

ANÁLISE COMPARATIVA DE PARAFUSOS PONTA BROCA

VELOSO, Gabriel Pauletti ¹
FARIA, Msc. Michela Steluti Poleti ²

RESUMO

O presente estudo investiga o desempenho de parafusos com ponta broca aplicados em chapas metálicas, com foco na comparação entre duas geometrias distintas: ponta reta e ponta avançada. A pesquisa foi conduzida por meio de testes práticos e análises quantitativas, utilizando parâmetros controlados como força axial, rotação e espessura da chapa. O objetivo é comparar como a geometria da ponta influencia o tempo de perfuração, a estabilidade durante o processo e a eficiência produtiva. Os resultados indicam que a ponta avançada apresenta vantagens significativas em termos de desempenho e redução de desperdícios operacionais, além de contribuir para a preservação das ferramentas e aumento da produtividade. Conclui-se que a adoção da ponta avançada como padrão em aplicações industriais é recomendada, pois proporciona redução média de 46% no tempo de aplicação e ganhos relevantes em custo e confiabilidade. O estudo reforça a importância da escolha adequada de fixadores na indústria metalúrgica, evidenciando o papel da engenharia na otimização de processos e na melhoria da qualidade dos produtos. O estudo reforça a importância da escolha adequada de fixadores na indústria metalúrgica, evidenciando o papel da engenharia na otimização de processos e na melhoria da qualidade dos produtos.

Palavras-chave: parafuso ponta broca; geometria de ponta; desempenho técnico; eficiência produtiva; fixação metálica; engenharia de processos.

1. INTRODUÇÃO

A união de materiais metálicos é uma etapa essencial em diversos setores da indústria, como construção civil, automotiva, naval e metalúrgica. A eficiência desses processos depende diretamente da escolha adequada dos elementos de fixação, que devem garantir resistência mecânica, durabilidade e facilidade de aplicação. Entre os métodos mais utilizados, destacam-se os parafusos ponta broca, que se tornaram populares por sua capacidade de perfurar e roscar o material em uma única operação, eliminando a necessidade de pré-furação e reduzindo o tempo de instalação.

Segundo a METALPAR (2023), os parafusos são responsáveis por grande parte da eficiência e durabilidade dos sistemas de fixação, especialmente em aplicações como fechamentos externos, paredes e estruturas metálicas. A

geometria da ponta broca, em especial, influencia diretamente o desempenho do parafuso, afetando o tempo de perfuração, o esforço aplicado e a qualidade da fixação. Modelos com ponta reta tendem a exigir maior esforço inicial, enquanto modelos com ponta avançada são projetados para facilitar o início da perfuração, promovendo maior agilidade e menor desgaste de ferramentas.

Apesar da ampla utilização desses componentes, ainda existem dúvidas sobre qual geometria oferece melhor desempenho em aplicações práticas. A escolha do modelo ideal pode impactar diretamente a produtividade, a segurança da estrutura e os custos operacionais. Nesse contexto, torna-se relevante realizar estudos comparativos que avaliem o comportamento de diferentes geometrias de ponta broca sob condições controladas.

Este trabalho propõe uma análise comparativa entre dois modelos de parafusos de ponta broca: um com ponta reta e outro com ponta avançada. O objetivo é avaliar o desempenho de cada geometria em termos de tempo de perfuração, esforço aplicado e qualidade da fixação, utilizando parâmetros padronizados como rotação da ferramenta, tipo de chapa e peso constante sobre a furadeira.

Como analista de processos e projetos, percebo no dia a dia a importância de entender tecnicamente os componentes que usamos. A escolha do parafuso certo pode parecer simples, mas tem impacto direto na produtividade, na durabilidade da fixação e até na segurança da aplicação. Por isso, este estudo busca não apenas comparar modelos, mas também promover uma reflexão sobre a importância da engenharia aplicada na tomada de decisões técnicas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Este referencial teórico aborda os fundamentos técnicos relacionados ao uso de parafusos com ponta broca em chapas metálicas, com ênfase na influência da geometria da ponta sobre o desempenho na perfuração. São explorados conceitos sobre fixação metálica, mecanismos de corte, eficiência produtiva e desgaste de ferramentas, com base em literatura especializada e normas técnicas aplicáveis ao setor industrial.

2.1 PARAFUSOS PONTA BROCA E SUA APLICAÇÃO INDUSTRIAL

Os parafusos ponta broca são elementos de fixação amplamente utilizados em estruturas metálicas, painéis de fechamento, coberturas e sistemas de vedação. Sua principal característica é a extremidade em formato de broca, que permite perfuração e rosqueamento simultâneos, dispensando o uso de ferramentas adicionais ou pré-furação. Essa funcionalidade reduz o tempo de instalação e aumenta a produtividade em ambientes industriais.

Segundo GOMES et al. (2022), a adoção de parafusos autobrocantes em processos de montagem metálica contribui para a padronização da aplicação e para a redução de falhas operacionais, especialmente em linhas de produção com alta repetitividade.

2.2 GEOMETRIA DA PONTA E DESEMPENHO TÉCNICO

A geometria da ponta broca influencia diretamente o desempenho do parafuso. Modelos com ponta reta apresentam maior resistência inicial à penetração, exigindo mais esforço do operador ou da ferramenta. Já os modelos com ponta avançada são projetados para facilitar o início da perfuração, reduzindo o tempo de aplicação e o desgaste da broca.

De acordo com FERREIRA e LIMA (2021), a otimização da geometria da ponta pode resultar em ganhos significativos de eficiência, especialmente em chapas metálicas de alta resistência, onde o tempo de perfuração e o controle do torque são fatores críticos.

2.3 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

A geometria da ponta de uma broca helicoidal exerce influência direta sobre o desempenho do processo de perfuração. Segundo o artigo de Boeira et al. (2009), o ângulo de ponta (σ), geralmente entre 118° e 135° , afeta a espessura do cavaco, a força de avanço, a dissipação de calor e a direção de saída do cavaco. A ponta avançada dos parafusos broca se assemelha à geometria de uma broca helicoidal, apresentando um fio de corte que facilita a penetração no material com menor resistência.

Além disso, o ângulo de incidência (α) permite que o gume penetre no material com menor atrito, evitando superaquecimento e desgaste prematuro. O ângulo de saída (γ), por sua vez, está relacionado à formação do cavaco e ao esforço de corte. Ângulos de saída maiores tendem a reduzir o esforço de corte, mas podem comprometer a robustez da ferramenta.

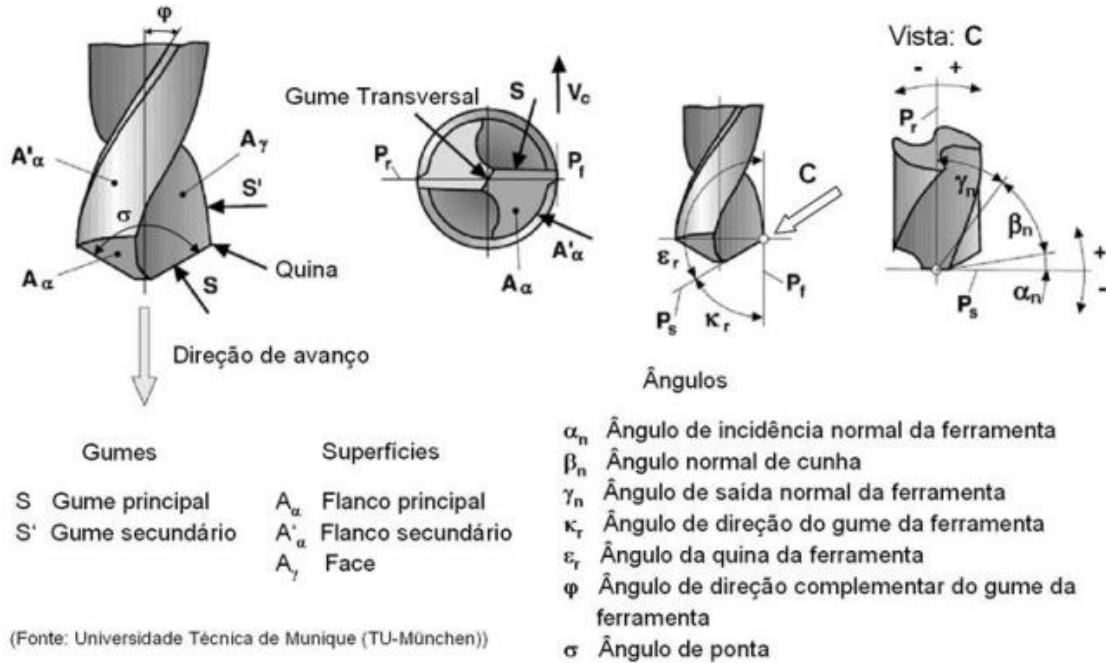
A Figura 01 ilustra a geometria típica de uma broca helicoidal, conforme a norma DIN 6581, destacando os principais ângulos que influenciam o desempenho da perfuração. Essa imagem será utilizada para comparar com a geometria da ponta avançada dos parafusos analisados neste estudo.

2.4 INFLUÊNCIA DOS ÂNGULOS NA EFICIÊNCIA DE PERFURAÇÃO

A geometria da ponta da broca exerce influência direta sobre o desempenho do processo de furação, sendo os ângulos de ponta (σ), incidência (α), saída (γ) e cunha (β) determinantes para a formação do cavaco, dissipação

de calor e resistência mecânica da ferramenta. O ângulo de ponta reduz a espessura do cavaco e melhora a dissipação térmica; o ângulo de incidência evita atrito excessivo; o ângulo de saída influencia a formação do cavaco e as forças de corte; e o ângulo de cunha define a robustez da ponta (BOEIRA et al., 2009).

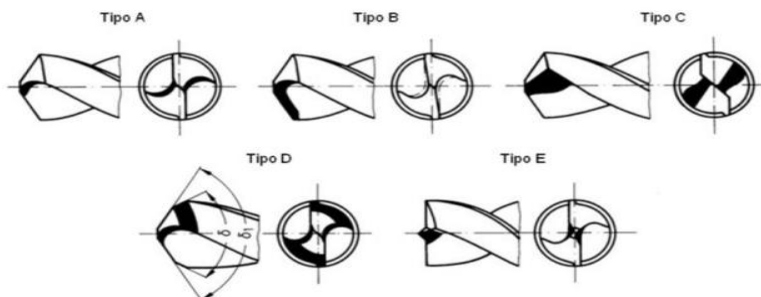
Figura 1 – Geometria da parte cortante da broca helicoidal



Fonte: BOEIRA et al. (2009)

A variação desses ângulos ao longo do raio da broca também influencia o desempenho. A Figura 02 do artigo mostra como o ângulo de saída normal (γ_n) e o ângulo de inclinação do gume (β_s) variam com o raio, afetando diretamente a direção de saída do cavaco e a modelagem das forças de corte.

Figura 2 – Variação dos ângulos ao longo do raio da broca



Fonte: BOEIRA et al. (2009)

3. METODOLOGIA

Para a realização deste estudo comparativo entre parafusos ponta broca com geometria reta e ponta avançada, foram conduzidos testes experimentais em ambiente controlado, com o objetivo de avaliar o desempenho de cada modelo em condições padronizadas.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Os testes foram realizados utilizando uma furadeira de bancada equipada com cronômetro digital acoplado, permitindo a medição precisa do tempo de perfuração. Para simular a aplicação prática dos parafusos em campo, foi aplicada uma força axial constante de 350 N sobre a furadeira, por meio de pesos posicionados diretamente sobre a estrutura da máquina.

As perfurações foram realizadas em chapas metálicas de aço com espessura de 5 mm em aço 1020 com dureza de 60 a 85 HRB, conforme a norma NBR 11888:2008, representando uma condição comum em estruturas metálicas industriais. A rotação da furadeira foi mantida constante em 1800 RPM, garantindo a repetibilidade dos testes, conforme ilustrado na figura 03.

Figura 3 – Furadeira de bancada



Fonte: O Autor (2025)

3.2 LOCAL DA PESQUISA

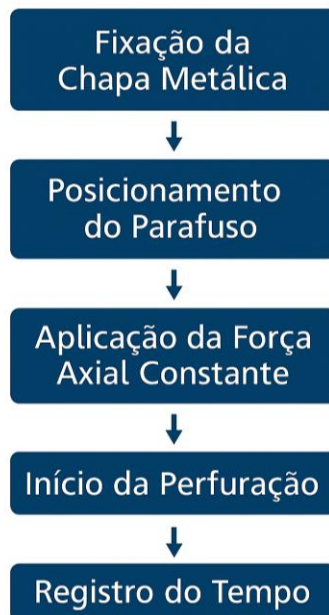
Os testes foram conduzidos em laboratório equipado com furadeira de bancada e cronômetro digital, garantindo condições adequadas para medições precisas. O ambiente controlado permitiu simular aplicações industriais, assegurando confiabilidade nos resultados.

3.3 ETAPAS DA PESQUISA

O procedimento experimental seguiu as seguintes etapas:

- Fixação da chapa metálica na base da furadeira de bancada;
- Posicionamento do parafuso na ponta da ferramenta;
- Aplicação dos pesos para garantir a força axial de 350 N;
- Início da perfuração com acionamento simultâneo do cronômetro;
- Registro do tempo necessário para a completa perfuração da chapa.

Figura 4 – Fluxo de execução dos testes



Fonte: O Autor (2025)

Além disso, foram definidos os parâmetros de avaliação:

- Tempo de perfuração (s): tempo necessário para atravessar completamente a chapa metálica;
- Esforço aplicado (N): força axial constante de 350 N aplicada em todos os testes.

4. RESULTADOS

Os testes de desempenho foram realizados com 30 amostras para cada modelo de parafuso: ponta reta e ponta avançada. O principal critério de avaliação foi o tempo de perfuração, medido em segundos, sob condições padronizadas de força axial (350 N), rotação (1800 RPM) e espessura da chapa (5 mm).

Figura 4 – Aplicação de amostras teste



Fonte: O Autor (2025)

4.1 ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS:

A análise estatística foi conduzida com base em 30 repetições para cada tipo de parafuso, totalizando 60 medições. Os testes foram realizados sob condições controladas, com força axial constante de 350 N, rotação de 1800 RPM e espessura de chapa de 5 mm. O tempo de perfuração foi cronometrado desde o

início do contato da ponta do parafuso com a chapa até a completa transposição do material.

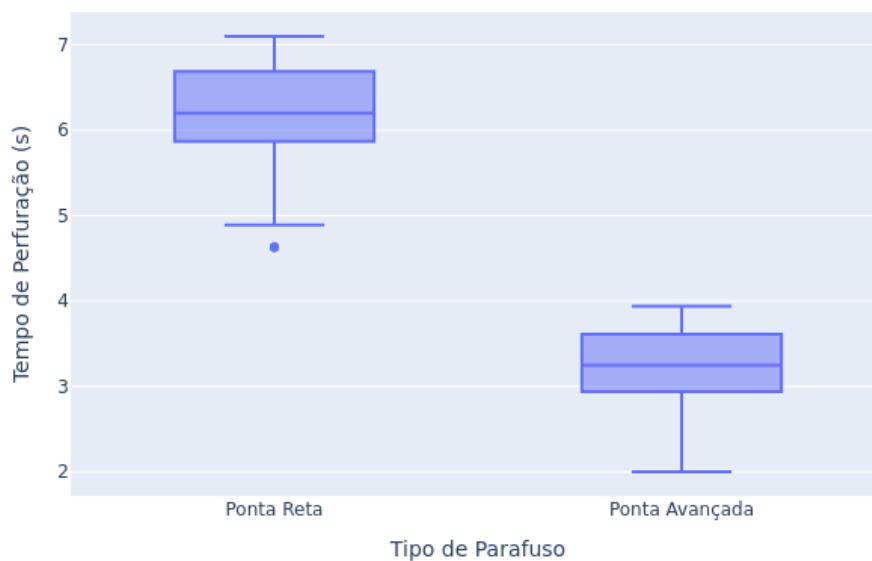
Os resultados demonstram que os parafusos com ponta avançada apresentaram desempenho superior, com tempo médio de perfuração de 3,25 segundos, enquanto os de ponta reta demandaram, em média, 6,08 segundos. O desvio padrão mais baixo da ponta avançada (0,41 s) em comparação ao da ponta reta (0,77 s) indica maior uniformidade e previsibilidade no processo. Além disso, os valores mínimo e máximo reforçam a consistência da ponta avançada, com menor dispersão dos dados. Esses indicadores estatísticos evidenciam não apenas a eficiência, mas também a estabilidade operacional proporcionada pela geometria otimizada da ponta.

Tabela 1 – Estatísticas dos resultados encontrados

Estatística	Ponta Reta (s)	Ponta Avançada (s)
Média	6,08	3,25
Desvio padrão	0,77	0,41
Mínimo	4,63	2
Máximo	7,1	3,94
Mediana	6,2	3,25

Fonte: O Autor (2025)

Figura 5 – Comparação do tempo de furação por tipo de ponta



Fonte: O Autor (2025)

4.2 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os testes realizados demonstraram diferenças significativas no desempenho entre os dois modelos de parafusos ponta broca avaliados. O modelo com ponta avançada apresentou tempo médio de perfuração de 3,25 segundos, enquanto o modelo com ponta reta teve média de 6,08 segundos, representando uma redução de aproximadamente 46,5% no tempo de aplicação.

Essa diferença pode ser atribuída diretamente à geometria da ponta. A ponta avançada, por possuir um formato mais agressivo e afiado, facilita o início da perfuração e reduz a resistência inicial ao corte. Já a ponta reta exige maior esforço inicial, o que se reflete em tempos mais longos e maior variação nos resultados.

Além disso, o desvio padrão da ponta reta foi de 0,77 s, enquanto para a ponta avançada foi de 0,41 s, indicando que os parafusos de ponta avançada apresentaram maior consistência nos resultados.

Esses achados reforçam a importância da escolha adequada do tipo de parafuso conforme a aplicação, especialmente em ambientes industriais que exigem repetibilidade e produtividade.

4.3 ANÁLISE DE PRODUTIVIDADE E REDUÇÃO DE CUSTO

O preço médio dos parafusos ponta broca utilizados nos testes gira em torno de R\$1,00 por unidade ou R\$80,00 por cento, considerando valores praticados na distribuição.

A substituição dos parafusos de ponta reta pelos de ponta avançada resultaria em ganhos significativos de tempo e economia financeira na aplicação.

Para uma estrutura metálica com 2.000 parafusos e custo de R\$20 por hora de trabalho, a economia de tempo foi de 1,57 horas, resultando em uma economia de R\$23,58.

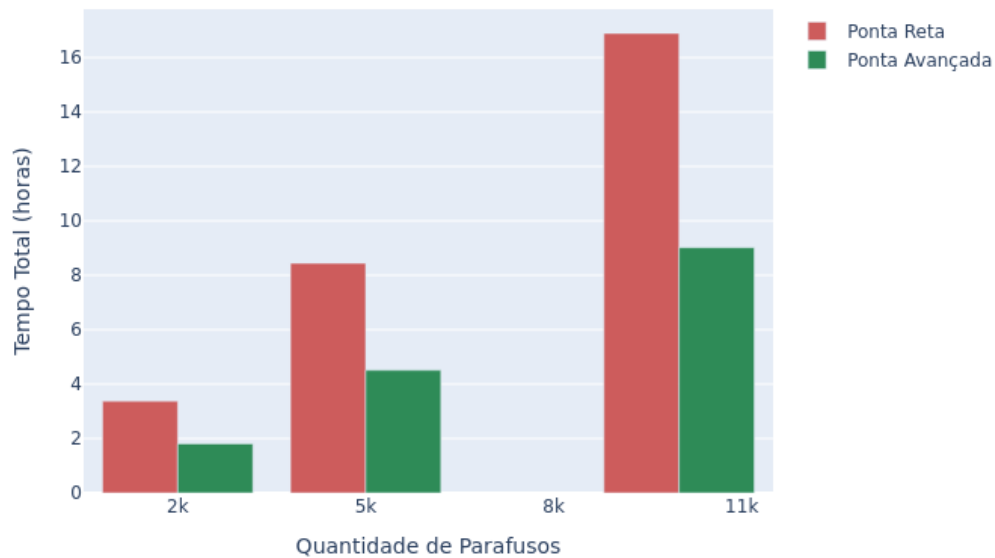
Abaixo, apresenta-se uma análise expandida para diferentes volumes de aplicação:

Tabela 02: Análise de produtividade para diferentes volumes

Quantidade de Parafusos	Tipo de Parafuso	Tempo Total (h)	Custo Total (R\$)
2.000	Ponta Reta	3,38	50,67
2.000	Ponta Avançada	1,81	27,08
5.000	Ponta Reta	8,44	126,67
5.000	Ponta Avançada	4,51	67,71
10.000	Ponta Reta	16,89	253,33
10.000	Ponta Avançada	9,02	135,42

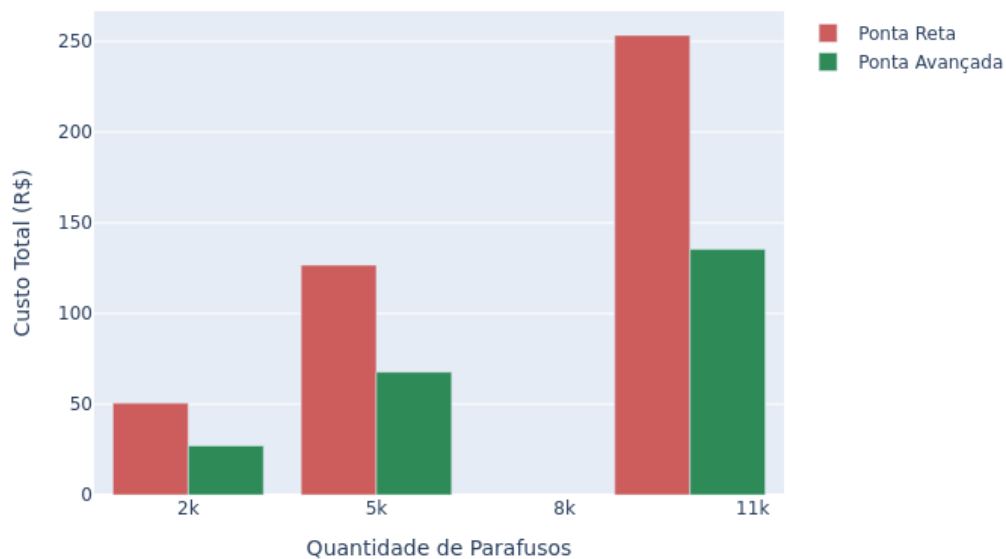
Fonte: O Autor (2025)

Figura 06: Tempo total de furação por quantidade de parafusos.



Fonte: O Autor (2025)

Figura 07: Custo total da mão de obra por quantidade de parafuso.

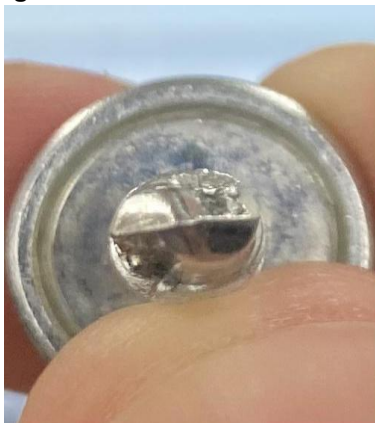


Fonte: O Autor (2025)

4.4 IMAGENS TÉCNICAS

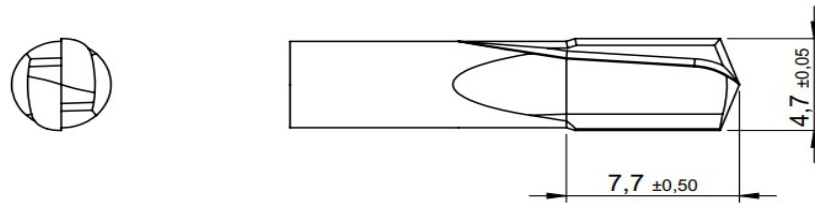
As Figuras 09, 10, 11 e 12 apresentam as pontas dos parafusos (reta e avançada) e o equipamento utilizado nos testes. Observa-se que a ponta avançada possui geometria mais afiada, favorecendo a penetração inicial e reduzindo o esforço de corte, enquanto a ponta reta apresenta maior resistência inicial. O equipamento ilustrado na Figura 13 foi essencial para garantir a repetibilidade dos ensaios.

Figura 08: Ponta broca reta real.



Fonte: O Autor (2025)

Figura 09: Ponta broca avançada real.



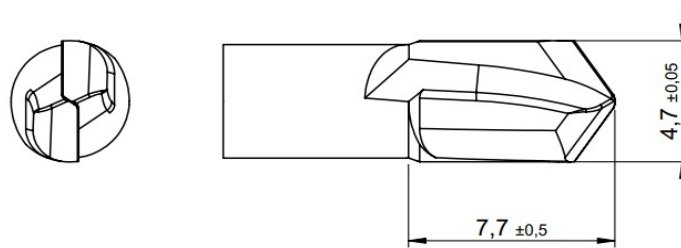
Fonte: O Autor (2025)

Figura 10: Ponta broca avançada real.



Fonte: O Autor (2025)

Figura 11: Ponta broca avançada real



Fonte: O Autor (2025)

Figura 12: Equipamento utilizado para os testes.



Fonte: O Autor (2025)

A análise dos dados confirma que a geometria da ponta influencia diretamente o tempo de perfuração e a consistência do processo. A ponta avançada apresentou desempenho superior, com menor tempo médio e menor dispersão dos resultados, evidenciando maior previsibilidade operacional. Esses indicadores reforçam a relação entre características geométricas e eficiência técnica, validando a hipótese inicial do estudo. Além disso, a simulação de produtividade demonstra que diferenças aparentemente pequenas no tempo de aplicação podem gerar impactos significativos quando projetadas para grandes volumes, consolidando a importância da avaliação quantitativa na escolha de componentes. Com isso, os resultados obtidos fornecem base sólida para compreender como parâmetros geométricos afetam a performance em aplicações industriais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos neste estudo evidenciam de forma clara a influência da geometria da ponta dos parafusos ponta broca sobre o desempenho do processo de perfuração. A comparação entre os modelos com ponta reta e ponta avançada demonstrou uma redução média de aproximadamente 46% no tempo de aplicação quando se utiliza a ponta avançada, além de uma maior consistência nos resultados, refletida pelo menor desvio padrão. Esses ganhos não se limitam ao aspecto operacional, mas se estendem à produtividade global e à redução de custos, fatores críticos em ambientes industriais que demandam alta eficiência.

A fundamentação teórica apresentada reforça esses achados, mostrando que parâmetros geométricos como ângulo de ponta (σ), ângulo de incidência (α), ângulo de saída (γ) e ângulo de cunha (β) exercem papel determinante na formação do cavaco, na dissipação de calor e na resistência mecânica da ferramenta. A ponta avançada, por incorporar características mais próximas das geometrias otimizadas descritas na literatura, proporciona menor esforço inicial, maior estabilidade e menor desgaste, resultando em um processo mais rápido e confiável.

Do ponto de vista econômico, a adoção da ponta avançada representa uma estratégia eficaz para reduzir desperdícios, aumentar a vida útil das ferramentas e diminuir custos de mão de obra, especialmente em aplicações com grandes volumes de fixação. Além disso, a melhoria na qualidade da perfuração contribui para a segurança estrutural e para a durabilidade das montagens, aspectos essenciais em setores como construção civil e indústria metalúrgica.

Por fim, este estudo não apenas confirma a superioridade da ponta avançada em relação à ponta reta, mas também destaca a importância da engenharia aplicada na escolha de componentes críticos. A análise integrada entre teoria e prática demonstra que decisões baseadas em critérios técnicos podem gerar impactos significativos na competitividade e sustentabilidade dos processos industriais. Recomenda-se, portanto, a implementação da ponta avançada como padrão em operações que exigem alta produtividade e confiabilidade, bem como a continuidade de pesquisas voltadas à otimização geométrica e ao desenvolvimento de novas soluções parafusos ponta broca.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha sincera gratidão à Professora Msc. Michela Steluti Poleti Faria, cuja orientação e dedicação foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho. Seu apoio e conhecimento foram essenciais em cada etapa da nossa jornada acadêmica.

Estendo também o agradecimento aos docentes do curso de Engenharia Mecânica da UNISOCIESC, que ao longo desses cinco anos compartilharam ensinamentos valiosos e contribuíram significativamente para a minha formação profissional e pessoal.

Aos meus familiares, deixo um agradecimento especial pelo suporte constante, pela paciência e pelo incentivo incondicional durante todo o curso e na elaboração deste trabalho.

Por fim, agradeço aos colegas que se tornaram grandes amigos. Com eles dividimos não apenas os desafios e responsabilidades, mas também momentos

de alegria, superação e aprendizado. Essa parceria foi essencial para tornar nossa trajetória mais leve e enriquecedora.

REFERÊNCIAS

METALPAR. Parafusos: conheça os principais tipos e suas aplicações. Disponível em: <https://metalpar.com.br/parafusos-conheca-os-principais-tipos-e-suas-aplicacoes>. Acesso em: 28 ago. 2025.

GOMES, et al. (2022). Adoção de parafusos autobrocantes em processos de montagem metálica. *Revista de Engenharia Mecânica*.

FERREIRA, J.; LIMA, R. (2021). Otimização da geometria da ponta de brocas para eficiência em chapas metálicas. *Journal of Manufacturing Processes*.

BOEIRA, A. M. G. et al. Descrição da geometria de brocas helicoidais a partir de modelos matemáticos combinados a métodos de medição tridimensional. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE FABRICAÇÃO**, 5., 2009, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: ABCM, 2009.

CASTILLO, W. J. G. (2005). Furação profunda do ferro fundido cinzento GG25 com brocas de metal-duro com canais retos. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – UFSC.

STEMMER, C. E. (2001). Ferramentas de corte I. 5ª ed. Florianópolis: Editora da UFSC.

KÖNIG, W.; KLOCKE, F. (2002). *Fertigungsverfahren 1: Drehen, Fräsen, Bohren*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

PAUCKSCH, E. (1992). *Zerspantechnik*. Viewegs Fachbücher der Technik.

SPUR, G.; STÖFERLE, T. (1979). *Handbuch der Fertigungstechnik, Band 3/1 – Spanen*. Carl Hanser Verlag.