

TERMO ADITIVO 27194.02.01/2021.02-01 ACORDO DE PARCERIA 27194.02.01/2021.02-00 PARA PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO - PD&I QUE ENTRE SI CELEBRAM AS PARTES INDICADAS NO PREÂMBULO DESTE INSTRUMENTO.

Assinado

A **FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA - FUNDEP**, inscrita no CNPJ/MF sob o nº 18.720.938/0001-41, com sede na Av. Pres. Antônio Carlos, 6627, Pampulha, Belo Horizonte/MG, CEP: 30161-970, neste ato representada por seu Presidente, Prof. Jaime Arturo Ramirez, e-mail presidencia@fundep.com.br doravante denominada **COORDENADORA**;

A **UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP**, Autarquia Estadual, sediada à Cidade Universitária "Zeferino Vaz" - CEP 13083-970 - Campinas-SP, inscrita no CNPJ sob o nº 46.068.425/0001-33, neste ato representada por seu Reitor Antonio José de Almeida Meirelles, CPF 015.869.178-46, e-mail assinagr@unicamp.br, doravante denominada simplesmente **ICT PROPONENTE com a interveniência administrativa e financeira da FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA UNICAMP –FUNCAMP** situada à Av. Erico Verissimo, 1251, Parque II do Polo de Alta Tecnologia de Campinas, Distrito de Barão Geraldo, Campinas/SP. CEP: 13.083-851., inscrita no CNPJ sob nº 49.607.336/0001-06, neste ato representada pelo seu Diretor, Orival Andries Junior, CPF 021.650.968-80, e-mail: assinatura_diretoria@funcamp.unicamp doravante denominada, doravante denominada simplesmente **FUNDAÇÃO DE APOIO**;

A **UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS - UFSCAR**, Instituição Federal de Ensino Superior, sediada à Rodovia Washington Luis km 235, CEP: 13565-905, São Carlos/SP, inscrita no CNPJ sob o nº 45.358.058/0001-40, neste ato representada por sua Reitora Ana Beatriz de Oliveira, CPF 214.458.668-38, e-mail biaoliveira@ufscar.br, doravante denominada simplesmente **ICT ASSOCIADA com a interveniência administrativa e financeira da FUNDAÇÃO DE APOIO INSTITUCIONAL AO DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO – FAI-UFSCAR**, inscrita no CPNJ/MF sob nº 66.991.647/0001-30 e Inscrição Estadual nº 637.148.460.118, com sede na Rodovia Washington Luiz, km 235, Jardim Guanabara, São Carlos, SP, CEP 13565-905, representado por seu Diretor Executivo Targino de Araújo Filho, inscrito no CPF/MF sob o nº 020.111.718-57, e-mail targino@dep.ufscar.br, doravante denominada simplesmente **FUNDAÇÃO DE APOIO**;

A **UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**, Instituição Federal de Ensino Superior e também Instituição Científica e Tecnológica, sediada na Rua da Reitoria, 374, Butantã, São Paulo/SP, CEP: 05508-220, inscrita no CNPJ sob o nº 63.025.530/0001-04, neste ato representada por seu representante legal Reitor Carlos Gilberto Carlotti Junior CPF n 075.130.298-81 e-mail: rgiudici@usp.br doravante denominada simplesmente, **ICT ASSOCIADA com a interveniência administrativa e financeira da FUNDAÇÃO DE APOIO À UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - FUSP**, pessoa jurídica de direito privado, instituição sem fins lucrativos, sediada à Avenida Afrânio Peixoto nº 15, Bairro Butantã – São Paulo - SP, CEP: 05507-000, inscrita no CNPJ sob o nº 68.314.830/0001-27, neste ato representada por seu Diretor Executivo Professor Doutor Marcílio Alves, CPF; 475.839.089-49, e-mail: fusp@fusp.org.br **FUNDAÇÃO DE APOIO**;

AUTOFORM DO BRASIL LTDA pessoa jurídica de direito privado, inscrita no CNPJ/MF sob o nº 13.229.321/0001-04, com sede na Av. Francisco Prestes Maia, 275 Sala 11 e 12 - São Bernardo do Campo - SP, neste ato representado por seu representante legal, Cesar Augusto Batalha, CPF 161.390.438-08, e-mail cesar.batalha@autoform.com.br, doravante denominada **EMPRESA**;

BENTELER COMPONENTES AUTOMOTIVOS LTDA. pessoa jurídica de direito privado, inscrita no CNPJ/MF sob o nº 00.853.157/0009-17, com filial na Rua Sérgio Fernandes Borges Soares, 1000 - Unidade 150 - Módulo 20 - Distrito Industrial | 13054-709 - Campinas, São Paulo | Brasil, neste ato representado por seus representantes legais, Maurício Pereira Nantes, CPF 192.399.888-90, e-mail mauricio.nantes@benteler.com e Francisco da Costa, CPF 028.134.498-14, e-mail francisco.costa@benteler.com, doravante denominada **EMPRESA**;

BLASER SWISSLUBE DO BRASIL LTDA pessoa jurídica de direito privado, inscrita no CNPJ/MF sob o nº 04.377.382/0001-28, com sede na Rua das Figueiras, 474 – conjuntos 93 e 94 - Bairro Jardim - Santo André - SP, CEP: 09080-301, neste ato representado por seu representante legal, Alessandro Erich Alcantarilla, CPF 178.472.448-37, e-mail a.alcantarilla@blaser.com, doravante denominada **EMPRESA**;

FIAT CHRYSLER AUTOMÓVEIS BRASIL LTDA pessoa jurídica de direito privado, inscrita no CNPJ/MF sob o nº 16.701.716-0001-56, com sede na Av. Contorno, n. 3455, bairro Paulo Camilo/MG - CEP: 32669-900, neste ato representado por seu representante legal, João Irineu Medeiros, CPF 467.515.726-20, e-mail joão.irineu@stellantis.com, doravante denominada **EMPRESA**;

FERRAMENTARIA GASPEC LTDA. pessoa jurídica de direito privado, inscrita no CNPJ/MF sob o nº 03.635.958/0001-47, com sede na Avenida Novo Horizonte, nº. 255, bairro Vila Sacadura Cabral, cidade de Santo André, São Paulo, CEP 09060- 820, neste ato representado por seu representante legal, Maurício Tomazetti, CPF 948.631.728-34, e-mail: mauricio@gaspec.com.br, doravante denominada **EMPRESA**

GENERAL MOTORS DO BRASIL LTDA., pessoa jurídica de direito privado, inscrita no CNPJ/MF sob o nº 59.275.792/0001-50, localizada na Av. Goiás, 1.805, Bairro Santa Paula, São Caetano do Sul (SP), CEP 09.550-050, neste ato representada por seus representantes legais, Carlos Yuji Sakuramoto, CPF: 022.653.058-20, e-mail: carlos.sakuramoto@gm.com e Marcio Rogerio Carbento, CPF: 148.997.658-27, e-mail: marciorogerio.carbento@gm.com, doravante denominada **EMPRESA**;

ISCAR DO BRASIL COMERCIAL LTDA pessoa jurídica de direito privado, inscrita no CNPJ/MF sob o nº 00.286.462.0001-17, com sede na Rodovia Miguel Melhado Campos, Km 79, Distrito Industrial Benedito Storani, CEP: 13.288-003 – Vinhedo/ SP, neste ato representado por seu representante legal, Leonardo Monteiro Barbosa, CPF 281.435.088-97, e-mail leonardo.barbosa@iscar.com.br, doravante denominada **EMPRESA**;

OERLIKON BALZERS REVESTIMENTOS METÁLICOS LTDA pessoa jurídica de direito privado, inscrita no CNPJ/MF sob o nº 02.044.059/0001-07, com sede na Rua Balzers, 250, Parque Industrial, Jundiá/SP, CEP 13213-084, neste ato representado por seus representantes legais, Luciano Marques da Silva, CPF 128.560.848-85, e-mail luciano.silva@oerlikon.com e Luiz Antonio Stoppa, CPF: 037.365.608-42, e-mail: luiz.stoppa@oerlikon.com, doravante denominada **EMPRESA**;

TECNO HOW ENGENHARIA INDUSTRIAL E COMÉRCIO LTDA pessoa jurídica de direito privado, inscrita no CNPJ/MF sob o nº 52.641.065/0001-10, com sede na Rua Maria Leonete da Silva Nóbrega, 254 - Vila Ida - São Paulo - SP, CEP: 05454-016, neste ato representado por seu representante legal, Paulo Augusto de Toledo Pacheco, CPF 285.706.248-67, e-mail paulo.pacheco@tecnohow.com.br, doravante denominada **EMPRESA**;

VILLARES METALS S/A pessoa jurídica de direito privado, inscrita no CNPJ/MF sob o nº 42.566.752/0001-64, com sede na Rua Alfredo Dumont Villares, nº. 155, bairro Jardim Santa

Carolina, cidade de Sumaré, São Paulo, CEP 13178-902, neste ato representado por seus representantes legais, Augusto César Ferreira Lara, CPF 035.831.686-31, e-mail augusto.lara@villaresmetals.com e Armin Andreas Wuzella, CPF 052.041.567-12, e-mail armin.wuzella@villaresmetals.com, doravante denominada **EMPRESA**;

INOVA INDÚSTRIA DE MATRIZES LTDA pessoa jurídica de direito privado, inscrita no CNPJ/MF sob o nº 04.800.044/0001-57, com sede na Avenida Capivari, nº 407, Bairro São Ciro, CEP 95.059-100, Caxias do Sul-RS, neste ato representada por seu representante legal, o Senhor Paulo Joel Scopel, CPF 525.886.610-68, e-mail paulo@inovamatrizes.com.br doravante denominada **EMPRESA**;

CONSIDERANDO:

- I- Que foi celebrado o **ACORDO DE PARCERIA 27194.02.01/2021.02-00** para desenvolvimento do projeto intitulado “**Nacionalização de matrizes de aço ferramenta para estampagem a quente de peças para o segmento automotivo**”;
- II- Que todos os demais parceiros informados no Acordo de Parceria **27194.02.01/2021.02-00** concordaram com as alterações realizadas por este Aditivo;
- III- Que a empresa **INOVA INDÚSTRIA DE MATRIZES LTDA** será inserida no projeto contribuindo com contrapartida econômica no valor de R\$ 25.200,00 (vinte e cinco mil e duzentos reais);
- IV- Que as empresas **THERION TREINAMENTOS CORPORATIVOS LTDA** e **MIDIA FERRAMENTARIA LTDA** se retiraram do projeto apresentando Cartas de Desistência;
- V- Que as empresas que se retiraram não executaram suas contrapartidas;
- VI- Que houve diminuição no valor total do projeto em virtude da retirada das empresas **THERION TREINAMENTOS CORPORATIVOS LTDA** e **MIDIA FERRAMENTARIA LTDA**;
- VII- Que as alterações geraram mudanças no Anexo I -Plano de Trabalho e no Anexo II: Planilha de Equipe, Cronograma e Orçamento.do Projeto para adequação da nova configuração para realização dos objetivos do Projeto;
- VIII- Que as alterações aqui propostas não infringem regras estabelecidas na Chamada na qual o Projeto foi selecionado.

Resolvem os **PARCEIROS** celebrar o **PRIMEIRO TERMO ADITIVO** ao **ACORDO DE PARCERIA** de modo a demonstrar seu comprometimento quanto ao prosseguimento ao projeto outrora selecionado, nos seguintes termos e condições:

CLÁUSULA PRIMEIRA - DO OBJETO

O presente **TERMO ADITIVO** tem por objeto realizar extensão de prazo do Projeto, inserir a empresa **INOVA INDÚSTRIA DE MATRIZES LTDA**, retirar as empresas **THERION TREINAMENTOS CORPORATIVOS LTDA** e **MIDIA FERRAMENTARIA LTDA** e alterar os Anexos I e II do referido **ACORDO DE PARCERIA** com objetivo de atualizar as contrapartidas das empresas e o valor total do Projeto.

CLÁUSULA SEGUNDA – DAS ALTERAÇÕES

2.1 Da inclusão e retirada de empresas e suas respectivas contrapartidas:

- a) Exclui do **ACORDO DE PARCERIA** a empresa **THERION TREINAMENTOS CORPORATIVOS LTDA**, pessoa jurídica de direito privado, inscrita no CNPJ/MF sob o nº 41.684.659/0001-91, com sede na Avenida Rudolf Darffener, 400 (Sala 305 - Edifício Nova York - Praça Maior Office Mall), Sorocaba-SP, CEP: 18.085-005, neste ato representada por seu representante legal, Fábio Ricardo da Silva, CPF 107.409.398-40, e-mail fabio.ricardo@therion.com.br denominada **EMPRESA** parceira no referido **ACORDO DE PARCERIA**;
- b) Exclui a contrapartida econômica da empresa **THERION TREINAMENTOS CORPORATIVOS LTDA** no valor de **R\$ 28.800,00 (vinte e oito mil e oitocentos reais)**;
- c) Exclui a **MIDIA FERRAMENTARIA LTDA** pessoa jurídica de direito privado, inscrita no CNPJ/MF sob o nº 02.126.838/0001-51, com sede na Rua Xavantes, 155, bairro Atiradores, Joinville-SC, CEP: 89.203-212, neste ato representada por seu representante legal Edelcir Carlos Matê, CPF 901.285.839-91, e-mail edelcir@midiaferramentaria.ind.br, doravante denominada **EMPRESA** parceira no referido **ACORDO DE PARCERIA**;
- d) Exclui a contrapartida econômica da empresa **MIDIA FERRAMENTARIA LTDA** no valor de **R\$ 45.750,00 (quarenta e cinco mil e setecentos e cinquenta reais)**;
- e) Inclui a **INOVA INDÚSTRIA DE MATRIZES LTDA** pessoa jurídica de direito privado, inscrita no CNPJ/MF sob o nº 04.800.044/0001-57, com sede na Avenida Capivari, nº 407, Bairro São Ciro, CEP 95.059-100, Caxias do Sul-RS, neste ato representada por seu representante legal, o Senhor Paulo Joel Scopel, CPF 525.886.610-68, e-mail: paulo@inovamatrizes.com.br, doravante denominada **EMPRESA** parceira no presente **TERMO ADITIVO** ao **ACORDO DE PARCERIA**;
- f) Inclui a contrapartida econômica da empresa **INOVA INDÚSTRIA DE MATRIZES LTDA** no valor de **R\$ 25.200,00 (vinte e cinco mil e duzentos reais)**.

Parágrafo único: As empresas que se retiraram do Projeto apresentaram Cartas de Desistências que seguem anexas a este **TERMO ADITIVO**.

2.2 A CLÁUSULA QUINTA - DOS RECURSOS (APORTES, CONTRAPARTIDAS FINANCEIRAS E ECONÔMICAS) passa a vigorar com a seguinte redação:

ONDE SE LÊ:

5.1 O valor total desse Acordo é R\$ 4.898.920,96 (quatro milhões, oitocentos e noventa e oito mil, novecentos e vinte reais e noventa e seis centavos), sendo: (...)

LEIA-SE:

5.1 O valor total desse Acordo é R\$ 4.849.570,96 (quatro milhões, oitocentos e quarenta e nove mil, quinhentos e setenta reais e noventa e seis centavos), sendo: (...)

2.3 A CLÁUSULA DÉCIMA TERCEIRA - DA VIGÊNCIA E DA PRORROGAÇÃO passa vigorar com a seguinte redação

ONDE SE LÊ:

13.1 O presente **ACORDO DE PARCERIA** vigorará pelo prazo de 18 (dezoito) meses, a partir da data de sua assinatura.

LEIA-SE:

13.1 O presente **ACORDO DE PARCERIA** vigorará pelo prazo de 24 (vinte e quatro) meses, a partir da data de sua assinatura.

CLÁUSULA TERCEIRA - DA EFETIVIDADE

Ratifica-se e confirmam-se todos os atos relativos ao **ACORDO DE PARCERIA** a partir de 13 de junho de 2023 até a assinatura do presente Termo Aditivo.

CLÁUSULA QUARTA – RATIFICAÇÃO

As partes ratificam as demais condições estabelecidas no referido **ACORDO DE PARCERIA** que não foram expressamente alteradas pelo presente Aditivo.

Por estarem de acordo quanto ao que se estipula, firmam o presente Acordo, assinado pelas partes eletronicamente. A data de assinatura deste instrumento, para todos os efeitos, é a primeira data de assinatura de signatário.

**FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA – FUNDEP
COORDENADORA**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS – UNICAMP
ICT PROPONENTE**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS – UFSCAR
ICT ASSOCIADA**

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ICT ASSOCIADA**

**FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA UNICAMP – FUNCAMP
FUNDAÇÃO DE APOIO**

**FUNDAÇÃO DE APOIO INSTITUCIONAL AO DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E
TECNOLÓGICO – FAI-UFSCAR
FUNDAÇÃO DE APOIO**

**FUNDAÇÃO DE APOIO À UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – FUSP
FUNDAÇÃO DE APOIO**

**AUTOFORM DO
EMPRESA**

**BENTELER COMPONENTES AUTOMOTIVOS LTDA
EMPRESA**

**BLASER SWISSLUBE DO BRASIL
EMPRESA**

**FIAT CHRYSLER AUTOMÓVEIS BRASIL
EMPRESA**

**FERRAMENTARIA GASPEC LTDA
EMPRESA**

**GENERAL MOTORS DO BRASIL LTDA
EMPRESA**

**ISCAR DO BRASIL COMERCIAL LTDA
EMPRESA**

**OERLIKON BALZERS REVESTIMENTOS METÁLICOS LTDA
EMPRESA**

**TECNO HOW ENGENHARIA INDUSTRIAL E COMÉRCIO LTDA
EMPRESA**

**VILLARES METALS S/A
EMPRESA**

**INOVA INDÚSTRIA DE MATRIZES LTDA
EMPRESA**

PLANO DE TRABALHO

Título do Projeto: Nacionalização de matrizes de aço ferramenta para estampagem a quente de peças para o segmento automotivo

Coordenadora Geral: Profa. Paula Fernanda da Silva Farina - Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP

Coordenador Associado: Prof. Dr. Carlos Eiji Hirata Ventura - Universidade Federal de São Carlos – UFSCar

Coordenador Associado: Prof. Dr. Hélio Goldenstein – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - EPUSP

Rota 2030 - Linha IV – Chamada PD&I 01/2021

Eixo II: Desenvolvimento a partir de demonstradores

Linha Temática: Demonstrador 1 – Estampagem a quente

Apoio técnico e econômico: AutoForm do Brasil, BENTELER Automotive - Mercosur & South Africa, Blaser Swissslube do Brasil Ltda, FCA Fiat Chrysler Automóveis Brasil Ltda, Ferramentaria Gaspec Ltda, Inova Indústria de Matrizes Ltda, Ferramentaria Oerlikon Balzers Revestimentos Metálicos Ltda, Tecno How Engenharia Industrial e Comércio Ltda, Villares Metals S/A.

Apoio técnico: General Motors do Brasil Ltda.

Atualizado em 18/04/2023

RESUMO EXPANDIDO

As matrizes para estampagem a quente possuem canais de refrigeração, com pequenos diâmetros (da ordem de 8 mm) e grandes comprimentos (da ordem de 300 mm), que tornam sua usinagem complexa. Os canais de refrigeração, de forma conforme, são essenciais para que ao estampar o blank, a peça estampada tenha propriedades de resistência mecânica e ao choque. O material do blank, em geral, é um aço ligado ao boro, o qual permite aliar baixo peso (essencial para a diminuição de consumos de combustível e emissão de poluentes) e altas resistências mecânicas e ao choque, após a estampagem a quente. Atualmente o ferramental para estampagem a quente, no Brasil, é 100% importado. Os sistematistas consideram que os aços de procedência nacional não estão homologados para a aplicação e as matrizes não detêm do conhecimento necessário para a usinagem e confecção das. Em relação às ferramentarias, acredita-se que a tecnologia disponível no Brasil para realização da etapa de furação de aços ferramenta para trabalho a quente não seja a maior limitação para a nacionalização destes componentes, mas, sim, a falta de conhecimento técnico de como efetuar a furação profunda.

Sabe-se que a fim de simplificar o processo de confecção das matrizes, as mesmas são seccionadas previamente à usinagem e furação dos canais de refrigeração, e posteriormente, já no estado acabado, segue-se a montagem do conjunto acoplado a uma base de aço fundido. Sendo assim, o presente projeto justifica-se por estar associado com a nacionalização de matrizes de aço ferramenta para estampagem a quente. Estas matrizes apresentam um complexo conjunto de canais para resfriamento diferenciado nas regiões das peças sendo estampadas. Estes canais são responsáveis pela variação de propriedades necessárias às peças na aplicação, promovendo variações de resistência mecânica e tenacidade nas diferentes regiões da peça. As variações ocorrem como resultado de uma soma do grau de deformação e da taxa de resfriamento que são inerentes a cada região da peça. Assim, a produção de uma peça dentro das propriedades necessárias compreende um complexo resultado da interação entre a ferramenta e o blank, os fluxos de extração de calor da peça estampada e da matriz, da temperatura da metalurgia do aço do blank e, conseqüentemente, da peça estampada.

O Prof. Dr. Carlos Ventura e o Prof. Dr. Amauri Hassui, irão coordenar as etapas de usinagem do projeto, de forma que ao fim do projeto se estabeleça a estratégia ótima para furação profunda em aços ferramenta para trabalho a quente. A Prof. Dr. Paula Farina, o Prof. Hélio Goldenstein, o Prof. Dr. André Tschiptchin e o Prof. Dr. Freddy Grijalba irão coordenar os trabalhos vinculados ao comportamento dos blanks/peças produzidas e das matrizes. O Prof.

Dr. Helio Goldenstein também coordenará os trabalhos vinculados à simulação do processo de estampagem a quente.

O principal resultado do presente projeto é a capacitação das ferramentarias brasileiras para a fabricação de matrizes de estampagem a quente, com foco na etapa de furação das matrizes, com uso do parque de equipamentos já existente; resultando em, pelo menos, uma matriz em escala 1:1, validada pela sistemista (justificando a TRL 7 do projeto).

Os estudos adicionais darão como resultado: i) a simulação numérica do processo de estampagem a quente, considerando materiais com diferentes condutividades térmicas para a matriz; ii) caracterização dos materiais do blank/peça e da matriz para diferentes condições de processamento; iii) caracterização da peça estampada (validação da matriz). Esses resultados permitirão entender por completo o processo de estampagem a quente e podem culminar em um projeto de canais de resfriamento simplificado para as matrizes.

OBJETIVOS DA PROPOSTA

- i- Desenvolver a cadeia de ferramentarias brasileiras, utilizando o parque de equipamentos já existente, capacitando-a para a furação de canais de refrigeração das matrizes para estampagem a quente, partindo de um projeto de molde já existente, com foco na nacionalização da produção das matrizes para estampagem a quente.
- ii- Determinar as condições de usinagem ótimas para a produção de canais de refrigeração em matrizes de aço endurecido para realização do processo de estampagem a quente, considerando a infraestrutura das ferramentarias parceiras e pesquisas a serem realizadas em laboratório. Dentre as condições investigadas, devem ser obtidas aquelas que levem ao menor tempo de processo, à maior vida da ferramenta, aos menores desvios de forma do furo, à menor rugosidade e formação de rebarbas, tendo em vista a aplicação de diferentes tipos de fluido de corte e a furação de peças com faces de diferentes inclinações.
- iii- Entender os mecanismos envolvidos na interação blank/matriz e os efeitos de diferentes taxas de resfriamento em ambos.
- iv- Simular matematicamente o processo de estampagem a quente para uma prensa em escala laboratorial.

JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

As regulamentações ambientais, em especial o PROCONVE no Brasil e a EURO na Europa, determinam limitações para emissões de gases do efeito estufa, segurança veicular e eficiência energética dos veículos. Devido a estas regulamentações, a redução de peso dos veículos tem sido uma das formas de se aumentar a eficiência energética dos veículos e, como principal consequência, o uso de materiais avançados com melhores propriedades é uma realidade para este segmento. Como consequência, observa-se que as peças produzidas por estampagem a quente, nos carros produzidos pela Stellantis, em 10 anos, passaram de 7 para 25%, no comparativo em peso.

Diante desse cenário consagra-se uma forte tendência de aumento da aplicação de peças automobilísticas produzidas por estampagem a quente, especialmente peças estruturais da carroceria dos veículos. Mesmo com os desenvolvimentos para aplicação de aços de 3ª geração em componentes estruturais, estampados a frio, os aços para estampagem a quente também estão em constate evolução. A BENTELER, parceira na aliança, já produz em sua planta na

Alemanha, peças estampadas a quente com até 2000 MPa de limite de resistência. Reforçando a tendência da evolução dos aços para este tipo de estampagem, sempre visando o aumento da resistência mecânica e segurança veicular atrelados à redução de massa do componente.

A tecnologia de estampagem a quente de chapas para o setor automotivo é baseada na realização do processo de conformação plástica simultaneamente ao tratamento térmico de têmpera, de forma que o blank na condição austenitizada é conformado e temperado de forma simultaneamente. Para que a têmpera ocorra, é necessário um sistema de canais de refrigeração, internos à matriz, complexo e que acompanha a forma da peça. Além de um acabamento apropriado, tais canais, com relações entre comprimento e diâmetro de aproximadamente 50 vezes, devem possuir pequenos desvios de forma e pequenas rebarbas, de maneira a possibilitar a ligação entre canais que percorrem diferentes direções, o escoamento sem restrições do fluido de refrigeração e uma troca térmica adequada entre chapa e matriz.

Tais exigências, associadas à dificuldade de usinagem do material utilizado e às limitações do parque industrial brasileiro, trazem desafios para a fabricação de matrizes para o processo de estampagem a quente. Para sua viabilização, o processo de furação profunda deve ser investigado e certos fatores, considerados. Além de uma escolha adequada das condições de corte, estão entre eles a inclinação da face de entrada da broca, já que os canais, com diferentes angulações, seguem, em certa medida, a geometria da superfície da matriz, composta por diferentes blocos, os quais são acoplados entre si; a possibilidade de aplicação de emulsões como fluido de corte, já que as ferramentarias não possuem equipamento específico para furação profunda e centros de usinagem para fresamento são comumente utilizados, nos quais a troca frequente de fluido corresponde a um processo oneroso.

Atualmente, não há produção de matrizes para estampagem a quente no Brasil. O objetivo do presente projeto é trazer a tecnologia para solo nacional, ou seja, a presente proposta propõe um percurso a ser percorrido para desenvolver e capacitar as ferramentarias brasileiras para a fabricação de matrizes para estampagem a quente. Objetiva-se utilizar os equipamentos já disponíveis no parque fabril atual e incorporar estratégias de usinagem que viabilizem a produção de matrizes para estampagem a quente.

Os conhecimentos gerados durante o desenvolvimento do projeto abrirão às ferramentarias a possibilidade de atuar no segmento e poderão fundamentar tomadas de decisão para realização de investimentos com foco na produção de matrizes para estampagem a quente.

A partir dos resultados obtidos, espera-se que as ferramentarias tenham conhecimento dos desafios e das possíveis soluções, além de terem subsídios para tomada de decisão em relação a investimentos futuros em máquinas, ferramentas e dispositivos necessários para a

fabricação das matrizes mencionadas, tendo condições de produzi-las e competir com o mercado externo.

Com relação ao aumento da competitividade da cadeia brasileira, observa-se que em muitos casos, os blocos de aços ferramenta para trabalho à quente, utilizados na confecção das matrizes para estampagem a quente, são fabricados no Brasil e exportados. Estes blocos são usinados no exterior para confecção das matrizes de estampagem a quente e as matrizes são importados de volta para o Brasil para viabilizar a produção de peças por estampagem a quente. Entende-se que esta rota de produção atual incorre em diversos custos adicionais que podem ser evitados, especialmente de transporte e tempos de atravessamento, de forma que apenas estes já trariam ganhos para a competitividade. Espera-se com este projeto viabilizar a produção das matrizes integralmente em solo brasileiro, além de possibilitar a exportação de matrizes produzidas no Brasil para estampagem a quente no exterior. Considera-se como principais limitantes custos associados com a produção do aço, ferramentais e custos de usinagem; os quais devem ser equiparados aos do exterior para que seja viável, ao final deste projeto, a produção das matrizes em solo nacional com a necessária competitividade.

INTRODUÇÃO E ESTADO DA ARTE

O processo de estampagem a quente foi desenvolvido e patenteado em 1977, no entanto, sua aplicação na indústria automobilística teve início em 1984. No ano de 1987 eram produzidas 3 milhões de peças por ano e no ano de 1997 já eram 8 milhões de peças por ano, saltando para 107 milhões de peças por ano, no ano de 2007. (KARBASIAN; TEKKAYA, 2010)

O grande salto na produção de peças de automóveis por estampagem a quente se deu pela necessidade de redução de peso dos veículos, aliado às propriedades de segurança e resistência ao impacto. (KARBASIAN; TEKKAYA, 2010) O processo de estampagem a quente consiste basicamente em pré-aquecer o *blank* e estampá-lo e temperá-lo simultaneamente, conforme a figura 1.

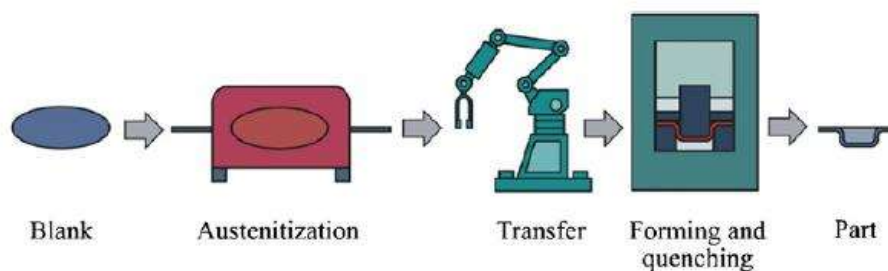


Figura 1 – Sequência da estampagem a quente: o *blank* é austenitizado, transferido do forno para a prensa, conformado e temperado e a peça é produzida com a forma e propriedades desejadas(KARBASIAN; TEKKAYA, 2010).

O aço do *blank* é um aço baixo carbono, ao manganês e boro, sendo o mais comum o 20MnB5, havendo outros com variações de composição química e revestimentos (KARBASIAN; TEKKAYA, 2010). A figura 2 exemplifica bem a escolha desse aço, em (a) observa-se que na condição austenitizado (condição na qual é estampado a quente) o aço 22MnB5 possui baixíssima resistência à tração e altíssima ductilidade, enquanto na condição conformado e temperado, possui baixíssima ductilidade e altíssima resistência à tração. Na figura 2(b) é possível observar a alta temperabilidade (curvas das transformações de fases por difusão deslocadas para a direita) aliada à uma alta temperatura de início de transformação martensítica.

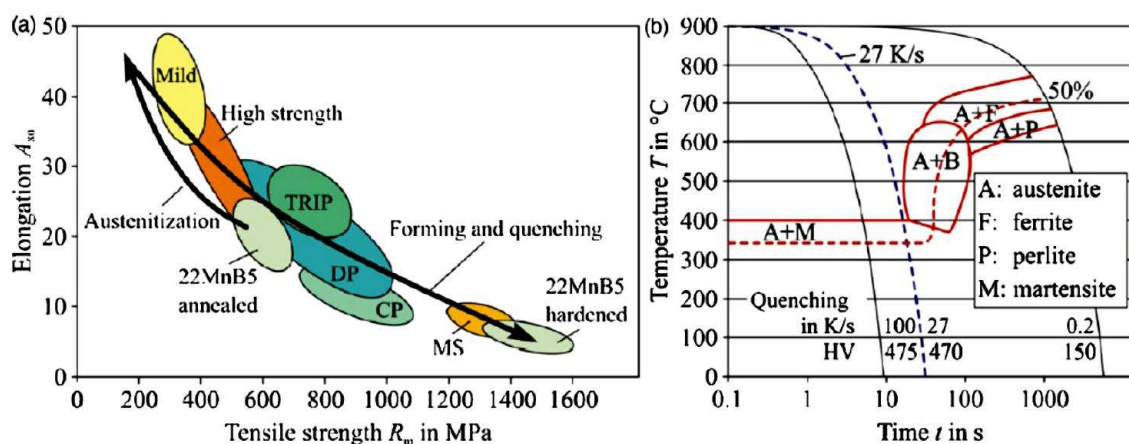


Figura 2: (a) Propriedades mecânicas do aço 22MnB5 - as setas indicam o material como recebido (na condição recozida, um aço ferrítico-perlítico), sendo austenitizado (aquecido) e conformado e temperado (*forming and quenching*), atingindo a condição endurecido (*Hardened*). (b) curva de resfriamento contínuo do aço 22MnB5, mostrando a alta temperabilidade aliada à alta temperatura de início da transformação martensítica.(KARBASIAN; TEKKAYA, 2010).

As matrizes para estampagem a quente são fabricadas com aços ferramenta para trabalho a quente, sendo o H13 o mais utilizado (MERKLEIN; WIELAND, 2014; SCHWINGENSCHLÖGL; MERKLEIN, 2020; SCHWINGENSCHLÖGL; WELDI; MERKLEIN, 2017; YANAGIDA; MUKAI; MATSUMOTO, 2018). A figura 3 (KARBASIAN; TEKKAYA, 2010) apresenta uma representação simplificada do projeto da ferramenta (matriz) para a estampagem a quente, a matriz possui canais de refrigeração, para manter a matriz refrigerada e, conseqüentemente, temperar o *blank*. O projeto e execução da usinagem desses canais de resfriamento não são triviais e há trabalhos sendo feitos nessa área(CHANTZIS et al., 2020; MUVUNZI et al., 2020, 2021; SHAN et al., 2013).

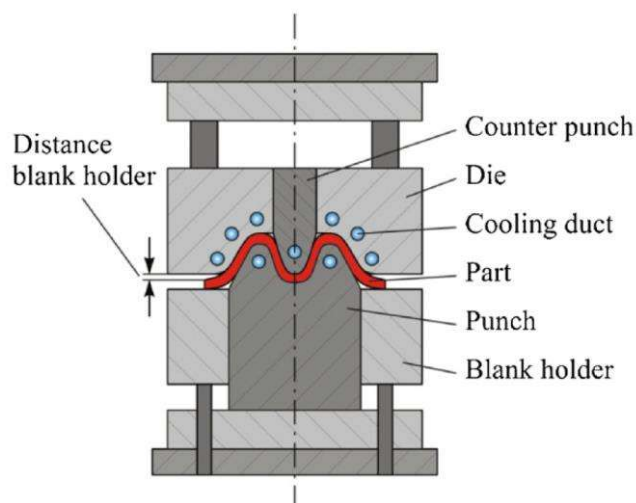


Figura 3: Representação esquemática da montagem das ferramentas para o processo de estampagem a quente (KARBASIAN; TEKKAYA, 2010).

Os processos de furação profunda, necessários para a fabricação das matrizes para estampagem a quente, são caracterizados por relações comprimento/diâmetro (L/D) acima de 10 e possuem aplicação na fabricação de peças em diversas indústrias, como automotiva, de alimentos, médica e aeroespacial. Devido aos elevados comprimentos dos furos, que dificultam a remoção do cavaco da região de corte e favorecem a ocorrência de deflexões e vibrações, problemas associados à manutenção de tolerâncias de forma, ao acabamento e ao desgaste da ferramenta são comumente reportados (Biermann et al., 2018).

Em comparação a brocas helicoidais, brocas canhão (com aresta única) são mais frequentemente utilizadas em processos de furação profunda, devido à maior facilidade de escoamento do cavaco, o qual, de todo modo, deve possuir pequenos comprimentos. A partir de uma análise da influência de diferentes geometrias de brocas canhão sobre a formação do cavaco durante a furação do aço AISI 316L, Zabel e Heilmann (2012) mostraram que ferramentas menos positivas possibilitam o uso de maiores avanços, facilitando a ruptura do cavaco e, conseqüentemente, seu escoamento. Já Lukyanov et al. (2017) observaram que a maior dificuldade de escoamento do cavaco em brocas helicoidais causa aumento do torque e limita a alteração do avanço para otimização do processo. Mas, de acordo com Meftah et al. (2019), para quebra do cavaco, há a possibilidade de uso da estratégia de avanço e retração (popularmente conhecida como furação pica-pau), o que, porém, leva a maiores tempos de ciclo.

Em seu estudo, Uhlmann e Richarz (2016) defenderam que brocas helicoidais podem ser aplicadas com sucesso na furação profunda de materiais endurecidos, mas dispositivos de fixação adequados, aplicação de fluido a alta pressão e ferramentas com elevada precisão e

tolerâncias apertadas são fundamentais. Eles complementaram que pequenas variações do sistema de fixação e da simetria da ferramenta podem levar à sua quebra e pressões abaixo de 60 bar não contribuem com a remoção de cavacos do furo.

Uma discussão detalhada dos resultados obtidos após a furação profunda do aço AISI 1045 com brocas helicoidais e estratégia de avanço e retração foi feita por Khan et al. (2017). Os autores notaram a ocorrência de desgaste das arestas principais devido à adesão de material, além de fratura da aresta transversal. Em relação aos desvios, foram observados em todos os testes diâmetros finais maiores que os nominais, mas com tendência de queda com o aumento do desgaste, sendo que este causou redução do diâmetro da broca; já erros de circularidade menores na saída do furo foram atribuídos ao amortecimento gerado pelo efeito de suporte do material em torno da ferramenta. Por fim, notou-se que a redução do valor de avanço discreto dentro do material, embora tenha levado ao aumento da vida da ferramenta, prejudicou a rugosidade do furo em função de instabilidades dinâmicas causadas pela intermitência do processo.

Com o uso de uma broca canhão, Aized e Amjad (2013) utilizaram o procedimento de avanço e retração para promover a quebra do cavaco na furação do aço AISI D2 e notaram uma melhora na circularidade e na cilindridade com valores intermediários de velocidade de corte combinados a maiores valores de avanço. Já El-Kahbeery et al. (1991) verificaram na furação profunda de aços com baixo e médio teor de carbono que uma combinação de elevada velocidade de corte e baixo avanço contribui com a redução da rugosidade. Biermann et al. (2012) demonstraram na furação do material AISI 4137 tratado termicamente que maiores raios de aresta, embora tenham prejudicado a rugosidade, apresentaram efeito positivo sobre a vida da ferramenta, desvio do diâmetro, circularidade e retilineidade do eixo do furo. De outra forma, Biermann et al. (2011) propuseram alterações na geometria da broca (variação da quantidade e posição das guias e ângulos de ponta) com o objetivo de se alcançar menores rugosidades após a furação do aço AISI 316L, mas não houve melhora em comparação à ferramenta comercial.

Sakuma et al. (1981) investigaram o efeito de diferentes fatores do processo no desvio do eixo de furos com elevada relação entre comprimento e diâmetro e mostraram que o desalinhamento do eixo da ferramenta, a excentricidade do pré-furo e faces de entrada inclinadas são os principais responsáveis quando da aplicação de brocas canhão. Nos dois últimos casos, o desvio está ligado à variação da força atuante na ponta da ferramenta, a qual pode também fomentar o desgaste. Chaudhari et al. (2015) verificaram que a ocorrência de lascamentos na aresta durante a entrada de brocas canhão no Inconel 718 está ligada à relação entre o tempo que a aresta mais externa leva para penetrar inteiramente na peça e o tempo de

penetração total, das duas arestas. Tal relação pode ser alterada não apenas pela velocidade de avanço na entrada, o que causa redução da produtividade, mas também por uma combinação adequada da geometria do pré-furo e da ponta da broca canhão. Quanto maior a relação, mais suave a entrada da broca e menor é a ocorrência de lascamentos. Para o material estudado, os autores observaram que relações maiores que 0,6 são necessárias.

Zhang et al. (2016) avaliaram o efeito do material na variação do diâmetro após a realização de furação profunda e notaram que materiais com menor dureza levam a um aumento do diâmetro do furo, o que está associado à deformação do material, principalmente devido ao efeito de alisamento pelas guias da broca canhão. A utilização de maiores valores de avanço forneceu resultados similares.

Nota-se, a partir da revisão da literatura, que a tecnologia de furação profunda ainda não está consolidada, sendo que diferentes materiais, geometrias da peça e demandas de produtividade levam à necessidade de um planejamento específico de processo. Além disso, estudos sobre a vida da ferramenta, influência da inclinação da face de entrada e aplicação de diferentes tipos de fluido de corte não têm sido realizados de forma sistemática, o que demonstra a relevância da investigação proposta, de modo a viabilizar a produção, por ferramentarias brasileiras, de matrizes para estampagem a quente, que exigem canais de refrigeração com elevada relação entre comprimento e diâmetro para que seja possível a realização do tratamento térmico durante o processo de conformação.

De forma alternativa e complementar à otimização das estratégias de usinagem para a furação dos canais de resfriamento, deve ser considerada a possibilidade de simplificação dos canais de resfriamento, obtendo-se as mesmas propriedades na peça estampada. Para tal possibilidade ser considerada, deve haver um estudo aprofundado das relações de deformação e têmpera e de transferência de calor na interface peça/matriz.

Como pode ser observado na figura 3, o coeficiente de transferência de calor do aço da matriz é tanto uma propriedade importante para a efetividade do processo, como para poder haver simplificações nos canais de refrigeração. Desta forma, a literatura propõe a utilização de aços de alta condutividade térmica para a aplicação em matrizes para estampagem a quente (GHIOTTI et al., 2016). Os aços de alta condutividade térmica podem melhorar o desempenho dos processos de estampagem a quente, minimizando a oxidação, o desgaste das matrizes e os ciclos severos de aquecimento e resfriamento das matrizes (GHIOTTI et al., 2016). A indústria já vem utilizando e/ou buscando alternativas de aços com alta condutividade térmica para essa aplicação.

No entanto, ainda não são conhecidos os comportamentos tribológicos desses aços de alta condutividade térmica, sendo necessário um estudo aprofundado dos mecanismos de desgaste atuantes nas matrizes de estampagem a quente e a determinação de ensaios tribológicos para fazer uma pré-avaliação do seu desempenho.

Para um bom estudo do sistema tribológico da estampagem a quente direta, faz-se necessário um bom entendimento do sistema de estampagem a quente, considerando: os materiais das matrizes, temperaturas e ciclos térmicos a que estão submetidas; material a ser estampado (*blank*), sua condição superficial, se oxidado, devido à temperatura de austenitização (HU et al., 2013), se recoberto com Al-Si (GHIOTTI; BRUSCHI; BORSETTO, 2011; WINDMANN; RÖTTGER; THEISEN, 2014), se galvanizado (CHO et al., 2014); as cargas e movimentos relativos aplicados.

A tabela 1 apresenta os trabalhos encontrados na literatura que estudaram o comportamento tribológico no processo de estampagem a quente direta.

Tabela 1 – Estudos do sistema tribológico da estampagem a quente direta.

Material do blank	Material da matriz	Ensaio	Mecanismo reivindicado	Observação	Referência
22MnB5 com revestimento de Al-Si	H13	Pino contra chapa, com a chapa aquecida	Desgaste Adesivo	Variação da temperatura da chapa, da carga aplicada e da velocidade de estampagem (velocidade de movimentação do pino).	(MERKLEIN; WIELAND, 2014; SCHWINGENSCHLÖGL; MERKLEIN, 2020; SCHWINGENSCHLÖGL; WELDI; MERKLEIN, 2017)
22MnB5 com revestimento de Al-Si	Aços de alta condutividade térmica	Pino contra disco, com o disco aquecido.	Adesão e abrasão.	Variação da temperatura do disco.	(GHIOTTI et al., 2016)
22MnB5 com revestimento de Al-Si	H13, com e sem revestimento	Estampagem de chapas quentes	Adesão	Número de passes limitado a 9.	(YANAGIDA; MUKAI; MATSUMOTO, 2018)

A tabela 1 evidencia a falta de grupos de pesquisa envolvidos com o estudo da tribologia do processo de estampagem a quente. Ainda é necessária uma revisão bibliográfica aprofundada dos mecanismos de desgaste e das condições de atrito nos processos de estampagem a quente direta, uma avaliação das vantagens e desvantagens dos ensaios propostos pela literatura e de propor um ensaio que reproduza as condições do processo.

METODOLOGIA

Definição da estratégia de usinagem

A fim de se atingir os objetivos propostos, dois eixos serão tratados: um abordará a viabilidade técnico-econômica das ferramentarias, enquanto o outro e terá como foco a otimização do processo.

Em relação ao primeiro eixo, com base em conhecimentos científicos e práticos e do estudo da matriz a ser produzida, deve ser apontada a infraestrutura mínima necessária para a realização do processo de furação profunda. Em seguida, a partir de visitas às ferramentarias parceiras e conversas com os responsáveis, devem ser gerados relatórios com o mapeamento do parque industrial existente e suas limitações em comparação ao que foi obtido na primeira atividade. Com isso em mente, devem ser propostas alternativas e soluções para as limitações encontradas.

Após a definição pelas ferramentarias dos caminhos a serem seguidos para a produção da matriz, deverá ser feito o acompanhamento e o registro do tempo de todas as etapas de produção, por cada ferramentaria, por meio de questionários a serem preenchidos e coletados. Com isso, poderão ser determinados os gargalos na cadeia.

O segundo eixo está relacionado à realização de testes de furação profunda (furos passantes de 6 mm de diâmetro e 300 mm de comprimento) em corpos de prova preparados a partir do aço ferramenta VTM Plus (recozido), próprio para aplicação em matrizes utilizadas no trabalho a quente, em um centro de usinagem DMG Mori Seiki eVo 40 (potência máxima de 25 kW, rotação máxima de 42.000 rpm e bomba de fluido de corte com pressão de 70 bar), equipado com broca recomendada pelo fabricante parceiro, disponível no Departamento de Engenharia de Manufatura e Materiais da UNICAMP.

Os testes serão divididos em três partes para avaliação da (i) influência da estratégia de furação, (ii) da inclinação da superfície de entrada e (iii) do tipo de fluido sobre a rugosidade do furo, a formação de rebarbas na saída, desvios de forma e a vida da ferramenta. Em todos os casos, pré-furos deverão ser produzidos para direcionamento da broca na entrada. Na primeira e na terceira parte, a broca será posicionada sempre perpendicularmente à superfície da peça; na segunda parte, a estratégia considerada mais crítica para os desvios de forma do furo e um fluido com características intermediárias serão aplicados; enquanto na terceira parte, a estratégia considerada mais crítica para o desgaste da ferramenta será mantida constante.

Estratégias de furação

Uma estratégia de furação adequada deve levar em conta os parâmetros de corte (avanço e velocidade de corte) e as formas de penetração e saída da broca. Nesse sentido, pode ser considerada a redução (ou aumento) da velocidade de avanço na entrada/saída, o avanço direto ou seguido de retração periódica e, neste caso, a espessura de material removida e o trecho de recuo da ferramenta. Todas as variáveis terão influência sobre a vida da ferramenta e sobre a rugosidade do furo, mas se espera que a escolha correta da variação do avanço e da forma de penetração da broca, que alteram de forma significativa a espessura do cavaco e os esforços na aresta de corte, possa contribuir com a diminuição dos desvios de forma e da formação de rebarba.

Dada a quantidade de variáveis de entrada, estas deverão ser organizadas a partir de um planejamento fatorial parcial e seus níveis serão definidos a partir de discussões com o fabricante da ferramenta, parceiro no projeto proposto.

Inclinação da superfície de entrada

Matrizes para estampagem a quente possuem superfícies complexas e consistem de diversos blocos que compõem sua geometria final. Em sua parte interna há canais de refrigeração, que possibilitam a redução de temperatura da matriz e consequente processo de tratamento térmico durante a conformação. Considerando que a troca térmica ocorre próximo à superfície e as faces laterais para montagem dos blocos são verticais, a entrada da broca para realização dos furos correspondentes nem sempre ocorre de forma perpendicular à face de entrada, especialmente em máquinas com uma quantidade limitada de eixos.

Assim, uma investigação sobre os efeitos da inclinação da broca deve ser realizada e, nesse sentido, serão testados quatro diferentes ângulos de inclinação do eixo da broca em relação à superfície do corpo de prova (90°, 75°, 60° e 45°), combinados à estratégia considerada mais crítica em termos dos desvios de forma dos furos.

Tipos de fluido

Tendo em vista a ausência de máquinas dedicadas ao processo de furação profunda em grande parte das ferramentarias brasileiras, a aplicação de centros de usinagem de uso geral deve ser considerada. Como essas máquinas são frequentemente utilizadas para o fresamento

de diferentes materiais, a colocação de fluidos de corte miscíveis em água é prática comum e a troca do fluido para diferentes operações não é uma possibilidade, tendo em vista o tempo e os recursos gastos. Dessa forma, a aplicação de óleo integral será evitada no presente estudo.

No processo de furação profunda, além das funções de refrigerar e lubrificar a ferramenta em contato com a peça, o fluido de corte é responsável por remover os cavacos do furo. Assim, deve haver equilíbrio em sua composição, de maneira a reduzir os esforços e o desgaste e evitar o acúmulo de material removido ao longo do furo. Com isso, devem ser testados três tipos de fluido de corte, todos com concentração de 15%: óleo mineral com elevada quantidade de aditivos EP, que possui alta lubricidade; óleo vegetal, também com elevada quantidade de aditivos EP, que possui maior estabilidade microbiológica; e óleo sintético, com boa lubricidade e estabilidade. Todos serão aplicados com pressão constante de 70 bar.

Obtenção das variáveis de saída

O desgaste de flanco das brocas será acompanhado a cada três furos em um microscópio óptico trinocular Nova XTD-30 com câmera de vídeo Nova DCM-510 (aumento de 100x com as lentes disponíveis), disponível no Departamento de Engenharia Mecânica da UFSCar, e o teste será concluído assim que um desgaste máximo de 0,3 mm for alcançado. Ao menos uma broca utilizada em cada condição será analisada por microscopia eletrônica de varredura (contratação de serviço no Laboratório de Caracterização Estrutural do Departamento de Engenharia de Materiais da UFSCar), de forma a se determinar os principais mecanismos de desgaste decorrentes da alteração das variáveis de entrada.

Em seguida, serão avaliados os desvios de forma (circularidade e cilindridade), a altura da rebarba na saída e a rugosidade dos furos correspondentes a cada valor de desgaste obtido. Os desvios de forma serão avaliados a partir de equipamento específico (contratação de serviço na Escola Senai Suíço-Brasileira Paulo Ernesto Tolle, em São Paulo) e a altura da rebarba na saída dos furos será medida no microscópio confocal InfiniteFocus SL (aumento de 500x com as lentes disponíveis), disponível do Departamento de Engenharia Mecânica da UFSCar. Para análise da rugosidade nas paredes dos furos em três diferentes trechos (entrada, meio e saída), as peças serão seccionadas por eletroerosão (contratação de serviço na Escola Senai Antonio A. Lobbe, em São Carlos) e imagens da superfície e parâmetros de rugosidade de perfil e de área serão obtidos no mesmo microscópio.

Matrizes, blanks e resfriamento

A interface entre as matrizes, os blanks/peças produzidas e o resfriamento aplicado à peça por meio das matrizes será estudada em diversos subprojetos, conforme os planos de bolsas. Todos os subprojetos estão relacionados e, portanto, nesse item serão apresentadas as metodologias de forma geral.

Matrizes

Serão estudadas 3 condições de matrizes: i) matriz produzida com o aço H13; ii) matriz produzida com o aço VTM Plus e; iii) matriz produzida com o aço VTM Plus com revestimento. Será feita a análise de falhas de uma quarta matriz, em final de vida, para identificar os mecanismos de desgaste predominantes e outras possíveis causas de falha (por exemplo, fadiga térmica). Essa análise de falhas, pode nortear e até modificar ensaios que serão feitos no desenvolvimento do projeto.

As 3 matrizes em estudo serão avaliadas por meio de estampagem a quente em escala laboratorial, dilatométrica, ensaios de desgaste e fadiga a quente.

Blank

O material do blank será avaliado por meio de estampagem a quente em escala laboratorial, dilatométrica, ensaios mecânicos e termomecânicos e caracterização microestrutural. A peça produzida em escala laboratorial e industrial será submetida a ensaios mecânicos, caracterização microestrutural e por meio de ensaio magnético não-destrutivo de Ruído Magnético de Barkhausen.

Estampagem a quente

Será utilizada uma prensa hidráulica motorizada de 15 ton, com acionamento elétrico e velocidade de até 30 mm/s, adaptada para o processo de estampagem a quente, disponível para a presente pesquisa no Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da Universidade de São Paulo. Para o controle da velocidade de resfriamento das matrizes de estampagem será utilizado um Chiller de 900 kcal/h e para a aquisição dos registros térmicos serão utilizados termopares tipo K (Cromel-Alumel) conectados, que através de um sistema SCXI de aquisição de dados, desenvolvido em ambiente de programação gráfica LabView, registrará os sinais em dados de tempo e temperatura durante os ensaios. À prensa, ao chiller e o sistema de aquisição de dados de temperatura serão acopladas as matrizes de estampagem a quente fabricadas em diferentes materiais.

Modelagem matemática e simulação numérica

A primeira etapa no processo de modelagem computacional de um fenômeno físico consiste na identificação dos fatores que influenciam de maneira relevante no problema. Isto implica na escolha adequada dos princípios físicos e das variáveis dependentes e independentes que descrevem o problema, resultando em um modelo matemático constituído por um conjunto de equações diferenciais parciais, entre as quais se incluem a equação de Poisson, Laplace, Helmholtz, Navier-Stokes etc. E a segunda etapa do processo, consiste em obter a solução do modelo matemático, tarefa esta atribuída aos métodos numéricos.

Para a simulação dos processos de estampagem a quente, pelo método dos elementos finitos (MEF), deverão ser definidas no modelo as distribuições de temperatura, tanto do aquecimento, quanto do resfriamento do componente estampado, através das equações de transferência de calor devidas à condução, convecção e radiação e às mudanças de volume originadas dos efeitos térmicos. Já durante o processo de conformação, deverão ser consideradas a transferência de calor entre a peça a ser estampada, a matriz e o ambiente. Para o processo de têmpera, são usados os resultados termomecânicos do modelo de conformação, como condições iniciais do processo de resfriamento. A simulação da transferência é imposta no modelo por uma condição de contorno, por meio de um coeficiente de transferência de calor, previamente calculado através dos registros obtidos por termopares inseridos em vários pontos do sistema. Para estudar a temperatura acumulada na matriz durante o processo, são realizadas várias simulações do processo de pressão. Com base na distribuição térmica e no histórico do resfriamento, se prevê a microestrutura final do componente conformado.

RESULTADOS PREVISTOS

Os resultados esperados do presente projeto são:

- i) produção de matriz em escala 1:1, TRL 7
- ii) capacitação das ferramentarias brasileiras para a fabricação de matrizes de estampagem a quente, com foco na etapa de furação das matrizes, com uso do parque de equipamentos já existente;
- iii) otimização da estratégia de usinagem para furação.
- iv) simulação numérica do processo de estampagem a quente, considerando materiais com diferentes condutividades térmicas para a matriz;
- v) caracterização (microestrutural, mecânica e tribológica) dos materiais do *blank* e da matriz, para diferentes condições de processamento e resfriamento;
- vi) caracterização da peça estampada (validação da matriz);

Referências

- Aized, T.; Amjad, M. Quality improvement of deep-hole drilling process of AISI D2. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 69 (2013) 2493-2503.
- Biermann, D.; Bleicher, F.; Heisel, U.; Klocke, F.; Möhring, H.-C.; Shih, A. Deep hole drilling. *CIRP Annals – Manufacturing Technology* 67 (2018) 673-694.
- Biermann, D.; Heilmann, M.; Kirschner, M. Analysis of the influence of tool geometry on surface integrity in single-lip deep hole drilling with small diameters. *Procedia Engineering* 19 (2011) 16-21.
- Biermann, D.; Wolf, M.; Assmuth, R. Cutting edge preparation to enhance the performance of single lip deep hole drills. *Procedia CIRP* 1 (2012) 172-177.
- CHANTZIS, D. et al. Review on additive manufacturing of tooling for hot stamping. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 109, n. 1–2, p. 87–107, 2020.
- Chaudhari, A.; Malarvizhi, S.; Woon, K.S.; Kumar, A.S.; Rahman, M. The effects of pilot hole geometry on tool-work engagement efficacy in deep hole drilling. *Journal of Manufacturing Processes* 19 (2015) 135-141.
- CHO, L. et al. Microstructure of liquid metal embrittlement cracks on Zn-coated 22MnB5 press-hardened steel. **Scripta Materialia**, v. 90, n. 1, p. 25–28, 2014.
- El-Khabeery, M.M.; Saleh, S.M.; Ramadan, M.R. Some observations of surface integrity of deep drilling holes. *Wear* 142 (1991) 331-349.
- GHIOTTI, A. et al. Tribological behavior of high thermal conductivity steels for hot stamping tools. **Tribology International**, v. 97, p. 412–422, 2016.
- GHIOTTI, A.; BRUSCHI, S.; BORSETTO, F. Tribological characteristics of high strength steel sheets under hot stamping conditions. **Journal of Materials Processing Technology**, v. 211, n. 11, p. 1694–1700, 2011.
- HU, P. et al. Effect of oxide scale on temperature-dependent interfacial heat transfer in hot stamping process. **Journal of Materials Processing Technology**, v. 213, n. 9, p. 1475–1483, 2013.
- KARBASIAN, H.; TEKKAYA, A. E. A review on hot stamping. **Journal of Materials Processing Technology**, v. 210, n. 15, p. 2103–2118, 2010.
- Khan, S.A.; Nazir, A.; Mughal, M.P.; Saleem, M.Q.; Hussain, A.; Ghulam, Z. Deep hole drilling of AISI 1045 via high-speed steel twist drills: evaluation of tool wear and hole quality. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 93 (2017), 1115-1125.
- Lukyanov, A.D.; Onoyko, T.S.; Najafabadi, T.A. Optimization of processing conditions when drilling deep holes: twist drills. *Procedia Engineering* 206 (2017) 427-431.

Meftah, M.B.; Baili, M.; Gassara, B.; Dessein, G.; Saï, W.B. Pre-hole optimization in high speed drilling considering machining cost. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 103 (2019) 3323-3336.

MERKLEIN, M.; WIELAND, M. Investigations on austenitization parameters influencing wear behavior within hot stamping. **Procedia Engineering**, v. 81, n. October, p. 1695–1700, 2014.

MUVUNZI, R. et al. Industry case study: process chain for manufacturing of a large hybrid hot stamping tool with conformal cooling channels. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 110, n. 7–8, p. 1723–1730, 2020.

MUVUNZI, R. et al. A case study on the design of a hot stamping tool with conformal cooling channels. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, p. 1833–1846, 2021.

Sakuma, K.; Taguchi, K.; Katsuki, A. Self-guiding action of deep-hole-drilling tools. *Annals of the CIRP* 30 (1981) 311-315.

SCHWINGENSCHLÖGL, P.; MERKLEIN, M. Characterization of tribological conditions within direct hot stamping. **Journal of Materials Processing Technology**, v. 278, n. December 2019, p. 116535, 2020.

SCHWINGENSCHLÖGL, P.; WELDI, M.; MERKLEIN, M. Investigation of the influence of process parameters on adhesive wear under hot stamping conditions. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 896, n. 1, 2017.

SHAN, Z. DE et al. Hot-stamping die-cooling system for vehicle door beams. **International Journal of Precision Engineering and Manufacturing**, v. 14, n. 7, p. 1251–1255, 2013.

Uhlmann, E.; Richarz, S. Twisted deep hole drilling tools for hard machining. *Journal of Manufacturing Processes* 24 (2016) 225-230.

WINDMANN, M.; RÖTTGER, A.; THEISEN, W. Formation of intermetallic phases in Al-coated hot-stamped 22MnB5 sheets in terms of coating thickness and Si content. **Surface and Coatings Technology**, v. 246, p. 17–25, 2014.

YANAGIDA, A.; MUKAI, T.; MATSUMOTO, K. Adhesion behavior of aluminum-coated 22MnB5 steel in hot flat drawing test under dry condition with coated tools. **Procedia Manufacturing**, v. 15, p. 1041–1046, 2018.

Zabel, A.; Heilmann, M. Deep hole drilling using tools with small diameters – Process analysis and process design. *CIRP Annals – Manufacturing Technology* 61 (2012) 111-114.

Zhang, H.; Shen, X.; Li, Y.; Yang, F.; Kwon, P. The effects of guide pads on bore diameter enlargement magnitude in deep hole drilling. In: *3rd International Conference on Mechanics and Mechatronics Research* 77 (2016) 01021.

Dados Gerais do Projeto

Programa: ROTA 2030- FUNDEP
Eixo II – Desenvolvimento a partir de demonstradores
Chamada: 01/2021

Linha temática: Demonstrador 1 - Estampagem a quente

Duração (em meses): 18

Título: Nacionalização de matrizes de aço ferramenta para estampagem a quente de peças para o segmento automotivo

Coordenador: Paula Fernanda da Silva Farina

1. Instituições Participantes

Nº	Financiadora	SIGLA	Classificação no projeto
1	Fundação do Desenvolvimento da Pesquisa	FUNDEP	Instituição Coordenadora

1.1 ICTs

Nº	ICT Participante	SIGLA	Classificação no projeto
1	Universidade Estadual de Campinas	UNICAMP	ICT Proponente
2	Universidade Federal de São Carlos	UFSCar	ICT Associada
3	Escola Politécnica da Universidade Estadual de São Paulo	EPUSP	ICT Associada

1.2 Empresas

Nº	Empresa Participante	SIGLA	Classificação no projeto
1	Villares Metais S/A	VMSA	Empresa
2	BENTELER Automotive - Mercosur & South Africa	BENTELER	Empresa
3	AutoForm do Brasil	AFBR	Empresa
4	Oerlikon Balzers Revestimentos Metálicos Ltda	Balzers	Empresa
5	Tecno How Engenharia Industrial e Comércio Ltda	Tecno How	Empresa
6	Ferramentaria Gaspec Ltda	GASPEC	Empresa
7	Blaser Swisslube do Brasil Ltda	BSBR	Empresa
8	FCA Fiat Chrysler Automóveis Brasil Ltda	FCA	Empresa
9	Iscar do Brasil Comercial Ltda	Iscar	Empresa
10	Inova Indústria de Matrizes LTDA	Inova	Empresa
11	General Motors do Brasil LTDA	GM	Empresa

1.3 Instituições Gestoras

Nº	Instituição Gestora	SIGLA	Custo Administrativo
1	Fundação de Desenvolvimento da Unicamp	Funcamp	0,1000
2	Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo	FUSP	0,1000
3	Fundação de Apoio Institucional ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico da UFSCar	FAL-UFSCar	0,1000

1.4 Coordenação

Coordenador Geral		ICT	e-mail	Telefone	CPF
Paula Fernanda da Silva Farina			paulafsf@unicamp.br	11 99720 4952	290.334.358-61

Coordenadores Associados (1)			ICT ou empresa	e-mail	Telefone	CPF
André Paulo Tschiptschin			Coordenador	EPUSP	11 98559 0303	271.076.048-72
Carlos Eiji Hirata Ventura			Coordenador	UFSCar	11 94886 9706	320.481.078-00

Orçamento

Programa: ROTA 2030- FUNDEP
Eixo II – Desenvolvimento a partir de demonstradores
Chamada: 01/2021

Título: Nacionalização de matrizes de aço ferramenta para estampagem a

Coordenador: Paula Fernanda da Silva Farina

Proponente: Universidade Estadual de Campinas

Contrapartidas

EMPRESA	Contrapartida		Representatividade	
	Econômica	Financeira		
VMSA	R\$ 282.580,00	R\$ 0,00	8%	
	BENTELER	R\$ 176.004,11	R\$ 0,00	5%
	AFBR	R\$ 262.000,00	R\$ 0,00	8%
	Balters	R\$ 24.400,00	R\$ 0,00	1%
	Tecno How	R\$ 64.000,00	R\$ 0,00	2%
	GASPEC	R\$ 21.200,00	R\$ 0,00	1%
	BSBR	R\$ 32.096,48	R\$ 0,00	1%
	Iscar	R\$ 66.000,00	R\$ 0,00	2%
	Inova	R\$ 25.200,00	R\$ 0,00	1%
	GM	R\$ 0,00	R\$ 0,00	0%
	0	R\$ 0,00	R\$ 0,00	0%
	0	R\$ 0,00	R\$ 0,00	0%
	0	R\$ 0,00	R\$ 0,00	0%
	0	R\$ 0,00	R\$ 0,00	0%
	UNICAMP	R\$ 98.634,24	R\$ 0,00	3%
UFSCar		R\$ 33.933,60	R\$ 0,00	1%
EPUSP		R\$ 284.720,48	R\$ 0,00	8%
0		R\$ 0,00	R\$ 0,00	0%
0		R\$ 0,00	R\$ 0,00	0%
0		R\$ 0,00	R\$ 0,00	0%
0		R\$ 0,00	R\$ 0,00	0%
0		R\$ 0,00	R\$ 0,00	0%
0		R\$ 0,00	R\$ 0,00	0%
0		R\$ 0,00	R\$ 0,00	0%
0		R\$ 0,00	R\$ 0,00	0%
0		R\$ 417.288,32	R\$ 0,00	12%
Total de contrapartidas		Contrapartida Econômica	Contrapartida Financeira	Representatividade
		R\$ 1.400.605,71	R\$ 0,00	41%

Total de contrapartidas	Contrapartida Econômica	Contrapartida Financeira	Representatividade
	R\$ 1.400.605,71	R\$ 0,00	41%

Valores do projeto	
Aporte Fundep	R\$ 3.448.965,25
Contrapartidas	R\$ 1.400.605,71
Valor Global	R\$ 4.849.570,95

Programa: ROTA 2030- FUNDEP Eixo II – Desenvolvimento a partir de demonstradores Chamada: 01/2021	
Contrapartidas	
Título: Nacionalização de matrizes de aço ferramenta para estampagem a quente de peças para o segmento automotivo Coordenador: Paula Fernanda da Silva Farina Proponente: Universidade Estadual de Campinas	

12. Contrapartidas

12.1 Contrapartidas das EMPRESAS

Nº	Descrição do item	Aplicação no projeto	Valor unitário	Quant.	Unidade	Tipo (6)	Rubrica	Recurso (5)	Valor (R\$)
1	Apoio técnico e administrativo	Apoio técnico e administrativo na elaboração e execução do projeto, por meio de horas técnicas.	50,00	120	HH	Econômica		Balzars	6.000,00
2	Polimento, nitretação e revestimento	Horas técnicas para execução de processo de polimento, de nitretação e de deposição de revestimentos PVD em corpos de prova.	70,00	120	HH	Econômica		Balzars	8.400,00
3	Polimento, nitretação e revestimento	Horas máquina para execução de processo de polimento, de nitretação e de deposição de revestimentos PVD em corpos de prova.	200,00	50	HE	Econômica		Balzars	10.000,00
4	Licença AutoForm	Simulação do processo HotForming	250.000,00	1	Unidade	Econômica		AFBR	250.000,00
5	Treinamento AutoForm	Preparação do usuário para correta utilização da tecnologia	12.000,00	1	Unidade	Econômica		AFBR	12.000,00
6	Fluido de usinagem (Blaser)	Aplicação na usinagem das peças	64,31	208	litros	Econômica		BSBR	13.376,48
7	Horas técnicas (Blaser)	Apoio técnico	80,00	234	horas	Econômica		BSBR	18.720,00
8	Hora de Engenharia	Realização de reuniões, apoio técnico, simulações numéricas	70,00	1152	ora Home	Econômica		VMSA	80.640,00
9	Hora de Técnicos	Realização de ensaios metalográficos e mecânicos para apoio na caracterização dos materiais	35,00	864	ora Home	Econômica		VMSA	30.240,00
10	Ensaio de Fadiga à Quente	Avaliação da vida da ferramenta durante estampagem	1.200,00	30	Unidade	Econômica		VMSA	36.000,00
11	Apo VTMPLUS	Fornecimento de blocos do aço VTMPLUS para fabricação da matrizes de estampagem à quente	65,00	2000	Kg	Econômica		VMSA	130.000,00
12	Ensaio Metalográficos	Caracterização dos ensaios de fadiga para determinação da causa da falha e de amostras das matrizes	90,00	30	Unidade	Econômica		VMSA	2.700,00
13	Ensaio Mecânicos	Caracterização do material nas condições da aplicação (ensaio de tração e impacto)	150,00	20	Unidade	Econômica		VMSA	3.000,00
14	Apoio técnico e administrativo na elaboração e execução do projeto	Acompanhamento do projeto em reuniões semanais	155,40	192	bras/home	Econômica		FCA	29.836,80
15	Horas técnicas	Apoio técnico e administrativo na elaboração e execução do projeto	120,00	60	hrs	Econômica		GASPEC	7.200,00
16	Horas homem e horas máquina	Execução da usinagem e furação	200,00	70	hrs	Econômica		GASPEC	14.000,00
17	HORAS MAQUINA / PROCESSO DE USINAGEM	USINAGEM DA CAVIDADE DA PEÇA TESTE	600,00	80	HORAS	Econômica		Tecno How	48.000,00
18	HORAS TECNICAS (TECNOHOW)	APOIO E SUPORTE TECNICO	400,00	40	HORAS	Econômica		Tecno How	16.000,00
19	Horas de Engenharia	Horas de engenheiros de diferentes áreas (engenharia de processo, produto e materiais) que serão dedicadas ao projeto e discussões técnicas com o time.	684,00	48	Horas	Econômica		BENTELER	32.832,00

Programa: ROTA 2030- FUNDEP Eixo II – Desenvolvimento a partir de demonstradores Chamada: 01/2021	
Contrapartidas	
Título: Nacionalização de matrizes de aço ferramenta para estampagem a quente de peças para o segmento automotivo Coordenador: Paula Fernanda da Silva Farina Proponente: Universidade Estadual de Campinas	

12. Contrapartidas									
20	Ferramentaria	Teste de uma matriz (VTM+) - matriz desenvolvida no projeto.	Horas de ferramentaria para ajuste da ferramenta com a matriz desenvolvida no projeto.	365,42	8	Horas	Econômica	BENTELER	2.923,36
21	Máquina (Ferr.-Produção)	Teste de uma matriz (VTM+) - Ajuste	Horas para ajuste de máquina (prensa) da linha de Hot forming.	2.037,00	24	Horas	Econômica	BENTELER	48.888,00
22	[Qty Blanks]	Teste de uma matriz (VTM+) - Material	Quantidade de blanks (material) a ser utilizado no try-out da matriz desenvolvida.	59,50	210	Unidades	Econômica	BENTELER	12.494,75
23	Produção (HF)	Teste de uma matriz (VTM+) -	Horas de produção para produção de componentes utilizando a matriz desenvolvida.	1.671,58	40	Horas	Econômica	BENTELER	66.863,20
24	Laboratório Qualidade	Teste de uma matriz (VTM+) -	Testes para controle de qualidade das peças produzidas, utilizando a matriz desenvolvida	146,15	40	Horas	Econômica	BENTELER	5.846,00
25	Metrologia	Teste de uma matriz (VTM+) -	Controle dimensional das peças produzidas, utilizando a matriz desenvolvida	153,92	40	Horas	Econômica	BENTELER	6.156,80
26	Ferramenta - Broca de Metal Duro	Executar Furo guia para as furações profundas da peça	Executar Furo guia para as furações profundas da peça	600,00	8	pçs	Econômica	Iscar	4.800,00
27	Ferramenta - Broca Canhão	Executar Furações Profundas da peça	Executar Furações Profundas da peça	800,00	16	pçs	Econômica	Iscar	12.800,00
28	Ferramenta - Suporte para broca de Ponta Intercambiável	Executar Furo guia para as furações profundas em estudo de melhorias	Executar Furo guia para as furações profundas em estudo de melhorias	1.000,00	3	pçs	Econômica	Iscar	3.000,00
29	Ferramenta - Pastilha para broca de Ponta Intercambiável	Executar Furo guia para as furações profundas em estudo de melhorias	Executar Furo guia para as furações profundas em estudo de melhorias	400,00	4	pçs	Econômica	Iscar	1.600,00
30	Ferramenta - Broca Canhão com Pastilha Indexável	Executar Furações Profundas em estudo de melhorias	Executar Furações Profundas em estudo de melhorias	5.000,00	3	pçs	Econômica	Iscar	15.000,00
31	Ferramenta - Pastilha Indexável para Broca Canhão	Fornecimento de ferramentas de corte	Fornecimento de ferramentas de corte	180,00	10	pçs	Econômica	Iscar	1.800,00
32	Ferramenta - Pastilha Guia Indexável para Broca Canhão	Fornecimento de ferramentas de corte	Fornecimento de ferramentas de corte	180,00	10	pçs	Econômica	Iscar	1.800,00
33	Hora Técnica de Apoio	Participação em estudos técnicos e acompanhamento dos trabalhos	Participação em estudos técnicos e acompanhamento dos trabalhos	150,00	72	horas	Econômica	Iscar	10.800,00
34	Hora Técnica de Apoio	Acompanhamento e Suporte Técnico na execução das Furação	Acompanhamento e Suporte Técnico na execução das Furação	150,00	32	horas	Econômica	Iscar	4.800,00
35	Hora Técnica de Apoio	Ministrar seminários técnicos para dissiminação do conhecimento e divulgação de resultados dos trabalhos	Ministrar seminários técnicos para dissiminação do conhecimento e divulgação de resultados dos trabalhos	150,00	32	horas	Econômica	Iscar	4.800,00
36	Hora Técnica de Apoio	Ministrar seminários técnicos para dissiminação do conhecimento e divulgação de resultados dos trabalhos	Ministrar seminários técnicos para dissiminação do conhecimento e divulgação de resultados dos trabalhos	150,00	32	horas	Econômica	Iscar	4.800,00
37	Matriz	Furação profunda	Furação profunda	120,00	210	horas	Econômica	Inova	25.200,00
47									0,00
48									0,00
Total									983.317,39



Comunicado de desistência THERION – Projeto ROTA 2030

Para:

UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas
Cidade Universitária Zeferino Vaz
Barão Geraldo, Campinas – SP
CEP 13083-970
Telefone: (19) 3521-7000

A/C Profª. Dra. Paula Fernanda da Silva Farina
Coordenadora de Graduação – Engenharia Mecânica
Grupo de Pesquisas em Materiais
GPM-DEMM-FEM-UNICAMP

Pelo presente instrumento e na melhor forma de direito, declaro a desistência da empresa THERION Treinamentos Corporativos Ltda., inscrita sob o CNPJ nº 41.684.659/0001-91, localizada na Avenida Rudolf Dafferner, nº. 400, sala 305 – Edifício Nova York – Praça Maior Office Mall, cidade de Sorocaba, SP, CEP 18.085-005, da participação do projeto intitulado Nacionalização de matrizes de aço ferramenta para estampagem a quente de peças para o segmento automotivo, aprovado na chamada de projetos 01/2021 Rota 2030 – Mobilidade e Logística – Linha IV – Ferramentarias Brasileiras Mais Competitivas.

Declaro que os motivos para a desistência é a falta de horário disponível em agenda para cumprir os compromissos acordados.

Me coloco à disposição para qualquer esclarecimento que se faça necessário.

Sorocaba, 28 de fevereiro de 2023.

Fábio Ricardo da Silva
THERION Treinamentos Corporativos

Joinville, 09 de fevereiro de 2023.

Declaração de desistência

Pelo presente instrumento e na melhor forma de direito, declaro a desistência da empresa MIDIA FERRAMENTARIA LTDA, inscrita sob o CNPJ nº 02.216.838/0001-51, localizada na RUA XAVANTES, nº. 155, bairro ATIRADORES, cidade de JOINVILLE, SC, CEP 89.203-212, da participação do projeto intitulado Nacionalização de matrizes de aço ferramenta para estampagem a quente de peças para o segmento automotivo, aprovado na chamada de projetos 01/2021 Rota 2030 – Mobilidade e Logística – Linha IV – Ferramentarias Brasileiras Mais Competitivas.

Declaro que os motivos para a desistência são:

Encerramento da empresa MIDIA FERRAMENTARIA em 2022.

Edelcir Carlos Mate
Edelcir Carlos Mate

27194-27-TERMO ADITIVO Paula Farina

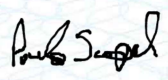
Código do documento c2e2d8d4-5cb5-4aa0-ae10-d2455407df9b

Anexo: 27194-27_Anexo I_Aditivo.pdf
Anexo: 27194-27_Anexo II_Aditivo.pdf
Anexo: 27194-27_CARTA DESISTÊNCIA THERION.pdf
Anexo: 27194-27_CARTA DESISTÊNCIA MIDIA.pdf



Assinaturas

	JAIME ARTURO RAMIREZ presidencia@fundep.com.br Assinou	<i>Jaime Arturo Ramirez</i>
	Antonio José de Almeida Meirelles assinagr@unicamp.br Assinou	<i>Antonio José de Almeida Meirelles</i>
	Orival Andries Júnior assinatura_diretoria@funcamp.unicamp.br Assinou	<i>Orival Andries Junior</i>
	Ana Beatriz de Oliveira biaoliveira@ufscar.br Assinou	<i>Ana Beatriz de Oliveira</i>
	Targino de Araujo Filho targino@dep.ufscar.br Assinou	<i>Targino de Araujo Filho</i>
	Reinaldo Giudici rgiudici@usp.br Assinou	<i>Reinaldo Giudici</i>
	marcilio alves fusp@fusp.org.br Assinou	<i>MA</i>
	César Augusto Batalha cesar.batalha@autoform.com.br Assinou	<i>César Augusto Batalha</i>
	Mauricio Pereira Nantes mauricio.nantes@benteler.com Assinou	<i>MPN</i>
	Francisco da Costa francisco.costa@benteler.com Assinou	<i>Francisco da Costa</i>
	Renan Mendes Lopes renan.lopes@benteler.com Aprovou	<i>RL</i>
	Thays Ramalho Ávila thays.avila@benteler.com Aprovou	<i>Thays Ramalho Ávila</i>

	ALESSANDRO ERICH ALCANTARILLA a.alcantarilla@blaser.com Assinou	
	Joao Irineu Medeiros joao.irineu@stellantis.com Assinou	
	Maurício Tomazetti mauricio@gaspec.com.br Assinou	Maurício Tomazetti
	CARLOS YUJI SAKURAMOTO carlos.sakuramoto@gm.com Assinou	CARLOS YUJI SAKURAMOTO
	Marcio Rogerio Carbento marciorogério.carbento@gm.com Assinou	Marcio R. Carbento
	Leonardo Monteiro Barbosa leonardo.barbosa@iscar.com.br Assinou	
	Luciano Marques da Silva luciano.silva@oerlikon.com Assinou	Luciano M. Da Silva
	Luiz Antonio Stoppa luiz.stoppa@oerlikon.com Assinou	Luiz Antonio Stoppa
	Paulo Augusto de Toledo Pacheco paulo.pacheco@tecnohow.com.br Assinou	Paulo Augusto de Toledo Pacheco
	Augusto Cesar Ferreira Lara augusto.lara@villaresmetals.com Assinou	Augusto Lara
	Armin Andreas Wuzella armin.wuzella@villaresmetals.com Assinou	Armin Andreas Wuzella
	Rodrigo Priviero D'Abruzzo rodrigo.dabruzzo@villaresmetals.com Aprovou	Rodrigo Priviero D'Abruzzo
	PAULO JOEL SCOPEL paulo@inovamatrizes.com.br Assinou	
	Sabrina Borges de Abreu Scorvo sabrinaabreu@fundep.com.br Assinou como testemunha	Sabrina Borges de Abreu Scorvo
	Paula Fernanda da Silva Farina paulafsf@unicamp.br Assinou como testemunha	Paula Farina
	Karina Ribeiro de Matos karinamatos@fundep.com.br Aprovou	Karina Ribeiro de Matos



MARCELO FERRO GARZON
marcelo.garzon@fai.ufscar.br
Aprovou

MARCELO FERRO GARZON

Eventos do documento

03 Jul 2023, 17:09:37

Documento c2e2d8d4-5cb5-4aa0-ae10-d2455407df9b **criado** por KARINA RIBEIRO DE MATOS (5398f90e-2e8a-4acb-ab0d-deac52b3054a). Email: karinamatos@fundep.com.br. - DATE_ATOM: 2023-07-03T17:09:37-03:00

03 Jul 2023, 17:39:05

Assinaturas **iniciadas** por KARINA RIBEIRO DE MATOS (5398f90e-2e8a-4acb-ab0d-deac52b3054a). Email: karinamatos@fundep.com.br. - DATE_ATOM: 2023-07-03T17:39:05-03:00

03 Jul 2023, 17:45:39

PAULA FERNANDA DA SILVA FARINA **Assinou como testemunha** - Email: paulafsf@unicamp.br - IP: 191.255.213.251 (191-255-213-251.dsl.telesp.net.br porta: 62138) - Documento de identificação informado: 290.334.358-61 - DATE_ATOM: 2023-07-03T17:45:39-03:00

03 Jul 2023, 17:48:00

JOAO IRINEU MEDEIROS **Assinou** - Email: joao.irineu@stellantis.com - IP: 152.255.98.215 (152-255-98-215.user.vivozap.com.br porta: 15172) - [Geolocalização: -19.6339081 -43.9623171](#) - Documento de identificação informado: 467.515.726-20 - DATE_ATOM: 2023-07-03T17:48:00-03:00

03 Jul 2023, 17:49:06

MAURÍCIO TOMAZETTI **Assinou** - Email: mauricio@gaspec.com.br - IP: 177.9.214.221 (177-9-214-221.dsl.telesp.net.br porta: 25010) - [Geolocalização: -23.65581822088756 -46.55580421240936](#) - Documento de identificação informado: 948.631.728-34 - DATE_ATOM: 2023-07-03T17:49:06-03:00

03 Jul 2023, 17:52:29

LUCIANO MARQUES DA SILVA **Assinou** - Email: luciano.silva@oerlikon.com - IP: 187.35.58.2 (187-35-58-2.dsl.telesp.net.br porta: 2502) - [Geolocalização: -23.501265 -46.641022](#) - Documento de identificação informado: 128.560.848-85 - DATE_ATOM: 2023-07-03T17:52:29-03:00

03 Jul 2023, 17:59:35

LEONARDO MONTEIRO BARBOSA **Assinou** - Email: leonardo.barbosa@iscar.com.br - IP: 189.39.53.234 (189-039-053-234.static.spo.ctbc.com.br porta: 46772) - Documento de identificação informado: 281.435.088-97 - DATE_ATOM: 2023-07-03T17:59:35-03:00

03 Jul 2023, 18:01:59

CÉSAR AUGUSTO BATALHA **Assinou** - Email: cesar.batalha@autoform.com.br - IP: 186.23.252.34 (cpe-186-23-252-34.telecentro-reversos.com.ar porta: 58974) - Documento de identificação informado: 161.390.438-08 - DATE_ATOM: 2023-07-03T18:01:59-03:00

03 Jul 2023, 18:05:46

SABRINA BORGES DE ABREU SCORVO **Assinou como testemunha** (907cd691-43bc-4e14-bff5-e403878e644f) - Email: sabrinaabreu@fundep.com.br - IP: 177.182.108.35 (b1b66c23.virtua.com.br porta: 16868) - [Geolocalização: -19.8344704 -43.9877632](#) - Documento de identificação informado: 063.931.216-02 - DATE_ATOM: 2023-07-03T18:05:46-03:00

03 Jul 2023, 18:10:49

ALESSANDRO ERICH ALCANTARILLA **Assinou** - Email: a.alcantarilla@blaser.com - IP: 186.193.233.60 (186-193-233-60.dedicated.ctitel.com.br porta: 18398) - [Geolocalização: -23.572 -46.5092](#) - Documento de identificação informado: 178.472.448-37 - DATE_ATOM: 2023-07-03T18:10:49-03:00

04 Jul 2023, 06:40:03

CARLOS YUJI SAKURAMOTO **Assinou** - Email: carlos.sakuramoto@gm.com - IP: 198.208.24.100 (scsdpanpr001.ext.gm.com porta: 63640) - [Geolocalização: -23.619781 -46.550518](#) - Documento de identificação informado: 022.653.058-20 - DATE_ATOM: 2023-07-04T06:40:03-03:00

04 Jul 2023, 09:21:51

KARINA RIBEIRO DE MATOS (5398f90e-2e8a-4acb-ab0d-deac52b3054a). Email: karinamatos@fundep.com.br. **ADICIONOU** o signatário marcelo.garzon@fai.ufscar.br - DATE_ATOM: 2023-07-04T09:21:51-03:00

04 Jul 2023, 09:22:58

MARCELO FERRO GARZON **Aprovou** - Email: marcelo.garzon@fai.ufscar.br - IP: 186.219.90.210 (186.219.90.210 porta: 55362) - Documento de identificação informado: 218.555.388-73 - DATE_ATOM: 2023-07-04T09:22:58-03:00

04 Jul 2023, 09:35:19

LUIZ ANTONIO STOPPA **Assinou** - Email: luiz.stoppa@oerlikon.com - IP: 161.69.116.21 (161.69.116.21 porta: 23156) - Documento de identificação informado: 037.365.608-42 - DATE_ATOM: 2023-07-04T09:35:19-03:00

04 Jul 2023, 10:00:22

RENAN MENDES LOPES **Aprovou** - Email: renan.lopes@benteler.com - IP: 194.246.46.15 (line-46-15.benteler.com porta: 64858) - Documento de identificação informado: 414.584.968-05 - DATE_ATOM: 2023-07-04T10:00:22-03:00

04 Jul 2023, 10:31:17

TARGINO DE ARAUJO FILHO **Assinou** - Email: targino@dep.ufscar.br - IP: 177.34.168.112 (b122a870.virtua.com.br porta: 22292) - Documento de identificação informado: 020.111.718-57 - DATE_ATOM: 2023-07-04T10:31:17-03:00

04 Jul 2023, 12:00:35

PAULO JOEL SCOPEL **Assinou** - Email: paulo@inovamatrizes.com.br - IP: 177.10.110.14 (177-10-110-14.unifique.net porta: 15270) - Documento de identificação informado: 525.886.610-68 - DATE_ATOM: 2023-07-04T12:00:35-03:00

04 Jul 2023, 13:14:48

REINALDO GIUDICI **Assinou** - Email: rgiudici@usp.br - IP: 143.107.104.160 (143.107.104.160 porta: 35146) - Documento de identificação informado: 047.169.548-38 - DATE_ATOM: 2023-07-04T13:14:48-03:00

04 Jul 2023, 14:22:50

JAIME ARTURO RAMIREZ **Assinou** (9ffe304d-fd4d-4ffc-a6bd-3cfa2cb8f1f4) - Email: presidencia@fundep.com.br - IP: 150.164.30.7 (150.164.30.7 porta: 9878) - [Geolocalização: -19.8641 -43.9697](#) - Documento de identificação informado: 554.155.556-68 - DATE_ATOM: 2023-07-04T14:22:50-03:00

04 Jul 2023, 15:16:53

KARINA RIBEIRO DE MATOS (5398f90e-2e8a-4acb-ab0d-deac52b3054a). Email: karinamatos@fundep.com.br.
ALTEROU o signatário thays.ramalhoavila@ext.benteler.com para thays.avila@benteler.com -
DATE_ATOM: 2023-07-04T15:16:53-03:00

04 Jul 2023, 15:37:35

MARCIO ROGERIO CARBENTO **Assinou** - Email: marciorogério.carbento@gm.com - IP: 198.208.24.100 (scsdpanpr001.ext.gm.com porta: 52558) - Documento de identificação informado: 148.997.658-27 - DATE_ATOM: 2023-07-04T15:37:35-03:00

04 Jul 2023, 15:45:11

ANA BEATRIZ DE OLIVEIRA **Assinou** - Email: biaooliveira@ufscar.br - IP: 200.133.233.175 (200.133.233.175 porta: 45898) - Documento de identificação informado: 214.458.668-38 - DATE_ATOM: 2023-07-04T15:45:11-03:00

04 Jul 2023, 16:02:09

MAURICIO PEREIRA NANTES **Assinou** (19ff7a59-fd71-4650-8bff-1547a89efb85) - Email: mauricio.nantes@benteler.com - IP: 194.246.46.15 (line-46-15.benteler.com porta: 4588) - [Geolocalização: 51.7423 8.6848](#) - Documento de identificação informado: 192.399.888-90 - DATE_ATOM: 2023-07-04T16:02:09-03:00

04 Jul 2023, 16:14:45

MARCILIO ALVES **Assinou** - Email: fusp@fusp.org.br - IP: 200.144.56.109 (200.144.56.109 porta: 44910) - Documento de identificação informado: 475.839.089-49 - DATE_ATOM: 2023-07-04T16:14:45-03:00

04 Jul 2023, 17:28:18

FRANCISCO DA COSTA **Assinou** - Email: francisco.costa@benteler.com - IP: 194.246.46.15 (line-46-15.benteler.com porta: 15344) - [Geolocalização: 51.7423 8.6848](#) - Documento de identificação informado: 028.134.498-14 - DATE_ATOM: 2023-07-04T17:28:18-03:00

05 Jul 2023, 09:16:50

RODRIGO PRIVIERO D'ABRUZZO **Aprovou** - Email: rodrigo.dabruzzo@villaresmetals.com - IP: 136.226.63.33 (136.226.63.33 porta: 54968) - [Geolocalização: -22.94107 -47.051468](#) - Documento de identificação informado: 339.709.948-02 - DATE_ATOM: 2023-07-05T09:16:50-03:00

05 Jul 2023, 10:11:02

AUGUSTO CESAR FERREIRA LARA **Assinou** - Email: augusto.lara@villaresmetals.com - IP: 136.226.63.1 (136.226.63.1 porta: 21852) - [Geolocalização: -22.9441536 -46.9204992](#) - Documento de identificação informado: 035.831.686-31 - DATE_ATOM: 2023-07-05T10:11:02-03:00

05 Jul 2023, 11:33:01

ARMIN ANDREAS WUZELLA **Assinou** - Email: armin.wuzella@villaresmetals.com - IP: 147.161.246.193 (147.161.246.193 porta: 47208) - [Geolocalização: 66.046228 -17.338608](#) - Documento de identificação informado:

052.041.567-12 - DATE_ATOM: 2023-07-05T11:33:01-03:00

05 Jul 2023, 13:53:19

KARINA RIBEIRO DE MATOS (5398f90e-2e8a-4acb-ab0d-deac52b3054a). Email: karinamatos@fundep.com.br.

ALTEROU o signatário **assinatura_diretoria@funcamp.unicamp** para
assinatura_diretoria@funcamp.unicamp.br - DATE_ATOM: 2023-07-05T13:53:19-03:00

05 Jul 2023, 15:10:31

ORIVAL ANDRIES JÚNIOR **Assinou** - Email: assinatura_diretoria@funcamp.unicamp.br - IP: 143.106.126.48
(func292.funcamp.unicamp.br porta: 44274) - **Geolocalização: -22.81222 -47.066582** - Documento de identificação
informado: 021.650.968-80 - DATE_ATOM: 2023-07-05T15:10:31-03:00

05 Jul 2023, 16:54:27

ANTONIO JOSÉ DE ALMEIDA MEIRELLES **Assinou** - Email: assinagr@unicamp.br - IP: 143.106.112.172
(gab24.gr.unicamp.br porta: 25268) - **Geolocalização: -22.8261888 -47.0679552** - Documento de identificação
informado: 015.869.178-46 - DATE_ATOM: 2023-07-05T16:54:27-03:00

06 Jul 2023, 04:24:26

PAULO AUGUSTO DE TOLEDO PACHECO **Assinou** - Email: paulo.pacheco@tecnohow.com.br - IP: 83.48.107.140
(140.red-83-48-107.staticip.rima-tde.net porta: 10904) - Documento de identificação informado: 285.706.248-67 -
DATE_ATOM: 2023-07-06T04:24:26-03:00

06 Jul 2023, 14:24:14

THAYS RAMALHO ÁVILA **Aprovou** - Email: thays.avila@benteler.com - IP: 194.246.46.14 (line-46-14.benteler.com
porta: 24560) - **Geolocalização: 51.7423 8.6848** - Documento de identificação informado: 410.748.168-97 -
DATE_ATOM: 2023-07-06T14:24:14-03:00

06 Jul 2023, 16:15:20

KARINA RIBEIRO DE MATOS **Aprovou** (5398f90e-2e8a-4acb-ab0d-deac52b3054a) - Email:
karinamatos@fundep.com.br - IP: 186.206.243.143 (186.206.243.143 porta: 49890) - **Geolocalização: -19.9131136**
-43.9025664 - Documento de identificação informado: 014.440.526-16 - DATE_ATOM: 2023-07-06T16:15:20-03:00

Hash do documento original

(SHA256):d9afb275f99eb0e13dcfb664d13704d18798a42a8fec6b427d16c76fcaa2228
(SHA512):0a44e5cc18c963ba591eb7800388e9efbc8f217474c84a3527342d7f7932b0b1385ac2d014b3ff06004fa32fcee74040df7fe748b3a7193fa5a2e75767000fba

Hash dos documentos anexos

Nome: 27194-27_Anexo I_Aditivo.pdf
(SHA256):720074aabb3853e064efb5e3aa71c046f73063d2f80cb82ff35ab7cea2ac993
(SHA512):ff378b6411024bb93f0e0fd546a91a55e6471ed236e06574075454d97f7811583ff95b154ca82dcdf2786debe0e77e27c5cb647058181806ce9251380197545e

Nome: 27194-27-Anexo II_Aditivo.pdf
(SHA256):6eb49171537084d735c53c1b25c3a5b8a746c9d3fe366f148991dc13a1119303
(SHA512):c702ed9b19f25ef0e3f4a678b7fc1226515127d72521aefdd039235a02ebfe2df14b4244e2d9f7c8568ba4a351bbf7a0695b94b61bb373bc88ca625b18a335b3

Nome: 27194-27 CARTA DESISTÊNCIA THERION.pdf
(SHA256):0aaa667e9117ec29aaf68f97da1c3ba4650079c4be1a7b4d7c6e63ceae56060d2
(SHA512):73d21ee4df92a6d4108bc6b7a6f988b2f60d5a18dcd918b0d94e873804d9f4ae4dce23e546245fa6accb7da89b321c23e37ca48c30199af2ceb9597e0240ee1a

Nome: 27194-27_CARTA DESISTÊNCIA MIDIA.pdf
(SHA256):c3d1ee46f5786159bfce7ab0e42245559d1f8ef09050a45f1545377ad002b8c8
(SHA512):8607b72359bc8f11355aec4b99c806903bac15803852962e9feb1e0c67c3643ea5cee354006f869a3e93112000ae0a8bef53102d051eb876e2c45cd2b610e0a9

Esse log pertence **única e exclusivamente** aos documentos de HASH acima

Esse documento está assinado e certificado pela D4Sign