

## **Abrigo emergencial paramétrico impresso em 3d**

### **Identificação:**

Grande área do CNPq.: Ciências Sociais Aplicadas

Área do CNPq: Arquitetura e Urbanismo

Título do Projeto: Integrando Fabricação digital e táticas de projeto centrado-na-ação.

Professor Orientador: Prof. Dr. Bruno Massara Rocha

Estudante PIBIC/PIVIC: Tainá Moreschi Breder

**Resumo:** *Este subprojeto de iniciação científica deu continuidade ao desenvolvimento e investigação sobre o projeto do abrigo emergencial voltado para situações ambientalmente críticas. No projeto foram investigados temas que permitiram realizar a concepção da estrutura desse abrigo. A metodologia integra áreas do conhecimento como Design, Arquitetura e Computação. Para que o abrigo cumpra sua função de ser utilizado em situações que demandam instalação rápida em locais com infraestrutura insuficiente, fez-se necessário a reflexão sobre soluções estruturais que contemplasse mecanismos móveis, superfícies inteligentes, sistema de controle e automação e etc. Com o foco no sistema de vedação, foi desenvolvida uma estrutura com design de superfície inspirada no biomimetismo, já que a concepção do abrigo segue esse contexto.*

**Palavras-chave:** Design emergencial, Impressão digital, Papel social do arquiteto, Design de superfície, Biomimética.

### **1 – Introdução:**

O design paramétrico designa a atribuição de definições e controle do processo que determina relações e resultados a partir de um conjunto de parâmetros que “fornecem um comportamento interativo aos componentes e sistemas construtivos” (woodbury, 2010)

A superfície de vedação do abrigo (etapa posterior à conclusão do processo de impressão da base estrutural) foi criada utilizando-se padrões geométricos tetraédricos e teve como desafio incorporar tripla função: estanqueidade em situações de chuva, possibilidade de ajuste das aberturas de iluminação e adaptação à ventilação natural. O processo de criação do protótipo vem sendo desenvolvido através da utilização da metodologia de reflexão em ação, no contexto dos recursos de parametrização, programação gráfica e criação de modelos em impressão 3D. Dentre os equipamentos utilizados estão uma impressora 3D Machine One, softwares como Grasshopper e Rhinoceros e ferramentas de corte, lixa e solda.

A metodologia utilizada tem suporte indispensável na parametrização do projeto, pois ao “ao invés de modelos geometricamente fixos, que exigem maior esforço para efetuar mudanças posteriores – *conventional design* - os aspectos do projeto são designados anteriormente – *parametric design* -, a fim de explorar a flexibilidade das relações no modelo” (Kolarevic, 2000) o que facilita a etapa de testes e reflexões.

## 2 – Objetivos

O objetivo do projeto era continuar o desenvolvimento da segunda etapa da concepção do abrigo emergencial voltado para situações de desastres ambientais ou casos de regiões em situações críticas sem impacto. Sendo assim, o desenvolvimento de novas versões do protótipo, evoluindo em questões estruturais, design de superfície e programação, com ênfase na superfície de vedação. Mais especificamente testes de impressão utilizando diferentes métodos e a criação do design de superfície de vedação com inspirações biomiméticas e com um padrão de desenho que remetesse às escamas dos tubarões denominadas placóides.

## 3 – Metodologia

O processo de criação do protótipo foi desenvolvido através da utilização da metodologia de reflexão em ação em processo de parametrização, programação gráfica e criação de modelos em impressão 3D.

Dentre os materiais utilizados estão a impressora 3D Machine One, softwares como Grasshopper e Rhinoceros, além de livros de autores como Edgar Morin e Jair Antonio Junior, que abordam assuntos vinculados aos temas acima citados e também artigos escritos pelo pesquisador Leonardo Valbão Venancio e pelo professor Bruno Massara Rocha.

O processo de criação das peças inclui, em uma primeira etapa, a produção da peça por parametrização nos softwares Rhinoceros e Grasshopper, para posteriormente ser iniciada a etapa de impressão. Para criação do padrão da superfície das peças de função estrutural do abrigo foi utilizado o diagrama de Voronoi – que é um diagrama matemático e também um parâmetro do Grasshopper.

Já a criação do padrão tridimensional da superfície de vedação aconteceu através do seguinte processo:



No software Rhinoceros foi desenhado um triângulo que serviria como base para o processo paramétrico no Grasshopper. Desse triângulo, já utilizando o Grasshopper, achou-se o centro de gravidade da figura. Esse centro de gravidade foi elevado e o ponto criado foi conectado com os vértices do triângulo inicial, e essa conexão criou três arestas. Das três arestas, três pontos móveis que se movimentam ao longo de sua altura. Esses pontos conectados de forma ordenada formaram três superfícies laterais e deram origem ao volume de tronco de pirâmide que se multiplica e forma a superfície de vedação.

Alguns comandos utilizados no desenvolvimento desse modelo incluem os de criação de superfície, como

o “srf4pt” e o “subsurface”, além de pilhas como o “pcen” para encontrar o centro de uma superfície – nesse caso o centro do triângulo já desenhado – e o slicer, usado frequentemente para dar intervalos de dimensões ao modelo.

Quando finalizado, o modelo criado a partir da multiplicação da matriz tridimensional triangular é agrupado com o comando “bake”, esse grupo pré-definido se combina com outros grupos com aberturas e alturas diferentes, até formar a pele com o tamanho necessário para cobrir as superfícies do abrigo.

A inspiração estética e funcional dessa pele criada para vedar o abrigo emergencial veio do estudo de superfícies com padrões biomiméticos, mais especificamente o padrão dos placóides – estruturas que compõem a pele do tubarão. A utilização de uma matriz morfológica combinada ao biomimetismo nos possibilita trazer para o modelo alternativas de design e também soluções biológicas que os organismos vivos desenvolveram ao longo de milhões de anos. Os motivos específicos para esse caso são vários: sua aparência estética é interessante e possibilita a repetição padronizada do seu desenho, sua anatomia fornece uma capacidade de combinações e variações que, no caso da superfície de vedação, possibilitam a criação de aberturas para ventilação e iluminação. E além disso, sua forma de encaixe se adapta a superfícies curvas, que é o caso da cobertura do abrigo.

O processo de impressão, iniciado depois da etapa da criação parametrizada da peça, é dividido em quatro etapas: salva-se o arquivo em formato STL/ abre-se o arquivo no Repetier (software de impressão) / ajusta-se a escala e a posição/ inicia-se o processo de impressão.

A preparação da impressora começa pela limpeza da mesa com um produto que é aplicado não haja forte aderência entre a peça e a mesa. Através do Repetier, regula-se a temperatura da mesa e do bico da impressora, verifica-se a posição do bico, verifica-se se o material é suficiente (nesse caso, os materiais utilizados foram o ABS e o PLA) e assim, após a obtenção das temperaturas ideais, inicia-se o processo. Esse processo de impressão 3D é essencial para a avaliação do desempenho e ampliação do potencial de melhorias e inovações do protótipo.

Em cada etapa de criação e impressão foram feitos relatórios que contém as informações sobre as melhores condições de impressão, além do tempo gasto e resultados bons ou ruins.

#### **4 – Resultados**

Inicialmente foi feita uma avaliação sobre o estágio em que se encontrava a estruturação do projeto, leitura de referências projetuais e identificação de possíveis melhorias. Depois disso, iniciou-se o processo de impressão do protótipo da estrutura de sustentação já desenvolvido no projeto de pesquisa anterior. Para essa etapa acontecer, foram realizadas investigações de possíveis materiais que atendessem aos requisitos ambientais e que funcionassem para fabricação 3d da estrutura, além da correção de erros (como por exemplo superfícies que não estavam totalmente fechadas – nesse caso, pontos que o repetier não conseguiu reproduzir eram usados como base para essa correção) que impediam um bom funcionamento da impressão 3D. Em seguida, vários testes foram realizados para obtenção da melhor forma (incluindo posição, rotação, temperatura e seção do volume) de impressão do protótipo.

A impressão da superfície de sessão redonda não demonstrou resultados positivos ao longo do processo. Quando a escala era reduzida para a impressão das peças menores do abrigo, o bico da impressora não conseguia formar o volume tubular de forma correta, pois com a redução do seu tamanho, seu diâmetro reduzia drasticamente a ponto de não ser formado pela impressora.

Outra alternativa realizada durante os testes foi a posição de construção da peça superior na tentativa de reduzir o volume de material utilizado para criar o suporte estrutural das peças. Um bom resultado foi obtido com a colocação da peça em posição horizontal. Quando colocada em posição vertical, a ideia de que a impressora criaria menos suporte – já que a própria peça a medida que fosse produzida serviria como sua própria base – não foi concretizada.

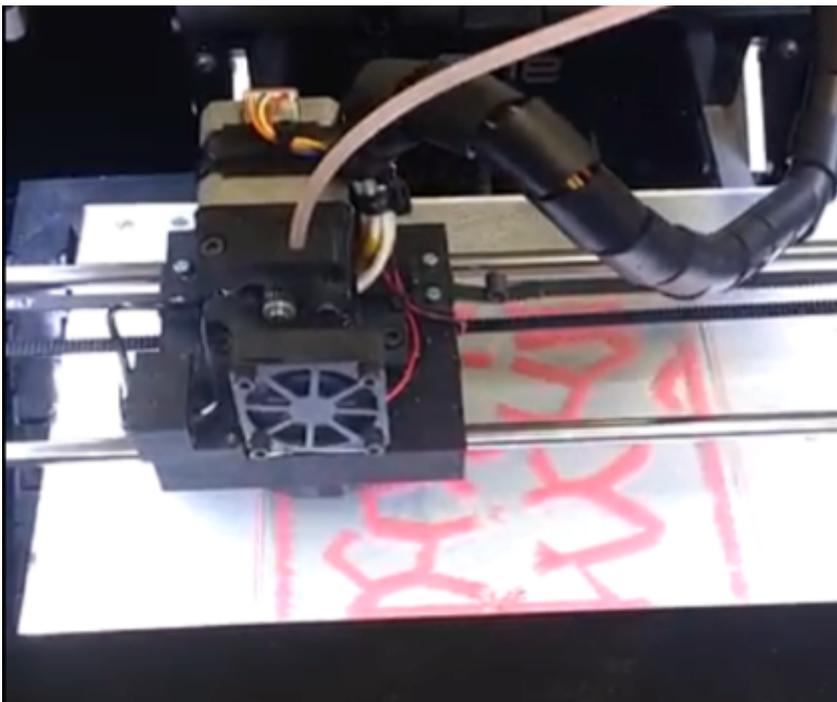
Portanto, o melhor resultado ocorreu no teste de impressão com a seção quadrada – para todas as peças - e com a maior área das peças em posição paralela à mesa da impressora.

Teste de impressão: seção quadrada - superfície superior – objeto deitado.

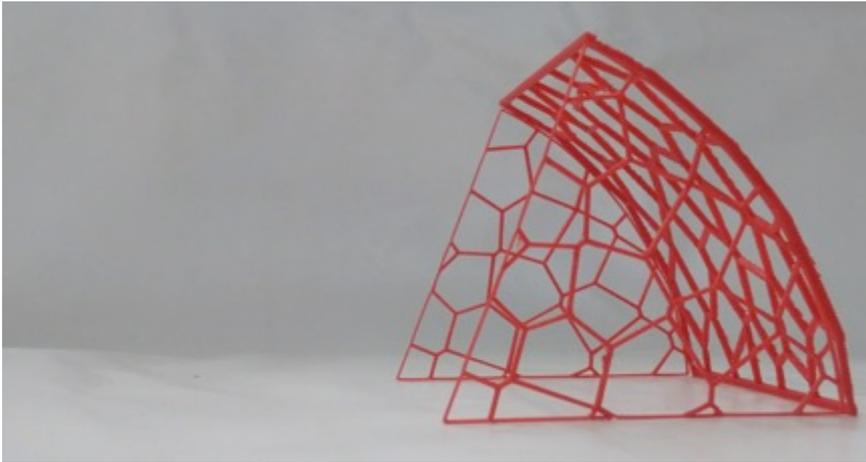
Tempos: Escala 45 – tempo: 1h30min

Escala 43 – tempo: 1h20min

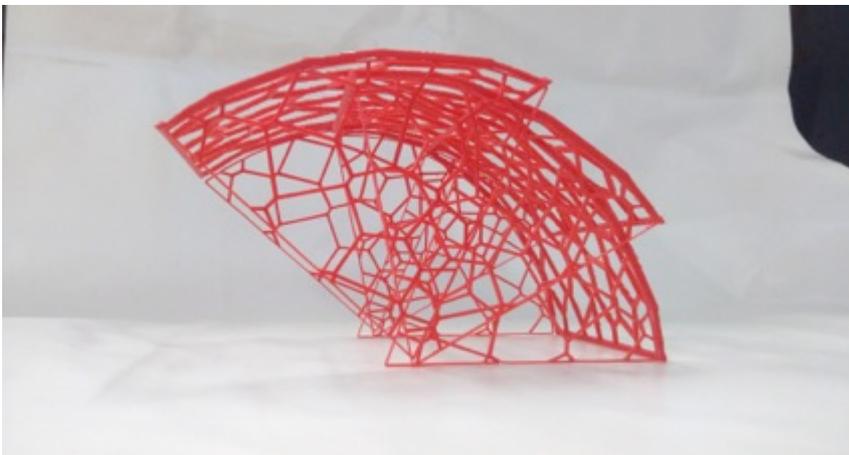
Escala 41 – tempo: 58min



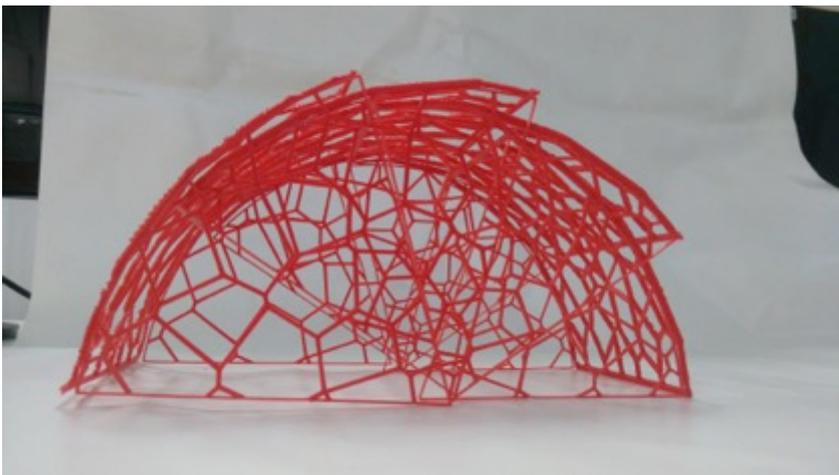
*Figura 1 - processo de impressão da peça superior*



*Figura 2 - Peça externa do abrigo*



*Figura 3 - as quatro peças em demonstração de como o abrigo se articula para abertura*



*Figura 4 - abrigo totalmente fechado.*

A etapa seguinte mostrou resultados satisfatórios e de processos explicados no item metodologia. Os aspectos direcionadores do design de superfície de vedação são, entre outros, conforto térmico e estanqueidade, e ainda, buscou-se inspiração no conceito de tegumento – em anatomia geral, tegumento é o conjunto formado pela pele e seus anexos e em morfologia botânica, invólucro ou estrutura que

envolve, reveste e protege um órgão vegetal ou parte dele – a ideia é justamente criar uma pele para revestir a estrutura do abrigo. O desenvolvimento do protótipo da superfície de vedação foi realizado através de parametrização no software Grasshopper com suporte do Rhinoceros. Antes disso, foram realizadas pesquisas para busca da melhor forma de criar a programação. O site designalyze foi usado como suporte para a iniciação da programação do protótipo.

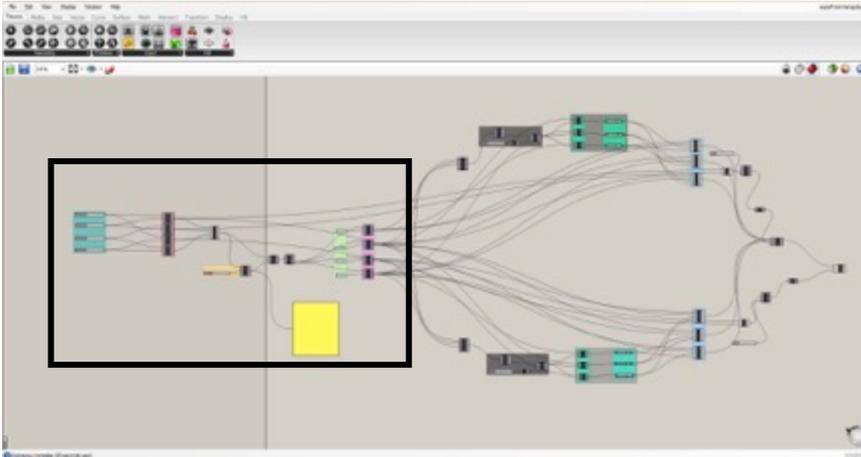


Figura 5 - captura do processo de criação da superfície de vedação no software Grasshopper.

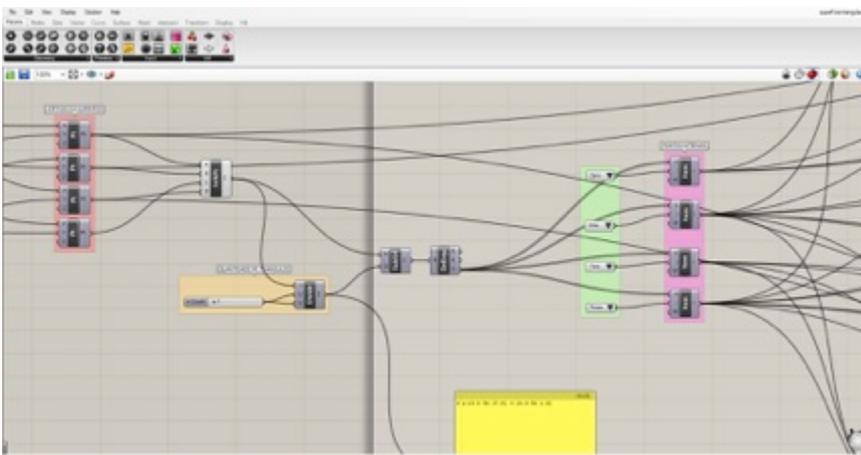


Figura 6 - ampliação de parte do processo de criação.

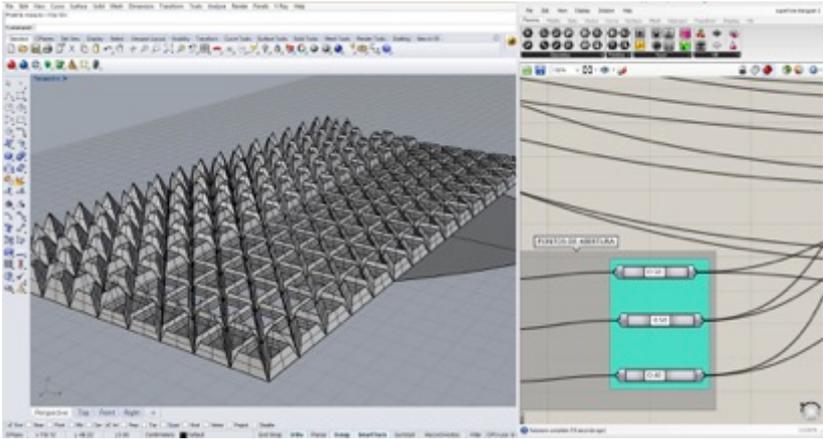


Figura 7 - peça sendo montada com uso do comando "bake".

Altura das aberturas:

Fileira um – aberturas completamente fechadas, em sua altura máxima (mais próxima do contato com o solo, as fileiras iniciais se mantem com o volume fechado devido ao fato de que a possibilidade de entrada de água através da chuva é maior. Isso se aplica também na extremidade oposta da pele que envolve a superfície de curva de cobertura. Na área voltada quase que totalmente para cima, essa superfície também será fechada para evitar intempéries indesejadas).

Fileira dois – aberturas em 80 centímetros.

Fileiras 3 e 4 – aberturas em 70 centímetros.

Fileira 5 – aberturas em 60 centímetros.

Fileira 6 em diante – aberturas em 50 centímetros.

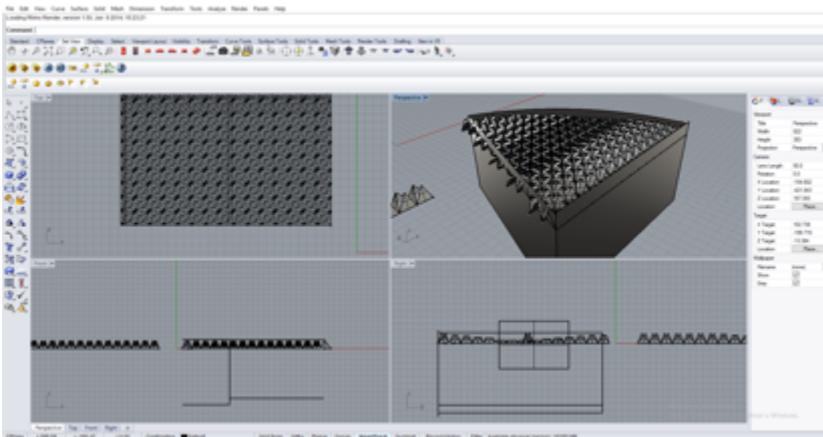
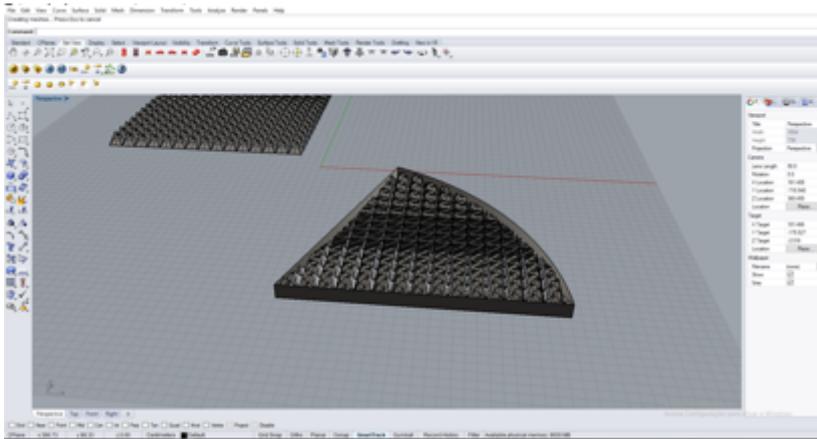
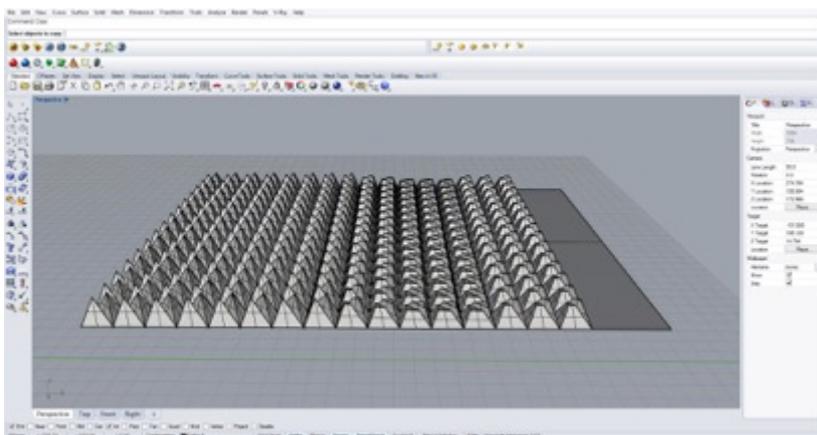


Figura 8 - processo de montagem da peça lateral.



*Figura 9 - peça lateral de vedação finalizada.*

A vedação das superfícies laterais seguem as mesmas dimensões de abertura da superfície de cobertura, apenas com a diferença de que, nesse caso, as peças mais altas não precisam ser fechadas.



*Figura 10 - processo de montagem da superfície superior.*

## **5 – Discussão e Conclusões:**

Tragédias naturais fazem parte da trajetória histórica do nosso planeta, e o ser humano está sempre em busca de soluções rápidas e eficazes. Dessa busca, surgiu o design emergencial, que traz à tona um problema já apontado por Victor Papanek ainda na década de 1970: 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).

O presente subprojeto apresenta a proposta de um protótipo de superfície biomimética impressa em 3D desenvolvida para ser aplicada no sistema de vedação de um abrigo emergencial. O processo de desenvolvimento do design desta superfície teve como referencial teórico a nova concepção da materialidade arquitetural (Oxman, 2015) adotada criação de superfícies artificiais com padrões geométricos biomiméticos complexos vinculados à parametrização. Segundo Oxman, com o avanço das

técnicas de fabricação digital, uma nova compreensão dos arranjos materiais na concepção da arquitetura está emergindo e tem na computação a chave para exploração das suas possibilidades.

Sobre o subprojeto ainda há muito o que ser desenvolvido, a proposta do abrigo é apenas o início de algo que poderá, em algum momento, ser impresso em escala real e servir ao seu real propósito. Vários exemplos ao redor do mundo nos provam que isso é possível e está muito próximo. A parametrização das peças nos dá a possibilidade de modificação e ajustes de forma rápida, diminuindo o retrabalho durante as etapas, o que facilita as fases de estudo e de testes, fundamentais para o desenvolvimento da melhor versão do abrigo. E além disso, a impressão digital nos dá o suporte necessário para a percepção através dos nossos sentidos do que poderá tornar o protótipo um projeto.

### **Referências bibliográficas:**

DE LACERDA, Clécio; SORANSO, Pricila; Fangueiro, RAUL; **O contexto biomimético aplicado ao design de superfícies têxteis**. REDIGE, 2012.

FLUSSER, V. **O mundo codificado: por uma filosofia do design e da comunicação**. São Paulo: Cosac Naify, 2007.

**Designalyze. Custom Components**. Disponível em <<http://designalyze.com/tutorial/custom-components>> Acessado pela primeira vez em: 17 de outubro de 2017.

LIMA, Fernando Tadeu De Araujo. **A parametrização do conceito de cidade compacta: uma abordagem “pós-moderna” para centros urbanos contemporâneos sustentáveis**. Oculum Ensaios: Revista de arquitetura e urbanismo, 2014.

MARAR, João; LARANJEIRA, Mariana. **Caos e complexidade: design de superfície e os novos MORIN, Edgar. Introdução ao pensamento complexo**. Porto Alegre, Editora Sulina, 2011.

OXMAN, Neri. **Templatin Design for Biology and Biology for Design**. Architectural Design, 2015.

OXMAN, Neri. **Programming Matter**. Architectural Design, 2012.

SCHÖN, D. A. **The reflective practitioner: how professionals think in action**. New York: Basic Books, 1983.

VALBÃO, Leonardo; ROCHA, Bruno. **Impressão 3d e o processo de projeto paramétrico aplicado ao design emergencial**. Sigradi, 2017.

VALBÃO, Leonardo; ROCHA, Bruno. **Prototipagem digital paramétrica orientada ao design emergencial – o caso do desastre ambiental de Mariana/MG**. Euro Elecs, 2017.

**paradigmas da ciência**. P&D Design, 2014.