

TECNOLOGIA E ANCESTRALIDADE NA ARQUITETURA: COMO A IMPRESSÃO 3D COM TERRA PODE UNIR AMBOS EM RESPOSTA ÀS CRISES HABITACIONAIS

GUSTAVO BENEDETTI SANTIAGO¹; LUISA FELIX DALLA VECHIA²;

¹Universidade Federal de Pelotas – gustavobenedetti97@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – luisafelixd@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Apesar de o mundo viver, hoje, a Quarta Revolução Industrial (ou Indústria 4.0), o campo da construção civil permanece tecnologicamente estagnado em muitos de seus aspectos. Apesar de muitas ferramentas computacionais estarem em crescente uso para concepção e gestão de dados, como a tecnologia BIM (*Building Information Modeling*), o uso de sensores e a Realidade Aumentada, a realidade é outra quando se trata das tecnologias construtivas. Segundo CEOTTO (2017), no Brasil, pouco foi alterado desde a década de 1980 na forma como são feitas as construções. Muitos, inclusive, não consideram a construção civil uma indústria devido à artesanidade de sua produção. Essa situação não se dá pela falta de desenvolvimento de novas técnicas: se dá pela falta de investimento nas técnicas criadas, ou pela falta de interesse dos incorporadores em adotar novas técnicas já disponíveis no mercado.

Uma técnica construtiva que, recentemente, começou a ter considerável destaque no setor da construção civil é a impressão 3D em larga escala, com muitas empresas, startups e organizações (como a NASA) investindo em pesquisas. A impressão 3D é pesquisada desde a criação da impressão à jato de tinta, já que a base de ambas as técnicas é o depósito de material em camadas através de um bico (MONTJOY, 2023). Conforme o desenvolvimento de técnicas de impressão 3D de polímeros em pequena escala foi sendo aprimorada, muitos testes passaram a ser desenvolvidos utilizando o concreto como material base. Inicialmente, a produção era de componentes construtivos, como paredes, vigas e pilares, com base em diferentes testes e técnicas de impressão. Várias empresas entraram na corrida para o aperfeiçoamento e patente de suas próprias técnicas, o que ajudou a alavancar o setor e atingir, hoje, um patamar de desenvolvimento acelerado, onde muitas empresas são capazes de realizar a impressão *in loco* de edificações completas. Praticamente todas as empresas do setor utilizam, hoje, a impressão através do depósito de camadas, onde o concreto é despejado através de um bico extrusor camada por camada até atingir a altura desejada. Esse bico extrusor pode estar acoplado a pontes extrusoras ou braços robóticos, dependendo da técnica utilizada por cada empresa (PERROT, 2019). Destacam-se, mundialmente, as empresas ICON, ApisCor e COBOD. No Rio Grande do Sul, a primeira casa construída através da impressão 3D de concreto está sendo realizada pela empresa 3D Printek, em Caxias do Sul.

Diversos benefícios podem ser obtidos através da impressão 3D em construções. Por tratar-se da impressão completa de um modelo computadorizado, essa técnica permite a obtenção de dados exatos como quantidade de material utilizado, evitando desperdícios. Ainda, a parametrização em BIM da construção permite uma completa flexibilização da impressão e a compatibilização prévia de diversos componentes prediais, sendo possível, por exemplo, fazer a impressão

dos shafts de instalações hidrossanitárias (e a própria instalação) juntamente com a impressão das paredes. Ainda, é capaz de realizar impressões de maneira rápida, concluindo edificações completas em poucos dias de construção. É previsto que, com o desenvolvimento da técnica, será possível diminuir drasticamente o custo da construção quando comparada à utilização de técnicas convencionais.

Apesar de o concreto ser o principal material utilizado pelas empresas de impressão 3D em larga escala, uma empresa italiana ganhou destaque internacional por propor uma nova tecnologia. Em 2018, a WASP 3D foi a primeira empresa a construir um protótipo de habitação utilizando um material composto de terra para a impressão das paredes utilizando a mesma técnica de depósito de camadas estabelecida na impressão de concreto (WASP, 2022). Desde então, a empresa já comercializa a impressora específica para esse tipo de impressão. A WASP e outros parceiros vêm desenvolvendo diferentes projetos, como TECLA e Itaca, aprimorando a técnica e desenvolvendo novas possibilidades.

Com o destaque que essas construções em terra receberam, foi levantado o grande potencial que essa técnica teria na produção rápida de habitações de baixo custo, já que a terra é retirada diretamente do local de impressão e o tempo de impressão é relativamente curto – de 200h, no caso da Casa TECLA. Essa seria uma possibilidade de solução para a produção de habitações em situações de elevado déficit habitacional ou em situações emergenciais, como em campos de refugiados espalhados pelo mundo. Nesses campos, os refugiados são abrigados em tenda ou abrigos plásticos sem conforto, que deveriam ser temporários mas que, devido à falta de solução às crises, viram permanentes, como o caso do campo de refugiados de Al-Za'atari, onde refugiados sírios vivem há 11 anos. Ainda, a terra como material construtivo possui baixo impacto de extração, elevado conforto bioclimático e possui a capacidade de reversibilidade, sendo ótima em contextos de habitação social (CORREA, 1970).

Assim, este trabalho possui o objetivo de investigar a técnica da impressão 3D em terra, unindo técnicas inovadoras e ancestrais, na produção de habitação emergencial para refugiados.

2. METODOLOGIA

A metodologia deu-se com base em levantamento bibliográfico sobre as técnicas de impressão 3D em larga escala em terra e em concreto, estudos referenciais tanto de projetos que utilizam a técnica, como de projetos de abrigos que são implementados, hoje, em campos de refugiados. Em sequência, foi realizada a elaboração de um projeto de possibilidades, ou seja: soluções que poderiam ser impregnadas na técnica de impressão 3D para suprir essa demanda. O desenvolvimento do projeto foi dividido em duas partes principais: o desenvolvimento da unidade habitacional evolutiva e paramétrica, e o desenvolvimento do planejamento do campo como um todo em termos urbanos. Para cada uma das duas foram feitos um levantamento de necessidades, análise de quais fatores parametrizar e lançamento da proposta paramétrica.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por um entendimento de que a arquitetura em terra não é comumente vista em todas as partes do mundo, foi buscado, junto ao Centre International de la Construction em Terre (CRATERRE, 2021) em que partes do globo essa tecnologia poderia ser aplicada (áreas coloridas da Figura 1), juntamente com uma

sobreposição da existência de campos emergenciais de refugiados (UNHCR, 2024), representados por triângulos na Figura 1, e quais os respectivos climas, segundo a classificação Köppen-Geiger, destes locais.

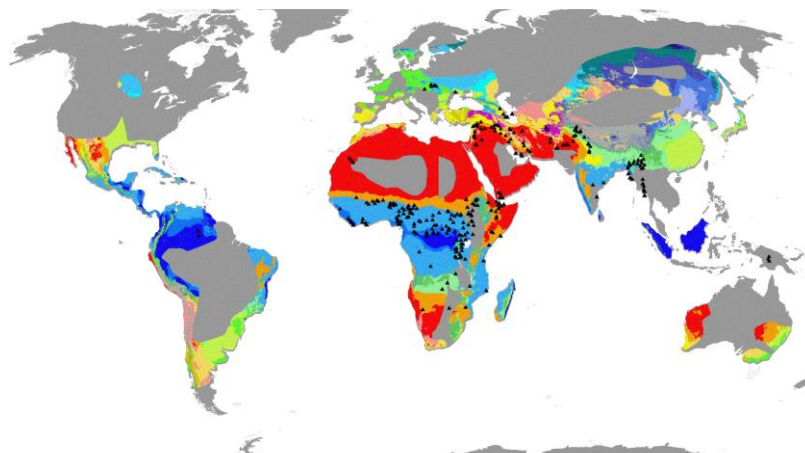


Figura 1: Arquitetura em Terra, Campos de Refugiados e Clima.

Sabendo que a maioria dos campos de refugiados atuais estão localizados em áreas onde é comum encontrar construções em terra, percebe-se ser possível implementar a tecnologia de impressão 3D de materiais terrosos nessas localidades. Entretanto, percebe-se uma grande variedade climática nessas áreas, que vão desde climas tropicais (tons de azul) e climas áridos e semiáridos (tons de vermelho e laranja) a climas um pouco mais amenos, como os temperados e mediterrâneos (tons de verde e amarelo), entre outros. Assim, torna-se necessária uma parametrização digital de componentes construtivos para que esses adequem-se ao clima de cada local. Com base nas análises, foi definido que os fatores distintivos de cada clima, como transmitância de paredes e cobertura, ângulo de incidência solar e tamanho das aberturas, serão parametrizados através da espessura das paredes, altura do pé direito e tamanho de brises. Como forma de proporcionar conforto aos abrigados, a terra poderia ser muito mais eficiente do que os materiais utilizados hoje para os abrigos emergenciais. Além das questões bioclimáticas, seriam necessárias parametrizações que modificassem o abrigo, de acordo com o perfil familiar, dimensionando a área e o número de cômodos de acordo com os abrigados como exemplificado na Figura 2. De maneira similar a implantação dos campos se daria de maneira paramétrica, incluindo os espaços comuns como refeitórios e áreas verdes conforme a necessidade e crescimento. A Figura 3 mostra um exemplo de implantação do campo.



Figura 2: Exemplos de Diferentes Abrigos para Diferentes Famílias.

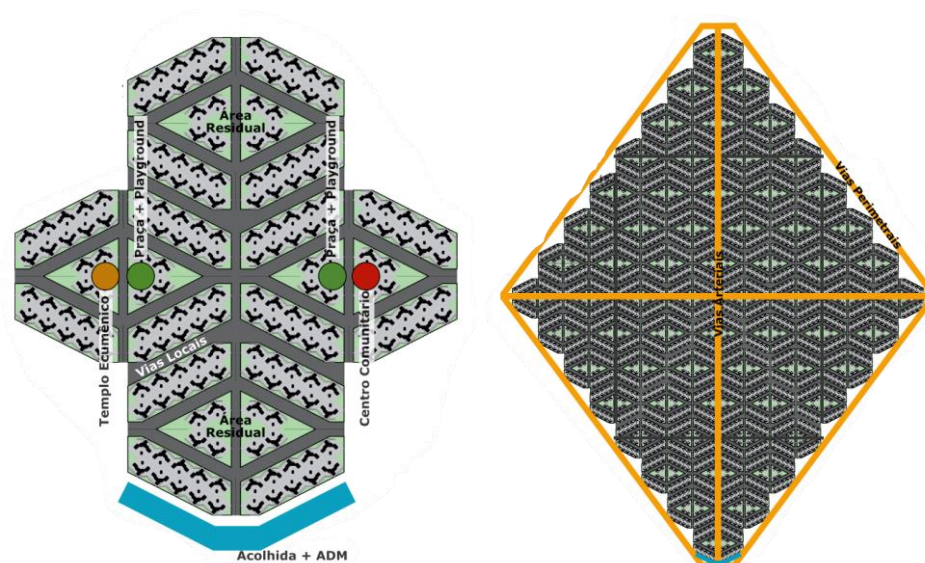


Figura 3: Exemplos de Parametrização Urbana.

4. CONCLUSÕES

Com as tecnologias disponíveis no mercado, hoje, é possível desenvolver projetos mais inovadores e adequados ao período atual. Uma dessas possibilidades é a utilização da impressão 3D em larga escala, que possibilita rapidez, flexibilidade, parametrização e, quando em terra, baixo custo, que poderia ser utilizada na solução de diversas crises habitacionais, como a das pessoas deslocadas à força. Assim, torna-se imprescindível pensar tais tecnologias como meio de proporcionar moradia digna àqueles que dela carecem.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CEOTTO, Luiz Henrique. Falta de inovações e atraso na adoção de novas tecnologias na construção. **SIENGE**. 20 de abril de 2017. Disponível em < <https://www.sienge.com.br/blog/falta-de-inovacao-e-atraso-na-adocao-de-novas-tecnologias-na-construcao/>>. Acesso em out. 2024

CORREA, C. **The New Landscape: Urbanisation in the Third World**. Mumbai, Mimar, 1970.

CRATERRE. **Dossier de Présentation du Pôle Dessin Chantier**. Villefontaine, CRATERRE, 2021.

MONTJOY, Valeria. Infográfico: a evolução da impressão 3D na arquitetura, desde 1939. **ArchDaily Brasil**. 02 de setembro de 2023. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/1005307/infografico-a-evolucao-da-impressao-3d-na-arquitetura-desde-1939>. Acesso em out. 2024

PERROT, A. **3D Printing of Concrete: State of the Art and Challenges of the Digital Construction Revolution**. Londres: ISTE, 2019

UNHCR. Site Maps World View, 2024. Localização de campos de refugiados. Disponível em: < <https://im.unhcr.org/apps/sitemapping/#/>>. Acesso em set. 2024.

WASP 3D. TECLA, 2022. Descrição de projeto. Disponível em: <<https://www.3dwasp.com/en/3d-printed-house-tecla/>>. Acesso em set. 2024.