



**SIGRADI2018**  
**TECHNOPOLITICAS**  
xxii congresso da sociedade  
iberoamericana de gráfica digital  
22th conference of the  
iberoamerican society  
of digital graphics  
07|08|09|novembro|2018  
iau usp | são carlos | sp br

## A Shelter in extreme environments: Prototyping of the riverine house in the Amazon

**Jair Antonio de Oliveira Junior**

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo e Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Presbiteriana Mackenzie | Brazil | [jair.oliveira@mackenzie.br](mailto:jair.oliveira@mackenzie.br)

**Arthur Hunold Lara**

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo | Brazil | [arthurlara@usp.br](mailto:arthurlara@usp.br)

**Célia Regina Moretti Meirelles**

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Presbiteriana Mackenzie | Brazil | [morettimeirelles@gmail.com](mailto:morettimeirelles@gmail.com)

### Abstract

This article aims to contribute to the debate in the production of lightweight architectural structures, focusing on the dwelling, as well as design processes in extreme areas, resulting in the understanding of their formation processes. The report of the process of prototyping and BIM modeling of a floating riverfront housing, Solimões floodplain area, the city of Manacapuru, Amazonas in Brazil. In the context of the shelter, vernacular, what would be the most appropriate design processes for the complexity of social and environmental parameters, traditional technological resources in counterpart to the processes of the Digital Age, as a hybrid process, proposing mediation between traditional and scientific knowledge.

**Keywords** Environment; BIM; Prototyping; Housing; Amazon

## INTRODUÇÃO

O artigo visa contribuir com o debate da produção de estruturas arquitetônicas leves, com foco no habitar, casa flutuante descrita a seguir, bem como, os princípios de projeto em áreas extremas, resultando na compreensão de seus processos formadores. O método de prototipagem de uma habitação vernacular ribeirinha foi concebido a partir de um levantamento realizado durante expedição de coleta de dados em comunidades na várzea do Rio Solimões, município de Manacapuru a 140 quilômetros de Manaus. No âmbito do abrigo, como uma estrutura leve, questiona quais seriam os processos de projeto mais adequados a complexidade, em questão, parâmetros sociais, ambientais e recursos tecnológicos tradicionais em contrapartida aos processos da Era Digital. Considerando a prototipagem feita em escala 1:25 e a modelagem com aplicativos BIM, usando método híbrido propondo mediação entre os saberes tradicionais e científicos. Buscou-se de certa maneira uma produção sustentável.

Entretanto, devemos observar a configuração do ambiente extremo de floresta alagável amazônica onde o objeto arquitetônico está inserido. De tal modo, a variação do ciclo hidrológico, como condicionante de projeto, determina uma série de outros parâmetros, interpretados pelos povos das várzeas em suas soluções para a criação do abrigo. Uma condição definidora é que a noção clássica da implantação da casa em um terreno não existe neste caso, da mesma maneira que a relação de posse dessas áreas se tornam subjetivas em suas fronteiras, em que se pese, o ribeirinho lida com o ambiente de maneira tão difusa quanto sua ocupação do território. Durante parte do

ano a percepção de margem simplesmente desaparece. O regime das águas determina a paisagem das áreas de floresta alagada, chegando a variar em até 15,5 metros segundo a ANA, Agência Nacional de Águas, dados do boletim de monitoramento hidrometeorológico da Amazônia ocidental de 2017, determinando o cotidiano e hábito do homem ribeirinho que se transforma na mesma proporção, assim, a leitura da natureza por parte dessas populações estão conectadas ao seu repertório, onde, saber “ler” a natureza é um fator primordial para obter sucesso à realidade extrema que se apresenta.

Como observa Fraxe (2000), o homem ribeirinho, caboclo, com suas raízes genéticas ligadas às populações indígenas brasileiras, europeus colonizadores e posteriormente, massas de imigrantes, considerando um dos mais relevantes, os nordestinos que ocuparam de maneira sistemática as regiões amazônicas durante os ciclos da borracha. Também de maneira difusa, desenvolveram durante os ciclos de ocupação das áreas de várzea na Amazônia uma tipologia habitacional particularmente adaptada à dinâmica das águas através da produção de casas palafíticas ou flutuantes, com seu repertório formal/espacial similar as casas avarandadas, com cobertura de duas águas encontradas por exemplo no litoral do Ceará, como podemos observar na descrição de Cardoso (2007).

Para isso, lançamos mão de prototipagem e a modelagem BIM de uma casa flutuante em madeira e o relato de todo o processo. A partir da complexidade que se apresenta e as transformações em curso, torna-se importante um certo



Figura 1: Casa flutuante – Lago do Pesqueiro, Manacapuru – Amazonas, Foto: Jair Oliveira

resgate arquitetônico, uma mediação entre os saberes. Como defende em entrevista BEAURECUEIL (2013) podemos adotar um enfoque transdisciplinar, conectando o conhecimento tradicional do artesão ribeirinho Low Tech, frente as novas tecnologias da Era Digital, High Tech, que assinalam para a transformação cultural, quanto ao uso e o desenvolvimento de materiais e técnicas.

## METODOLOGIA

Motivado por essa discussão, buscamos trabalhar de modo holístico, híbrido, no incremento de processos de projeto que atendam parâmetros objetivos e subjetivos da criação de estruturas em áreas extremas, onde, o projeto e a protipagem da casa em questão, contribui para trabalho em andamento, o relato do processo de aprendizagem gerado pelo redesenho de uma casa flutuante.

Em termos de desenvolvimento de projeto, almejamos o resultado de melhor compreensão do processo de fabricação tradicional da casa ribeirinha. Em seguida, pesquisamos alternativas para soluções em madeira, através da visualização e controle do processo de projeto, por meio da consolidada tecnologia BIM, (Building Information Modeling), permitindo segundo Flório (2007) uma leitura completa, sobre os componentes, integrando o projeto como um todo, admitindo a verificação da quantificação básica do projeto e levantamento de custos, bem como entender as soluções adequadas, averiguando sua viabilidade.

Na primeira etapa, durante oportunidade da expedição às localidades no município de Manacapuru - AM, fizemos o levantamento arquitetônico a partir de fotos e croquis, portanto, buscamos refletir a respeito do processo de construção da casa ribeirinha típica.

O segundo passo foi a modelagem da casa na plataforma do aplicativo Google SketchUp Pró 2016, com a intenção de gerar a planificação de seus componentes com o *Plug-in* Milling Tools versão (4.0.3) de 2017, disponibilizado na área de *plug-ins* do site de extensões do SketchUp. O *plug-in* surgiu da necessidade de um usuário, relatando no fórum de discussões do software a dificuldade em exportar peças individuais para corte em máquinas CNC. Todas as

etapas para esta questão eram executadas manualmente, onde o usuário deve escolher a face que quer planificar, copiar, recuar o objeto para assim colocá-lo no plano de origem. A automatização do processo cria uma série de planos organizados de modo a permitir maior velocidade e precisão para este tipo de tarefa.

O terceiro passo foi a modelagem em uma plataforma BIM, reconhecendo o processo construtivo, o que permitiu a quantificação das peças utilizadas, bem como gerar levantamentos quantitativos e de custos segundo dados do projeto Floresta Viva (2016), para esta tarefa. O software que utilizamos foi o Archicad 21, versão educacional.

Finalmente, a execução do modelo físico da casa flutuante em escala 1:25. Todas as peças foram cortadas na cortadora laser e montadas de modo a permitir a visualização dos elementos estruturais, ordem de montagem e fechamentos.

## RESULTADOS

O trabalho que resultou do relato do processo de aprendizagem gerado pelo redesenho de uma casa flutuante, em primeira etapa de levantamento de dados foi executado pelo Professor Jair Oliveira em agosto de 2017. Durante expedição de pesquisa e coleta de dados com a participação da mestrandia Maria Cristina Cellupi e a graduanda em Arquitetura e urbanismo Beatriz Borst O levantamento foi realizado por meio de medição analógica das dimensões básicas da casa e registrado por meio de de croquis e rascunhos preliminares, identificando as principais dimensões e a configuração da casa, bem como a identificação do sistema construtivo e seus detalhes.

Durante a expedição, definimos como objeto de pesquisa uma casa flutuante, recém construída que se destacava da maioria por sua diferenciação entre as demais mais próximas, principalmente, no que se refere ao acabamento, dimensões e programa.

Trata-se de uma casa de três dormitórios, raro na região, onde a maioria das casas tem como partido arquitetônico apenas dois. O flutuante de referência, abriga uma família composta por 5 pessoas, sendo casal e 3 filhos.

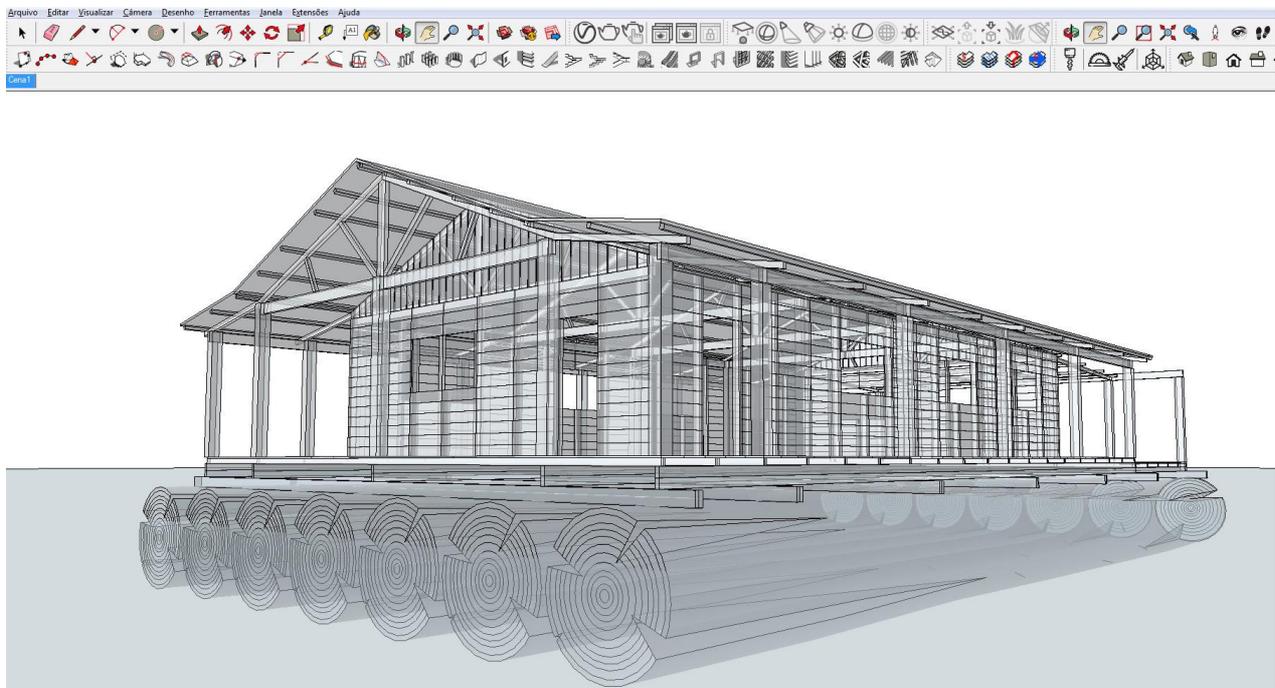


Figura 2: Modelagem Casa flutuante em SketchUp

A casa está apoiada sobre uma plataforma de 150 m<sup>2</sup>, formada por vigamentos de 3 níveis formando um tablado amparado sobre toras de Hura crepitans L. Euphorbiaceae, com a denominação vulgar de Açacu, árvore de grande porte encontrada na região amazônica com até 40 m de altura, atingindo até dois metros de diâmetro. A sua seiva, muito cáustica e com látex é fluido, extremamente irritante para as mucosas, entretanto, uma árvore com madeira de baixa densidade, flutuante e muito resistente a submersão. Principalmente extraída para o auxílio na flutuação de toras de outros tipos de madeiras de densidade alta quando transportadas pelo rio.

Os fechamentos da casa são executados com tábuas horizontais, fixadas montantes verticais a cada 75 centímetros, formando um *grid* de apoio. O que nos chama a atenção neste método construtivo é a tentativa de vedação com massa acrílica entre as pranchas, que, segundo os moradores isola a casa de insetos e pernilongos durante o entardecer e a noite, porém, a massa entre as tabuas encontra-se trincada, o que sugere a utilização de madeira com muita umidade, e que sofreu deformação em função de sua secagem. Pudemos observar em pesquisas anteriores uma mudança importante no sistema de construção da cobertura, originalmente composta por palha de palmeiras trançada, gerando uma condição muito favorável em termos de conforto térmico, atualmente, é executada em quase sua totalidade em telhas metálicas sem pintura, que segundo medições realizadas em campo com termômetro infravermelho, apontaram uma temperatura de 54°C na superfície da telha enquanto do ambiente apresentava 35°C. O programa da casa é composto por três dormitórios, sala de estar e TV, cozinha e uma pequena área de alimentação, banheiro e área de lavanderia são externos, toda a casa é rodeada por uma varanda e conta com uma pequena área para serviços e manejo das redes e da pesca, servindo também como um estar externo, área de trabalhos doméstico e oficina.

O objetivo desta fase é aproximar-se da casa a partir do redesenho, como ferramenta fundamental em escala reduzida, permitindo a possibilidade de uma compreensão profunda e didática, especialmente no que se refere aos alunos de graduação envolvidos no projeto de pesquisa, levando em conta a participação em todas as etapas, desde as fases iniciais, identificando cada item da construção, obtendo uma visão mais completa do processo.

Para a realização desta tarefa, contamos com o envolvimento de duas alunas de graduação em Arquitetura e Urbanismo, Giulia da Cruz Silva e Patrícia Braga Ribeiro, que modelaram a casa no SketchUp 16 versão Pró, planejaram os componentes de projeto, os cortaram na laser, finalmente montando o modelo físico. Mesmo sem grande experiência na utilização do software, as alunas realizaram um trabalho muito organizado, rápido, cumprindo com o esperado. A modelagem 3D a partir do levantamento, permitiu a criação de formas, dimensões e encaixes específicos da casa, de modo que foi possível a geração de relatórios básicos de quantificação por componente e volume, mesmo o SketchUp não sendo um software BIM por definição, admitiu que desse software fossem aproveitadas as capacidades de visualização, manipulação e construção de modelos 3D. Lembrando que o objetivo da utilização do SketchUp foi apenas criar um modelo digital para a planificação das peças e conseqüentemente, prototipagem na cortadora laser, de forma que, para isso, utilizamos o *plug-in* Milling Tolls, que permite planificação automática de superfícies pré-determinadas, encurtando o processo, produzindo resultados precisos em poucas etapas. Após a planificação das peças, utilizamos o laboratório de prototipagem do curso de arquitetura e urbanismo da Universidade Presbiteriana Mackenzie para cortar peças individuais para montagem, assim, os desenhos foram carregados no software da máquina de corte a laser de 1100x900 mm que pertence ao e foram recortados em papel couro de 2mm.



Figura 3: Modelo físico da casa flutuante, Foto: Jair Oliveira

Quanto ao modelo físico, decidimos trabalhar a partir do que foi produzido no SketchUp. O trabalho software foi desenvolvido em escala 1:1, como usualmente é feito, de maneira que pudemos estudar os encaixes das estruturas verticais e horizontais, bem como a tesoura e fechamentos, de modo que quando cortamos os elementos, partimos para uma montagem rápida e precisa em tamanho reduzido. Optamos por não fazer a maquete completa para que se possa visualizar os componentes internos e o modo de construção da casa.

Ao refletir a respeito da melhor maneira para se aproximar da questão da compreensão e controle do projeto uma unidade habitacional, mesmo sendo uma habitação vernacular. Apoiados na tecnologia BIM, escolhemos para esta etapa a utilização do Software Archicad 21, logo buscamos uma visão mais abrangente, estendida, onde a visualização 3D é de fato a visualização de dados ou parâmetros de projeto., além de, gerar informações quantitativas, de volume de madeira utilizado e custo das peças de madeira.

O estudo da casa flutuante, buscou em primeira instância compreender a estrutura de madeira e seus elementos, que em suma, é composta por um tablado de regularização apoiada sobre toras flutuantes. Composta por vigas primárias, secundária e terciárias montadas de modo cruzado e que recebe um assoalho no sentido longitudinal. Neste sistema horizontal de vigamentos base, surgem os montantes verticais que servem de apoio para as tesouras de madeira. O desenvolvimento do projeto no Archicad permitiu um excelente controle de cada um dos componentes e suas interações, de modo parametrizado e acessível, mesmo para usuários com pouca experiência, permitindo edições e análises rápidas. Percebemos um grande potencial no desenvolvimento do trabalho e planejamento. A aplicação da tecnologia BIM em habitações de caráter vernacular apresenta grande

potencialidade, principalmente no caso de casas construídas com peças e dimensões padronizadas de madeira aparelhada, fornecidas localmente. A madeira para construção destas modalidades de casas flutuantes é proveniente de entrepostos revendedores ou diretamente por serrarias, oferecendo uma gama de medidas, já denominadas conforme a utilização.

Dada a relevância de estabelecer um método para a transposição dos dados coletados, partimos das análises lógicas coletadas em campo, como por exemplo os sistemas de encaixes da estrutura de madeira, modos de fixação das peças e soluções de materialidade adotadas, servindo como subsídio para definir os parâmetros projetuais que servirão para um diálogo com as comunidades ribeirinhas estudadas. O modelo físico serve como uma ferramenta de percepção, de modo que o próprio artesão ou usuário reconheça seus métodos construtivos particulares e decisões das alternativas para execução de seus ideais.

## DISCUSSÃO

No que se refere a experiência didática, o processo de modelagem no SketchUp, desenvolvimento BIM no Archicad e a prototipagem da casa flutuante se mostrou como um ciclo de aprendizagem consistente, que desde o levantamento ao final da montagem do modelo físico possibilitou a observação e o gerenciamento de parâmetros quantitativos e qualitativos, apontando para novas etapas da mediação entre conhecimento ou saberes tradicionais e as possibilidades inerentes aos processos de projeto da Era Digital.

A percepção dos processos formadores dessas estruturas construídas em áreas extremas, mostram soluções distintas lançando mão do conceito de Design Research, como é argumentado por BREEN (2002), por meio das

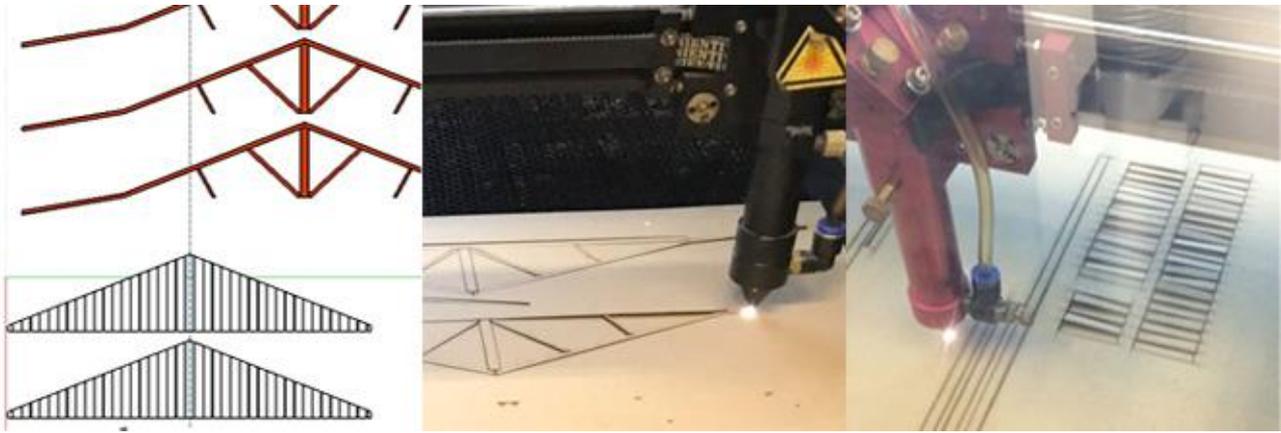


Figura 4: Planos de corte na máquina laser, Foto: Jair Oliveira

descobertas e comparações sistemáticas, estimulando a experimentação, levando a pesquisa às soluções valiosas. O trabalho articula e, deste modo é possível produzir uma solução projetual híbrida, de modo a levar em conta os saberes tradicionais da produção da casa ribeirinha, unindo e compreendendo o alcance das tecnologias digitais nos extratos distantes dos grandes centros urbanos.

Devemos considerar as grandes e importantes mudanças na passagem do Século XX para o XXI no que se refere a produção projetual, culminando no advento das tecnologias CAD/CAM (Computer Aided Design/ Computer Aided Manufacturing), permitindo possibilidades projetuais inéditas e diversos tipos de processos de projeto. Bem como, o desenvolvimento de toda a cadeia produtiva das áreas computacionais, introduzindo novas técnicas de representação, processos e controle do projeto. Contudo, cabe indagar: como estas tecnologias refletem na grande massa de pessoas que não têm acesso nem a um arquiteto, quanto mais aos benefícios de construções eficientes?

Discute-se o papel da lógica e da utilização de ferramentas digitais de representação e concepção projetual como processo, e como nota CELANI (2016), estamos na terceira geração de arquitetos desenvolvendo, de alguma forma pesquisa na área de Arquitetura e Urbanismo da Era Digital. Fortalecendo a ideia de que, não estamos vivendo uma tendência efêmera, mas sim, uma realidade de grande impacto na disponibilidade de novas tecnologias nos processos produtivos. Entretanto, faz-se necessário criar uma conexão entre essas tecnologias e as populações de baixa renda. Quando citamos isto, não nos referimos aqueles que de modo indireto são beneficiados pelo projeto de um arquiteto, mas ao enorme contingente que produz sem auxílio técnico. É de fundamental importância que, a partir do domínio das tecnologias BIM e outros processos, como citados acima, sejamos capazes de agir como um catalizador de uma série de parâmetros de diferentes naturezas. Sejam eles de natureza objetiva ou subjetiva, estendendo ao usuário final a completude no entendimento da complexidade projetual, gerando uma alternativa High-Low, alta tecnologia agindo em baixa tecnologia, pois, é fundamental em uma abordagem responsável, reconhecer os materiais e cultura local ao combinar as tecnologias High-tech e nossa realidade Low-tech.

Em tempo, como a pesquisa está em andamento, cogitamos a possibilidade da prototipagem de uma casa ribeirinha em escala real, aplicando técnicas locais, bem como o aprendizado adquirido durante o desenvolvimento do processo de projeto.

## REFERÊNCIAS

- ARCHDAILY. Coblogó / subdv. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/874036/coblogo-subdv>>. Acesso em: 22 jun. 2018.
- BREEN, JACK. Ways to study and research urban architectural and technical design: DESIGN DRIVEN RESEARCH. Amsterdam: [s.n.], 2002. 137-146 p.
- CARDOSO, Daniel Ribeiro - Tese de Doutorado – PUC-SP, 2008: Desenho de uma Poiesis. Comunicação de um processo coletivo de criação na arquitetura.
- COELHO, Sérgio Salles; NOVAES, Celso Carlos. Modelagem de Informações para Construção (BIM) e ambientes colaborativos para gestão de projetos na construção civil. Grupo de Pesquisa Aplicada em Construção Civil, Pelotas, out. 2013. Disponível em: <[http://www2.pelotas.ifsul.edu.br/gpacc/BIM/referencias/COELHO\\_2008.pdf](http://www2.pelotas.ifsul.edu.br/gpacc/BIM/referencias/COELHO_2008.pdf)>. Acesso em: 23 jun. 2018.
- FLORIO, Wilson. CONTRIBUIÇÕES DO BUILDING INFORMATION MODELING NO PROCESSO DE PROJETO EM ARQUITETURA. Research Gate, [S.L], jul. 2015. Disponível em: <<https://www.researchgate.net>>. Acesso em: 23 jun. 2018.
- FRAXE, Therezinha J.P.. Homens Anfíbios: Etnografia de um Campesinato das Águas. São Paulo: Annablume Editora. Comunicação, 2000.
- GREVEN, Hélio Adão; BALDAUF, Alexandra Staudt Follmann. Introdução à coordenação modular da construção no Brasil: Uma abordagem atualizada. Porto Alegre: [s.n.], 2007.
- GROAT, Linda N.; WANG, David. Architectural research methods. Second Edition ed. USA: Wiley, 2013.
- <https://extensions.sketchup.com/>.
- JONG, TAEKE DE; DUIN, LEEN VAN. Ways to study and research urban architectural and technical design: Design research and typology. Amsterdam: [s.n.], 2002. 87-116 p.
- KOWALTOWSKI, Doris C. C.; BIANCHI, Giovana; PETRECHE, João R. D.. O Processo de projeto em arquitetura da teoria à tecnologia: A criatividade no processo de projeto. São Paulo: Oficina de textos, 2013. 21-56p.
- MAGALHÃES, Leandro Dos Santos; NASCIMENTO, Fernando Pacheco Do. DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA EXCLUSIVO COM CONCEITOS BIM ATRAVÉS DE PLUGIN DO SOFTWARE SKETCHUP: GESTÃO EM PROCESSOS DE INDÚSTRIA DE DIVISÓRIAS. VII encontro de tecnologia

de informação e comunicação na construção, [S.L], nov. 2015. Disponível em: <[www.ufpe.br/tic2015](http://www.ufpe.br/tic2015)>. Acesso em: 23 jun. 2018.

MORIM, Edgar. Os sete saberes necessários à educação do futuro. Portal MEC, [S.L], jan./dez. 2011. Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/EdgarMorin.pdf>>. Acesso em: 28 jul. 2011.

SANGUINETTO, Evandro de Castro. Arquitetura da complexidade: Design a serviço da vida em um estudo de caso no sul de Minas Gerais. Revista LABVERDE, São Paulo, n. 2, p. 82-106, june 2011. ISSN 2179-2275. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/revistalabverde/article/view/61394/64307>>. Acesso em: 28 July 2017. doi:<http://dx.doi.org/10.11606/issn.2179-2275.v0i2p82-106>.

SATTLER, Miguel Aloysio. Habitações de baixo custo mais sustentáveis: a Casa Alvorada e o Centro Experimental de Tecnologias Habitacionais Sustentáveis. Porto Alegre: [s.n.], 2007.

STEVEN, Johnson . Emergência: Dinâmica de rede de formigas, cérebros, cidades e softwares . Tradução Maria Carmelita Padua Dias . Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2003

STEVENS, Garry. O círculo privilegiado. Fundamentos sociais da distinção arquitetônica: A arquitetura como um campo - pag. 09 a 83. Brasília: UNB, 2003.

Terceira Margem, 2000.

TONSO, Lais Guerle; NARDELLI, Eduardo Sampaio. BIM para a análise de desempenho térmico em edificações do Programa Minha Casa Minha Vida. XIX Congresso da Sociedade Ibero-americana de Gráfica Digital 2015, [S.L], v. 2, n. 3, nov. 2015. Disponível em: <[http://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/bim-para-a-anlise-de-desempenho-trmico-em-edificaes-do-programa-minha-casa-minha-vida-22294](http://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/bim-para-a-analise-de-desempenho-trmico-em-edificaes-do-programa-minha-casa-minha-vida-22294)>. Acesso em: 23 jun. 2018.

VASSÃO, Caio Adorno – Tese de doutorado FAUUSP - Arquitetura Livre: Complexidade, Metadesign e Ciência Nômade.

VITRUVIUS. Entrevista com anne save de beaurecueil - gabriela celani e maycon sedrez. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/entrevista/14.055/4776?page=7>>. Acesso em: 22 jun. 2018.