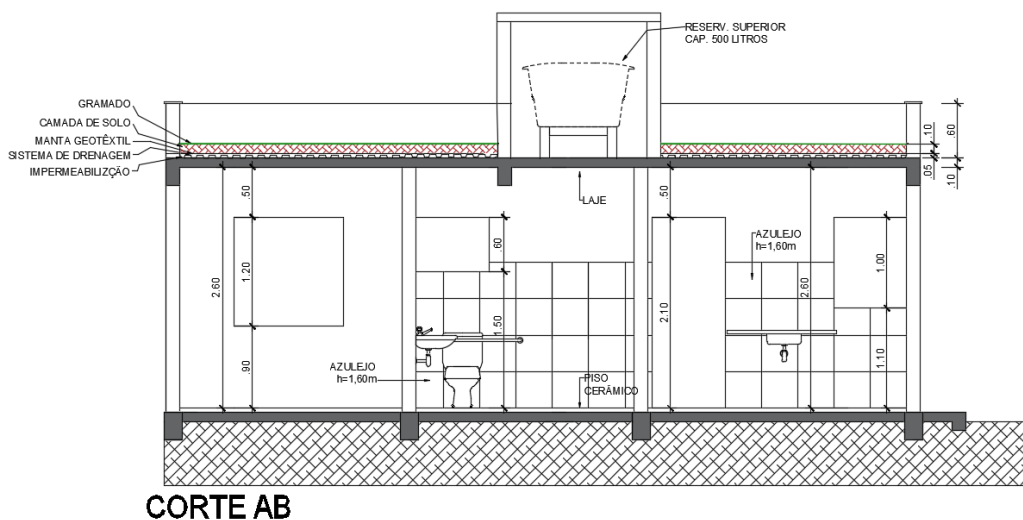


Figura 2: Corte AB. Fonte: Autoria Própria

As camadas da cobertura apresentadas no projeto são constituídas da impermeabilização da laje, sistema de drenagem, manta geotêxtil para evitar que o substrato obstrua o sistema de drenagem, a camada de substrato (solo) e a vegetação raso (apenas grama ou outra vegetação rasteira).

A cobertura verde tipo extensiva como foi projetada para a habitação em estudo, possui uma espessura que varia de 6 a 20 cm, porém para a presente pesquisa foi projetado o telhado verde como sendo de 15 cm mais a vegetação que tem sua variação conforme a manutenção.

A camada de substrato foi projetada com 10 cm, enquanto as demais camadas abaixo do substrato têm um total de 5 cm. A Figura 3 apresenta o corte CD.

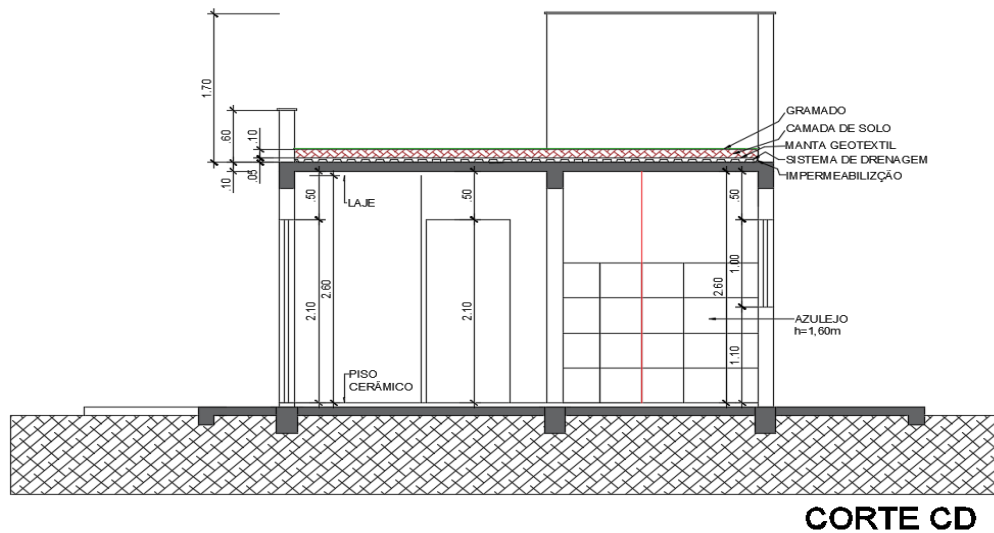


Figura 3: Corte CD. Fonte: Autoria Própria

Observando a Figura 3 é possível verificar que foi projetado também um espaço para o reservatório superior da unidade habitacional com altura de 1,7m. As demais medidas de alturas do projeto original foram mantidas, inclusive o pé direito com apenas 2,6 m. A Figura 4 apresenta a fachada do novo projeto.

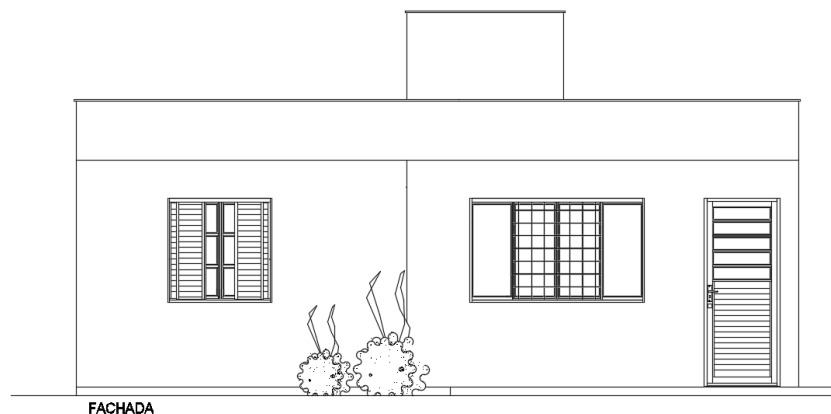


Figura 4: Fachada. Fonte: Autoria Própria

As características principais do projeto original foram mantidas, no entanto, a fachada (Figura 4) teve uma grande mudança, principalmente em função da opção pela platibanda que conforme o projeto tem-se altura de 60 cm. A Figura 5 apresenta o projeto 3D da edificação com telhado verde.



Figura 5: Projeto 3D. Fonte: Autoria Própria

Após elaborar o projeto arquitetônico para a cobertura verde, iniciou-se a elaboração do projeto estrutural para as habitações em estudo. O projeto estrutural em concreto armado foi constituído de lajes maciças, vigas, pilares e fundação, sendo que a estrutura foi modelada e calculada com o auxílio do software CYPECAD. A edificação em estudo tem apenas um pavimento, dessa forma, tem-se a planta de cobertura e a planta de fundação, sendo a estrutura modelada conforme a Figura 6.

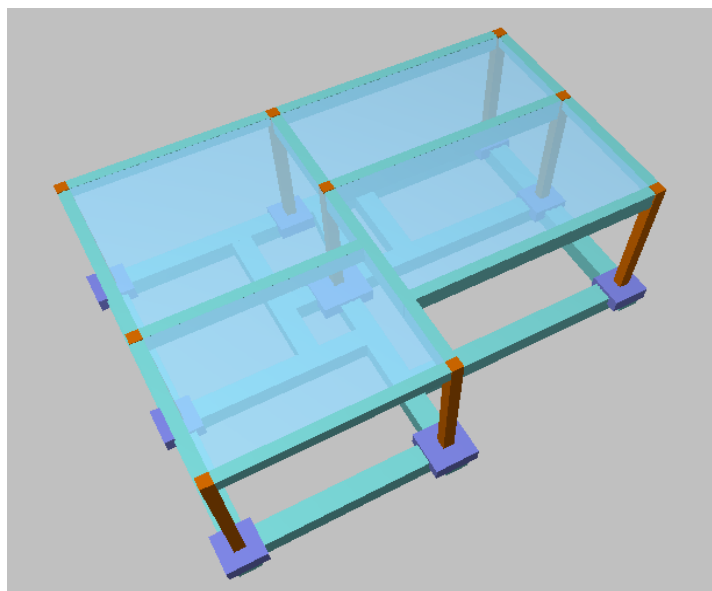


Figura 6: Projeto 3D estrutural. Fonte: Autoria Própria

Observando a Figura 6 é possível visualizar a estrutura da edificação, sendo composta por lajes maciças, vigas para suporte das mesmas, pilares descarregando em blocos de fundação

e vigas baldrames. Nesse contexto, buscou-se evitar problemas como punção, e vigas muito altas. As cargas utilizadas para o cálculo estrutural foram, o peso próprio dos elementos estruturais, carga de utilização da laje de cobertura, e o peso de 150 kg/m² do telhado verde tipo extensivo.

Para desenvolvimento dos cálculos o software CYPECAD utilizou os critérios e combinações estabelecidas pela NBR 6118/2014.

Após a elaboração dos projetos arquitetônico e estrutural, realizou-se os orçamentos para edificação em estudo, inicialmente com cobertura convencional e posteriormente com cobertura verde. Os orçamentos foram realizados com base na tabela SINAPI 10/2017, considerando os encargos sobre a mão de obra e o BDI de 25%.

Para realizar o orçamento da edificação com telhado convencional, foi considerado os serviços iniciais (locação da obra), a movimentação de terra que inclui a escavação das valas para executar a fundação, também o reaterro das valas após a execução dos alicerces.

Na etapa construtiva “infraestrutura” está sendo considerado o lastro de concreto magro no fundo da vala, o alicerce de 40 cm de altura, a cinta de amarração sobre o alicerce e a impermeabilização da fundação.

Para a etapa descrita como paredes, foi considerado a alvenaria e a cinta de amarração superior que tem o objetivo de distribuir as cargas da cobertura de forma uniforme para as alvenarias. A cobertura está inclusa além do madeiramento e telhas, os espelhos e rufos em chapas galvanizadas. O forro considerado é do tipo PVC e a pavimentação está incluso o concreto para o piso da edificação além do revestimento cerâmico necessário. Os revestimentos das paredes foram considerados uma camada de chapisco, emboço em massa única e revestimento cerâmico até 1,6 m de altura na cozinha e no banheiro.

Para as pinturas, foi orçado fundo selador e tinta acrílica para toda a edificação, sem revestimento cerâmico. No orçamento realizado não foi considerado as aberturas e pinturas das mesmas em função de que para a cobertura convencional ou para cobertura verde teria o mesmo valor. A Figura 7 apresenta no orçamento da edificação construída no loteamento em estudo com utilização de telhado convencional.

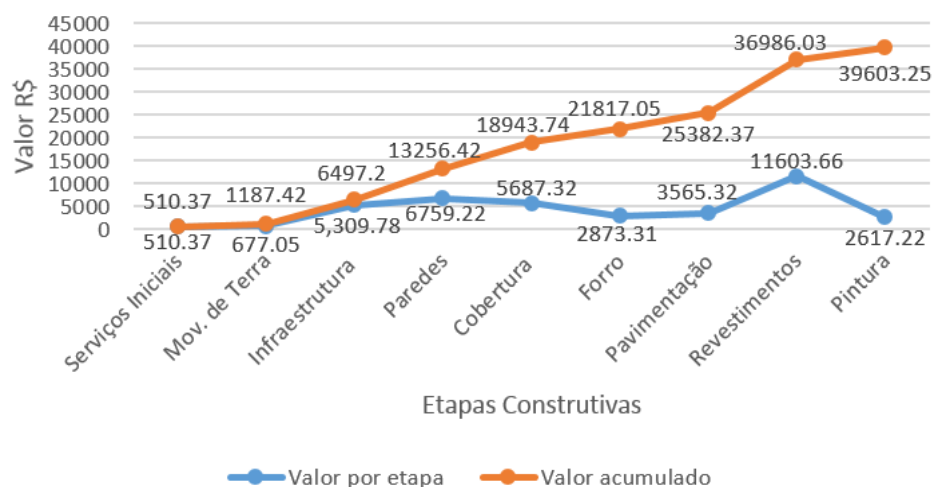


Figura 7: Orçamento da edificação com telhado convencional. Fonte: Autoria Própria

A linha na cor laranja representa o valor acumulado conforme as etapas da obra, chegando a um valor final de R\$ 39.603,25 e na linha de cor azul estão os custos referentes a cada etapa da construção da edificação, tendo menor valor de R\$ 510,37 para os serviços iniciais de locação da obra e maior valor de R\$ 11.603,66 para execução dos revestimentos da edificação.

O orçamento da edificação do telhado verde foi realizado dividindo-se conforme as mesmas etapas para o orçamento elaborado com cobertura convencional, porém as considerações na maioria das etapas foram distintas em função da adequação do projeto original para a utilização de telhado verde. Os serviços iniciais como no orçamento anterior também foram considerados a locação da obra, já na movimentação de terra, foi considerado a escavação dos blocos de fundação e vigas baldrames adotados em projeto.

Para a etapa de infraestrutura foram considerados as fabricações das fôrmas para os blocos de fundações e vigas baldrames, também a amarração e posicionamento das armaduras, além da concretagem dos elementos citados.

Para a etapa de execução das paredes, está sendo considerado os pilares, as vigas para suporte das lajes de cobertura e as alvenarias da edificação. Para a cobertura foram considerados todos os materiais e mão de obra necessária para execução da laje maciça, os elementos para execução da cobertura verde extensiva, as alvenarias da platibanda e caixa do reservatório. Diferentemente do orçamento anterior, para o forro foi considerado uma camada de chapisco e uma camada de massa única.

Na etapa de pavimentação foi considerado uma camada de brita de 8 cm, o concreto e o revestimento cerâmico para a edificação. Para a etapa de revestimentos, também como no orçamento para edificação com cobertura convencional foi considerado a camada de chapisco, emboço para receber pintura, e revestimento cerâmico na altura de 1.6 m no banheiro e na cozinha.

Para etapa de pintura foi considerado uma demão de selador e duas demãos de tinta látex acrílica. A Figura 8 apresenta o orçamento da edificação com telhado verde.

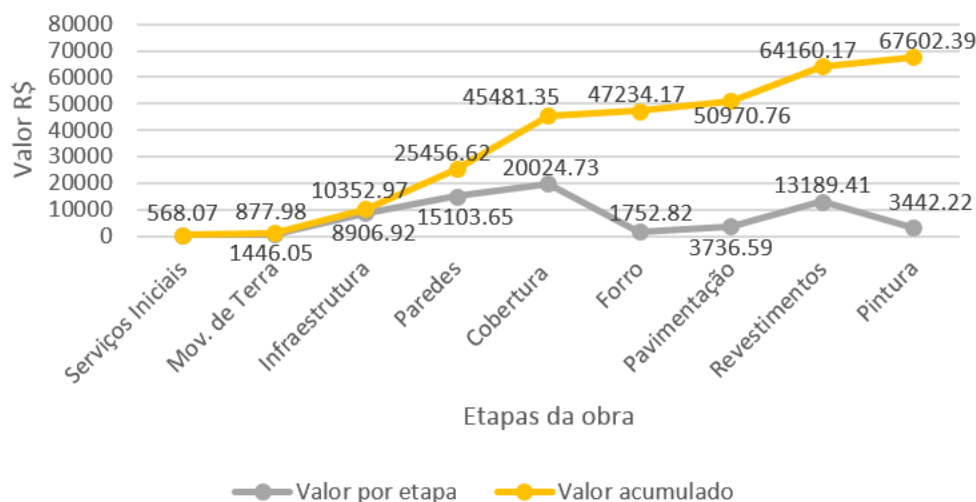


Figura 8: Orçamento da edificação com telhado verde. Fonte: Autoria Própria

Conforme a Figura 8, o custo total para implantação do telhado verde em habitações populares considerando a adequação sugerida para a edificação é de R\$ 67.602,39. Os serviços iniciais têm o menor valor para execução, sendo de R\$ 568,07 e o maior valor é da etapa da cobertura com custo de R\$ 20.024,73. A Figura 9 apresenta o comparativo orçamentário dos dois orçamentos por etapas da obra.

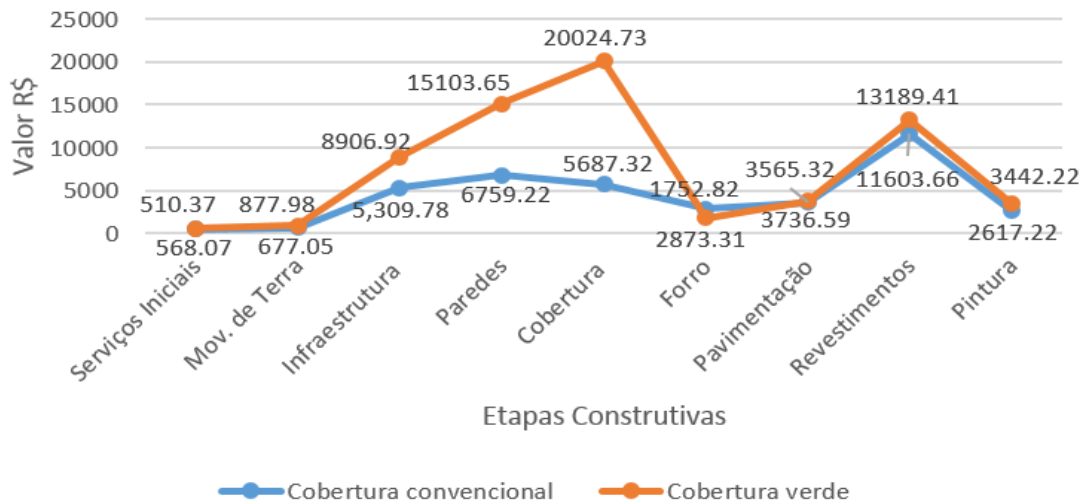


Figura 9: Comparativo orçamentário por etapa. Fonte: Autoria Própria

Conforme a Figura 9, os valores dos dois orçamentos nas etapas de serviços iniciais e movimentações de terra são muito próximos, porém nas etapas de infraestrutura e paredes há uma grande diferença de valores, tendo pico máximo na etapa da cobertura com diferença de R\$ 14.337,41, já as etapas de forro e de pavimentação são as únicas em que o orçamento do telhado convencional é maior que o da cobertura verde. Posteriormente nas etapas de revestimentos e pintura os valores seguem similares com o orçamento maior sendo com o telhado verde. A Figura 10 apresenta o comparativo orçamentário acumulado entre os dois orçamentos.

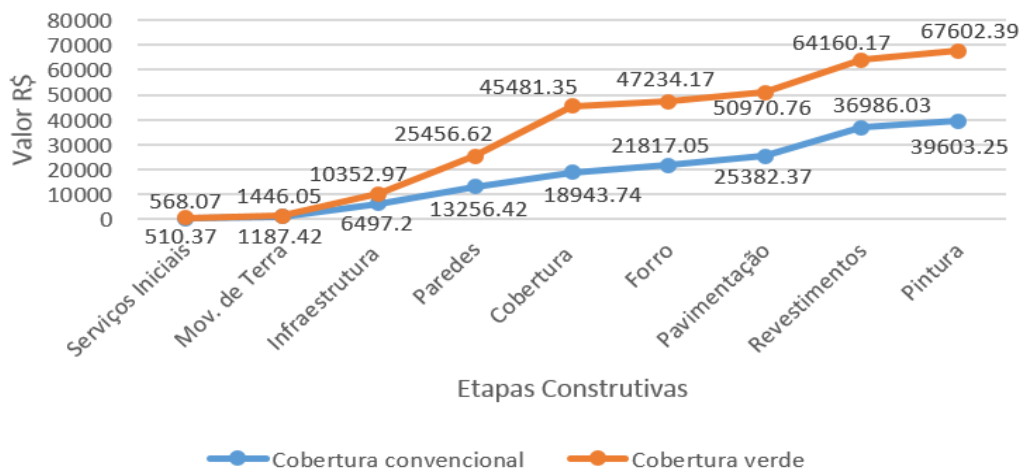


Figura 10: Comparativo orçamentário acumulado. Fonte: Autoria Própria

Conforme a Figura 10, os valores acumulados são similares somente até a etapa de movimentação de terra, sendo que as demais etapas, a edificação com telhado verde se torna mais cara do que o sistema convencional, chegando a diferença final de R\$ 27.999,14.

Como complementação do estudo, foi realizado um questionário aos usuários dos empreendimentos em análise a qual abordava a aceitação ou não da utilização de telhado verde em relação a esse sistema de cobertura. A figura 11 apresenta os percentuais em relação as respostas dos moradores.

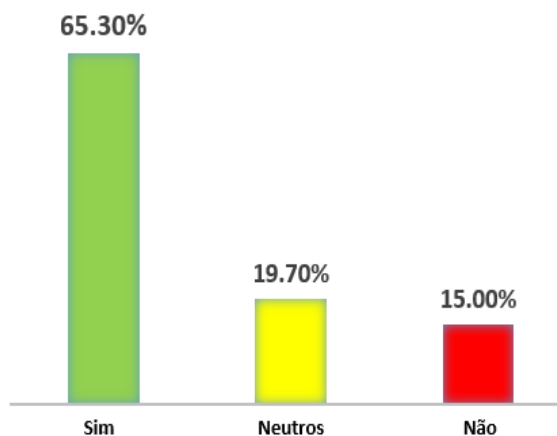


Figura 11: Avaliação de aceitação da cobertura verde. Fonte: Autoria Própria

Conforme a Figura 11, 65,3% dos entrevistados aceitariam as edificações com telhados verdes, 19,7% não souberam responder e 15% não aceitariam o sistema, alegando que teriam problemas com manutenção e possíveis infiltrações, o que iria trazer vários problemas futuros.

4. Considerações Finais

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou uma análise aprofundada sobre a utilização de telhado verde em Habitações de Interesse Social (HIS). Na conformidade dos dados examinados, conclui-se que esse tipo de cobertura não é viável economicamente para implantação em habitações populares, pois houve um acréscimo de 70,7% sobre o valor original da edificação construída no loteamento em estudo.

Nesse contexto, tendo como base a comparação de custos entre os sistemas, é possível verificar que quando os valores ficaram de forma similares, o orçamento do telhado verde ficou ainda maior em grande parte das etapas em função da adequação do projeto original que resultou em uma área maior. Já em algumas etapas como infraestrutura, paredes e cobertura, o orçamento do telhado verde foi bem maior que da edificação original. Porém se as edificações tivessem sido construídas atualmente com as novas regulamentações da Caixa Econômica Federal, onde especifica que a estrutura das HIS devem ser aporticadas com a utilização de lajes, sendo assim, o valor da edificação com telhado verde ficaria apenas 28,84% mais cara que a habitação com cobertura convencional

Por fim, embora tenha-se uma aceitação de implantação do telhado verde nas habitações populares de 65,3%, esse sistema construtivo não teve um resultado econômico satisfatório

em relação as habitações convencionais. Isso ocorreu devido ao grande aumento no custo de cada edificação em função da estrutura necessária para suporte das cargas geradas pelo mesmo.

Referências

ABREU, Mariana Garcia. **Habitação de Interesse Social no Brasil: Caracterização da Produção Acadêmica dos Programas de Pós-Graduação de 2006 a 2010**. Dissertação de Mestrado. UFMT. 2012.

ANTUNES, J. **A sustentabilidade na construção civil**. 2009. Disponível em: <http://www.administradores.com.br/artigos/economia-e-financas/a-sustentabilidade-na-construcao-civil/36112/>. Acesso maio de 2017.

CECCHETTO, Carise Taciane. et al. **Habitação de Interesse Social: Alternativas Sustentáveis**. Revista Gedecon vol 3. UNICRUZ. Cruz Alta – RS. 2015.

FITTIPALDI, Mônica. Habitação social e arquitetura sustentável em Ilhéus/BA. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus – 2008.

IDHEA- Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica. 2003. **Ecoprodutos**. Disponível em: <<http://www.idhea.com.br>>. Acessado em: 17.01.2017.

MILANEZE, Giovana Leticia Shindler. et al. **A utilização de containers como alternativa de habitação social no Município de Criciúma/SC**. Simpósio de integração científica e tecnológica do sul Catarinense – SICT. 2012.

MINKE, G; Techos, V.; 2004. **Planificación, Ejecución, Consejos Prácticos**. Montevideu, Uruguai: Editora Fin de Siglo. 2004

MORETTI, Ricardo S; FERNANDES, Agnes. **Sustentabilidade Urbana e Proteção de Interesse Social**. ANTAC. Salvador – 2000.

RIGHI, Débora Pedroso. et al. **Cobertura verde: um uso sustentável na construção civil**. Revista Mix Sustentável da UFSC. 2016.

SPANGENBERG, Jörg. **Melhoria do clima urbano nas metrópoles tropicais - Estudo de caso**. 2004. Disponível em: < [http://www.basis id.de/science/01 _ Spangenberg](http://www.basis.id.de/science/01_Spangenberg). Acesso em: 30 maio 2017.

VILLELA, Diana Santiago. **A sustentabilidade na formação atual do arquiteto e urbanista**. 2007. Disponível em < http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/RAAO-7BMPV2/disserta__o_dianna_villela.pdf?sequence=1 >. Acesso em 05 de maio 2017.