

## 388. PROTOTIPAGEM DIGITAL PARAMÉTRICA ORIENTADA AO DESIGN EMERGENCIAL – O CASO DO DESASTRE AMBIENTAL MG/ES

ROCHA, Bruno M.<sup>1</sup>([bmassara@gmail.com](mailto:bmassara@gmail.com)); VENANCIO, Leonardo V.<sup>2</sup>([leovalbao@gmail.com](mailto:leovalbao@gmail.com))

<sup>1</sup> Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Brasil

<sup>2</sup> Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Brasil

### RESUMO

Considerando a necessidade de soluções infraestruturais de caráter emergencial para o desastre de Mariana foi elaborado o trabalho que apresentamos aqui. Com caráter de protótipo conceitual, a proposta inclui um abrigo emergencial que traz elementos da biomimética inspirada na fauna da região do cerrado que caracteriza o Vale do Rio Doce. Seu desenho está inspirado na forma de proteção natural do tatu da espécie *Dasyopus novemcinctus*. A partir de analogias estruturais, foi criado um invólucro articulado subdividido em abas retráteis que se interpenetram ao serem fechadas ou abertas. Desta maneira há flexibilidade nos diversos usos e facilidade de montagem e transporte. O design do protótipo foi desenvolvido a partir da fusão da metodologia de reflexão em ação com processos de parametrização, programação gráfica e computação algorítmica, sendo inteiramente criado no *software Grasshopper*, *plugin* de modelagem generativa para o programa *Rhinoceros*. O intuito é que a tecnologia desenvolvida a partir desta associação possa ser acionada em outros casos e utilizada além desta situação específica. O projeto permite ainda inúmeros desdobramentos conceituais, já que abrange temas atuais e relevantes como a biomimética e a parametrização enquanto repertório processual, além da importância e responsabilidade social do exercício do arquiteto na temática do design emergencial.

**Palavras-chave:** Design Emergencial, Parametrização, Biomimética, Desastre Ambiental, Responsabilidade Social.

## DIGITAL PARAMETRIC EMERGENCY ORIENTED DESIGN – MARIANA/MG CASE STUDY

### ABSTRACT

The work presented here was conceived considering the need for emergency infrastructural solutions for Mariana's disaster. It is a conceptual prototype of an emergency shelter oriented by biomimetic principles and inspired by the fauna of cerrado that characterizes the Vale do Rio Doce. Structural analogies were made with the *Dasyopus novemcinctus* specie creating and articulated shelter made of retractable flaps that interpenetrate when it opens and closes. The prototype was developed using a fusion of reflection in action methodology and parametrization, graphic programming and algorithmic computation entirely created in Rhino and Grasshopper generative modeling. The main intention of this work is to develop specific design technology to emergency scenarios such as Mariana's disaster but also to others types of critical events. The project allows many conceptual reflections such as the importance of social responsibility in architectural practice.

**Keywords:** Emergency Design, Parametrization, Biomimetics, Environmental Disaster, Social Responsibility

REALIZAÇÃO:

PROMOÇÃO:

APOIO / PATROCÍNIO:



## 1. INTRODUÇÃO

O trágico episódio do rompimento da barragem de Fundão em Mariana/MG completou recentemente um ano. O maior crime ambiental da história do Brasil, cometido pelo conglomerado minerador Samarco/Vale/BHP, provocou um impacto sem precedentes em nosso ecossistema, comprometendo diretamente 660km de rios e mais de 1.400ha de vegetação, muitas delas inseridas em Áreas de Preservação Permanente (APP)<sup>1</sup>. Indiretamente, o dano é ainda muito mais amplo, isso porque o conceito de ecossistema compreende não apenas os recursos naturais, mas todo o conjunto de relações de interdependência que estão vinculadas aos rios e matas atingidos pela lama tais como: atividade pesqueira, agrária, turística, ambiental, todas elas responsáveis pela manutenção da vida das populações locais. Ou seja, trata-se de um corpo social que foi também destruído. O crime ambiental rompeu abruptamente as relações sociais e, em situações mais graves como em Bento Rodrigues (Fig.01), provocou uma *tabula rasa* ecossistêmica, ou seja, o desaparecimento completo de um vilarejo e sua comunidade. Para Leonardo Deptulski, presidente do comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce (Estado de Minas, 2016), “do ponto de vista das ações de reparação e compensação, temos muito pouco feito em um ano”.

Figura 01: Desastre em Bento Rodrigues



Foto do distrito de Bento Rodrigues após o rompimento da barragem de Fundão em Mariana/MG. Fonte: [http://brasil.elpais.com/brasil/2016/01/13/politica/1452723124\\_212620.html](http://brasil.elpais.com/brasil/2016/01/13/politica/1452723124_212620.html). Acesso: 25 Fev. 2016

O impacto do desastre na comunidade acadêmica foi profundo. Pesquisadores das mais diversas áreas se mobilizaram imediatamente e reorientaram suas investigações<sup>2</sup> para o mapeamento dos danos, para a prestação de auxílio aos atingidos e, em seguida, aferição de responsabilidades, produção de reflexões, críticas, projetos, propostas de ação de caráter técnico, socioambiental, jurídico, econômico, entre outros<sup>3</sup>. Apesar da multiplicidade de áreas de pesquisa e da importância de suas competências em oferecer respostas ao ocorrido, é justamente a sintonia e a coordenação

<sup>1</sup> Fonte: IBAMA – Laudo Técnico Preliminar (2015, pg.03)

<sup>2</sup> Cabe destacar aqui os relatórios “A tragédia do Rio Doce” realizado pelos Departamentos de Geografia e Geociências da UFMG e UFJF, respectivamente; “Antes fosse mais leve a carga”, produzido pela UFJF, UFRJ, UERJ, UEG, IFRJ.

<sup>3</sup> No contexto da Universidade Federal do Espírito Santo, foi criada uma Rede de Pesquisadores articulada com órgãos como SEAMA, IEMA, ICMBIO e IBAMA. A partir dessa articulação foi elaborado um Plano de Ação de Enfrentamento da Crise que tem como objetivos específicos: gestão dos rejeitos, recuperação e melhoria da qualidade da água; restauração florestal e produção de água; conservação da biodiversidade; reinserção socioambiental; educação, comunicação e informação; preservação e segurança ambiental; gestão e uso sustentável da terra.

REALIZAÇÃO:

PROMOÇÃO:

APOIO / PATROCÍNIO:

entre suas especificidades que produzirá efeito ampliado na recuperação dos territórios, das populações e da biodiversidade. No âmbito da arquitetura entra em cena uma temática importantíssima: a arquitetura de emergência ou design emergencial. Compreendê-la e saber lidar com suas demandas é essencial, tanto para o caso específico de Mariana quanto para uma série de outros fenômenos<sup>4</sup> de grande impacto ecossistêmico revelados pelo noticiário atual. Não resta dúvida de que a complexa realidade mundial contemporânea exige especialmente dos arquitetos um engajamento social e um maior envolvimento com questões humanitárias derivadas de fenômenos desta natureza.

## 2. DESIGN EMERGENCIAL: CARACTERÍSTICAS E LIMITAÇÕES

São inúmeras às vezes em que a trajetória histórica do mundo passou por condições ameaçadoras e requisitou ao ser humano ações emergenciais para sobreviver a tais crises. Deste arranjo de situações de extrema fragilidade e vulnerabilidade surgiu o design emergencial, uma metodologia específica de ação encontrada para gerar projetos, planos e soluções como resposta para calamidades. No Brasil ela encontra-se inclusive regulamentada pela Lei 12.608/2012<sup>5</sup>.

Existem duas situações principais que demandam respostas emergenciais: a) as catástrofes naturais que, em casos como o de Mariana, apresentam o ser humano como agente catalisador; b) as guerras, que abarcam perseguições, conflitos, violência generalizada e violação dos direitos humanos (LOPES, 2015, p. 21)<sup>6</sup>. Já há um significativo legado de profissionais e organizações<sup>7</sup> articulados com o design emergencial, ampliando a disponibilidade de materiais, informações, projetos e ações em resposta às catástrofes e guerras. Eles agem no contra fluxo da grande corrente de produção de arquitetura e design contemporâneo, atuando com maior responsabilidade e engajamento social. O design emergencial traz à tona um problema já apontado por Victor Papanek ainda na década de 1970 e que parece ter sido agravado nos últimos 50 anos: a falta de engajamento social dos arquitetos e designers. Segundo ele, o arquiteto deveria passar mais tempo em países subdesenvolvidos elaborando projetos que de fato atendessem às necessidades mais fundamentais das populações locais, como uma forma de ampliar seu engajamento social e o próprio significado de seu trabalho (Papanek, 2009, p.33). A visão de Papanek é reforçada pelo pensamento de outros autores como Ezio Manzini (2014, p.96) que afirma que a baixíssima qualidade das habitações em países subdesenvolvidos e a precariedade das condições de vida decorrente destas instalações insalubres constitui o contexto-base para a atividade dos projetistas atuais e futuros.

Notamos, na atualidade, que os arquitetos vêm, de modo expressivo, se dedicando a trabalhar com questões relativas à área do design emergencial. Essa expressividade é apontada pela autora Marie Jeannine Aquilino, em seu livro *Beyond Shelter* (2011, p. 9) onde afirma que os arquitetos são profissionais treinados, competentes e engenhosos para a prevenção, mitigação, resposta e

<sup>4</sup> Terremoto em Amatrice, Accumuli e Norcia (Itália) em 25/08/16; furacão Matthew (Haiti e EUA) em 09/10/16; É possível considerar também os desdobramentos das Guerras e a imigração em massa de populações de refugiados de origem principalmente da Líbia para a Itália e Grécia, através do Mar Mediterrâneo.

<sup>5</sup> LEI Nº 12.608, DE 10 DE ABRIL DE 2012, Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – SINPDEC: “Art. 8º, inciso VIII: Compete aos Municípios, organizar e administrar abrigos provisórios para assistência à população em situação de desastre, em condições adequadas de higiene e segurança.”

<sup>6</sup> A I Guerra Mundial alavancou o processo de desenvolvimento do design emergencial e a II Guerra Mundial aumentou ainda mais a necessidade de abrigos para os refugiados dos conflitos. Após a II Guerra, o planeta atravessou sua mais substancial crise de refugiados. Em 2015 houve mais de 60 milhões de refugiados, dos quais 59 milhões tiveram que se proteger de conflitos e perseguições. (UNHCR, 2015).

<sup>7</sup> Nomes importantes como Fred Cuny, Ian Davis e Cameron Sinclair tem atuado há décadas nas áreas de pesquisa e arquitetura sobre o design emergencial. Sobre as organizações cabe destacar: *Architecture for Humanity*, *Architects Without Frontiers*, *Architectes de l’Urgence*, *Shelter Projects*, *The Volunteer Architect’s Network*, *World Shelters* e *Make it Right*.

REALIZAÇÃO:

PROMOÇÃO:

APOIO / PATROCÍNIO:

recuperação do risco de desastres. A autora aponta ainda que existem três pontos principais onde o conhecimento dos arquitetos relacionado às normas, métodos e procedimentos são importantes em situações pós-crise:

a) primeiramente, arquitetos experientes são capazes de erguer estruturas seguras a partir da especialização no cálculo de necessidades, recursos e orçamentos, e isso economiza dinheiro e melhora a ação humanitária;

b) em segundo lugar, arquitetos incorporam grande representatividade profissional, ou seja, podem trabalhar em colaboração exclusiva com a comunidade ajudando-os a agir em seu próprio nome. Além disso, arquitetos têm potencial para assumir papéis nas funções de designer, historiador, negociador e advogado, situações que demandam alternativas tais como garantir a posse da terra, oferecer melhor acesso à água, saneamento e luz, introduzir espaços públicos e melhorar o relacionamento com a ecologia local. Aquilino (ibid., p.9) destaca a extrema dificuldade para a comunidade representar com êxito seus próprios interesses em um momento de fragilidade e, neste caso, os arquitetos podem assumir uma representação política buscando o consenso sobre um projeto que seja viável e articulá-lo junto aos governos locais;

c) finalmente, há o aspecto visionário presente na atividade arquitetural. Situações de recuperação ambiental demandam mais do que a necessidade de um refúgio. Para além do abrigo, há uma expectativa para a promoção da saúde pública, da qualidade de vida, a conscientização ambiental e a ajuda para garantir um modo de vida mais seguro (ibid., p. 9). Estas demandas implicam quase sempre numa habilidade improvisacional (Rocha, 2015) metodológica e processual orientada a buscar soluções rápidas, engenhosas e sem precedentes.

Com relação aos projetos emergenciais já elaborados até o momento, há uma lista significativa de soluções de maior ou menor grau de complexidade, com orientações e abordagens diferenciadas. De acordo com a pesquisadora portuguesa Rita Frade (2012, p.29) há duas respostas padrão atuais para a demanda de refúgios e abrigos emergenciais:

a) o fornecimento de tendas de campanha;

b) a utilização de soluções industrializadas e padronizadas.

Segundo ela, em muitos casos, tais soluções geram pouca aceitação por parte das vítimas por não considerarem as reais necessidades do contexto local que inclui, por exemplo, modos de vida, hábitos e práticas das populações atingidas. A partir da análise dos projetos realizada pela autora, é possível pontuar as principais limitações dos projetos existentes como sendo:

a) o elevado preço de produção frente à escassa eficiência econômica no país afetado;

b) a ausência de participação dos sobreviventes na configuração do espaço e adequação às suas necessidades locais, formas de habitar e valores culturais;

c) a desadequação frente às variações climáticas e ao tamanho das famílias;

d) a exigência de mão-de-obra especializada para montagem;

e) o desconhecimento das normas e princípios de projeto preconizado pelas agências especializadas (Frade, 2012, p. 37).

Estas limitações tornam-se evidentes em projetos como, por exemplo, *Shelter SES2*, de Pete Manfield e Tom Corsellis (1998) e *Concrete Canvas*, de Peter Brewin e William Crawford (2004). Frade critica o formato simplificado destes projetos, configurados a partir do mesmo princípio que as tendas e cuja aceitação por parte da população é baixa. Diversos projetos analisados não tiveram a preocupação em se adaptar a realidades diferenciadas e não apresentam adaptabilidade como é o caso de *Shelter* de Elisa Mansutti e Luca Pavarins (2010). Outro problema recorrente é a exigência de mão-de-obra especializada para montagem dos projetos, como ocorre na *Red+Housing* concebido por *Obra Architects* (2009). É importante atentar ainda para outros pontos relativos ao método de projeto, em especial a hierarquia dos valores utilizados, o que quer dizer que a forma

REALIZAÇÃO:

PROMOÇÃO:

APOIO / PATROCÍNIO:

final e a visualidade do projeto não devem se sobrepor aos aspectos funcionais. O projeto *Hokai*, desenvolvido por Lissa Saruhashi e Antônio de Biase (2017), criado em um workshop de Arquitetura Biodigital promovido pelo BI/OS, revela esse ponto: é um projeto visualmente apolíneo, mas que apresenta problemas básicos em seu sistema de fechamento<sup>8</sup>.

Ao longo do processo de projeto emergencial, é importante que haja uma maior correspondência entre as variáveis e uma melhor forma de controlá-las, experimentá-las e ajustá-las ao longo de todo o processo. No campo do design emergencial há ainda muito pouco abordado sobre a relação entre o processo de projeto e a parametrização. Ainda não se encontram referências que associam o design emergencial e a prototipagem paramétrica. A parametrização e a prototipagem rápida surgem como alternativas possíveis para auxiliar uma revisão e atualização nos processos de design emergencial. Através da associação entre estes dois processos adquirimos maior versatilidade para simular, remodelar, validar e gerenciar as soluções de projeto, principalmente com a criação rápida de modelos físicos que tornam visíveis inúmeras possibilidades de mudanças, melhorias, gerando conseqüente otimização do processo projetual como um todo.

Com base nesta potencialidade foi elaborada uma proposta de projeto por parte autores deste artigo que será apresentada e discutida adiante. Ela tem a convicção de que é possível ocupar as brechas existentes nos projetos emergenciais através da associação parametrização-prototipagem. Conforme afirma Rita Frade (2012, p.38) lidar com o design emergencial implica “projetar no limite”, limite de tempo, custos, espaços e operatividade. Para isso, ajustes e adaptações sucessivas são necessárias para lidar com a complexidade e a indeterminação do contexto.

### 3. MÉTODOS UTILIZADOS E RESULTADOS ALCANÇADOS

A intenção de elaborar uma proposta de abrigo emergencial associando parametrização e prototipagem tem como foco duas questões fundamentais: em primeiro lugar, agregar valor de uso ao tipo de solução oferecida às pessoas em situações emergenciais; em segundo lugar, desenvolver e compartilhar uma inteligência projetual específica voltada para situações de desastres, contendo direcionamentos que possam ser apropriados por diferentes pessoas e organizações envolvidas neste cenário. Projetos emergenciais possuem particularidades e complexidades que são melhores compreendidas no decorrer do esforço em resolvê-las. A inteligência projetual pode ser entendida como o conjunto inédito de técnicas, relações e disposições (Speaks, 2002, p.160) que podem ser produzidas durante complexos processos de projeto que não cabem em uma metodologia mais ampla. Elas são derivadas da habilidade dos projetistas em territorializar soluções de projeto de modo adaptativo e continuado como tática para obter maior relevância e congruência de suas propostas tendo em vista o contexto específico em que se inserem. A proposta conceitual apresentada aqui deriva deste posicionamento infiltrado na complexidade dos abrigos emergenciais no intuito de aprender, descobrir, propor e testar novas relações de projeto em situações de desastre para, a partir daí, sistematizar e compartilhar estes conhecimentos.

Fazem parte da complexidade de restrições do projetos de abrigos emergenciais as seguintes regulamentações internacionais<sup>9</sup>: a) espaço mínimo requerido por pessoa: 3,5m<sup>2</sup>; b) distância

<sup>8</sup> Os projetos listados aqui estão compilados na publicação “Design Emergencial: soluções encontradas para amenizar as conseqüências dos desastres naturais”, elaborado pelo Núcleo Habitat Sem Fronteiras (NOAH) da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo,

<sup>9</sup> O Projeto Esfera é um manual de referência elaborado pelo Movimento Internacional da Cruz Vermelha e do Crescente Vermelho, entre outras ONGs, que possui todas as diretivas e normas universais que as agências humanitárias devem seguir em resposta a um desastre. Fonte. FRADE (2012, Pg.6).

REALIZAÇÃO:

PROMOÇÃO:

APOIO / PATROCÍNIO:

mínima entre piso e teto em seu ponto mais alto: 2,0m; c) separações internas para assegurar privacidade e segurança aos ocupantes; d) envolvimento das comunidades locais na execução dos abrigos;

Outras determinações de caráter urbano fazem parte destas regulamentações e dizem respeito, por exemplo, ao número de unidades recomendado em cada campo de refugiados, as formas de agrupamento e abastecimento dos abrigos, a duração indicada até o início da fase de reconstrução, entre outros aspectos<sup>10</sup>. Estes aspectos ainda não fazem parte do escopo deste projeto que, por sua vez, se dedicou mais ao processo de concepção da unidade específica. Mas há o objetivo de dar continuidade ao projeto tendo em vista contemplar escalas maiores que implicam na replicação e distribuição dos protótipos no território.

Grande parte dos resultados alcançados foram desdobramento da metodologia utilizada que privilegiou o envolvimento direto entre a experimentação prática e produção de conhecimentos em ciclos contínuos e recursivos. O processo projetual paramétrico criou condições para a realização de inúmeros ciclos de reflexão e ação através dos quais foram testados e analisados os possíveis arranjos entre formas, materiais, performance e estética. A estruturação entre estes elementos foi produzida a partir de um sistema relacional paramétrico desenvolvido no *software Grasshopper*. Podemos afirmar que tais sistemas incorporam a essência do processo projetual paramétrico. Em termos conceituais, estas interfaces são campos fluidos de investigação digital compostos por inúmeros elementos diferenciados organizados de maneira mutuamente correlata (Schumacher, 2012, p.617). As correntes de modificações produzidas neste sistema permitiram avaliar os desdobramentos de uma alteração singular em todos os outros elementos, uma condição metaprocessual necessária para operacionalizar os ciclos de investigação e resolução do problema. Em termos práticos, este campo de relações permitiu por em prática uma metodologia projetual capaz de: superar a repetição simples de elementos e operar a sua diferenciação gradual para obter mais variabilidade; evitar a colagem de elementos isolados e explorar sua comunicação e interdependência; evitar a setorização de funções e propor sua parametrização enquanto eventos dotados de singularidade. Schumacher (2012, p.621) reitera que a evolução dos ciclos de investigação está necessariamente atrelada às simulações digitais e mecanismos de concepção formal abertos à modulação artificial. Todos estes conceitos lançados aqui estabelecem um vínculo com os domínios do software, mas não se esgotam nele.

No campo do *hardware*, foram inseridos os dispositivos de prototipagem rápida que, no caso do trabalho aqui desenvolvido, ficaram restritos às máquinas de impressão 3D. A processualidade destes dispositivos toca diretamente aspectos de natureza física, da ordem da resistência dos materiais, das limitações do equipamento de *hardware*, do tempo de produção, entre outras questões do domínio operacional, mas que não se descolam da teoria e da conceitualização. Ao contrário, em um processo de reflexão em ação, o domínio operativo é motor para a produção de conhecimento. A contribuição que a prototipagem digital oferece sobre os processos tradicionais de produção em série é a produção customizada, capaz de gerar rapidamente objetos diferenciados, múltiplas versões de uma mesma idéia, potencializando enormemente a condição exploratória e experimental de um processo de projeto. Rocha (2015, p.169) afirma que essa abertura ao acaso no processo de projeto instaura um itinerário evolutivo mais rico, com melhores oportunidades para adaptação e evolução da idéia. Esse tipo de preparação para o inesperado torna o processo semelhante a uma performance coletiva, aos moldes dos músicos de jazz, que executam uma música de forma aberta, original, coletiva, inesperada, mas que, em função de sua indeterminação

<sup>10</sup> Maiores informações consultar: LOPES, Ana. Urbanismo Emergente: Desenho e processo de planeamento em situações pós-catástrofe. Mestrado Integrado em Arquitetura. Instituto Universitário de Lisboa. Orient: Alexandra Paio. Outubro 2015.

REALIZAÇÃO:

PROMOÇÃO:

APOIO / PATROCÍNIO:

e imprevisibilidade, exige uma postura ativa e atenta dos participantes em aplicar seus conhecimentos individuais de modo intuitivo e imediato (ibid., p.190). Neste contexto, teoria e prática são inseparáveis, andam juntos e evoluem em paridade.

A etapa inicial do processo de elaboração do abrigo temporário optou por traçar um paralelo biomimético como referencial para identificação de estratégias de adaptação formal na natureza que dessem suporte à estrutura do abrigo. Os critérios de busca foram: serem configuradas por elementos equivalentes, mas dotados de diferenciação; permitirem a compactação e expansão da estrutura do organismo; permitir diferentes configurações formais e que fosse pertencente à fauna característica da região de Mariana/MG. O organismo que mais se aproximou destes aspectos foi a espécie *Dasybus novemcinctus*, vulgo tatu-galinha (Fig.02), encontrado nas zonas de cerrado do Brasil e caracterizado por uma carapaça formada por uma série de placas móveis rígidas de formato convexo que se articulam e dão mobilidade, flexibilidade e proteção ao animal.

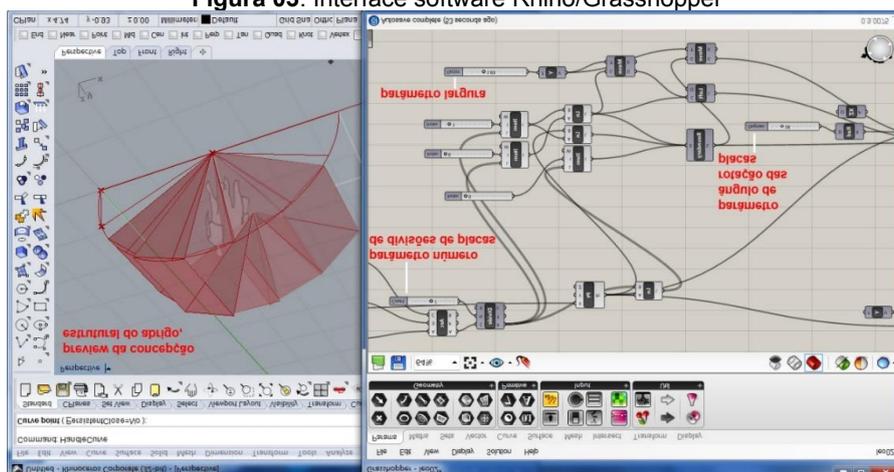
A estrutura do animal é caracterizada pelo aninhamento destas placas umas sobre as outras, permitindo ao corpo do animal se tornar mais compacto ou mais expandido. Este tipo de arranjo compressão-expansão é necessário aos abrigos emergenciais para atender, entre outros aspectos, as demandas de transporte e montagem. O protótipo inaugural partiu da combinação de um conjunto de placas de formatos equivalentes, mas de tamanhos progressivamente menores necessários para permitir aninhamento. As dimensões e a quantidade das placas foram parametrizadas correlativamente tendo em vista sua adequação frente às restrições estabelecidas pelas agências reguladoras. A concepção inicial definiu assim um sistema de articulação formado por um número entre 6 e 9 peças diferenciadas capaz de se aninhar ou expandir configurando um habitáculo cuja base é um retângulo e elevação um semicírculo (Fig.03)

**Figura 02:** *Dasybus novemcinctus*



Exemplar da espécie *Dasybus novemcinctus* (tatu-galinha). Fonte: [http://djringer.com/photos/v/101101-fall-2010/nine-banded-armadillo-dasybus-novemcinctus-2.jpg.html?g2\\_imageViewsIndex=2](http://djringer.com/photos/v/101101-fall-2010/nine-banded-armadillo-dasybus-novemcinctus-2.jpg.html?g2_imageViewsIndex=2). Acesso: 25 Dez 2016.

**Figura 03:** Interface software Rhino/Grasshopper



REALIZAÇÃO:

PROMOÇÃO:

APOIO / PATROCÍNIO:

Imagem processual da interface gráfica dos softwares Rhinoceros e Grasshopper utilizados para conceber e parametrizar a estrutura do abrigo emergencial. Destaque para a forma de inspiração biomimética constituída por placas pivotantes e ajustáveis. Fonte: autores.

Com a concepção geral do sistema idealizada e parametrizada, foi dado início ao processo de simulação dos subsistemas necessários para operacionalizar sua articulação, entre eles: base (sustentação, armazenamento e mecanismo de abertura) e vedação (superfícies internas e externas). O processo de impressão 3D oferece a possibilidade de produzir superfícies com padrões de acabamento e furação complexos, não-lineares, dotados de especificidades para cada uma de suas posições no sistema, levando-se em conta a orientação solar, proteção física, conforto ambiental, visibilidade, etc. A parametrização das superfícies que compõem as paredes e coberturas do abrigo exploraram os recursos de criação e aplicação de padrões do Grasshopper. Ainda em caráter experimental, foi utilizado inicialmente o padrão hexagonal visando obter superfícies com caráter de membrana, capazes de filtrar luz solar, favorecer a ventilação natural sem comprometer a privacidade dos ocupantes, além de formar uma placa leve mas de grande resistência em função da geometria estável dos hexágonos (Fig.04). O tamanho das furações e a espessura da superfície foram parametrizados para estudo de suas relações. Em pontos específicos da estrutura, como nas coberturas, houve a necessidade das superfícies incorporarem novas camadas para responder aos problemas de estanqueidade e proteção contra ventos fortes. Apesar de apresentar padrões uniformes, um novo ciclo de investigações paramétricas foi estabelecido para estudar diferenciações na posição e no tamanho das furações, tornando-as mais adaptadas a cada uma das posições da estrutura do abrigo.

**Figura 04:** Tratamento das Superfícies

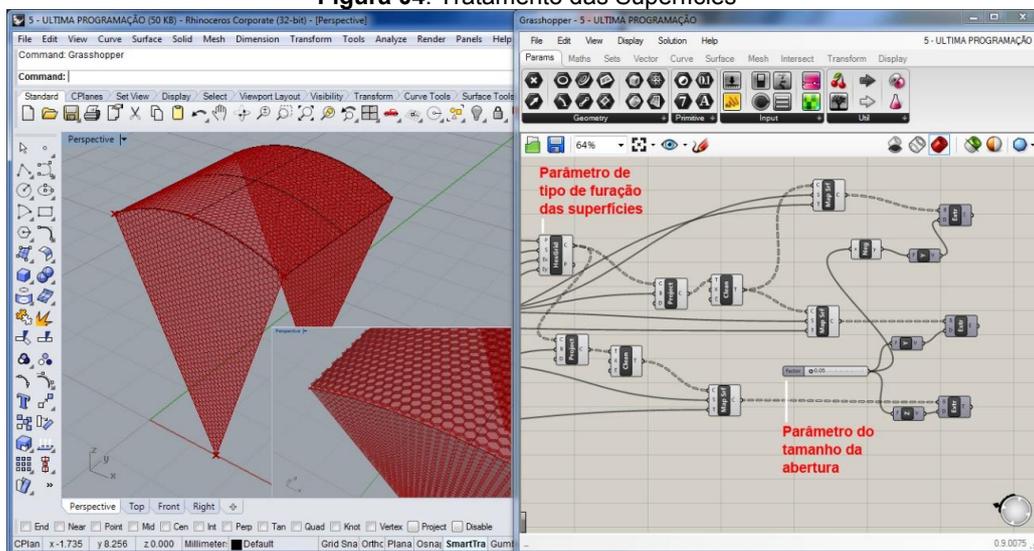


Imagem de uma das placas isoladas do abrigo e detalhe do tratamento da superfície com furação parametrizada no formato hexagonal. Fonte: autores.

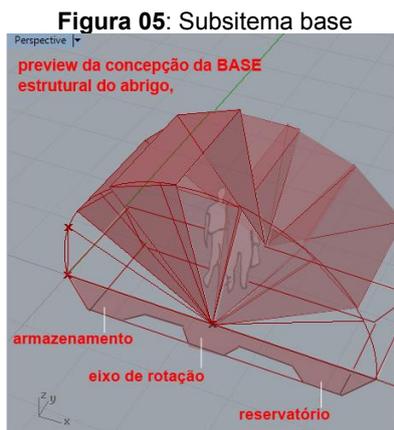
As placas pivotantes foram apoiadas em um subsistema de base ainda em fase de desenvolvimento e que não será aprofundado neste trabalho mas apenas ilustrado pela figura 05. Suas funções programáticas incluíram: adaptar o abrigo ao tipo de terreno, alojar os reservatórios de água e esgoto, acolher os mecanismos articulados a movimentação das placas pivotantes e oferecer espaço para armazenamento de objetos pessoais e de uso cotidiano. Foram ainda incluídas no

REALIZAÇÃO:

PROMOÇÃO:

APOIO / PATROCÍNIO:

subsistema de base as propriedades de aninhamento do seu corpo estrutural, de mobilidade sobre rodas e o abastecimento de energia com a inclusão de baterias estacionárias recarregáveis e painéis fotovoltaicos que permitiriam acionar mecanismos de automação, comunicação e iluminação.



Concepção do subsistema de base. Fonte: autores.

#### 4. CONCLUSÕES

É possível afirmar que a parametrização dos elementos constituintes do projeto potencializa de fato os ciclos de reflexão e ação e auxilia a formação de uma visão mais integrada das implicações que cada alteração gera em todo o conjunto de elementos. A proporção entre a largura e o comprimento do abrigo pode ser continuamente redefinida e ajustada a diferentes demandas sem que isso implicasse em um redesenho das placas já que elas estavam correlativamente vinculadas às medidas iniciais da base. Uma vez estabelecida esta corrente de vínculos entre os componentes do abrigo foi possível ter maior segurança e posicionamento estratégico para se redefinir a altura total do abrigo, aumentar ou diminuir o espaço interno, propor ou não separações internas e não apenas ajustar o projeto às restrições internacionais mas também conduzir uma visão crítica sobre as próprias restrições, no sentido de propor revisões e melhoramentos.

O formato pivotante das placas criou condições para a adaptação do abrigo às condições de insolação e ventilação. As placas puderam ser fechadas ou abertas em função do vetor de luz solar incidente e a direção dos ventos dominantes, variáveis que se alternam constantemente em função do horário e da localização geográfica. Esta abertura e fechamento permitiram ainda criar configurações mais ou menos privadas de acordo com as demandas dos ocupantes.

Quanto ao envolvimento dos ocupantes no processo de concepção e execução do abrigo existem duas vertentes a serem analisadas. Num primeiro momento, com relação à concepção, é necessário que todo o sistema paramétrico assuma uma condição metaprocessual disponibilizada em plataformas online e programadas de forma a criar condições de visualização clara dos parâmetros e das implicações que eles geram na forma do abrigo para que usuários comuns, sejam outros arquitetos, designers ou membros de organizações de apoio possam acessar, configura seus próprios sistemas de forma rápida e adequá-los às suas realidades locais. Há uma condição ímpar de descentralização do processo e de disponibilização dos resultados para que ele possa ganhar relevância no cenário mundial, e isso constitui uma base importante do que chamamos de inteligência projetual. Não se trata de disponibilizar apenas os códigos de fabricação, mas de criar

REALIZAÇÃO:

PROMOÇÃO:

APOIO / PATROCÍNIO:

interfaces acessíveis para que outras pessoas possam não apenas utilizar mas também aprender a fazer a partir do envolvimento com uma interface que apresenta um sistema existente e em processo.

O processo de prototipagem das peças por impressão 3D está em processo de iniciação para este projeto e suas análises serão realizadas assim que houver um resultado satisfatório. Se espera deste processo contribuições para o projeto das superfícies, seus encaixes, tamanhos, resistência, peso e fatores estéticos. Neste artigo foram trazidos os resultados de concepção e parametrização do projeto do abrigo emergencial, mas para os próximos eventos será possível focar o debate nos aspectos de prototipagem descritos aqui, com fotos, códigos, análises e direcionamentos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AQUILINO, Marie Jeannine (Ed.). Beyond shelter: architecture and human dignity. New York, NY: Metropolis Books, 2011.

ESTADO DE MINAS. Cardumes que fugiram do Rio Doce têm vida ameaçada pela má qualidade da água. Online. Disponível em:

<[http://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2016/11/04/interna\\_gerais,820838/ma-qualidade-da-agua-ameaca-cardumes-que-escaparam-do-rio-doce.shtml](http://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2016/11/04/interna_gerais,820838/ma-qualidade-da-agua-ameaca-cardumes-que-escaparam-do-rio-doce.shtml) > Acesso em: 04 de Novembro de 2016.

FRADE, R. Arquitetura de Emergência. Projectar para zonas de catástrofe. Covilhã, 137 p., 2012. Dissertação (Mestrado) - Universidade da Beira Interior – Engenharia.

IBAMA. Laudo Técnico Preliminar – Impactos ambientais decorrentes do desastre envolvendo o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, Minas Gerais. Online. Disponível em: <[http://www.ibama.gov.br/phocadownload/noticias\\_ambientais/laudo\\_tecnico\\_preliminar.pdf](http://www.ibama.gov.br/phocadownload/noticias_ambientais/laudo_tecnico_preliminar.pdf). Acesso: 22 Nov 2016.

LOPES, Ana I. F. Urbanismo Emergente: Desenho e processo de planejamento em situações pós-catástrofe. Lisboa, 255p., 2015. Dissertação (Mestrado). Instituto Universitário de Lisboa. Departamento de Arquitetura e Urbanismo.

MANZINI, Ezio. Design em um mundo conectado e em transformação. Strategic Design Research Journal, 7 (2): 95-99 May-August, 2014.

PAPANEK, V. J. Design for the real world. Human ecology and social change. 2. ed. Chicago: Academy Chicago, 2009.

ROCHA, Bruno M. Complexidade e improvisação em arquitetura. São Paulo, 256 p., 2015. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo.

SCHUMACHER, P. The Autopoiesis of Architecture: A New Agenda for Architecture. v. 2. Chichester: John Wiley & Sons, 2012.

SINCLAIR, Cameron; STOHR, Kate (Ed.). Design Like You Give a Damn: Architectural Responses to Humanitarian Crisis. Thames & Hudson, 2006.

SPEAKS, M. Inteligência de Projeto. In: SYKES, K. (Ed.). O campo ampliado da arquitetura: antologia teórica 1993-2009. São Paulo: Cosac Naify, 2002. p. 156-164.

REALIZAÇÃO:

PROMOÇÃO:

APOIO / PATROCÍNIO:

