

COMPOSIÇÃO AUTOMATIZADA DE PAREDES: CONSTRUÇÃO DIGITAL E EXECUÇÃO POR MINI-BRAÇO ROBÓTICO

MYLENE PACINI COSTA¹; AMANDA SCHWERTNER²; LALINE E. CENCI³;
OLAVO AVALONE⁴; JÚLIO PIRES⁵

¹Universidade Federal de Santa Maria, Campus Cachoeira do Sul – mylenepc@mail.ufsm.br

² Universidade Federal de Santa Maria, Campus Cachoeira do Sul schwertneramanda@gmail.com

³ Universidade Federal de Santa Maria, Campus Cachoeira do Sul – laline.cenci@ufsm.br

⁴Universidade Federal de Santa Maria, Campus Cachoeira do Sul – olavo.neto@ufsm.br

⁵Universidade Federal de Santa Maria, Campus Cachoeira do Sul – julio.pires@ufsm.br

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho é caracterizado por um projeto interdisciplinar que reúne todos os cinco cursos do campus de Cachoeira do Sul da Universidade Federal de Santa Maria. O projeto é vinculado ao laboratório ModelAB do curso de Arquitetura e Urbanismo, onde se utilizam métodos de desenho paramétrico, modelagem algorítmica, computação física, entre outros, baseados em ferramentas computacionais.

Neste contexto, este artigo descreve o processo de composição de paredes com formatos orgânicos utilizando como ferramenta o *Autodesk Dynamo Studio (Dynamo)*, um software que permite a programação paramétrica algorítmica através de Design Script. De acordo com Oliveira (OLIVEIRA, 2015, p. 35 apud CAVIERES, 2009, p. 546), “As boas soluções normalmente surgem da comparação exaustiva de diferentes modelos dum grande conjunto de alternativas”. Com o desenvolvimento de diversos modelos no software, pode-se optar por aquele mais adequado às intenções projetuais e execução robótica, a fim de trabalhar com diferentes modelos em uma grande variedade de alternativas para encontrar boas soluções (OLIVEIRA apud CAVIERES, 2009).

Pretende-se ainda demonstrar o funcionamento de um mini braço robótico no posicionamento de mini blocos cerâmicos para testar o processo de execução e montagem dos modelos de paredes, demonstrando a viabilidade do processo de projeto.

2. METODOLOGIA

Adotou-se uma metodologia exploratória de estudo e proposição de modelos virtuais com formatos orgânicos em que, com auxílio do mini-braço robótico com controle automatizado, possa-se executar alguns dos modelos de parede em escala reduzida.

Os modelos de paredes ficaram restritos em relação a sua altura e dimensões nos eixos X e Y, pois considera a altura e comprimento que o braço deve alcançar depois de montado. Como ponto de partida, definiu-se que a área de influência inicial para a criação dos modelos seria um círculo com raio de três metros posicionado no eixo da base do braço robótico. Dentro disso a modelagem começou com este e outros condicionantes e desafios projetuais. Foi adotado um processo em que se deve pensar como um robô executa as tarefas pré destinadas a ele e como são seus movimentos e suas limitações na hora da montagem da parede.

Sendo assim, foram definidos pontos em que as laterais das paredes fiquem com espaçamento suficiente para os tijolos se manterem equilibrados sem cair ou desmoronar, mantendo sua estaticidade.

Com diretrizes iniciais estabelecidas, iniciou-se o processo de criação. A modelagem no *Dynamo* funciona pela união lógica de nós para gerar geometrias e comportamentos. Utilizando um nó que gera pontos no espaço através de coordenadas, sequenciou quatro pontos distintos um do outro nos eixos X e Y do modo que fosse criado um início de volumetria orgânica. No passo seguinte, uniu-se todos os pontos em uma só lista, para então criar uma “*Nurbs Curve*”, espécie de curva que pode ser controlada pelos pontos que a definem. Após a criação da curva, foram inseridos novos pontos ao longo da curva. Esses pontos definirão os locais onde serão posicionados os blocos da parede. Destinou-se para cada ponto um plano e um sistema de coordenadas, dando a possibilidade de rotação dos blocos no próprio eixo, quando desejar. Ligado a isso, com o nó *Cuboid*, foram criados sólidos representando blocos cerâmicos com as dimensões 11,5x11,5x24cm cada. O processo foi repetido duas vezes, modificando apenas as coordenadas z dos pontos para que pudesse dar continuidade a volumetria, dando origem às fiadas um, dois e três da parede. Para multiplicar o processo tantas outras vezes a ponto de criar uma grande parede, uniu-se as fiadas com um método de criação de lista de elementos. Este processo deu origem a 23 fiadas na vertical, com 12 e 11 blocos alternando em primeira e segunda fiada na horizontal.

A metodologia descrita permite criar diversos modelos de paredes pela simples edição de alguns parâmetros. As coordenadas dos pontos que geram as curvas podem ser modificadas, resultando em um novo formato de curva, fazendo com que todo o modelo da parede se ajuste automaticamente, pois os parâmetros foram interconectados na construção no código. Essa é uma das principais vantagens da modelagem paramétrica.

Após criar diversos modelos de paredes em formato orgânico com configurações distintas, foram realizadas simulações de construção em escala reduzida.

A partir da definição das dimensões do bloco cerâmico, iniciou-se a realização de estudos através do software *Autodesk AutoCAD* por meio de desenhos planificados do braço robótico, a fim de encontrar possíveis alturas máxima e mínima, assim como alcances laterais máximo e mínimo que o braço atingiria. As medidas iniciais foram obtidas do mini braço robótico. Na sequência foram realizadas diversas mudanças na angulação do desenho das peças do braço robótico, para então encontrar os possíveis alcances verticais e horizontais que ele pudesse atingir e assim construir uma parede com blocos em escala reduzida. Essas simulações resultaram em um alcance vertical máximo de aproximadamente 28 centímetros e um alcance horizontal máximo de aproximadamente 24 centímetros. No entanto, essas medidas podem variar conforme o material que será constituído e a potência do motor utilizada.

Após definir modelos de paredes em formatos orgânicos e identificar alcances mínimos e máximos do mini braço robótico, foi montado o sistema em escala reduzida para realização de testes. Foi adotado um mini braço robótico construído em madeira MDF 3mm, tendo como atuadores 4 micro servo motores SG90 Tower Pro. O mini braço robótico foi conectado a uma placa microcontroladora Arduino através de uma Protoboard. Foi criada uma programação em C/C++ para determinar a atuação de cada servo motor, tornando o mini braço robótico capaz de posicionar blocos em locais pré-determinados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os processos adotados para modelagem das paredes em formatos orgânicos obtiveram resultados adequados, onde foi possível compor diversas paredes com formatos distintos através de edição de parâmetros previamente programados. A Figura 1 apresenta um exemplo de código utilizado na composição de uma das paredes.

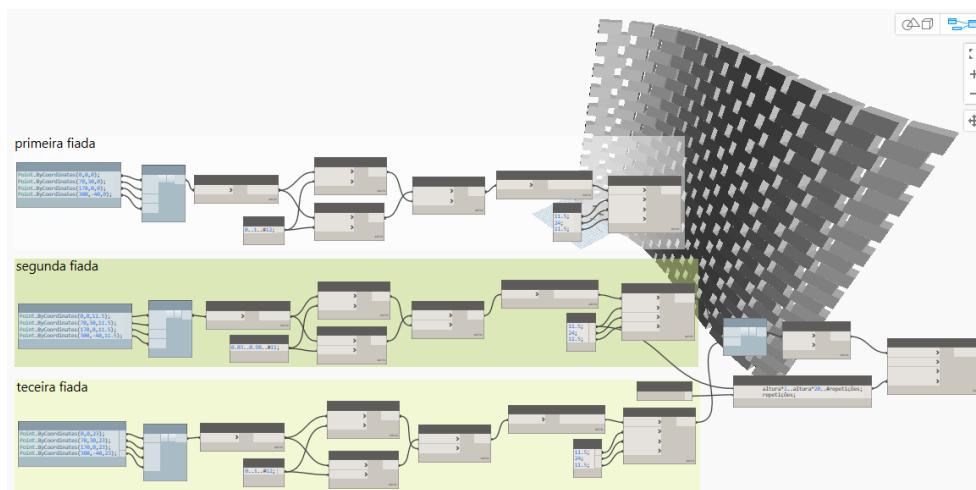


Figura 1: Exemplo de Código utilizado na Composição de uma Parede.

As simulações realizadas para determinação das medidas de alcance do mini braço robótico se mostraram eficientes, pois foi possível obter as áreas de abrangência do equipamento, possibilitando a utilização dessas informações na composição das paredes orgânicas, que serviram de testes de atuação do braço.

Em relação aos testes de posicionamento de blocos pelo mini braço robótico, os primeiros resultados mostram que é possível executar esta função. A Figura 2 apresenta tal execução.

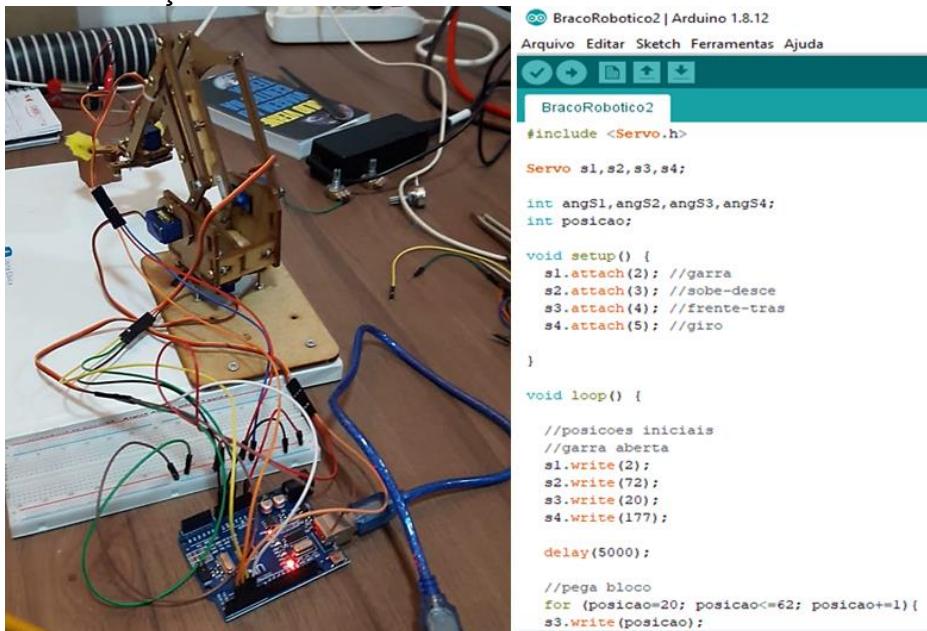


Figura 2: Mini braço robótico conectado em placa Arduino e sua programação

O sistema foi conectado, foi desenvolvido o código de posicionamento previamente elaborado e a execução foi realizada. As posições dos blocos foram

retiradas dos testes de modelagem paramétricas, sendo possível transferir por coordenadas a posição de cada bloco com objetivo de montar toda a parede.

Foi criado um método para que os atuadores funcionassem com velocidade reduzida, evitando acelerações e reduções bruscas que poderiam danificar a estrutura do braço e reduzir a precisão no posicionamento.

O método utilizado na pesquisa permitiu posicionar alguns blocos em locais definidos, resultando em um processo viável tecnicamente.

Levando-se em conta os estudos iniciais e seus resultados provisórios, pode-se dizer que é possível posicionar blocos através de um sistema programável, com auxílio de um braço robótico, assim trazendo alguns benefícios para a construção civil como maior liberdade formal com a possibilidade de construir formatos orgânicos.

4. CONCLUSÕES

Espera-se, através deste método, entender sobre o alcance da altura e máximo distanciamento do braço, bem como sua precisão, velocidade de atuação no posicionamento entre outros aspectos técnicos para servir de subsídio ao projeto de um braço robótico em escala real. Espera-se ainda compreender a maneira que o braço reage a sua definição de tarefas e como executa as mesmas. Com base no conhecimento adquirido, as definições levantadas serão testadas através da construção de uma parede orgânica usando um braço robótico em tamanho real, operado através de comandos algorítmico e computacionais com medidas pré estabelecidas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SIMÕES, Alexandre da Silva e RICHETTI, Pier Franco. Projeto e implementação de um braço robótico de baixo custo: uma plataforma multidisciplinar para motivação do trabalho em grupo. **FASP**, São Paulo.

LUGÃO, Anderson Cezar de A., BATISTA, João Ricardo e FRANCO, Alex Ribeiro. Paletização automática através de braço robótico controlada por microcontrolador arduino.TEC-USU, Rio de Janeiro, v.2, n. 1, p. 139-155, 2019.

SIMPLÍCIO, Paulo Victor Galvão, LIMA, Beatriz Rêgo e JUNKES Janaína Accordi. Manipuladores robóticos industriais. **Cadernos de Graduação - Ciências exatas e tecnológicas**, Aracaju, v. 3, n. 3, p. 85-94, 2016.

KATO, Lucas Kenzo.**Projeto de um braço robótico para fins didáticos**. 2015. Monografia (Graduação em Engenharia de Controle e Automação) - Universidade Federal de Santa Catarina.

OLIVEIRA, R. M. S.. **Possibilidades de desenho e construção digital em tijolo a partir da obra de Raúl Hestnes Ferreira**. 2015. Dissertação (/Mestrado em Arquitetura) - Faculdade de Arquitetura, Universidade do Porto.

Este trabalho está sendo apoiado pelo programa FIT BIT/UFSM com 2 bolsas de estudo.