

PLANO DE TRABALHO FAPG – Nº 014/2020

Anexo ao Contrato de Pesquisa e Desenvolvimento Técnico-Científico firmado entre CBMM – Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração, a FAPG - Fundação de Apoio à Pesquisa de Pós-Graduandos, e a interveniente/anuente Faculdade de Tecnologia de Sertãozinho

1. PARTÍCIPES

1.1. PROPONENTE / CONVENIENTE / EXECUTOR

<b>Razão Social</b> FUNDAÇÃO DE APOIO À PESQUISA DE PÓS-GRADUANDOS- FAPG				<b>C.N.P.J.</b> 10.405.698/0001-89
<b>Endereço</b> Rua Armando de Oliveira Cobra, 50 – Ed. New Worker Tower - Sala 409 – Jardim Aquarius				
<b>Cidade</b> São José dos Campos	<b>UF</b> SP	<b>CEP</b> 12228-900	<b>DDD/Telefone</b> (12) 3346-7004	<b>Atividade Econômica</b> Fundação de Apoio sem fins lucrativos

1.2.ANUENTE/INTERVENIENTE

<b>Razão Social</b> Faculdade de Tecnologia de Sertãozinho				<b>C.N.P.J.</b> 62.823.257/0001-09
<b>Endereço</b> Rua João Borghetti, 480				
<b>Cidade</b> Sertãozinho	<b>UF</b> SP	<b>CEP</b> 14.160-000	<b>DDD/Telefone</b> (16) 3942-8530	<b>Atividade Econômica</b> Instituição

2. EMPRESA

<b>Razão Social</b> CBMM – COMPANHIA BRASILEIRA DE METALURGIA E MINERAÇÃO.	<b>C.N.P.J.</b> 33.131.541/0001-08
<b>Responsável técnico</b> DANIEL FRIDMAN	<b>Telefone1</b> (11) 3371-9222

DS

HLB

DS

SK

DS

M

DS



## PLANO DE TRABALHO FAPG – Nº 014/2020

Anexo ao Contrato de Pesquisa e Desenvolvimento Técnico-Científico firmado entre CBMM – Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração, a FAPG - Fundação de Apoio à Pesquisa de Pós-Graduandos, e a interveniente/anuente Faculdade de Tecnologia de Sertãozinho

### 3. DESCRIÇÃO DO PROJETO

TÍTULO:	PERÍODO DE EXECUÇÃO	
	INÍCIO	TÉRMINO
	10/2020	05/2021

**“ESTUDO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE REVESTIMENTOS DUROS OBTIDOS POR SOLDAGEM UTILIZANDO CONSUMÍVEIS COMERCIAIS - COM E SEM NIÓBIO”**

#### OBJETIVO

##### Objetivo geral

O objetivo deste projeto de RJI é caracterizar e comparar os resultados de trinta revestimentos metálicos duros, obtidos com auxílio de consumíveis de solda comerciais, com e sem nióbio, com base na dureza, impacto, flexão, composição química, microestrutura, e o efeito destas propriedades na resistência ao desgaste por abrasão, pois os revestimentos que serão ensaiados podem apresentar durezas com valores próximos, mas microestruturas distintas. Busca-se identificar o efeito que a presença do nióbio tem na microestrutura e o que isto representa em termos de incremento na durabilidade do componente submetido ao desgaste por abrasão e abrasão-impacto.

##### Objetivos específicos:

Como objetivos específicos pretende-se:

- Caracterizar o revestimento com base na dureza, impacto, flexão, composição química, e microestrutura;
- Ensaar os revestimentos quanto ao comportamento no ensaio de abrasão e/ou abrasão - impacto;
- Identificar os tipos de carbonetos presentes na matriz, seus tamanhos, morfologias, distribuições, e como se empacotam na microestrutura da superfície revestida, pois a resistência aos mecanismos de desgaste depende intrinsecamente deles;
- Estabelecer relação entra perda de massa dos materiais e os micro mecanismos de desgaste.

## PLANO DE TRABALHO FAPG – Nº 014/2020

Anexo ao Contrato de Pesquisa e Desenvolvimento Técnico-Científico firmado entre CBMM – Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração, a FAPG - Fundação de Apoio à Pesquisa de Pós-Graduandos, e a interveniente/anuente Faculdade de Tecnologia de Sertãozinho

### JUSTIFICATIVA

A indústria sucroenergética brasileira, mesmo com alguns tropeços, vem crescendo na última década, muito em função de que a demanda do mercado mundial do açúcar tem se mantido estável, do aumento de consumo do etanol no mercado interno e pela previsão de aumento de utilização de biocombustíveis nos países mais desenvolvidos. O Brasil é o segundo maior produtor de etanol, superado apenas pelos EUA, que, no entanto, utiliza um caminho menos produtivo, que é obtê-lo a partir do milho. No entanto, toda essa produção a partir da cana de açúcar, exige muito dos equipamentos das usinas sucroalcooleiras, provocando desgaste abrasivo nos componentes, diminuindo sua durabilidade [1]. Exemplos disso são as facas picadoras, os martelos desfibradores e as próprias moendas, que não podem, como outras peças, aguardar a entressafra para serem recuperadas ou substituídas, exigindo diversas paradas da usina, o que eleva os custos de produção [1]. A recuperação dos componentes é realizada revestindo a região desgastada com consumíveis de solda que proporcionam elevada dureza, utilizando os processos e parâmetros recomendados pelos fabricantes. Os depósitos eram sempre aplicados com eletrodos revestidos, mas, recentemente, buscando maior produtividade tem se optado pelo arame tubular [2]. Como busca-se maiores espaços entre as manutenções, a seleção do consumível deve levar em conta as especificidades de cada usina, inclusive no que diz respeito ao tipo e quantidade das impurezas misturadas à cana que vai ser moída, pois, não necessariamente, um revestimento de solda dura otimizado para uma usina, vai alcançar o mesmo desempenho em outras. O melhor seria se antes de optar por determinado produto o departamento técnico pudesse contar com os resultados comparativos de ensaios laboratoriais de desgaste nos revestimentos, por abrasão e abrasão-impacto, realizados sob condições similares às aquelas encontradas na moagem da usina em questão.

Dentre os muitos trabalhos disponíveis na literatura, praticamente todos afirmam que a microestrutura dos revestimentos tem papel preponderante no seu desempenho em termos de resistência ao desgaste. Segundo Fiore et al. [3], sabe-se que os carbonetos afetam as propriedades mecânicas dos materiais por sua presença dentro dos grãos e em seus contornos. Dependendo da composição da liga e do tratamento térmico recebido podem se apresentar distintos tipos de carbonetos, como MC, M<sub>6</sub> C, M<sub>7</sub> C<sub>3</sub>, M<sub>23</sub>C<sub>6</sub> e Cr<sub>2</sub> C<sub>3</sub>, onde M representa um ou mais tipos de

## PLANO DE TRABALHO FAPG – Nº 014/2020

Anexo ao Contrato de Pesquisa e Desenvolvimento Técnico-Científico firmado entre CBMM – Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração, a FAPG - Fundação de Apoio à Pesquisa de Pós-Graduandos, e a interveniente/anuente Faculdade de Tecnologia de Sertãozinho

átomos metálicos. De acordo com Hernandez [4], as ligas do sistema Fe-C-Cr-Nb apresentam essencialmente o mesmo tipo de contraste de microestrutura das ligas contendo apenas Fe-C-Cr, formando-se dendritas de austenita ou carbonetos  $M_7C_3$  massivos, além da presença de carbonetos NbC, na forma primária, e/ou em frações mais finas, oriundas de reações mais complexas do sistema quaternário. Ensaio abrasivos em ligas fundidas desse sistema indicaram que é possível obter um menor desgaste de ligas austeníticas fundidas contendo  $(Fe,Cr)_7C_3$ , pela substituição parcial desse carboneto de cromo por carbonetos NbC, para certas porcentagens de fases e características microestruturais. Para Martins Filho [5], a maior resistência ao desgaste abrasivo é obtida pelos ensaios com menores aportes térmicos, com corpos de prova isentos de trincas e que proporcionam microestrutura com altos teores de austenita. Já no estudo de Hernandez [4], a microestrutura de maior resistência à abrasão foi o carboneto primário em uma matriz eutética de carbonetos mais austenita, obtidas em revestimento com maior teor de Cr e C. Isso ocorreria pelo aumento da fração volumétrica dos carbonetos e pela diminuição da largura das dendritas de austenita, as quais ficaram menos expostas à ação das partículas abrasivas. Segundo Paranhos et al. [6], o aumento dos teores de C e Cr reduzem a possibilidade de formação de austenita primária e do aumento da formação de microestrutura composta de carboneto primário do tipo  $M_7C_3$  e do eutético austenita-carbeto ( $M_7C_3$ ), sendo a microestrutura que apresenta maior resistência à abrasão de baixa tensão. Os revestimentos duros ricos em cromo, com carbonetos primários em matriz eutética, apresentam melhor resistência ao desgaste abrasivo que aqueles compostos por constituintes eutéticos e austenita [7]. Segundo Buchely et al. [8], os carbonetos de cromo do tipo  $M_7C_3$  (1800 HV) têm um importante papel na resistência ao desgaste abrasivo devido à sua ação como barreira ao corte e ao sulcamento, provocados pelas partículas abrasivas. Em seu estudo com desgaste abrasivo em ensaio Roda de Borracha, verificou a superioridade dos carbonetos complexos na terceira camada, seguido do revestimento rico em cromo (segunda camada). O objetivo deste trabalho será avaliar, de maneira comparativa, a resistência ao desgaste abrasivo e a microestrutura de 30 revestimentos duros, obtidos com consumíveis de solda de 6 diferentes fabricantes, alguns com teores significativos de nióbio na formulação e outros praticamente isentos deste elemento. Além dos ensaios de abrasão do tipo ASTM G65 e/ou abrasão-impacto, serão

## PLANO DE TRABALHO FAPG – Nº 014/2020

Anexo ao Contrato de Pesquisa e Desenvolvimento Técnico-Científico firmado entre CBMM – Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração, a FAPG - Fundação de Apoio à Pesquisa de Pós-Graduandos, e a interveniente/anuente Faculdade de Tecnologia de Sertãozinho

realizados outros de macro e microdureza, impacto, flexão três pontos e análises microscópicas e químicas. Vale salientar que poder-se-á, como abrasivo, utilizar mais de uma granulometria de areia. A análise comparativa dos dados dos consumíveis comerciais, permitirá ranqueá-los quanto ao desempenho em cada quesito.

O conceito e a abrangência deste trabalho é completamente inédita e vai criar um banco de dados que será disponibilizado para a comunidade acadêmica, para as indústrias sucroalcooleiras e, por que não, para os fabricantes de consumíveis. A expectativa é que este estudo tenha a propriedade de iniciar um círculo virtuoso que beneficie as usinas com a economia de instalar componentes mais duráveis e menos susceptíveis as paradas da moenda para manutenção, a academia com mais informações tecno-científicas e aos fabricantes com subsídios para novas formulações.

DS DS DS DS  
HAB Sk M 

## PLANO DE TRABALHO FAPG – Nº 014/2020

Anexo ao Contrato de Pesquisa e Desenvolvimento Técnico-Científico firmado entre CBMM – Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração, a FAPG - Fundação de Apoio à Pesquisa de Pós-Graduandos, e a interveniente/anuente Faculdade de Tecnologia de Sertãozinho

### RESULTADOS ESPERADOS

O objetivo deste trabalho será avaliar, de maneira comparativa, a resistência ao desgaste abrasivo e a microestrutura de 30 revestimentos duros, obtidos com consumíveis de solda de 6 diferentes fabricantes, alguns com teores significativos de nióbio na formulação e outros praticamente isentos deste elemento. Além dos ensaios de abrasão do tipo ASTM G65 e/ou abrasão-impacto, serão realizados outros de macro e microdureza, impacto, flexão três pontos e análises microscópicas e químicas. Vale salientar que poder-se-á, como abrasivo, utilizar mais de uma granulometria de areia. A análise comparativa dos dados dos consumíveis comerciais, permitirá ranqueá-los quanto ao desempenho em cada quesito. Todas essas informações servirão para uso nas indústrias, que de uma maneira geral sofrem com o fenômeno de desgaste, principalmente a sucroalcooleira, que na sua operação exige muito dos equipamentos, provocando desgaste por abrasão e abrasão-impacto nos componentes, diminuindo a durabilidade. Exemplo disso são as facas picadoras, os martelos desfibradores e as próprias moendas, que não podem, como outras peças, aguardar a entressafra para serem recuperadas ou substituídas, exigindo diversas paradas da usina, mesmo que programadas. A recuperação dos componentes é realizada revestindo a região desgastada com consumíveis de solda que proporcionam elevada dureza, utilizando os processos e parâmetros recomendados pelos fabricantes.

#### **Foco nos seguintes desafios da relação custo/benefício da adição de Nióbio:**

- **Vantagens e desvantagens da adição de Nióbio no revestimento:**
  - Qual o balanço entre a dureza e a tenacidade?
- **O aumento nos custos seria compensado por ganhos de durabilidade e de maior espaçamento entre as manutenções?**
- **Ganhos de produtividade**

## PLANO DE TRABALHO FAPG – Nº 014/2020

Anexo ao Contrato de Pesquisa e Desenvolvimento Técnico-Científico firmado entre CBMM – Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração, a FAPG - Fundação de Apoio à Pesquisa de Pós-Graduandos, e a interveniente/anuente Faculdade de Tecnologia de Sertãozinho

### METODOLOGIA

Os depósitos de solda vão ser realizados no Laboratório de Processos de Fabricação da Fatec/Sertãozinho utilizando máquina de solda multiprocesso, marca Linconl, que permite aquisição dos parâmetros de soldagem. Os cordões de solda para confecção dos revestimentos serão aplicados, com o auxílio de um dispositivo de deslocamento automático e tecimento (tartaruga), sobre chapas de aço AISI A36, com as seguintes dimensões: (300x300) mm x 1". As soldagens serão efetuadas na posição plana com a tocha na vertical formando um ângulo de 90° com a superfície da chapa. As características dos consumíveis que serão utilizados neste projeto estão apresentados, por fabricante, na Tabela 1.

Tabela 1: Consumíveis selecionados para aplicação nos revestimentos

Fabricante	Consumível para revestimento duro	Elementos de liga	% Nb
KESTRA	Arame KST TUB HCR 70 OA	4,0-6,0%C; 0,5-1,0%Si; 35,0-42,0%Cr; 0,8-2,0%B; <0,03%P; <0,03%S	-
	Arame KST TUB NBC M OA	1,2-1,8%C; 5,0-9,0%Cr; 0,5-2,0%Mn; 0,8-1,5%Si; 2,0-4,0%Ti; 0,6-2,0%W; <0,03%P; <0,03%S	5,0 – 9,0
	Arame KST TUB HCR 65 AO	5,0-6,0%C; 0,5-1,0%Mn; 0,5-1,5%Si; 18-22%Cr; 0,1-0,4%B	4,0 - 7,0
	Eletrodo KST EH CR 65	5,0C; 22,0%Cr; 8,0%Mo; 1,0%V; 2,0%W	8,0
	Eletrodo KST E 60 TIC	0,8%C; 8,0%Cr; 1,5%Mn; 5,0%Ti; 1,5Mo	-
VOESTALPINE	Arame UTP AF LEDURIT 60	4,0-6,0%C; 0,5-1,2%Si; 0,1-0,8%Mn; 22,0-27,0%Cr; + B.	-
	Arame UTP AF LEDURIT 68	5,5%C; 0,30%Si; 0,30%Mn; 22,0%Cr	3,5
	Arame UTP AF 715 HOOK	3,9-5,2%C; 0,5-1,0%Si; 0,2-0,5%Mn; 18,0-21,0%Cr; + B	6,0-7,0
	Eletrodo UTP 7100	4,5%C; 32,0%Cr; 3,0%Si;	-
	Eletrodo UTP LEDURIT 68	5,0%C; 1,0%Si; 22,0%Cr;	7,0
EUTETIC	Arame AN 4601 HARD	3,0%C; 2,5%Si; 2,0%B; 2,0%Mn; 8,0%Cr.	-
	Arame AN 3965*	4,5%C; 0,6%Si; 0,5%Mn; 22,0%Cr.	6,5
	Eletrodo XHD 6710	5,1%C; 1,25%Si; 0,75%Mn; 44,0%Cr.	-
	Eletrodo XHD 6711	4,0%C; 2,0%Si; 2,5%Mn; 24,0%Cr; 3,9%Mo; 2,4%W; 1,0%V.	7,0
	Arame Sugartec Tub Hard	3,1% C; 0,72% Si; 0,56% Mn; 22,0% Cr	-
NICROSOL	Eletrodo NCS 247 CrNb T	C; Cr; Nb e B	?
	Arame NCSW 247 CrNb T	3,0-4,0%C; 18,0-24,0%Cr; + B	4,5 – 7,0
	Arame NCSW 3265 TP	C; Si; Mn; Cr e B.	-
	Eletrodo NCS 455 Cr-B	4,5-6,0%C; 0,2-1,5%Si; 0,1-0,8%Mn; 39,0-45,0%Cr; 0,1-0,6%B.	-

## PLANO DE TRABALHO FAPG – Nº 014/2020

Anexo ao Contrato de Pesquisa e Desenvolvimento Técnico-Científico firmado entre CBMM – Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração, a FAPG - Fundação de Apoio à Pesquisa de Pós-Graduandos, e a interveniente/anuente Faculdade de Tecnologia de Sertãozinho

	<b>Arame NCSW 2388 T</b>	<b>C; Cr; Mo; W; V e B.</b>	<b>7,0</b>
<b>DURUM</b>	<b>Arame CORODUR 61 NOVO</b>	<b>5,3%C; 0,9%Si; 0,4%Mn; 22,2%Cr; 1,0-2,0%B.</b>	<b>7,0</b>
	<b>Arame CORODUR 64 NOVO</b>	<b>4,10%C; 0,30%Si; 0,80%Mn; 20,0%Cr; 0,70%V; 0,70%W; 0,90%B.</b>	<b>-</b>
	<b>Arame CORODUR 551 NOVO</b>	<b>5,10%C; 1,70%Si; 1,0%Mn; 21,0%Cr; + B.</b>	<b>-</b>
	<b>Arame CORODUR 600 TIC Novo</b>	<b>1,8%C; 1,6%Si; 1,4%Mn; 7,0%Cr; 5,0Ti; 1,4%Mo.</b>	
	<b>Arame CORODUR 760 NBC</b>	<b>1,5%C; 1,0%Si; 0,7%Mn; 5,0%Cr; 1,5%W; 2,2%Ti.</b>	<b>6,0</b>
<b>UNIWELD</b>	<b>Arame Essen TUB CR 63</b>	<b>3,0-5,0%C; 1,5%max. Si; 0,7%max. Mn; 18,0-23,0%Cr.</b>	<b>-</b>
	<b>Arame Essen TUB CR 67</b>	<b>2,8-4,2%C; 0,3-1,0%Si; 0,3-1,0%Mn; 17,0-21,0%Cr; 0,4-1,0%Mo.</b>	<b>0,8 – 1,2</b>
	<b>Arame Essen TUB CR 68</b>	<b>2,5-3,8%C; 0,2-1,0%Si; 0,2-1,0%Mn; 16,0-19,0%Cr; 0,3-0,8%Mo; 0,25-0,75%V.</b>	<b>2,7 – 4,0</b>
	<b>Eletrodo Essen CCR 67</b>	<b>3,5-5,7%C; 1,0%max. Mn; 2,0%max. Si.</b>	<b>-</b>
	<b>Eletrodo Essen CCR 65 *</b>	<b>3,0-4,7%C; 1,5-3,4%Si; 0,5-1,5%Mn; 18,0-22,0%Cr; 1,0-2,2%W; 1,0-1,6%V; 5,0-7,0Mo.</b>	<b>5,0-9,0</b>

De cada uma das 30 placas revestidas com consumíveis que proporcionam altas durezas, sendo 5 de cada fabricante, serão retirados, por eletroerosão a fio, os corpos de prova necessários para ensaios e análises. A Tabela 2 apresenta a relação do número de corpos de prova que serão utilizados para os respectivos experimentos.

*Tabela 2: Matriz de número de ensaios e análises do projeto*

Ensaio	Abrasivo ASTM G65	Abrasivo-impacto	Dureza		Metalografia.	Dobramento	Impacto
			Macro	Micro			
<b>Corpo de prova por Consumível</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>5</b>
<b>Total Geral</b>	<b>180</b>	<b>180</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>150</b>

Os ensaios de desgaste do tipo roda de borracha (ASTM G65) vão ser realizados com equipamento existente, marca Equitecs e aquele de abrasão- impacto, que vai ser viabilizado com recursos deste projeto, também passará a fazer parte do Laboratório de Tribologia. O desgaste, tanto por abrasão quanto por abrasão-impacto, será avaliado em função da perda de peso dos corpos de prova pela



## PLANO DE TRABALHO FAPG – Nº 014/2020

Anexo ao Contrato de Pesquisa e Desenvolvimento Técnico-Científico firmado entre CBMM – Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração, a FAPG - Fundação de Apoio à Pesquisa de Pós-Graduandos, e a interveniente/anuente Faculdade de Tecnologia de Sertãozinho

comparação entre o peso anterior e após o ensaio, através da pesagem em balança eletrônica com resolução de 10-4g. Antes da pesagem, as amostras foram cuidadosamente limpas e imersas em acetona, em equipamento de limpeza por ultrassom e em seguida, secas com ar quente. No Laboratório de Ensaios Mecânicos acontecerão os ensaios de impacto, de flexão 3 pontos, e de macro e micro durezas, utilizando, respectivamente, máquina de ensaio de impacto, marca Timer martelo 300 J, para obter os dados de absorção de energia, máquina de ensaio de tração (flexão), marca Instron, de 25 ton, para avaliar a adesão das camadas do revestimento, e durômetros e microdurômetros, marca Arotec, para aferição da dureza e perfis de microdureza. A preparação dos corpos de prova e as análises micrográficas, com aquisição de imagens, e químicas, por espectrometria de emissão ótica serão realizadas no Laboratório de Microscopia Óptica, utilizando, respectivamente microscópios metalográficos, marca Zeiss, para observações microestruturais, e Espectrômetro de Emissão Óptica, marca Spectro, modelo Spectromax.

Toda a preparação das amostras, ensaios e análises serão realizados nos laboratórios da Fatec/Sertãozinho. Os custos das matérias primas e outros insumos necessários, bem como da terceirização dos serviços de corte por eletroerosão a fio, foram previstos e estão cobertos pelos recursos aportados pela CBMM ao projeto.

#### 4. COORDENAÇÃO DO PROJETO:

Gestor Responsável:	Instituição	Cargo:
Omar Maluf	FATEC-Sertãozinho	Professor
Coordenador Administrativo Financeiro:	Instituição	Cargo:
Hudson Bode	FAPG	Diretor Presidente

## PLANO DE TRABALHO FAPG – Nº 014/2020

Anexo ao Contrato de Pesquisa e Desenvolvimento Técnico-Científico firmado entre CBMM – Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração, a FAPG - Fundação de Apoio à Pesquisa de Pós-Graduandos, e a interveniente/anuente Faculdade de Tecnologia de Sertãozinho

### 5. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO (Metas ou Etapas)


ATIVIDADE	2020			2021				
	10	11	12	01	02	03	04	05
A) Revisão bibliográfica	X	X	X	X	X	X		
B) Contato com fornecedores das matérias primas e insumos especificados	X	X						
C) Aquisição das matérias primas e insumos.		X	X					
D) Revestimento das chapas, corte e acabamentos dos corpos de prova.			X	X				
E) Preparação e aferição dos equipamentos e dispositivos		X	X	X				
F) Ensaios de flexão, macrodureza e perfis de microdureza.			X	X	X			
G) Ensaios de impacto.			X	X	X			
H) Ensaios de desgaste tipos roda de borracha e abrasão-impacto.			X	X	X			
I) Reunião para avaliação dos resultados parciais e, possíveis, correções de metas				X	X			
J) Análises químicas e microestruturais			X	X	X	X		
K) Compilação e análise de resultados				X	X	X		
L) Relatório Final							X	X


Metas Físicas / Etapas	Atividades Relacionadas	Indicador Físico de Execução
A) Revisão bibliográfica.	Levantamento bibliográfico sobre os assuntos pertinentes ao projeto.	Revisão bibliográfica realizada.

## PLANO DE TRABALHO FAPG – Nº 014/2020

Anexo ao Contrato de Pesquisa e Desenvolvimento Técnico-Científico firmado entre CBMM – Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração, a FAPG - Fundação de Apoio à Pesquisa de Pós-Graduandos, e a interveniente/anuente Faculdade de Tecnologia de Sertãozinho

B) Contato com fornecedores das matérias primas e insumos especificados.	Escolha das matérias primas e insumos.	Matérias primas e insumos.
C) Aquisição das matérias primas e insumos.	Pesquisa entre os fabricantes e possíveis fornecedores.	Fornecedores escolhidos, aquisições realizadas e parâmetros de soldagem estabelecidos
D) Revestimento das amostras, corte e acabamentos dos corpos de prova para análises e ensaios, segundo normas.	Corte e acabamento dos corpos de prova.	Corpos de prova confeccionados.
E) Preparação e aferição dos equipamentos e dispositivos.	Equipamentos e dispositivos adequados.	Dispositivos e equipamentos aferidos.
F) Ensaios de flexão, macrodureza e perfis de microdureza.	Determinação do comportamento sob ação de carregamento estático no material de base, na solda e na ZTA.	Propriedades obtidas.
G) Ensaios de impacto.	Determinação da tenacidade a fratura e adesão de camada.	Propriedade obtida.
H) Ensaios de desgaste tipos roda de borracha e abrasão-impacto.	Estudo tribológico comparativo entre os materiais de solda e tipos de abrasão	Gráfico comparativo dos tipos de desgaste.
I) Reunião para avaliação dos resultados parciais e, possíveis, correções de metas	Reunião da equipe e empresa parceira.	Objetivos e metas alcançadas e/ou alteradas.
J) Análises químicas e microestruturais.	Determinação da composição química e características microestruturais	Materiais de base, soldas e ZTA's caracterizados.
K) Compilação e análise de resultados	Trabalho de compilação, análise e validação estatística dos dados. Análise comparativa dos resultados.	Análise concluída.



## PLANO DE TRABALHO FAPG – Nº 014/2020

Anexo ao Contrato de Pesquisa e Desenvolvimento Técnico-Científico firmado entre CBMM – Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração, a FAPG - Fundação de Apoio à Pesquisa de Pós-Graduandos, e a interveniente/anuente Faculdade de Tecnologia de Sertãozinho

L) Relatório Final	Relatório técnico científico.	Entrega de relatório
--------------------	-------------------------------	----------------------

### 6. **EQUIPE EXECUTORA**

Nome	Função no projeto	Competências técnicas
Dr. Omar Maluf	Gestor	Processos de fabricação e Ciência dos Materiais
Dra. Rosamel Riofano	Coordenadora	Tribologia e Propriedades mecânicas
Dr. Maurício Angeloni	Pesquisador	Propriedades Mecânicas e Análise de Falhas
Dr. Alessandro Farah	Pesquisador	Processos de fabricação e Tratamentos Térmicos
Ariel Macedo	Auxiliar Docente	Soldagem
Edson Boldrin	Auxiliar Docente	Ensaio Mecânicos
MSc Marcia Gomes	Auxiliar Docente	Ensaio Não Destrutivos
Alunos (4)	Estagiários	Soldagem, Manutenção

## PLANO DE TRABALHO FAPG – Nº 014/2020

Anexo ao Contrato de Pesquisa e Desenvolvimento Técnico-Científico firmado entre CBMM – Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração, a FAPG - Fundação de Apoio à Pesquisa de Pós-Graduandos, e a interveniente/anuente Faculdade de Tecnologia de Sertãozinho

### 7. PLANO DE APLICAÇÃO FINANCEIRA – PREVISÃO

Item	Descrição	Quantidade	Unitário	Total (R\$)
1	Mão de obra – bolsas de estudo			50.400,00
2	Auxiliar docente – três bolsas/24 parcelas	24	500,00	12.000,00
3	Alunos – duas bolsas/16 parcelas	16	400,00	6.400,00
4	Professor – quatro bolsas/32 parcelas	32	1.000,00	32.000,00
5	Serviços de terceiros	4	5.750,00	23.000,00
6	Matérias primas e insumos	2	11.000,00	22.000,00
7	Viagens e estadias	2	800,00	1.600,00
8	Despesas Administrativas e Técnicas - Fatec	4	4.976,00	19.160,00
9	Impostos e Taxas= (2,00%)	2	758,00	2.640,00
10	Despesas de Administração da FAPG – (10,00%)	2	3.790,00	13.200,00
<b>TOTAL</b>				<b>132.000,00</b>

### 8. CRONOGRAMA FINANCEIRO – PREVISÃO (VALORES EM REAIS - R\$)

Mês	Viagens e Estadias	Bolsas de Estudo	Serviços de Terceiros	Materias Primas/ Insumos	Impostos e Taxas	Adm. Fatec	Adm. FAPG	Total Despesas	Total Receitas	Saldo Total	Saldo Acumulado
Out/20	0,00	0,00	0,00		1.440,00	0,00	7.200,00	8.640,00	72.000,00	63.360,00	63.360,00
Nov/20	0,00	6.300,00	0,00	7.000,00	0,00	0,00	0,00	13.300,00	0,00	50.060,00	50.060,00
Dez/20	0,00	6.300,00	5.750,00		0,00	0,00	0,00	12.050,00	0,00	38.010,00	38.010,00
Jan/21	0,00	6.300,00	5.750,00		600,00	0,00	3.000,00	15.650,00	30.000,00	52.360,00	52.360,00
Fev/21	800,00	6.300,00	5.750,00		0,00	4.790,00	0,00	17.640,00	0,00	34.720,00	34.720,00
Mar/21	0,00	6.300,00	5.750,00		0,00	0,00	0,00	12.050,00	0,00	22.670,00	22.670,00
Abr/21	0,00	6.300,00	0,00	7.500,00	600,00	4.790,00	3.000,00	22.190,00	30.000,00	30.480,00	30.480,00
Mai/21	800,00	6.300,00	0,00		0,00	4.790,00	0,00	11.890,00	0,00	18.590,00	18.590,00
Jun/21	0,00	6.300,00	0,00	7.500,00	0,00	4.790,00	0,00	18.590,00	0,00	0,00	0,00
<b>Total</b>	<b>1.600,00</b>	<b>50.400,00</b>	<b>23.000,00</b>	<b>22.000,00</b>	<b>2.640,00</b>	<b>19.160,00</b>	<b>13.200,00</b>	<b>132.000,00</b>	<b>132.000,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

## PLANO DE TRABALHO FAPG – Nº 014/2020

Anexo ao Contrato de Pesquisa e Desenvolvimento Técnico-Científico firmado entre CBMM – Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração, a FAPG - Fundação de Apoio à Pesquisa de Pós-Graduandos, e a interveniente/anuente Faculdade de Tecnologia de Sertãozinho

### 9. OBRIGAÇÕES DAS PARTES

#### 9.1. Compete a FAPG:

- a) Responsabilizar-se pelos recursos financeiros, executando as ações administrativas relacionadas conforme previsto no Plano de Trabalho, mantendo para isso contas, registros e controles exclusivos, efetuando as movimentações financeiras necessárias e emitindo os demonstrativos pertinentes;
- b) Facilitar o acompanhamento dos trabalhos por parte dos técnicos, colocando à disposição deles, sempre que solicitado, todo o material administrativo e financeiro necessário para o desenvolvimento deste Plano;
- c) Disponibilizar relatório administrativo financeiro periodicamente ou sempre que necessário;
- d) Manter registros, arquivos e controles específicos para os dispêndios relativos ao presente Plano de Trabalho;
- e) Assumir sob sua exclusiva responsabilidade, o pagamento de todos os impostos, taxas, ou quaisquer ônus fiscais de origem federal, estadual ou municipal, bem como todos os encargos trabalhistas, previdenciários e comerciais, vigentes durante a execução deste Plano de Trabalho, bem como quaisquer outros encargos judiciais ou extrajudiciais que lhe sejam imputáveis, inclusive com relação a terceiros, em decorrência da celebração do Contrato de Pesquisa e Desenvolvimento Técnico-Científico e da execução dos serviços nele previstos.

#### 9.2. Compete ao Gestor do Projeto:

- a) Responsabilizar-se pelo planejamento, notificar problemas, estabelecer atividades, definir trocas e controlar sistema operacional;
- b) Emitir e enviar relatório de fechamento das atividades referentes ao plano de trabalho;
- c) Prover adequada estrutura para execução das atividades docentes expositivas e laboratoriais.
- d) Alocar pessoas para realização dos trabalhos.

#### 9.3. Compete à CBMM:

- a) Fazer o aporte financeiro no montante e forma prevista na cláusula **DOS RECURSOS FINANCEIROS**, observadas as condições ali estabelecidas.
- b) Disponibilizar as informações necessárias para realização das atividades objeto do contrato;
- c) Disponibilizar materiais sob sua responsabilidade para a execução das atividades do Contrato de Pesquisa e Desenvolvimento Técnico-Científico em conformidade como estabelecido no Anexo I;

DS DS DS DS  
HAB Sk M 

## PLANO DE TRABALHO FAPG – Nº 014/2020

Anexo ao Contrato de Pesquisa e Desenvolvimento Técnico-Científico firmado entre CBMM – Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração, a FAPG - Fundação de Apoio à Pesquisa de Pós-Graduandos, e a interveniente/anuente Faculdade de Tecnologia de Sertãozinho

- d) Permitir e facilitar o acesso e a participação do pessoal da **FAPG** e das instituições de ensino e pesquisa por ela apoiadas na medida em que estiverem envolvidas no Projeto aos locais e instalações onde se realizam as atividades a cargo da **CBMM** decorrentes deste Acordo e as informações e dados obtidos pela **CBMM** naquelas atividades;
- e) Supervisionar as atividades técnicas e científicas a serem desenvolvidas no âmbito do Contrato de Pesquisa e Desenvolvimento Técnico-Científico.

São José dos Campos, 14 de setembro de 2020.

Pela **FAPG**,

DocuSigned by:

*Hudson Alberto Bode*

14B6989D8C174F0...

**Hudson Bode**  
Diretor Presidente

DocuSigned by:

*Eduardo Sakaue*

89C27CF935804A0...

**Eduardo Sakaue**  
Conselheiro

Pela **FATEC Sertãozinho**,

DocuSigned by:

*Maurício*

22878913CDB4497...

**Maurício Angeloni**  
Diretor FATEC Sertãozinho

DocuSigned by:

*Omar Maluf*

DCC711076DFA4A6

**Omar Maluf**  
Coordenador do Projeto