

CÂMARA DE INSTRUMENTOS FABRICADA POR MANUFATURA ADITIVA PARA ROBO DE LIMPEZA E INSPEÇÃO DE ESTRUTURAS MARINHAS

Davi Teodoro Penelua Vasconcelos¹; Diego Vieira Barini²; Valter Estevão Beal³

^{1,2} Bolsistas de Iniciação tecnológica; PD&I; ¹davit.p.vasconcelos@gmail.com; ²barinidiego@gmail.com

² Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador-BA; valter.beal@fieb.org.br

RESUMO

Existe um desafio relacionado com a remoção de vida marinha, como cracas, que com o tempo encrustam na superfície estruturas marítimas e embarcações. No desenvolvimento de um robô para limpeza e inspeção de cascos de plataformas e navios, é necessário instalar uma câmera para visão e um sonar. Foi projetado um novo sistema para comportar a câmera e o sonar para um robô, otimizado para o processo de fabricação por manufatura aditiva, visando a substituição do componente usinado. Foi alcançada uma redução significativa do número de componentes e massa do conjunto, facilitando montagem e a fabricação.

PALAVRAS-CHAVE: Manufatura aditiva, otimização topológica, robô.

1. INTRODUÇÃO

O processo de limpeza de cascos de embarcações e estruturas marinhas envolve uma complexidade referente a segurança do mergulhador e a eficácia da limpeza. Dentro deste contexto, a evolução de diversas tecnologias de limpeza vem sendo crescente e em especial aplicadas a robôs que realizam a operação de forma automática. O uso de robôs autônomos melhora a taxa de remoção de vida marinha nas estruturas e reduzem o risco à vida humana (SONG; CUI, 2020).¹

Associado a este contexto de inovação tecnológica para este setor, trabalhar com a manufatura aditiva pode ser uma forma de agregar valor aos produtos desenvolvidos. O método permite a criação de modelos com geometrias de alta complexidade, como formas orgânicas, sem necessariamente implicar em aumento de custo de fabricação ou performance (ALFAIFY et al., 2020).² O processo é automatizado, trabalhando sem intervenção humana, de forma semelhante a máquinas CNC e por sua vez, conferindo maior agilidade à produção (GIBSON, 2005).³ Segundo Mani, Witherell e Jee (2017),⁴ A manufatura aditiva é um processo de união de materiais através da adição de camadas sobre camadas, com base em uma geometria digital, atuando de forma oposta às metodologias de fabricação que funcionam com base na remoção de material para a obtenção de forma. Sendo assim, há uma grande otimização no uso de material uma vez que utiliza somente a quantidade necessária para a peça e eventuais suportes de fabricação.

Com foco em otimização, o presente estudo demonstra o desenvolvimento de um reprojeto de um conjunto de equipamentos que abrigará uma câmera e um sonar para operações de inspeção submersa. Originalmente o conjunto era usinado em alumínio e usava de muitos parafusos para a sua fixação. O produto final deve ser capaz de suportar a pressão de até 6 bar, cargas dinâmicas considerando correntes marítimas, a massa dos componentes e deve dispor de posicionamento ajustável para a câmera. É igualmente desejável que o projeto seja capaz de reduzir ou eliminar parafusos, reduzir a massa do sistema, integrar o maior número de componentes possível e simplificar a montagem por meio do processo de fabricação.

2. METODOLOGIA

A abordagem principal do projeto foi a de obter geometrias otimizadas a partir de geometrias grosseiras através do uso de simulações topológicas, seguido de modelagem dos resultados e simulações CAE para a validação do conceito. Para a realização deste estudo, a estrutura foi segmentada em três subsistemas: *Housing*, suporte do sonar e suporte da base. Estes três grupos interagem entre si, no entanto foi possível realizar a otimização de cada subsistema para o seu propósito, reduzindo a massa total do sistema e gerando geometrias mais complexas, sem necessariamente aumentar os custos de fabricação para a manufatura aditiva

Foram empregados os Softwares Solidworks Simulation e Altair Inspire. Na sequência foi realizada a análise das peças e conjunto reprojeto, de acordo com os esforços estipulados. Por fim, após o processo de otimização geométrica obteve-se a versão mais atual e funcional dos modelos que ainda passarão por etapas de revisão.

O sistema foi analisado em uma condição de pressão para uma profundidade de 60 metros e resistir a correntes marítimas de até 5 m/s. Com o intuito de reduzir ainda mais a massa final, o material foi substituído

de alumínio para a poliamida 12, de forma a ser impresso pela impressora Jet Fusion 5200 da empresa HP pelo processo Multi Jet Fusion (MJF).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desenvolvimento do sistema contou com resultados com ênfase em aspectos relacionados ao design, focando nas respostas obtidas através das otimizações topológicas, e por sua vez na modelagem CAD dos conceitos e reanálise numérica.

Desta forma, foram obtidos os resultados de projeto dos principais grupos. Entre eles, na figura 1, a imagem à esquerda é a geometria inicial do conjunto para acomodação da câmera do robô, contando com espessuras de parede majoradas. Na imagem ao centro, o resultado da otimização topológica utilizando o software Solidworks Simulation. E a imagem à direita, o resultado através do Altair Inspire.

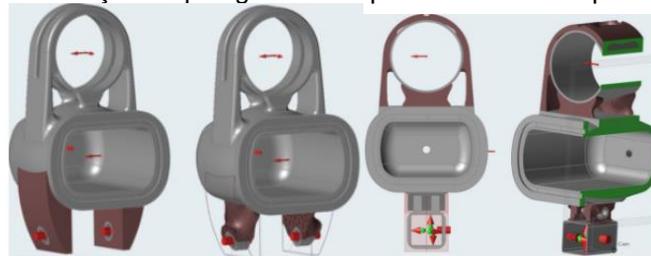
Figura 1: Resultados de otimização obtidos com o Solidworks Simulation e o Altair Inspire.



Fonte: Própria

As imagens na figura 2 apresentam as otimizações do suporte da base e do suporte do sonar. A geometria inicial do suporte da base convergiu para suportes mais finos, enquanto para o suporte do sonar apresentou resultados com vazios internos como alvíos.

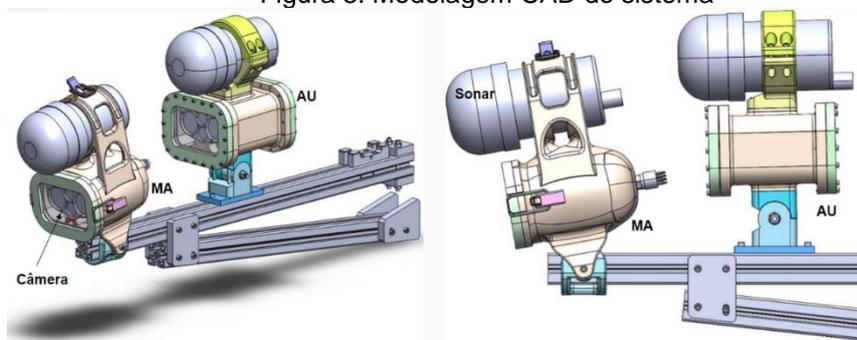
Figura 2: Otimizações topológicas do suporte da base e suporte do sonar.



Fonte: Própria

Com base nas otimizações topológicas apresentadas anteriormente, a figura 3 mostra a modelagem CAD dos componentes integradas. É possível verificar o projeto validado através de simulações CAE. Nesta figura, é apresentada o projeto original em alumínio usinado (AU) e o em manufatura aditiva (MA), apoiados na estrutura de perfil do robô.

Figura 3: Modelagem CAD do sistema



Fonte: Própria

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do trabalho realizado foi possível explorar de forma bem-sucedida a capacidade dos processos de manufatura aditiva de fabricar geometrias de alta complexidade, sem necessariamente adicionar complexidade a fabricação. Foi possível verificar, conforme a tabela 1, uma redução expressiva na massa do sistema, quantidade de parafusos e a integração dos componentes facilitou o processo de montagem, assim como facilito a fabricação, sendo realizada em uma única etapa. A MA é uma tecnologia disruptiva e existe muito espaço para o seu crescimento, uma vez que os resultados para as aplicações indicadas para ela são expressivos. A redução de massa obtida oferece ganhos positivos de desempenho para redução de vibração e a facilidade na montagem auxiliará na implementação do robô para a operação.

Tabela 1: Resultados alcançados.

Modelo	Massa (kg)	Parafusos
Housing antigo	6,15	62
Housing MA	1,56	4
Redução	75%	94%

Fonte: Própria

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer ao apoio da empresa HP Brasil Indústria e Comércio de Equipamentos Eletrônicos Ltda. Pelo projeto realizado com recursos provenientes da contrapartida da isenção ou redução do IPI conforme a Lei n. 8.248 de 1982 (Lei da Informática).

5. REFERÊNCIAS

¹SONG, Changhui; CUI, Weicheng. **Review of Underwater Ship Hull Cleaning Technologies**. 2020. Journal of Marine Science and Application. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11804-020-00157-z>. Acesso em: 07 abr. 2021.

²ALFAIFY, Abdullah *et al.* **Design for Additive Manufacturing: a systematic review**. A Systematic Review. 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/19/7936/htm>. Acesso em: 26 mar. 2021.

³GUIBSON, Ian. **Advanced Manufacturing Technology for Medical Applications: Reverse Engineering, software conversion and rapid prototyping**. 1 ed. Hong Kong: Editora Jhon Wiley & Sons, Ltd, 2005

⁴MANI, Mashesh; WITHERELL, Paul; JEE, Jacob. **Design rules for additive manufacturing: a categorization**. 2017. Disponível em: <https://asmedigitalcollection.asme.org/IDETC-CIE/proceedings-abstract/IDETC-CIE2017/58110/V001T02A035/259177>. Acesso em: 25 mar. 2021.