

CAMPUS UBERLÂNDIA CENTRO

EXTRATO DE TERMO ADITIVO Nº 1/2023 - UASG 159002

Número do Contrato: 1/2023.
Nº Processo: 23468.004336/2022-73.
Pregão, Nº 46/2022. Contratante: INSTITUTO FEDERAL TRIANGULO MINEIRO/CAMPUS UBERLÂNDIA CENTRO. Contratado: 14.345.806/0001-26 - SELECTA SERVIÇOS GLOBALIZADOS LTDA. Objeto: Prorrogar o prazo da vigência do Contrato nº 01/2023 por 06 (seis) meses, contemplando-se, nesta ocasião, o período de 06/08/2023 a 06/02/2024 nos termos do Art. 57,II, da lei n.º 8.666, de 1993. Vigência: 06/08/2023 a 06/02/2024. Valor Total Atualizado do Contrato: R\$ 64.029,00. Data de Assinatura: 31/07/2023.

(COMPRASNET 4.0 - 31/07/2023).

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA

RETIFICAÇÃO

No Edital nº 44, de 5 de julho de 2023, publicado no DOU Nº 128 de 7 de julho de 2023, Seção 3, páginas 62 a 66, que dispõe sobre as diretrizes, os procedimentos e os prazos para a realização do Exame Nacional para Certificação de Competências de Jovens e Adultos para brasileiros residentes no Exterior e para Jovens e Adultos submetidos a Penas Privativas de Liberdade (PPL) no Exterior (Encceja Exterior 2023), retificar:
No item 2, DOS OBJETIVOS, onde se lê:
2.2.1 A certificação, sendo que o Instituto Federal Fluminense certificará os ensinios fundamental e médio, e o Colégio Pedro II o ensino fundamental, desde que observados os termos da Portaria MEC nº 458, de 5 de maio de 2020.
Leia-se:
2.2.1 A certificação, sendo que o Instituto Federal Fluminense certificará o ensino médio, e o Colégio Pedro II o ensino fundamental, desde que observados os termos da Portaria MEC nº 458, de 5 de maio de 2020.
Ficam mantidas as demais disposições do Edital nº 44, de 5 de julho de 2023.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS

PRÓ-REITORIA DE GESTÃO DE PESSOAS E DO TRABALHO
DEPARTAMENTO DE ADMINISTRAÇÃO DE PESSOAL

EXTRATO Nº 54, DE 18 DE JULHO DE 2023

Contrato nº 178/2023-CNOR/DAP. Contratante: Universidade Federal de Alagoas. Contratado (a): JEAMERSON DOS SANTOS. Objeto: SOLICITAÇÃO DE CONTRATAÇÃO DE SUBSTITUTO - EDITAL Nº 81/2021 - ÁREA DE ESTUDO: VISUALIDADES CÊNICAS - ASSISTENTE A - 40H - ICHCA/TEATRO - 1º CLASSIFICADO - RESERVA AOS NEGROS. Vigência Inicial: 07/07/2023 a 31/12/2023. Data de assinatura do contrato: 07/07/2023.

EXTRATO Nº 61, DE 25 DE JULHO DE 2023

Contrato nº 191/2023-CNOR/DAP. Contratante: Universidade Federal de Alagoas. Contratado (a): RAPHAEL DE OMENA MARINHO. Objeto: SOLICITAÇÃO DE CONTRATAÇÃO DE SUBSTITUTO - EDITAL Nº 48/2022 - ÁREA DE ESTUDO: CÁLCULO DIFERENCIAL/ ÁLGEBRA LINEAR - ASSISTENTE A - 40H - IM - 3º CLASSIFICADO - AMPLA CONCORRÊNCIA. Vigência Inicial: 25/07/2023 a 17/10/2023. Data de assinatura do contrato: 25/07/2023.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS

EXTRATO DE PROTOCOLO DE INTENÇÕES Nº 16/2023

Nº Processo: 23087.010429/2023-01. UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS - UNIFAL-MG - CNPJ: 17.879.859/0001-15 e a Universidade Federal do Tocantins - UFT - CNPJ: 05.149.726/0001-04. Objeto: cooperação entre os Programas de Pós-graduação em Engenharia Química (PPGEQ/UNIFAL-MG) e de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA/UFT), de acordo com os Planos de Trabalho e desenvolvimento de projetos. Fundamento Legal: Lei 8.666/93. Vigência: de 25/07/2023 a 25/07/2028. Data de assinatura: 25/07/2023.

AVISO DE LICITAÇÃO

PREGÃO ELETRÔNICO Nº 34/2023 - UASG 153028

Nº Processo: 23087010184202311. Objeto: Aquisição de materiais de consumo a serem utilizados pelos programas de pós-graduação na Universidade Federal de Alfenas - UNIFAL-MG.. Total de Itens Licitados: 161. Edital: 08/08/2023 das 08h00 às 10h30 e das 13h00 às 16h30. Endereço: Rua Gabriel Monteiro da Silva, Nr. 700, Centro - Alfenas/MG ou <https://www.gov.br/compras/edital/153028-5-00034-2023>. Entrega das Propostas: a partir de 08/08/2023 às 08h00 no site www.gov.br/compras. Abertura das Propostas: 21/08/2023 às 09h00 no site www.gov.br/compras. Informações Gerais: .

LEIDA CRISTINA SILVA
Pregoeira

(SIASGnet - 07/08/2023) 153028-15248-2023NE800001

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA

EXTRATO DE COMPROMISSO Nº 144/2023

Nº Processo: 23066.045879/2023-54.
A Universidade Federal da Bahia - UFBA. CNPJ: 15.180.714/0001-04 declara compromisso e responsabilidade como fiel depositária dos recursos repassados por intermédio do Ministério Público do Trabalho, provenientes de causas em face de processos judiciais, na execução de projetos da Universidade em parceria com outras Universidades Públicas Federais para execução do projeto: CAMINHOS DO TRABALHO BRASIL.
FUND. LEGAL: Lei Complementar 101/2000, art. 25.
VIGÊNCIA: 04.08.2023 até 03.02.2024
DATA DE ASSINATURA: 04.08.2023.

EXTRATO DE COMPROMISSO Nº 54/2023

Nº Processo: 23066.014153/2023-70.
SIGNATÁRIOS: Universidade Federal da Bahia - UFBA, CNPJ: 15.180.714/0001-04 e Fundação Escola Politécnica da Bahia - FEP, CNPJ: 15.255.367/0001-23.
OBJETO: Firmar compromisso aos termos e condições pactuadas no Convênio coordenado pela Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa - FUNDEP para proporcionar o desenvolvimento do projeto DEMIBAV - Demonstrador de Moldes para Injeção de Peças Plásticas de Baixo Volume.
FUND. LEGAL: 8.666/93 e suas alterações; 8.958/94 e Decretos 7.423/10 e 8.241/14.
VIGÊNCIA: 08.08.23 até 31.12.2024.
VALOR DOAP/FEP: R\$ 33.070,00
DATA DE ASSINATURA: 21.07.2023.

EXTRATO DE CONVÊNIO Nº 54/2023

Nº Processo: 23066.014153/2023-70.
CONCEDENTE: Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa - FUNDEP, CNPJ: 18.720.938/0001-41, outros. CONVENENTE: Universidade Federal da Bahia - UFBA, CNPJ: 15.180.714/0001-04. INTERVENIENTE: Fundação Escola Politécnica da Bahia - FEP, CNPJ: 15.255.367/0001-23.
OBJETO: Desenvolvimento do projeto intitulado Demonstrador de Moldes para Injeção de Peças Plásticas de Baixo Volume - DEMIBAV.
FUND. LEGAL: Leis 10.973/04; 8.666/93, alterada pela 12.349/10; 8.958/94, regulamentada pelos Decretos 7.423/10 e o 8.241/14; 13.755/18 e Decreto 9.557/18.
VALOR GLOBAL R\$ 9.039.061,20.
VALOR FEP/UFBA: R\$ 363.770,00
VIGÊNCIA: 02.08.2023 até 01.04.2025.
DATA DE ASSINATURA: 02.08.2023.

EXTRATO DE CONVÊNIO Nº 206/2023

Nº Processo: 23066.044364/2023-37. Convenientes: UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA. CNPJ: 15.180.714/0001-04. SOCIEDADE DE EDUCAÇÃO N. S. AUXILIADORA LTDA - (UNIFACVEST). CNPJ: 04.608.241/0001-79. Objeto: Proporcionar aos alunos, regularmente matriculados, estágio na Instituição Concedente. Fund. Legal: 11.788/2008. Vigência: 02.08.2023 a 01.08.2028. Data de Assinatura: 02.08.2023.

EXTRATO DE ACORDO DE COOPERAÇÃO TÉCNICA Nº 176/2023

Nº Processo: 23066.043673/2023-90. CONVENENTES: Universidade Federal da Bahia - UFBA, CNPJ: 15.180.714/0001-04 e a Universidade Federal de Sergipe - UFS, CNPJ: 13.031.547/0001-04.OBJETO: Colaboração técnica prestada pelo servidor José Bezerra de Almeida Neto, SIAPE 2027366, Professor do Magistério Superior da UFS, com ônus pelo órgão de origem.FUND. LEGAL: Lei Federal nº 8.666/93 e alterações.
VIGÊNCIA: 04.08.2023 até 03.08.2025.DATA DE ASSINATURA: 04.08.2023.

COORDENAÇÃO DO SISTEMA UNIVERSITÁRIO DE SAÚDE

EXTRATO DE CONTRATO Nº 6/2023 - UASG 150247

Nº Processo: 23066.037972/2023-95.
Pregão Nº 58/2023. Contratante: COMPLEXO HOSPITALAR E DE SAUDE DA UFBA. Contratado: 01.449.930/0001-90 - SIEMENS HEALTHCARE DIAGNOSTICOS LTDA.. Objeto: Execução de serviço de manutenção corretiva e preventiva para 02 (dois) Hagiógrafos SIEMENS ARTIS ZEE, SN: 136425 e 137143, com reposição integral de peças, pelo período de 12 (doze) meses, visando atender as necessidades do setor de Hemodinâmica do Hospital Ana Nery, unidade integrante do Complexo Hospitalar e de Saúde/UFBA.
Fundamento Legal: . Vigência: 04/08/2023 a 04/08/2024. Valor Total: R\$ 727.999,92. Data de Assinatura: 04/08/2023.

(COMPRASNET 4.0 - 07/08/2023).

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE

EXTRATO DE TERMO ADITIVO Nº 43/2023 - UASG 158195

Número do Contrato: 30/2022.
Nº Processo: 23096.020387/2022-18.
Inexigibilidade. Nº 47/2022. Contratante: UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE. Contratado: 07.797.967/0001-95 - NP TECNOLOGIA E GESTAO DE DADOS LTDA. Objeto: Prorrogar, por mais 12 (doze) meses, o prazo de vigência do contrato administrativo de serviços continuados ufcg/prgaf nº 30/2022. Vigência: 08/08/2023 a 08/08/2024. Valor Total Atualizado do Contrato: R\$ 10.865,00. Data de Assinatura: 07/08/2023.

(COMPRASNET 4.0 - 07/08/2023).

AVISO DE LICITAÇÃO

PREGÃO ELETRÔNICO Nº 27/2023 - UASG 158195

Nº Processo: 23096.076967/2022. Objeto: Serviços contínuo, sem dedicação exclusiva, de preparo e distribuição de refeições (lanche, almoço e jantar), associado à concessão onerosa de uso dos RUs da UFCG e seus campi.. Total de Itens Licitados: 29. Edital: 08/08/2023 das 08h00 às 12h00 e das 14h00 às 17h59. Endereço: Rua Aprígio Veloso, 882 - Bairro Universitario, - Campina Grande/PB ou <https://www.gov.br/compras/edital/158195-5-00027-2023>. Entrega das Propostas: a partir de 08/08/2023 às 08h00 no site www.gov.br/compras. Abertura das Propostas: 18/08/2023 às 09h00 no site www.gov.br/compras. Informações Gerais: .

LEIDE ADRIANA DA SILVA NERI CAROLINO
Chefe da Divisão de Materiais

(SIASGnet - 07/08/2023) 158195-15281-2023NE000001

CENTRO DE CIÊNCIAS JURÍDICAS E SOCIAIS

AVISO DE LICITAÇÃO

PREGÃO ELETRÔNICO Nº 3/2023 - UASG 158198

Nº Processo: 23096.015799/2023. Objeto: Concessão de uso onerosa de espaço físico para exploração de serviço de COPIADORA/PAPELARIA/LIVRARIA nas dependências do CCJS/UFCG.. Total de Itens Licitados: 1. Edital: 08/08/2023 das 08h00 às 12h00 e das 13h00 às 17h00. Endereço: Br 220, - Sousa/PB ou <https://www.gov.br/compras/edital/158198-5-00003-2023>. Entrega das Propostas: a partir de 08/08/2023 às 08h00 no site www.gov.br/compras. Abertura das Propostas: 18/08/2023 às 10h00 no site www.gov.br/compras. Informações Gerais: .

FRANCISCO CASSIANO ALVES DOS SANTOS
Pregoeiro

(SIASGnet - 07/08/2023) 158195-15281-2023NE000008

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CARIRI

EXTRATO DE TERMO ADITIVO Nº 2/2023 - UASG 158719

Número do Contrato: 10/2021.
Nº Processo: 23507.003200/2023-13.
Pregão. Nº 3/2021. Contratante: UNIVERSIDADE FEDERAL DO CARIRI. Contratado: 18.627.036/0001-65 - STARFRIO COMERCIAL E SERVICOS DE REFRIGERACAO LTDA. Objeto: Prorrogação do prazo de vigência por 12 (doze) meses, contemplando-se, nesta ocasião, o período de 17/08/2023 a 16/08/2024, nos termos do art. 57, II, da lei n.º 8.666, de 1993. Vigência: 17/08/2023 a 16/08/2024. Valor Total Atualizado do Contrato: R\$ 817.226,68. Data de Assinatura: 07/08/2023.

(COMPRASNET 4.0 - 07/08/2023).





MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
PRÓ-REITORIA DE PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO
COORDENAÇÃO DE ACORDOS E CONTRATOS ACADÊMICOS

PROCESSO Nº 23066.014153/2023-70

TERMO DE COMPROMISSO QUE ENTRE SI CELEBRAM
A **UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA** E A
**FUNDAÇÃO DE APOIO À PESQUISA E
EXTENSÃO.**

A **UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA**, Instituição Federal de Ensino, sob a forma de Autarquia em Regime Especial, criada pelo Decreto Lei Nº 9.155 de 08 de Abril de 1946, vinculada ao Ministério da Educação, com sede à Rua Augusto Viana, s/nº, Canela, Salvador, Bahia, inscrita no CNPJ/MF sob o nº 15.180.714/0001-04, doravante denominada **UFBA**, neste ato representada pelo Magnífico Reitor, **PAULO CESAR MIGUEZ DE OLIVEIRA**, brasileiro, portador do R.G nº 00. SSP-Ba, expedida em 27/03/2015 e do CPF nº 08. 04, residente nesta capital e, do outro lado, a **FUNDAÇÃO ESCOLA POLITÉCNICA DA BAHIA**, pessoa jurídica de direito privado, sem fins lucrativos, registrada no Cartório do 1º Ofício do Registro das Pessoas Jurídicas, Livro 214, às Folhas 1 a 2V 33, inscrita no CNPJ/MF sob o nº 15.255.367/0001-23, na qualidade de **CONTRATADA**, estabelecida na Rua Severo Pessoa, 31, Federação, Salvador, Bahia, doravante denominada **FEP**, neste ato representada por seu Diretor Geral, Prof. **SALVADOR ÁVILA FILHO**, brasileiro, casado, residente e domiciliado nesta Capital, portador do R.G. 69 SSP-BA, CPF nº 408. 00, têm ajustado entre si o presente Compromisso, conforme Processo nº 23066.014153/2023-70, com fundamento nas Leis Federais nº 14.133/2021 e nº 8.958 de 20 de dezembro de 1994, alteradas pela Lei 12.349/2010, regulamentada pelos Decretos 7.423 de 31 de dezembro de 2010 e o 8.241/2014, de 21 de maio de 2014, e demais legislações correlatas, resolvem celebrar o presente instrumento mediante as cláusulas e as condições seguintes:

1. CLÁUSULA PRIMEIRA – DO OBJETO

1.1. É objeto do presente Termo, firmar compromisso entre a **UFBA** e a **FEP** aos termos e condições pactuadas no ACORDO DE PARCERIA 27194.03.01/2022.03-00 PARA PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO - PD&I coordenado pela Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa - FUNDEP para proporcionar o desenvolvimento do projeto DEMIBAV - Demonstrador de Moldes para Injeção de Peças Plásticas de Baixo Volume", conforme especificações, condições, forma e prazos constantes nas informações do projeto, SIPAC nº 054/2023, cujo é parte integrante do presente instrumento.

2. CLÁUSULA SEGUNDA – DAS OBRIGAÇÕES

2.1. DA FEP

- 2.1.1.** Responsabilizar-se pela contratação, fiscalização e pagamentos necessários a execução do projeto;
- 2.1.2.** Facilitar, por todos os meios ao seu alcance, a ampla ação fiscalizadora da **UFBA**, atendendo prontamente as solicitações por ela apresentadas;
- 2.1.3.** Responsabilizar-se pela guarda dos documentos relativos ao Projeto de Pesquisa, SIPAC 054/2023;
- 2.1.4.** Observar rigorosamente o disposto na Lei nº 8.958/94, seus Decretos nº 7.423/10 e 8.241/2014 e, subsidiariamente, à Lei 14.133/21;



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
PRÓ-REITORIA DE PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO
COORDENAÇÃO DE ACORDOS E CONTRATOS ACADÊMICOS

- 2.1.5.** Responsabilizar-se pelo pagamento de todos os encargos decorrentes dos recursos humanos não disponibilizados pela **UFBA**, bem como admitir e dirigir, sob sua inteira e exclusiva responsabilidade trabalhista, todo o pessoal de que necessitar para a execução do objeto do presente Termo de compromisso;
- 2.1.6.** Submeter-se, também, além do previsto no Projeto de Pesquisa ao controle finalístico pelo órgão de controle governamental competente, como determina o art. 3º-A, III, da Lei nº 8.958/1994;
- 2.1.7.** Aplicar os recursos recebidos se a previsão de seu uso for superior a um mês e as receitas auferidas obrigatoriamente utilizadas no objeto do presente Termo de compromisso, devendo constar de demonstrativo específico na prestação de contas final;
- 2.1.8.** Divulgar, na íntegra, em sítio próprio na rede mundial de computadores – internet:
- 2.8.1** O presente instrumento;
 - 2.8.2** Os relatórios semestrais de execução do Projeto de Pesquisa SIPAC, 054/2023 indicando os valores executados, as atividades, as obras e os serviços realizados, discriminados por projeto, unidade acadêmica ou pesquisa beneficiária;
 - 2.8.3** A relação dos pagamentos efetuados a servidores ou agentes públicos de qualquer natureza em decorrência do Projeto de Pesquisa, SIPAC 054/2023;
 - 2.8.4** Manter, durante toda a execução do Projeto de Pesquisa SIPAC 054/2023, em compatibilidade com as obrigações ora assumidas, todas as condições exigidas para a sua efetivação.
- 2.1.9.** Não subcontratar o objeto total do presente instrumento ou subcontratar parcialmente ações que delegue a terceiros a execução do núcleo do objeto contratado;
- 2.1.10.** Não utilizar este Termo para arrecadação de receitas ou execução de despesas desvinculadas de seu objeto;
- 2.1.11.** Não utilizar fundos de apoio institucional da fundação de apoio ou mecanismos similares para execução direta de projetos;
- 2.1.12.** Não conceder bolsas de ensino para o cumprimento de atividades regulares de magistério de graduação e pós-graduação nas instituições apoiadas;
- 2.1.13.** Não conceder bolsas a servidores a título de retribuição pelo desempenho de funções comissionadas;
- 2.1.14.** Não conceder bolsas a servidores pela participação nos conselhos das fundações de apoio;
- 2.1.15.** Abrir conta específica para movimentação dos recursos recebidos.

2.2. DA UFBA, através da Unidade Executora

- 2.2.1.** Responsabilizar-se tecnicamente pela execução do projeto, cabendo a ordenação das despesas necessárias à sua execução, ao Coordenador do Projeto, Prof.º ARMANDO SA RIBEIRO JUNIOR, SIAPE 2. .). Como Vice - Coordenadora a Prof.ª ROSANA LOPES LIMA FIALHO, SIAPE



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
PRÓ-REITORIA DE PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO
COORDENAÇÃO DE ACORDOS E CONTRATOS ACADÊMICOS

1º _____, respondendo conjuntamente pela sua direção e execução. E designado como fiscal, enviando todos os esforços para garantir os melhores padrões de qualidade, prazos e custos, o

servidor Rodrigo Sernizon Costa, SIAPE 1. _____ 30, Professor Adjunto I da Escola Politécnica – EPOLI/UFBA.

3. CLÁUSULA TERCEIRA – DA PRESTAÇÃO DE CONTAS

3.1. No caso descumprimento do prazo de prestação de contas definido pela concedente, a **UFBA** notificará à **FEP** estipulando o prazo de 30 dias para o cumprimento da Cláusula de Prestação de Contas.

4. CLÁUSULA QUARTA - DA VIGÊNCIA

4.1. O presente Termo de compromisso vigorará a partir da publicação e até 31/12/2024.

5. CLÁUSULA QUINTA – DO FORO

5.1. Nos termos do inciso I do artigo 109 da Constituição Federal, o foro competente para dirimir dúvidas ou litígios decorrentes deste Termo de compromisso é o da Justiça Federal da Capital do Estado da Bahia.

5.2. E, por estarem justos e de acordo, firmam o presente instrumento em 02 (duas) vias, de igual teor e forma, na presença das testemunhas, que também o subscrevem.

Salvador, 23 de maio de 2023.

(Assinado Eletronicamente)
PAULO CESAR MIGUEZ DE OLIVEIRA
Reitor – UFBA

(Assinado Eletronicamente)
SALVADOR ÁVILA FILHO
Diretor Geral - FEP

TESTEMUNHAS:

1. _____

2. _____

Documento assinado digitalmente
gov.br BARBARA CRISTINA PINHEIRO DE ALMEIDA
Data: 01/06/2023 08:58:52-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>



Emitido em 23/05/2023

TERMO DE COMPROMISSO Nº 1615/2023 - NAECC/CCCONV (12.01.05.04.02)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado eletronicamente em 21/07/2023 06:11)

PAULO CESAR MIGUEZ DE OLIVEIRA

REITOR - TITULAR

UFBA (12.00)

Matrícula: ###676#8

(Assinado eletronicamente em 20/07/2023 18:30)

SALVADOR AVILA FILHO

ASSINANTE EXTERNO

CPF: ###.###.265-##

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sipac.ufba.br/public/documentos/> informando seu número: **1615**, ano: **2023**, tipo: **TERMO DE COMPROMISSO**, data de emissão: **20/07/2023** e o código de verificação: **0b4a4cb3c1**



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
SISTEMA INTEGRADO DE PATRIMÔNIO, ADMINISTRAÇÃO E
CONTRATOS



INFORMAÇÕES DO PROJETO 14403.11.0223

DESCRIÇÃO DO PROJETO	
Novo Número:	14403.11.0223
Número de Registro:	54/2023
Data de Cadastro:	11/03/2023
Custos de Execução(Total Detalhado):	R\$ 330.700,00
Valor da Remuneração à Instituição:	R\$ 0,00
Despesa Operacional e Administrativa do Projeto (DOAP):	R\$ 33.070,00
Valor do Projeto:	R\$ 363.770,00
Título do Projeto:	DEMIBAV - DEMONSTRADOR DE MOLDES PARA INJEÇÃO DE PEÇAS PLÁSTICAS DE BAIXO VOLUME
Âmbito:	Nacional
Tipo de Captação de Recurso:	TIPO D
Tipo de Projeto:	PESQUISA CIENTÍFICA - APLICADA
Período de Execução:	02/08/2023 a 01/04/2025
Problema da Pesquisa:	A moldagem por injeção é um processo de conformação que consiste em injetar um polímero aquecido na cavidade de um molde e resfriá-lo para obter uma peça sólida. Os parâmetros fundamentais do processo de injeção são a temperatura do polímero fundido, a velocidade de injeção, a taxa de resfriamento e a pressão interna nas cavidades do molde. Por essa técnica, é possível processar vários tipos de polímeros e geometrias de peças para diversos tipos de indústria de forma rápida, precisa e econômica. Devido a essa versatilidade, essa é a técnica de conformação de polímeros mais utilizada na indústria. Nela são processados 35% (em peso) de todos os polímeros produzidos. A indústria automotiva utiliza-se da moldagem por injeção para a fabricação de painéis de carroceria, painéis de instrumentos, elementos de cabine, encostos de bancos, pisos, componentes do motor e componentes internos. Os moldes de injeção são normalmente utilizados para alto volume de produção. Neste sentido esses tipos de ferramentas fazem uso de técnicas avançadas de fabricação, como usinagem CNC de alta velocidade e eletro erosão, aplicados na manufatura de aços de alta qualidade. Aspectos considerados chave nesses processos são a complexidade geométrica das peças e, portanto, a complexidade de manufatura dos moldes, a durabilidade do molde por meio do uso de aços mais nobres, como o P20 e H13, além dos acabamentos e tratamentos superficiais. Tudo isso garantindo e transferindo para as peças injetadas alto padrão de qualidade em suas propriedades. Por isto, moldes projetados e fabricados com esse fim possuem um valor de produção relativamente alto. Devido à competitividade global, o ciclo de vida dos produtos automobilísticos e autopropulsados está cada vez menor o que leva invariavelmente a redução do tamanho dos lotes de peças. Essas tendências exigem a criação de sistemas e ferramentas de produção facilmente atualizáveis e reconfiguráveis, nas quais novas tecnologias e funções podem ser prontamente integradas. Contudo, quando se aborda o tema de produção de peças em baixo volume, tecnologia normalmente utilizada para moldes de alto volume de produção passa ser proibitiva. Várias ações são sugeridas por ferramentarias e pesquisadores para a redução do custo de um molde de injeção, visando viabilizar a produção de baixos volumes. Elas podem ser realizadas pela simplificação de peça e de molde; e/ou utilização de moldes modulares híbridos - Modulares, por permitem a substituição de alguns componentes. E híbridos, pois alguns componentes são fabricados com materiais dissimilares e técnicas de fabricação de baixo custo; 3.1 - Simplificação de peça e de molde A simplificação do projeto do molde inclui modificações tanto na peça como nos mecanismos do molde. Peças mais simples, sem rebaiços (que dificultam a extração) ou sem acabamentos de superfície mais avançados (que necessitam de uma operação de acabamento adicional), serão as mais acessíveis. Mecanismos simplificados incluem, por exemplo, a eliminação ou minimização de sistemas automatizados de extração de peças do molde, plenamente aceitável para moldes protótipos ou para baixas produções. 12 A simplificação de um molde pode ocorrer de várias maneiras. Uma das mais

tradicionais na engenharia de produtos e de manufatura é simplificando-se a peça a ser trabalhada. Melhores práticas para o projeto de peças plásticas existem (RODRIGUES & SCALICE, 2006; SOUZA, SCALICE et al., 2006) e já são conhecidas do setor automotivo. No entanto, em se tratando de volumes pequenos de produção, um novo conjunto de diretrizes pode ser necessário para o projeto de peças ou para a simplificação da geometria de peças já existentes. O emprego de técnicas de Projeto para Manufatura e Montagem tradicionais (BIESEK, 2018) associados às técnicas de projeto voltadas à produção em pequenos volumes e novas tecnologias como a Manufatura Aditiva (PORPÍGLIO, SCALICE & SILVEIRA, 2019) são essenciais para o desenvolvimento de métodos de projeto específicos ao desenvolvimento de peças para produção em pequeno volume. Em se tratando do desenho do molde propriamente dito, um dos meios mais efetivos para simplificação do molde é sua padronização. A padronização de moldes já está sendo desenvolvida no âmbito do Projeto ROTA 2030 (SCALICE, 2021), por esta mesma equipe de projeto, sendo o enfoque dado aos elementos construtivos. Neste projeto outras questões podem ser endereçadas incluindo, por exemplo, questões de refrigeração do molde (SILVA, FORCELLINI & SCALICE, 2011-a e 2011-b) ou modularidade do enxerto. O projeto modular (SCALICE et al., 2012 e 2015) é uma das técnicas mais utilizadas pela indústria para redução de variedade de sistemas, subsistemas e componentes sob controle no estoque da empresa (SCALICE et al., 2019). Uma das possibilidades consideradas neste projeto para a modularização do molde é a criação de enxertos modulares reutilizáveis, onde a cavidade pode ser substituída. O reuso da cavidade abre outras oportunidades no projeto, inclusive relacionadas à gestão do conhecimento do molde (DIAS, FORCELLINI & SCALICE, 2007 e 2008) inclusive de forma sensorizada e automatizada.

3.2 - Moldes modulares híbridos

O uso de moldes modulares é bastante difundido na literatura. Taketa (1975), Platte (1982), Collette (1993), VANDERSANDEN (1998), Pugliese (2017). Um molde de injeção modular consiste de uma base de molde fixa e núcleos e cavidades removíveis e substituíveis (insertos), eliminando a necessidade de fornecer uma nova base de molde para cada novo produto. Implementando esta solução, o custo do molde é reduzido, assim como o tempo de inatividade da injetora e os custos de armazenamento, pois apenas o núcleo e as cavidades precisam ser armazenados.

Ligas de aços de alta resistência são utilizados na fabricação de moldes por injeção por apresentarem elevada vida útil (i.e., permitem produção de grandes lotes de peças). Entretanto, materiais de menor resistência apresentam vida útil comparavelmente menor, mas podem ser de baixo custo e fabricado por técnicas mais econômicas o que pode viabilizar a produção de pequenos lotes. Um exemplo de matérias de baixo custo que podem ser utilizados na fabricação de insertos de moldes de injeção são as ligas de alumínio, de Zamak, resinas epoxídicas e silicões. Entretanto, esses insertos de baixo custo precisam atender as necessidades de do projeto da peça, mantendo a qualidade das características geométricas e de propriedades mecânicas físicas e químicas do produto.

13

Os moldes híbridos são constituídos de um porta-insertos, fabricado em aço de alta resistência, com insertos de material de baixo custo e vida útil compatível com o tamanho do lote. Muitas vezes a vida útil dos insertos é menor que o necessário para produzir a quantidade de peças desejada, entretanto, por ser de baixo custo, vários deles podem ser fabricados para adequar-se ao tamanho do lote. Entretanto, a vida útil, custo dos insertos e quantidade utilizada impactam na viabilidade econômica dessa rota de fabricação.

Martinho et al (2009) acrescenta que os moldes híbridos, apresentado na Figura 1, podem ser fabricados a partir de diferentes tecnologias de prototipagem rápida em busca de vantagens relacionadas a fatores como: redução do consumo de energia na produção, possibilidade de customização e flexibilidade na modificação e implementação de conceitos de projeto. Essas características, segundo Rivette, Mognol e Hascoet (2013), possibilitam a fabricação de diversas famílias de produtos a partir de um porta insertos padrão, com isso atendendo a diferentes demandas dos clientes sem o aumento excessivo dos custos e tempo de produção. Nesse contexto, a prototipagem rápida de ferramental híbrido vem emergindo no mercado.

Figura 1 - Conceito de molde híbrido.

Dentro do conceito de moldes híbridos, as cavidades podem ser usinadas diretamente em um bloco do material de interesse, porém, o uso da manufatura aditiva vem se caracterizando como interessante para a confecção destas cavidades de forma rápida e menor custo.

A Manufatura Aditiva é uma técnica de prototipagem rápida, que pode ser aplicada no conceito de ferramental rápido, no qual a fabricação de componentes é feita através da deposição camada por camada de material sobre uma base ou substrato. A peça é produzida diretamente de um desenho CAD, não necessitando de mais nenhum tipo de ferramenta. Quando comparada com processos de usinagem tradicionais, a manufatura aditiva leva utilização mais eficiente dos materiais (baixas perdas), redução dos custos de processamento e acabamento e redução de tempo de manufatura da peça. Em muitas situações, este método é tão preciso na produção de geometrias complexas que nenhum processo de acabamento é necessário.

Antes de aprofundar-se ao tema de fabricação de insertos via manufatura aditiva, faz-se necessário uma revisão das técnicas que estão nesta proposta de pesquisa.

14

3.3 - Fabricação de insertos poliméricos via Manufatura aditiva

A Manufatura Aditiva (AM) oferece potenciais disruptivos na fabricação dos mais diferentes componentes industriais, desde protótipos para avaliação de design até a fabricação de moldes, insertos e componentes de elevada complexidade como palhetas

de turbinas a gás. A liberdade geométrica dos mais diferentes processos de manufatura aditiva, permitem projetar características únicas em componentes metálicos, tais como: redução de peso através da formação de estruturas celulares, assim como incorporar complexos canais ou malhas de refrigeração conformais, bem como avaliar a formação de microestruturas com gradação funcional, adicionando propriedades otimizadas em diferentes regiões dos componentes. Deve-se também adicionar a busca de processos considerados near net shape (forma próxima da final), reduzindo-se a quantidade de material a ser usinado (manufatura subtrativa) e diminuindo o gasto energético global da produção e consequentemente, o seu custo final e sua liberação de carbono.

É possível fabricar insertos de moldes para injeção de termoplásticos por manufatura aditiva em resina. Verifica-se na literatura que essa rota de fabricação gera economia suficiente para viabilizar moldagem por injeção em pequenos lotes e ainda facilita mudanças de design do produto injetado. Nessa rota, o inserto é produzido camada por camada (o que reduz o desperdício de matéria prima), não requer usinagem ou trabalho manual, reduzindo assim tanto o custo quanto o tempo de entrega. A Figura 2 apresenta um exemplo de fluxograma da produção desses insertos.

Figura 2 - Fluxograma de produção de inserto molde por manufatura aditiva.

Um estudo de caso, utilizando insertos moldes de resina impresso em 3D, de muita visibilidade foi a fabricação de milhares de tiras de máscaras pela empresa Braskem. O desenvolvimento do ferramental e a fabricação das peças ocorreram em uma semana, o tempo curto foi devido à crise de insumos hospitalares causados pela pandemia de COVID-19.

15

Conseguiram fabricar 500 peças com a primeira versão do molde, 1.500 com a segunda versão e 2.500 com a terceira. Esse é um exemplo expressivo da influência do design no ciclo de vida do molde. Na produção de lote com 8.000 tiras, observou-se uma redução impressionante nos custos e tempo de produção via molde produzido por manufatura aditiva quando comparado ao molde metálico convencional. Ocorreu uma redução de custos total de \$10.160,00 para \$360,00 (97%) e de tempo de 32 para 3 dias (91%), levando em conta os custos e tempo de fabricação dos moldes.

Outra vantagem desse tipo de molde, frente aos convencionais, é a facilidade de texturização da superfície, como mostrado na Figura 3. Observa-se que a textura superficial é mantida mesmo na 90ª peça. Destacamos que isso pode ser um atrativo para o design de cabine de autopropulsados, uma vez que facilita "branding differentiation", idealiza-se que um lado do molde pode ser fabricado em aço e o lado da superfície pode ser em resina com textura exclusiva para cada modelo. Ressalta-se que a montadoras indústria automotiva, em conversa com as que estão fazendo parte desse projeto, demonstraram muito interesse nessa possibilidade de texturização.

Figura 3 - a) molde com diferentes tipos de textura; b) peça n.º 90 fabricada no molde mostrado em a).

A fabricação de moldes por impressão 3D para produção em baixa escala por moldagem por injeção é uma alternativa amplamente utilizada pela indústria internacional. A importação desse tipo de molde, em empresas chinesas, pode ser facilmente realizada de forma online, como por exemplo a "Shanghai Future Mould & Plastic Technology Co.,Ltd". Empresas fabricantes de impressoras 3D já estão adiantadas para fornecer equipamentos e resinas específicas para esse propósito. A empresa americana Stratasys, por exemplo, publicou em junho de 2021 um guia técnico sobre o assunto. Nesse guia consta que moldes de resina oriundos da manufatura aditiva podem ser aplicados na moldagem por injeção de polímeros com temperaturas de moldagem menores que 300°C (e.g. PE, PP, ABS, TPE, PA, POM, PC-ABS). As vantagens associadas a esses moldes são uma redução do tempo de entrega do molde de 50 a 90%, com redução de custos de 50 a 96%. A Figura 4 apresenta imagens de algumas aplicações.

Concluindo, a fabricação de moldes por manufatura aditiva insere essa técnica na indústria ferramenteira, possui Nível de Maturidade Tecnológica (TRL/MRL) igual a 9 (alto). Portanto, para tornar as Ferramentarias Brasileiras mais competitivas, faz-se necessário incorporar a manufatura aditiva em seus processos de fabricação.

16

Figura 4 - Exemplo de aplicação de produção de peças de termoplástico injetado em molde de resina obtido por impressão 3D.

Embora a importância dos insertos de moldes rápidos seja reconhecida, a sua aplicação ainda é bastante limitada, principalmente devido ao desconhecimento do seu potencial e a desconfiança dos usuários, muitas vezes motivada pela carência de informação disponível que possam orientar o projeto deste tipo de ferramenta. Outro aspecto que limita o uso dos insertos de moldes rápidos é a dificuldade de ajuste dos parâmetros de injeção durante o processo. Os insertos de moldes rápidos são fabricados com materiais distintos daqueles usados nos moldes tradicionais, inclusive materiais poliméricos, e esta diferenciação altera significativamente as condições do processo de injeção, além do projeto mecânico do molde. A definição de critérios para o projeto de moldes rápidos e do planejamento do processo de injeção podem minimizar tais problemas, o que permitirá o dimensionamento do molde e a sua utilização de maneira eficiente e segura.

Os materiais usados nos processos de adição por camadas e, portanto, na fabricação de moldes rápidos, podem apresentar propriedades térmicas e mecânicas bem diferentes dos aços. No caso das impressoras 3D que usam materiais poliméricos estas diferenças são ainda maiores. Os polímeros têm resistência mecânica e condutividade térmica significativamente inferiores aos dos aços, o que altera, também de forma significativa, os procedimentos usados para projetar e usar os moldes fabricados com esses materiais. Os processos que utilizam metais como matéria prima esta diferença

irá depender do composto utilizado que podem variar de alumínio, aço inoxidáveis e até titânio. Dessa forma, existem diferenças no projeto do molde e da peça injetada, pós processamentos do molde impresso (quando necessários) e particularidades (ajustes) no processo de moldagem por injeção que devem ser levantadas e organizadas. Tais aspectos devem ser mapeados através de estudos teóricos e experimentais de forma a avançar o estado das técnicas de projeto e uso de moldes rápidos.

A grande desvantagem das resinas poliméricas, se comparada aos metais é a sua baixa resistência mecânica, que pode ser contornada com um projeto mecânico eficiente do inserto. Entretanto, a baixíssima condutividade térmica apresentada pelos materiais poliméricos, cerca

17

de 300 vezes menor do que aquela apresentada pelos aços, traz dificuldades para o seu uso na fabricação de moldes rápidos. O problema maior decorre da combinação dessas duas características. O fato é que a resistência mecânica dos polímeros diminui significativamente durante os ciclos de injeção devido ao aumento da temperatura do inserto, decorrente da baixa condutividade térmica. Isto pode provocar uma falha do inserto nos primeiros ciclos de injeção. Para evitar a perda do inserto, portanto, é necessário definir técnicas para o seu projeto e uso, aumentando assim o seu potencial. A grande vantagem dos moldes rápidos fabricados com polímeros é o seu custo e tempo de fabricação relativamente baixos, se comparado a dos insertos metálicos.

Ribeiro Jr. (2004) avaliou o efeito das temperaturas inerentes ao processo de moldagem por injeção nas propriedades térmicas da resina VANTICO SL 7560, material típico daquele usado no processo de estereolitografia (resinas SL). Neste trabalho o autor submeteu corpos de provas a ciclos térmicos de injeção variando o tempo de resfriamento. Posteriormente foram realizados ensaios à tração para identificar os efeitos desses ciclos térmicos nas propriedades mecânicas do material estudado. Os resultados revelaram que tais carregamentos térmicos não afetam de forma significativa as propriedades do material, o que indica que a ruptura que ocorre nos moldes nos primeiros ciclos decorre da diminuição da resistência do material devido às altas temperaturas de injeção, como sugerido por Hopkinson et allis (2000) e Cedorge et allis (1999). A partir desses resultados Ribeiro Jr. (2003) propôs o uso de análises por elementos finitos para planejar o uso dos moldes SL, determinando assim o tempo necessário de resfriamento entre ciclos de injeção consecutivos, de forma a garantir a integridade do molde durante todo o processo.

Com relação a falha dos moldes rápidos, Ribeiro Jr. (2003) compilou importantes informações obtidas na literatura quanto aos tipos de falhas observados nos moldes rápidos durante o processo de injeção, principalmente aqueles fabricados em polímeros. Este autor categorizou os danos observados em 04 categorias: ruptura generalizada do molde, que ocorre principalmente de maneira catastrófica com uma rachadura do inserto na região da cavidade; ruptura localizada de features, ruptura localizada de parte da camada superficial do molde e falhas devido a deformações excessivas, que comprometem a sua utilização devido a problemas dimensionais. Na Figura 5 são mostrados alguns exemplos de cada tipo de falha.

Ao longo dos últimos 20 anos foram realizadas pesquisas tratando o uso de moldes rápidos para injeção, com destaques para avaliação de falhas prematuras e a análise da qualidade das peças injetadas. Os estudos citam falhas como adesão do material moldado à superfície do inserto e atrito excessivo dificultando a extração. A partir da análise dos resultados desses trabalhos pode-se concluir que não houve até então um estudo, como proposto neste projeto, que trata de forma conjunta todos estes e outros aspectos como propostas de melhorias das concepções dos moldes, de forma a obter um processo confiável. E, principalmente, a fim de avaliar os impactos destas tecnologias sobre defeitos das peças injetadas como: manchas escuras, não homogeneidade da cor, rebarbas, injeção incompleta, deformação (empenamento) na injeção de plástico, fragilidade do injetado, dimensões fora do especificado, entre outros.

18

Figura 5 - Tipos de falhas observadas nos moldes rápidos: (a) falha generalizada, (b) ruptura localizada de features, (c) ruptura localizada de parte da camada superficial do molde e (d) falhas devido a deformações excessivas (adaptado de Ribeiro Jr.,2003).

A competitividade do uso de moldes rápidos é afetada por diversos fatores, mas pode-se citar como os mais críticos a vida útil e a qualidade da peça injetada, conforme já citado. Para o aumento da vida útil é necessário avaliar a resposta dos moldes aos carregamentos inerentes ao processo de injeção, que pode ser realizado através de análises termomecânicas utilizando o método dos elementos finitos. Estas análises devem considerar as propriedades do material dos moldes, inclusive suas variações em função da temperatura, e particularidades do processo de adição por camadas. A qualidade da peça injetada por sua vez depende de vários fatores como os parâmetros do processo de fabricação do molde e principalmente do processo de injeção. O projeto aqui apresentado prevê a realização de uma grande variedade de análises reológicas e térmicas usando o MoldFlow para avaliar o efeito das propriedades do material do molde rápido nos parâmetros ótimos de injeção

Um estudo dessa natureza envolve simulações numéricas computacionais e levantamento de dados experimentais de forma conclusiva, gerando documentos que descrevem técnicas e métodos para orientar o projeto dos moldes rápidos, o seu uso para injeção de termoplásticos e melhores práticas para obter um ferramental rápido com maior longevidade e peças injetadas com melhor qualidade. Esta proposta de projeto pretende mapear todos estes aspectos através fabricação e uso de demonstradores: moldes rápidos de injeção em escala natural, analisando todos as

características peculiares, para a posterior difusão do conhecimento na indústria automotiva, ferramentarias e transformação de termoplásticos.

Várias técnicas de manufatura aditiva emergiram no mercado nos últimos anos com possibilidade de aplicação na confecção de insertos de moldes. Muitas delas são tecnologias possuem elevado TLR e softwares amigáveis de forma que o público em geral pode ser

19

facilmente treinado. Nesta revisão bibliográfica serão abordadas as técnicas que compõe a metodologia desta proposta, são quatro técnicas que processam polímeros:

- Estereolitografia (SLA)
- Fused Deposition Modelling (FDM)
- Multi Jet Fusion (MJF)
- Polyjet

e duas que utilizam metal ou ligas metálicas:

- Powder Bed Fusion (PBF) - Metálico
- Wire Arc Additive Manufacturing (WAAM) - Metálico

3.3.1 - Estereolitografia (SLA)

Conforme ilustrado na Figura 6, existem duas técnicas distintas de formação da camada 2D: a Estereolitografia por Escaneamento (Scanning based Stereolithography - SSL ou SLA) e a Estereolitografia por Projeção (Projection-based Stereolithography - PSL ou DLP), essa técnica usa radiação ultravioleta (UV) projetada sobre toda a área da camada 2D. Para tal, utilizam-se de um emissor de radiação UV, lente para convergência da radiação e um Dispositivo Microespelhado Digital (DMD), o qual forma a imagem de cada camada. A resina é fotopolimerizada quando a radiação atinge a camada de resina existente entre a plataforma e o fundo do reservatório, solidificando a camada de polímero (cura).

Figura 6 - Princípio de funcionamento das técnicas de impressão 3D SLA e DLP Fonte: AL RASHID, Ans et al. (2021)

Essa técnica de manufatura aditiva tem sido desenvolvida e aplicada em diversas áreas, tais como médicas, automotivas e aeroespacial. A estereolitografia apresenta maior precisão em comparação a outros processos de manufatura aditiva, precisão que se deve ao reduzido tamanho da camada em relação à alta resolução da radiação UV ou da projeção laser. Camadas tão pequenas quanto 25 µm podem ser empregadas, propiciando acabamento superior.

110

ALSHAMRANI et al. avaliaram a influência da espessura de camada e tratamentos pós-impressão na resistência flexural e dureza de peças impressas em resina. Observaram que a espessura da camada de impressão de 100 µm apresentou a maior resistência à flexão em comparação com os grupos de 25 µm e 50 µm. Além disso, as condições de tratamento pós-impressão influenciaram a resistência à flexão e a dureza do material de resina impresso em 3D.

A produção de insertos de moldes de injeção de baixo custo para a produção de peças injetadas em baixos volumes de produção tem sido uma das inovações apresentadas pela impressão 3D SLA. Vários trabalhos recentes na literatura abordam este tipo de aplicação da impressão 3D em resina.

Há na literatura vários outros estudos recentes que abordam a utilização da impressão 3D SLA para a produção de insertos de moldes de injeção. Entretanto, para deixar evidente que não se trata mais apenas de estudos acadêmicos, será mencionado o estudo de casos apresentado em julho de 2022 pela FormLabs em parceria com cinco empresas: Petroquímica Braskem, Multiplus, IPC (Industrial Technical Center for Plastics and Composites), Novus Applications and Holimaker. Este estudo de casos intitula-se "Low-Volume Rapid Injection Molding With 3D Printed Molds". Este "White Paper" primeiro fornece uma visão geral do fluxo de trabalho, diretrizes de design e melhores práticas para insertos de moldes produzidos via impressão 3D SLA para moldagem por injeção. Na sequência, este "White Paper" apresenta detalhes de cinco estudos de caso sobre como cada empresa encontrou sucesso com seus insertos de moldes impressos em 3D. A tabela 1 mostra a relação dos estudos de casos apresentados neste "White Paper" de 2022 da FormLabs.

Tabela 1 – Relação dos estudos de casos desenvolvidos por 5 empresas em parceria com a FormLabs.

Empresa

Título original do estudo de caso

Multiplus

Multiplus Injection Molded Hundreds of PP and ABS Parts for Eletronic Housing in Three Days

IPC

IPC Technical Center Injected Thousands of PP Parts with Fine Texturing

Novus

Novus Applications Injection Molded Hundreds of Threaded Caps With a Rigid 10K Resin Three-Parts Mold

Braskem

Braskem Fabricated Thousands of End-Use Mask Straps in a Week

Holimaker

Holimaker Produces Hundreds of Prototypes and Pre-Production Parts With a Desktop Injection Molding Ecosystem

A Figura 7 apresenta a peça injetada em PP em insertos de molde produzidos em resina via impressão 3D SLA pelo Industrial Technical Center for Plastics and Composites.

111

Figura 7 - Inseto de molde produzido via SLA pelo Industrial Technical Center for

Plásticos and Composites para injeção de baixo volume de peças em PP.

Fonte: White Paper – FormLabs (2022)

Neste estudo de caso o IPC conclui que, com inserto de molde produzido via impressão 3D SLA com resina rígida 10K da FormLabs e moldura impressa PA12 foi possível injetar milhares de peças em polipropileno, reduzindo custo em torno de 80% comparado à moldes metálicos.

A Figura 8 - apresenta o inserto de molde desenvolvido pela Multiplus via impressão SLA em resina 10K da FormLabs. A Multiplus testou este tipo de inserto para injeção de peças em PP, ABS, PC-ABS e PC. Neste estudo de caso a Multiplus observou que peças injetadas em PP a 180 °C foram fáceis de processar, permitindo a produção de 100 unidades com boa qualidade, mantendo-se o inserto de molde em boas condições. 60 peças em ABS foram injetadas a 220 °C, também com o inserto de molde ainda em boas condições. A Multiplus não chegou a testar o limite de injeções para falha do inserto, mas menciona a previsão de injeção de pelo menos 100 unidades em PP, ABS ou PC-ABS com tais insertos. Entretanto, tentativas de injeção de peças em PC a 260 °C levaram à falha do inserto de molde em apenas 4 ciclos. A equipe da Multiplus concluiu que a injeção de plásticos acima de 250 °C e com alta viscosidade representa um desafio para insertos de moldes produzidos em resina 10K da FormLabs via SLA. A Tabela 1 apresenta um resumo dos testes de injeção realizados pela equipe da Multiplus com os insertos produzidos via SLA com resina 10K da FormLabs.

112

Figura 8 - Inserto de molde desenvolvido pela Multiplus via impressão SLA em resina 10K da FormLabs, testado para injeção de peças em PP, ABS, PC-ABS e PC. Fonte: White Paper – FormLabs (2022)

Tabela 1 - Testes de injeção realizados pela Multiplus com PP, ABS, PC-ABS e PC com os insertos produzidos via SLA com resina 10K da FormLabs.

Fonte: White Paper – FormLabs (2022)

3.3.2 - Fused Deposition Modelling (FDM)

O processo de impressão 3D conhecido como FDM, Fused Deposition Modeling, ou em português, modelagem por deposição de fundido (Neste caso o termoplástico), foi criado em 1988 por Scott Crump, fundador da Stratasys, hoje a maior empresa de impressoras 3D do

113

mundo e detentora da patente da tecnologia de impressão 3D FDM. Ambicionando criar um processo simples e barato que permitisse competir com as impressoras 3D de sua época, Scott Crump criou um sistema que não demandava altos custos de instalação e operação além de nenhum tipo de ventilação forçada.

O processo de impressão tem como entrada um software que interpreta um arquivo STL gerado em um software de modelamento tridimensional, cujo conteúdo representa, matematicamente, as camadas e orientações vetoriais do modelo a ser construído. O software da impressora 3D irá dividir o modelo tridimensional em camadas sendo que, depende do modelo da impressora, a espessura da camada pode variar entre 0,127 mm e 0,330 mm. O filamento de termoplástico uma vez carregado na impressora 3D, é tracionado até um cabeçote de extrusão, onde será aquecido a altas temperaturas para atingir o seu ponto de menor viscosidade, sendo então depositados camada sobre camada e, imediatamente após a sua deposição, retornam ao estado sólido formando o objeto 3D, conforme ilustrado na Figura 9.

A maior vantagem deste processo é entregar uma peça de alta resistência mecânica formada pelos termoplásticos mais utilizados na área de engenharia, como o ABS, PC (Polycarbonato), ASA, PC-ABS, Nylon 12, ULTEM entre outros, o que garante ao processo FDM o mais vasto campo de aplicações, desde simples protótipos para verificação visual até dispositivos complexos de auxílio à manufatura bem como peças que podem sair diretamente da impressora para sua utilização final.

Figura 9 - Ilustração do processo Fused Deposition Modelling (FDM)

Constrói um protótipo a partir da deposição de um material extrudado. O cabeçote de extrusão normalmente move-se nos eixos X-Y sobre uma mesa com movimentação no eixo Z, recebe na forma de um fio o material que é aquecido até o ponto de extrusão; Outro método explorado, mas menos frequente, é a modelagem por deposição (FDM) que Altaf et al. (2018) utiliza na validação de corpos de prova obtidos através da moldagem por injeção de metal.

O comportamento do processo FDM foi estudado também por Drechsler e Sacchelli (2017) na fabricação de um inserto sem refrigeração, utilizando o polímero ABSPlus - P430 com

114

camada sólida e filete de 0,178 mm, Figura 10, para injeção do PP H103 durante 75 ciclos de moldagem. O objeto em estudo foi um chaveiro em forma de placa com 53 mm de comprimento, 35 mm de largura e 2,3 mm de espessura, apresentando furos e rebaixos que, segundo os autores, permitem avaliar as mudanças de geometria provenientes do processo. Por fim, Drechsler e Sacchelli (2017) concluíram que a baixa difusividade térmica do inserto polimérico compromete a condução do calor para fora do molde, criando regiões de alta temperatura que degradam o inserto e consequentemente deformam os injetados. Dessa forma restringe-se o uso de moldes híbridos a pequenos lotes de peças que não necessitem de ciclos rápidos de injeção.

Figura 10 - Inserto produzido pelo método FDM

Kovács et al (2015) analisou o comportamento térmico de insertos fabricados por dois métodos, Polyjet e FDM. No primeiro fabricaram-se canais de refrigeração, no entanto no segundo, devido a porosidade da peça proveniente do método de fabricação, não foi possível realizar refrigeração visto que a pressão do sistema poderia causar infiltração do líquido refrigerante no molde. Tendo isso em vista, Kovács et al (2015) comparou os dois métodos nas mesmas condições, sem refrigeração, e demonstrou que o inserto

Polyjet possuiu troca térmica mais rápida que o inserto FDM, além disso ressaltou que os produtos injetados no molde Polyjet possuíram melhores acabamentos superficiais e densidade.

Costa (2019), realizou testes em insertos obtidos pelo processo FDM com o material PETG, seus resultados concluíram que o uso deste material causou um menor empenamento nas peças injetadas, no entanto apresentaram produtos com qualidade inferior aos fabricados nos outros estudos em moldes de ABS. Também observou que a geometria do moldado não pode ser complexa quando o objetivo se deseje um maior lote de produção e, que ressaltos e furos devem ser evitados por tornarem-se pontos de rápido desgaste no inserto.

3.3.3 - Multi Jet Fusion (MJF)

Na tecnologia de impressão 3D Multi Jet Fusion o equipamento espalha uma fina camada de pó (geralmente PA, PP ou TPU) sobre a placa de construção. A impressora aquece essa camada a uma temperatura próxima à sinterização. Um conjunto de bicos de jato passa sobre o leito de pó e deposita um agente de fusão. O equipamento imprime um agente de detalhamento que interrompe a sinterização perto da borda da peça para obter maior precisão. Uma fonte de energia IR passa então sobre o leito de construção e sinteriza as áreas onde o agente de fusão

115

foi depositado. O resto do pó permanece inalterado. O processo se repete até que todas as peças estejam completas.

Multi Jet Fusion (MJF) pode ser comparado a Sinterização Seletiva a Laser (SLS) em que ambos são métodos de impressão 3D que usam uma matéria-prima em pó.

No SLS, a aplicação seletiva do laser fornece energia suficiente para fundir as partículas de pó de uma maneira altamente controlada. No MJF, um agente de detalhamento é pulverizado na cama de pó por meio de uma série de bicos ultrafinos. Este agente penetra nos espaços abertos entre as partículas de pó.

A aplicação do agente ligante por si só não é suficiente para causar a formação de camadas a partir da cama de pó. Em vez disso, o objetivo principal do agente de ligação é promover a absorção de energia infravermelha. Após o jato do agente, a luz infravermelha passa sobre a superfície da cama. O agente captura a energia da luz infravermelha e a distribui uniformemente pelas partículas de pó.

Quando a construção estiver concluída, toda a caixa de construção será removida da impressora para que a parte finalizada possa ser extraída. O excesso de pó é removido normalmente usando uma combinação de escovas e sopradores de ar.

Na maioria dos casos, a aplicação inicial de energia a cama de pó é suficiente apenas para trazê-lo para um estado "verde". Uma exposição secundária dentro de uma câmara de cura fechada será necessária para permitir que as ligações desenvolvam força.

Nesta tecnologia, permite o uso de um pó com grânulos pequenos, permitindo a impressão em alta resolução de modelos. Além disso, o material final apresenta propriedades mecânicas isotrópicas, gerando peças e protótipos funcionais, o que é importante para fabricação de insertos para injeção de polímeros.

Considerando o escopo deste projeto, o objetivo é desenvolver um inserto fabricado empregando a tecnologia Multi Jet Fusion para injetar peças plásticas. Para isto, terá que ser estudado o desempenho das propriedades mecânicas (por exemplo, tração, compressão) levando em conta a orientação da construção dos insertos, assim como, aspectos de desempenho do inserto considerando as variáveis do processo de injeção. É importante ressaltar que, nesta linha, alguns trabalhos têm sido realizados, como os apresentados por O'Connor, Dickson e Dowling (2018); Chen, Teo, Rao, Kang, Zhou e Du (2021); Abbott, Sperry e Crane (2021); e, Pandelidi, Lee e Kajtaz (2021).

3.3.4 - Polyjet

A tecnologia de impressão 3D Polyjet foi desenvolvida em Israel, e é uma das mais recentes no universo de impressoras 3D. O processo ambiciona aliar altíssima resolução das impressoras de resinas fotossensíveis com facilidade de uso similar a uma impressora de escritório. Operando com camadas tão finas quanto 16 ou 28 µm, respectivamente um quinto e um terço de um fio de cabelo, e com um cabeçote capaz de depositar até 600 gotas por polegada, (gotas tão pequenas que possuem apenas 90 pico litros), possui uma resolução de impressão de 600 dpis (drops per inch), conforme ilustrado na Figura 11.

116

Figura 11 – Ilustração do processo de manufatura aditiva Polyjet

O processo consiste na polimerização de uma resina de impressão líquida em camadas, através da exposição a uma luz UV presa ao cabeçote, que permite que a impressão uma vez terminada, resulte em uma peça pronta, sem nenhum pós-processo além da lavagem das estruturas de apoio chamadas de suporte, solúveis em água. A tecnologia é ainda capaz de trabalhar com dois a oito cabeçotes simultâneos, capazes de produzir de três materiais não simultâneos a até 10.000 cores numa só impressão.

Originalmente vendida por uma empresa israelense, a Objet se fundiu com a Stratasys em 2013, ampliando a liderança da empresa mundial, no fornecimento de soluções em impressão 3D, que ao lado da FDM, hoje a PolyJet pode criar desde peças avançadas, riquíssimas em detalhes, à dispositivos, gabaritos e uma função que lhe é exclusiva, moldes pilotos impressos, para injeção ou sopro, capazes de irem diretamente da impressora para a injetora, revolucionando o setor de peças plásticas, permitindo conceituar e validar, o chamado tryout, num mesmo dia.

Mendible, Rulander e Johnston (2017) compararam a temperatura superficial no centro de três insertos provenientes de métodos e materiais distintos, sendo esses de: aço usinado, bronze sinterizado seletivamente a laser e ABS manufaturado em Polyjet, observando que durante o processo de injeção o inserto em ABS apresentou as maiores temperaturas, devido, principalmente, a sua baixa condutividade térmica que

causa uma baixa transferência de calor, resultando em peças com defeito a partir do 80º ciclo e falha completa ocorrida no 116º ciclo.

3.4 - Fabricação de insertos metálicos via Manufatura aditiva

Os insertos de moldes rápidos metálicos possuem algumas vantagens em relação àqueles fabricados usando polímeros. Tais vantagens, conforme mencionado acima, estão relacionadas às propriedades térmicas e a resistência mecânica dos metais, significativamente superiores àquelas observadas nos polímeros, o que concede aos insertos metálicos melhores desempenhos em termos de processo de injeção. Devido a sua alta condutividade térmica comparada a dos polímeros, os moldes rápidos metálicos possibilitam o projeto de canais de

117

resfriamento na sua concepção, técnica essa conhecida como conformal cooling, que permite a troca de calor do inserto com um fluido de arrefecimento, diminuindo consideravelmente o tempo de ciclo e alterando as condições de processo. A grande desvantagem dos insertos metálicos é o seu alto custo e tempo de fabricação, cerca de três vezes superior àqueles observados nos processos que usam polímeros como matéria prima.

Dentre as diferentes tecnologias de interesse para a fabricação de componentes industriais, algumas técnicas se destacam por apresentar diferentes vantagens produtivas, entre elas estão, Wire Arc Additive Manufacturing (WAAM), Direct Laser Deposition (DLD) e Selective Laser Melting (SLM) as duas últimas possuem limitações de custo, por causa da fonte laser e tamanho de peças, respectivamente, mas os processos baseados na adição de arame seguido de fusão por arco elétrico permitem uma maior liberdade de fabricação de peças com maiores dimensões e custos mais baixos.

3.4.1 - Powder Bed Fusion (PBF)

A tecnologia Powder Bed Fusion engloba algumas tecnologias, entre elas: Direct metal laser sintering (DMLS), Electron beam melting (EBM), Selective heat sintering (SHS), Selective laser melting (SLM) and Selective laser sintering (SLS). Estas tecnologias variam seus processos principalmente entre materiais, fontes de energia e nível de sinterização e fusão das partículas.

Em relação às vantagens dessas tecnologias, podemos citar principalmente a redução no desperdício de material, pois além de ser uma manufatura aditiva, o próprio leito de pó fornece apoio estrutural à formação do objeto, não necessitando das famosas estruturas de suporte conhecidas em outras aplicações da impressão 3D. Tal fato acarreta também uma redução no custo total operacional.

Neste tecnologia, o projeto do inserto é gerado em um Softwares CAD (Computer Aided Design) e repassado ao Software CAM (Computer Aided Manufacturing) que gera um código que será utilizado pela máquina para gerar o inserto. Para isto, primeiramente uma fina camada de pó de material é depositada na mesa da impressora, onde a espessura desta camada determinará a altura da camada da peça que será construída. Após esta primeira deposição, uma fonte de calor é utilizada para sinterizar as partículas de pó, ou seja, uni-las de maneira que beire a fusão, formando uma peça sólida, mas com características porosas. Após a união das partículas da primeira camada, outra camada de pó é espalhada por cima da anterior e o processo de sinterização se inicia novamente, e assim sucessivamente para todas as próximas camadas. A fonte de calor utilizada para esses procedimentos normalmente é o Laser, mas também podem ser utilizadas fontes de Feixe de Elétrons.

A tecnologia SLM, a ser adotada neste projeto, produz objetos de maneira semelhante ao SLS. A principal diferença é que esses tipos de tecnologia de impressão 3D são aplicados à produção de peças metálicas. Como exposto, o SLM usa o laser para obter uma fusão completa do pó metálico, formando uma parte homogênea. Isso resulta em uma peça que tem uma temperatura de fusão única (algo que não é produzido com uma liga). A tecnologia SLM requer suporte estrutural, a fim de limitar a possibilidade de qualquer distorção que possa ocorrer (apesar do fato de que o pó circundante fornece suporte físico).

118

As peças produzidas em SLM estão em risco de deformação devido às tensões residuais produzidas durante a impressão, devido às altas temperaturas. As peças também são tipicamente tratadas termicamente após a impressão, enquanto ainda são fixadas na placa de impressão, para aliviar qualquer tensão nas peças após a impressão.

processo de injeção podem minimizar problemas relacionados a resistência mecânica e otimizar aspectos relacionados as propriedades térmicas e reológica, o que permitirá o dimensionamento do porta- molde e a sua utilização de maneira eficiente e segura.

Em virtude disto, o trabalho a ser desenvolvido neste projeto, visando estabelecer uma estrutura ótima para o suporte do inserto, que leve em considerações aspectos estruturais, térmicos e reológicos é fundamental.

É importante salientar que nesta área existem alguns trabalhos científicos sendo desenvolvidos, os quais fornecem subsídios para a aplicação destas tecnologias em moldes rápidos, como exposto por Singh, Mahender e Reddy (2021); Asnafi (2021); Nath, Gupta, Kearns, Gulsoy e Atre (2020); Singh, Gupta, Tripathi, Srivastava, Singh, Awasthi, Rajput, Sonia, Singhal e Saxena (2020); Kolb, Mahr, Huber, Tremel e Schmidt (2019); e, Clare, Mishra, Merklein, Tan, Todd, Chechik e. Bambach (2021)

Os insertos de moldes metálicos podem ser fabricados pelos processos denominados Powder Bed Fusion (PBF), dos quais se destacam basicamente duas técnicas: Selective Laser Sintering (SLS) e Selective Laser Melting (SLM), este último também conhecido como Direct Metal Laser Sintering (DMLS)¹. As diferenças entre os dois processos alteram significativamente as características da peça fabricada. No processo SLS as partículas do pó metálico são aquecidas e comprimidas para adquirir a forma desejada,

produzindo peças com alta porosidade, demandando tratamentos térmicos posteriores para a peça adquirir maior resistência mecânica. Tal procedimento compromete a precisão dimensional do processo SLS. No processo SLM, o pó metálico atinge temperaturas elevadas, o que faz com que as partículas derretam e se unam, obtendo assim uma peça que não necessita de pós tratamentos térmicos para atingir alta resistência mecânica. Também existe um processo de sinterização de metais denominado Electron Beam Melting (EBM) que utiliza um feixe de elétrons de alta energia produzindo uma peça com menos distorção.

3.4.2 - WAAM

Os processos de manufatura aditiva WAAM utilizam o arco elétrico como fonte de energia e o material de alimentação é um arame para depositar camada por camada e produzir os componentes. As fontes de calor utilizadas nos processos WAAM devem ter alta entrada de calor, tais como soldagem a gás inerte (MIG), soldagem a gás inerte com eletrodo de tungstênio (TIG) e soldagem a arco de plasma (PAW), conforme ilustrado na Figura 12. O WAAM é adequado

1 Note que uma técnica desenvolvida pela empresa alemã EOSTM também utiliza a denominação DMLS para o seu processo, apesar de também necessitar de pós-tratamentos térmicos na peça fabricada.

119

para peças de complexidade de nível médio do componente e escala de produção média a grande. A otimização dos parâmetros do processo e a otimização do caminho da ferramenta são aspectos importantes nos processos WAAM, outra vantagem é o menor custo da fabricação de arames em relação ao custo dos pós usados no processo de manufatura aditiva a laser. As taxas de deposição são também mais altas, por exemplo, os aços são depositados a uma taxa de até 10 kg/h em WAAM em comparação com 600 gramas/h em técnicas de manufatura aditiva a laser.

Figura 12 - Ilustração do processo WAAM

3.5 - Sensoriamento e machine learning Obter informações para auxiliar na gestão do conhecimento do molde deve ser uma preocupação principal para as ferramentarias adotarem os preceitos da indústria 4.0. Nesse processo de adoção, dados devem ser coletados para que decisões melhoradas possam ser realizadas. Utilizam-se sensores para coletar os dados junto aos processos e equipamentos. Para auxiliar nas instalações dos sensores, algumas técnicas podem ser usadas para facilitar o monitoramento. Para auxiliar na escolha e disposição de sensores pode-se optar na fase de requisitos por análise de casos de uso (SCALICE, ASAFF e Berkenbrock, 2017) ou em um estudo de integração utilizando web semântica entre os dispositivos passivos e ativos (BERKENBROCK et al., 2008). Após coletados os dados, em alguns casos seriam necessários a fusão desses com o uso de abordagens apropriadas (ANTUNES, BERKENBROCK e BERKENBROCK, 2019). Para manipular os dados se faz necessário organizar o projeto, por exemplo, utilizando uma abordagem orientada por modelo (WEHRMEISTER e BERKENBROCK, 2013) e estabelecer um acesso padronizado aos dados dos equipamentos (Ogorodnyk, Larsen, Lyngstad e Martinsen, 2020). Após a coleta dos dados, esses podem ser transformados em informações relevantes sobre o ciclo de vida do molde/inserto e sobre a qualidade das peças geradas. Atualmente, as duas principais grandezas monitoradas são a temperatura e a pressão interna da cavidade. No entanto, outra abordagem de coleta de temperatura da cavidade e da peça é a aplicação do uso de sensores infra-vermelhos (IR) (Ageyeva, Horváth e Kovács, 2019). Outras grandezas seriam interessantes monitorar como, por exemplo, viscosidade do polímero na injeção, mas ainda os sensores estão em estágio primário de desenvolvimento. Além de coletar os dados, deve-se fazer um estudo sobre como melhorar a instalação dos sensores no porta-inserto e no inserto, podendo também permitir a comunicação entre os

120

sensores do inserto com o porta-inserto. Uma melhor decisão dos mecanismos de comunicação e das posições podem levar a um incremento na eficiência da coleta dos dados e na melhoria no processo de troca de insertos.

Técnica de aprendizagem de máquina (Machine Learning) podem aplicados para otimizar os parâmetros de processamento de injeção para cada tipo de inserto. Um conjunto de dados formado por: parâmetros de entrada do processo; informações sobre os defeitos típicos da moldagem por injeção (empenamento, rechupes, short-shot, rebarbas etc.); propriedades dimensionais, mecânicas, microestruturas e térmicas das peças; e a vida útil dos insertos também será avaliada, podem ser úteis para otimizar o processo através de implementações via machine learning. Isso permite correlacionar os defeitos e propriedades das peças e a vida útil dos insertos com os parâmetros do processo de injeção, dessa forma, pode ser obtido uma otimização experimental do processo de injeção.

3.6 - Modelagem por FlexSim

O modelo de simulação busca a representação do comportamento próximo do real no sistema, porém deve haver a preocupação em evitar uma complexidade maior que a do próprio sistema, o que acabaria gerando um problema maior a ser resolvido que a do próprio sistema em análise (BANKS; CHWIF 2010).

Para Sarli e Benedetto (2015), a modelagem e simulação é o processo de criação e experimentação de um modelo matemático computadorizado de um sistema físico, onde um sistema é a interação de componentes ou processos que recebem uma entrada e oferecem resultados para algum fim determinado. Com o auxílio da simulação é possível observar o passo a passo das operações, permitindo melhor operacionalização na solução de problemas que possam ocorrer (PEREIRA, 2000)

As ferramentas de Simulação facilitam a análise antecipada de situações práticas, tais como:

- As técnicas de simulação podem mostrar limitações, desperdícios e recursos ociosos

do sistema produtivo, apresentando uma descrição minuciosa e detalhada do sistema real.

- A simulação normalmente é utilizada para testar alternativas de mudanças sem, contudo, alterar o sistema real, como também para identificação de gargalos nos processos produtivos, além de permitir identificar alternativas que ampliem a capacidade dos sistemas.

O FlexSim é um programa computacional que fornece aos tomadores de decisão, os dados e indicadores para que possam confirmar suas decisões, observações, com relatórios e análises impressionantes construídos e elaborados dentro do próprio software.

Esta plataforma permite as empresas do segmento de manufatura, analisar e realizar experimentos em seus processos em um ambiente virtual utilizando tecnologia digital, reduzindo os riscos e custos, eliminando perdas de tempo com tentativas e testes que são realizados em um processo físico real.

121

No âmbito deste projeto, a modelagem e simulação com o software FlexSim permitirá desenvolver modelos computacionais de situações do mundo real para simular operações ao longo do tempo, por meio de um modelo de ferramentaria e empresa de injeção de peças plásticas, no qual serão modeladas as máquinas e equipamentos, assim como, os insumos (porta-moldes intercambiáveis, insertos e matéria prima). Com isto, será possível avaliar medidas de desempenho que podem apoiar a tomada de decisão e planejamento estratégico em toda a Cadeia de Suprimento.

Em suma, no âmbito desse projeto, o uso do FlexSim permitirá a construção de modelos computacionais conceituais que representem diferentes layouts da linha de produção, que utilizem diferentes tipos de processos e de diferentes tipos de tecnologias. Assim, também a modelagem e simulação será utilizada para validação de setup, análise de utilização de turnos e proposição de cenários para comparação de diferentes processos e de diferentes tecnologias

A representação das etapas e dos processos em ambiente de simulação 3D poderá facilitar a interpretação e a análise de níveis de produção, de tempos de processo, tempos de espera, e os consequentes impactos em custos operacionais, custos logísticos, e na alteração de níveis de serviços, e na identificação de gargalos de produção e redução do tempo de espera e o tamanho das filas.

Os resultados podem ser analisados em dashboards, gráficos estatísticos, além de também possibilitar a visualização em animação 3d com o uso de óculos de realidade virtual, pois o software FlexSim é uma ferramenta de simulação 3D compatível com uso de realidade virtual (RV).

Desta maneira, diante do anteriormente apresentado, se pretende neste projeto, após a definição das geometrias das peças plásticas, se testar alguns tipos de Manufatura Aditiva para a obtenção dos componentes de baixo volume. Realizando a correlação entre custos, formas geométricas, peças produzidas e tecnologias disponíveis.

Desta maneira, baseando-se nas diversas alternativas apresentadas, pretende-se nessa proposta de projeto apresentar soluções que viabilizem a redução de custos e aumentem a atratividade da produção de peças injetadas do setor automotivo em regime de baixo volume. Para tal, a equipe de pesquisadores atuantes neste projeto irá determinar, a viabilidade econômica e técnica, de aplicação das diversas metodologias de ação apresentadas tanto em simulações computacionais quanto na produção de peças em ambiente de laboratório e industrial. Mudanças dimensionais e nas propriedades físico-químicas das peças injetadas também serão avaliadas, a fim de ser possível mensurar o impacto destas alterações no produto final.

Como ocorrerá a participação dos resultados?

Em parceria

IDENTIDADE DO OBJETO (OBJETIVO GERAL)

Em consonância com o escopo a encomenda tecnológica do Programa Rota 2030 - Linha IV - ETEC 3 - este projeto "visa à consolidação, harmonização e difusão dos atuais conhecimentos, competências e boas práticas já existentes no setor ferramenteiro e de plásticos, praticados internacionalmente, buscando nacionalização das tecnologias e sua consequente retenção e difusão, geração de emprego, renda e melhoria na balança comercial, sendo inclusive viável extrapolar para exportação de componentes termoplásticos de baixo volume." (ROTA 2030, 2022).

Os objetivos gerais dessa proposta são melhorar o delineamento da problemática; informar; treinar; desenvolver fornecedores; propor soluções; integrar a cadeia produtiva para viabilizar tecnicamente e economicamente a produção de peças de pequeno lote para montadoras de automóveis e máquinas autopropulsadas.

De forma específica, o projeto "Demonstradores de Moldes para Injeção de Peças Plásticas de Baixo Volume", denominado DEMIBAV, objetiva reduzir os custos do molde de injeção utilizando porta-insertos de aço - parte permanente - com insertos fabricados por: manufatura aditiva com material de baixo custo; e insertos via usinagem de liga metálica de baixo custo (e.g. Alumínio, ZAMAC, etc.) - parte substituível.

Visa demonstrar a viabilidade técnica e econômica do uso de insertos de moldes fabricados por meio de processos de adição por camadas como alternativa para injeção de pequenos lotes de peças plásticas. Neste caso, serão utilizadas as seguintes tecnologias: Estereolitografia; Wire Arc Additive Manufacturing; Multi Jet Fusion (MJF - Polímero) Powder Bed Fusion (PBF - Metálico); Fused Deposition Modelling (FDM); e Polyjet.

JUSTIFICATIVA DA PROPOSIÇÃO

A MOLDAGEM POR INJEÇÃO é um processo de conformação que consiste em injetar um polímero aquecido na cavidade de um molde e resfriá-lo para obter uma peça sólida. Por essa técnica, é possível processar vários tipos de polímeros e geometrias de peças para diversos tipos de indústria de forma rápida, precisa e econômica. Devido a essa versatilidade, essa é a técnica de conformação de polímeros mais utilizada na indústria. Nela são processados 35% (em peso) de todos os polímeros produzidos. A indústria automotiva

utiliza-se da moldagem por injeção para a fabricação de painéis de carroceria, painéis de instrumentos, elementos de cabine, encostos de bancos, pisos, componentes do motor e componentes internos.

Um gargalo dessa técnica é o custo de fabricação do molde. Uma vez que ele é convencionalmente fabricado em aço e conformada por usinagem, uma técnica de fabricação custosa e com elevado lead time. Portanto, o custo do molde é extremamente superior ao custo da matéria prima e, portanto, a quantidade de peças produzidas por cada molde deve ser grande para amortizar seu custo. Desta forma, a fabricação por moldagem por injeção é economicamente viável para lotes de grande volume (acima de 10.000 peças).

Em entrevista com representante da ANFAVEA (Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores), identificou-se que a indústria de máquinas e equipamentos agrícolas (e.g. AGRALE, CATERPILLAR, AGCO, COMAT, CNH INDUSTRIAL) possuem baixos volumes de produção, algo entre 100 e 300 unidades cada por ano por modelo, devido à finalidade agrícola. Essa produção é pequena quando comparada com a quantidade de veículos de passeio produzidos no país. Portanto, consomem baixo volume de peças. Isso encarece a produção por injeção de peças que deveriam ser de baixo custo. Esse problema poderia ser minimizado de duas formas complementares: 1. Utilização de moldes de menor custo e com vida útil compatível para baixas tiragens; 2. Integração do setor para estimular a utilização de peças intercambiáveis, aumentando o volume do pedido de uma mesma peça e, assim, diminuir o impacto do custo do molde no preço unitário delas.

Entrevistamos mais de 30 empresas na busca por parceiros para esse projeto, vários representantes comentaram que nos últimos anos ocorreu um aumento expressivo no número de pedidos para produção de baixo lotes de peças plásticas e que não estão preparados para atendê-los. Segundo eles, essa demanda vem do aumento de empreendimentos que precisam lançar novos produtos, alterarem seu design com frequência ou produtos especializados de mercado pequeno. Dessa forma, existe uma demanda reprimida para peças plástica de pequeno lote, adicional aos das montadoras automobilísticas, que precisa ser atendida para fomentar o empreendedorismo nacional.

Esforços acadêmicos e industriais recentes levaram ao desenvolvimento de técnicas de fabricação e materiais para moldes mais econômicos. Com base no tamanho do lote e na complexidade da peça, pode-se utilizar: moldes de inserção (i.e., moldes postiços) em alumínio para lotes de volume médio (10.000-100.000 peças); ou moldes rápidos (fabricados por impressão 3D à base de resina) para baixo volume (10-1000 peças).

Os MOLDES DE INJEÇÃO são tradicionalmente fabricados com ligas de aço sendo que para a injeção de materiais termoplásticos, emprega-se normalmente o aço P20 nas cavidades. Os moldes convencionais possuem alto custo e tempo de fabricação e são recomendados para a

12

produção de grandes lotes de peças plásticas. O projeto de alguns componentes predominantemente produzidos em pequenos lotes, entretanto, podem requisitar características em que o processo de injeção é o mais apropriado para a sua fabricação. Para estas aplicações as desvantagens do processo de injeção em moldes convencionais podem ser atenuadas com o emprego de moldes fabricados via manufatura aditiva, popularmente conhecida como impressão 3D, dá se nome a esses de moldes rápidos, pois são produzidos mais rapidamente que os convencionais. Esses moldes possuem baixa vida útil quando comparados com os metálicos convencionais, mas mostram-se serem compatíveis para a produção de pequenos lotes de peças plásticas injetadas com boa qualidade e rapidez.

Os moldes rápidos são híbridos, são formados por uma estrutura metálica denominado porta insertos e o inserto. Os porta-insertos são formados por placas geralmente fabricadas em aço e que admitem a intercambialidade dos insertos, permitindo o seu uso para várias geometrias de peças. Neste caso, conjunto porta-insertos e insertos executam a função do molde de injeção. Note que a concepção do porta-insertos é fundamental para a flexibilização e consequentemente diminuição dos custos do processo de injeção em moldes rápidos.

Os materiais usados nos processos de adição por camadas e, portanto, na fabricação de moldes rápidos, podem apresentar propriedades térmicas e mecânicas bem diferentes dos aços. No caso das impressoras 3D que usam materiais poliméricos estas diferenças são ainda maiores. Os polímeros têm resistência mecânica e condutividade térmica significativamente inferiores aos dos aços, o que altera, também de forma significativa, os procedimentos usados para projetar e usar os moldes fabricados com esses materiais. Nos processos que utilizam metais como matéria prima, esta diferença irá depender do tipo de metal/liga metálica utilizada (e.g. alumínio, aços inoxidáveis, titânio, etc.). Dessa forma, existem diferenças no projeto do molde e da peça injetada, pós processamentos do molde impresso (quando necessários) e particularidades (ajustes) no processo de moldagem por injeção que devem ser levantadas e organizadas. Tais aspectos devem ser mapeados através de estudos teóricos e experimentais de forma a avançar o estado das técnicas de projeto e uso de moldes rápidos. Entretanto, Esses moldes possuem baixíssimo custo; baixo custo de investimento em equipamentos; resolve o problema de fluxo de caixa das ferramentarias; facilita a texturização superficial; facilita o branding differentiation; facilita alterações no Design; Reduz drasticamente o tempo de produção do molde. Além disso

Por outro lado, é importante salientar que outras tecnologias associadas a manufatura aditiva tem sido estudadas visando a aplicação em moldes para injeção de peças plásticas. Estas tecnologias envolvem o uso Wire Arc Additive Manufacturing, Multi Jet Fusion (MJF-Polímero), Powder Bed Fusion (PBF-Metálico), Fused Deposition Modelling (FDM), Polyjet, entre outras. Cada uma dessas técnicas tem suas especificidades e as viabilidades técnicas e econômicas dependem do tamanho do lote, geometria, qualidade superficial, resistência mecânica de peça da peça injetada, custos de investimento inicial, custos de matéria prima, custos de importação de tecnologia, facilidade de treinamento, disponibilidade de manutenção no país. Por isso, faz-se necessário avaliar várias tecnologias para apontar para a indústria brasileira qual a mais adequada para cada situação.

Embora a importância dos moldes rápidos seja reconhecida, a sua aplicação ainda é bastante limitada, principalmente devido ao desconhecimento do seu potencial e a

13

desconfiança dos usuários, muitas vezes motivada pela carência de informação disponível que possam orientar o projeto desse tipo de ferramenta. Outro aspecto que limita o uso dos moldes rápidos é a dificuldade de ajuste dos parâmetros de injeção durante o processo. Os moldes rápidos são fabricados com materiais distintos daqueles usados nos moldes tradicionais, inclusive materiais poliméricos, e esta diferenciação altera significativamente as condições do processo de injeção, além do projeto mecânico do molde. A definição de critérios para o projeto de moldes rápidos e do planejamento do processo de injeção podem minimizar tais problemas, o que permitirá o dimensionamento do molde e a sua utilização de maneira eficiente e segura. Dessa forma, essa problemática é de caráter multidisciplinar, assim, demanda de muitos membros especialistas em projeto e construção de ferramentas, em manufatura aditiva, em materiais, em processo de injeção, economia, em ciência de dados e gerenciamento de projetos. Isso para que seja possível, em curto intervalo de tempo, entregar para a indústria nacional uma tecnologia útil de TRL 9.

Um aspecto que corrobora para a proposição deste projeto é a EXPERIÊNCIA DA EQUIPE ENVOLVIDA NO PROJETO. Esta experiência é decorrente do conhecimento multidisciplinar e interdisciplinar dos membros envolvidos, assim como, de projeto em desenvolvimento no âmbito do Programa Rota 2030.

- Produção de moldes com cavidades intercambiáveis - O campus Joinville da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), em conjunto com a Universidade de Caxias do Sul (UCS) e ferramentarias parceiras, acaba de finalizar um primeiro protótipo de molde de cavidades intercambiáveis. O mesmo foi idealizado e construído dentro do projeto Rota 2030 "Melhoria da competitividade das ferramentarias através de Montagem e Tryout mais eficazes de moldes de injeção" coordenado pelo professor Regis Kovacs Scalice, tendo uma cavidade para corpos de prova construída e validada em testes de injeção.

- Desenvolvimento de Demonstrador de Molde de Alumínio para Alta Produção (DEMALAP) - no âmbito do Programa ROTA 2030 desde fevereiro de 2022, num projeto envolvendo o SENAI CIMATEC, a UFBA e a UFSC Campus Joinville, está sendo avaliado o uso de moldes fabricados em alumínio para a para injeção de grandes lotes de peças plásticas injetadas. Ambos os projetos tem o intuito de avaliar a viabilidade técnica e econômica das tecnologias envolvidas, considerando o ciclo de desenvolvimento do ferramental, injeção de peças e análises. Dessa forma, atividades apresentadas na seção Metodologia estão sendo desenvolvidas atualmente pela equipe, o que também sugere uma experiência prévia em estudos dessa natureza. Por exemplo, a principal distinção entre os moldes de aço e alumínio em termos de uso no processo de moldagem por injeção decorre das diferenças entre os valores de condutividade térmicas e resistência mecânica desses materiais, o que ocorre também entre os moldes tradicionais em relação aos moldes rápidos fabricados com material polimérico. Portanto, os procedimentos para avaliar tais efeitos serão semelhantes;

- A UEPG conta com Equipe com grande experiência em projetos de inovação com grandes empresas como Petrobras e Klabin. Tem grande expertise na área de moldagem por injeção e em manufatura convencional e aditiva (metais e polímeros), tendo aprovado em 2022 projeto de dois milhões de reais no edital Finep de Laboratórios Abertos de Prototipagem. Idealizou e promoveu em 2020 e 2021 a OIC 3D - Online International Conference on

14

Additive Manufacturing, com palestrantes de grandes empresas e ICTs dos EUA, Suécia, França, Portugal, Alemanha, Reino Unido e Brasil.

- O Instituto Tecnológico conta com equipe experiente em participação rota 2030, projetos DEMESTAA - DESCAAL - MISCAE. Conta com especialistas com impacto internacional e nacional na fabricação de ferramentas com competência de: gerenciamento de projetos, análise mercadológica (economista), projetos de simulação, usinagem de ferramental, impressão 3D, materiais e processos de fabricação.

METODOLOGIA

Visando facilitar o gerenciamento do projeto, as atividades que levarão à conclusão dos processos acima mencionados serão divididas em seis etapas, os quais serão desenvolvidos de forma paralela e interligada, contribuindo para a obtenção de resultados esperados pelo programa prioritário - Rota 2030 / ETEC 3, essas etapas estão representadas na Estrutura Analítica do Projeto (EAP) organizada por fases mostrada na Figura 13 e resumidas abaixo:

ETAPA 1 - GERENCIAMENTO DO PROJETO

Gestão do Projeto. Envolve os processos de iniciação, planejamento, execução, controle e encerramento e as área de conhecimento de escopo, tempo, custo, qualidade, comunicação, integração, risco, aquisições e recursos materiais e humanos.

ETAPA 2 - ANÁLISE MERCADOLÓGICA E TECNOLÓGICA

Análise mercadológica e tecnológica associadas a utilização de moldes intercambiáveis e utilização da manufatura aditiva em insertos para injeção de peças plásticas. Essa etapa é constituída por; Mapeamento do mercado consumidor; Mapeamento dos fornecedores; Identificação das oportunidades do mercado; Análise do capital intelectual; Benchmarking do setor produtivo; Análise da viabilidade econômica; e Estratégias para promoção de cooperação industrial

ETAPA 3 - DESENVOLVIMENTO DO FERRAMENTAL

Serão fabricados demonstradores de moldes de injeção pelas técnicas de Fused Deposition Modelling (FDM-Polímero); Multi Jet Fusion (MJF-Polímero); polyjet (Polímero); Powder Bed Fusion (PBF-Metálico); Wire Arc Additive Manufacturing (WAAM), e ainda Moldes Via usinagem de liga metálica de baixo custo aplicados para a injeção de pequenos lotes de peças. Esta etapa aborda as fases de planejamento, projeto e construção do molde.

ETAPA 4 - TESTE DA MATÉRIA PRIMA, MOLDES E PRODUTOS

Serão injetadas peças utilizando os insertos produzidos no projeto e os resultados do projeto serão analisados; além disso, serão realizados nessa etapa a caracterizações das matérias primas, caracterizações dos materiais de moldes, levantamento dos parâmetros de processo, tryout, análise do tempo de vida dos moldes, otimização de montagem, produção do lote piloto, caracterizações dos produtos injetados e otimização do processo de injeção.

ETAPA 5 - MODELAGEM DO PROCESSO NO FLEXSIM

Será realizada a modelagem do projeto utilizando o software FlexSim. Será considerada a modelagem do processo de produção de uma peça injetada, simulando, uma empresa com a disponibilidade dos insertos, porta-molde intercambiáveis e processo de injeção da peça.

ETAPA 6 - DIVULGAÇÃO DOS CONHECIMENTOS GERADOS

Difusão do conhecimento, por meio da realização de workshop, artigos técnicos, artigos científicos e disponibilização de material didático para as empresas participantes do projeto e para a comunidade de ferramenteiros.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1 - Desenvolver uma revisão da tecnologia disponível; delinear o problema de viabilidade de produção de peças de baixo volume; formar banco de dados para mitigar os problemas oriundos da utilização de insertos de moldes de baixa resistência em injeção de termoplástico além de evitar tentativas infrutíferas.

A análise mercadológica tem por objetivo: mapear o mercado consumidor; mapear os fornecedores; identificar as oportunidades do mercado; analisar a viabilidade econômica; fornecer informações precisas sobre o mercado para facilitar o empreendedorismo no setor de ferramentaria. Além disso, visa colher informações que colimarão as ações deste projeto para a realidade da indústria ferramenteira brasileira, tanto na parte técnica quanto na parte econômica.

2 - Gerar informações sobre: a simplificação do molde e das peças; o projeto informacional, conceitual, preliminar e detalhado dos porta-insertos quanto aos sistemas térmico, de extração, de injeção e de montagem dos insertos projetos dos porta-insertos e dos insertos.

3 - Desenvolver desenhos, cálculos e simulações dos moldes além da simulação do projeto de injeção. E ainda gerar parâmetro de processos que ampliam a vida útil dos insertos, produzidos por manufatura aditiva e em metal de baixo custo, sem comprometer a qualidade do moldado.

4 - Fabricação dos porta insertos de aço de alta resistência mecânica obtidos via usinagem e insertos de moldes fabricados através dos processos de Fused Deposition Modelling (FDM-Polímero); Multi Jet Fusion (MJF-Polímero); polyjet (Polímero); Powder Bed Fusion (PBF-Metálico); Wire Arc Additive Manufacturing (WAAM), e ainda insertos obtidos via usinagem de liga metálica de baixo custo aplicados para a injeção de pequenos lotes de peças.

5 - Realização de testes da matéria prima, molde e produtos. Os objetivos dessa fase são: garantir a qualidade dos materiais de partida; garantir a qualidade dos insertos fabricados; otimizar a vida útil dos moldes e a qualidade do moldado; fabricar lote piloto; realizar tryout dos demonstradores em chão de fábrica de empresa parceira.

6 - Moldagem do processo no FLEXSIM. O objetivo dessa fase é disponibilizar para as empresas, em ambiente simulado, um modelo de como será a utilização da tecnologia em chão de fábrica.

7 - Divulgação dos conhecimentos gerados. Essa etapa visa disseminar as informações desse trabalho para que cumpra com o seu papel de transferir tecnologia no que se refere a produção de moldes de injeção de peças plásticas de baixo volume.

ÓRGÃO/ENTIDADE CONTRATADO

Contratado:	UFBA - UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA	CNPJ:	15.180.714/0001-04
Endereço:	Rua Augusto Viana, s/n - Palácio da Reitoria	CEP:	40110909
Cidade:	SALVADOR - BA	Telefone:	
Banco:		Praça Pagto.:	
Agência:		Conta Corrente:	

RESPONSÁVEL (CONTRATADO)

Nome:	PAULO CESAR MIGUEZ DE OLIVEIRA	CPF:	085	4	CI/Órg. Exp.:	?
Cargo:	Reitor	Função:	Professor Adjunto III			

ÓRGÃO/ENTIDADE CONTRATANTE

Contratante:	FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	CNPJ:	18.720.938/0001-41
Endereço:	ANTONIO CARLOS 6627 UNID.ADM.II	CEP:	31270-901
Cidade:	BELO HORIZONTE - MG	Telefone:	

RESPONSÁVEL (CONTRATANTE)

Nome:	JAIME ARTURO RAMÍREZ	CPF:	554	68	CI/Órg. Exp.:	
Cargo:	Presidente	Função:				

PRODUÇÃO CIENTÍFICA

Base de dados para pesquisa (Produção de monográficas, Dissertações, Teses, Artigos científicos, etc.)

Modelos teóricos

Avaliações e diagnósticos

PARTÍCIPIES INSERIDOS

FEP - FUNDAÇÃO ESCOLA POLITÉCNICA - FEP - 15.255.367/0001-23 - INTERVENIENTE
 FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA - FUNDEP - 18.720.938/0001-41 - CONCEDENTE
 UFBA - UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA - UFBA - 15.180.714/0001-04 - EXECUTOR

FINANCIADOR(ES)

Nome	Valor
FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA(18.720.938/0001-41)	R\$ 363770.0

PROCESSOS INSERIDOS

Número	Ano	Assunto
23066.014153/2023-70	2023	FORMALIZAÇÃO DO PROCESSO A SER CELEBRADO ENTRE A UFBA, FUNDAÇÃO ESCOLA POLITÉCNICA E A FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA - FUNDEP, COM A CAPTAÇÃO DIRETA PELA FUNDAÇÃO DE APOIO DOS RECURSOS FINANCEIROS NECESSÁRIOS À FORMAÇÃO E À EXECUÇÃO DO PROJETO

INTITULADO "DEMONSTRADOR DE MOLDES PARA INJEÇÃO DE PEÇAS DE BAIXO VOLUME-DEMIBAV".

MEMBROS DO PROJETO				
Participante da Instituição				Quantidade
PROFESSOR_EFETIVO				2
Origem	Formação	Função	Categoria	C.H. Dedicada
Servidor UFBA	DOUTORADO	COORDENADOR	PROFESSOR_EFETIVO	4,0 h/semana
Nome: ARMANDO SA RIBEIRO JUNIOR				
Email: asrj@ufba.br				
Matrícula: 2				
Carga Horária na Instituição: 40h/semana Dedicação Exclusiva				
Servidor UFBA	DOUTORADO	VICE-COORDENADOR	PROFESSOR_EFETIVO	4,0 h/semana
Nome: ROSANA LOPES LIMA FIALHO				
Email: rosanafialho@ufba.br				
Matrícula: 1				
Carga Horária na Instituição: 40h/semana Dedicação Exclusiva				
PROFESSOR_SUBSTITUTO				0
SERVIDOR_TECNICO				0
DISCENTE DE GRADUAÇÃO				6
Origem	Formação	Função	Categoria	C.H. Dedicada
Aluno UFBA (INDEFINIDO)	ENSINO FUNDAMENTAL	COLABORADOR	DISCENTE DE GRADUAÇÃO	-
Nome: PESSOA AINDA NÃO DEFINIDA - Quantidade: 6 (Participante UFBA)				
Email: -				
DISCENTE DE MESTRADO				2
Origem	Formação	Função	Categoria	C.H. Dedicada
Aluno UFBA	GRADUAÇÃO	-	DISCENTE DE MESTRADO	-
Nome: PEDRO GUILHERME CARVALHO DE SOUZA MARCONI				
Email: pedro16gui@gmail.com				
Aluno UFBA (INDEFINIDO)	GRADUAÇÃO	COLABORADOR	DISCENTE DE MESTRADO	-
Nome: PESSOA AINDA NÃO DEFINIDA - Quantidade: 1 (Participante UFBA)				
Email: -				
DISCENTE DE DOUTORADO				1
Origem	Formação	Função	Categoria	C.H. Dedicada
Aluno UFBA	MESTRADO	-	DISCENTE DE DOUTORADO	-
Nome: EVANDRO MENEZES DE SOUZA AMARANTE				
Email: vando_mat@hotmail.com				
DISCENTE DE ESPECIALIZAÇÃO				0
DISCENTE TÉCNICO				0
PROFESSOR_APOSENTADO				0
SERVIDOR_TECNICO_APOSENTADO				0
DISCENTE DE EXTENSÃO				0
DISCENTE CARENTE				0
Total Participante da Instituição: 11				
Participante Externo				Quantidade
INVENTOR_INDEPENDENTE				0
SERVIDOR_MILITAR				0
PESQUISADOR_CONVIDADO				0
DISCENTE DE GRADUAÇÃO				0
DISCENTE DE MESTRADO				0
DISCENTE DE DOUTORADO				0
DISCENTE DE ESPECIALIZAÇÃO				0
DISCENTE TÉCNICO				0
PROFISSIONAL CLT				0

VOLUNTÁRIO	0
PARTICIPANTE EXTERNO À UFBA SEM REMUNERAÇÃO	0
PARTICIPANTE EXTERNO À UFBA COM REMUNERAÇÃO	0
PROFESSOR_CONVIDADO	0
DISCENTE CARENTE	0
Total Participante Externo: 0	
Total Geral: 11	

CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO					
Objetivo Específico 2: SIMULAÇÕES NUMÉRICAS USANDO SISTEMAS CAE					
Etapas/Fase	Indicador	Período de Execução		Un. Medida	Quant. Valor
1.EXECUÇÃO	1.0 Relatórios de análises	Agosto/2023	Outubro/2023	Relatórios de análises	1,00 19.740,00
Objetivo Específico: Simulação reológica no inserto metálico: geometria 1					
2.EXECUÇÃO	1.0 Relatórios de análises	Outubro/2023	Dezembro/2023	Relatórios de análises	1,00 19.740,00
Objetivo Específico: Simulação reológica no inserto polimérico: geometria 1					
3.EXECUÇÃO	1.0 Relatórios de análises	Janeiro/2024	Fevereiro/2024	Relatórios de análises	1,00 19.740,00
Objetivo Específico: Simulação reológica no inserto polimérico: geometria 2					
4.EXECUÇÃO	1.0 Relatórios de análises	Fevereiro/2024	Março/2024	Relatórios de análises	1,00 19.740,00
Objetivo Específico: Simulação reológica no inserto polimérico: geometria 2					
5.EXECUÇÃO	1.0 Relatórios de análises	Abril/2024	Abril/2024	Relatórios de análises	1,00 19.740,00
Objetivo Específico: Simulação mecânica do inserto metálico					
6.EXECUÇÃO	1.0 Relatórios de análises	Maio/2024	Maio/2024	Relatórios de análises	1,00 19.740,00
Objetivo Específico: Simulação mecânica do inserto polimérico					
7.EXECUÇÃO	1.0 Relatórios de análises	Maio/2024	Junho/2024	Relatórios de análises	1,00 19.740,00
Objetivo Específico: Simulação mecânica da extração no inserto metálico					
8.EXECUÇÃO	1.0 Relatórios de análises	Junho/2024	Julho/2024	Relatórios de análises	1,00 19.740,00
Objetivo Específico: Simulação mecânica da extração no inserto polimérico					
Total do Objetivo Específico 2: R\$ 157.920,00					
Objetivo Específico 3: CARACTERIZAÇÃO DO TERMOPLÁSTICO					
Etapas/Fase	Indicador	Período de Execução		Un. Medida	Quant. Valor
1.EXECUÇÃO	2.0 Ensaios executados	Outubro/2023	Maio/2024	Ensaios executados	2,00 8.215,00
Objetivo Específico: Análises Térmicas (DSC,DTG)					
2.EXECUÇÃO	2.0 Ensaios executados	Novembro/2023	Junho/2024	Ensaios executados	2,00 8.215,00
Objetivo Específico: Análises Reológicas					
3.EXECUÇÃO	3.0 Ensaios executados	Outubro/2023	Maio/2024	Ensaios executados	3,00 8.215,00
Objetivo Específico: Análises Mecanicas (DMA, Tração, flexão, dureza, etc)					
4.EXECUÇÃO	3.0 Ensaios executados	Dezembro/2023	Julho/2024	Ensaios executados	3,00 8.215,00
Objetivo Específico: Análise físico-químicas (FTIR, IF, etc)					
Total do Objetivo Específico 3: R\$ 32.860,00					
Objetivo Específico 4: PROJETO DOS INSERTOS					
Etapas/Fase	Indicador	Período de Execução		Un. Medida	Quant. Valor
1.EXECUÇÃO	1.0 Projeto inserto	Outubro/2023	Novembro/2023	Projeto inserto	1,00 10.500,00
Objetivo Específico: Projeto do inserto polimérico					
2.EXECUÇÃO	1.0 Projeto do inserto	Novembro/2023	Dezembro/2023	Projeto do inserto	1,00 10.500,00
Objetivo Específico: Projeto do inserto metálico					
Total do Objetivo Específico 4: R\$ 21.000,00					
Objetivo Específico 5: INJEÇÃO DE LOTES DE PEÇAS					

Etapa/Fase	Indicador	Período de Execução		Un. Medida	Quant.	Valor
1.PLANEJAMENTO	1.0 Relatórios	Abril/2024	Maio/2024	Relatórios	1,00	5.470,00
Objetivo Específico: Planejamento dos experimentos						
2.EXECUÇÃO	400.0 Número de peças injetadas	Maio/2024	Novembro/2024	Número de peças injetadas	400,00	5.470,00
Objetivo Específico: Injeção de lote de peças no inserto polimérico						
3.EXECUÇÃO	400.0 Número de peças injetadas	Julho/2024	Dezembro/2024	Número de peças injetadas	400,00	5.470,00
Objetivo Específico: Injeção de lote de peças no inserto metálico						
4.AVALIAÇÃO	2.0 Relatórios de análises	Julho/2024	Dezembro/2024	Relatórios de análises	2,00	10.000,00
Objetivo Específico: Análise dos resultados: qualidade das peças injetadas, comportamento dos insertos						
Total do Objetivo Específico 5: R\$ 26.410,00						

Objetivo Específico 6: PUBLICAÇÕES E ELABORAÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO

Etapa/Fase	Indicador	Período de Execução		Un. Medida	Quant.	Valor
1.EXECUÇÃO	3.0 Artigos publicados	Novembro/2024	Março/2025	Artigos publicados	3,00	5.280,00
Objetivo Específico: Elaboração de artigos científicos						
2.EXECUÇÃO	6.0 Número de vídeos criados	Dezembro/2024	Janeiro/2025	Número de vídeos criados	6,00	3.000,00
Objetivo Específico: Criação de mídias						
3.EXECUÇÃO	3.0 Número de artigos submetidos	Janeiro/2025	Março/2025	Número de artigos submetidos	3,00	3.270,00
Objetivo Específico: Elaboração de artigos científicos						
Total do Objetivo Específico 6: R\$ 11.550,00						

Objetivo Específico 1: PROJETO DO MOLDE INTERCAMBIÁVEL

Etapa/Fase	Indicador	Período de Execução		Un. Medida	Quant.	Valor
1.EXECUÇÃO	1.0 Lista de requisitos	Agosto/2023	Setembro/2023	Lista de requisitos	1,00	7.740,00
Objetivo Específico: Projeto Informacional						
2.EXECUÇÃO	2.0 Concepções	Setembro/2023	Novembro/2023	Concepções	2,00	7.740,00
Objetivo Específico: Projeto conceitual						
3.EXECUÇÃO	1.0 Projeto do porta moldes	Outubro/2023	Novembro/2023	Projeto do porta moldes	1,00	7.740,00
Objetivo Específico: Projeto Preliminar						
4.EXECUÇÃO	3.0 Desenhos elaborados	Novembro/2023	Novembro/2023	Desenhos elaborados	3,00	7.740,00
Objetivo Específico: Projeto detalhado						
Total do Objetivo Específico 1: R\$ 30.960,00						

Objetivo Específico 3: Caracterização dos materiais

Etapa/Fase	Indicador	Período de Execução		Un. Medida	Quant.	Valor
1.EXECUÇÃO	2.0 Ensaios executados	Janeiro/2024	Agosto/2024	Ensaios executados	2,00	12.500,00
Objetivo Específico: Determinação das propriedades térmicas dos materiais						
2.EXECUÇÃO	2.0 Ensaios executados	Fevereiro/2024	Setembro/2024	Ensaios executados	2,00	12.500,00
Objetivo Específico: Análises Reológicas do material injetado						
3.EXECUÇÃO	3.0 Ensaios executados	Janeiro/2024	Agosto/2024	Ensaios executados	3,00	12.500,00
Objetivo Específico: Análises mecânicas (DMA, tração, flexão, dureza, etc)						
4.EXECUÇÃO	3.0 Ensaios executados	Março/2024	Outubro/2024	Ensaios executados	3,00	12.500,00
Objetivo Específico: Análises físico-químicas (FTIR, IF, etc)						
Total do Objetivo Específico 3: R\$ 50.000,00						

Objetivo Específico 7: DOAP

Etapas/Fase	Indicador	Período de Execução	Un. Medida	Quant.	Valor
1.EXECUÇÃO	2.0 Relatórios de análises	Agosto/2023	Março/2025	Relatórios de análises	2,00 33.070,00

Objetivo Específico: Interveniente financeira

Total do Objetivo Específico 7: R\$ 33.070,00

Total Geral dos Objetivos Específicos: R\$ R\$ 363.770,00

RESUMO FINANCEIRO

Total Plano de Aplicação	R\$ 330.700,00
Valor da Remuneração à UFBA	R\$ 0,00
Despesa Operacional e Administrativa do Projeto (DOAP)	R\$ 33.070,00
Valor Total do Projeto: R\$ 363.770,00	

PLANO DE APLICAÇÃO

Código	Valor/Reajuste Previsto	Total/Valor a Pagar
AUX. FINANCEIRO ESTUDANTE - 339018 (339018)	R\$ 0,00	R\$ 160.195,00
AUXÍLIO FINANCEIRO A PESQUISADORES (339020)	R\$ 0,00	R\$ 135.640,00
MAT. CONSUMO (339030)	R\$ 0,00	R\$ 1.253,00
SERV. PESSOA JURÍDICA (339039)	R\$ 0,00	R\$ 12.000,00
EQUIP. MATERIAL PERMANENTE (449052)	R\$ 0,00	R\$ 21.612,00

AUXÍLIOS FINANCEIROS ESTUDANTES - 339018

Estudante	Categoria	Forma de Seleção	Quant.	Valor(R\$)	Total(R\$)
1 Estudante(s) - (A DEFINIR)	-	Seleção do mestrado em mecatrônica	14	2.415,00	33.810,00

Função Desempenhada: Desenvolvimento de um sistema para otimização da análise reológica em moldes rápidos

PEDRO GUILHERME CARVALHO DE SOUZA MARCONI (Matrícula: 2023101456)	DISCENTE DE MESTRADO	Seleção do mestrado em mecatrônica	19	2.415,00	45.885,00
---	----------------------	------------------------------------	----	----------	-----------

Função Desempenhada: Pesquisador envolvido na avaliação do uso de moldes rápidos

PESSOA AINDA NÃO DEFINIDA	DISCENTE DE GRADUAÇÃO	Bolsistas provenientes de outro projeto. Para novos bolsistas será realizada uma seleção baseada na análise de currículos e entrevistas	100	805,00	80.500,00
---------------------------	-----------------------	---	-----	--------	-----------

Função Desempenhada: Bolsistas de Iniciação Científica

Total (R\$): 160.195,00

AUXÍLIOS FINANCEIRO A PESQUISADORES - 339020

Interessado	Categoria	Tipo Auxílio	Valor Previsto	Quantidade de Parcelas	A partir de	Valor à Pagar	Total
ROSANA LOPES LIMA FIALHO	PROFESSOR_EFETIVO	APOIO A PESQUISA (Valor Mensal)	R\$ 2.000,00	14	01/08/2023	R\$ 28.000,00	R\$ 28.000,00
ARMANDO SA RIBEIRO JUNIOR	PROFESSOR_EFETIVO	COORDENAÇÃO DE ATIVIDADES DE PESQUISA (Valor Mensal)	R\$ 5.980,00	18	01/08/2023	R\$ 107.640,00	R\$ 107.640,00
Total (R\$): 135.640,00							

MATERIAIS DE CONSUMO - 339030

Material	Observação	Valor
3016 - MATERIAL DE EXPEDIENTE		R\$ 1.253,00
Total (R\$): 1.253,00		

SERVIÇOS DE PESSOA JURÍDICA - 339039

Serviço	Cooperativa Observação	Valor Bruto
3900 - OUTROS SERVICOS DE TERCEIROS-PESSOA JURIDICA	Não Recursos para realização de ensaios de caracterização dos polímeros usados nos testes dos demonstradores	R\$ 12.000,00
Total (R\$): 12.000,00		

MATERIAIS PERMANENTES - 449052

Material	Importado	Quantidade	Valor	Total
5241 - EQUIPAMENTOS DE TIC - COMPUTADORES	Não	2	R\$ 10.806,00	R\$ 21.612,00
Destinação: Departamento de Construção e Estruturas				
Descrição do Bem: Workstation para realização das simulações numéricas usando o MoldFlow e Ansys				
Total (R\$): 21.612,00				

RESUMO DAS RUBRICAS

33.90.11	VENCIMENTOS E VANTAGENS FIXAS	-
33.90.13	OBRIGAÇÕES PATRONAIS	-
33.90.14	DIÁRIAS	-
33.90.18	AUXÍLIO FINANCEIRO A ESTUDANTE	R\$ 160.195,00
33.90.20	AUXÍLIO FINANCEIRO A PESQUISADORES	R\$ 135.640,00
33.90.30	MATERIAL DE CONSUMO	R\$ 1.253,00
33.90.33	PASSAGENS E DESPESAS COM LOCOMOÇÃO	-
33.90.35	SERVIÇOS DE CONSULTORIA	-
33.90.36	OUTROS SERVIÇOS DE PESSOA FÍSICA	-
33.90.39	OUTROS SERVIÇOS DE PESSOA JURÍDICA	R\$ 12.000,00
33.90.41	AJUDA DE CUSTO	-
33.90.47	OBRIGAÇÕES TRIBUTÁRIAS E CONTRIBUTIVAS	-
33.90.48	AUXÍLIO FINANCEIRO A PESSOA FÍSICA	-
33.90.95	INDENIZAÇÃO PARA EXECUÇÃO DE TRABALHO DE CAMPO	-
44.90.51	OBRAS E INSTALAÇÕES	-
44.90.52	EQUIPAMENTOS E MATERIAL PERMANENTE	R\$ 21.612,00
99.99.99	RESERVA TÉCNICA	-
TOTAL RUBRICAS:		R\$ 330.700,00

RESULTADOS ACADÊMICOS ESPERADOS

Indicador	Quant.
Artigo completo submetido ou publicado em anais de eventos	6
Observação: Produção de mídia: documentários e/ou material didático, programa de televisão, rádio, vídeo ou vide-conferência, gravação e edição de CD, DVD ou outras mídias	6
Observação: Número de teses de doutorado realizadas em função do projeto	1
Observação: Número de dissertações de mestrado realizadas em função do projeto	2
Observação: Número de dissertações de mestrado realizadas em função do projeto	2
Observação: Artigo completo publicado em periódico científico	4

DOCUMENTOS ANEXADOS AO PROJETO

Tipo do Documento	Servidor Responsável	Data de Cadastro	Descrição
INSTRUMENTO JURÍDICO	ISABELE GONDIM MEIRELLES	09/08/2023	TERMO DE CONVÊNIO ASSINADO
DECLARAÇÃO SELEÇÃO/PUBLICIDADE	ISABELE GONDIM MEIRELLES	09/08/2023	PUBLICAÇÃO DE TERMO DE CONVÊNIO EM DOU
INSTRUMENTO JURÍDICO	ISABELE GONDIM MEIRELLES	09/08/2023	TERMO DE COMPROMISSO UFBA/FEP
DECLARAÇÃO SELEÇÃO/PUBLICIDADE	ISABELE GONDIM MEIRELLES	09/08/2023	PUBLICAÇÃO DE TERMO DE COMPROMISSO

ALTERAÇÕES DE SITUAÇÃO DO PROJETO					
Data	Situação Anterior	Situação Nova	Autenticado Digitalmente Por	Função	Unidade
11/03/2023 09:37	CADASTRADO	GRAVADO	ARMANDO SA RIBEIRO JUNIOR		
Observação:					
13/03/2023 11:08	GRAVADO	PENDENTE INDICAR PARECERISTA	ARMANDO SA RIBEIRO JUNIOR		
Observação: Registro de Acordo com as declarações de Carga Horária (Em atendimento ao Artigo 5º do Decreto nº 5.205/04 e item 9.2.25 do Acórdão nº 2731/08), SEARA (Em atendimento às determinações do itens 9.2.22 do Acórdão nº 2731/08 do TCU) e de Conformidade Nepotismo (Em atendimento às determinações do itens 9.2.10 e 9.2.25 do Acórdão nº 2731/08 do TCU e Súmula Vinculante nº 13 do STF)					
13/03/2023 14:57	PENDENTE INDICAR PARECERISTA	RETORNADO PARA AJUSTES	ISABELE GONDIM	SERVIDOR(A)	NÚCLEO DE ANÁLISE E ELABORAÇÃO DE CONVÊNIOS E CONTRATOS /CCCONV/PROPLAN
Observação: Alterar a relação contratante/contratado: CONTRATADO: UFBA CONTRATANTE: FUNDEP					
13/03/2023 16:04	RETORNADO PARA AJUSTES	PENDENTE INDICAR PARECERISTA	ARMANDO SA RIBEIRO JUNIOR		
Observação:					
11/04/2023 15:34	PENDENTE INDICAR PARECERISTA	RETORNADO PARA AJUSTES	ISABELE GONDIM	SERVIDOR(A)	NÚCLEO DE ANÁLISE E ELABORAÇÃO DE CONVÊNIOS E CONTRATOS /CCCONV/PROPLAN
Observação: Alterar relação de contratante e contratado.					
11/04/2023 16:46	RETORNADO PARA AJUSTES	PENDENTE INDICAR PARECERISTA	ARMANDO SA RIBEIRO JUNIOR		
Observação:					
11/04/2023 16:55	PENDENTE INDICAR PARECERISTA	PENDENTE INDICAR PARECERISTA	ISABELE GONDIM		
Observação:					
16/05/2023 18:07	PENDENTE INDICAR PARECERISTA	RETORNADO PARA AJUSTES	ISABELE GONDIM	SERVIDOR(A)	NÚCLEO DE ANÁLISE E ELABORAÇÃO DE CONVÊNIOS E CONTRATOS /CCCONV/PROPLAN
Observação: Espelhamento dos valores em acordo com Proposta Orçamentária elaborada pela Fundação de Apoio.					
17/05/2023 14:19	RETORNADO PARA AJUSTES	PENDENTE INDICAR PARECERISTA	ARMANDO SA RIBEIRO JUNIOR		
Observação:					
22/06/2023 10:11	PENDENTE INDICAR PARECERISTA	RETORNADO PARA AJUSTES	ISABELE GONDIM	SERVIDOR(A)	NÚCLEO DE ANÁLISE E ELABORAÇÃO DE CONVÊNIOS E CONTRATOS /CCCONV/PROPLAN
Observação: AJUSTES NO PLANO DE APLICAÇÃO.					
22/06/2023 10:56	RETORNADO PARA AJUSTES	PENDENTE INDICAR PARECERISTA	ARMANDO SA RIBEIRO JUNIOR		

Observação:

20/07/2023 10:23	PENDENTE INDICAR PARECERISTA	RETORNADO PARA AJUSTES	ISABELE GONDIM	SERVIDOR(A)	NÚCLEO DE ANÁLISE E ELABORAÇÃO DE CONVÊNIOS E CONTRATOS /CCCONV/PROPLAN
---------------------	------------------------------------	---------------------------	----------------	-------------	--

Observação: O Cronograma de Execução deve totalizar o valor de execução, a saber R\$ 330.700,00 (trezentos e trinta mil e setecentos reais).

20/07/2023 12:24	RETORNADO PARA AJUSTES	PENDENTE INDICAR PARECERISTA	ARMANDO SA RIBEIRO JUNIOR
---------------------	---------------------------	---------------------------------	------------------------------

Observação:

09/08/2023 11:58	ATIVO	ATIVO	ISABELE GONDIM
---------------------	-------	-------	----------------

Observação:

--