Analise orçamental de uma residência projetada com métodos construtivos sustentáveis.

Budget analysis of a projected residence with sustainable construction methods.

Érica Caroline Gonçalves[1]
Luis Eduardo Barbosa de Brito[1]
Giuliano Mikael Tonelo Pincerato[2]

RESUMO

A construção civil tem apostado em construções que visam seu aproveitamento de materiais e uma maior utilização de seus recursos renováveis, incluindo fontes sustentáveis a obra. Levando tal fato em consideração, essa pesquisa pretende mostrar através de um orçamento detalhado o projeto de uma residência unifamiliar que terão sua parte elétrica modificada através de painéis fotovoltaicos, a utilização do telhado verde que através de sua vegetação absorve até 90% do calor da residência, trazendo uma melhor qualidade do ar, também retendo a água da chuva. Esses métodos serão implantados no projeto, e uma análise orçamentária mostrará sua viabilidade, vantagens e desvantagens em relação ao custo que trará para a construção. Desta forma acredita-se que pode ser feita uma construção que trará benefícios tanto sustentáveis quanto econômicos em um determinado tempo, em que a busca pelo conforto e economia andam em conformidade e juntas poderão ser vistas, utilizadas em maior escala, cada vez mais empregadas na construção civil.

Palavras-Chave: *Construção sustentável, Análise orçamental, Qualidade de vida, Sustentabilidade*;

[1] Acadêmica de Engenharia Civil do Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium – Araçatuba SP.

[2] Docente do Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium – Araçatuba SP.

ABSTRACT

The civil construction has invested in constructions that aim at their use of materials and a greater use of their renewable resources, including sustainable sources of work. Taking this fact into consideration, this research intends to show through a detailed budget the project of a single-family residence that will have its electrical part modified through photovoltaic panels, the use of the green roof that through its vegetation absorbs up to 90% of the heat of the residence, bringing a better quality of air, also retaining rainwater. These methods will be implemented in the project, and a budget analysis will show its feasibility, advantages and disadvantages in relation to the cost it will bring to the construction. In this way, it is believed that a construction can be made that will bring both sustainable and economic benefits in a given time, in which the search for comfort and economy are in accordance and together can be seen, used on a larger scale, increasingly employed in civil construction.
Keywords: Sustainable construction, Budget analysis, Quality of life, Sustainability.

Introdução

Segundo Simão (2010) o conceito de construção sustentável nos remete diretamente "a um conjunto de metodologias e produtos adotados antes, durante e após os trabalhos de construção, para que o empreendimento não agrida o meio ambiente, proporcione um uso racional de energia e recursos naturais e promova uma melhora na qualidade de vida dos usuários. Entre seus benefícios estão redução do consumo de energia durante a fase de produção de materiais ou construção do empreendimento; otimização no uso dos insumos, redução expressiva da geração de resíduos sólidos e reciclagem desses resíduos, redução dos custos de manutenção do empreendimento, redução do impacto ambiental da construção sobre o meio ambiente e sobre as comunidades vizinhas aos empreendimentos, entre outras contribuições".

A construção civil é uma ferramenta importante que visa atender as necessidades humanas através da construção de casas, prédios, pontes, ferrovias, aeroportos, metrôs e estradas pavimentadas. Com novos avanços e crescimento populacional surgiu a construção de grandes edificações e habitações, da mesma forma novas ideias, tendências e a conscientização pela busca de novos fatores e tecnologias que diminuíssem as agressões

feitas à natureza. O surgimento de novas tecnologias empregadas nas diversas áreas da construção civil modificando e aprimorando os padrões convencionais da construção, na busca pela implementação de novas ideias e tecnologias para alcançar o objetivo da engenharia que consiste em aplicar seus conhecimentos específicos para uma melhor qualidade de vida.

Pinheiro *apud* Fagundes (2011) considera que "na indústria da construção civil aprimorar projetos e processos construtivos, visando desenvolver com sustentabilidade, pode agregar maior rendimento reduzindo custos de produção e manutenção".

O grande desafio da construção civil sustentável é manter o equilíbrio entre a qualidade de sua construção, sua preservação ambiental e a viabilidade econômica que trará para o projeto.

A partir do momento em que alguns desses fatores começaram a ser escassos, a importância de formular novas soluções e empregos da reutilização de recursos renováveis na construção civil toma maior importância, fazendo com que tais recursos como água da chuva e energia solar não sejam descartados de forma tão simples, mas sim que essas fontes sejam utilizadas de forma a agregar valores sustentáveis na construção civil.

Será implantado um telhado verde conforme modelo (figura 1), dispondo-se de um sistema de energia sustentável por meio de painéis solares fotovoltaicos (figura 2), a junção de economia e sustentabilidade formalizará com que esse projeto se torne atrativo, vantajoso, sustentavelmente e economicamente viável, trazendo um orçamento completo com comparativo dos distintos métodos construtivos que serão empregados, conduzindo a ideia e a implantação de um projeto sustentável.

Figura 1 - Telhado verde. Fonte: Bigstock (2018).

Figura 2 - Painéis fotovoltaicos. Fonte: Imbuzeiro (2009).

Painéis Fotovoltaicos

Energia fotovoltaica é a energia transmitida através do sol que se converte em energia elétrica, também conhecida por ser uma fonte de energia sustentável, esses painéis ou placas recebem essa energia do sol e geram energia condutora suficiente para condução de energia em residências e indústrias. O Brasil por ser um país tropical e tendo essa matriz de forma abundante é o mais avançado na América do Sul em energias renováveis (TOLMASQUIM, 2003).

O desenvolvimento da energia fotovoltaica foi impulsionado inicialmente por empresas do setor de telecomunicações, que buscavam fontes de energia para sistemas instalados em localidades remotas e também pela corrida espacial, já que a célula fotovoltaica é o meio mais adequado para fornecer a quantidade de energia necessária para a permanência no espaço por longos períodos de tempo, por possuir menor custo e peso (CRESESB, 2004).

Sistemas Fotovoltaicos

De acordo com Ruther *apud* Torres (2012) dentre as energia renováveis que vem apresentando um efetivo crescimento mundial nas últimas décadas, está a energia solar fotovoltaica, por possibilitar a geração de energia elétrica de forma distribuída, não necessitando, portanto, de extensas linhas de transmissão e distribuição, por ser uma fonte silenciosa, que possibilita a instalação de sistemas de diferentes potenciais e ainda por integrar-se a edificação no meio urbano, sem necessitar de áreas extras para sua instalação.

O sistema fotovoltaico se classifica basicamente em dois tipos, off grid que utiliza de baterias para o armazenamento da energia gerada, e o on grid que é ligado diretamente a rede elétrica.

Telhado Verde

A utilização de plantas em telhados (Figura 5) e paredes vem sendo muito estudado e aplicado na construção civil, sendo um excelente isolante térmico, trazendo um conforto para parte interna da residência, além de ser um ótimo meio de preservação de área verde e reutilização de água.

Figura 3 - Telhado verde. Fonte: EcoTelhado (2018).

Classificação

Os telhados verdes podem ser classificados (Tabela 2) sob dois enfoques, o "intensivo" e o "extensivo". O intensivo necessita de mais substrato, é mais profundo e pode acomodar plantas maiores, tais como árvores e arbustos. Este sistema necessita de maiores cuidados na implantação e manutenção, por ser mais pesado e possuir plantas que necessitam mais cuidados. Normalmente deve ser utilizado em locais já projetados para suportarem as cargas que serão geradas com o seu uso. Já o sistema extensivo necessita de pouco substrato e comporta plantas rasteiras e gramados, é de mais fácil implantação e manutenção devido às novas tecnologias e ao aperfeiçoamento das matérias utilizadas (WILLES, 2014).

O telhado extensivo apresenta um sistema mais simples, tendo em conta a baixa carga exercida sobre a edificação, uma menor quantidade de substrato e baixa manutenção, todavia que o gramado utilizado não necessita de manutenção constante.

Cisterna

A cisterna ou reservatório de armazenamento é o principal projeto para armazenamento de águas pluviais. O reuso da água torna possível o seu reaproveitamento em atividades do dia a dia que não necessitam de água potável, como a lavagem de quintais, irrigação de hortas, lavagem de carros e outras limpezas em geral (Ecycle, 2019).

Para o especialista em agricultura orgânica Campos (2017):

A crise hídrica dos últimos anos que popularizou o sistema de cisternas não só no meio agrícola, como também em residências e espaços domésticos. A cisterna é uma forma sustentável de economizar a água encanada por meio da reutilização da água da chuva, que é coletada e armazenada em um ambiente fechado, livre de bactérias e de outros agentes externos até o momento do uso. (CAMPOS, 2017)

Materiais e métodos

Projetou-se uma residência, planta baixa e derivados através do AUTOCAD 2016, conforme (figura 3) e em cima desta calculou-se todo o custo que a mesma obteve, utilizado um Boletim Referencial de Custos como embasamento, no caso em questão utilizou-se a Companhia Paulista de Obras e Serviços (CPOS), baseando em suas tabelas de serviços e composições, elaborou-se uma planilha orçamentaria, contendo todos os itens necessários para a construção da residência obtendo ao final um custo total, o valores nela contidos, foi calculado e demonstrado no memorial de cálculo, juntamente com o memorial descritivo que especifica cada item e sua composição.

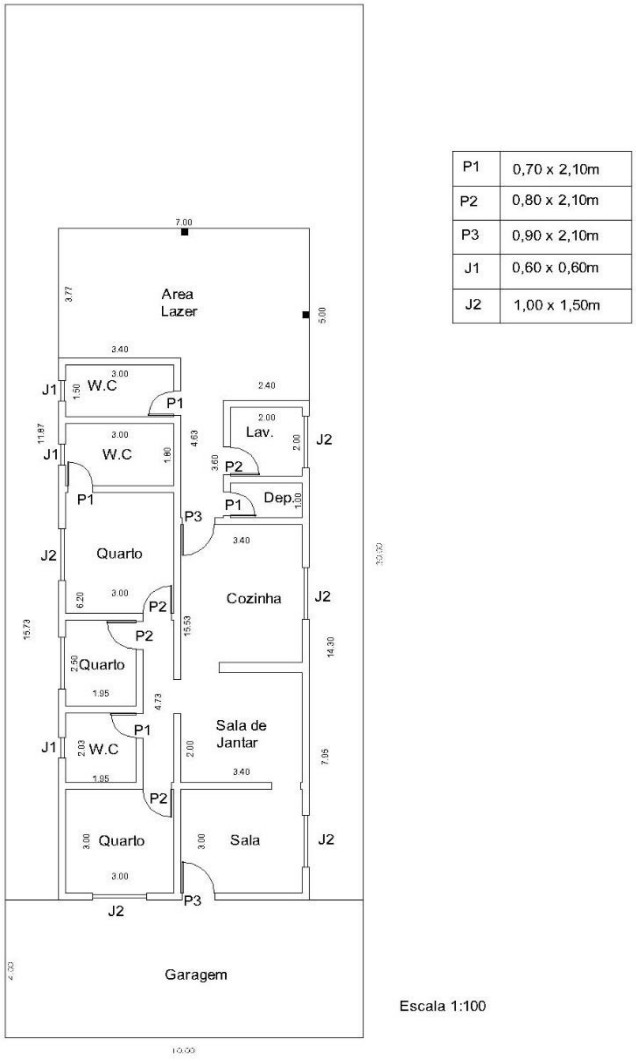

Figura 3 – Planta baixa feita para o TCC.

Na residência com métodos construtivos sustentáveis, utilizou-se da mesma planilha, retirando-se o telhado convencional e substituindo-o pelo telhado verde, e o restante se manteve acrescentando os painéis fotovoltaicos e sistema de cisterna. O sistema de energia solar foi obtido através de orçamento fornecido pela empresa 3A Energia Solar, a qual fornece esse tipo de serviço.

A planilha calculada, apresenta todos os valores obtidos, enumerados por itens, fonte e código, descrição de cada serviço, unidade de medida, quantidade de cada item que foi utilizado, valor do material, mão de obra e custo unitário (material + mão de obra) e o custo total de cada item, e ao final de cada tópico de serviço o custo total das etapas. Ao final o

custo total da obra construída com método tradicionais e depois sustentável, cujo foi retirado o telhado tradicional e substituído pelo telhado verde, cisterna e energia solar. Juntamente com os memoriais de cálculo e descritivo, demonstrando os valores obtidos e o que remunera cada item.

Resultados e discussões

Foi criado uma residência de 204m^2, 2 quartos comum,1 quarto com suíte, 2 banheiros, sala, cozinha, área de lazer, lavanderia , garagem. Ao calcular toda a construção da residência desde a fundação a cobertura conforme demonstrado na planilha e nos memoriais, no método convencional obteve um custo final de **R$219.591,73**, valor este incluso, todo material e mão de obra necessário para construção total da residência.

Telhado Verde

A Retirou-se o telhado convencional, e implantou o telhado verde, adicionou uma cisterna para captação do excedente de agua, e instalou o sistema de energia solar, com essas mudanças obteve um custo de total de **R$235.433,90**.

A construção do telhado convencional ficou em torno de **R$ 29.909,12**, enquanto o telhado verde ficou **R$ 29.197,48** o que consiste em um valor de **R$ 711,64** mais barato que o telhado normal, viabilizando assim a sua implantação. O telhado em questão foi elaborado de maneira a fornecer os benefícios térmicos e acústicos, além de utilizar a grama esmeralda como vegetação, grama essa que exige manutenção nula, e resistente bem a variação de temperatura.

Segundo Ferraz (2012) concluiu em sua pesquisa, a qual ela elaborou dois protótipos, um com telhado convencional e outro com telhado verde e

os estudou durante 9 meses. “O protótipo com cobertura verde tem um desempenho melhor que o protótipo com cobertura cerâmica em períodos de frio e calor. Mesmo sem condicionamento artificial, a edificação com cobertura verde conseguiu, nas condições de verão analisadas, atingir as condições que a NBR 6401/08 considera como de conforto; já a edificação com cobertura cerâmica, sob as mesmas condições, apontou a necessidade de um condicionamento artificial para atingir os mesmos resultados. Sob as condições de inverno analisadas, as duas edificações apontaram a necessidade de condicionamento artificial para atingirem as condições necessitaria de 10 vezes menos potência para aquecimento que a outra, promovendo assim, menor gasto energético com condicionamento artificial.”

Ferraz (2012) observou também que o telhado verde: “promove menos flutuações de temperatura e umidade no ambiente e permite que se atinjam mais facilmente condições de conforto para o usuário.”

Com isso, valida-se a viabilidade do telhado verde frente ao convencional, e constata-se que a cobertura verde promove menos flutuações de temperatura e umidade do ambiente, o que permite que atinja mais facilmente condições de conforto. Resultando assim em uma economia de energia devido a minimização ao utilizar dispositivos de condicionamento.

Levando em conta os benefícios próprios apresentados, o telhado também contribui para uma redução dos efeitos das ilhas de calor, uma vez que a maior demanda de energia elétrica se dá nos períodos quente do ano, quando a maioria das pessoas usam equipamentos de condicionamento de ar.

A longo prazo, considera-se que o proprietário da edificação com a cobertura verde, conseguira recuperar o investimento inicial, investimento esse que comparado com o telhado convencional é praticamente igual.

Tendo em vista os benefícios que telhado verde traz e ainda uma possível economia de gasto energético ao se utilizar menos equipamentos de condicionamento de ar.

Paineis Fotovoltaicos

Com o crescimento populacional e a necessidade de fontes de energias alternativas vem aumentando cada vez mais, uma das fontes de energia inesgotável é o sol, tendo em vista que mesmo em tempo nublado ele ainda emite raios para a capitação mesmo em menor quantidade.

O sistema adotado, foi orçado pela empresa 3A Energia Solar ficou em torno de R$15.553,81 valor esse para atender a uma residência que consuma em media 315KWh/mês, o sistema possui uma garantia de 25 anos contra perda de produção superior a 20%. Tendo em vista o custo do sistema e o valor econômico que ele atribui, esse valor gasto inicialmente terá um reembolso em menos de 6 anos, uma vez que resta 19 anos de aproveitamento do sistema sem custo algum. Segue abaixo Figura 13, um gráfico que demonstra um comparativo entre o investimento inicial e a estimativa de economia ao decorres dos anos, atestando assim a viabilidade do sistema.

Mesmo apresentando um valor elevado de início, a longo prazo é altamente viável e promete um reembolso em pouco tempo, além de colaborar para uma melhor qualidade de vida, uma vez que utiliza de energia renovável.

Cisterna

A cisterna origina-se de forma a captar e aproveitar a agua decorrente das chuvas, uma vez que vai ser designada para utilização cuja

não precisa de potabilidade. O sistema adotado, é constituído por um reservatório de 500 litros, cujo a mesma estará elevada do solo e se encontrara com seu topo no nível da laje conforme figura 4.

O Levando em consideração que possui o telhado verde, a agua decorrente da chuva se pouca, tendo em vista que o telhado vai absorver grande parte da precipitação. O excedente será encaminhado ao reservatório, e o mesmo por se encontrar elevado, terá sua agua destinada a lavagem de calçadas e rega de jardins, por meio de uma torneira instalada na tubulação derivada do inferior do reservatório. A laje possui uma inclinação que vai direcionar a agua para o reservatório e por meio de um tubo instalado na sua extremidade escoara a agua para o reservatório.

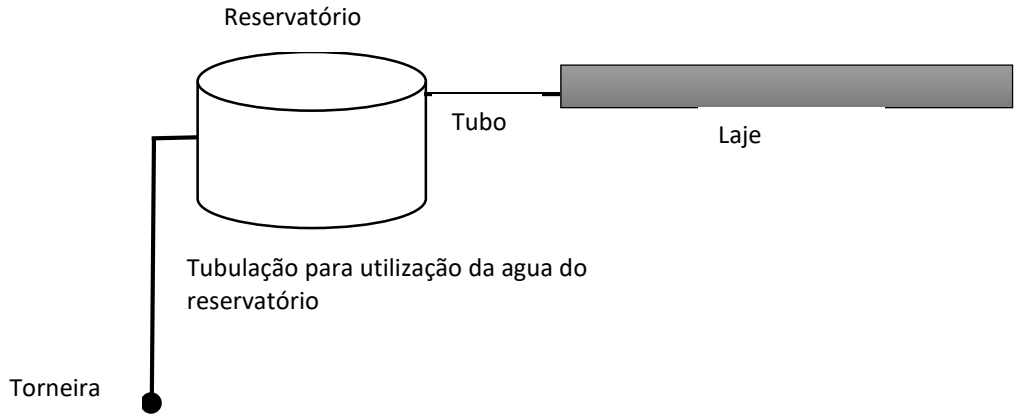

Figura 4 – Representação do Sistema adotado para a cisterna

Tendo em vista que primeira treliça sofreu deformações como demonstrado na figura 9, por conta da flambagem aplicada no centro da estrutura e suportou uma carga máxima de 1.250,00 Toneladas sofrendo deformação em várias partes do corpo da estrutura, com isso obteve se uma flecha de 1,78 cm.

Conclusões

Conclui-se que a construção convencional teve um aumento de R$15.842,17 o que não é algo muito expressivo levando em conta as vantagens que essas substituições apresentam, uma vez que esse investimento amais obterá um retorno positivo, e reembolso a longo prazo.

O telhado verde foi elaborado de uma forma simples e com todos os requisitos para garantir a segurança da estrutura da laje, foi composto por uma grama esmeralda tendo em vista que é uma grama resistente em todas as estações, e necessita de pouca ou quase nenhuma manutenção. Além de suas vantagens frente o telhado convencional, concluiu-se que o telhado verde possui um custo praticamente igual de imediato, mas que a longo prazo promete um reembolso desse valor, dado a possível economia de energia que ele proporcionara. Pois o telhado proporciona um melhor conforto térmico interno tanto no verão quanto no inverno. O telhado também devido as suas camadas, proporciona uma melhor absorção da chuva, o que contribui para evitar enchentes, uma vez que terá pouca agua excedente e esta será designada para a cisterna.

O painel fotovoltaico além de apresentar como geração de energia uma fonte limpa e renovável cujo não agride o meio ambiente. Utilizado uma residência que utiliza em média 315KWh/mês, obteve um custo final no valor R$15.553,81, valor esse que será reembolsado em menos de 6 anos com a economia de energia a ser utilizada, o painel tem garantia de 25 anos contra perda de produção superior a 20%, o que caracteriza um aproveitamento de 19 anos do sistema sem custo algum, o tornando demasiadamente viável.

A cisterna, foi adotado um sistema simples, localizado um pouco abaixo do nível da laje, cujo captara a agua excedente do telhado verde, com o intuito de diminuir gastos, a cisterna se encontra elevada, e terá seu uso direcionado a rega de jardins, lavagem de calçadas ou qualquer ação no solo, garantindo a pressão da agua e dispensando a utilização de qualquer aparelho de bombeamento.

Referências Bibliográficas

BRAGA, P. R., **Energia solar fotovoltaica fundamentos e aplicações.** Rio de Janeiro, 2008.

CAMPOS, T. **Cisterna caseira pode ser uma das Soluções para a crise hídrica.** Disponível em: http://thiagoorganico.com/cisterna-de-agua/**>.** Acesso em**:** 10 de abril 2019.

CRESESB - Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito. Grupo de Energia Solar - GTES. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos.** Rio de Janeiro, CRESESB, 2004.

DAZCAL, R.; MELLO, A. **Estudo da implementação de um sistema de energia solar fotovoltaica em um edifício da universidade presbiteriana mackenzie**. Abenge –Associação Brasileira de Educação de Engenharia. Fortaleza, 2008. 13f.

ECOEFICIENTES. **Escritório de arquitetura especializado em sustentabilidade**. Portal ecoeficientes, 2018.

ECYCLE. **Tipos de cisternas: modelos do cimento ao plástico.** Disponível em: https://www.ecycle.com.br/4203-tipos-de-cisternas-modelos-de-plastico-cisterna-ecologica.htm**>.** Acesso em**:** 10 de abril 2019.

FAGUNDES, M. **A construção sustentável sob a ótica dos profissionais da construção civil nas cidades de francisco beltrão e pato branco - pr**- Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco, 2011.

FERRAZ, I. **O desempenho térmico de um sistema de cobertura verde em comparação ao sistema tradicional de cobertura com telha cerâmica.**

Dissertação de Mestrado. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, 2012.

KOMECO. **Coletor solar tubo a vácuo: Alta eficiência para aquecimento de água.** Disponível em: http://www.komeco.com.br/blog/consumidor/coletor-solar-tubo-a-vacuo-para-atingir-altas-temperaturas.html>. Acesso em: 5 de abril 2019.

MAGALDI E TOMONARI. **Dimensionamento de um sistema fotovoltaico conectado à rede para o consumo sustentável da moradia da FCT UNESP de Presidente Prudente.** 2018**. (**Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Engenharia Ambiental da Faculdade de Ciências e Tecnologia UNESP Campus de

Presidente Prudente).

SALES, T. **O uso da energia solar nas obras civis: um estudo sobre o aquecimento de água por sistema de coletores solares em edifícios residenciais.** Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia civil da Universidade do Sul de Santa Catarina. Palhoça, 2017.

SIMÃO, S P. **Mercado cresce no país e aponta grandes desafios no setor**. Entrevista para o Instituto de Educação Tecnológica - IETEC, 2010.

SOUZA R. **Sistema fotovoltaicos conectados à rede ou isolados? comparação** Disponível em: https://blog.bluesol.com.br/diferenca-sistema-fotovoltaico-conectado-a-rede-e-isolados/>. Acesso em: 5 de abril 2019.

TOLMASQUIM, M. T., **Fontes de energia renováveis no brasil**. Rio de Janeiro**:** CENERGIA**,** 2003.

TORRES, R. **Energia solar fotovoltaica como fonte alternativa de geração de energia elétrica em edificações residenciais.** Dissertação (Mestrado - Programa de Pós- Graduação em Engenharia Mecânica e Área de Concentração em

Térmica e fluídos) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2012.

WILLES, J. **Tecnologias em telhados verdes: extensivos substratos comerciais regionais mais apropriados ao sistema.** Universidade de São Paulo ESALQ, Revista Internacional de Ciências · v.4 - n.2 · jul./dez. 2014.