



## **Design, Luz e Energia: Estudo de viabilidade sobre esquadrias autossuficientes**

### *Design, Light and Energy: Feasibility study on self-supporting windows*

**Mauro Martins da Fonseca, Mestre em Engenharia Elétrica e Informática Industrial, CEFET- PR, docente no curso de Arquitetura e Urbanismo, IMED**

Contato: mauro.fonseca@imed.edu.br;

**Tales Gonçalves Visentin, graduando em Arquitetura e Urbanismo, IMED.**

Contato: miletto.arq@gmail.com;

**Fernando Grande, graduando em Engenharia Civil, IMED.**

Contato: nando.grande@hotmail.com;

**Vinicius Waldir Gehlen, graduando em Arquitetura e Urbanismo, IMED.**

Contato: vinigehlen@hotmail.com;

### **Resumo**

O presente artigo foi realizado com o intuito de desenvolver produtos inovadores, visando atender demandas crescentes de energia renovável no país, mundo em constante expansão e evolução, tendo consciência do mercado de energia solar que está de certa forma, em ascensão no Brasil. A partir disso, surgiu a inspiração que pode ampliar horizontes sobre autossuficiência energética, com objetivos de desenvolver soluções em design e tecnologia viável e funcional, com modelos de produtos que se caracterizam como esquadrias (janelas, zenitais, claraboias) com sistemas simples fotovoltaicos instalados, trazendo a possibilidade de poder armazenar e reaproveitar a incidência solar, em forma de: energia – luz, externa – interna, com enfoque de aplicação em locais onde não há devida preocupação, ou iluminação necessária para promover com qualidade e tranquilidade suas atividades. Através de pesquisas bibliográficas, conectando conceitos de Arquitetura Bioclimática, Eficiência Energética e metodologias de Design Thinking, seu desenvolvimento como pesquisa e projeto, demonstrou sua viabilidade econômica, energética e estética de produção para ser replicada em uma próxima etapa, com protótipos desenvolvidos futuramente com parceiros investidores, que compartilham percepções sobre novos designs e métodos de geração e reaproveitamento de energia limpa.

**Palavras-chave:** Design Thinking 1; Arquitetura Bioclimática 2; Eficiência Energética 3



## **Abstract**

*The present article was carried out with the intention of developing innovative products, aiming to meet growing demands of renewable energy in the country, a world in constant expansion and evolution, being aware of the solar energy market that is in a certain way, on the rise in Brazil. From this, inspiration emerged that can broaden horizons on energy self-sufficiency, with the objective of developing solutions in design and viable and functional technology, with product models that are characterized as window frames, zenith, skylights with simple photovoltaic systems installed, bringing the possibility of being able to store and reuse the solar incidence, in the form of: energy - light, external - internal, with application focus in places where there is not enough concern, or lighting necessary to promote their activities with quality and tranquility. Through bibliographic research, connecting concepts of Bioclimatic Architecture, Energy Efficiency and Design Thinking methodologies, its development as research and design, demonstrated its economic viability, energy and aesthetics of production to be replicated in a next stage, with prototypes developed in the future with partners investors, who share insights about new designs and methods of generating and reusing clean energy.*

**Keywords:** *Design Thinking 1; Bioclimatic Architecture 2; Energy Efficiency 3*

## **Introdução**

Através de observação crítica e criativa sobre sistemas existentes no mercado, porém, agregando fatores como autossuficiência energética, geração de luz, ampliação do conforto visual, design simples, intuitivo e simpático ao usuário, é possível ir além das possibilidades, e aproximar o futuro, do presente.

Tão necessário ao presente, quanto ao futuro, salientando nossa evolução e atuação como seres humanos em expansão populacional coletiva neste vasto universo, a necessidade global por água, alimentos, transporte, luz, energia, surge em crescimento paralelo de necessidades, com tendência a crescer com o passar dos tempos.

Esse aumento de necessidades combinado a natural fluidez do consciente coletivo, incentiva eventualmente, a sustentabilidade e criação de tecnologias que transformam estilos de vida, criam novas formas de ser, viver, morar, trabalhar, locomover, de forma sustentável e respeitosa para/com o nosso planeta Terra. Ou seja, pesquisar, desenvolver, criar novas fontes de energia renováveis tem se tornando uma tendência global, visto o aumento das demandas ambientais sobre energias renováveis e as variáveis climáticas que tem ocorrido no nosso planeta.

Sendo assim, esse trabalho de pesquisa aplicada, tem como objetivos, realizar, através de pesquisas bibliográficas, conectar conceitos de Arquitetura Bioclimática, Energia e metodologias de Design Thinking, para desenvolver um produto que concilie Design, Luz, e Energia, mais precisamente, modelos de esquadrias autossuficientes e geradoras de luz



interna, visando sua fácil adaptação a qualquer superfície e projeto existente, utilizando como base conceitual, células fotovoltaicas monocristalinas e luzes LED.

### **1.1 Justificativa**

Como forma de ampliar horizontes e trazer novas percepções sobre como a luz se relaciona à arquitetura, interna e externamente podendo armazenar e reaproveitar a incidência solar em forma de: energia – luz, externa – interna, tendo aplicação em ambientes onde não há devida preocupação, ou iluminação necessária para promover com qualidade e tranquilidade suas atividades, se inicia a imersão do designer ao contexto do problema, consciente de que, seu produto final poderá oferecer melhorias a curto e a longo prazo à esses ambientes, promovendo novas possibilidades a seus usuários.

Seu resultado preliminar idealizado demonstra inúmeras vantagens, tais como a autossuficiência energética na iluminação artificial, a possibilidade de armazenar energia produzida de dia, para alimentar lâmpadas de Led à noite, além da possibilidade de aproveitar a energia restante na rede elétrica doméstica, a partir de um inversor, ou armazenamento em baterias recarregáveis e portáteis.

A escolha das lâmpadas de Led, se justifica pela economia de energia, pois emitem mais quantidade de luz, gastando menos energia do que outros sistemas convencionais. Placas fotovoltaicas monocristalinas atualmente são encontrados no mercado, online, e presencial, por preços de certa forma, acessíveis, o que facilitaria sua produção para atender a demanda.

Através desses materiais, serão feitos croquis e protótipos de esquadrias, aberturas zenitais, claraboias e outros produtos, que irão possibilitar iluminação natural de dia, e iluminação eficiente a noite, através de células fotovoltaicas como fonte primária de energia, abastecendo internamente, baterias de 20.000 Mah, para posterior, ligar lâmpadas de Led, em combinação com outros materiais econômicos e ecológicos que irão concluir o design em questão, para posteriormente, criar patentes e produtos que incentivem a exploração ecológica de energia e novas formas de viver e sentir a luz, energia solar.

## **2. Arquitetura Bioclimática**

O aproveitamento consciente da luz solar, possibilita inúmeras mudanças de realidades sobre problemáticas ambientais que vivenciamos, pelo incorreto tratamento de resíduos orgânicos e inorgânicos, que muitas vezes acabam sendo descartados em veias pluviais (abastecendo rios, mares, lagoas) causados pela falta de planejamento, ou utilização inconsequente dos recursos naturais, entre outras problemáticas, para/com a sociedade e meio ambiente.

Nesse contexto, cabe salientar a necessidade de estratégias e políticas públicas para minimizar os efeitos nocivos ao planeta. É compreensível saber que os edifícios são responsáveis por um alto gasto energético, dentre outros recursos, tanto na fase de construção quanto na manutenção do mesmo, sendo necessário o uso de estratégias que tragam equilíbrio construtivo para como o meio ambiente, como pode ser observado na figura 1, a seguir.

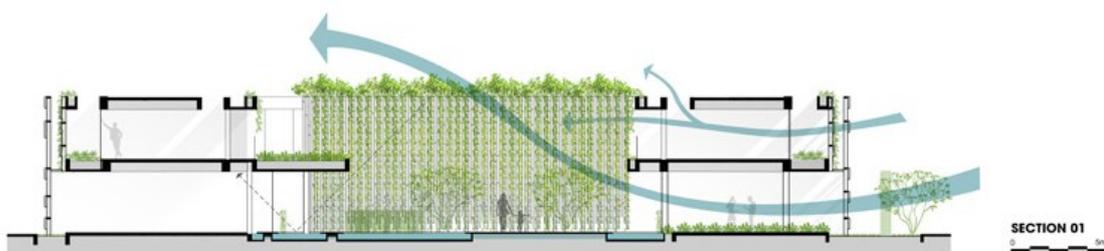


**Figura 1: Arquitetura e Paisagismo em equilíbrio**

**Fonte: Studio (2017)**

A conexão desenvolvida com conceitos de Arquitetura Bioclimática foi essencial para o entendimento da pesquisa. Entendida por Correa (2001), e Souza et al (2013) como a arquitetura em equilíbrio com o Bioclima, conversando em técnicas construtivas, em preservação do meio ambiente, adaptada ao clima e fatores geográficos da região.

Em geral, o design envolvido na Arquitetura Bioclimática, se traduz com traços e softwares que representam sua concepção, envolvendo o pensar consciente sobre as consequências que podem vir a ocorrer no projeto executado, preservando as benéficas e evitando as negativas, correlacionando o sol, os ventos predominantes (figura 2), as redes pluviais, a geografia do terreno que virá ser aplicado o projeto, sua topografia original, vegetação nativa, estabelecendo condições adequadas de conforto físico e mental dentro dos ambientes. (CORREA, 2001).



**Figura 2: Ventilação Natural em Projeto**

**Fonte: Studio (2017)**



A compreensão e aplicação de conceitos de Arquitetura Bioclimática auxiliou na concepção do projeto deste artigo, causando visões otimistas sobre futuras realidades locais das regiões e ambientes que seriam impactados, principalmente no que se refere ao uso de materiais, técnicas de montagem e geração ecológica de energia.

### **3. Energia**

A preocupação com o uso inteligente de energia tem impulsionando o mercado da construção civil a desenvolver estratégias e alternativas para melhorar a eficiência energética nas edificações. Considerando o fato de que 46,7% da energia gasta no país é utilizada na manutenção das edificações, e 8% desse total é destinado em prédios públicos. O consumo energético mais considerável em edificações se deve principalmente ao uso do ar condicionado, iluminação, equipamentos de escritório, elevadores e bombas de gás ou água. (PNE 2030; SOUZA et al, 2013).

Atualmente no Brasil, de acordo com o Plano Nacional de Energia (PNE 2030), a energia elétrica de origem hidráulica correspondia, em 2005, a 89,5% da oferta existente no país, devido a rede hidrográfica existente e a característica renovável da matriz energética brasileira. Porém isso envolve muitos conflitos econômicos e sociais, como a criação de barragens, a distância dos potenciais empreendimentos até os locais de consumo, comunidades locais que tem de ser realojadas, entre outras problemáticas, como o desperdício de energia considerável, quando a eletricidade não é consumida nos horários de pico, ela não é armazenada e por isso descartada rio abaixo.

Se torna um desafio para pesquisadores e cientistas, criar novas fontes energéticas renováveis e ecológicas, que supram essa demanda constante e necessária para o avanço tecnológico e evolução da sociedade. (SOUZA et al, 2013)

Cabe lembrar que, historicamente a descoberta de novas fontes de energia promoveu o desenvolvimento das cidades possibilitando novas formas de ver e sentir a mobilidade urbana, mobilidade aquática, aérea, espacial, causando revoluções energéticas globais, como aconteceu com a Inglaterra na primeira revolução industrial por meio da descoberta do carvão, e posteriormente com a descoberta dos combustíveis fósseis e a eletricidade, surgindo a segunda revolução industrial, pois estas fontes de energia favoreceram o desenvolvimento tecnológico mundial, logo, os países que dominaram essa tecnologia surgiram no século XX como novas potências econômicas. (SOUZA et al, 2013).

Atualmente o mundo depende de recursos não renováveis, como o petróleo e o gás natural para suprir grande parte do consumo energético mundial. Nesse contexto, a transformação sustentável da matéria, da luz, de elementos primários, em energia, tem demonstrado novas oportunidades e soluções eficientes para atuais demandas energéticas nas cidades brasileiras, como usinas de Biogás, Biocombustível, que recolhem o lixo orgânico, ou canalizam o esgoto para locais onde desenvolvem um processo de fermentação, processos químicos que transformam os gases oriundos desse meio, em energia limpa, além da energia gerada através de painéis fotovoltaicos, que são cada dia mais comuns em edificações e residências com selos de eficiência energética no Brasil e no mundo.

No contexto de alternativas energéticas renováveis, Franco (2009), Seo et al (2002), e Souza et al (2013), afirmam que o Hidrogênio é visto como um elemento fundamental no desenvolvimento de energia sustentável, não apenas por sua presença existencial na composição de estrelas, além de estar em cerca de 90% de todo o universo observável atualmente, é um elemento facilmente extraído de diversas fontes como hidrocarbonetos e água, a um custo significativo, tendo alta capacidade e potencial energético.

Atualmente suas aplicações práticas já ocorrem através de células combustíveis, que virão substituir gradativamente, motores movidos pela combustão de fósseis em grandes cidades que enfrentam problemas de poluição e excessos de dióxido de carbono na atmosfera.

#### **4. Procedimentos Metodológicos**

##### **4.1 Design Thinking**

O processo no qual os autores desenvolveram a ideia principal deste trabalho, foi baseada no método Design Thinking, tendo consciência sobre o tempo e espaço dos designers no processo de criação, desenho, escrita, onde a desordem momentânea de passos sucessivos é um processo necessário para que haja melhor clareza e equilíbrio.

É importante salientar que, as etapas do Design Thinking envolvem um ciclo mais intuitivo do que metódico. Segundo estudos de Brown (2009), e Martins et al (2016) existe um consenso sobre sua fluidez e alternância, entre inspiração, ideação e implementação, conforme demonstra a figura 3.



**Figura 3: Etapas do Design Thinking**

**Fonte: Náudima Pintor, 2017.**

Brown (2009), salienta em suas pesquisas que, a disposição das etapas que compõe o Design Thinking possui alguns critérios associativos que se conectam diretamente na otimização funcional do produto desenvolvido:

- **Praticabilidade:** Resumidamente, seu funcionamento prático atendendo demandas atuais ou futuras;
- **Viabilidade:** Sobre a possibilidade econômica de prototipação e produção a média e larga escala. Neste item, cabe salientar a importância do pensamento ecológico para/com sua produção, seja na escolha de materiais reaproveitados, ou de fácil acesso.
- **Desejabilidade:** Simplesmente despertar vontade, desejo estético e simpatia para/com o produto, valorizando a experiência do usuário durante seu uso, sua

relação e preocupação empática para que a experiência final seja agradável e faça sentido na personalidade do usuário.

Nesse sentido, busca-se através da empatia, imaginar soluções em equipe, *brainstorms* e reuniões especiais, para que através da tempestade, seja possível vir o sol, a clareza, o equilíbrio entre suas etapas:

**Inspiração ou Imersão:** Nesta fase do processo, é conhecido o problema, aproxima-se do contexto da realidade da empresa e do usuário final. (Vianna et al. 2012). Ideias são identificadas, coletadas e avaliadas para serem aproveitadas como oportunidades pela observação pessoal e equipe. A empatia e intuição possuem um papel fundamental nesse processo, para possibilitar o entendimento do negócio e diante disso criar soluções adequadas ao problema.

A Imersão Preliminar, portanto, tem como finalidade definir o escopo do projeto e suas fronteiras, além de identificar os perfis de usuários e outros atores-chave que deverão ser abordados. Nesta fase, é possível também levantar as áreas de interesse a serem exploradas de forma a fornecer insumos para a elaboração dos temas que serão investigados na Imersão em Profundidade (Vianna et al., 2012, p. 22).

Normalmente nessa etapa a equipe não conhece o problema, sendo a imersão preliminar o responsável pela apropriação do tema. Nesse sentido a imersão preliminar e em profundidade permite o entendimento sobre o assunto, sendo assim determinantes no processo de análise e síntese das informações, uma vez que os dados coletados por meio dos insights gerados na etapa de inspiração favorecem a maior compreensão do problema (MARTINS et al. 2016).

**Ideação:** na etapa de ideação, são analisadas todas as ideias coletadas na fase de imersão com o intuito de refinar as oportunidades e gerar ideias mais concretas para o projeto. A partir do detalhamento das ideias possibilita-se a criação de soluções mais adequadas a realidade do cliente, cabendo salientar que, nessa etapa, o trabalho em conjunto com o público alvo é importante para o sucesso do projeto:

Brainstorming é uma técnica para estimular a geração de um grande número de ideias em um curto espaço de tempo. Geralmente realizado em grupo, é um processo criativo conduzido por um moderador, responsável por deixar os participantes à vontade e estimular a criatividade sem deixar que o grupo perca o foco (Vianna et al., 2012, p. 101).

A técnica bastante empregada ao Design Thinking, é a ferramenta de análise estratégica matriz de posicionamento, que tem como objetivo amparar o processo de decisão por meio do entendimento mais eficiente dos benefícios e desafios de cada solução. Dessa forma, as ideias com potencial mais elevado são selecionadas para que seja desenvolvido um protótipo dessa solução (MARTINS et al. 2016).



**Implementação:** nesta fase, as oportunidades criadas nas etapas anteriores do processo são desenvolvidas a partir dos resultados de sessões de criatividade. A partir disso tem-se os protótipos. “Os protótipos desenvolvidos têm como objetivo ir além dos pressupostos que bloqueiam soluções eficazes e realmente inovadoras” (Bonini & Endo, 2010, p. 4).

Criação e desenvolvimento de protótipos do projeto fazem parte da etapa de implementação, na qual, a partir das ideias geradas na ideação, são colocadas em prática ações para tornar tangível e dar forma à ideia. A maior parte dos projetos de DT fracassa no momento da implementação. Eles podem não ser viáveis do ponto de vista tecnológico nem financeiramente rentáveis ou ainda porque a empresa não consegue levá-los ao mercado com sucesso (Nakagawa, 2014, p. 3).

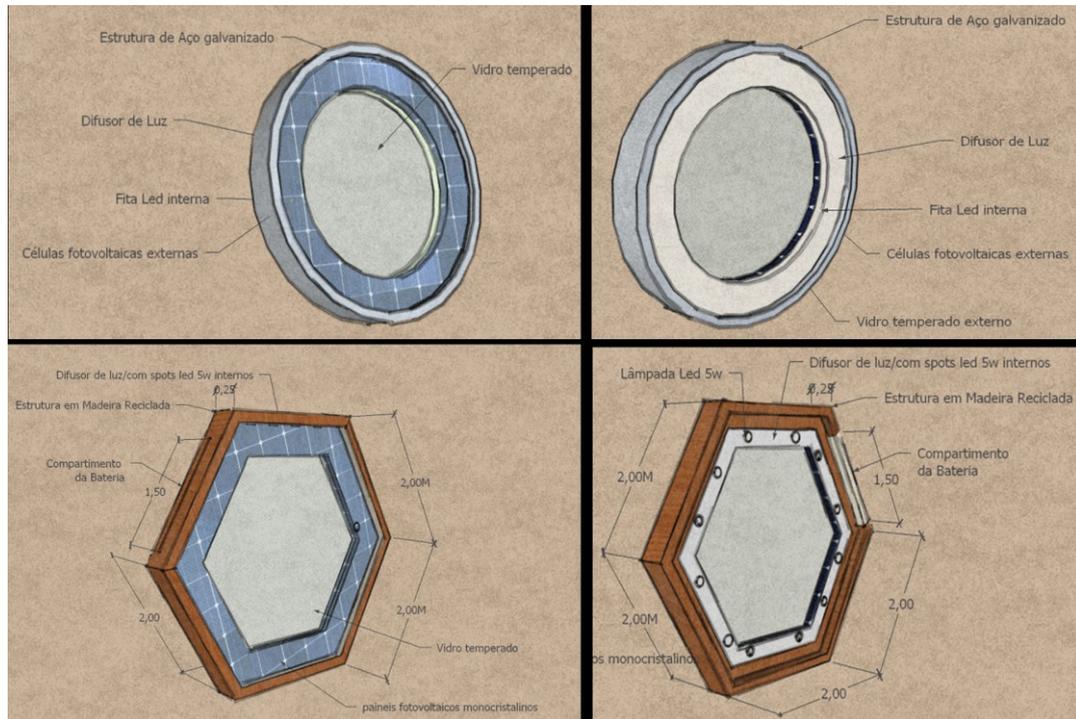
Ressalta-se que os protótipos têm como objetivo testar e validar hipóteses, porém deve-se levar em conta as possibilidades de falha dos mesmos. Inversamente ao que muitos acreditam, falhar na significa o fim de projeto, mas, sim, a possibilidade de corrigir o que deu errado com antecedência e adequar o protótipo, o que em muitos casos é o fator crucial que leva a solução ao sucesso (MARTINS et al. 2016).

## 5. Aplicação/ Resultados

Contextualizando o processo de Design Thinking, a imersão inicial aconteceu no pensamento sobre formas intuitivas e naturais encontradas na natureza, nas estrelas, constelações, e em colmeias, logo após reflexões e observações lúdicas sobre janelas, ou seja, elaboração de esquadrias que além de, serem portais de luz natural do externo ao interno, sejam capazes também de transformar a luz solar, através de painéis fotovoltaicos, em energia, possibilitando seu armazenamento, e utilização posterior de diversas formas, dando liberdade de escolha e infinitas possibilidades ao usuário.

Sua ideação e implementação envolveu novas questões, relacionadas a pesquisa de materiais, a geração e armazenamento de energia, como também, seu fácil entendimento, controle manual e wireless pelo usuário, por meio de aplicativo no smartphone, possibilitando diferentes combinações de luz e cores, que apenas sistemas de iluminação LED possibilitam.

Sendo um produto pensado para ser facilmente adaptável a construções atuais (residências, instituições, escolas) e futuras. Esquadrias montadas com peças devidamente encaixadas e circuito elétrico instalado de recepção de luz, transformação, e armazenamento de energia para sua utilização posterior, através de baterias com capacidade suficiente para sustentar luzes LED (instaladas internamente no perímetro da esquadria), ou alimentar tomadas da rede, como também, alimentar aparelhos elétricos ou luminárias de forma independente. Tais aplicações práticas de reaproveitamento de luz – energia por meio de tecnologia aplicada as esquadrias autossuficientes podem ser melhor esclarecidas nas figuras 4, 5 e 6 logo abaixo.



**Figura 4: Esquadrias autossuficientes versão hexagonal e estelar idealizadas**

**Fonte: Elaborado pelos autores**



**Esquadria versão Hexagonal, vista externa**



**Esquadria versão estelar, vista externa**



**Versão Hexagonal, internamente (dia)**



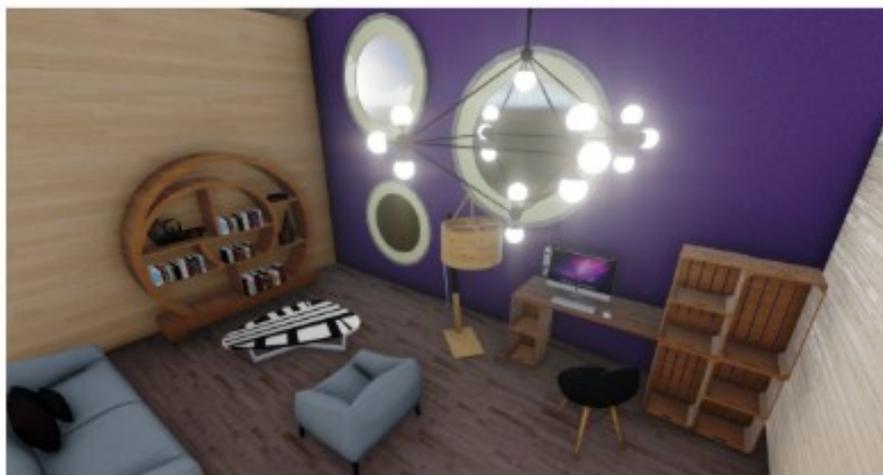
**Versão estelar (ambiente interno), com LED ligado em intensidade lunar (noite)**

**Figura 5: Esquadrias Autossuficientes em realidade próxima**

**Fonte: Elaborado pelos autores**



Esquadrias alimentando luminárias LED e aparelho elétrico (instalação elétrica aparente e embutida na parede/forro)



**Figura 6: Esquadrias Autossuficientes em realidade próxima**

**Fonte: Elaborado pelos autores**

## **6. Considerações Finais**

Retomando objetivos iniciais de conectar conceitos dialogados previamente sobre Arquitetura Bioclimática, Eficiência Energética e metodologias de Design Thinking, é possível transcender a atuação do Arquiteto/Designer como possível de transformar a sua realidade, seja uma realidade cotidiana local, regional, nacional, ou global, visando o desenvolvimento sustentável e evolução de tecnologias que incentivem a geração de energias renováveis.

Sobre a idealização destas esquadrias autossuficientes, cabe ressaltar que a aplicação de testes práticos e sua prototipação exige custos e orçamentos prévios, realizados em paralelo ao desenvolvimento da pesquisa, sendo que, atualmente será possível viabilizar e desenvolver protótipos a serem testados e vendidos no mercado construtivo, com parcerias



que compartilham percepções sobre novos designs e métodos de geração e exploração de energia limpa.

## Referências

BONINI, L. A., & Endo, G. de B. 2010. Design Thinking: uma nova abordagem para inovação. Recuperado em 23 de maio, 2015, de 2010. <<http://biblioteca.terraforum.com.br/BibliotecaArtigo/artigodesignthinking.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2017.

BROWN, Tim. Change by Design: how design thinking transforms organizations and inspires innovation. HarperCollins. 2009. Disponível em: <<https://www.ecologyofdesigninhumansystems.com/wp-content/uploads/2012/09/Change-By-Design-Tim-Brown.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2017.

CORREA, C. B. DROPS. [www.vitruvius.com.br](http://www.vitruvius.com.br), 2001. ISSN 004.07. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/drops/02.004/1590>>. Acesso em: 23 nov. 2017.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. Balanço energético nacional 2012: ano base 2011. Rio de Janeiro: EPE, 2012. Disponível em: <[https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio\\_Final\\_BEN\\_2012.pdf](https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2012.pdf)> Acesso em 10 ago 2017.

FRANCO, T. V. Análise termodinâmica das reações de reforma do metano e do GLP para a produção de hidrogênio. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), Universidade Federal de Uberlândia, 2009;

MARTINS, Amilton Rodrigo de Quadros et al. Uso de Design Thinking como Experiência de Prototipação de Ideias no Ensino Superior. Future Studies Research Journal, São Paulo, p.208-224, abr. 2016. Disponível em: <<https://revistafuture.org/FSRJ/article/view/227>>. Acesso em: 23 nov. 2017.

NAKAGAWA, M. 2014. Ferramenta: *Design Thinking para empreendedores*. 2015, <[http://cmsempreenda.s3.amazonaws.com/empreenda/files\\_static/arquivos/2014/04/07/Design\\_Thinking\\_.pdf](http://cmsempreenda.s3.amazonaws.com/empreenda/files_static/arquivos/2014/04/07/Design_Thinking_.pdf)>. Acesso em: 23 nov. 2017.



SEO, Y. S., SHIRLEY, S. T., KOLACZKOWSKI, S. T., Evaluation of thermodynamically favourable operating conditions for production of hydrogen in three different reforming technologies. In: Journal of Power Sources, v. 108, p. 213- 225, 2002;

SOUZA, E.M; CASTRO, K.G; DI DIO, R; RAUBER, P. ARQUITETURA FUTURISTICA E ENERGIA SUSTENTÁVEL – Parte II. Dourados, MS. Revista de Ciências Exatas e da Terra UNIGRAN, v2, n.2, 2013;

STUDIO, Mia Design. NAMAN PURE SPA. Disponível em: <<http://miadesignstudio.com/naman-spa/>>. Acesso em: 21 nov. 2017.

VIANNA, M., Vianna, Y., Adler, I. K., Lucena, B., & Russo, B. 2012. Design thinking: inovação em negócios. Rio de Janeiro: MJV Press. Recuperado em 03 de julho, 2015, de <<http://www.sebraedesign.com/wp-content/uploads/2013/05/Design-Thinking-Inova%C3%A7%C3%A3o-em-Neg%C3%B3cios.pdf>> Acesso em: 23 nov. 2017.