

PROJETO, CONSTRUÇÃO E VALIDAÇÃO DE UM DISPOSITIVO DE PARADA SÚBITA DO PROCESSO PARA OPERAÇÕES DE FURAÇÃO

Jonata Loureiro, jonataloureiro@unifebe.edu.br¹
Denis Boing, denisboing@unifebe.edu.br¹

¹Centro Universitário de Brusque - UNIFEBE, Centro de Tecnologia e Inovação em Fabricação - CTIF, Rua Dorval Luz, 123, Brusque, SC, 88352-400.

Resumo: O processo de furação é o mais comum e usual processo de usinagem utilizado na fabricação mecânica e também no cotidiano, é utilizado tanto na fabricação de complexos componentes mecânicos como na simples furação de painéis residenciais para fixação de quadros decorativos. Apesar da popularidade, dentre as operações de usinagem, a furação destaca-se como um dos processos mais complexos de serem estudados e compreendidos. Tal dificuldade advém de dois principais fatores: a operação ocorre no interior do componente tornando impossível visualizar os fenômenos que ocorrem no gume da broca quando em contato com o material da peça, e o segundo fator refere-se à variação da velocidade de corte ao longo do gume da broca. Neste contexto, o objetivo deste trabalho é projetar, construir e validar um dispositivo de parada súbita do processo, conhecido como QSD (quick-stop device) para ser aplicado no estudo do processo de furação. Tal dispositivo interrompe o processo repentinamente sem danificar a ferramenta preservando a raiz do cavaco, situações que permitem estudar e compreender os fenômenos mecânicos ocorridos na formação do cavaco. Para as etapas de projeto, considerou-se um corpo de prova com diâmetro máximo de 22 mm, além de considerar um dispositivo de acionamento e abertura exclusivamente baseado em sistema de molas. Baseado em tais critérios iniciais, o dispositivo de parada súbita do processo foi projetado com base nas componentes da força de usinagem do processo de furação (parâmetros típicos para aços de baixa liga). Com base no projeto, foi construído um modelo físico, no qual todos os cálculos, simulações e seu pleno funcionamento foram validados, possibilitando a análise da raiz do cavaco e conseqüentemente do processo de furação. Na validação do dispositivo, verificou-se que o QSD projetado permitirá desenvolver estudos nos processos de furação com brocas de diâmetro de $\phi 6$ a $\phi 12$ mm utilizando velocidades de corte de 10 a 83 m/min. A disponibilidade do dispositivo QSD permitirá desenvolver estudos do processo de furação e compreender com maiores detalhes, principalmente a influência do gume transversal da broca na formação do cavaco.

Palavras-chave: usinagem, furação, QSD, raiz do cavaco.

1. INTRODUÇÃO

O processo de furação é o mais comum e usual processo de usinagem utilizado na fabricação mecânica e também no cotidiano, é utilizado tanto na fabricação de complexos blocos de motores como na simples furação de painéis residenciais para fixação de quadros decorativos. Devido a sua grande aplicabilidade e praticidade na usinagem, o tempo de operações de furação de um produto pode ultrapassar 50% do tempo total de fabricação, se comparado a outras operações. A ferramenta mais comumente utilizada no processo de furação é a broca helicoidal de aço-rápido, a grande utilização desta ferramenta é proveniente de sua relação custo benefício (Moreno, 2013).

Apesar da popularidade, dentre as operações de usinagem, a furação destaca-se como um dos processos mais complexos de serem estudados e compreendidos. Tal dificuldade advém de dois principais fatores: a operação ocorre no interior do componente tornando impossível visualizar os fenômenos que ocorrem no gume da broca quando em contato com o material da peça, e o segundo fator refere-se à variação da velocidade de corte ao longo do gume da broca. Estes fatores tornam a situação extremamente crítica para a indústria em geral, visto que, em comparação a outros processos de usinagem a furação é considerada um processo lento, especialmente para furos produzidos no intervalo de $\phi 5$ a $\phi 12$ mm (Smolenicki *et al.*, 2012).

Os fenômenos que ocorrem durante o processo de furação podem ser estudados por meio da análise da formação do cavaco, utilizando um dispositivo de parada súbita, conhecido como QSD (quick-stop device). Este dispositivo interrompe o processo repentinamente sem danificar a ferramenta e preservando a raiz do cavaco aderida ao corpo de prova. Com a raiz do cavaco aderida ao corpo de prova, torna-se possível a análise e estudo das variáveis do processo (afiação de broca, geometria, parâmetros de usinagem, etc.) na formação do cavaco (Moreno, 2013).

O funcionamento do dispositivo QSD consiste na eliminação do movimento relativo entre a peça e a ferramenta de forma repentina. Na literatura é possível encontrar projetos com princípios de funcionamento e formas construtivas diversificadas, suas principais diferenças consistem nos sistemas de acionamento e abertura do dispositivo. Existem modelos de dispositivos que utilizam de artifícios como: arma de fogo, pólvora e mola. Alguns destes

acompanhados de um pino de sacrifício, que tem por finalidade, liberar a força para o desarme do dispositivo (Philip, 1969; Griffiths, 1985; Satheesha *et al.*, 1990).

Dolinšek (2003), desenvolveu um dispositivo QSD aplicado ao estudo do encruamento provocado pelo gume transversal da broca durante a furação do aço inoxidável austenítico. O dispositivo desenvolvido foi constituído por um sistema de abertura bilateral tracionado por molas. O acionamento é realizado por meio de força hidráulica, o qual ocasiona o rompimento do pino de sacrifício e libera a abertura do dispositivo. A Fig. 1 mostra o dispositivo desenvolvido. Para os ensaios foram utilizadas brocas na gama de diâmetro de 5 a 15mm e os seguintes parâmetros de usinagem: velocidades de 5 a 15 m/min e avanços de 0,08 a 0,31 mm/rot. O dispositivo apresentou boa reprodutibilidade nos ensaios, obtendo-se amostras de raiz de cavaco aderidas ao corpo de prova, possibilitando a análise por micrografia da formação do cavaco, mostradas respectivamente na Fig. 2 (a) e (b).

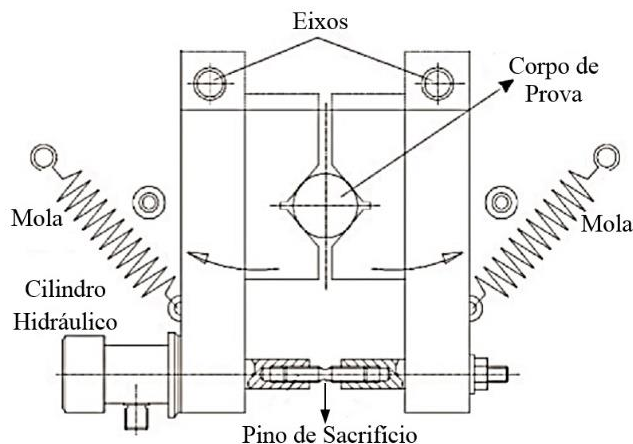


Figura 1. Dispositivo desenvolvido por Dolinšek (2003).

Sbravati, Moreno e Schroeter (2013), desenvolveram um dispositivo similar ao de Dolinšek (2003), também utilizado em ensaios com brocas helicoidais. Este dispositivo é integrado pelo mesmo princípio de abertura bilateral através de molas, o dispositivo é ainda fixado na morsa da máquina-ferramenta, e seu acionamento é realizado por meio de força manual, a qual ocasiona o rompimento de um pino de sacrifício. Nos ensaios realizados foram obtidas amostras com êxito, utilizando velocidades de corte de 10 a 120 m/min e avanços entre 0,01 a 0,4 mm/rot, com brocas helicoidais de aço-rápido de 10 mm de diâmetro. A Fig. 2 (c) e (d) mostra as respectivas amostras obtidas por Sbravati, Moreno e Schroeter (2013).

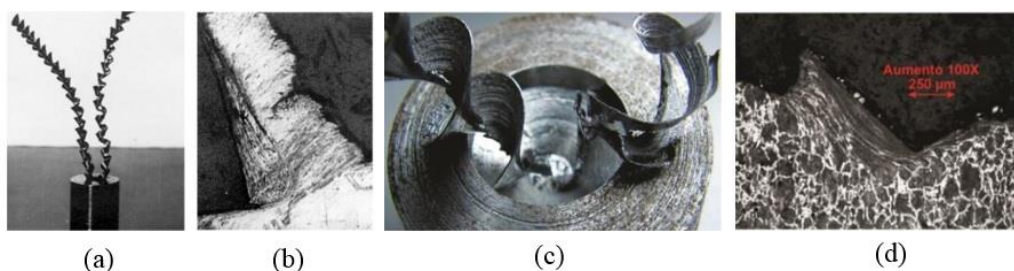


Figura 2. (a) amostra e (b) micrografia obtidas por Dolinšek (2003); (c) amostra e (d) micrografia obtidas por Sbravati, Moreno e Schroeter (2013).

Analisando-se os dois dispositivos mencionados anteriormente, é possível identificar a eficácia dos dispositivos com sistema de abertura bilateral com auxílio de molas, cujo acionamento consiste no rompimento de um pino de sacrifício. Outro Aspecto relevante é em relação as velocidades de corte utilizados em ambos trabalhos, Dolinšek (2003) utilizou velocidades relativamente baixas, se comparado a velocidade utilizada por Sbravati, Moreno e Schroeter (2013), ou se comparada a velocidades de corte utilizadas nos processos de furações atuais. Neste contexto, o objetivo deste trabalho é projetar, construir e validar um dispositivo de parada súbita do processo de furação, que atenda a ensaios utilizando velocidades de corte de 10 a 90 m/min e avanços de até 0,3 mm/rot.

Inicialmente será discutido a etapa de projeto e construção do dispositivo, que se refere ao dimensionamento, projeto em software CAD (*Computer Aided Design*) e construção do modelo físico do dispositivo. E na sequência, para comprovar a reprodutibilidade do dispositivo para ensaios de furação com brocas helicoidais, se realizou a etapa de validação por meio de filmagens, ensaios de furação e análise metalográfica.

2. PROJETO E CONSTRUÇÃO

Para as etapas de projeto, considerou-se: corpo de prova com diâmetro máximo de 22 mm; sistema de abertura bilateral baseado exclusivamente em sistema de molas sem a utilização de pino de sacrifício; fixação em morsa; diâmetros de brocas de 6 a Ø12 mm; intervalo de parâmetros de usinagem: velocidades de corte de 10 a 90 m/min e avanços de até 0,3 mm/rot. Baseado em tais critérios iniciais, o dispositivo de parada súbita do processo foi projetado com base nas componentes da força de usinagem do processo de furação (parâmetros típicos para aços de baixa liga).

Para assegurar a reprodutibilidade dos ensaios realizados com o QSD, é necessário que o corpo de prova permaneça estático durante o ensaio de furação. Baseado neste requisito, foi utilizado como base a relação desenvolvida por Sbravati, Moreno e Schroeter (2013), conforme Eq. (1), na qual a força de aperto (F_{ap}), multiplicada pelo coeficiente de atrito (μ) entre os mordentes do dispositivo e o corpo de prova, deve ser maior ou igual a força de avanço da broca (F_f). A equação (1) foi adaptada, acrescentando um coeficiente de segurança (S_g). O objetivo é assegurar que a força de aperto seja maior que a força de avanço, pois se a força de aperto for igual a de avanço, o corpo de prova estará na eminência de entrar em movimento, situação que poderia comprometer o desempenho do dispositivo. Com o acréscimo do coeficiente de segurança obteve-se então a Eq. (2).

$$F_{ap} * \mu \geq F_f \rightarrow F_{ap} = \frac{F_f}{\mu} \quad (1)$$

$$F_{ap} = \frac{F_f * S_g}{\mu} \quad (2)$$

Para o melhor entendimento das forças atuantes na fixação do corpo de prova, a Fig. 3 (a) ilustra como é realizada tal fixação e as respectivas direções das forças atuantes. Para obtenção do valor da força de avanço (F_f), foi utilizado o modelo desenvolvido por Shawn e Oxford (Karabay, 2006), conforme a Eq. (3).

$$F_f = 12,501 * H_B * f^{0,8} * d^{0,8} - 0,02542 * H_B * d^2 \quad (3)$$

Onde:

H_B = 165 - Dureza Brinell do material do corpo de prova;

F = 0,3 mm/rot - Avanço;

d = 12 mm - Diâmetro da broca.

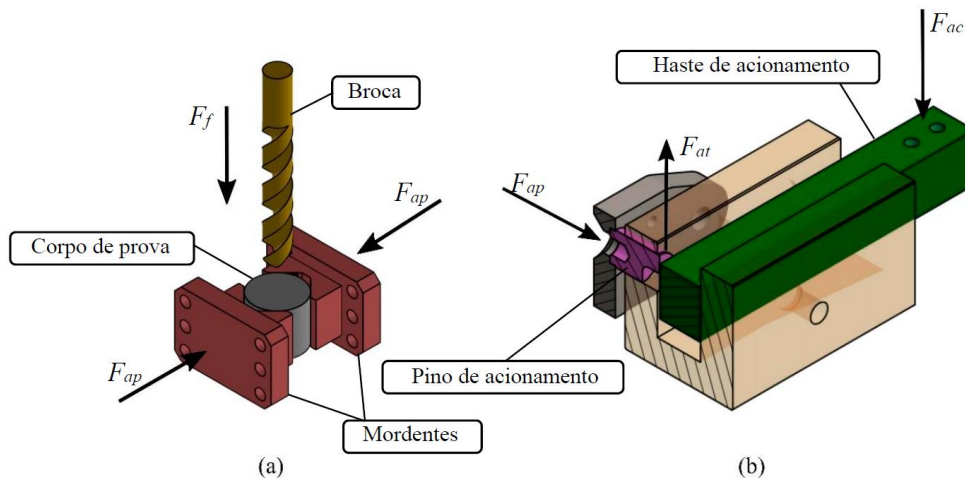


Figura 3. Forças consideradas no projeto do dispositivo de parada súbita do processo.

Inserindo estes valores na Eq. (3), encontrou-se uma força de avanço (F_f) de 5143,41 N. Conforme Norton (2004), o coeficiente de atrito apropriado para a situação, que se trata do coeficiente de atrito entre dois elementos de aço AISI 1045 equivale a 0,74, e o coeficiente de segurança adotado ao projeto é de 1,2. Após a seleção dos dados, basta equacioná-los conforme a Eq. (2), resultando na força de aperto (F_{ap}) de 8340,66 N.

Conhecendo a força de aperto que a morsa deverá exercer, é possível então determinar qual a força necessária que deve ser aplicada na haste de acionamento para que o dispositivo seja acionado durante os ensaios, a Fig. 4 mostra o diagrama de corpo livre da haste de acionamento.

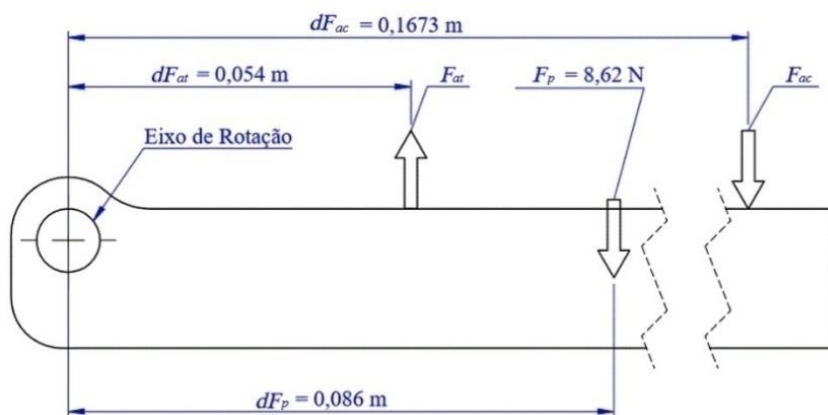


Figura 4. Diagrama de corpo livre da haste de acionamento.

Aplicando-se o somatório de momentos é possível deduzir a Eq. (4), onde a força de acionamento (F_{ac}), em função da distância da força de acionamento (dF_{ac}).

$$F_{ac} = \frac{dF_{at} * F_{at} - dF_p * F_p}{dF_{ac}} \quad (4)$$

Após a dedução da Eq. (4), ainda é necessário que seja calculada a força de atrito (F_{at}) entre o pino e a haste de acionamento, pois o vetor da força de atrito (F_{at}) é contrário ao vetor da força de acionamento (F_{ac}), conforme Fig. 3 (b). A força de atrito (F_{at}) entre o pino e a haste de acionamento pode ser calculada por meio da Eq. (5). O coeficiente de atrito (μ) é de 0,74, o mesmo utilizado para o cálculo da força de aperto (F_{ap}). O valor da força de aperto (F_{ap}) já é conhecido, basta então equacionar estes valores para que se encontre a força de atrito, (F_{at}) = 6172,1 N, a qual, substituída na Eq. (4), juntamente aos valores da Fig. 4, resulta em uma força de acionamento (F_{ac}) de 1987,76 N. A força de acionamento representa a força necessária para o desarme (abertura) do dispositivo.

$$F_{at} = \mu * F_{ap} \quad (5)$$

Para que a situação estática resultante do corpo de prova represente a situação dinâmica durante o processo de formação do cavaco, a eliminação do movimento relativo entre a ferramenta de corte e o corpo de prova deve ocorrer em uma velocidade maior que a velocidade periférica (v_c) da broca (Griffiths, 1986). Para que isto aconteça durante os ensaios, o dispositivo precisa ter um par de molas que forneça tal força que resulte na aceleração requerida pelas velocidades de corte utilizadas nos ensaios. Utilizando a Eq. (6), segunda lei de Newton, onde a força (F) é igual a massa (m) multiplicada pela aceleração (a) é possível encontrar a força necessária.

$$F = m * a \quad (6)$$

Para a massa (m) foi considerada a massa das peças que iram se movimentar junto aos mordentes de fixação no desarme do dispositivo, que é de 0,88 kg. Ainda é necessário que seja calculada a aceleração do sistema (a), a mesma pode ser calculada por meio da equação de Torricelli, conforme Eq. (7).

$$X = X_o + V_o * t + \frac{a * t^2}{2} \quad (7)$$

Onde:

X = 0 m - comprimento final;

X_o = 0,0045 m - comprimento inicial;

V_o = 1,5 m/s - velocidade inicial;

t = 0,006 s - tempo de abertura.

Para a velocidade inicial (V_0) considerou-se a velocidade de corte máxima pré-estabelecida em projeto, que é de 90 m/min, que convertida para o S.I. (métrico) equivale a 1,5 m/s. Substituindo então estes valores na Eq. (7) encontra-se uma aceleração (a) de 750 m/s², aceleração esta, fundamental para que o dispositivo desarme a uma velocidade inicial (V_0) de 1,5 m/s. Equacionando esta aceleração juntamente a massa dos componentes móveis na Eq. (6), encontra-se uma força de 660 N. Sabe-se que a força encontrada é a força mínima solicitada pelo sistema. Por questões de catálogo de fabricantes, a mola utilizada no projeto fornecerá uma força de 701,8 N com 33% de seu comprimento total comprimido, assim aumentando a aceleração (a) do sistema para 797,5 m/s². É importante ainda ressaltar que ensaios com maiores velocidades de corte e avanços, podem ser realizados utilizando o mesmo dispositivo, apenas substituindo as molas por outras que forneçam maiores forças.

Dimensionados estas grandezas de extrema importância ao funcionamento do dispositivo, foi então construído um modelo 3D em software CAD (*Computer Aided Design*). Por meio de simulações dinâmicas e análises de interferências, foi possível verificar se os mecanismos propostos poderiam funcionar conforme o planejado. Foi possível ainda modelar a forma dos componentes do dispositivo para assegurar seu funcionamento garantindo características como o peso e simetria do dispositivo. A Fig. 5 mostra a vista explodida de uma das laterais do dispositivo projetado.

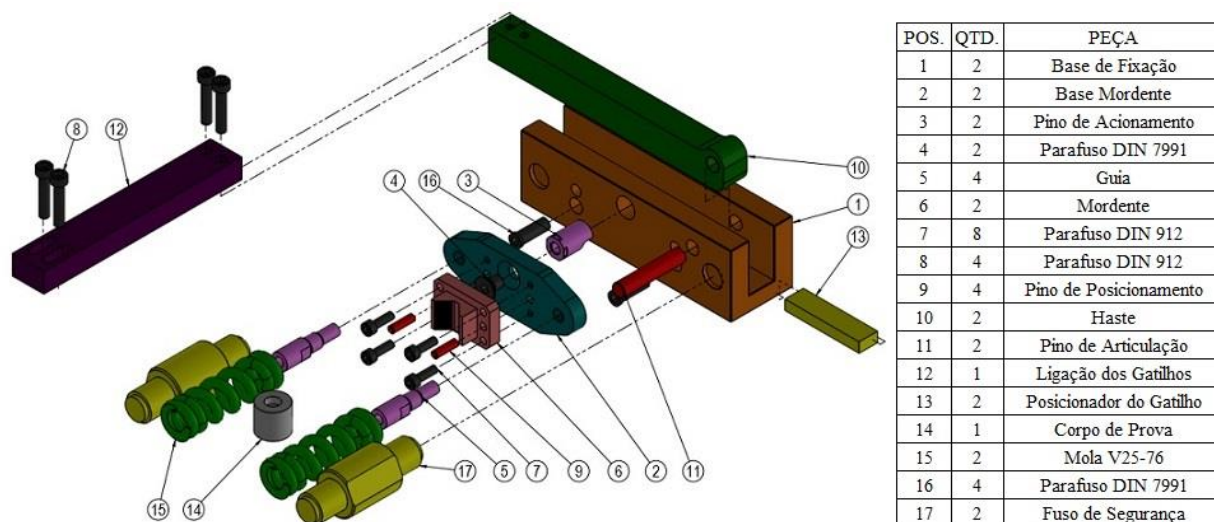


Figura 5. Vista explodida do modelo 3D projetado.

Alguns componentes do dispositivo foram projetados e modelados com certa peculiaridade. A Fig. 6 (a) mostra o mordente (POS. 6 – Fig.5), que além de seu encaixe em forma de “V”, foi ainda criado um padrão de estrias para assegurar uma melhor fixação do corpo de prova durante os ensaios. A Fig. 6 (b), mostra uma vista em corte do pino de acionamento (POS. 3 – Fig.5), componente este, responsável por manter o dispositivo armado e atuar em seu desarme, dispensando a utilização de um pino de sacrifício. O pino de acionamento precisou ser projetado para que não se deforme plasticamente devido a força de aperto (F_{ap}) ou até mesmo, para evitar uma possível fratura no momento do acionamento. Desta forma verificou-se que a força de acionamento (F_{ap}) proporcionaria uma tensão de 330,5 MPa sobre o pino de acionamento, sendo esta, maior que a tensão de escoamento do aço AISI 1045 (310 MPa). Deste modo, o pino de acionamento foi submetido ao tratamento térmico de têmpera seguido do revenimento, atingindo uma dureza de 45 HRC, suficiente para aplicação.

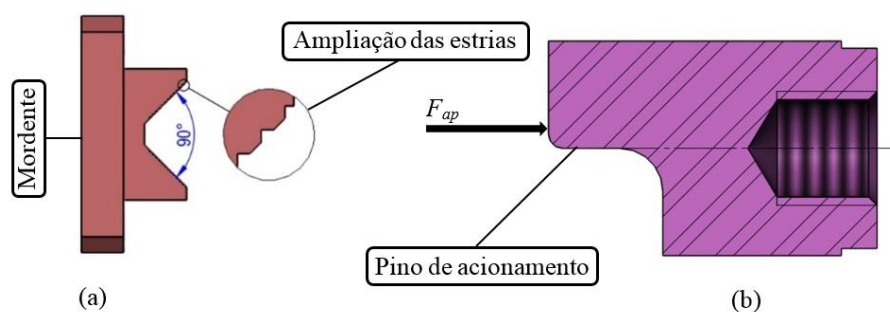


Figura 6. (a) Mordente e (b) pino de acionamento.

Outro componente em comum no dispositivo é o fuso de segurança (POS. 17 – Fig. 5), um subconjunto que consiste em um sistema de aperto composto por rosca esquerda e direita, conforme ilustra a Fig. 7. O mesmo é utilizado quando o dispositivo é armado, e tem por finalidade, assegurar que as forças existentes com o dispositivo armado não possam danificar a morsa onde o dispositivo está fixado ou até mesmo, influenciar nos ensaios de furação.

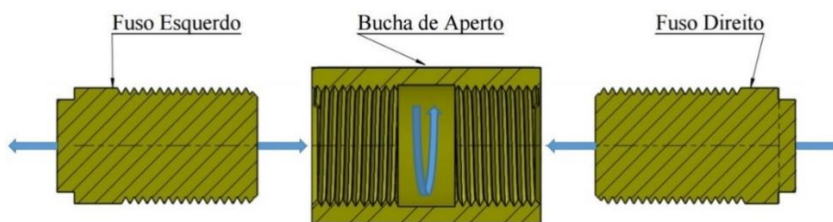


Figura 7. Fuso de segurança.

Após a obtenção da forma final do modelo 3D e de todos dados necessários ao funcionamento do dispositivo, foi então realizado o detalhamento dos componentes do dispositivo para que a fabricação do mesmo. O dispositivo foi inteiramente construído no CTIF (Centro de Tecnologia e Inovação em Fabricação da UNIFEFE, em Brusque-SC), utilizando recursos como CAM (*Computer Aided Manufacturing*), centro de usinagem ROMI D600, centro de torneamento ROMI GL 240 entre outros equipamentos disponíveis no CTIF. A Fig. 8 mostra o dispositivo construído.

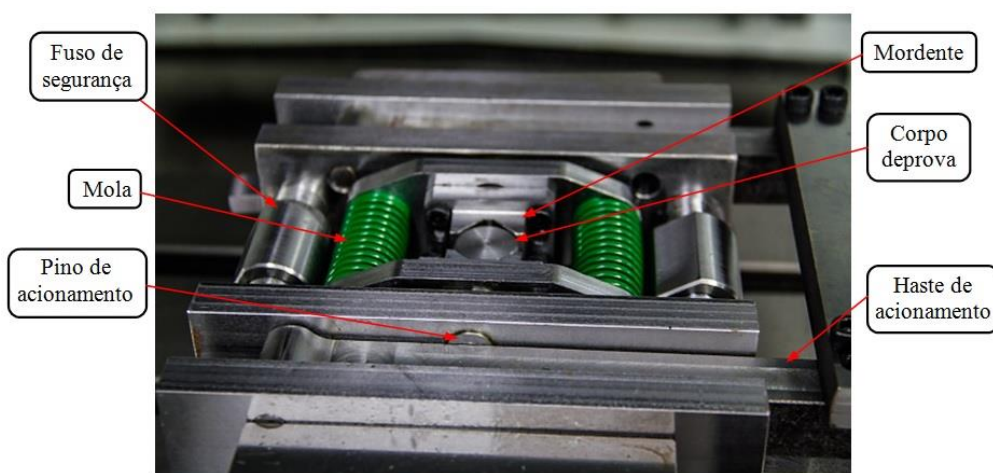


Figura 8. Dispositivo QSD montado na morsa.

3. VALIDAÇÃO

Para a etapa de validação do dispositivo, o mesmo foi montado no centro de usinagem ROMI D600 disponível no CTIF, e instalado em uma morsa hidráulica da marca Brasfixo, modelo MHBA-1. Todos os ensaios foram realizados em corpos de prova de aço AISI 1045, com $\varnothing 22\text{mm}$ e 20 mm de comprimento. Ainda para os ensaios foram utilizadas brocas de aço rápido de $\varnothing 6$ e $\varnothing 11$ mm.

Primeiramente foram realizados testes com o intuito de verificar se o sistema de abertura bilateral do dispositivo estaria funcionando conforme o projetado, pois ao aplicar a força na haste de acionamento do dispositivo, os mordentes deveriam se afastar do corpo de prova simultaneamente, de modo que não afete os ensaios de furação. Para realizar este teste foi utilizado uma câmera de alta resolução (GoPro hero 1), onde os testes de abertura do dispositivo foram filmados e posteriormente editados no software *GoPro Studio*, transformando os vídeos originais em vídeos de câmera lenta, o que tornou possível a visualização da abertura do dispositivo. Foi possível observar que a abertura bilateral do dispositivo foi eficiente, os mordentes se afastaram simultaneamente do corpo de prova.

Em uma segunda etapa, foram realizados os ensaios de furação com brocas helicoidais. Foram executados os procedimentos adequados para o referenciamento do dispositivo na máquina-ferramenta, evitando assim, avarias nos elementos que compõem o sistema de usinagem. Para comprovar a eficácia do dispositivo de acordo com o projetado, foram executados ensaios com velocidades de corte (v_c) no intervalo de 10 – 83 m/min. A Fig 9 (a) e (b) mostra a raiz do cavaco obtida com a broca de $\varnothing 6$ mm em 10 m/min e 40 m/min, respectivamente. Enquanto que a Fig. 9 (c), mostra a raiz do cavaco obtida com a broca de $\varnothing 11$ mm em 83 m/min.

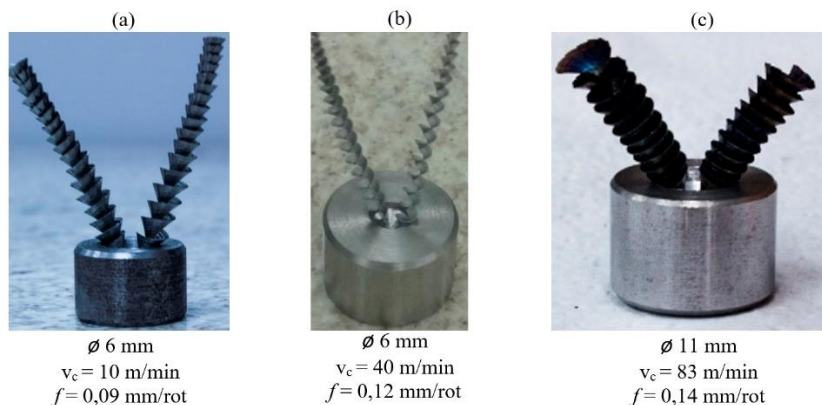


Figura 9. Corpos de prova obtidos nos ensaios.

Torna-se importante ressaltar que durante os ensaios, nenhuma das ferramentas utilizadas sofreu avarias. Além disso, para a broca de $\varnothing = 6 \text{ mm}$ o limite de velocidade de corte encontrado foi de $v_c = 40 \text{ m/min}$. Enquanto que para a broca de $\varnothing = 11 \text{ mm}$, a velocidade limite foi de $v_c = 83 \text{ m/min}$. Estes resultados eram esperados visto que o dispositivo foi projetado com base na velocidade periférica da broca. Para finalizar a validação do dispositivo, o corpo de prova mostrado na Fig. 9 (b) foi seccionado e submetido a análise metalográfica, Fig. 10. Para a análise metalográfica foi utilizado o ataque químico com Nital 4% por aproximadamente 5 segundos.

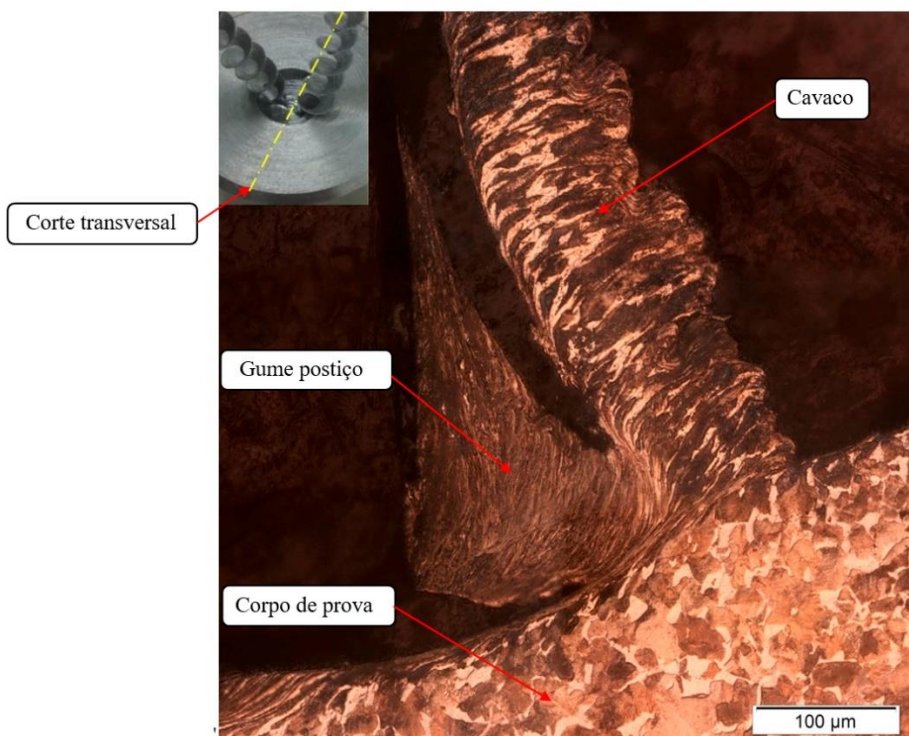


Figura 10. Micrografia da raiz do cavaco ($v_c = 40 \text{ m/min}$, $f = 0,12 \text{ mm/rot}$, $\varnothing$ broca = 6mm).

Conforme pode ser visualizado na micrografia mostrada na Fig. 10, o dispositivo permitiu a análise do momento da formação do cavaco. Pode-se ainda verificar a existência do gume postiço no processo de usinagem estudado. Além disso, torna-se nítido na Fig. 10 que o gume postiço é aderido ao material da peça e não da ferramenta. A validação comprovou a eficácia do dispositivo desenvolvido. Com isso, a disponibilidade do dispositivo QSD permitirá desenvolver estudos do processo de furção e compreender com maiores detalhes, principalmente a influência do gume transversal da broca na formação do cavaco.

4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos nos ensaios realizados com o dispositivo QSD desenvolvido, conclui-se que:

- o dispositivo QSD desenvolvido permite realizar ensaios no processo de usinagem de furação utilizando velocidades de corte de 10 a 83 m/min, avanços de 0,09 a 0,14 mm/rot e brocas de $\varnothing 6$ a $\varnothing 11$ mm de diâmetro;
- o dispositivo teve uma discordância de 7 m/min em relação a velocidade de corte projetada, tal ocorrência pode ser decorrente do atrito entre os pinos e guias do dispositivo. Ainda se observou que ensaios com maiores velocidades de corte podem ser realizadas com o mesmo dispositivo, apenas substituindo as molas por outras de maior força.
- a etapa de validação comprovou a reprodutibilidade do dispositivo com êxito, obtendo-se como resultado final a micrografia da região do gume transversal, onde foi possível analisar a formação da raiz do cavaco e a formação do gume postigo aderidos ao corpo de prova.

5. AGRADECIMENTOS

Este trabalho contou com o financiamento e apoio da FAPESC (Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina) e UNIEDU (Programa de Bolsas Universitárias de Santa Catarina).

6. REFERÊNCIAS

- Dolinšek, S., 2003, “Work-hardening in the drilling of austenitic stainless steels”, *Journal of Materials Processing Technology*, Vol. 133(1-2), pp. 63–70.
- Griffiths, B., 1985, “The development of a quick-stop device for use in metal cutting hole manufacturing processes” *International Journal of Machine Tool Design and Research*, Vol. 26(2), pp. 191–203.
- Karabay, S., 2006, “Performance testing of a constructed drilling dynamometer by deriving empirical equations for drill torque and thrust on SAE 1020 steel”, *Materials and Design*, Vol. 28 (6), pp. 1780-1793
- Moreno, D. A. N. “Validação de um dispositivo de interrupção súbita da furação com brocas helicoidais para análise da raiz de cavaco”. 2013, 212 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. Florianópolis. 2013.
- Norton, R., 2004, “Projeto de máquinas - uma abordagem integrada”, Editora Bookman, 2a Edição, 936 p.
- Philip, P., 1969, “Study of the performance characteristics of an explosive quick-stop device for freezing cutting action”, *International Journal of Machine Tool Design and Research*, Vol. 11(2), pp. 133–144.
- Satheesha, M., Jain, V., e Kumar, P., 1990, “Design and development of a quick-stop device (QSD)”, *Precision Engineering*, Vol. 12(4), pp. 205–212.
- Sbravati, B., Moreno, D.A.N., Schroeter, R.B., 2013, “Desenvolvimento de um dispositivo de parada súbita para processos de furação”, congresso brasileiro de engenharia de fabricação, 7, Penedo. Anais. Penedo: Cobef. 2013. (pp. 1-2).
- Smolenicki, D. et al. “Analysis of the chip formation of bainitic steel in drilling processes”, 5th CIRP Conference on High Performance Cutting 2012, pp. 683–684.

7. RESPONSABILIDADE AUTURAL

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.

QUICK STOP DEVICE (QSD) DESIGN, BUILDING AND VALIDATION FOR DRILLING PROCESS

Jonata Loureiro, jonataloureiro@unifebe.edu.br¹
Denis Boing, denisboing@unifebe.edu.br¹

¹Centro Universitário de Brusque - UNIFEBE, Centro de Tecnologia e Inovação em Fabricação - CTIF, Rua Dorval Luz, 123, Brusque, SC, 88352-400.

Abstract: Drilling process is the most usual machining process. It is applied in manufacturing of complex engine blocks and even in the daily life, i.e. for fixing a decoration on the house's wall. Despite the popularity, along the machining operations, the drilling is one of the most complex processes to study and understanding. The main difficulty is related with two factors: the drilling process occurs inside the workpiece making it impossible to view the phenomenon in the contact drill-workpiece; the second factor refers to the cutting speed variation along the drill's edge. In this context, the goal of this work is to design, build and validate a quick stop device (QSD) for drilling process. The QSD would stop the drilling process instantaneously without damaging the tool and it would keep the chip root attached to the workpiece, making it possible to study and understand the mechanic phenomenon in the chip formation. For project stages, it is considered a specimen with maximum diameter $\varnothing = 22$ mm, and a drive and opening device exclusively based on spring system. The quick stop device is designed based in the machining force components for a drilling process for typical low alloy steel parameters. After the design process, the prototype was built and tested making the chip root analysis possible and consequently the drilling process. In the validation step, it was found that QSD is available for drilling process with drills of $\varnothing 6$ to $\varnothing 12$ mm and cutting speed between 10-83 m/min. The availability of the QSD device will allow studies of the drilling process and understanding in greater detail, especially the influence of the cross drill edge in chip formation.

Keywords: machining, drilling, QSD, chip root.