PROCESSO DE PROJETO PARA A ELABORAÇÃO DE ESTRUTURAS DE SUPORTE PARA PAINÉIS FOTOVOLTAICOS[1]

GASPARETTO, C., Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, e-mail: claudiagtto@gmail.com; YUBA, A., Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, e-mail: naguissa@gmail.com; LATOSINSKI, K.; Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, e-mail: karina.latosinski@gmail.com; PINTO, J., Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, e-mail: joaonofre@gmail.com

ABSTRACT

The installation of photovoltaic systems is an alternative way to provide energy in remote areas. This kind of system is complex and expensive but its installation is quite simple and does not constitute a good opportunity to interact with local communities. But these interactions could be a good chance to know the habits of the communities, aiming to create resilient systems. So, one of the strategies created by this project was the substitution of the aluminum racking system by a labor-intensive structure, made with bamboo., Based on the concepts of DSR and appropriate technology, this paper present the development of the new ground mounting system, based on a study case, in Jamaica. A 6 component based structure was developed, using simple tools and equipment. A prototype was built and tested for a whole year and the design had feedbacks to be improved. Its cost is around U$ 7.50 per panel, which is about 80% cheaper the the its aluminium version. The results will be applied in real conditions in Jamaica next 2018, July. The application will allow testing the labor-intensive strategy to aggregate local farmers in the construction process.

Keywords: *Sustainability. Technology Transfer. Design Science Research. Bamboo.*

1 INTRODUÇÃO

Tendo em conta a escassez de recursos financeiros e a necessidade de prover energia elétrica a todos, o emprego de placas fotovoltaicas pode ser considerado uma alternativa assertiva principalmente em áreas remotas ou de difícil acesso.

Entretanto, a instalação convencional desse sistema costuma ter alto custo inicial empregando diversos componentes, todos industrializados. Para esse tipo de contexto, esta pesquisa tem investigado meios para reduzir o custo total de implantação, com o desenvolvimento de uma alternativa de estrutura para suporte de painéis fotovoltaicos (tema do trabalho) e aprimoramentos no inversor de energia solar (não abordado aqui). Este trabalho tem o objetivo de apresentar o processo de desenvolvimento do projeto de uma alternativa mais sustentável para suportes de painéis fotovoltaicos.

[1] GASPARETTO, C.; YUBA, A.; LATOSINSKI, K. PINTO, J. Processo de projeto para a elaboração de estruturas de suporte para painéis fotovoltaicos. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2018.

Como esta pesquisa foi motivada pelos objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS/PNUD), em especial os objetivos 07 ("assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos e todas") e 11 ("tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis"), o intuito é substituir a estrutura de alumínio, habitualmente utilizada, por outros materiais, que possam ser encontrados no meio rural, na perspectiva de aumentar o grau de autonomia dos usuários.

O projeto está sendo aplicado para a realidade de pequenos produtores de café da Jamaica, no âmbito do projeto (GASPARETTO et. al, 2018).

2 MATERIAL E MÉTODOS

Metodologicamente, o projeto tem confluência com as abordagens da tecnologia apropriada (ABIKO, 2016) e do "design science research" (BARRETO, 2017).

A tecnologia apropriada utiliza critérios gerais definidos por ações pequenas, simples, baratas e pacíficas (SCHUMACHER, 1973). Contudo, ela aproveita habilidades existentes e encoraja novas aptidões úteis individualmente (PADUA, 1997), sem esquecer do seu desenvolvimento baseado no acréscimo de oportunidades para a comunidade local e segurança ao meio ambiente (ABIKO, 2016).

Assim, entende-se que o processo de projeto deve implementar verticalmente questões relacionadas à sustentabilidade desde a sua idealização de forma inventiva, criativa e dialética para que intrinsecamente façam parte de todos os requisitos do projeto elaborado (MOTTA; AGUILAR, 2009) e se reflitam no meio de produção.

Empregou-se a sequência do DSR, incluindo as etapas apontadas por Gregor e Heyner (2013) e Peffers et. al (2008): 1)identificar o problema, 2) definir a solução, 3) projeto e desenvolvimento, 4) demonstração, 5) avaliação, em prol do produto final mais adequado. A etapa 6) comunicação, está apresentada em Gasparetto et al (2018b).

Desse modo, o trabalho foca no desenvolvimento do produto e avaliações preliminares. Futuras avaliações serão conduzidas para a facilidade e reposição das peças ao se decompor e manutenção das estruturas projetadas.

3 RESULTADOS

3.1 O problema identificado

Pequenos produtores rurais na Jamaica, em função das mudanças climáticas, têm sofrido com as alterações do regime pluvial e escassez de água no cultivo do café de altitude. A irrigação é uma possibilidade de contornar o problema,

o que depende de provimento de energia elétrica para bombear água de poços ou rios. Sendo a região montanhosa e rural, há dificuldade de acesso, que precisa ser considerada na elaboração da solução. Há florestas nativas de madeira, de bambu, e mão de obra disponível.

3.2 A solução definida

Para esse lugar, foi definido que o material utilizado seria o bambu, disponível e julgado mais adequado para transporte, pelo relevo montanhoso da região denominada Blue Mountains.

Agregou-se também outros princípios, em acordo com os ODS:

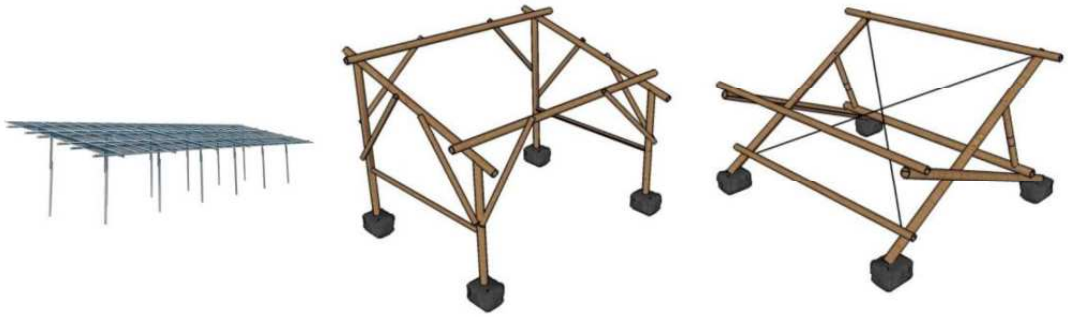
- Priorizar massivo uso de materiais naturais disponíveis nas propriedades rurais em detrimento de itens industrializados;
- Na ausência de produtos naturais viáveis, priorizar produtos industrializados de fácil aquisição (disponíveis e baratos);
- Realizar tratamentos simples (de baixo impacto ambiental) e projetar detalhes construtivos para aumentar a durabilidade do sistema;
- Facilitar a reposição e substituição de peças, ao invés de investir em tratamentos caros/alto impacto ambiental;
- Criar elementos fáceis de compreender, produzir e reproduzir, prevendo pré-fabricação.

3.3 Projeto e desenvolvimento

Foram desenvolvidos 3 modelos de estrutura de suporte: fixo, semelhante a uma mesa e com desenho rígido; e dobrável, com desenho que propicia articulação.

Foram elaborados croquis à mão livre, com posterior modelagem com software Rhinoceros (detalhamento de conexões em ângulo) e software SketchUp (produção de imagens para elaboração de manual). A elaboração do projeto com o uso de modelos tridimensionais permitiu identificar com clareza os componentes necessários para facilitar a execução, bem como a sequência de montagem. A modelagem partiu dos modelos de alumínios já existentes, proporcionando a evolução dos modelos feitos em bambu durante a composição nos softwares, assim como mostra a (Figura 1).

Figura 1 – Modelos das estruturas



(a) (b) (c)

Fonte:(a) https://www.romagnole.com.br/produtos/estrutura_solar (2018); (b) Os autores (2018); (c) Os autores

3.4 Demonstração

Protótipos foram construídos para avaliação da estabilidade estrutural, nível de complexidade de montagem, teste das conexões, avaliação de peso, facilidade de transporte, tempo de montagem, dificuldade de operação, detecção de falhas de projeto e exposição a intempéries.

Os protótipos foram construídos de modo a ser mais adequado à realidade local, com o auxílio de poucas ferramentas (arco de serra, furadeira, alicate universal e lixa), usando componentes simples (barra roscada de aço, porca e arruela, parafuso cabo de aço, esticadores).

O modelo dobrável possui duas versões (Figura 2), a primeira versão apresentou falhas de estabilidade e dificuldade de execução (conexões eram amarradas) e foi aprimorado gerando uma segunda versão. É um modelo cuja montagem demanda mais atenção, porém não é complexa.

Figura 2 – Estrutura de suporte para 2 painéis fotovoltaicos, modelo dobrável.



Primeira versão Segunda versão


Segunda versão dobrada


Segunda versão completa

Fonte: Grupo de pesquisa Canteiro Experimental e BATLAB (2018)

O modelo fixo (Figura 3) mostrou-se mais estável e de montagem mais fácil, inclusive para a compreensão. Apesar dos pontos positivos, esse modelo não é articulável, o que dificulta, depois de completamente montado, o transporte até ao local de implantação, além de ter partes expostas às intempéries.

Figura 3 – Estrutura de suporte para 2 painéis fotovoltaicos, modelo fixo.



Fonte: Grupo de pesquisa Canteiro Experimental e BATLAB (2018)

Observou-se a importância da espessura das paredes das peças de bambu para determinados componentes (mais sujeitos à flexão, mais carregados e com mais furos). As peças não foram tratadas para se analisar os pontos mais vulneráveis do sistema. Reforça-se que neste projeto, optou-se por investir em facilidade de troca de peças ao invés de tratamentos para garantir a durabilidade.

3.5 Avaliação

O Quadro 1 expõe as vantagens e desvantagens de cada modelo analisado no projeto.

Quadro 1 – Análise de vantagens e desvantagens dos modelos de suporte.

Modelo	Prós	Contras
Modelos convencionais de alumínio	• Rápida montagem • Precisão das medidas • Durabilidade	• Alto custo • Uso de peças específicas, encontradas em lojas especializadas
Modelo fixo de bambu	• Montagem intuitiva • Baixo custo	• Não permite ajuste de ângulo depois de pronto • Mais pesado do que o modelo dobrável • Exposição de partes do sistema às intempéries
Modelo dobrável de bambu	• Permite variados ângulos • Baixo custo • Poucas peças • Ocupa pouco espaço depois de pronto	• Demanda ajustes de medida durante a execução • Exposição de partes do sistema às intempéries

Fonte: Os autores

4 CONCLUSÕES

Este trabalho tem o objetivo de apresentar o processo de desenvolvimento do projeto de uma alternativa mais sustentável para suportes de painéis fotovoltaicos.

O projeto, apesar de ter sido desenvolvido para um caso específico, tem considerações generalizáveis, que são aplicáveis a outras situações. O processo de experimentação dos modelos digitais e físicos trouxe ao projeto a possibilidade de melhorar o produto final em aspectos distintos e complementares. Os modelos digitais permitiram percepções gerais sobre os cortes das peças, a interferência sobre as placas, além de auxiliar na quantificação de peças e componentes. Já os protótipos possibilitaram testar a exequibilidade e o comportamento das estruturas prontas.

O trabalho limitou-se a avaliar a concepção de projeto considerando os princípios estabelecidos entendendo-se que, para a total finalização da proposta, outros ensaios devem ser realizados. Avaliação da resistência mecânica, análise do comportamento quanto aos ventos e intempéries, tempo de vida útil são alguns dos pontos importantes ainda a serem investigados.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a empresa Solar Energy do Brasil pela contribuição à pesquisa, ao laboratório Canteiro Experimental – UFMS, ao Batlab – UFMS e a Universidade Federal de Mato Grosso do Sul por todo o suporte oferecido durante a elaboração do projeto.

REFERÊNCIAS

ABIKO, Alex Kenya. **Tecnologias apropriadas em construção civil.** Disponível em: <http://www.lemcc.com.br/wp-content/uploads/sites/64431/2016/08/MCC-Aula-02-Tecnologia-Apropriada1.pdf. Acesso em: 01 abr. 2018.

BARRETO, Benício Daniel. Um olhar sobre o design science research: construções e desafios possíveis de uma arquitetura contemporânea. **Revista Mundi:** Curitiba, PR, v. 2, n. 1, p. 37, jun 2017.

GASPARETTO, C. YUBA, A., LATOSINSKI, K., PINTO, J.. Princípios e estratégias de transferência de tecnologia visando resiliência. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2018, Foz do Iguaçu. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2018.

GREGOR, Shirley; HEVNER, Alan. Positioning and presenting de research for maximum impact. **MIS Quarterly**, Minneapolis, EUA, v. 37, n. 2, p. 337-355, jun 2013. Disponível em: <https://ai.arizona.edu/sites/ai/files/MIS611D/gregor-2013-positioning-presenting-design-science-research.pdf> . Acesso em: 04 abr. 2018.

MOTTA, Silvio F. R; AGUILAR, Maria Teresa P. Sustentabilidade e processos de projetos de edificações. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, Brasil, v. 4, n. 1, p. 84-119, maio 2009. Disponível em: <http://www.periodicos.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/50953/55034>. Acesso em: 06 abr 2018.

PADUA, S. Conceitos para fazer educação ambiental. **Cadernos de Educação ambiental.** 2. ed. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, Coordenadoria de Educação Ambiental, 1997.

PEFFERS, K. et al. A design science research methodology for information systems research. **Journal of Management Information Systems,** NY, v. 24, n. 3, p. 45-77, winter 2007-2008. Disponível em: <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1481768>. Acesso em: 30 jun. 2018.

SCHUMACHER, E. F. **Small is Beautifull.** Londres: Bond & Briggs, 1973.