

Árvore Solar: fazendo da cidade um lugar mais atrativo

Solar Tree: making the city more attractive

Venetia Santos, CEO Flying to the sun

ergon@ergonprojetos.com.br

Daniel Plitz, CEO, Cogumelo Indústria S A.

daniel@cogumelo.com.br

Joana Recalde Rocha, Production Engineering, flying to the sun

joanarecalde@hotmail.com

Elson Teofilo Gonçalves, Architect, UNESA.

Elson.arq@outlook.com

Yago dos Santos Cardoso de Mello, Architect, Universidade Santa Úrsula.

yagoscmello@hotmail.com

Resumo

O objetivo desta pesquisa é desenvolver coberturas solares a partir de estruturas leves, que sejam resistentes as intempéries, sejam recicláveis e inteligentes. O primeiro produto desenvolvido foi a Árvore Solar que é um objeto inteligente que gera energia através do uso de painéis fotovoltaicos orgânicos (OPV). Esta oferta uma série de funções para atender as novas necessidades das Cidades Inteligentes A árvore permite conexão e iluminação pública através de fitas de LED. Provê ainda tomadas USB para carregamento de dispositivos eletrônicos (Smartphones, laptops e gadgets) que são alimentadas pelas placas OPV. Possui um assistente virtual que possibilita uma interação do produto com o usuário através de um sistema embarcado, que disponibiliza informações e atrações da região (shows, teatro) além de oferecer cupons e ou promoções que levarão os clientes até os estabelecimentos comerciais. Foram elaborados e testados dois protótipos instalados em locais públicos. Os testes permitiram validar a excelência da forma das folhas e da robustez do projeto face às tempestades e ventos. Após 18 meses de testes verificou-se a não resistência do OPV, que foi adesivado sobre as folhas, bem como foi validado o uso de novos painéis flexíveis SUNPOWER.

Palavras-chave: Energia renovável; Sustentabilidade; Inovação tecnológica.

Abstract

The objective of this research is to develop solar roofs, with light structures, that is weather resistant, recyclable, intelligent. The first product developed was the Solar Tree, which is an intelligent object that generates green energy through the use of organic photovoltaic panels (OPV) and provides connection and a series of functions for the new needs of Smart cities. Two prototypes installed in public places were designed and tested. The tests made it possible to validate the excellence of form and design in the face of storms and winds. After 18 months of testing, the non-resistance of the OPV that was applied to the sheets was verified and the use of new flexible SUNPOWER panels was validated.

In conclusion, the tree offers public lighting through LED strips, and provides USB sockets for charging electronic devices (Smartphones, laptops and gadgets) that are powered by OPV cards. It has a virtual assistant that allows interaction of the product with the user through an embedded system, which provides information and attractions of the region (shows, theater), ecology and plants, in addition to offering coupons and or promotions that will take customers to the establishments commercial.

Keywords: *Renewable energy, Sustainability, Technology innovation.*

1. Introdução

De acordo com as principais conclusões apontadas pelo 5º Relatório de Avaliação do Clima do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC 2015). O aquecimento global é uma realidade. A contribuição do ser humano é significativa para a ocorrência de fenômenos ligados às mudanças climáticas;

Assim é necessário agir em escala global, zerando as emissões de gases de efeito estufa (GEE). Os combustíveis fósseis precisariam se manter enterrados no subsolo e as energias renováveis teriam que assumir um papel preponderante na matriz energética mundial, para ficarmos abaixo de um aumento de 2°C da temperatura até 2100.

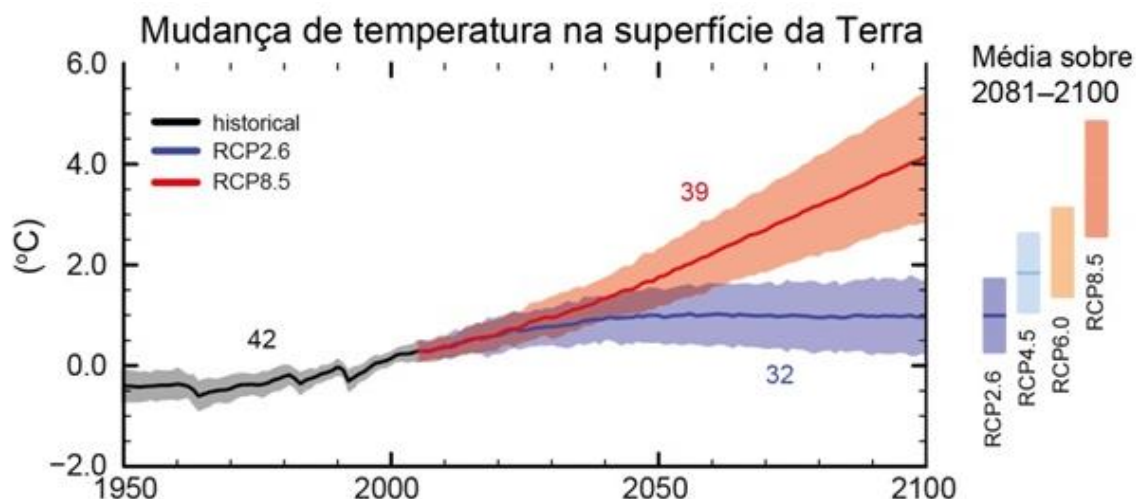


Figura 1: Gráfico da mudança de temperatura na superfície da Terra. Fonte: Painel Intergovernamental de Mudança Climática (IPCC).

No cenário mais ameno deste relatório (RCP 2.6) indicado na Figura 1, mudanças agressivas por parte da sociedade resultam em concentrações de GEE, que se estabilizam e até continuam a diminuir depois de certo período. Este cenário assume que a humanidade desenvolverá tecnologias que removeriam ativamente GEE da atmosfera, uma opção que é inviável no curto prazo. Neste cenário utópico, o aumento de temperatura até 2100 não chegaria a um grau centígrado. Já no pior cenário, o RCP 8.5, o aumento poderia chegar em média a quase 4°C. A população crescerá de 7 bilhões para 10 bilhões.

Muitos dos riscos globais das mudanças climáticas estão concentrados em áreas urbanas. Logo devem ser implementadas ações para construir cidades resilientes, e permitir o desenvolvimento sustentável para acelerar a adaptação bem sucedida à mudança climática global. Mais da metade da humanidade vive hoje nas cidades - percentual que deverá chegar a 60% em 2030, de acordo com as estimativas.

Na América Latina, o Brasil é o país mais urbanizado, resultado de um intenso processo de estruturação das cidades iniciado na década de 1950, que provocou a concentração de

85% de sua população nas áreas urbanas. As estimativas dão conta de que esse percentual possa chegar a mais de 90% até 2050.

Em virtude deste contexto existem ações imediatas e um esforço internacional em relação a elaboração de normas para introdução e uso de energias renováveis.

As instituições governamentais e ONGs para a diminuição da emissão de gases do efeito estufa (GEE) estão gerando pactos para a redução de emissão de carbono e ainda fomentando iniciativas de grandes empresas e colaboradores. Pode-se citar em escala mundial a OTHERE100 (there100.org) que conta com 81 empresas de grande porte (multinacionais) que tem como objetivo influenciar e encorajar empresas a terem 100% de sua produção energética advinda de fontes limpas. Pode-se citar o GHG Protocol, fundado por 27 empresas e que hoje conta com 144 empresas adeptas no Brasil (correspondem a 7% das emissões nacionais), que tem como finalidade cobrar a publicação de relatórios referentes a emissão dos gases estufa (GEE) além de quantificar e gerenciar esses dados.

Vale ressaltar que o programa no Brasil é destaque pelo número crescente de adeptos, pela qualidade dos relatórios e pelas iniciativas inovadoras. Ainda no Brasil, a diretoria da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) Resolução Normativa nº 482/2012, criou o Sistema de Compensação de Energia Elétrica, permitindo que o consumidor instale pequenos geradores (tais como painéis solares fotovoltaicos e micro turbinas eólicas, entre outros) em sua unidade consumidora e troque energia com a distribuidora local com objetivo de reduzir o valor da sua fatura de energia elétrica.

Existe portanto, um alinhamento internacional em relação:

- A necessidade do uso de energias renováveis;
- A necessidade de tornar as cidades resilientes de forma a suportar novos desafios;

Vale ressaltar que o uso de energias renováveis contribui também para a redução dos impactos sobre a saúde humana em grandes cidades e melhora a segurança.

O projeto apresentado neste artigo está inscrito neste contexto, e alinhado com o início da produção internacional de painéis orgânicos, tecnologia que ainda apresenta enormes dificuldades para a sua aplicação, com uma demanda potencial de mercado.

Células orgânicas solares, como as utilizadas no presente projeto, são células feitas de polímero e plástico. São compostas de material orgânico, são muito leves, flexíveis e semitransparentes. Além disso, elas têm potencial para captação de energia solar e podem ser instaladas em estruturas transparentes, como vidraças e janelas. Com a energia por elas produzida, é possível alimentar computadores, telefones celulares e uma série de componentes eletrônicos dos automóveis (apud Santos et ali 2019).

A eficiência dessas células na transformação de luz solar em eletricidade faz crer que elas podem ser uma alternativa de performance superior se comparadas às células solares de silício, o que é animador em virtude dos menores custos e maiores facilidades na instalação deste tipo de tecnologia.

A célula orgânica fotovoltaica corresponde a um tipo de eletrônica orgânica. O funcionamento se dá pela absorção e condução da luz, através de polímeros que atuam como condutores, para a produção de energia elétrica. O processo é possível por efeito fotovoltaico a partir da luz do sol. (Qian, D. 2018, Yu, G., 1995).

Dentre as tecnologias fotovoltaicas, os painéis orgânicos são ideais para mercados com problema na distribuição e geração da energia elétrica de modo tradicional. No futuro espera-se que as células orgânicas fotovoltaicas terão um preço menor e uma maior eficiência dada a evolução dos polímeros. Logo existe uma tendência no uso de energia solar.

Analisando a produção de painéis orgânicos, podemos concluir que poucas empresas no mundo estão desenvolvendo e obtendo resultados satisfatórios e com uma boa capacidade de eficiência de geração de energia.

Algumas empresas vêm tentando inserir no mercado uma palmeira artificial fabricada em vidro com OPV no estilo árvore solar, mas não provê sombra e inteligência e uma bananeira solar. A palmeira é fabricada em vidro, com restrições à ação das intempéries pois apresenta um risco para a população.

Além disto, existe uma tendência do desenvolvimento de estações de recarga para eletrônicos portáteis (equipamentos à bateria) assim como veículos na cidade, bicicletas e carros, dada a recomendação internacional do 5º Relatório de Avaliação do Clima do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC 2015), para eliminação dos combustíveis fósseis.

Isto incentivará o desenvolvimento de produtos relacionados a energias renováveis, sobretudo aqueles que resolvem problemas urbanos. O uso de energias limpas será a solução para enfrentarmos os grandes desafios do futuro.

Neste contexto identificamos a demanda para o desenvolvimento de coberturas inteligentes fotovoltaicas, visando proteger a população, e ao mesmo tempo contribuir na geração de energias renováveis.

Estas poderão ser aplicadas em:

- Shoppings
- Supermercados
- Hospitais
- Universidades particulares
- Empresas de eventos
- Associação de classe ou de moradores
- Clubes
- E ainda pedestres, turistas e condutores de carro e bicicletas elétricas.

De acordo com a pesquisa realizada, existem inúmeros desafios a serem vencidos no projeto de coberturas sustentáveis. As coberturas devem:

- Ter grande resistência às intempéries;

- Devem estar associadas as estruturas leves e materiais recicláveis;
- Devem ser inteligentes, incorporar sensores que poderão gerar informações na perspectiva da internet das coisas.

Deve-se ainda estudar possibilidade de integração dos painéis OPVs ao material dos produtos, prever facilidade de manutenção destes e investir no desenvolvimento dos conectores especiais.

A Árvore Solar desenvolvida é reciclável e pode ser fabricada com as novas resinas Elium da Arkema, que oferece excelentes características estruturais e tem menor impacto ambiental. Esta resina é isenta de estireno, reciclável, termo formável e permite a fabricação de peças mais leves, facilitando o processamento, armazenamento e transporte da árvore, oferecendo um alto módulo, resistência e rigidez.

Trata-se de um produto diferenciado, sustentável e inteligente que pode abrigar a população e atender as novas necessidades das cidades inteligentes, usando energias renováveis e fazendo face aos desafios do aquecimento global.

1.1 Conceito

O conceito do projeto da árvore solar ou SMART STATION está fundamentado na disponibilização de pontos inteligentes espalhados pela cidade atendendo as seguintes necessidades da população:

- Saúde: disponibilizar sombra e o refrescamento do usuário através de ventilador e ou borrifador;
- Energia e acesso às informações: disponibilizar WI-FI via satélite/acesso a rede, disponibilizar saídas USB Energia para carregamento de celulares e eletrônicos portáteis;
- Segurança: prover iluminação;
- Informação, alta conveniência e iot-commerce.

Hoje existem algumas árvores solares com uso de painéis tradicionais em alguns países. Trata-se de uma tendência internacional. Entretanto estas árvores geram apenas energia e não oferecem sombra e outros serviços para a população.



A Árvore Solar poderá no futuro, fornecer também energia para bicicletas e outros veículos, a partir do aumento do rendimento dos painéis OPV.

A Árvore Solar está inserida no ramo da publicidade chamada de Mídia Exterior Mídia Exterior É a denominação genérica dos meios de comunicação que expõem propaganda ao ar livre. Atualmente, a mídia exterior tem apresentado crescimento significativo no meio publicitário nacional. Pode também ser chamada Mídia Extensiva, Mídia ao Ar Livre ou Mídia Alternativa. A Smart Station ou árvore solar tem uma vantagem adicional, já que as mensagens podem ser transmitidas de forma mais precisa e ainda prover interação mais intensa com o receptor, por este estar muito próximo.

Um assistente virtual foi desenvolvido para a árvore. Por meio desse aplicativo o cliente pode entrar em um mundo virtual que promove produtos e soluções sustentáveis de lojas e negócios associados (IOT COMMERCE).

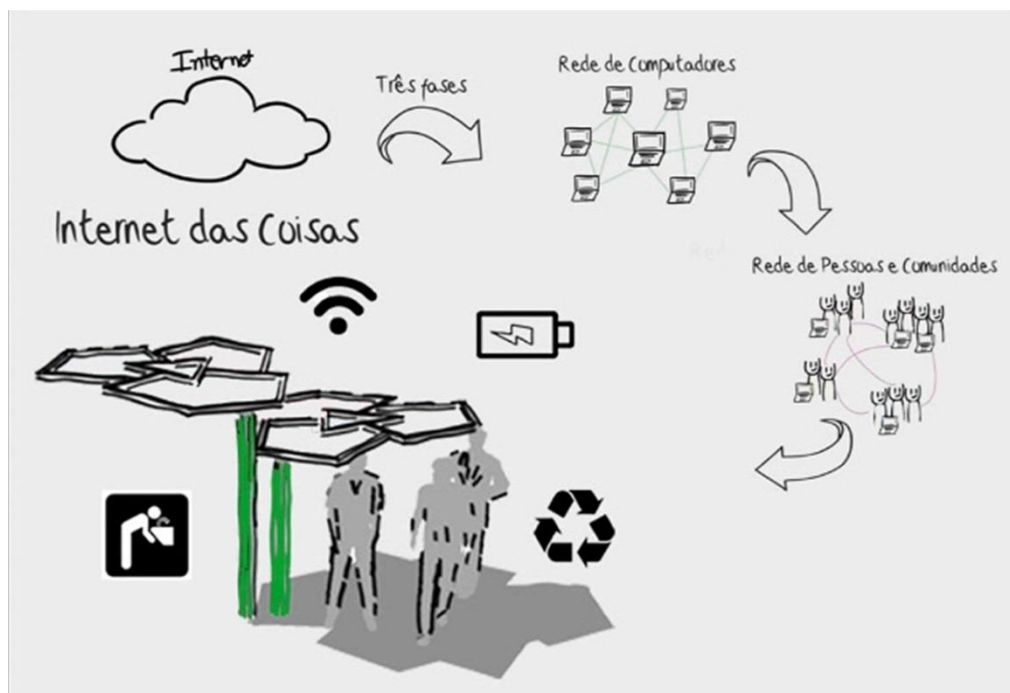


Figura 2: Internet das Coisas. Fonte: elaborada pelos autores.

1.2 Características do Produto

Processo de Fabricação

Neste projeto optou-se pelo uso de materiais compósitos pela liberdade de forma. A Árvore Solar foi desenvolvida usando a moldagem por infusão e foi fabricada pela Cogumelo, Indústria de Polímeros do Rio de Janeiro.

- Moldagem por infusão: A base da árvore e as hastes são feitas por infusão com resina Elium (ARKEMA 2017). Dois moldes, um de cada lado da folha, são colados por adesivos ou por indução. A nova tecnologia torna possível inovar e obter uma estrutura composta leve. O filme fotovoltaico orgânico (OPV) pesa 200g por m², é extremamente leve e pode aderir diretamente às folhas. Os painéis flexíveis também podem ser utilizados.

- O uso de materiais compósitos reduz os custos de manutenção, pois a estrutura de fibra de vidro da árvore não requer manutenção. Qualquer outro tipo de material, além das limitações de design, geraria altos custos de manutenção.

- O uso de compósitos aumenta a vida útil do produto, pois pode suportar chuva, vento e sol. A Árvore Solar oferece outras vantagens, incluindo alta resistência ao impacto e pós-termoformagem devido ao uso da resina Elium. A árvore é leve e pode ser facilmente transportada e montada. É reciclável e oferece novas possibilidades de montagem de materiais. Os painéis fotovoltaicos orgânicos ou flexíveis podem ser ligados diretamente ao produto.

– A Árvore Solar também tem a função social de conscientizar as pessoas sobre sustentabilidade. O uso de compósitos oferece oportunidades aprimoradas de marketing, pois fotos e imagens de propaganda e publicidade podem ser projetadas nas folhas e no banco.

Design modular

A Árvore Solar possui um design arrojado e modular, onde uma única folha permite criar configurações diferentes.

É produto é composto por seis folhas, organizadas em duas alturas diferentes. Montado separadamente ou em conjunto, o cliente poderá usar uma ou mais folhas e até mesmo organizar uma floresta.

O sistema proposto é componível, modular e retrátil. Seu tamanho pode ser ampliado ou reduzido de acordo com a sua função. Exemplo: As árvores poderão compor grandes estruturas de estacionamento ou serem instaladas individualmente.

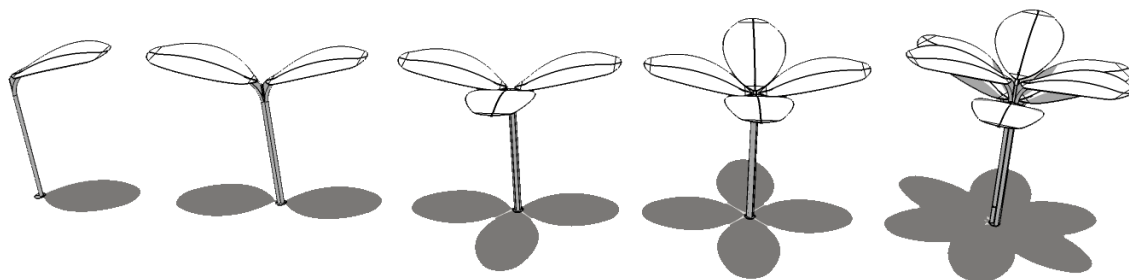


Figura 3: Composições possíveis da Smart Station. Fonte: elaborada pelos autores.

As árvores poderão dar suporte às feiras ou exposições temporárias ou atender clubes e projetos sociais de comunidades carentes.

1.3 Testes e Protótipos

O primeiro protótipo de árvore foi feito de fibra de vidro, com um design simples, com 3 m² de painéis solares e oferecendo quatro portas USB para carregar dispositivos. Este protótipo foi testado e instalado na comunidade Santa Marta, no Rio de Janeiro, sob o programa Maker's The Future da Shell e foi alvo de três patentes de invenção.

Após os testes iniciais, o design foi alterado e simplificado, e um design arrojado foi desenvolvido usando uma única folha solar que pode ser montada de diferentes maneiras.

O segundo protótipo que utiliza 4m² de painéis orgânicos, aumentando assim a produção de energia renovável, uma faixa de LED de alta eficiência, soquetes USB, sensores e um sistema wi-fi. Este último protótipo foi instalado em um shopping do Rio de Janeiro, e foi testado por 12 meses, exposto a ventos e tempestades. O painel fotovoltaico orgânico não resistiu às intempéries mais do que 18 meses e teve que ser retirado e substituído por painéis flexíveis da SUNPOWER que são também leves e geram mais energia por m².

2. Conclusão

È necessário avançar no uso da energia renovável e conscientizar a população. Projetar coberturas capazes de suportar painéis solares é um grande desafio. Essas coberturas devem suportar o peso dos painéis; resistir à ação do sol, vento e chuva; devem requerer pouca manutenção; devem ter uma vida longa; devem ser inteligentes e recicláveis.

A Árvore Solar é conceitualmente mais avançada que os produtos existentes. É um gerador de energia OFF GRID com conectividade (IoT) e sustentável. A Árvore Solar contribui para a conscientização da população sobre sustentabilidade, com foco no desenvolvimento econômico, social e ambiental. O projeto utiliza matérias-primas recicláveis, painéis solares flexíveis de última geração feitos de polímeros e nanotecnologia, e uma faixa de LED com eficiência 85% maior que os materiais tradicionais. Essas lâmpadas consomem 10 vezes menos energia, duram 10 a 15 vezes mais e não emitem radiação UV. Isso tudo resulta em economia de custos e uma redução drástica das emissões de carbono.

As peças compostas feitas de resina Elium podem ser recicladas após a vida útil e de duas maneiras diferentes. O primeiro envolve trituração e composição para uso como resina de composição de fibra picada e o segundo é um processo de termólise que permite a recuperação de fibras e monômeros por despolimerização. O modelo de negócios adotado é inovador e prevê impacto social.



Figura 4: Foto referente ao prêmio JEC Asia Innovation Award. Fonte: elaborada pelos autores.

O projeto da SMART STATION ganhou o Prêmio ASIA JEC Awards e o Prêmio de Excelência Composite 2018 na FEIPLAR, foi selecionado duas vezes no programa nacional StartOut da Apex/MDIC/Business France como um dos projetos mais inovadores do Brasil e representou o Brasil nas Missões da França e da Alemanha. Também ganhou o Prêmio Sesi Senai de Inovação (2017) e os outros produtos solares foram expostos no Museu do Amanhã na exposição Interface Interlace 2017.



REFERÊNCIAS

ARKEMA Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=K6_59kt1tR0, acesso em novembro 2019.

IPCC, The Intergovernmental Panel on Climate Change <https://www.ipcc.ch/2015/>; acesso em 30 de janeiro de 2020

Qian, D. et al. -Design rules for minimizing voltage losses in high-efficiency organic solar cells, *Nature Materials* 17, 703-709 ;16 July 2018. *Science, Technology, & Human Values*. SAGE Publications 793 – 798.

Zhan, Y. “Green Design Based on the Concept of Ecological Holism”. *Applied Mechanics and Materials*, Vols. 44 – 47, pp. 1598 – 1602, 2011.

Yu, G., Gao, J., Hummelen, J. C., Wudl, F. & Heeger, A. J. Polymer photovoltaic cells: enhanced efficiencies via a network of internal donor–acceptor heterojunctions. *Science* 270, 1789–1791 (1995).

Santos V. et al. A Utilização de novas tecnologias na Moda – Aplicação de tecido orgânicos fabricados a partir de Kombucha na confecção de bolsas e acessórios da moda ENSUS “Encontro de Sustentabilidade em Projeto” (5.: 2019 : Florianópolis, *Anais [do] ENSUS 2019 - VI “Encontro de Sustentabilidade em Projeto”/ Universidade Federal de Santa Catarina*, realizado em 08,09 e 10 de maio de 2019, pag 10 à 22

Santos V. et al. A Utilização de novas tecnologias na Moda. *Tópicos em Design: Biomimética, Sustentabilidade e Novos Materiais*, Insight, 2019