

ESTUDO DA MANUFATURA ADITIVA NA PROTOTIPAGEM DE COMPONENTES ROBÓTICOS

1 INTRODUÇÃO

A manufatura avançada, ou também chamada de indústria 4.0, vem avançando cada vez mais nos processos industriais. Desta forma, a automação e processos robóticos, aparecem nas linhas de produção e processos que requeiram segurança ou espaços confinados. Desenvolver garras robóticas para cada situação, parece ser tarefa simples, mas requer desenvolvimento, análises, materiais, entre outros fatores.

A impressão 3D, se aplica nesses processos, pois pode-se desenvolver, modelar, aplicar para testes na prática. Portanto, este processo é um caminho mais adequado e preciso para estes tipos de protótipos, análises e tomadas de decisão.

Este artigo descreve o resultado do processo de pesquisa e desenvolvimento de uma garra robótica. O objetivo principal é desenvolver uma solução que facilita o transporte de um objeto específico, como por exemplo: mover o objeto de um lugar para o outro sem que precise da interação humana. Pode-se assim, otimizar a produção gerando mais velocidade e precisão.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Robótica

Através da automação industrial, os robôs passaram a realizar tarefas cada vez mais complexas, com um nível maior de precisão e de uma maneira mais eficiente. Desse modo a robótica está cada vez mais presente dentro da indústria 4.0. A indústria 4.0 é baseado na busca pela criação de produtos, processos e procedimentos inteligentes; tratam-se de plantas que são capazes de tratar complexidades maiores, menos propensas a interrupções, onde humanos e máquinas se comunicam entre si de forma natural, como em uma rede social (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013). A robótica industrial apresenta diversas aplicações, sendo as principais:

Montagem robótica - Essa é uma das aplicações mais comuns dentro da indústria. Complementa a atividade de um trabalhador por um robô em múltiplas tarefas, até mesmo as mais repetitivas, significa uma maior precisão, diminuição de erros e uma maior produtividade.

Robô colaborativo - Ainda que a robótica tenha evoluído, a presença do ser humano é fundamental para algumas tarefas. Um robô colaborativo é capaz de interagir fisicamente com pessoas de forma mais segura.

Transferências de itens - Existem robôs que são projetados e programados para o transporte de materiais, peças e produtos de produção de uma fábrica. Assim eles substituem a atividade de pessoas na realização de tarefas perigosas e exaustivas.

Tarefas de corte - Robôs podem seguir com uma precisão as instruções que são pré-programados. Por isso em tarefas de corte de materiais eles são ideais tendo pressão e velocidade controlada. E também consegue aparar, cortar ou polir superfícies de modo uniforme.

Tarefas de soldagem - Uma das primeiras tarefas a serem realizadas por robôs é o processo de solda. Pois são mais eficientes, podendo projetar o posicionamento da tocha

de soldagem na mesma orientação em todos os ciclos, e também tem um alto grau de repetitividade garantindo que as peças sejam soldadas com precisão e qualidade. Diante dessas aplicações e possibilidades, a robótica industrial permite a conquistas de muitas vantagens dentro do setor industrial. Maior produtividade em um espaço fabril, melhor qualidade, execução de tarefas de manufatura de forma precisa, redução de custo diretos e indiretos, redução de refugos ou perdas em geral, menores perdas de produtos acabados devido a imperícia ou oscilações no fluxo produtivo e uma maior competitividade para indústria.

2.2 Prototipagem

A prototipagem trata-se de um produto inicial, para descrever um projeto, são os chamados protótipos, com eles é viável considerar problemas de desenho e configurações.

Sob condição que seja possível uma avaliação e estudo de um produto, serviço ou experiência, a prototipagem pode ser realizada durante o processo, conforme as ideias são adicionadas, para que seja testada. Após aprovação e ajustes devem ser implementadas.

A importância da prototipagem colabora com a redução de incertezas que existem num projeto, expõe soluções, antecede a entrada do produto ao mercado.

Para a criação de um protótipo existem variações de finalidade, como: de alta fidelidade com a escala real do produto, de média fidelidade pode ser mais parcial e representativa da ideia e baixa fidelidade que nada mais é que um rascunho ou um simples esboço da ideia, que mostram características superficiais como formato e proporção.

Os tipos de prototipagem variam entre: papel - que representam interfaces gráficas, como se fossem rascunhos feitos a mão, modelo de volume - esses são protótipos de alta fidelidade ao produto final, nesse tipo á uma visão tridimensional do conceito e é possível construí-lo por meio de impressoras 3D, seja por filamento ou resina; por encenação - podendo ser realizado através de uma máquina ou diálogos com usuários de uma natural, é comum a utilização de protótipos em papel ou modelos de volume como já explicado. Protótipo de serviços é por meio de uma simulação de objetos, relações interpessoais e ambientes que representam os aspectos de um serviço, o propósito é o usuário simular a funcionalidade do produto final; storyboard - este tipo de prototipagem cria uma história com quadros estáticos, compostos por desenhos, fotos ou colagens assim fica fácil visualizar a ligação entre as circunstâncias do processo até o resultado final.

Conforme Vasconcelos (2001) a utilização de protótipos faz parte do processo criativo e científico. É fundamental ter como meta de desenvolvimento o planejamento de ensaios de protótipos, que em determinado momento habilitam o novo "produto" (Vasconcelos et al., 2001).

2.3 Manufatura Aditiva

Manufatura aditiva (M.A.) é uma série de técnicas que reproduz objetos em três dimensões, também conhecida como prototipagem rápida que permite a impressão de objetos através da impressão 3D. Ou seja, as impressoras produzem modelos tridimensionais procedendo de uma técnica que sobrepõem finas camadas, até que o exemplar se encontre finalizado (VOLPATO; CARVALHO, 2017).

Usar a manufatura aditiva pode trazer vários benefícios para indivíduos e empresas, como: a) Velocidade: Possibilitando a produção de uma peça que tenha um modelo digital para um modelo físico de forma rápida, b) Custo: Baixo de custo de produção unitário, possibilitando produção unitária ou em pequenas quantidades, c) Liberdade de design e complexidade: Ela possibilita a fabricação de geometrias mais complexas que as demais formas de fabricação, d) Customização: Consegue produzir produtos ao gosto e necessidades individuais, e) Sustentabilidade: Tem um uso menor de material, consegue gerar menos resíduos de produção e consome pouca energia.

Como matéria prima na M.A utilizam-se alguns tipos de plásticos, entretanto podem ser utilizados outros materiais incluindo o metal. A M.A está modernizando os setores de medicina, engenharia entre outros. Já que tem encurtado o caminho para uma versão de testes de qualquer produto.

Há softwares específicos que convertem um desenho para um arquivo que seja compatível com a máquina para obter um protótipo, sendo que é necessário que tenha um conhecimento técnico na mesma.

Após serem prototipadas, as peças tornam-se reais a partir desse processo, incluindo detalhes como, fendas, formas e cores, por ser versátil a prototipagem rápida serve para vários propósitos. O mais comum é a impressão de um modelo único, desenhado para uso pessoal ou para um grupo de pessoas, como os itens de papelaria, por exemplo, a porta canetas; artigos decorativos - Luminárias e chaveiros; mas o processo está ganhando força na indústria, onde auxilia a substituição de peças, que são produzidas sob demanda e um custo menor do que se fosse produzido da maneira antiga. Dependendo dos materiais, até móveis e próteses podem realizar com êxito.

As impressoras por modelagem por fusão e depósito (FDM) utilizam filamentos de plástico para a impressão. São empregadas por seu baixo custo e alusiva simplicidade. O filamento é aquecido enquanto o cabeçote se movimenta por eixos diferentes e injeta o material em uma bandeja, logo após ocorre a fusão do material até formar o molde solicitado. A técnica não permite muita variação na forma do projeto, pois tem um acabamento mais simples e adequado para a composição de itens menos sofisticados.

Estereolitografia (SLA) - esta técnica emprega resina líquida como acrílica, epóxi ou vinil, para compor cada detalhe da peça. A matéria prima é endurecida por meio de um feixe de laser ultravioleta, que é emitida para formar cada camada do artefato. Para finalizar deve-se retirar o excesso da matéria prima e a peça é levado a um forno, para receber o devido acabamento, este método permite a criação de objetos mais resistentes e complexos que a impressora por FDM, no entanto há um tempo e um custo mais elevado.

Sinterização seletiva a laser (SLS) - Este é parecido com o anterior, porém emprega matéria prima em pó, podendo ser poliamidas, elastômeros, cerâmicas e metais. É uma impressora robusta que possui uma câmara de impressão, onde o pó é injetado, nivelado e alvejado por um laser de alta potência que aquece e faz a fusão, assim que finalizado a primeira camada, o rolo da impressora passa sobre ela para que seja novamente coberta por pó que será aquecido e fundido até o término do objeto, em seguida um jato de ar comprimido e escovas retira o pó em excesso do objeto.

Sinterização direta do metal a laser (DMLS) - assim como na SLS aplica se um laser para aquecer e unir o material, a vantagem dessa técnica é a produção de produtos complexos que normalmente não seriam produzidos pela indústria.

Polyjet - é a mais parecida com a impressão de jato de tinta, sobrepondo as camadas com perfeição e agilidade, usa-se um tipo de plástico (o foto polímero) em forma líquida esse processo tem como resultado uma produção fiel do produto.

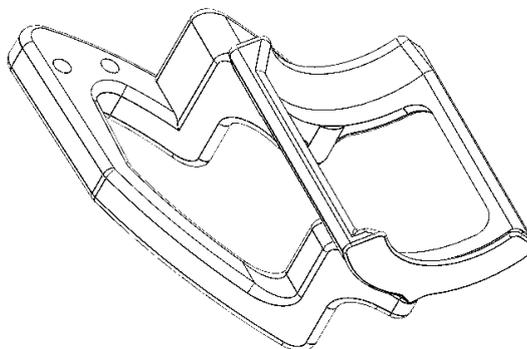
As impressoras utilizam os seguintes materiais: comuns - ABS, PLA, PETG; Plásticos para engenharia e indústria – PC, Nylon, PC-ABS, PC-ISSO, PSU; Resinas - resinas termo líticas, resinas fotossensíveis, resinas epóxi, materiais de borracha; Matérias metálicas - material metálico inoxidável, alumínio, liga de titânio, cobre, metais preciosos.

3 Desenvolvimento e resultados

3.1 Concepção do projeto

Em uma linha de transporte com um braço robótico em sua extremidade havia a necessidade de apanhar uma lata de 350ml, porém o braço não apresenta a adaptação necessária para tal função, cotando apenas com um atuador pneumático onde poderiam ser fixados dispositivos para auxiliar o robô em suas tarefas. Com a análise da lata, medidas, peso, dentre outros parâmetros, assim como a estrutura do braço robô, tendo o atuador horizontal possibilitando o movimento de abrir e fechar. Decidiu-se então por uma garra para pegar o objeto pelas laterais, esta surgiu como solução para pegar a lata por conseguir prendê-la pelas laterais assim como a parte inferior e superior. Com estes dados utilizando um programa de CAD, iniciamos o modelamento da garra, chegando a um primeiro protótipo em escala reduzida (1:2) conforme figura 1.

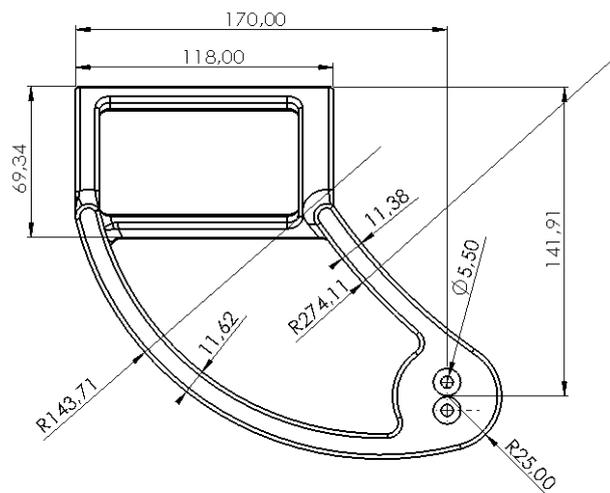
Figura 1: Protótipo Garra esquerda 1



Fonte: Do autor (2022)

A impressão deste primeiro protótipo acima levou aproximadamente 5,5 horas e cerca de 46 gramas de filamento. Após a impressão do primeiro protótipo notou-se um a possibilidade de diminuir peso e simplificar sua estrutura, conforme figura 2.

Figura 2: Protótipo Garra esquerda 2



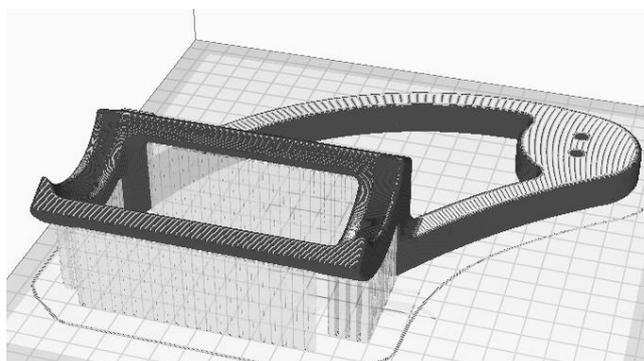
Fonte: Do autor (2022)

O segundo protótipo apresentou uma significativa diminuição de peso, e um design mais simples com formato mais arredondado e menos curvas no corpo da garra. Definindo este como o protótipo a ser utilizado.

3.2 Parâmetros de impressão

Tendo o modelamento salvo em formato STL (formato de arquivo que transforma a peça em segmentos) para ser processado pelo software de segmentação. Iniciamos as definições dos parâmetros de impressão, visando um protótipo ao mesmo tempo leve e resistente (figura 3).

Figura 3: Software de segmentação



Fonte: do autor (2022)

A escolha do filamento PLA se deu devido as suas propriedades e facilidade na impressão devido ao modelo de impressora utilizado. Parâmetros para impressão conforme tabela 1.

Tabela 1: Parâmetros de impressão

| Descrição | Parâmetro |
|----------------------------|-----------|
| Material | PLA |
| Altura de impressão | 0.2mm |
| Espessura da parede | 1.2mm |
| Densidade do preenchimento | 20% |
| Temperatura do material | 215° |
| Velocidade de impressão | 40mm/s |
| Software utilizado | Cura |

Fonte: Do autor (2022)

Este segundo protótipo com os parâmetros da tabela 1 já em escala real, teve um tempo de impressão de aproximadamente 12,2 horas e um uso de 75 gramas de filamento. A garra esquerda 2 em processo de manufatura, peça em 25% de sua impressão, pode-se ver o preenchimento parcial da peça para reforço da estrutura e suportes para as áreas de impressão que não partem da base da impressora. Conforme figura 4.

Figura 4: Processo de impressão



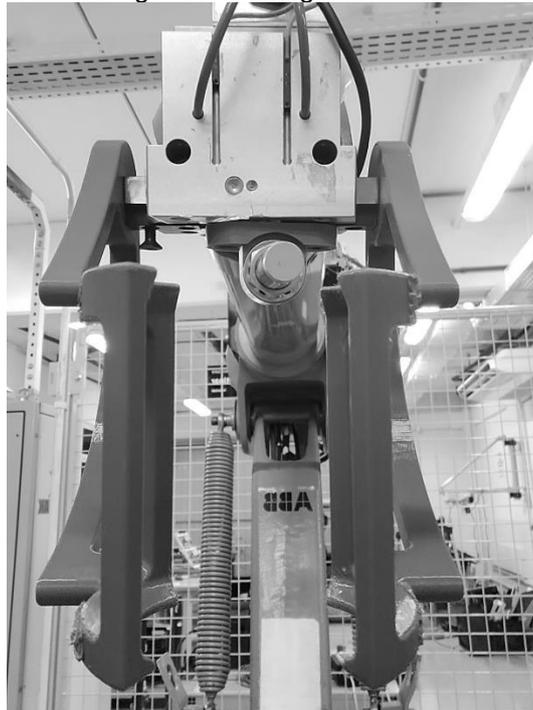
Fonte: do autor (2022)

4. RESULTADOS

Com os protótipos esquerdo e direito da garra, iniciou-se a instalação, utilizando das furações já feitas no projeto da garra e quatro parafusos, as garras foram fixadas no atuador pneumático do robô. Sendo o curso final do atuador a posição aberta da garra e a inicial o diâmetro necessário para envolver o objeto conforme figura 5.



Figura 5: Montagem Garras



Fonte: do autor (2022)

Com o braço robótico equipado com as garras, a lata de 350 ml foi posicionada em uma superfície plana e estável. Após esta etapa o braço foi programado para se aproximar do objeto pela vertical com o atuador acionado, posicionando as garras abertas. Conforme Figura 6.

Figura 6: Garra desenvolvida com objeto fixo



Fonte: do autor (2022)

Após posicionada a garra, o atuador fechou a guia envolvendo a lata e possibilitando a movimentação da mesma. Devido ao design das garras afunilando no topo e um encaixe com diâmetro menor na parte inferior, a lata não apresentou problemas em sua movimentação conforme figura 7.

Figura 7: Movimentação do objeto



Fonte: do autor (2022)

Ao fim dos experimentos de movimentação, a garra atingiu seu objetivo proposto, realizar a movimentação de uma lata de 350ml, com um protótipo de baixo custo e um tempo de produção baixo. A partir deste protótipo de garra pode ser feito um estudo de investimento e viabilidade para a produção de uma garra em metal proporcionando uma durabilidade e uma resistência maior

5. CONCLUSÃO

Ao fim dos experimentos de movimentação, a garra atingiu seu objetivo proposto, realizar a movimentação de uma lata de 350ml, com um protótipo de baixo custo e um tempo de produção baixo. Tendo alguns pequenos contratempos devido ao processo de manufatura como descolamento da mesa de impressão. Mesmo assim tendo um custo e tempo inferiores se comparado por exemplo a um protótipo em alumínio fundido que por sua vez necessita de tempo e custo pelo menos dez vezes maior do que o protótipo por impressão FDM.

A partir deste protótipo de garra pode ser feito um estudo de investimento e viabilidade para a produção de uma garra em metal proporcionando uma durabilidade e uma resistência maior. Possibilitando também sua produção em larga escala e aplicação na indústria. Outro fator que se pode abordar em estudos futuros pode ser uma garra adaptada para que o braço robótico consiga pegar latas de diversos volumes e formatos.

6. REFERÊNCIAS

KAGERMANN, H.; WAHLSTER, W.; HELBIG, J. Securing the future of German manufacturing industry: Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0. Frankfurt, 2013.

BASTOS FILHO, Teodiano Freire. **Aplicação de Robôs nas Indústrias**: Departamento de Engenharia Elétrica Universidade Federal do Espírito Santo. 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Teodiano-Freire/publication/266069182_Aplicacao_de_Robos_nas_Industrias/links/55f7439f08aeba1d9ef613ad/Aplicacao-de-Robos-nas-Industrias.pdf. Acesso em: 24 mar. 2022.

ALCALDE, Eduardo; WILTGEN, Filipe. **ESTUDO DAS TECNOLOGIAS EM PROTOTIPAGEM RÁPIDA: PASSADO, PRESENTE E FUTURO**: universidade de Taubaté 2018. Revista Ciências Exatas. Disponível em: file:///C:/Users/Shark/Downloads/2757-10527-1-PB.pdf. Acesso em: 15 fev. 2022.

VOLPATO, Neri; CARVALHO, Jonas de. **Introdução à manufatura aditiva ou impressão 3D**. 2017. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=ni9dDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA15&dq=manufatura+aditiva+aplica%C3%A7%C3%B5es&ots=Jq1NgxDxXP&sig=M7EsafLzkUPYJPvKn6-YrkxqcWl#v=onepage&q=manufatura%20aditiva%20aplica%C3%A7%C3%B5es&f=false>. Acesso em: 19 mar. 2022.

GOMES, João Francisco Bueno; WILTGEN, Filipe. Avanços na manufatura aditiva em metais: técnicas, materiais e máquinas. **Revista Tecnologia**: Universidade de Taubaté, [S.L.], v. 41, n. 1, p. 01-16, 9 abr. 2020. Anual. Fundação Edson Queiroz. <http://dx.doi.org/10.5020/23180730.2020.9917>

Abstract: Automated manufacturing, which requires robotic processes, becomes an opportunity for product development. Every industrial situation needs a grip to move some type of product. According to the geometric type of the piece, the center of balance, the weight and resistance, among other characteristics. In this way, it becomes common to adapt a gripper as needed. Therefore, this article presents the development of a gripper, using additive manufacturing as a prototyping process. The result proved to be significant, since, based on the result, it is possible to obtain analyzes and decision-making in relation to the product. Other analysis is also possible, such as a model for manufacturing, prototype, or even the final part. Numerous details must be observed in prototyping for decision making.

Keywords: Additive Manufacturing; Prototyping; Robotic Claw, Industry 4.0; Polylactic Acid.