

IMPRESSÃO 3D PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL

ENGENHARIA DO PRODUTO E DO PROCESSO

GERÊNCIA E OTIMIZAÇÃO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO

Resumo Projeto de uma impressora 3D para construção civil com dimensões suficientes para imprimir casas e blocos funcionais com argamassa. A pesquisa consiste na análise de custo de estruturas e partes eletroeletrônicas associadas já existentes na literatura científica e de patentes e, em seguida, a realização do seu projeto otimizado com o objetivo de reduzir custos, peso, velocidade de impressão, facilidade de montagem, desmontagem e transporte. Além da parte física, hardware, há também o desenvolvimento de projetos digitais de edificações para serem impressas, adaptações no sistema de fatiamento para peças grandes e a geração de seus códigos de controle de impressão (gcode). Introdução Manufatura Aditiva (MA) ou Impressão 3D, como é popularmente conhecida, corresponde a uma técnica de fabricação de peças tridimensionais através de máquinas eletromecânicas robotizadas que depositam um determinado material seguindo instruções a partir de um modelo computacional. Um dos métodos utilizados é o Fused Deposition Modeling (FDM) que consiste na construção do objeto através da sobreposição de camadas de diferentes tipos de materiais (LOPES, 2016) (HOPKINSON, HAGUE e DICKENS, 2006). O uso de materiais como concreto, alumínio, aço, plástico e vidro, possibilitam que a engenharia civil avance no desenvolvimento de objetos tridimensionais de maneira autônoma (WOODCOCK, 2011) (STRAUB, 2013). A evolução da técnica chega ao ponto de construção de unidades habitacionais, alterando as perspectivas dos métodos da construção civil, dispensando o uso de moldes de madeira ou metal para chegar ao design desejado. Assim ocorre uma redução de custos, desperdícios de materiais e ganho de produtividade (LOPES, 2016) (HOPKINSON, HAGUE e DICKENS, 2006) (PASQUALETTO, PRESTI, et al., 2019). Este ganho é necessário pois a conclusão de uma obra na construção civil, em diversos momentos, é feita de forma manual, apesar da maquinaria existente – guias, betoneiras e sistemas de bombeamento (LOPES, 2016) (FLORÊNCIO, SEGUNDO e QUINTELLA, 2016). Os estudos para desenvolvimento de máquinas de Impressão 3D para aplicação na construção civil estão sendo realizados em diversos países, chegando em diferentes formatos de estrutura e sistemas de extrusão, assim como o estudo do material que será utilizado na impressão do objeto (FLORÊNCIO, SEGUNDO e QUINTELLA, 2016) (ANIWAA, 2020) (ICON, 2020). Em (ANIWAA, 2020) observa-se o relato de 13 impressoras 3D dedicadas à construção civil com topologias diferentes. Dentre as estruturas apresentadas, observam-se estruturas de pórtico móvel, braços robóticos, impressoras 3D Delta, dentre outras. Dentre os formatos de estrutura encontrados na bibliografia, observou-se um potencial diferenciado na estrutura de pórtico (ICON, 2020). Esta estrutura apresenta um formato simples e flexibilidade para extensão de seus eixos, permitindo o escalonamento do equipamento para diversos tamanhos de construção. Devido a esse potencial, a pesquisa a ser desenvolvida propõe o projeto de um modelo com esta topologia, além de apresentar estrutura leve e de baixo custo. Todos os tipos de impressoras 3D para a construção civil, utilizam alguma técnica de transporte de seu material, variando normalmente entre sistemas de bombeamento e sistemas de extrusão (LOPES, 2016). Considerando a técnica de FDM, a extrusora é a responsável por controlar o fluxo de material depositado em cada camada. Para a construção civil, a extrusora precisa ser capaz de conduzir materiais como concreto ou argamassa, necessitando ser mais robusta e com uma forma diferente de tração, com relação aos sistemas conhecidos na impressão com polímeros. Os estudos atualmente publicados a respeito de impressoras 3D para a construção civil apresentam custo muito elevado além de não fornecerem dados suficiente para a replicação dos

experimentos devido o interesse comercial sobre a técnica. Em (CORRÊA, 2016) são apresentados esquemas onde se demonstra o conceito de um possível sistema, mas sem indicar dimensões ou detalhes técnicos. Em (LIM, LE, et al., 2009) são apresentados alguns detalhes a respeito dos bicos de impressão, dimensões da área de impressão, diagrama do sistema de transporte de material e seus subcomponentes. Em (LIM, BUSWELL, et al., 2012) é feita uma comparação das técnicas de impressão 3D para a construção civil, sendo essas, Pegna, Contour Crafting, Concrete Printing e D-Shape. Nele são comparados alguns parâmetros como, o tipo de material de impressão, diâmetro e número de dutos de saída, espessura da camada, presença de estruturas de reforço, tamanho da área de impressão, dentre outras propriedades. Em (GOSELIN, DUBALLET, et al., 2016) é apresentado um sistema de bombeamento através de bombas peristálticas que fazem o transporte de um agente acelerador e a argamassa por dois dutos separados. Em (FOSSA, KREINER e MOKSNES, 2008) é citada a importância do sistema de bombeamento em grandes estruturas, mas também não informa detalhes dos mecanismos que compõem o sistema. Todos estes trabalhos destacam detalhes relevantes para a técnica de impressão 3D com argamassa, porém, não há a apresentação de detalhes técnicos suficientes sobre os subcomponentes utilizados na extrusora de argamassa, o sistema eletrônico de acionamento e/ou estrutura física da impressora para a reprodução dos experimentos. Além disso, (ANIWAA, 2020) apresenta altos preços relacionados com as impressoras. Portanto, apesar de todas as vantagens relacionadas com o uso deste equipamento e o potencial para redução do déficit habitacional, seu valor ainda torna a técnica inviável para auxiliar às pessoas que possuem poucos recursos. Se o equipamento for de alto custo, a técnica dificilmente será utilizada e difundida em larga escala, portanto, será apenas mais uma opção para construções com alto valor agregado, sem executar uma função social para as pessoas sem habitação.

Objetivos

Objetivo Geral Desenvolvimento da técnica de manufatura aditiva (impressão 3D) para a construção civil em seus diversos aspectos, como equipamento (hardware), material de impressão e software.

Objetivos Específicos

- Desenvolver um projeto de equipamento responsável por realizar a impressão 3D de casas.
- Aperfeiçoar do equipamento de impressão 3D para a construção civil de modo que seja leve, de baixo custo, montável/desmontável com praticidade e de fácil transporte.
- Construir um equipamento com eixos extensíveis para que possa ser utilizado tanto em testes de laboratório quanto em testes de campo.
- Desenvolver composições de argamassa adequadas para a impressão 3D.
- Analisar o custo benefício entre a construção com sistema próprio de bombeamento de argamassa/concreto e de equipamento que seja adaptável à sistemas de bombeamento externos alugáveis.
- Desenvolver sistemas eletrônicos que adaptem os sistemas de controle de impressão 3D de motores de passo para motores CC e CA.
- Desenvolver método de fatiamento de peças tridimensionais e geração de GCODE para grandes objetos.
- Construir uma habitação popular com o conjunto de soluções a serem desenvolvidas.

RESULTADOS ESPERADOS Espera-se obter uma definição clara e detalhada a respeito de todo o sistema mecânico, eletrônico, composição do material de impressão e software associados com a técnica de impressão 3D para a construção civil. Esse detalhamento será gerado em forma de relatório e arquivos digitais com os projetos (mecânico, eletrônico e códigos de programação). Além do relatório, serão gerados documentos de patente que serão depositados no INPI, artigos científicos que serão submetidos para congressos e periódicos relacionados com as diversas áreas abrangidas pelo projeto. Também é prevista a geração de capítulos de livro, livros completos. É previsto a obtenção de protótipos físicos relacionados com o equipamento e peças impressas em argamassa. A produção de uma habitação inteira em 3D ficará condicionada à obtenção e recursos de editais e parcerias a serem tentadas ao longo da execução do projeto.