

ROTA2030  
FUNDEP

VITRINE  
TECNOLÓGICA

**LINHA IV**

Ferramentarias Brasileiras  
Mais Competitivas

Coordenação técnica

**ipt**  
INSTITUTO DE  
PESQUISAS  
TECNOLÓGICAS

**FUNDEP** **UF** **MG**

MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INOVAÇÕES

MINISTÉRIO DA  
ECONOMIA

**PÁTRIA AMADA  
BRASIL**  
GOVERNO FEDERAL

## DEMPAF-Desenvolvimento de métodos para automação de tarefas no projeto de Ferramentais

Coordenador Geral:

Dr. José Luciano de Assis Pereira - CIT SENAI

Líder Técnico:

MSc. Givan Martins Macedo Junior - CIT SENAI

Coordenadores Associados:

Dr. Luiz Claudio de Melo Costa - ISIES

MSc. Thompson Junior Avila Reis - ISIMLE

Dr. Victor Emmanuel de Oliveira Gomes - ISISIM

Dra. Emília Villani - ITA

## Coordenador Geral



Engenheiro pela Universidade Federal de Viçosa (1997), Mestre pela Universidade Federal de Viçosa (1999) e Doutor pela Universidade Federal de Viçosa (2003). Gerente de Tecnologia e Inovação no Centro de Inovação e Tecnologia SENAI FIEMG .

**José Luciano de Assis Pereira**  
Gerente de Tecnologia e Inovação

[jose.luciano@fiemg.com.br](mailto:jose.luciano@fiemg.com.br)

(31)3489-2043

<https://www.linkedin.com/in/joselucianoassispereira/?originalSubdomain=br>

Coordenação técnica



# Centro de Inovação e Tecnologia - CIT SENAI

Coordenação técnica





**68 laboratórios**

com  
equipamentos  
de ponta



**30 mil m<sup>2</sup>**

de área  
construída



**121 mil m<sup>2</sup>**

De área para  
inovação e  
tecnologia



**270** Colaboradores



**17** Doutores



**28** Mestres



**90** Graduados



**112** Técnicos



**25** Suporte  
administrativo



**12** Estagiários

**3 Institutos de Inovação**

**INSTITUTO SENAI DE INOVAÇÃO** **INSTITUTO SENAI DE INOVAÇÃO** **INSTITUTO SENAI DE INOVAÇÃO**  
PROCESSAMENTO MINERAL ENGENHARIA DE SUPERFÍCIES METALURGIA E LIGAS ESPECIAIS

**5 Institutos de Tecnologia**

**INSTITUTO SENAI DE TECNOLOGIA** **INSTITUTO SENAI DE TECNOLOGIA**  
METALMECÂNICA AUTOMOTIVA

**INSTITUTO SENAI DE TECNOLOGIA** **INSTITUTO SENAI DE TECNOLOGIA** **INSTITUTO SENAI DE TECNOLOGIA**  
QUÍMICA MEIO AMBIENTE ALIMENTOS E BEBIDAS

O CIT conecta o  
conhecimento  
de cada área,  
criando **soluções**  
para toda a  
indústria.

Coordenação técnica

# Desenvolvimento de métodos para automação de tarefas no projeto de ferramentais

Coordenação técnica



MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,  
E INOVAÇÕES

MINISTÉRIO DA  
ECONOMIA





**Givan Martins Macedo Junior**  
Analista de Tecnologia  
gmacedo@fiemg.com.br  
(31)3489-2009  
<https://www.linkedin.com/in/givan-martins-macedo-junior/>

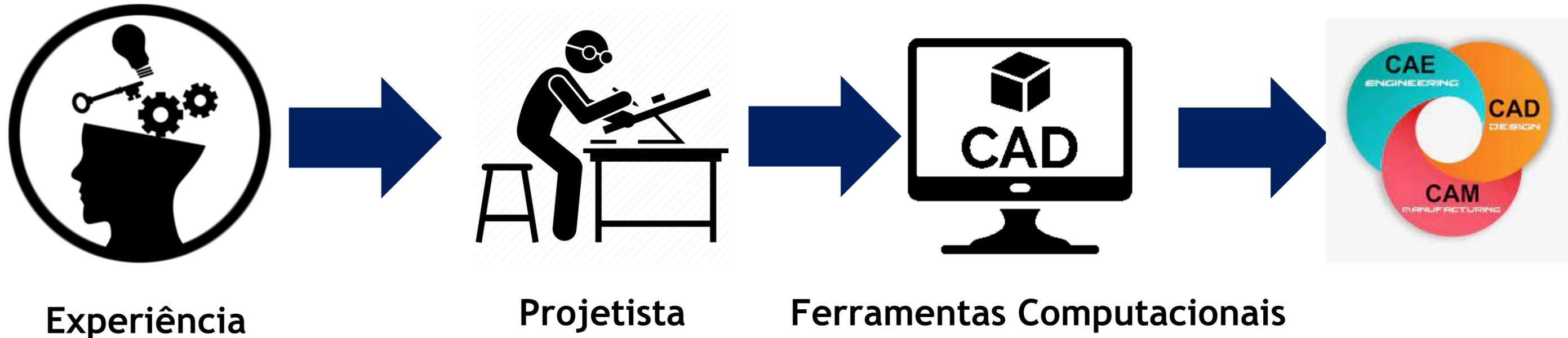
Bacharel em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Viçosa (UFV-2018) e Mestre em ciências pelo curso de Engenharia Mecânica e Aeronáutica do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA - 2020). Atuação em projetos de Pesquisa e desenvolvimento com parceiros industriais no Centro de Competência em Manufatura (CCM-ITA) de julho de 2017 à agosto de 2020 e desde novembro de 2020 no Centro de Inovação e Tecnologia (CIT SENAI).

## Responsável técnico

Coordenação técnica



## Introdução



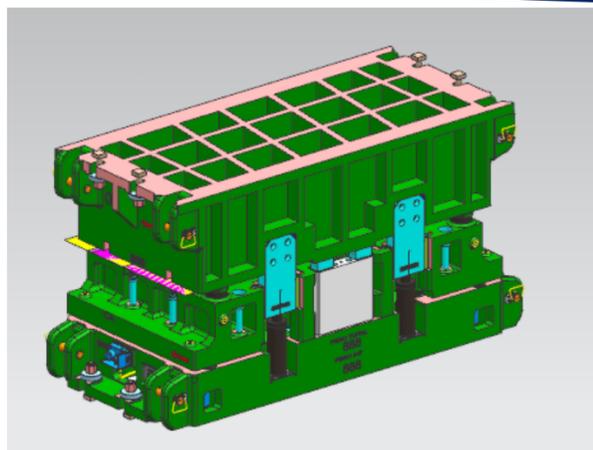
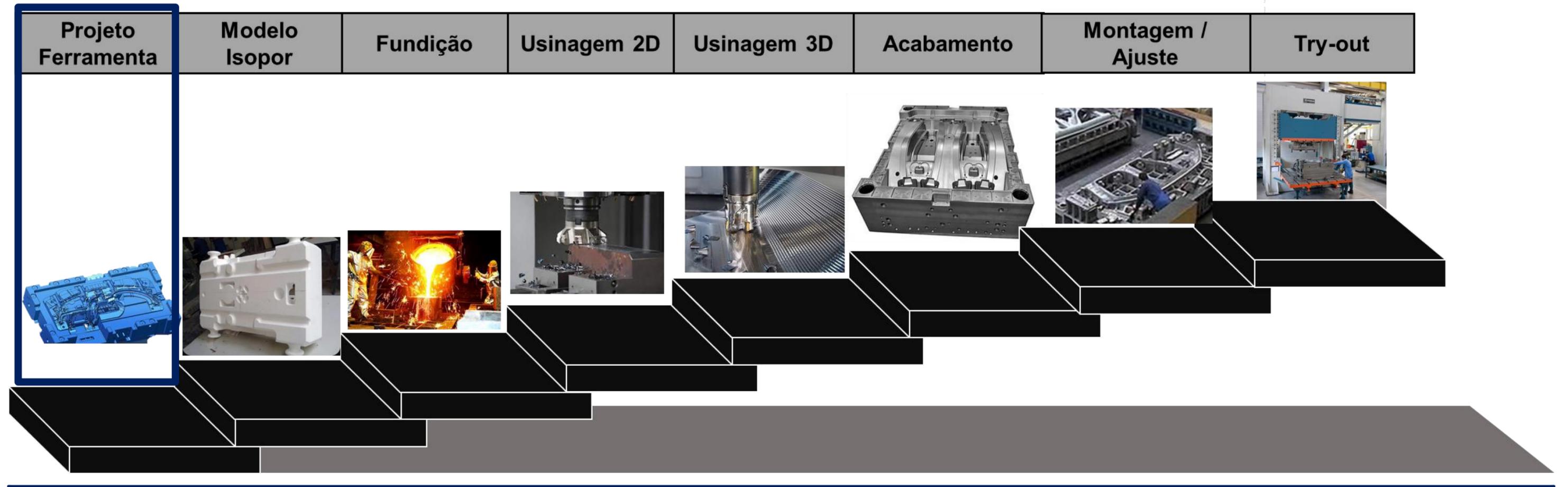
## Engenharia Baseada no conhecimento

O projeto de engenharia é inerentemente uma atividade de conhecimento intensivo.

Grande parte da ênfase da Engenharia baseada no conhecimento está no uso de **tecnologia baseada em conhecimento pré-existente** para apoiar o design auxiliado por computador (CAD).

Coordenação técnica

# Introdução



## Ciclo de produção de um ferramental

Coordenação técnica



## Introdução

### Diferentes cadernos de encargos



## Termos de referência e requisitos das montadoras

Diferentes cadernos de encargos acarretam em diferentes premissas de projeto



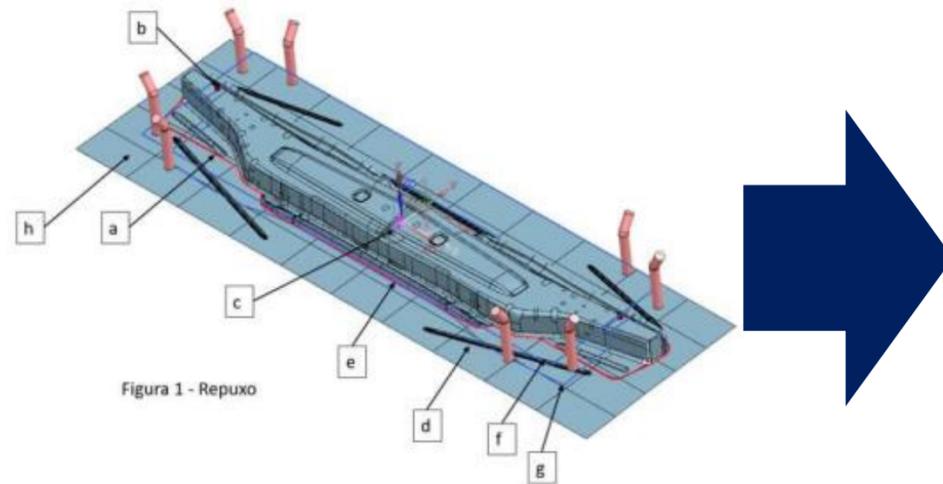
Avaliação do modelo matemático

### Simulação de estampagem

Superfície do ferramental; Produto posicionado; Dimensão do blank; Linha corrida do blank; Força do prensa-chapas

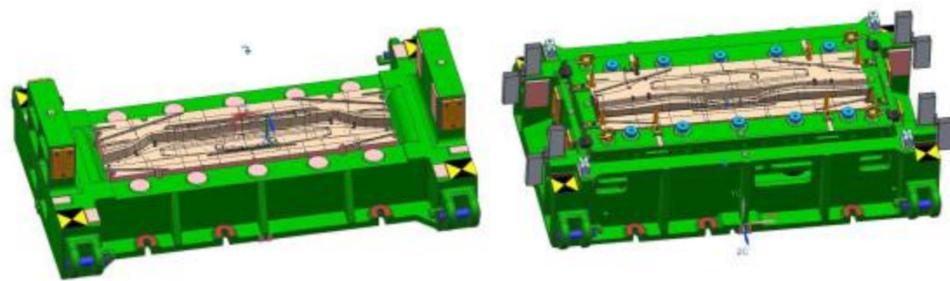
Coordenação técnica

## Introdução



- Linhas de movimento (punção e anel);
- Modelagem de quebra rugas;
- Linha de blank recortado e repuxado;
- Superfície da matriz (compensada pela simulação).

## Plano de métodos



Definição virtual da ferramenta, determinação de todos os componentes, materiais, áreas de usinagem, fixações .

## Projeto do Ferramental

## Modelagem de superfícies

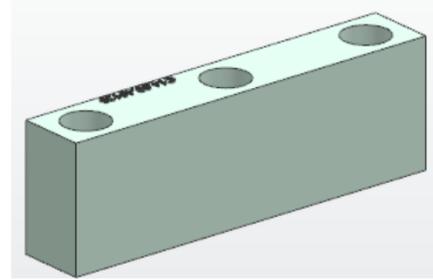
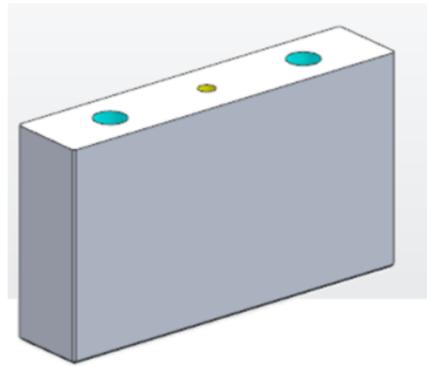
Coordenação técnica

# Introdução

## Itens de prateleira



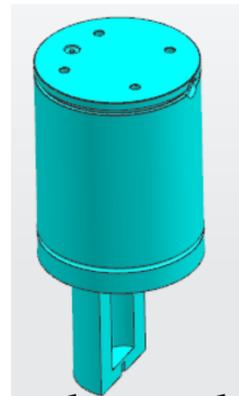
Colunas de guias



Blocos de travamento e assentamento



Buchas



Cilindros de nitrogênio



Levantadores



Elementos de fixação



Limitadores De curso



Molas



Elementos de Guia

Coordenação técnica

## Introdução

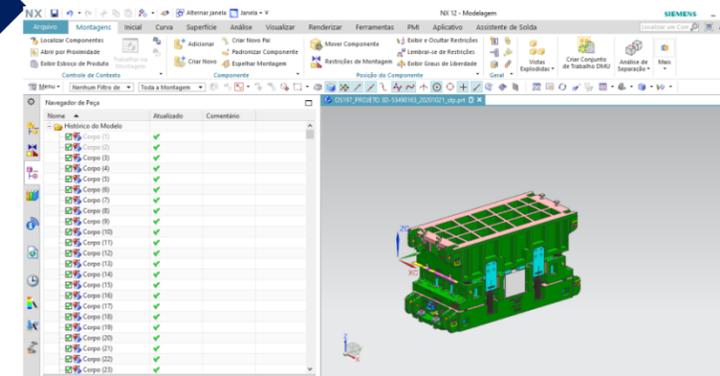
### Softwares CAD



### Software Selecionado



O NX possui módulos de auxílio de projetos de moldes de injeção e de ferramentais de estampagem



Software CAD mais utilizado no setor de ferramentais

A maioria dos sistemas CAD's atuais possuem sua própria linguagem de programação ou macros para automação de projetos.

O software pode sugerir uma configuração para o blank da chapa, visando minimizar o desperdício de material. O programa simula uma sequência de operações, permitindo, a partir dela, projetar os elementos constituintes de uma ferramenta

Coordenação técnica



## Desafio

Padronizar o processo construtivo no projeto de ferramentais de estampagem.



## Objetivo

Incorporar inteligência ao processo utilizando-se de softwares CAD.



## Abordagem

Através do mapeamento de informações obtidas e pesquisa focada em estabelecer condições de contorno atreladas ao processo construtivo de ferramentais, serão criados *features* e ferramentas no software Siemens® NX, que permitam automatizar tarefas que consomem tempo do projetista e que podem originar em erros no desenvolvimento.

Coordenação técnica

## Objetivo



Automatização da atividade do desenvolvimento de projeto de ferramentas de estampagem, automatizando o desenvolvimento e a modelagem dos elementos que possuem características funcionais idênticas.

## Objetivos secundários

- **Mapear** o processo construtivo do projeto de Ferramentais de estampagem de superfícies classe A;
- **Avaliar processos intermediários** que podem ser automatizados;
- **Criar biblioteca** de itens de montagem de ferramentais (Posicionadores; Molas, cilindros de nitrogênio, parafusos, pinos, etc.) baseados em projetos de ferramentais já existentes;
- Criar um **check-list de comparação de peças** e respectivos modelos matemáticos para auxiliar na identificação de projetos similares já executados por ferramentarias;



- **Disseminar o conhecimento** obtido e desenvolver algoritmos para integração com a ferramenta CAD Siemens NX;
- **Testar** a interface dos algoritmos criados **através do projeto de um ferramental** de superfície classe A determinando todos os seus componentes, materiais, áreas de usinagem e fixações;
- **Validação dos métodos** e das ferramentas usando um estudo de caso;

- **Comparar os indicadores anteriores** mapeados em projetos de construção de demonstradores de estampagem já executados no programa (DEMESTAA e DECOLAB) **com os após o desenvolvimento do projeto** e validar o processo.

Coordenação técnica

## Consórcio do Projeto: Convidadas



Coordenação técnica

## Consórcio do Projeto: ICTs Parceiras



Instituto SENAI de Inovação em Soluções Integradas em Metalmecânica - ISI SIM - RS

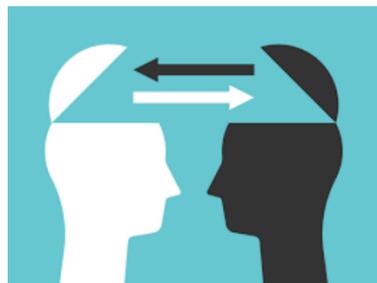
- Gestão do projeto;
  - Mapeamento do processo construtivo do ferramental;
  - Criação de bibliotecas de projetos;
  - *Check-list* de comparação de projetos;
  - Testes e validação dos algoritmos criados.
- 
- Conhecimento adquirido na execução dos projetos;
  - Compartilhamento de informações;
  - Discussões técnicas.
- 
- Desenvolvedor Siemens;
  - Programação dos features para automação no software Siemens NX;
  - Incorporação de bibliotecas de projetos no software;
  - Testes e validação dos algoritmos criados

Coordenação técnica

## Consórcio do Projeto: Empresas

- Participação em atividades relacionadas ao acompanhamento das etapas de mapeamento do processo de projeto de um ferramental de estampagem;
- Auxiliar os pesquisadores fornecendo dados e informações técnicas sobre o processo de projeto do ferramental;
- **Indicação de corpo técnico** para participação de reuniões de trabalhos, workshops e atividades executadas no contexto do projeto.

### Compartilhar conhecimento



### Gerar valor para a indústria nacional



Coordenação técnica



### Gerir o conhecimento



## Estrutura Analítica do Projeto

### DEMPAF-Desenvolvimento de métodos para automação de tarefas no projeto de Ferramentais

1. Pesquisa de Campo

2. Desenvolvimento da automação de tarefas repetitivas no Die Design

3. Projeto do Ferramental utilizando os *features* criados

### Desenvolvimento de métodos para automação de tarefas no projeto de Ferramentais

Gestão do conhecimento, incorporando soluções *software* no CAD.

Empresas Parceiras



Interação entre as equipes para auxílio na tomada de decisão

Benefícios para a cadeia de manufatura de ferramentais

Coordenação técnica

## Estrutura Analítica do Projeto

### DEMPAF-Desenvolvimento de métodos para automação de tarefas no projeto de Ferramentais

#### 1. Pesquisa de Campo

2. Desenvolvimento da automação de tarefas repetitivas no *Die Design*

3. Projeto do Ferramental utilizando os *features* criados

### 1. Pesquisa de Campo

- 1.1 Mapear o processo construtivo do projeto de ferramentais de estampagem de superfícies classe A;
- 1.2 Definir processos intermediários que podem ser automatizados;
- 1.3 Criar *check-list* para comparação de projetos;

Coordenação técnica

## Estrutura Analítica do Projeto

### DEMPAF-Desenvolvimento de métodos para automação de tarefas no projeto de Ferramentais

1. Pesquisa de Campo

2. Desenvolvimento da automação de tarefas repetitivas no Die Design

3. Projeto do Ferramental utilizando os *features* criados

## 2. Desenvolvimento da automação de tarefas repetitivas no Die Design

- 2.1 Seleção das ferramentas a serem utilizadas para a rotina de automação;
- 2.2 Criação de macros e Family Tables;
- 2.3 Incorporação das rotinas de automação no software Siemens NX

Coordenação técnica

## Estrutura Analítica do Projeto

### DEMPAF-Desenvolvimento de métodos para automação de tarefas no projeto de Ferramentais

1. Pesquisa de Campo

2. Desenvolvimento da automação de tarefas repetitivas no Die Design

3. Projeto do Ferramental utilizando os *features* criados

### 3. Projeto do Ferramental utilizando os *features* criados

- 3.1 Seleção da Geometria a ser projetada;
- 3.2 Projeto da Ferramenta;
- 3.3 Entrega do projeto do ferramental com os *features* criados.

Coordenação técnica

## Cronograma do projeto

ME	Atividade	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	1. Pesquisa de Campo	█	█	█	█																
	1.1 Mapear o processo construtivo do projeto de ferramentais de estampagem de superfícies classe A	█	█																		
	1.2 Definir processos intermediários que podem ser automatizados	█	█	█	█																
	1.3 Criar check-list para comparação de projetos		█	█	█																
	1.4 Relatório Parcial				█																
2	2. Desenvolvimento da automação de tarefas repetitivas no Die Design					█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
	2.1 Seleção das ferramentas a serem utilizadas para a rotina de automação					█	█														
	2.2 Criação de macros e family tables					█	█	█	█	█											
	2.3 Incorporação das rotinas de automação no software Siemens NX					█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	
	2.4 Relatório Parcial																█	█	█	█	
3	3. Projeto de Ferramental utilizando os features criados															█	█	█	█	█	█
	3.1 Seleção da Geometria a ser projetada															█	█	█	█	█	█
	3.2 Projeto da ferramenta															█	█	█	█	█	█
	3.3 Entrega do projeto de ferramental com os features criados																			█	█

Projeto a ser executado em 20 meses

Coordenação técnica



## Resultados Previstos no projeto



- Redução de tempo de engenharia na criação de modelos e grandes montagens;
- Feedback do *software* com relação a erros;
- Redução de custos do produto final, uma vez que é reduzido o tempo de engenharia e projeto.
- Diminuição progressiva do nível de esforço de desenvolvimento dos modelos 3D dos ferramentais, chegando ao fim do projeto com uma diminuição mínimo de 40%.

O armazenamento das informações geradas (instruções de manufatura, recursos utilizados, simulações etc.) possibilitará a validação de projetos futuros e a diminuição do tempo gasto com futuras modificações.

Coordenação técnica

## Contrapartidas no projeto: Econômicas

- Horas de acompanhamento em reuniões de projeto:
  - Estimativa inicial : **160 horas de acompanhamento** (Projeto em 20 meses), 2 horas semanais;
- Modelo matemático de uma peça (superfície classe A);
- Biblioteca de itens de montagem;
- Horas de desenvolvimento (*software*) para os *features* de automação;
- Testes das ferramentas de automação criadas no *software* Siemens NX.

## Trabalho em rede: Troca de conhecimento e informações

Coordenação técnica



## Orçamento do projeto

O orçamento do projeto (R\$ 993.520,00) será utilizado da seguinte forma:

### Manutenção de equipe de trabalho

- Salários e Encargos: **(R\$ 553.200,00)**
  - 960 horas de 8 Analistas de Tecnologia (HH em R\$60,00 = R\$ 460.800,00)
  - 140 horas de 4 Pesquisadores em Tecnologia (HH em 165,00 = R\$ 92.400,00)
- Bolsas (total de R\$138.000,00):
  - 1 Doutorando (12 x R\$ 3.100,00 = R\$ 37.200,00 )
  - 3 Mestrandos (12x R\$ 2.100,00 = R\$ 25.200,00 cada = R\$ 75.600,00)
  - 3 Graduandos (12 x R\$ 700,00 = R\$ 8.400,00 cada = R\$ 25.200,00)

**Total pagamento de equipe: R\$ 691.200,00**

Coordenação técnica

## Orçamento do projeto

- Serviços de terceiros (total de R\$ 20.000,00)
  - Publicação de artigos (R\$ 10.000,00)
  - Participação em eventos (R\$ 10.000,00)
- Material permanente (total de R\$ 170.000,00)
  - 6 computadores (R\$ 25.000,00 cada)
  - 2 notebooks (10.000,00 cada)
- Deslocamentos (total de R\$ 22.000,00)
  - 10 passagens (R\$ 10.000,00)
  - 30 diárias (R\$ 12.000,00)
- Despesas administrativas (R\$ 90.320,00): limitada a 10%, conforme edital

Coordenação técnica

## Cartas de anuência

### [Modelo de Declaração de Anuência de empresa

(Papel timbrado da empresa)

Pelo presente instrumento e na melhor forma de direito, declaramos anuência à empresa \_\_\_\_\_ (nome da empresa), inscrita sob o CNPJ n. \_\_\_\_\_, localizada na \_\_\_\_\_ (logradouro), nº. \_\_\_\_\_, bairro \_\_\_\_\_, cidade de \_\_\_\_\_ (UF), CEP \_\_\_\_\_, co-responsável pela proposta de projeto intitulada \_\_\_\_\_, a ser submetida na chamada de projetos 01/2021 Rota 2030 – Mobilidade e Logística – Linha IV – Ferramentarias Brasileiras Mais Competitivas.

Declaro que a equipe do projeto e a empresa estão cientes do conteúdo da proposta de projeto submetida e de acordo com as responsabilidades derivadas de sua contratação e realização, bem como da obrigação de elaborar e aprovar Acordo de Parceria referente ao objeto e aos desenvolvimentos realizados no âmbito do projeto.

Em particular, a empresa compromete-se em apoiar o projeto nos seguintes termos:

- 1) Apoio técnico e administrativo na elaboração e execução do projeto.
- 2) Apoio econômico e/ou financeiro conforme detalhado na Planilha Orçamentária anexa. (retirar se não houver)
- 3) Disponibilizar a infraestrutura apresentada no Plano de Trabalho anexo, se houver. (retirar se não houver)

Declaro que estou ciente das regras relativas à Propriedade Intelectual estabelecidas na respectiva Chamada.

(Local e data)

\_\_\_\_\_  
(Nome completo e assinatura do representante da empresa)

(Local e data)

\_\_\_\_\_  
(Nome completo e assinatura do Coordenador Geral)

# Envio da anuência até o dia 31/03

# Interessadas em compor a aliança do projeto

## Empresas Parceiras



Coordenação técnica



ROTA2030  
FUNDEP

VITRINE  
TECNOLÓGICA

**LINHA IV**

Ferramentarias Brasileiras  
Mais Competitivas

**Contatos:**

José Luciano de Assis Pereira

E-mail: [jose.luciano@fiemg.com.br](mailto:jose.luciano@fiemg.com.br)

Givan Martins Macedo Junior

E-mail: [gmacedo@fiemg.com.br](mailto:gmacedo@fiemg.com.br)

Coordenação técnica

**ipt**  
INSTITUTO DE  
PESQUISAS  
TECNOLÓGICAS

**FUNDEP** **UFMG**

MINISTÉRIO DA  
CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INOVAÇÕES

MINISTÉRIO DA  
ECONOMIA

**PÁTRIA AMADA  
BRASIL**  
GOVERNO FEDERAL