



**FERRAMENTAS E MODELOS  
TECNOLÓGICOS GERADORES  
DE CASES EM BIOMIMÉTICA**

## **SOBRE O AUTOR**

**Rafael Rattes Lima Rocha de Aguiar** | rafaelrattesaguiar@gmail.com

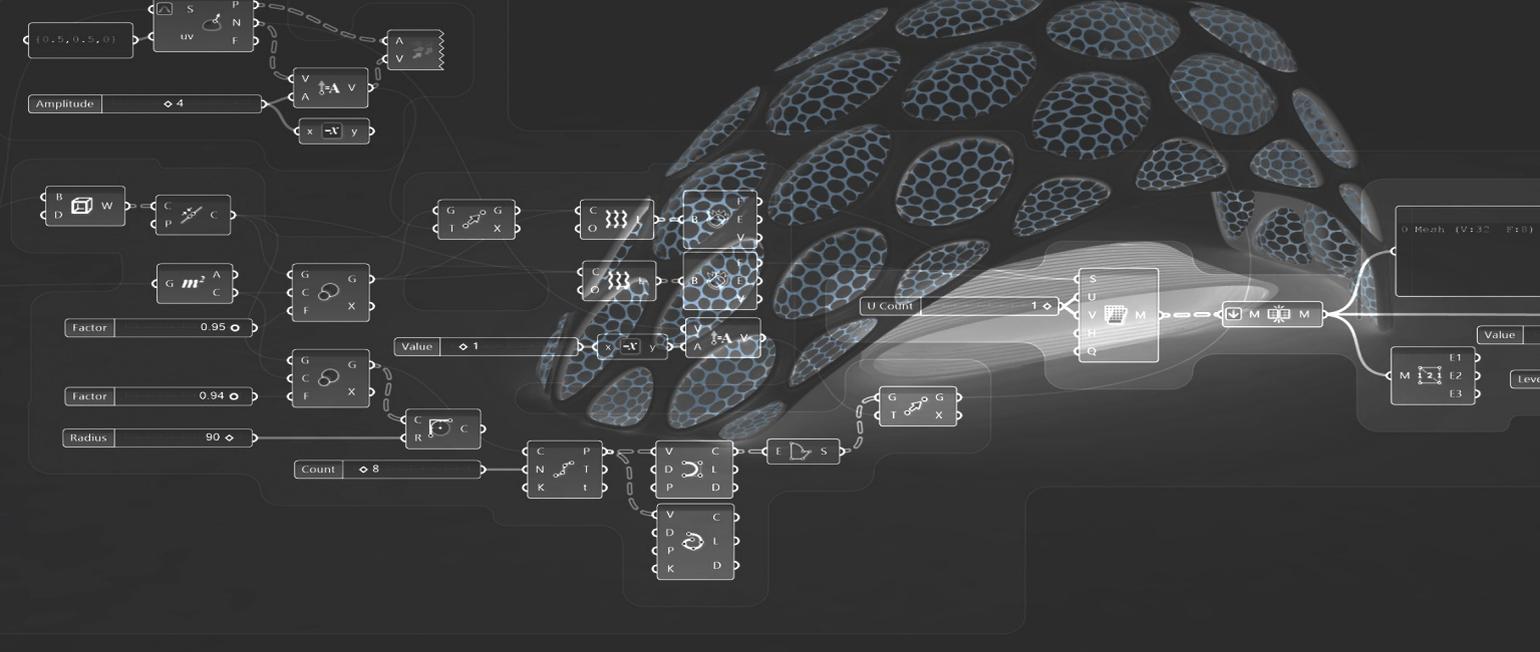
*Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5756448621189624>*

Graduado, mestre e doutorando em Design pela UFPE, fundador da startup em Design e Arquitetura BI/OS – Biologic Input/Output Solutions. Pesquisador em Design e novas tecnologias e processos, com foco em biomimética, metadesign, inteligência artificial e fabricação digital.

**Leonardo Augusto Gómez Castillo** | leonardo.a.gomez@gmail.com

*Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2061771070429217>*

Designer formado pela Universidad Nacional de Colombia (1994). Tem ampla experiência na área de desenvolvimento de produtos e serviços, com ênfase nos aspectos de inovação, design e sustentabilidade. No Japão, trabalhou como pesquisador na área de design de interação no Kyoto Institute of Technology (1997-1999). Culminou seus estudos de mestrado (2001) e doutorado em Design (2004) na Escola de Estudos Humanos e Ambientais da Universidade de Kyoto. Após uma curta passagem como estagiário na United Nations University veio para o Brasil para atuar como consultor na área de inovação em design para diversas organizações. Participou em projetos junto à Positivo, Nokia, Ministério da Educação, Coca-Cola e Fiat. Realizou post-doutorado em Design e Inovação para a Sustentabilidade na Universidade de TU.Delft, na Holanda (2011-2012). Atualmente professor e pesquisador do Departamento de Design da Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, professor colaborador do Mestrado em Design de Artefatos Digitais do C.E.S.A.R (Centro de Estudos e Sistemas Avançados do Recife), bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq – Nível 2. Lidera o Grupo de Pesquisa em Inovação, Design e Sustentabilidade.



## Metadesign & Natureza: Máquinas Abstratas para a Biomimética

*Metadesign & Nature: Abstract Machines for Biomime*

Rafael Rattes Lima Rocha de Aguiar | Leonardo Augusto Gómez Castillo

### Resumo

A complexidade presente na natureza é incontestável, e cada vez mais designers buscam compreendê-la no intuito de suprir suas necessidades formando o mundo artificial, como se observa na Biomimética. No contexto das abordagens e processos, assim como, da atuação na complexidade há o Metadesign, que surge como suporte instrumental e ferramental. Logo, este trabalho explora a relação entre a Biomimética e o Metadesign, correlacionando suas características e estabelecendo o uso de máquinas abstratas como estratégia de processo de design. Percebe-se que é possível atuar em níveis de abstração diferentes, assim como, trabalhar no espaço de possibilidades no contexto do Design Paramétrico e obter a concretude.

**Palavras-Chave:** Biomimética; Metadesign; Máquina abstrata; Design paramétrico.

### Abstract

*The complexity present in nature is undeniable, and more and more designers seek to understand it in order to meet their needs forming the artificial world, as seen in Biomimicry. In the context of the approaches and processes, as well as of the performance in complexity there is the Metadesign, which appears as an instrumental and tooling support. Therefore, this work explores the relationship between Biomimicry and Metadesign, correlating its characteristics and establishing the use of abstract machines as a design process strategy. It is realized that it is possible to act in different levels of abstraction, as well as to work in the space of possibilities in the context of Parametric Design and obtain concreteness.*

**Keywords:** Biomimicry; Metadesign; Abstract machine; Parametric design.

É inevitável conceber a complexidade existente na natureza. Observando o universo ou uma célula, encerra-se neles os mais variados tipos de sistemas, formas, padrões, estratégias, entre tantas outras infinitas características. Sua capacidade de prover diferenciações em suas estruturas, formando novos corpos animados ou inanimados, está atrelada a necessidade de criação de estratégias, que fundamentam sua sabedoria, conforme elucida Benyus (2003), ao compreender a natureza como mentora.

Assim, seria o ser humano capaz de construir algo proveniente da complexidade existente na natureza? Muitos consideram a complexidade como algo irreduzível, além da compreensão, um todo formado por numerosas partes mais simples, ou de outra forma, que não é algo simples. E assim sendo, há quem entenda a redução ou simplificação da complexidade algo fatal ou há quem a considere (VASSÃO, 2010). Neste último caso, é entendido por nós quanto aos designers, principalmente os que atuam em projetos biomiméticos. No entanto, os resultados são variáveis, a depender de quem e como os encontrem, e ainda mais, deve ser levado em conta o aspecto subjetivo desta ação, pois qualquer tentativa de compreensão e atuação do real e sobre o real (natureza), proveniente de um ato criativo, não pode ser considerado completamente objetivo, assim como, os resultados são temporários e limitados (VASSÃO, 2010).

Portanto, apontamos aqui alguns conceitos de meios perceptivos com foco no cenário complexo, levando em consideração uma atuação estratégica do designer, a partir das relações encontradas entre o **Metadesign** e a **Natureza**, no mundo complexo e para o mundo complexo. Sob a ótica da inspiração na natureza, sabe-se que se trata de um tema bastante recorrente, principalmente na atualidade, porém, de acordo com nosso entendimento, tais atuações podem se robustecer com reforços relevantes em suas formas de abordagens, tanto em processos quanto em ferramental, que podem vir a dar um ganho em tempo e resultado, tendo cada vez mais a necessidade de sua abordagem e discussão com maior intensidade.

## 1. ASPECTOS GERAIS [METADESIGN]

Ao retomar o questionamento feito acima, acerca da capacidade do ser humano, acredita-se que o Metadesign seja uma possibilidade de atuação sobre um mundo cada vez mais complexo, e que venha a dar suporte para as mais diversas atividades a serem exercidas. A palavra de ordem que se contempla como base estrutural dessa abordagem é: Estratégia. Através de ferramentas que possibilitam gerir estratégias adequadas e capazes de originar um montante de produtos com variações adequadas as necessidades a que se dedicam – neste artigo, consideramos o conceito de **Máquina Abstrata** como tal, conforme Vassão (2010) elucida e que será abordado mais adiante.

O termo Metadesign não é tão recente, sendo compreendido a partir da década de 1960, pela definição de Andries Von Onck, em que se tratava em ser o “processo de projeto do próprio processo de projeto” ou “projetar o projeto” (VASSÃO, 2008; VASSÃO, 2010, p. 19; GIACCARDI, 2003, p. 2). Logo após, na

década de 1980, o termo foi atribuído ao uso de tecnologias da informação, e basicamente até o início do século XXI, Metadesign tem aparecido como uma questão teórica ou uma metodologia operacional, porém isto é um conceito isolado que não contribuiu com a produção em qualquer um destes campos de atuação (GIACCARDI, 2005). Na verdade, segundo a tese realizada pela autora, não existe uma única definição do que seja. No entanto, ela identifica que várias áreas profissionais apresentem o seu uso de alguma forma, tais como: Engenharia de Software, Design de Interfaces, Design da Informação, Design Industrial, *Sociotechnical Design*, *Biotechnological Design*, Arte e Telecomunicação, Estética Experimental e Arquitetura.

No que se trata do “projeto do processo de projeto”, Vassão (2008) faz compreender que não se trata de uma abordagem direcionada a produtos acabados, mas antes focada em projetar os processos. Desta maneira, não implica no demérito da concretização de um produto, ou até mesmo, que o Metadesign venha a se manter no nível de projetos de conceitos desmerecendo a realização. Portanto, refere-se ao trato do projeto de processo como uma criação/realização, da mesma forma que para um produto finalizado é efetivamente dado aos processos de projeto.

Logo, é compreendido que Metadesign é uma cultura de design que emerge do contexto das teorias do design atuais, mas não se trata de uma disciplina estabelecida ou uma teoria coerente (GIACCARDI, 2003).

Em outro contexto, Vassão (2010, p. 21) aponta ao termo Metadesign, atribuindo também a capacidade de “uma entidade projetar a si mesma”. Não está associada a ideia de uma entidade abstrata gerar uma outra entidade abstrata, mas criar uma entidade através dos parâmetros que estruturam a si mesma. Para Vassão (2008) isto é considerado como a possibilidade máxima do que possa ser o Metadesign e percebe-se algo similar apontado por Soddu (1989 *apud* GIACCARDI, 2005) quando considera a possibilidade da criação de um elemento capaz de conter e gerar outro elemento. Com esta composição para um sentido do termo, Vassão (2010) se apoia em Maturana e Virilio, compreendendo que estas concepções estão associadas à Complexidade, e observa-se que a depender do resultado desejado, o Metadesign se torna um conhecimento **transdisciplinar**, tratando de diversos conceitos da biologia, política, emergência, tecnologia etc. Adiciona-se a este conceito, a capacidade do Metadesign influenciar na transformação do ser humano e da cultura, pois se trata de uma investigação crítica e criativa (THACKER, 2002 *apud* GIACCARDI, 2005).

É salientado, tanto por Vassão (2010) quanto por Giaccardi (2005) que Metadesign não se trata de um método ou uma nova metodologia. É tratado como uma relação que gera, ou pode gerar, um diálogo entre um ou outros métodos, sem redução destes enquanto ação, aplicando isto nas áreas do conhecimento, projetos etc., assim como, pode-se dizer que está associada como um desenvolvimento cultural no campo do projeto, viabilizado pelas tecnologias da informação, que geram um quadro de processo criativo no aspecto emergente e inventivo do mundo.

Diante deste contexto, observa-se no discurso dos autores um caráter relevante quando se trata do usuário e as relações que existem no processo entre Metadesign e estes. Para Giaccardi (2005) os comportamentos, as situações, necessidades e tarefas realizadas pelos usuários não se caracterizam como algo rígido e absoluto, havendo a possibilidade de previsão ou antecipação quando em processo de design, pois normalmente são mal definidos e tem caráter efêmero. Para a autora, os usuários devem estar envolvidos no processo. Esta característica participativa é vista em diversas pesquisas acerca do tema. Para Vassão (2010), o Metadesign apresenta característica de **Emergência**, que circunda o conceito dado por Giaccardi. A falta de previsão e domínio desta característica, pode vir acontecer com um objeto na complexidade e são bem relevantes em seu discurso.

Sendo assim, Metadesign apresenta pontos cruciais, vistos por Giaccardi (2005) após revisão de teorias e aplicações do mesmo, que para ela são: ao invés de focar em objetos fixos e conteúdos, debruça-se sobre concepção de estruturas e processos gerais; métodos e técnicas fluidas; ambientes de atuação que possam evoluir; por fim, necessidade de um ambiente de atuação passível a sistemas baseados em “processos que afetem e sejam afetados” mutuamente e abertamente. Estes aspectos dialogam com os pontos vistos por Vassão (2008, p. 204). Porém pode-se dizer que é feita uma leve crítica a autora, pois o campo de visão dela está atrelado à emergência das mídias digitais, deixando de mencionar a autoria de Van Onck na década de 1960, que tratava do Metadesign associado a “metodologia de design integrada a processos industriais e de gestão comercial”. Desta forma geraria uma abrangência maior no campo do projeto, aproximando áreas como arquitetura e design industrial. Na percepção de Vassão (2008), resumidamente, o Metadesign torna acessível conceitos de modularização, níveis de abstração, níveis de complexidade, formalização em si mesma e seus níveis, permitindo uma banalização dos processos; trata dos projetos de processos e não especificamente de produtos; fundamenta-se ao rigor informacional para projetar os processos dando caráter instrumental, tendo a possibilidade de considerá-las como “máquinas que convertem entidades formalizadas em um sistema em entidades formalizadas em outros sistemas” (Ibid., p. 202).

Compreendemos, portanto, que em determinado nível de abstração e percepção da natureza, é entendido que ela apresenta tais características, principalmente no que tange ao conceito de máquinas, debruçadas sobre toda a gama de espécies existentes nos ecossistemas. Portanto, se fez necessário aludir a alguns pontos trazidos por Vassão (2010) quanto ao Metadesign e assim apontar suas relações com a natureza.

## 2. METADESIGN E A NATUREZA

Se observarmos atentamente, é possível dizer que a forma que a Natureza provém seus “designs” se assemelha com o Metadesign. Isto se dá pela forma de percebê-la num nível em que apresenta em seu amplo catálogo de produtos (sistemas naturais), nichos ou conjuntos de tipos de designs. Tomemos como

exemplo a flora nativa da caatinga, um bioma estritamente brasileiro. Ao compreender que num ambiente semiárido, como o é encontrado na região nordeste do Brasil, foi preciso a natureza gerar de alguma forma seus designs de vegetais ou estratégias para tal, e assim sendo, a grosso modo, pode-se dizer que uma das estratégias é a geração de espécies (designs) que se adequem ao clima e contribuam na ecologia. Porém, mediante a complexidade com qual ela trabalha, inúmeros tipos de designs foram lançados atendendo a estratégia inicial, e cada qual, contém mais estratégias específicas em suas propriedades e parâmetros, num processo ininterrupto com um fim ainda não observável (visto o trabalho árduo da biologia), e desta forma, encontramos a diversidade entre as espécies, famílias etc.

Levando em conta este pensamento, verificamos na teoria de Celestino Soddu (1989) que o Metadesign está atrelado ao projeto de um **DNA artificial**, tão como o é dado pela natureza, como fora visto acima. Para o autor o principal objetivo é o design de “**espécies de design**”, em que o designer cria a estratégia ou uma ideia executável, a partir da proposta de um código generativo, em que

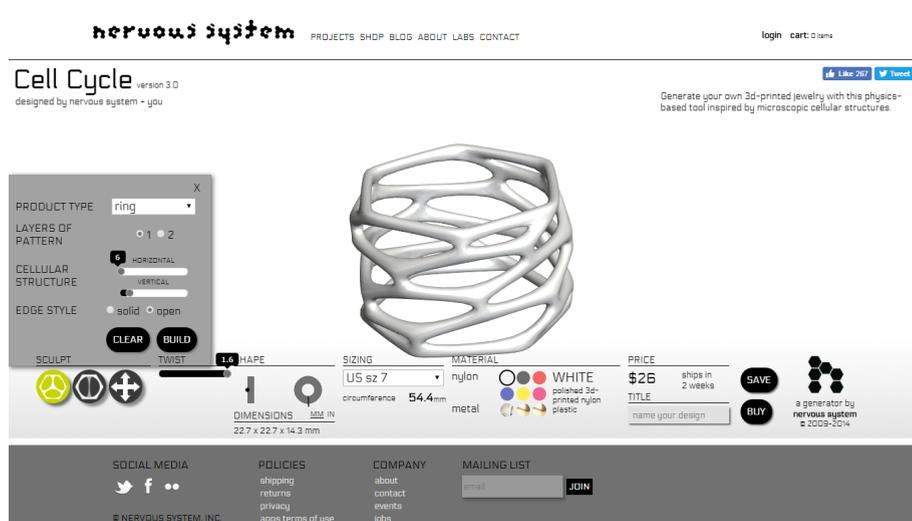


Figura 1: Um bom exemplo para ilustrar o conceito de Soddu (1989) é a plataforma Nervous System. O usuário tem acesso a tipos de design (anéis, pulseiras, colares, etc.), que podem ser considerados como as espécies de design, e pode manipular os parâmetros para obter o seu design preferido.  
Fonte: <https://n-e-r-v-o-u-s.com/cellCycle/>

o consumidor possa definir as realizações que queira com esta ideia, de acordo com suas necessidades e possibilidades de aplicação. Assim, a ideia é vista como uma semente capaz de gerar inúmeras variações manipuláveis e adaptáveis a mudanças conforme as vontades do usuário, com caráter evolutivo assim como o é na natureza. No contexto proposto aqui, entende-se que este “DNA artificial” é reconhecido como a estratégia no espaço de possibilidades, sendo ou fazendo parte de uma máquina abstrata, independentemente do nível de abstração em que esteja. Ou seja, não se empenha em trabalhar um objeto final individualizado, mas sim em trabalhar o projeto do processo a partir de estratégias que permitam ter as características flexíveis conforme é dada ao Metadesign. Que conduza ao projeto de vários outros produtos (sejam eles finais ou não) seguindo características pertinentes ao desejado no resultado. Desta forma, é possível vislumbrar uma gama de tipos de produtos provenientes

**Máquinas abstratas**

*podem ser meta-cadeiras, meta-edifícios, meta-fontes, meta-veículos, meta-florestas, meta-cidades, meta-objetos, ou mesmo meta-espacos – dentre tantos outros agenciamentos que conectam tecnologia, sociedade, cultura, percepção e cognição. Sua conformação não é absoluta ou definitiva – as máquinas abstratas dependem de quem as cria, e em que contexto são criadas. E seu funcionamento e consequências sequer são determinísticos (...).*

de uma estratégia generativa, da mesma forma que se observa na natureza a diversidade das espécies como um conjunto de entidades complexas.

Assim, quando se busca compreender entidades de complexidade imensurável, tal como a natureza ou uma cidade, como é abordada por Vassão (2010), faz-se necessário mergulhar no conhecimento do maior número possível de seus componentes em níveis mais baixos, porém não ficar somente aí, mas também compreender níveis de maiores acúmulos e observar como um todo. O autor elucida que um aspecto interessante é que o universo tende a se organizar de uma maneira que em qualquer que seja a escala de complexidade em que se esteja, haverá “entidades compreensíveis” (VASSÃO, 2010, p. 27), logo, ele aponta que vários filósofos e pensadores tomam isto como uma organização dada em camadas de complexidade, sendo consequência da representação, percepção e conhecimentos do real, feitos pelo observador. De uma forma ou de outra, isto ocorre de maneira natural e contribui para os profissionais da área de projeto, quando buscam manipular os conhecimentos advindos de entidades complexas, recorrendo aos níveis que lhe são afins e que são relevantes ao resultado almejado.

Podemos entender que isso seria uma técnica para lidar em tempo hábil com um sistema complexo, por exemplo, sem que haja uma abordagem minuciosa dos mais variados entes complexos que o constituem. No entanto, isto se relaciona com as interações existentes entre cada sistema, as integrações decorrentes de uma relativa independência das entidades em níveis menores. Neste contexto, apontamos o termo **Máquina Abstrata** conforme a abordagem tratada por Vassão (2010), onde ele toma as passagens por entre os níveis de abstração do mundo complexo como representações, e alude à realidade da mesma forma, com possibilidades de concretude. O que seria uma estratégia de projeto, mantendo-o num âmbito representativo (abstrato), passível a mudanças de acordo com as necessidades em níveis menores, ou se for necessário, considerá-lo em níveis maiores, a depender da complexidade. Permitindo que a entidade complexa seja existente por si só, pela característica ontológica de determinar em certos níveis do que se trata tal sistema complexo. A partir disto, é construído o entendimento do propósito do Metadesign, neste contexto como uma estratégia auxiliar ao design, para abarcar todas as possibilidades, de maneira que se adéque às mais variadas conotações existentes num projeto.

Concordando com Vassão (2010) aponta-se para a máquina abstrata, como suporte de design para este cenário complexo e que leve em consideração as interações e propriedades emergentes, que venham a contribuir como uma estratégia para o design no mundo complexo, considerando todos os contextos existentes neste núcleo, e que nos permita ter uma capacidade maior de representação das estratégias aprendidas e verificadas nos sistemas naturais como fonte de aprendizado para novos processos e projetos de design.

Para o autor, é uma manipulação de condicionantes no espaço de possibilidades que é abstrato, que é gerado e controlado pelas regras, procedimentos, fórmulas ou algoritmos. Sendo assim, ele elucida que a manipulação dos componentes

dos procedimentos é um processo criativo tanto quanto a manipulação direta dos objetos finais. Observa-se que a criação, manipulação e ajuste das Máquinas Abstratas é uma atividade muito proveitosa nas áreas de Design, Arquitetura, Urbanismo e Artes. Diz-se ser abstratas por se conectarem entre si, agenciando a realidade, alterando a forma de influência entre as coisas concretas.

Portanto, é um conjunto de entidades que interagem entre si, formando fluxos e conexões, gerando módulos, caixas-pretas e modelos, supridos por conhecimentos variados de ordem técnica, científica, artística, entre tantos outros, acompanhado de influência subjetiva, e principalmente, contextual, tendo característica flexível – entidades manipuláveis e alteráveis – com fins de obter resultados pautados numa estratégia norteadora (**Figura 2**).

De certa forma, pode-se dizer que dentro desses argumentos há uma simplificação da complexidade, e o Metadesign tem seu papel neste contexto quando está em perceber que a simplicidade (do real) é subjetiva mas conforma uma realidade, que Vassão (2010, p. 16) atribui a ideia de “realidade compartilhada” entre grupos, seja num trabalho, comunidade, online etc. Para ele, o fato de reconhecer a realidade como uma representação do mundo, e que é muito provável que não se alcance sua compreensão definitiva, torna-se um objeto de trabalho, individual e/ou coletivo, onde neste último caso, acaba por ser outro processo que constrói uma “realidade comungada”. Aí, enxerga-se um ponto de apoio para o designer, de como a conformar o Metadesign tal qual suporte a contextos no tocante aos objetos do cotidiano.

No quadro da Cultura de Projeto ou da projeção inserido na complexidade, pode-se compreender e localizar, seja no espaço físico ou não, o conjunto das entidades complexas, que formam um todo complexo, categorizados e estabelecidos pelas suas conexões ou relações, em níveis de hierarquias ou em níveis colaborativos. Isto, em camadas menores ou maiores de abstração, dando margem ao entendimento dos processos existentes na complexidade em que nos encontramos (VASSÃO, 2010). Quando se trata de atuação neste panorama, para o autor abordagens do gênero *top-down* para construção de modelos e/ou ontologias, tendem a apresentar pouca inovação – que implica em projetos com altos níveis de abstração independente das implicações (o que existe ou existirá) em níveis mais baixos, estes que por sua vez, são mais concretos e específicos. Em contrapartida, numa abordagem oposta, projetos do gênero *bottom-up* tendem a ser mais inovadores, em que entidades são construídas ocorrendo suas abstrações de maneira gradual, resultado das consequências de relações concretas, ou seja, a entidade vai sendo utilizada ao que é necessário e tomando cada vez mais níveis de complexidade, a depender da forma de uso e aplicação que lhe é atribuída.

Desta forma, pode-se fazer uma relação no ponto que toca a natureza quando em seus elementos ou entidades são substanciais para a construção de novas entidades, partindo de níveis de abstração menos complexos, tentando compreender determinadas estratégias contidas nas mais variadas manifestações dos sistemas naturais. Portanto, compreende-se que este caminho seja o mais razoável para a consolidação de um resultado proveitoso



*Figura 2: Este modelo é resultado de uma particularidade alcançada por esta pesquisa no intuito de obter Máquinas Abstratas, ele dá a liberdade ao designer em se situar na fase que convier e trabalhar nela com independência, de maneira cíclica e sem ordem inicial. Cada fase tem a capacidade de gerar resultados diretos, seja a partir da investigação, da geração ou do ambiente de possibilidades. No entanto, as três fases podem se comunicar e se complementar, gerando um respaldo maior aos resultados. FASE INVESTIGAÇÃO: Relativa ao conhecimento e embasamento científico e teórico do projeto; FASE GERAÇÃO: Correlata a criatividade, com uso de técnicas criativas; FASE AMBIENTE DE POSSIBILIDADES: Considera-se os meios de manipulação das entidades que geram a máquina abstrata – softwares são um bom exemplo.*

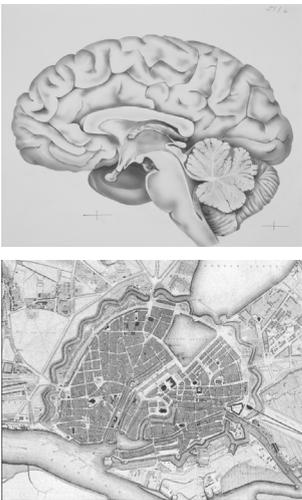
e alinhado com as características de um mundo imerso na complexidade, sendo assim, é preciso compreender como atuar e agir nesse mundo complexo, principalmente com o objetivo de obter novos designs, e para isso, entendemos que as ferramentas computacionais são essenciais para o desenvolvimento de projetos nesse âmbito.

### 3. MEIOS DIGITAIS SÃO O MEIO

Ao mostrar conceitos de complexidade e a relevância de sua compreensão, aponta-se para os meios digitais como o principal meio de atuação, pois cada vez mais a Cultura de Projeto se alastra neste âmbito, o que consolida a “Computação Ubíqua”. Além disto, não seria coerente discordar de Vassão (2010) quanto ao fato de conhecer a complexidade que permeia este quadro, permite com que o design seja uma potência política e engajada, através de éticas de colaboração e produção, fortalecendo a cultura e as sociedades, estando diluído por todo o meio social. Portanto, o Metadesign se estabelece como um ponto chave na realização da Cultura de Projeto, inserida na complexidade, a partir do momento que se fundamenta em todo o conhecimento necessário para se projetar num ambiente complexo.

No campo do design gráfico e industrial, particularmente, segundo Giaccardi (2005) Metadesign está primeiramente atrelado a ideia de projetos de alto nível, cujos trabalhos são assistidos por computador. Neste sentido, os objetos computacionais têm estruturas discretas que permitem que suas partes sejam facilmente acessadas, modificadas e substituídas por outras, portanto, não são fixas e absolutas, o que permite serem manipuladas e geradas sem estar projetando diretamente sua forma. Seguindo este pensamento, De Kerckhove (1995 *apud* GIACCARDI, 2005) entendia Metadesign como uma qualidade das novas formas de artes que emergiam na Web em seus primeiros anos, e o tratava como um tipo de projeto que concebe aos usuários a ferramenta no lugar do objeto de design, e que se atém na definição das condições para o processo de interação – ao que compreendemos como uma estratégia – em vez de focar no próprio processo. Porém, mais adiante é tratado em outra publicação sua que o Metadesign é um modelo de projeto mediado pelo meio digital, ao invés de uma qualidade emergente de projeto promovida pela arte experimental. Logo, há uma flexibilidade infinita na adaptação do produto industrial, quando permite inúmeras opções diferentes a serem escolhidas pelo usuário final, que por sua vez, assume o projeto final. Desta maneira, entende-se o Metadesign como uma estratégia que gera ferramentas, parâmetros e condições operacionais para o projeto (GIACCARDI, 2005).

Outro ponto a se destacar é a posição do usuário como consumidor, pois é um ator proativo, porém, elucida Giaccardi (2005) que Soddu (1989) não questiona o papel do usuário como designer. Quando se reporta a evolução, não se refere as consequências da participação do usuário no processo de projeto, mas somente da execução de uma notação, portanto, a “semente” só pode ser manipulada pelo designer. Quanto a isto, remete-se ao entendimento, já visto aqui, que Giaccardi (2005) e, principalmente, Vassão (2010) dá ao tratar do aspecto de Emergência encontrado nos objetos de um cenário complexo. Entende-se que mesmo não



*Figura 3: Steven Johnson em sua obra Emergência: a vida integrada de formigas, cérebros, cidades e softwares pela editora Zahar (2003) faz alusão aos sistemas complexos adaptativos com comportamento emergente a partir da auto-organização. São sistemas bottom-up, em que os agentes de escalas menores, produzem comportamentos em escalas acima das deles: cérebros e cidades (mapa de Hamburgo, c. 1850) são um exemplo.*

FONTE: Johnson (2003)

podendo haver o controle das emergências geradas pelo produto no cenário de complexidade em que se insere, o designer deve considerar a capacidade de um sistema se auto-organizar com o passar do tempo. Para Vassão (2010) esta característica está associada aos seres vivos, ou seja, a natureza.

#### 4. METADESIGN E DESIGN PARAMÉTRICO

Fazendo mais sentido ao propósito do design na complexidade, Vassão (2010) reafirma a condição do uso de meios digitais. Ao abordar o uso de algoritmos, ele cria uma relação estrita entre o projetista e o uso da computação, tomando estes



Figura 4: Exemplo do uso do Design Paramétrico associado a inspiração na natureza.

A Arquiteta e Designer Neri Oxman, estuda a interseção entre o design computacional, fabricação digital, ciência dos materiais e biologia sintética. Gemini é uma “chaise acústica”, executada em processos computacionais e fabricação digital, feita de madeira maciça no formato de concha e uma intrincado revestimento celular composta por um material que absorve o som.

Fonte: <http://neri.media.mit.edu/>

algoritmos como uma máquina, ou elemento desta, pois, ela define de fato, e cria parâmetros para os projetos. Este ambiente de atuação, delimitado por regras e condicionantes, fórmulas etc., seria o que o autor chama como **espaço de possibilidades**, que o designer tem dentro da projeção na complexidade. Há uma compreensão dentro do Design, Arquitetura e Arte que o processo computacional é um intermediário procedimental na criação de entidades, que por sua vez geram um programa completo, como também, considera instruções isoladas através de pacotes de softwares que dê determinadas operações, tais como Photoshop (imagem), Illustrator (vetor), Rhinoceros (CAD) etc.

Ainda dentro do contexto, observa-se o **Design Paramétrico**, mais difundido em projetos de arquitetura do que design de produto, porém vem tomando proporções maiores nesta área a cada dia. Com ele, utiliza-se de softwares CAD (*Computer Aided Design*) que trabalhem com algoritmos generativos e por meio de parâmetros, sejam estes de qualquer ordem, mas que estejam fundamentados, pois ajudam a grupos de designers e arquitetos utilizar a computação como um processo, e não mais uma mera representação do objeto final. Pode-se alterar



Figura 5: **Mushtari**, se trata de uma impressão 3D baseado na função e forma do trato intestinal, foi idealizado para consumo e digestão de biomassa. Nos trechos translúcidos há movimentos peristálticos da matéria, que suportam o fluxo de cianobactérias, convertendo luz do dia em sacarose consumível.  
Fonte: <http://neri.media.mit.edu/>

profundamente o sentido do projeto, de acordo com as entidades (parâmetros) que completam a complexidade do projeto.

Novas formas e formatos são criados por processos generativos baseados em vários conceitos, onde entre eles está o design paramétrico (KOLAREVIC, 2003). Portanto, diz o autor, ao invés de modelar uma forma externa, designers articulam com uma lógica generativa, promovendo uma gama de possibilidades com rapidez, ao qual o designer seleciona a mais viável ao desenvolvimento. Em decorrência da ascendência do uso de ferramentas flexíveis para sistemas CAD, o Design Paramétrico está se tornando o principal meio para o sistema CAAD (*Computer Aided Architectural Design*), pois facilita a possibilidade de variações no projeto com rapidez (HERNANDEZ, 2006).

Assim, pode-se afirmar que Design paramétrico implica o uso de parâmetros para definir uma forma, quando o que está em jogo é a utilização de suas relações (MONEDERO, 2000; HERNANDEZ, 2006). Segundo Kolarevic (2003) há uma quebra na tradição e normas de projetar, em que as formas digitalmente geradas não são mais desenhadas ou projetadas no entendimento convencional, elas passam a ser calculadas pelo meio computacional em que foi escolhido. Nós entendemos que há uma “programação” da forma. Conforme Vassão (2010) ele trata este tipo de articulação como **gerativa**, algorítmica ou **procedimental**, que estão ligadas a busca de uma produção indireta, através de instruções estabelecidas convertendo-se em entidades visuais, sonoras, espaciais, plásticas etc. Para o autor, é primordial a verificação das entidades que geram os possíveis resultados finais, e seu caráter de criação indireta está ligada a funcionalidade dos algoritmos ou da programação trabalhada.

Para Hernandez (2006, p. 310, tradução livre) Design Paramétrico é “o processo de criação em ambiente onde as variações do projeto são facilitadas, substituindo assim, a singularidade com multiplicidade no processo de design.”. Continua o autor afirmando que há necessidade de um pensamento rigoroso por parte do designer, pois se trata de um processo difícil devido à natureza imprevisível do processo de design. Deve-se buscar a construção de uma estrutura geométrica com sofisticação, inclusa num modelo complexo. Este deverá ser flexível suficientemente a ponto de sofrer variações. Portanto, o designer precisa definir que tipos de variações ele pretende explorar a fim de determinar as variações que o modelo parametrizado possa fazer.

Esta preocupação relativa à posição do projetista frente a estratégia a ser manejada corrobora com o pensamento de Vassão (2010) em se tratar do quesito ferramental, pois que se faz apropriado para o maior controle possível da execução de um metaprojeto no contexto da complexidade. E quanto a isto, o autor propõe ferramentas e técnicas operacionais, sendo descritas e problematizadas por ele, estando associadas diretamente a percepção e cognição. Como bem define através do conceito empenhado por Deleuze e Guatarri, o autor cita que as ferramentas são “ideias que são máquinas, que podem ser diretamente operacionalizadas no cotidiano e dotadas de potência criativa” (Ibid., p. 15). Dentre as múltiplas ferramentas apresentadas, identifica-



escalas de complexidade, no entanto, cria-se uma atenção maior para algumas de suas subdivisões: **Encapsulamento**, **Modelo** e Máquina Abstrata.

Por **Encapsulamento** é compreendido como o isolamento em uma “cápsula” de “um conjunto funcional que se conecta a outros conjuntos” (Figura 1), e cada dispositivo encapsulado gera uma caixa-preta, ou seja, uma abstração generalizada num único elemento de um conjunto de entidades cujo conteúdo não pode ser visualizado (VASSÃO, 2010, p. 31). De uma forma mais palpável, utiliza-se o exemplo de um automóvel, que é um dispositivo (carro) que encapsula diversos outros dispositivos (marcha, motor, freio etc.), permitindo uma pessoa leiga controlá-lo mesmo sem conhecimentos específicos das técnicas e das manifestações das ciências que fundamentam o artefato e seus subdispositivos. No entanto, ainda aí há a necessidade do motorista ter conhecimentos prévios de manejo da aparelhagem do automóvel. Em outra forma de se perceber o Encapsulamento, utilizando-se do mesmo exemplo, percebe-se o automóvel como um subdispositivo do sistema urbano com seus outros variados dispositivos. Além disto, o autor cita que a partir desse processo de abstração, ocasionando as cápsulas, se obtém o que ele indica por Módulo, e que se trata de “um componente de um sistema que tem seu funcionamento previsto e controlado” (VASSÃO, 2010, p. 32). E completa que os módulos se caracterizam por apresentar sua configuração resumida em *inputs* e *outputs*, sendo estes, qualquer entidade que relacione dois módulos entre si.

No Grasshopper, há encapsulamentos nas entidades comumente conhecida por Componentes. Cada componente pode ser considerado como um módulo pois carrega uma programação que tem um resultado específico, mas sua apresentação ao usuário é dada como uma cápsula. O fato dela conter inúmeros parâmetros de programação, que aparentemente não importa ser visto, porém primordial para o funcionamento, faz com que cada componente seja uma caixa-preta pelo grau de abstração dado pela sua existência através de um único nome, normalmente de acordo com o comando a ser executado, como por exemplo: *Fillet*, *Explode*, *Point*, entre tantos outros. Fazendo uma analogia, tanto visual quanto conceitual, observa-se uma similaridade do que é tratado por Vassão (2010) no software (Figura 7).

Portanto, sobre este instrumental em específico, é visto como uma das mais constantes manifestações da cultura industrial e produtiva pelo fator organizacional. controle e cognição que lhe é próprio (VASSÃO, 2010).

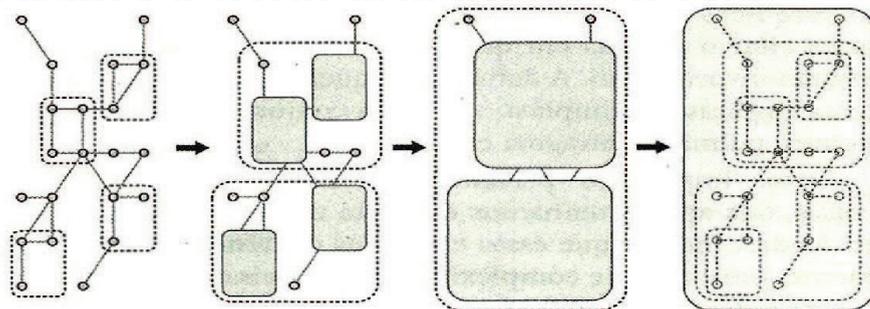


Figura 7: Encapsulamentos de dispositivos em escala gradual, gerando caixas-pretas  
Fonte: Vassão (2010).

Outra ferramenta dada pelo autor é elencada pela denominação de **Modelo**. Ele assume a característica de fluxo de entidades, formado por um sistema de conexões e/ou operações, como um mecanismo. Está intrinsecamente relacionada a análise da existência de uma entidade, ao qual o autor aborda pela denominação Ontologia, que por sua vez é vista como um raciocínio que define os limites para que a entidade seja real ou não. Para o autor, Modelos “são ontologias consideradas como objeto de projeto, de criação e manipulação, e não como um dado anterior, absoluto e imutável” (VASSÃO, 2010, p. 37). Ainda conforme o autor, um Modelo pode ter característica hierárquica ou de organização funcional – módulos funcionais que indicam fluxos. Nesta pesquisa, apropria-se deste conceito de modelo para fundamentar a forma de percepção de uma Estratégia. Para tal, entende-se como sendo a união de elementos que a fundamentam, e que há a necessidade do entendimento de seus fluxos e conexões, propiciando gerar os limites de maneira que atinja o âmbito do real.

Em outras palavras, verifica-se que numa representação que contenha uma série de entidades conectadas, com características de Módulos, Encapsulamentos e Caixas-pretas, permitindo visualizar o que seria o Modelo de uma possível estratégia num espaço de possibilidades que ocorrem, por exemplo, em um software, e neste caso ressalta-se o *Grasshopper*, como pode ser visualizado na Figura 8.

Ainda no contexto da **Abstração**, apresenta-se a **Máquina Abstrata** como integrante do ferramental a ser utilizado pelo designer. Sua criação e manipulação é considerada por Vassão (2010) como a principal ação do Metadesign como já

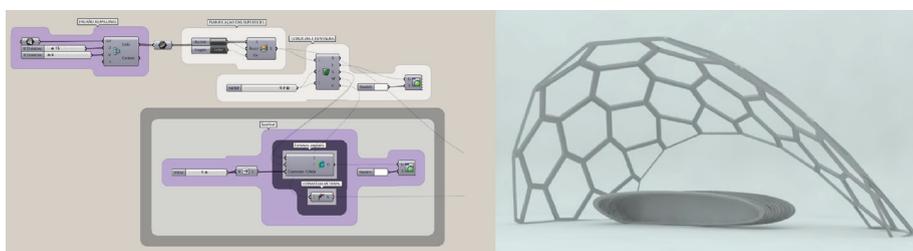


Figura 8: À esquerda um modelo da estratégia de uma estrutura (à direita) biomimética baseada no tecido parenquimático do *Cereus Jamacaru DC. (Mandacaru)*.  
Fonte: Autor

vimos anteriormente. Portanto, associa-se à importância do controle da estratégia a ser elaborada, tendo flexibilidade para a manipulação de suas entidades promovendo inúmeros resultados, sem necessariamente alterarem a ontologia da estratégia (Figura 9). Salieta-se que este processo não se limita nem se deixa limitar, pela própria característica evolutiva das Máquinas Abstratas, da mesma forma que no software *Grasshopper*, a utilização dos componentes pode ser considerada infinita, já que sua finalização vai depender puramente do projetista.

Em conformação com a proposta do projeto, a complexidade do resultado e conseqüentemente sua eficiência, vai estar dependente de quem está manipulando o software. Portanto, salienta-se que para as estratégias a serem executadas e a geração de sua máquina abstrata sempre será realizada como uma dentre inúmeras possíveis formas de programação para se alcançar os



Figura 9: A manipulação de algumas diretrizes do modelo supracitado permite uma variação instantânea no desenvolvimento do artefato. Na figura é possível aumentar ou dividir a quantidade de “divisões celulares”, manejando a máquina abstrata.  
Fonte: Autor

resultados pretendidos. Com isto, o próprio processo de execução se relaciona com a atuação do metadesigner. Em primeira instância, quando o responsável pelo uso do software cria o seu processo, ou seja, o processo do processo, já que conforme esta pesquisa não se lida com um resultado final em nível concreto, mas em estratégias que podem surgir inúmeras possibilidades de resultados, e assim sucessivamente. A isto também se adéqua ao pensamento de Soddu (1989) quando busca viabilizar o projeto a partir de um código generativo, reconhecido por DNA artificial, formando as “espécies de design”. A programação resultante é um código generativo, ou melhor dizendo, uma máquina abstrata que permite gerar variados tipos de design – ou espécies (de design).

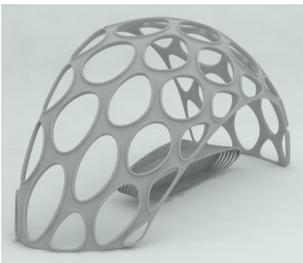


Figura 10: Estrutura modificada quanto à forma – mais orgânica – com algoritmos que simulam divisões celulares, mantendo a estratégia original.

Na tentativa de exemplificar este conceito através do *Grasshopper*, iremos utilizar o exemplo dado ao Modelo, ao qual verifica-se que nas estruturas apresentadas, segue-se o padrão hexagonal conforme a proposta pré-estabelecida pelo grupo de designers deste projeto, no entanto, é possível adicionar um script com componentes do software *Grasshopper* que permitem uma adequação estética ao que é encontrado na natureza, associando aos exemplos do tecido parenquimático obtidos por Rattes (2013). Assim sendo, optou-se por explorar este fundamento, para exemplificar com mais relevância a capacidade que as máquinas abstratas têm quando se manipula suas entidades e não se altera sua proposta, tendo o espaço de possibilidades aberto. (Figura 10).

Levando em conta a máquina abstrata gerada sendo configurada por suas entidades manipuláveis, quando se trata de sua aplicação a um espaço de possibilidades ela permanece com esta característica, o que implica dizer que não perde sua qualidade de máquina. Isto é concebido devido ao caráter paramétrico do software, ou seja, da ferramenta para o design paramétrico. Sendo assim, considerando os parâmetros que formatam as entidades constituintes da máquina abstrata, e tendo em vista que as diretrizes projetuais são a base para sua constituição, portanto, elas são consideradas como o guia para se criar o *script* – arranjo de componentes do *Grasshopper* que tem a capacidade de geração de representações. Assim, é possível, através de encapsulamentos identificar as diretrizes como parâmetros no espaço de possibilidades que geram o resultado final.

A este sentido visa o papel do designer, pela abordagem de Van Onck, quando diz que o Metadesigner “projeta não necessariamente o objeto final, mas sim um objeto intermediário, o qual torna-se referência, máquina, mecanismo ou procedimento que, por sua vez, realiza o objeto de projeto” (VASSÃO, 2010, p. 60). Para o autor, a coleção de objetos abstratos – podendo ser regras, instruções, declarações ou agenciamentos, sendo formais ou lógicos – fundamenta este objeto “intermediário”. A isto, observa-se conforme as características do Metadesign, visto anteriormente, dadas por parâmetros de “procedimentos, indicações, norteamientos, fórmulas, formulários, regras e determinações” (ibid., p. 60). Salienta-se que no contexto do *Grasshopper* é possível considerar a atuação no espaço de possibilidades como uma forma infinita, deixando a cargo do metadesigner decidir quando está suficiente.

Em função disto, uma estratégia iniciada pode adquirir novas diretrizes ou ter alguma retirada, ocasionando novas aplicações e novos direcionamentos para o script iniciado, ou melhor dizendo, para o DNA Artificial iniciado. Em função disto, uma estratégia iniciada pode adquirir novas diretrizes ou ter alguma retirada, ocasionando novas aplicações e novos direcionamentos para o script iniciado, ou melhor dizendo, para o DNA Artificial iniciado **(Figura 11 e 12)**.

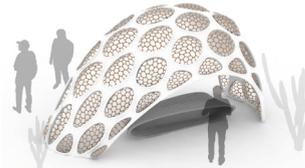
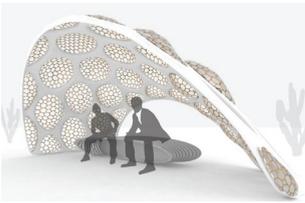
Logo, no contexto do Metadesign, fica claro que as máquinas abstratas podem ser direcionadas para a atuação em níveis de abstração mais próximo da



*Figuras 11 e 12: As células na superfície, são revestidas com uma película e uma estrutura metálica que sofrem uma deformação gravitacional para auxiliar no caimento da água conforme a sua horizontalidade (convexo) ou verticalidade (côncavo). Para isto, foi realizada uma programação contendo algumas regras dentro do espaço de possibilidades, gerando uma série de entidades formando um componente capaz de realizar as deformações levando em consideração o vetor Normal (perpendicular à superfície) de cada célula. Considera-se que estrutura metálica gere calor suficiente, para que na mudança de temperatura (dia para noite) capte água da umidade do ar, e percorra a película até a base da superfície.*

concretude facultando ao metadesigner a domínio e a escolha do resultado, ou até mesmo, em conjunto com o usuário estabelecer o que for necessário e obter o resultado que almeja.

Através deste recurso é possível automatizar o processo, ganhando em condições favoráveis sobre a necessidade do envolvimento de um ser humano como operador e articulador. Sendo assim, nota-se que se trata de uma abordagem procedimental, em que são associadas e utilizadas diretrizes ou instruções a fim de se obter entidades no campo a que se projeta. Neste caso, observa-se a capacidade da abstração, e ainda, de manter o design como uma máquina abstrata, passível a verificações e modificações, dentro do espaço de possibilidades, tal como a natureza executa sua criação em evolução,



Figuras 13 e 14: Resultado final da superfície baseada no parênquima do Mandacaru, cuja finalidade é reter e armazenar água da umidade do ar e da chuva, aplicada em equipamento urbano em ambientes com clima árido ou semiárido.

gerando as mais variadas formas de manifestações na concretude. Como visto anteriormente, sistemas CAD auxiliam a concretude em ambiente virtual, como fora verificado através do software *Grasshopper*, possibilitando a ação conjunta do Metadesign e Design Paramétrico focados em soluções obtidas pelo conhecimento das estratégias da Natureza – Biomimética.

## REFERÊNCIAS

- BENYUS, Janine M. *Biomimética: inovação inspirada pela natureza*. São Paulo: Pensamento, 2003.
- GIACCARDI, Elisa. *Principles of metadesign: processes and levels of co-creation in the new design space*. 2003. Tese de doutorado apresentada à Universidade Plymouth. Disponível em: <https://pearl.plymouth.ac.uk/handle/10026.1/799>. Acessado em: Julho 2015.
- GIACCARDI, Elisa. (2005). *Metadesign as an emergent design culture*. In: Leonardo, 38:2. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.128.6276&rep=rep1&type=pdf> Acessado em: julho 2015.
- HERNANDEZ, Carlos Roberto Barrios. *Thinking parametric design: introducing parametric Gaudi*. Design Studies. v. 27. n. 3. p. 309-324. maio, 2006.
- JOHNSON, Steven. *Emergência: a vida integrada de formigas, cérebros, cidades e softwares*. Rio de Janeiro: Zahar, 2003.
- KOLAREVIC, Branko. *Architecture in the digital age: design and manufacturing*. New York: Taylor & Francis, 2003.
- MONEDERO, Javier. *Parametric design: a review and some experiences*. Automation in construction. v.9. p. 367-377. julho, 2000.
- RATTES, Rafael. *Mandacaru Um principio pro-design*. Monografia (Bacharel), UFPE, CAA. Design. 2013
- SODDU, Celestino (1989). *CittàAleatorie*. 2. ed. Milano: Domus Argenia Editore, 2009.
- VASSÃO, Caio Adorno. *Arquiterura livre: complexidade, metadesign e ciência nômade*. Tese de Doutorado. São Paulo: FAUUSP, 2008.
- VASSÃO, Caio Adorno. *Metadesign: ferramentas, estratégias e ética para a complexidade*. São Paulo: Blucher, 2010.
- VETTORETTI, Ana Claudia. *Bancos para ler e conversar: parâmetros de projeto para sistema de design generativo*. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia e Faculdade de Arquitetura, Porto Alegre, 2010.