

ESCOLA TÉCNICA DO ARSENAL DE MARINHA

2º SG - CP Natanael Belizario de Souza

A CONTRIBUIÇÃO DAS NOVAS TECNOLÓGICAS PARA A MARCENARIA

BELÉM – PA

2024

2º SG - CP Natanael Belizario de Souza

A CONTRIBUIÇÃO DAS NOVAS TECNOLÓGICAS PARA A MARCENARIA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada à Escola Técnica do Arsenal de Marinha, como requisito parcial para a conclusão do Curso de Aperfeiçoamento Avançado para Praças.

Orientador(a):

CT(EN) Paulo Eloy Freitas de Souza

1ºSG - CP Josimar Ferreira Borges

BELÉM – PA

ESCOLA TÉCNICA DO ARSENAL DE MARINHA

2024

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	02
1.1. APRESENTAÇÃO DO TEMA	02
1.2. JUSTIFICATIVA	03
1.3. OBJETIVOS	03
1.4. METODOLOGIA	04
2. HISTÓRIA DA MARCENARIA E EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA	04
2.1. ORIGEM E DESENVOLVIMENTO DA MARCENARIA	04
2.1.1. IMPACTO DAS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NO SETOR	05
2.2. TECNOLOGIAS DIGITAIS NA MARCENARIA	06
2.2.1. FERRAMENTAS DIGITAIS PARA PROJETO E EXECUÇÃO	06
2.2.2. INTEGRAÇÃO DE TECNOLOGIAS NO PROCESSO PRODUTIVO	06
3. MÁQUINAS CNC E SUA APLICAÇÃO NA MARCENARIA	07
3.1. FUNCIONAMENTO DAS MÁQUINAS CNC	07
3.2. BENEFÍCIOS E DESAFIOS DO USO DE CNC NA MARCENARIA.....	07
4. IMPRESSÃO 3D E MARCENARIA	08
4.1. APLICAÇÃO DA IMPRESSÃO 3D NA CRIAÇÃO DE PEÇAS.....	08
4.2. VANTAGENS E LIMITAÇÕES	08
5. SOFTWARES DE DESIGN E MODELAGEM PARA MARCENARIA	08
5.1. PRINCIPAIS SOFTWARES UTILIZADOS	08
5.2. INTEGRAÇÃO ENTRE SOFTWARE E MAQUINÁRIO.....	09
6. CONCLUSÃO	09
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	10

1. INTRODUÇÃO

A marcenaria, uma das profissões mais antigas e respeitadas, está vivendo um momento de transição profunda devido ao avanço das tecnologias. Com a introdução de ferramentas digitais, como máquinas CNC (Controle Numérico Computadorizado) e impressoras 3D, o trabalho manual de cortar, moldar e montar madeira evoluiu para um processo muito mais preciso e eficiente. Essa revolução tecnológica não apenas acelerou a produção, mas também abriu novos horizontes criativos, permitindo a criação de peças com complexidade e personalização antes inimagináveis.

A implementação dessas ferramentas está transformando a maneira como os marceneiros trabalham, exigindo a adaptação de técnicas tradicionais e a aquisição de novas habilidades. Para além da questão técnica, a modernização da marcenaria também impacta o mercado de trabalho, criando uma demanda por profissionais mais qualificados e alterando a dinâmica competitiva do setor.

Enquanto as máquinas oferecem eficiência e precisão, a marcenaria tradicional é muitas vezes valorizada por sua qualidade artística e o toque pessoal do artesão. Assim, este trabalho busca explorar esse equilíbrio entre tradição e inovação, analisando como as novas práticas tecnológicas podem coexistir e enriquecer a prática da marcenaria sem perder de vista a essência manual que caracteriza essa arte.

1.1. APRESENTAÇÃO DO TEMA

O tema deste trabalho, "A contribuição das novas tecnológicas para a marcenaria", investiga o impacto das inovações tecnológicas no setor da marcenaria, com foco em como essas inovações estão modificando profundamente as práticas tradicionais. A capacidade de integrar o conhecimento tradicional com novas tecnologias é o que define o sucesso dos marceneiros contemporâneos.

As novas práticas tecnológicas incluem uma variedade de ferramentas e técnicas que ajudam a melhorar a eficiência, a precisão e a personalização do trabalho em madeira. Por exemplo, o uso de máquinas CNC permite cortes precisos e repetíveis, algo que seria muito mais difícil de alcançar manualmente. Já a impressão 3D possibilita a criação de componentes complexos e personalizados que podem ser integrados em projetos de marcenaria,

oferecendo novas possibilidades criativas.

No entanto, para os profissionais que não estão familiarizados com essas tecnologias, pode haver uma barreira de entrada significativa. O conhecimento técnico necessário para operar essas máquinas e softwares exige investimento em formação e atualização contínua. Por isso, uma das questões centrais deste estudo será entender como os marceneiros podem se preparar para essa transição tecnológica e quais são as implicações de longo prazo para o setor como um todo.

1.2. JUSTIFICATIVA

A justificativa para este trabalho reside na crescente importância das inovações tecnológicas no mercado de marcenaria. À medida que o setor se moderniza, a adoção de novas tecnologias não é apenas uma tendência, mas uma necessidade para garantir competitividade.

Outro aspecto relevante é a preservação do valor do trabalho artesanal, que sempre foi o diferencial da marcenaria. Com o advento das tecnologias, surge o desafio de como manter essa essência ao mesmo tempo em que se adota inovações que aumentam a produtividade. Este trabalho busca explorar esse dilema, investigando como as novas tecnologias podem coexistir com as práticas artesanais sem que a marcenaria perca sua identidade.

1.3. OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é analisar as novas práticas tecnológicas que estão sendo implementadas na marcenaria e discutir o impacto dessas inovações na prática profissional. De maneira específica, este trabalho busca:

- Identificar as principais tecnologias utilizadas na marcenaria contemporânea, como máquinas CNC, impressão 3D, e softwares de modelagem.
- Explorar o impacto dessas tecnologias na eficiência produtiva, qualidade do produto final e no mercado de trabalho para marceneiros.
- Analisar os desafios enfrentados pelos profissionais da marcenaria ao incorporar essas novas ferramentas no dia a dia.

1.4. METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho será baseada em uma revisão bibliográfica. A escolha por esse método justifica-se pela necessidade de analisar e sintetizar o conhecimento já existente sobre o uso de novas tecnologias na marcenaria. A revisão bibliográfica permite compreender como as inovações tecnológicas, como máquinas CNC, impressão 3D e softwares de modelagem, estão sendo aplicadas ao setor, através de uma análise crítica das publicações acadêmicas, livros, e artigos técnicos relevantes.

Para isso, serão selecionadas obras e artigos científicos que abordam o impacto dessas tecnologias na marcenaria, considerando diferentes contextos de aplicação, tanto em pequenas oficinas quanto em grandes indústrias. O foco será em estudos que descrevem as vantagens e desafios da implementação dessas inovações, oferecendo uma visão abrangente sobre o tema. Fontes atualizadas serão priorizadas, para garantir que as informações sejam pertinentes ao cenário tecnológico atual.

A partir da análise de diferentes autores, o objetivo é identificar pontos convergentes e divergentes sobre as práticas tecnológicas na marcenaria e, assim, construir uma visão completa sobre os impactos dessas ferramentas no setor. A revisão bibliográfica fornecerá a base teórica necessária para sustentar as discussões propostas ao longo do trabalho, além de permitir uma reflexão crítica sobre as transformações em curso na marcenaria.

2. HISTÓRIA DA MARCENARIA E EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA

2.1. Origem e desenvolvimento da marcenaria

A marcenaria é uma prática antiga que remonta às civilizações egípcia e grega, nas quais o uso da madeira era essencial para a construção de móveis e embarcações. No antigo Egito, marceneiros já utilizavam ferramentas rudimentares, como serras e formões, para trabalhar a madeira de forma artesanal (Escher, 2021). No entanto, foi durante o Renascimento, na Europa, que a marcenaria se destacou como uma forma de arte refinada, impulsionada pela inovação tecnológica e a explosão criativa da época (Arruda, 2004).

Durante o Renascimento, o uso de técnicas como a marchetaria e o entalhe ornamental elevou o status da marcenaria, transformando o trabalho em madeira em verdadeiras obras de arte. Na Itália e na França, marceneiros começaram a produzir móveis sofisticados que combinavam funcionalidade e estética (Mendonça, 2008).

Ao longo dos séculos, a marcenaria foi se desenvolvendo em resposta às necessidades culturais e materiais de cada época. Na Idade Média, o ofício era transmitido por meio de guildas, onde os aprendizes adquiriram habilidades com mestres experientes. A tradição oral e prática predominava, com os aprendizes trabalhando lado a lado com mestres em oficinas (Pimenta, 2012). Esse modelo de aprendizado baseado na prática persiste até os dias de hoje, em várias oficinas de marcenaria tradicional pelo mundo.

2.1.1. Impacto das inovações tecnológicas no setor

Com a chegada da Revolução Industrial no século XIX, a marcenaria passou por mudanças significativas. A introdução de máquinas a vapor e ferramentas motorizadas possibilitou a produção em larga escala, reduzindo o tempo e o custo de fabricação de móveis (Bisinelli, 2017).

A marcenaria moderna é marcada pela combinação de técnicas tradicionais com inovações tecnológicas, como o uso de máquinas de controle numérico computadorizado (CNC). Essas máquinas permitem uma precisão milimétrica e aumentam a capacidade de personalização dos projetos (Damáquina CNC, 2023).

Outra inovação significativa foi a introdução da impressão 3D no setor, que possibilita a criação de protótipos e pequenos componentes decorativos com alto nível de detalhamento. A impressão 3D permite uma flexibilidade maior no design e na personalização de peças, oferecendo uma nova abordagem ao ofício de marcenaria.

O impacto das inovações tecnológicas na marcenaria também se reflete no uso de softwares de design assistido por computador (CAD), que facilitam o planejamento e a execução dos projetos.

Por fim, a sustentabilidade tem sido uma preocupação crescente no setor da marcenaria moderna. Com o aumento da conscientização ambiental, muitas empresas têm adotado o uso de madeiras certificadas e técnicas de reciclagem para reduzir o impacto ambiental de suas atividades (Escher, 2021).

“De uma maneira geral, as oficinas de marcenaria ligadas à produção em escala humana preservam uma preocupação com o ofício tradicional, buscando sempre um equilíbrio entre o uso de máquinas e a prática artesanal” (Escher, 2018, p. 36).

Essa tendência reflete a busca por um equilíbrio entre a inovação tecnológica e a responsabilidade ambiental, permitindo que a marcenaria continue a evoluir de forma

sustentável.

2.2. TECNOLOGIAS DIGITAIS NA MARCENARIA

2.2.1. Ferramentas digitais para projeto e execução

A inserção de ferramentas digitais no processo de projeto e execução na marcenaria tem transformado significativamente o setor. Softwares como AutoCAD e SketchUp são amplamente utilizados para criar modelos em 2D e 3D, permitindo uma visualização precisa antes de iniciar a produção física (Sampaio, 2020).

Esses programas também são integrados a ferramentas de fabricação, como o CAD/CAM, que permitem gerar códigos para o controle de máquinas CNC, otimizando a precisão na execução dos cortes e montagens (Rebeyka, 2004).

Com o avanço da digitalização, também surgiram aplicativos como Magic Plan, que auxilia na medição precisa de ambientes e cálculos de materiais, facilitando o planejamento (Santos, 2020). Essas inovações permitem que marceneiros gerenciem seus projetos de forma mais integrada, garantindo que todo o fluxo de trabalho seja automatizado e conectado, desde o design até a fabricação.

2.2.2. Integração de tecnologias no processo produtivo

A integração de tecnologias digitais no processo produtivo da marcenaria é fundamental para maximizar a eficiência. Softwares ERP (Enterprise Resource Planning) têm se tornado indispensáveis para a gestão da cadeia produtiva, facilitando o monitoramento de materiais e prazos (Silva, 2019).

Outra inovação importante é a prototipagem digital, que permite a criação de modelos precisos antes da produção final, minimizando o risco de erros. Essa tecnologia possibilita que os marceneiros realizem ajustes em seus projetos ainda na fase de planejamento (Rebeyka, 2004). A prototipagem rápida tem sido amplamente utilizada para testar peças complexas, garantindo que elas atendam às especificações antes da produção em massa.

A fabricação digital também possibilita a customização em massa. Essa integração tecnológica permite que marceneiros produzam peças sob medida com alta precisão, mantendo a personalização em escala industrial (Celani; Orciuoli, 2008). Assim, a tecnologia oferece um equilíbrio entre a eficiência produtiva e a criatividade artesanal.

3. MÁQUINAS CNC E SUA APLICAÇÃO NA MARCENARIA

3.1. Funcionamento das máquinas CNC

As máquinas CNC (Controle Numérico Computadorizado) são fundamentais na modernização da marcenaria, proporcionando uma precisão inigualável em cortes, furações e outras operações. Elas funcionam por meio de códigos gerados a partir de softwares CAD/CAM, que controlam todos os movimentos da máquina (Rebeyka, 2004).

Essas máquinas também oferecem a vantagem de realizar várias operações em sequência, como fresamento e polimento, sem a necessidade de reconfiguração manual, o que aumenta a produtividade (Maua, 2023). A flexibilidade das CNCs em trabalhar com diferentes materiais, como madeira maciça, MDF e outros compósitos, as torna uma ferramenta versátil tanto para pequenas oficinas quanto para grandes fábricas.

Além disso, as máquinas CNC podem ser programadas para executar o mesmo projeto repetidamente com a mesma precisão, o que é especialmente útil para a produção em larga escala, sem comprometer a qualidade (Silva, 2019).

3.2. Benefícios e desafios do uso de CNC na marcenaria

O uso de CNC na marcenaria oferece inúmeros benefícios, como a redução de erros humanos e a melhoria da produtividade. A automação do processo permite um uso mais eficiente dos materiais, minimizando desperdícios e retrabalhos (Rebeyka, 2004).

"Com a automação proporcionada pelas máquinas CNC, o processo de produção na marcenaria ganhou um nível de precisão e eficiência que não seria possível com métodos manuais, garantindo maior controle sobre o uso de materiais e tempo de execução" (Rebeyka, 2004, p. 56).

A precisão oferecida pelas CNCs também possibilita a criação de peças detalhadas e complexas que, de outra forma, seriam difíceis de produzir manualmente.

No entanto, a implementação de máquinas CNC apresenta desafios, especialmente no que se refere ao custo de aquisição e manutenção. Além disso, é necessário treinamento especializado para operar essas máquinas de forma eficiente (Maua, 2023).

Para superar esses desafios, empresas têm adotado o retrofitting, que consiste na modernização dos componentes eletrônicos de máquinas antigas, prolongando sua vida útil e mantendo-as competitivas no mercado (Silva, 2019).

4. IMPRESSÃO 3D E MARCENARIA

4.1. Aplicação da impressão 3D na criação de peças

A impressão 3D, também conhecida como manufatura aditiva, tem revolucionado a marcenaria ao permitir a criação de peças complexas a partir de modelos digitais tridimensionais. Na marcenaria, essa tecnologia é amplamente utilizada para criar protótipos, moldes e até componentes finais de móveis, oferecendo flexibilidade na personalização de peças (Silva, 2022). Ao permitir a criação de peças com geometria complexa e precisão elevada, a impressão 3D possibilita a fabricação de itens que, anteriormente, seriam inviáveis com técnicas tradicionais (Niaki, Torabi & Nonino, 2019).

Essa tecnologia também se destaca por sua capacidade de trabalhar com uma variedade de materiais, como plásticos, resinas e metais, possibilitando uma ampla gama de aplicações na produção de móveis (Mello, 2017). Além disso, a impressão 3D oferece uma vantagem significativa na economia de materiais, uma vez que utiliza apenas o necessário para a criação de cada peça, reduzindo o desperdício (Miranda Morandini & Del Vecchio, 2020).

4.2. Vantagens e limitações

Entre as principais vantagens da impressão 3D estão a personalização em massa, a precisão e a redução do desperdício de material. A flexibilidade no design também é uma grande vantagem, permitindo a criação de formas e estruturas que seriam difíceis de produzir com métodos convencionais (Silva, 2022).

No entanto, essa tecnologia ainda enfrenta algumas limitações. O custo inicial das impressoras 3D de alta qualidade e a limitação de tamanho das peças que podem ser produzidas são alguns dos principais desafios (Silva, 2022). Além disso, o tempo de impressão pode ser uma desvantagem, especialmente para projetos maiores, que podem levar horas ou até dias para serem concluídos (Mello, 2017).

5. SOFTWARES DE DESIGN E MODELAGEM PARA MARCENARIA

5.1. Principais softwares utilizados

Na marcenaria, softwares de design como AutoCAD, SolidWorks e SketchUp são amplamente utilizados para criar modelos tridimensionais detalhados. Esses programas

ajudam no planejamento, modelagem e execução de projetos de móveis, oferecendo uma precisão que seria difícil de alcançar com métodos manuais (Sampaio, 2020).

Esses programas também são compatíveis com máquinas CNC e impressoras 3D, permitindo que o design digital seja facilmente convertido em um código de fabricação, que pode ser executado automaticamente pelo maquinário (Rebeyka, 2004).

5.2. Integração entre software e maquinário

A integração entre software de design e maquinário é essencial para a marcenaria moderna. Softwares como o CAD/CAM permitem que os projetos sejam criados digitalmente e depois transferidos para máquinas CNC ou impressoras 3D, garantindo que o design seja fielmente reproduzido (Niaki, Torabi & Nonino, 2019).

Além disso, muitos desses softwares permitem a simulação de processos antes da fabricação, o que ajuda a identificar problemas potenciais no design e evita desperdícios (Sampaio, 2020).

6. CONCLUSÃO

A conclusão deste trabalho demonstra como as novas tecnologias têm transformado significativamente o setor da marcenaria, proporcionando não apenas melhorias em termos de eficiência e precisão, mas também ampliando as possibilidades criativas e sustentáveis. A impressão 3D, por exemplo, mostrou-se uma aliada valiosa para a criação de peças personalizadas e complexas, permitindo que marceneiros adotem uma abordagem inovadora e ecológica. Tecnologias como a realidade aumentada e virtual facilitaram o planejamento de projetos, tornando o processo mais interativo e acessível tanto para profissionais quanto para clientes.

Além disso, a integração de softwares de design e maquinários, como as máquinas CNC, foi fundamental para automatizar processos e garantir a repetibilidade dos resultados. Isso não só aumentou a produtividade, como também reduziu o desperdício de materiais. No entanto, é importante ressaltar que, apesar dos avanços, ainda existem desafios a serem superados, como o custo elevado dessas tecnologias e a necessidade de qualificação profissional para operá-las.

A modernização tecnológica na marcenaria representa uma oportunidade para que os profissionais do setor se adaptem a um mercado cada vez mais competitivo, sem perder a

essência artesanal que caracteriza o ofício. A tendência é que essas inovações continuem a evoluir, permitindo que a marcenaria combine tradição e tecnologia de maneira eficiente e criativa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARRUDA, Gilmar. *A oficina da história é como uma marcenaria*. História & Ensino, 2004.

BISINELLI, César. *A evolução da marcenaria na era industrial*. Repositório UFSC, 2017.

CELANI, Gabriela; ORCIUOLI, Andrea. *A Tecnologia Desvenda Gaudí: a fabricação digital e o patrimônio histórico*. Revista AU, São Paulo, 2008.

DAMÁQUINA CNC. *História da Marcenaria: Da Tradição às Tendências Modernas*. 2023.

ESCHER, Tiago. *Ofício, oficina e o artífice marceneiro atual*. Repositório UFSC, 2021.

MENDONÇA, Fernando. *A indústria de móveis no Brasil: passado e presente*. Revista Econômica, 2008.

MAUA. *Máquinas CNC e suas aplicações industriais*. Maua.br, 2023.

MELLO, Silvia T. *Influência do tipo e da técnica de aplicação de agente infiltrantes na resistência mecânica de componentes produzidos por manufatura aditiva*. UNESP, 2017.

NIAKI, MK; TORABI, S.A.; NONINO, F. Applications of additive manufacturing in industry 4.0: A Review. *Production & Manufacturing Research*, 2019.

PIMENTA, Selma Garrido. *Ensino e Prática na Marcenaria Contemporânea*. Repositório USP, 2012.

REBAYKA, Claudimir. *Medições e ferramentas em máquinas CNC*. UFPR, 2004.

SAMPAIO, Arthur S. *Softwares digitais para marcenaria: integração e automação*. USP, 2020.

SANTOS, Carla Silva. *Ferramentas digitais para a marcenaria*. Dissertação de Mestrado, UFRJ, 2020.

SILVA, Arthur Sampaio. *Softwares digitais para marcenaria: Integrando tecnologia e produtividade*. USP, 2019.

SILVA, Isabella M. *Estudo exploratório do uso da impressão 3D na construção civil*. IFPB, 2022.