



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS
 Reitoria
 Pró-reitoria de Administração e Planejamento
 Diretoria de Administração
 Coordenação Geral de Contratação Pública
 Av. Professor Mário Werneck, 2590 - Bairro Buritis - CEP 30575-180 - Belo Horizonte - MG
 - www.ifmg.edu.br

PLANO DE TRABALHO SIMPLIFICADO II - COM REPASSE DE RECURSOS FINANCEIROS E INTERVENIÊNCIA FUNDAÇÃO DE APOIO

DESENVOLVIMENTO DE UMA MÁQUINA PARA ALÍVIO DE TENSÕES MECÂNICAS NO ARAME TREFILADO DE AÇO BAIXO CARBONO SEM TRATAMENTO TÉRMICO.

Coordenador do Projeto pelo IFMG: Felipe Farage David

Coordenador do Projeto pela Instituição Parceira GERDAU: Lucas Sonogo Fernandes

Congonhas, 06 de junho de 2018.

1. Identificação

1.1. Título do Projeto

Desenvolvimento de uma máquina para alívio de tensões mecânicas no arame trefilado de aço baixo carbono sem tratamento térmico.

1.2. Resumo do Projeto

Este projeto de pesquisa propõe o desenvolvimento de uma máquina para alívio de tensões mecânicas no arame trefilado de aço baixo carbono, sem a utilização de tratamento térmico. Para isso, será construída uma máquina de endireitamento híbrido que aplicará esforços cíclicos de flexão e torção. Esses esforços irão desencadear o efeito Bauschinger que é o fenômeno responsável pelo alívio de tensões a frio (redução da resistência mecânica e aumento da ductilidade). Dessa forma, a Siderurgia poderá contar com o controle de mais um fenômeno para alterar as propriedades mecânicas do aço trefilado. Também será verificada a possibilidade de produzir o arame com propriedades semelhantes ao recozido, mas sem utilizar tratamento térmico, que será substituído pelo processo de endireitamento híbrido. Essa mudança de rota produtiva poderá gerar ganhos econômicos como redução de custo da queima de gás natural utilizado no processo de recozimento, redução do impacto ambiental (o endireitamento híbrido é um processo de conformação mecânica a frio) e ganhos de produtividade (o ciclo de recozimento é de 14 horas).

1.3. Natureza do Projeto

Desenvolvimento Tecnológico e Inovação

Categoria do projeto: Inovação de Processos.

Potencial: Propriedade industrial.

1.4. Instituições Envolvidas (quando houver)

Instituto Federal de Minas Gerais - Congonhas

Gerdau S.A. - Unidade Açonorte

1.5. Áreas do Conhecimento CNPq

| | |
|----------------------|---|
| Número: 3.03.00.00-2 | Área: Engenharia de Materiais e Metalúrgica |
| Número: 3.03.04.00-8 | Área: Metalurgia Física |
| Número: 3.03.04.03-2 | Área: Propriedades Mecânicas dos Metais e Ligas |

1.6. Coordenador do Projeto pelo IFMG

| | |
|---|-----------------------------------|
| Nome: Felipe Farage David | |
| Telefone: (31) 97544-6841 | E-mail: felipe.farage@ifmg.edu.br |
| Área/Departamento de Atuação: Engenharia Mecânica, IFMG, Congonhas. | |
| Ocupação: (X) Docente () TAE | SIAPE: 2211553 |
| Regime de Trabalho: () 20h () 40h (X) 40h – DE | |
| Carga horária no projeto: 360h | Hora/Semanal: 8h |
| Lattes: (http://lattes.cnpq.br/8678883874973172) | CPF: 113.222.887-55 |
| Link do Grupo de Pesquisa: dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/5397672755761758 | |
| Valor Mensal da Bolsa: R\$1.500,00 | Nº de meses: 12 |

1.7. Coordenador do Projeto pela Instituição Parceira

| | |
|---|--|
| Nome: Lucas Sonogo Fernandes | |
| Telefone: (81)99434-7536 | E-mail: lucas.fernandes1@gerdau.com.br |
| Área/Departamento de Atuação: Pesquisa e Desenvolvimento – Tecnologia de Produtos e Processos | |
| Instituição: Gerdau S.A. Unidade Açonorte | |

1.8. Equipe Executora

| | |
|---|-----------------------------------|
| Nome: Felipe Farage David | |
| Telefone: (31) 97544-6841 | E-mail: felipe.farage@ifmg.edu.br |
| Área/Departamento de Atuação: Engenharia Mecânica, IFMG, Congonhas. | |
| Ocupação: (X) Docente () TAE | SIAPE: 2211553 |
| Regime de Trabalho: () 20h () 40h (X) 40h – DE | |
| Carga horária no projeto: 360h | Hora/Semanal: 8h |
| Lattes: (http://lattes.cnpq.br/8678883874973172) | CPF: 113.222.887-55 |
| Link do Grupo de Pesquisa: dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/5397672755761758 | |
| Valor Mensal da Bolsa: R\$1.500,00 | Nº de meses: 12 (Gerdau) |

| |
|--------------------------|
| Nome: Igor Cordeiro Lima |
|--------------------------|

| | |
|--|-------------------------------------|
| Telefone: (31) 99928-6056 | E-mail: igor_cordeiro11@hotmail.com |
| Instituição: IFMG, Congonhas | |
| Ocupação: () Docente () TAE (x) Aluno | SIAPE: |
| Regime de Trabalho: () 20h () 40h () 40h – DE | |
| Carga horária no projeto: 360h | Hora/Semanal: 12 h |
| Área/Departamento de Atuação: Engenharia Mecânica | |
| Cargo na Instituição/Função na equipe: Aluno/ Desenvolvedor do Produto | |
| Valor Mensal da Bolsa: R\$400,00 | Nº de meses: 12 (IFMG) |

| | |
|--|------------------------------------|
| Nome: Carlos Daniel Souza Pinto | |
| Telefone: (31) 97141-0960 | E-mail: carlosdsp12@hotmail.com.br |
| Instituição: IFMG, Congonhas | |
| Ocupação: () Docente () TAE (x) Aluno | SIAPE: |
| Regime de Trabalho: () 20h () 40h () 40h – DE | |
| Carga horária no projeto: 360 h | Hora/Semanal: 8 h |
| Área/Departamento de Atuação: Técnico em Mecânica | |
| Cargo na Instituição/Função na equipe: Aluno/ Desenvolvedor de Produto | |
| Valor Mensal da Bolsa: R\$200,00 | Nº de meses: 12 (IFMG) |

1.9. Local de Execução

Laboratório de mecânica do IFMG *campus* Congonhas, MG.

1.10. Período de Execução

O projeto tem tempo de execução de 12 meses, conforme o Cronograma de Execução. A data de início está vinculada à assinatura do termo de convenio entre IFMG e Gerdau S.A. e ainda a liberação dos recursos financeiros do IFMG e Gerdau S.A.

2. Objeto e Objetivo

2.1. Objeto a ser Executado

| INOVAÇÃO - Cronograma Físico | | |
|---|------------|------------|
| Atividade | Início | Fim |
| Estudo sobre do processo de Trefilação, Endireitamento e seus fenômenos metalúrgicos. | 01/07/2018 | 31/07/2018 |
| Estudo sobre a máquina de Endireitamento Híbrido. | 01/08/2018 | 31/08/2018 |
| Construção dos componentes mecânicos da máquina de Endireitamento Híbrido. | 01/08/2018 | 31/12/2018 |
| | | |

| | | |
|---|------------|------------|
| Construção dos componentes elétricos e de automação da Máquina de Endireitamento Híbrido. | 01/12/2018 | 31/03/2019 |
| Testes com o arame trefilado. | 01/04/2019 | 31/05/2019 |
| Redação de artigo e/ou patente. | 01/05/2019 | 30/06/2019 |
| Redação do Relatório Final. | 01/05/2019 | 30/06/2019 |

2.2. Objetivo Geral e Objetivos Específicos

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver uma máquina que produza o endireitamento híbrido a frio em arame de aço trefilado. Esta máquina será automatizada e permitirá estudar as principais variáveis que influenciam no efeito Bauschinger. Portanto, **o produto final obtido com a pesquisa será a máquina de endireitamento híbrido automática para arame de aço trefilado.**

Os Objetivos Específicos são:

- Construir uma máquina para endireitar arames trefilados com as seguintes características:
 - Controle de velocidade de bobinamento,
 - Velocidade angular das mesas de endireitamento,
 - Sentido de rotação das mesas de endireitamento,
 - Variação do posicionamento dos roletes endireitadores.
- Avaliar a possibilidade de substituir o tratamento térmico de recozimento do arame de aço trefilado de baixo teor de carbono, utilizando o processo de endireitamento híbrido.

3. Justificativa Técnica-Científica

Este projeto de pesquisa propõe utilizar e controlar este fenômeno para promover alívio de tensões no arame trefilado. Para isso, será construído uma máquina de endireitamento híbrido, que promova esforços cíclicos de flexão e torção, para controlar as principais variáveis do processo de endireitamento em arames de aço baixo carbono. Assim, será possível obter o potencial máximo de redução das propriedades mecânicas via efeito Bauschinger.

4. Descrição do Projeto

Este projeto, com parceria IFMG/Gerdau S.A., tem como finalidade desenvolver uma máquina para promover o endireitamento híbrido no arame trefilado.

Tal dispositivo tem o objetivo de proporcionar alívio de tensão no arame trefilado sem aplicação do tratamento térmico de recozimento para alívio de tensão.

5. Resultados Esperados e Impactos

Os resultados e impactos esperados são:

- Equipamento para estudo e controle do efeito Bauschinger através do endireitamento híbrido, com controle dos parâmetros velocidade de bobinamento, velocidade angular da mesa de endireitamento, inversões do movimento oscilatório das mesas rotativas para promover a torção do arame e possibilidade de variação do posicionamento dos roletes endireitadores.

- Com o desenvolvimento desse equipamento será possível fazer estudos tais como a substituição do processo de tratamento térmico de recozimento pelo endireitamento híbrido.

- O tempo para realizar o tratamento térmico de recozimento é 14h para cada 11 toneladas de arame recozido produzido. O tempo estimado para realizar o processo de endireitamento híbrido é de 11 h para cada 11 toneladas de arame recozido produzido, considerando uma velocidade de processamento de 5 m/s (velocidade usual na trefilação de arames). Portanto, considerando uma produção média de 500 toneladas por mês de arame recozido, o potencial de redução do tempo de produção é de 136 h por mês. **Isso representa ganho de 68 dias de produção por ano.**
- Esta nova rota de processamento também permite uma economia com o consumo de gás natural, já que o endireitamento híbrido é um processo de conformação a frio. Considerando que o tratamento térmico de recozimento utiliza em torno de 40 Nm³ para recozer uma tonelada de arame trefilado, o gasto de gás natural será de 20.000 Nm³ de gás natural por mês para uma produção média de 500 t de arame recozido. Como o custo haverá uma economia de R\$ 13.000,00 por mês (custo do gás é de R\$ 1,30/Nm³). **Isso representa uma redução de custo de R\$ 156.000,00 por ano.**

6. Metodologia de Desenvolvimento do Projeto

O desenvolvimento deste equipamento inicia com o levantamento das características desejadas para máquina de endireitamento híbrido, passando pelo projeto para, posteriormente, iniciar a montagem do equipamento. Para o desenvolvimento desta máquina, serão necessários os seguintes passos:

(Passo 1) - Projeto da Máquina de Endireitamento Híbrido:

Recurso necessário: computador, software de desenho e consulta bibliográfica (disponíveis no IFMG - Campus Congonhas).

Resultado esperado: projeto do equipamento e lista de componentes definitiva.

(Passo 2) - Seleção dos componentes para a máquina:

Recurso necessário: computador, telefone (disponíveis no IFMG - Campus Congonhas).

Resultado esperado: especificação de todos os componentes e ferramentas para a montagem da máquina.

(Passo 3) - Aquisição dos componentes para construção da máquina de Endireitamento Híbrido

Recurso necessário: cartão pesquisador.

Resultado esperado: compra de todos os componentes e ferramentas para a montagem da bancada.

(Passo 4) – Montagem da máquina de Endireitamento Híbrido

A máquina para endireitamento híbrido do arame trefilado (Figura 6.1) será construída e desenvolvida no IFMG Campus Congonhas, através desse projeto de pesquisa aplicada. O objetivo dessa máquina é promover o efeito Bauschinger e controlar velocidade de bobinamento (V_b), velocidade angular da mesa de endireitamento (V_{ang}), inversões do movimento oscilatório para promover a torção arame e possibilidade de variação do posicionamento dos roletes endireitadores (roldanas). Será utilizado em cada mesa rotativa 12 roletes, totalizando 24 roletes responsável pela flexão do arame

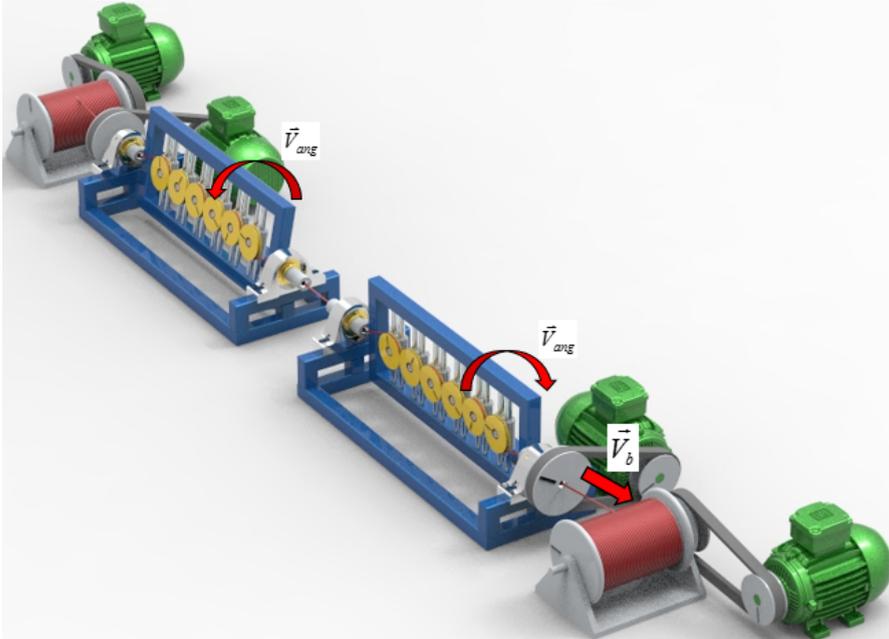


Figura 6.1 – Desenho esquemático tridimensional da máquina de endireitamento híbrido de arames trefilados.

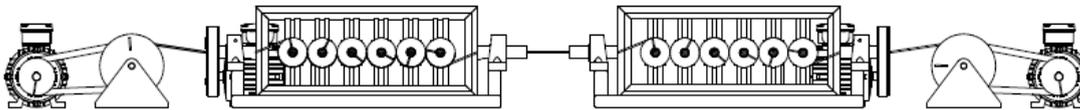


Figura 6.2 – Desenho esquemático bidimensional da máquina de endireitamento de arames trefilados.

Os dois formatos do arame a serem estudados na mesa rotativa são: formato em arco e em onda (Figura 5). Através do plano de experimento será possível verificar qual formato é mais efetivo para produzir o efeito Bauschinger.

A montagem dos componentes mecânicos, elétricos e de automação será realizado pelo bolsista de graduação com a utilização dos laboratórios de Soldagem, Usinagem e Automação do Departamento de Mecânica do IFMG – Campus Congonhas.

(Passo 5) – Experimentos conformação a frio via Endireitamento Híbrido

Serão realizados testes variando ângulo entre roletes ($\Theta = [\text{Graus}]$), velocidade angular da mesa rotativa ($V_{ang} = [\text{rpm}]$); Figura 3.1), mudança de sentido das mesas rotativas para promover a torção cíclica, velocidade de bobinamento do arame ($V_b = [\text{m/min}]$; Figura 3.1), número de revoluções por metro de arame ($Rev_m = [\text{revoluções/m}]$) e formato do arame na mesa rotativa (Figura 3.3). Dessa forma, será possível verificar as mudanças das propriedades mecânicas (controle do efeito Bauschinger) em função da mudança das variáveis operacionais da máquina de endireitamento híbrido.

(Passo 6) – Ensaios Mecânicos

Recurso necessário: Máquina de Ensaio Universal 100KN e Durômetro Vickers (disponíveis no IFMG-Campus Congonhas).

Resultado esperado: Medir o Limite de Escoamento, Limite de Resistência, Alongamento e Dureza Vickers para identificar as mudanças das propriedades mecânicas antes e após o endireitamento híbrido do arame de aço.

(Passo 7) – Ensaios Metalográficos

Recurso necessário: Embutidora, Politriz e Microscópio Óptico (disponíveis no IFMG-Campus Congonhas).

Resultado esperado: Verificar possíveis mudanças de microestrutura (morfologia dos grãos e/ou fases) antes e após o endireitamento híbrido do arame de aço.

7. Cronograma de execução

Identificação das Metas

| Nº | Meta | Descrição e Indicadores |
|----|---|---|
| M1 | Treinar a equipe de Equipe | Realizar um treinamento das principais teorias metalúrgicas/mecânicas envolvidas no projeto (encruamento, efeito Bauschinger, ensaios metalográficos e ensaios mecânicos). |
| M2 | Projeto da Máquina | Fechar o detalhamento técnico do projeto (projetar a máquina em relação aos componentes mecânicos, elétricos e de automação). Indicadores: Reunião semanal sobre esse andamento |
| M3 | Compras de Equipamentos | Realizar a compra de todos os equipamentos necessários. Indicadores: Listagem de equipamentos |
| M4 | Desenvolvimento do Mecanismo/Software | Serralheria, Soldagem e montagem, programação: Indicadores: Reunião semanal sobre esse andamento |
| M5 | Recebimento de itens de contrapartida Gerdau | Arames de aço IF e baixo carbono. Indicadores: Comunicação IFMG – Gerdau |
| M6 | Coleta de dados para compor formulário de avaliação | Iniciar os testes conforme detalhado em pesquisa. |
| M7 | Elaborar Relatórios | Estudos dos dados coletados, programação e montagem: Indicadores: Submissão de artigo ou periódico |

Identificação das Etapas

| Nº | Etapa | Descrição das atividades |
|-----|--|---|
| E1 | Detalhamento Técnico | Reunião para detalhar o projeto |
| E2 | Treinar os Bolsistas | Realizar o treinamento dos bolsistas das principais teorias metalúrgicas/mecânicas envolvidas no projeto. |
| E3 | Projeto Técnico da Máquina | Realizar o dimensionamento de cada componente mecânico, elétrico e de automação. |
| E4 | Compras | Orçamento e compra dos itens: Servo Motores, Suportes, fixadores, estrutura física, Sensores adicionais diversos, Cabos, conectores, Engrenagens e Reduções e Outros materiais de consumo |
| E5 | Receber e checar compras | Online: Gestão de orçamento |
| E6 | Liberar itens ao projeto: Arame de aço IF e aço baixo carbono | Gerdau S.A. |
| E7 | Montagem da máquina | Construção da máquina de endireitamento híbrido |
| E8 | Integração e validação dos softwares junto aos mecanismos mecânicos auxiliares | Dispositivo funcional fase preliminar |
| E9 | Primeiros testes | Atividade laboratorial |
| E10 | Validar final da coleta de dados | Estudo final sobre a coleta de dados |

| | | |
|------------|--|--------------------------------|
| E11 | Elaboração artigo científico e Relatório Final | Dissertação do relatório final |
|------------|--|--------------------------------|

Cronograma de Execução

| 1º Ano | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| Etapa | 1ºmês | 2ºmês | 3ºmês | 4ºmês | 5ºmês | 6ºmês | 7ºmês | 8ºmês | 9ºmês | 10ºmês | 11ºmês | 12ºmês |
| E1 | ■ | | | | | | | | | | | |
| E2 | ■ | | | | | | | | | | | |
| E3 | | ■ | ■ | | | | | | | | | |
| E4 | | ■ | ■ | | | | | | | | | |
| E5 | | | ■ | ■ | | | | | | | | |
| E6 | | | ■ | ■ | | | | | | | | |
| E7 | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | |
| E8 | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | |
| E9 | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | |
| E10 | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | |
| E11 | | | | | | | | | | | ■ | ■ |

8. Infraestrutura Necessária

Laboratório (espaço físico)

Equipamentos de montagem, Equipamento de Proteção Industrial.

9. Orçamento do Projeto

| | IFMG | GERDAU | TOTAL |
|--|---------------|---------------|-----------------------|
| CUSTEIO | R\$ 9.989,60 | R\$ 0,00 | R\$ 9.989,60 |
| CAPITAL | R\$ 6.992,00 | R\$ 0,00 | R\$ 6.992,00 |
| BOLSAS | R\$ 7.200,00 | R\$18.000,00 | R\$ 25.200,00 |
| Horas de trabalho/ Amostras / Laboratório | R\$ 60.000,00 | R\$ 45.000,00 | R\$ 105.000,00 |
| DESPESAS ADMINISTRATIVAS DA FUNDAÇÃO DE APOIO | R\$0,00 | R\$ 2.000,00 | 2.000,00 |
| TOTAL FINAL | | | R\$ 149.181,60 |

9.1 Recursos Financeiros, suas fontes e destinações

Por parte da instituição parceira Gerdau será fornecida, como contrapartida econômica e financeira, valor estimado de **R\$ 65.000,00**, sendo, deste valor, **R\$ 20.000,00** como contrapartida financeira para pagamento de bolsa para o professor coordenador do projeto do IFMG – Campus Congonhas, sobre o qual incide o percentual de **10%** referente às despesas administrativas da FUNDAÇÃO DE APOIO; **R\$ 45.000,00** como contrapartida econômica sob a forma de materiais fornecidos pela própria Gerdau S.A., valor relativo ao desenvolvimento, produção e transporte das amostras de aço como especificado abaixo. Junto com as amostras a Gerdau irá enviar o certificado de qualidade dos arames contendo no mínimo a composição química, especificação de diâmetro e limite de resistência à tração. O custo do transporte das amostras para o IFMG – Campus Congonhas será de responsabilidade da Gerdau S.A.

- 800 kg de arame de aço IF (Interstitial Free) com diâmetro de 4,00 mm com Grau de Redução de Área de 47% (fabricado com fio-máquina com diâmetro de 5,5 mm).
- 1600 kg do aço SAE 1005 com diâmetro de 4,00 mm com Grau de Redução de Área de 47% (fabricado com fio-máquina com diâmetro de 5,5 mm).
- 800 kg de arame de aço IF (Interstitial Free) com diâmetro de 3,10 mm com Grau de Redução de Área de 77% (fabricado com fio-máquina com diâmetro de 6,5 mm).
- 800 kg do aço SAE 1005 com diâmetro de 3,10 mm com Grau de Redução de Área de 77% (fabricado com fio-máquina com diâmetro de 6,5 mm).

Por parte do IFMG será fornecida, como contrapartida econômica e financeira, valor estimado de **R\$ 84.181,60**, sendo, deste valor, **R\$ 24.181,60** como contrapartida financeira para pagamento de bolsa, material de custeio e capital e sua execução será através do Cartão BB Pesquisa conforme condições estabelecidas no Edital 098/2017 de 04/10/2017. E **R\$ 60.000,00** representando o uso dos laboratórios de Automação, Ensaios Mecânicos, Ensaios Metalográficos, Usinagem e Soldagem do IFMG – Campus Congonhas, por um período de 12 meses.

9.2 Desembolso IFMG**Recursos Humanos**

| Nº | Descrição | Valor Unitário | Quant. | Valor Total |
|-----------------|------------|----------------|--------|--------------|
| 2 | Bolsista 1 | R\$ 400,00 | 12 | R\$ 4.800,0 |
| 3 | Bolsista 2 | R\$ 200,00 | 12 | R\$ 2.400,00 |
| Total RH | | | | R\$ 7.200,00 |

Materiais de Consumo

| Item | Produto | Unidade | Quant. | Valor Unitário | Valor Total |
|------|---------------------------------------|---------|--------|----------------|--------------|
| 1 | Mancal | Un. | 4 | R\$ 65,00 | R\$ 260,00 |
| 2 | Roletes | Un. | 24 | R\$ 31,00 | R\$ 744,00 |
| 3 | Eixos dos roletes | Un. | 24 | R\$ 14,00 | R\$ 336,00 |
| 4 | Rolamentos dos roletes | Un. | 24 | R\$ 9,90 | R\$ 237,60 |
| 5 | Fixador do Rolete com a mesa rotativa | Un. | 24 | R\$ 52,00 | R\$ 1.248,00 |
| 6 | Eixo do mancal | Un. | 4 | R\$ 16,00 | R\$ 64,00 |
| 7 | Rolamento Polias | Un. | 4 | R\$ 43,00 | R\$ 172,00 |
| 8 | Metalon de 6 metros | Un. | 8 | R\$ 91,00 | R\$ 728,00 |
| 9 | Polias | Un. | 8 | R\$ 119,00 | R\$ 952,00 |
| 10 | Correias | Un. | 5 | R\$ 26,00 | R\$ 130,00 |
| 11 | Carretel | Un. | 2 | R\$ 495,00 | R\$ 990,00 |
| 12 | Duas Bases para o Carretel | Un. | 2 | R\$ 195,00 | R\$ 390,00 |

| | | | | | |
|--------------|--|-----|----|------------|--------------|
| 13 | Insumos laboratório (lixa, pasta diamantada, disco de corte cut off) | Un. | 1 | R\$ 590,00 | R\$ 590,00 |
| 14 | Caixa de proteção com tela | Un. | 2 | R\$ 312,00 | R\$ 624,00 |
| 15 | Mesas para integração mesa rotativa + Carretel + Motor | Un. | 2 | R\$ 355,00 | R\$ 710,00 |
| 16 | Microcontrolador | Un. | 2 | R\$ 102,00 | R\$ 204,00 |
| 17 | Sensores (rotação, posição entre outros) | Un. | 12 | R\$ 56,00 | R\$ 672,00 |
| 18 | Componentes elétricos e eletrônicos (cabos, plugs, conectores) | Un. | 1 | R\$ 630,00 | R\$ 630,00 |
| 19 | Componentes mecânicos (parafuso, arruela, porca, eletrodo) | Un. | 1 | R\$ 145,00 | R\$ 145,00 |
| 20 | Pintura da Máquina (lixas, zarcão, tinta) | Un. | 1 | R\$ 163,00 | R\$ 163,00 |
| Total | | | | | R\$ 9.989,60 |

Material Permanente

| Item | Produto | Unidade | Quant. | Valor Unitário | Valor Total |
|--------------|---|---------|--------|----------------|--------------|
| 1 | Motor de passo c/ redutor 10:1 ktc-ht34-487-r10 | Un. | 2 | R\$ 1.190,00 | R\$ 2.380,00 |
| 2 | Drive G201X | Un. | 4 | R\$ 755,00 | R\$ 3.020,00 |
| 3 | Motor de Passo HT Nema 34 de Torque 90 Kg.cm | Un. | 2 | R\$ 490,00 | R\$ 980,00 |
| 4 | Fonte chaveada 48V: MS-350W-48V | Un. | 4 | R\$ 153,00 | R\$ 612,00 |
| Total | | | | | R\$ 6.992,00 |

9.2 Desembolso GERDAU**Recursos Humanos**

| Nº | Descrição | Valor Unit. (R\$) | Quant. | Valor total (R\$) |
|--------------|-------------------------|-------------------|--------|-------------------|
| 2 | Me. Felipe Farage David | R\$ 1.500,00 | 12 | R\$ 18.000,00 |
| Total | | | | R\$ 18.000,00 |

Despesas administrativas da Fundação de Apoio

| Nº | Descrição | Valor Unit. (R\$) | Quant. | Valor (R\$) |
|--------------|-----------|-------------------|--------|--------------|
| 1 | | | | R\$ 2.000,00 |
| Total | | | | R\$ 2.000,00 |

Materiais de Consumo

| Item | Produto | Unidade | Quant. | Valor Unit. (R\$) | Valor Total |
|--------------|--|---------|--------|-------------------|---------------|
| 1 | Arame de aço IF (diâmetro de 4,00 mm e Redução de Área de 47%) | kg | 800 | R\$ 12,00 | R\$ 9.600,00 |
| 2 | Arame de aço SAE 1005 (diâmetro de 4,00 mm e Redução de Área de 47%) | kg | 1600 | R\$ 8,00 | R\$ 12.800,00 |
| 3 | Arame de aço IF (diâmetro de 3,10 mm e Redução de Área de 77%) | kg | 800 | R\$ 12,00 | R\$ 9.600,00 |
| 4 | Arame de aço SAE 1005 (diâmetro de 3,10 mm e Redução de Área de 77%) | kg | 800 | R\$ 8,00 | R\$ 6.400,00 |
| 5 | Transporte Gerdau/IFMG – Campus Congonhas | Unid. | 1 | R\$ 6.600,00 | R\$ 6.600,00 |
| Total | | | | | R\$ 45.000,00 |

9.3 Cronograma de Desembolso**Contrapartida IFMG**

| Despesa | jul/18 | ago/18 | set/18 | out/18 | nov/18 | dez/18 | jan/19 | fev/19 | mar/19 | abr/19 | mai/19 | jun/19 | Total |
|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------------|
| | (R\$) |
| Bolsas | 600,00 | 600,00 | 600,00 | 600,00 | 600,00 | 600,00 | 600,00 | 600,00 | 600,00 | 600,00 | 600,00 | 600,00 | R\$ 7.200,00 |
| Materiais de consumo | 9.989,60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | R\$ 9.989,60 |
| Material Permanente | 6.992,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | R\$ 6.992,00 |
| Uso Laboratórios IFMG | 5.000,00 | 5.000,00 | 5.000,00 | 5.000,00 | 5.000,00 | 5.000,00 | 5.000,00 | 5.000,00 | 5.000,00 | 5.000,00 | 5.000,00 | 5.000,00 | R\$ 60.000,00 |
| Total (R\$) | | | | | | | | | | | | | R\$ 84.181,60 |

Contrapartida Gerdau

| Despesa | jul/18 | ago/18 | set/18 | out/18 | nov/18 | dez/18 | jan/19 | fev/19 | mar/19 | abr/19 | mai/19 | jun/19 | Total |
|---|----------|---------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------------|
| | (R\$) | (R\$) | (R\$) | (R\$) | (R\$) | (R\$) | (R\$) | (R\$) | (R\$) | (R\$) | (R\$) | (R\$) | |
| Bolsas | 4666,70 | 6666,70 | 6666,60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | R\$ 18.000,00 |
| Despesas administrativas da fundação de apoio | 2.000,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | R\$ 2.000,00 |
| Materiais de consumo | 0 | 0 | 45.000,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | R\$ 45.000,00 |
| Total | | | | | | | | | | | | | R\$ 65.000,00 |

10. Produção Intelectual Prevista

2 – Artigo para congressos

1 – Periódico em Revista especializada

1 – Patentes.

Belo Horizonte, 12 de junho de 2018.

Belo Horizonte, 14 de junho de 2018.



Documento assinado eletronicamente por **Felipe Farage David, Professor**, em 14/06/2018, às 16:10, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **LUCIANO OLINTO ALVES, Presidente**, em 15/06/2018, às 14:56, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Joel Donizete Martins, Diretor Geral**, em 31/08/2018, às 09:52, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **denilson cavalcanti de melo, Representante legal da empresa**, em 13/09/2018, às 15:00, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Ilzo Izoldino da Silva Borges, Procurador Federal**, em 25/09/2018, às 15:33, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Kleber Gonçalves Glória, Reitor**, em 26/09/2018, às 17:45, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site https://sei.ifmg.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0 informando o código verificador **0087169** e o código CRC **7FDBF14E**.
