

INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO

NÚCLEO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

PLANO DE TRABALHO/PROJETO BÁSICO

*OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE CAMADAS SUPERFICIAIS DE
BORETOS DE NIÓBIO ATRAVÉS DE TRATAMENTO TERMOQUÍMICO DE
BORO-NIOBIZAÇÃO.*

Coordenador do Projeto pelo IFSC: Anael Preman Krelling

Joinville, 06 de novembro de 2014.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
NÚCLEO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

1 Identificação

1.1 Título do Projeto

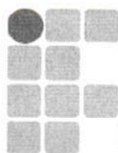
Obtenção e caracterização de camadas superficiais de boretos de nióbio através de tratamento termoquímico de boro-niobização.

1.2 Resumo do Projeto

Tratamento termoreativo por deposição e difusão será realizado em substratos de aço para a melhoria das propriedades tribológicas. Propriedades mecânicas de dureza e adesão serão avaliadas. Ensaio de desgaste abrasivo será realizado em equipamento microabrasivo com configuração de esfera fixa. Os mecanismos de desgaste serão avaliados através de microscopia eletrônica. O tratamento termoreativo será realizado em duas etapas. A primeira etapa consiste em um tratamento termoquímico de boretação por via sólida com a finalidade de saturar o substrato com átomos de boro. Após a boretação será realizado tratamento termoreativo de niobização, também por via sólida. Após os tratamentos espera-se a formação de camadas superficiais de boretos de nióbio com elevada dureza.

1.3 Natureza do Projeto

- Pesquisa Básica**
- Pesquisa Aplicada**
- Desenvolvimento Tecnológico e Inovação**



INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
NÚCLEO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

1.4 Instituições Envolvidas (quando houver)

Este projeto contará com a participação da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, na qual o coordenador do projeto está realizando o doutorado.

1.5 Áreas do Conhecimento CNPq

Número: 3.03.00.00-2	Área: Engenharia de Materiais e Metalúrgica
----------------------	---

1.6 Coordenador do Projeto pelo IFSC

Nome: Anael Preman Krelling	
Telefone: (47) 3431-5638	E-mail: anael.krelling@ifsc.edu.br
Área/Departamento de Atuação: Mecânica	
Ocupação: <input checked="" type="checkbox"/> Docente <input type="checkbox"/> TAE	SIAPE: 2044137
Regime de Trabalho: <input type="checkbox"/> 20h <input type="checkbox"/> 40h <input checked="" type="checkbox"/> 40h - DE	
Carga horária no projeto: 486 horas	Hora/Semanal: 6h
Lattes: http://lattes.cnpq.br/6889984937469875	CPF: 053.028.029-96
Link do Grupo de Pesquisa: dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/9979172958607915	
Valor Mensal da Bolsa: SEM BOLSA	Nº de meses: 20



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
NÚCLEO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

1.8 Equipe Executora

Nome: Anael Preman Krelling	
Telefone: (47) 3431-5638	E-mail: anael.krelling@ifsc.edu.br
Instituição: IFSC – Campus Joinville	
Ocupação: <input checked="" type="checkbox"/> Docente <input type="checkbox"/> TAE <input type="checkbox"/> Aluno	SIAPE: 2044137
Regime de Trabalho: <input type="checkbox"/> 20h <input type="checkbox"/> 40h <input checked="" type="checkbox"/> 40h - DE	
Carga horária no projeto: 486 horas	Hora/Semanal: 6h
Área/Departamento de Atuação: Mecânica	
Cargo na Instituição/Função na equipe: Docente/Coordenador	
Valor Mensal da Bolsa: SEM BOLSA	Nº de meses: 20

1.9 Local de Execução

Os tratamentos termoquímicos serão realizados nos laboratórios de tratamentos térmicos do Centro de Ciências Tecnológicas – CCT da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC. Tratamentos termoquímicos de boretação e ensaios de microdureza e metalografia podem ser realizados tanto nos laboratórios da UDESC como no Laboratório de Materiais do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Santa Catarina – IFSC, Campus Joinville. Os ensaios de desgaste microabrasivo serão realizados no Laboratório de Metalurgia do Pó e Tribologia da UDESC. As análises de microscopia eletrônica serão feitas no Laboratório de Microscopia Eletrônica da UDESC.

1.10 Período de Execução

02/02/2015 a 31/09/2016



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
NÚCLEO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

2 Objeto e Objetivo

2.1 Objeto a ser Executado

Serão realizados tratamentos termoquímicos de boretação e tratamentos termoreativos de niobização com o intuito de formar uma camada superficial de boretos de nióbio que será avaliada tribologicamente por ensaio de desgaste microabrasivo em equipamento com configuração de esfera fixa. A adesão, dureza, microestrutura e comportamento tribológico serão estudados neste projeto.

2.2 Objetivo Geral

O presente trabalho objetiva o estudo do comportamento tribológico e microestrutural de substratos de aço-ferramenta com aplicação de camada de boretos de nióbio obtida por processos difusionais. Como objetivos específicos estão a obtenção das camadas de boretos de nióbio através do processo de niobização em substratos previamente boretados pela técnica de boretação sólida. Determinação dos parâmetros dos tratamentos de boretação e niobização como tempo e temperatura. Estudo do comportamento tribológico (resistência ao desgaste, coeficiente de atrito e mecanismos de desgaste) mediante ensaios de deslizamento pino-sobre-disco e desgaste microabrasivo. Obtenção de novos materiais para aplicações que exijam elevada resistência ao desgaste.

3 Justificativa Técnica-Científica

O desenvolvimento e estudo de novas técnicas de tratamento de superfície é de extrema importância para o aumento da vida útil de ferramentas e consequente diminuição dos custos envolvidos.

Com o desenvolvimento industrial houve a consequente busca por materiais de maior performance. Diante disso, tem-se tentado melhorar as características superficiais e como obter as melhores propriedades para essas superfícies, reduzindo os custos para sua



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
NÚCLEO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

obtenção. A área de engenharia de superfície abrange uma vasta gama de processos como: tratamentos mecânicos, químicos, térmicos, por bombardeamento de íons, por difusão, entre outros.

Entre os tratamentos realizados por difusão estão a boretção e tratamentos termo-reativos por deposição e difusão (TRD). No primeiro, camadas superficiais de boretos são formadas, normalmente, em substratos ferrosos para aumentar a dureza e resistência ao desgaste. No segundo, são formadas camadas de carbonetos através da difusão de algum elemento formador de carbonetos (Nb, V, Cr, etc.) na superfície do material.

O tratamento termoquímico de boretção normalmente leva à formação de camadas muito duras, porém muito frágeis, na superfície metálica não permitindo, assim, o aumento da vida em serviço das ferramentas. Dessa forma, é essencial que se modifique o tratamento de boretção.

Uma linha futura para o desenvolvimento da técnica de boretção é a produção de camadas de boretos de múltiplos elementos ou camadas compostas. Recobrimentos duros com boretos, carbeto, nitreto e carbonitretos de metais de transição são comuns para melhoria da resistência ao desgaste de metais ferrosos. Os boretos de nióbio são reconhecidos entre os boretos de metais de transição como candidatos potenciais para aplicações estruturais em temperaturas elevadas devido à sua elevada temperatura de fusão, elevada resistência, grande condutividade térmica e elétrica, boa estabilidade química e elevada resistência ao desgaste.

Diante disso, quando se trata de tratamentos superficiais em aços para rolamentos, por exemplo, os boretos de nióbio são boas alternativas, visto que os aços para rolamentos devem apresentar alta dureza, resistência ao desgaste e estabilidade dimensional. Em aços ferramenta os boretos dos metais de transição também podem ser considerados como alternativas vantajosas em termos de melhoria do comportamento tribológico.

Para substratos de aço ao carbono, recobrimentos superficiais de boretos, carbonetos ou nitretos dos metais de transição produzem camadas superficiais extremamente duras e resistentes ao desgaste mantendo o substrato dúctil e tenaz.

Nos últimos anos, inúmeras pesquisas têm sido feitas para a melhoria de propriedades mecânicas de materiais metálicos. Estas pesquisas objetivam a melhoria da resistência ao desgaste através da modificação superficial pelas mais variadas técnicas. Muitos pesquisadores utilizam, para melhoria das propriedades superficiais, o tratamento



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
NÚCLEO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

termoquímico de boretação devido à elevada dureza obtida pelas fases de boretos de ferro. A fragilidade dessas fases, porém, não permite que o tratamento de boretação seja largamente utilizado industrialmente. Assim, uma modificação do processo de boretação precisa ser estudada. Nos últimos seis anos uma série de trabalhos foi publicada sobre tratamento termoquímico de boretação multicomponente, difusão de algum elemento metálico e boretação, simultânea ou em dois passos. O resultado é a obtenção de camadas de boretos dos metais que foram previamente ou posteriormente difundidos na matriz metálica.

Dentre os metais de transição, normalmente usados na boretação multicomponente, está o nióbio. Muitos poucos trabalhos, no entanto, têm como objetivo a formação de camadas de boretos de nióbio em substratos ferrosos. Além disso, os trabalhos em questão não têm como objetivo a avaliação tribológica dessas camadas.

O ineditismo deste trabalho, diante disso, está na obtenção de camadas a base de nióbio em substratos de aço. Além da caracterização microestrutural das camadas, uma das principais contribuições está na avaliação tribológica dessas superfícies, propriedades mecânicas e adesão com o substrato.

4 Descrição do Projeto

Os processos de modificação superficial podem ser definidos como tratamentos nos quais a superfície e a matriz são desenvolvidas em conjunto, de forma que o material adquira propriedades superficiais aceitáveis, além de proporcionar propriedades que não podem ser obtidas por cada um dos materiais separadamente. Os recobrimentos, dessa maneira, proporcionam um meio de otimizar a performance dos materiais permitindo que as propriedades mecânicas do substrato possam ser mantidas enquanto o recobrimento atua no sentido de proteger a superfície contra desgaste ou corrosão.

Os tratamentos superficiais são alternativas importantes para possibilitar a otimização do comportamento tribológico através da obtenção de propriedades específicas onde são mais necessárias. Dessa forma, o uso de revestimentos adequados pode aumentar a vida útil e melhorar o desempenho de ferramentas de corte e matrizes de forjamento e de



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
NÚCLEO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

injeção, entre outros, e com isso, minimizar a maioria dos problemas existentes nos processos de fabricação mecânica.

O uso dos processos de tratamento superficial nos materiais de engenharia pode melhorar suas propriedades tribológicas, aumentar a resistência à oxidação e corrosão, entre outros fatores. A maioria dos elementos de máquinas usados hoje operam sob severas condições envolvendo desgaste adesivo e abrasivo, erosão por partículas sólidas, corrosão e oxidação que podem diminuir sua durabilidade e performance. A escolha de um tratamento em particular depende de uma série de fatores como: temperatura do ambiente de trabalho, carga aplicada, velocidade relativa, material do contra-corpo de contato, lubrificação, etc. Os recobrimentos, por isso, podem variar entre duros ou dúcteis, finos ou espessos, porosos ou densos, multicamadas ou com camada única, dependendo da aplicação, sendo impossível considerar uma única solução para todos os problemas de desgaste.

Uma série de métodos podem ser utilizados para obtenção de recobrimentos em diferentes tipos de materiais. Processos por PVD (Deposição Física de Vapor) e CVD (Deposição Química de Vapor) são largamente utilizadas industrialmente. Além desses, outras técnicas como nitretação e carbonitretação a plasma, aspersão térmica, revestimento por solda e implantação iônica podem ser utilizados na melhoria do desempenho de ferramentas. Ainda, tratamentos TRD (Termoreativos por Deposição e Difusão) são uma alternativa de processo para o recobrimento de aços com uma camada dura e resistente ao desgaste composta por carbonetos, nitretos e boretos.

Boretção multicomponente é um tratamento termoquímico que envolve a difusão consecutiva de boro e um ou mais elementos metálicos formadores de boretos. A boretção multicomponente envolve a boretção e a difusão de algum elemento metálico formador de boretos, por via sólida ou em banho de bórax. Neste tratamento a boretção pode ser feita previamente ou posteriormente à difusão de algum elemento metálico. Na boretção multicomponente as fases complexas de boro podem proporcionar o aumento da dureza, resistência à corrosão, ao desgaste e resistência à oxidação em temperaturas elevadas em comparação com as fases simples de boretos de ferro obtidas pelo tratamento termoquímico convencional de boretção.

Essas fases complexas de boro são obtidas mediante a reação de átomos de boro com outros átomos metálicos como cromo, alumínio, vanádio, níquel, titânio, nióbio, entre outros.



Por se tratar de um tratamento controlado por difusão, a boretação multicomponente proporciona uma melhor adesão da camada de boretos com o substrato, em comparação com tratamentos mais conhecidos como PVD e CVD nos quais há pouca ou nenhuma difusão do recobrimento desejado. Além desse aspecto, o equipamento utilizado para este tipo de tratamento é muito mais simples do que para as técnicas de PVD e CVD.

Devido à forte ligação covalente presente na maioria dos diboretos dos metais de transição, eles são os únicos materiais que apresentam elevado ponto de fusão, elevada dureza, resistência mecânica e módulo de elasticidade, são quimicamente inertes e apresentam elevada condutividade elétrica. Dentre esses diboretos, os diboretos de nióbio são reconhecidos como candidatos potenciais para aplicações estruturais em temperaturas elevadas, além de apresentarem propriedade de super-condutividade.

Tratamentos termoquímicos de boretação multicomponente em aço inoxidável AISI 316L foram realizados por Samadi e Habibolahzade (2010). Como primeira etapa foram realizados tratamentos TRD por via sólida para difusão de cromo, titânio e vanádio na superfície metálica. Após o tratamento TRD foi realizada boretação, também por via sólida. Como consequência desses tratamentos, camadas com presença de fases CrB, TiB₂ e VB foram obtidas após a boretação das amostras que haviam sido previamente tratadas em meio sólido rico em cromo, titânio e vanádio, respectivamente.

O desgaste, avaliado em teste de desgaste do tipo pino-sobre-disco foi o menor para a condição borocromatizada tanto para carga de 75 N quanto para 115 N. Ainda, todas as amostras submetidas a tratamento de boretação multicomponente (ou boretação duplex) apresentaram menor desgaste em comparação com a condição sem recobrimento. Após o tratamento superficial, o mecanismo de desgaste passou de sulcamento e deformação plástica para um mecanismo predominante de fadiga/oxidação.

Camadas superficiais de carbonetos de nióbio, por sua vez, também aumentam a resistência ao desgaste de aços. Para ensaios de desgaste do tipo pino-sobre-disco sem lubrificação com contra-corpo de alumina (esfera de 9,5 mm de diâmetro) sobre superfície de aço 1040 foi observado que o mecanismo de desgaste atuante foi oxidativo/abrasivo. Quando o contra-corpo utilizado foi de aço AISI 52100, o mecanismo passou a ser predominantemente adesivo/oxidativo. A velocidade de deslizamento foi de 0,1 m/s, carga aplicada de 2,5; 5 e 10 N e umidade relativa de 65%. Ainda, para todas as condições, com o aumento da carga houve aumento da taxa de desgaste e do coeficiente de atrito. Em



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
NÚCLEO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

condições mais severas, velocidades de 0,5-5 m/s e cargas de 15 e 30 N, o coeficiente de atrito para os pinos de aço AISI 1040 com recobrimento de carboneto de nióbio é 75% do mesmo material, sem recobrimento, contra discos de aço AISI D2. O valor do coeficiente de atrito diminui com o aumento da velocidade de deslizamento. Para as condições de cargas e velocidades estudadas, abaixo de 2 m/s a taxa de desgaste é até 10 vezes menor do que para a condição sem recobrimento. Acima de 2 m/s esse valor varia entre 10-982 vezes abaixo da condição sem recobrimento.

5 Resultados Esperados e Impactos

Este trabalho contribuirá para a geração de conhecimentos na área de comportamento tribológico de recobrimentos para matrizes de fundição de alumínio, componentes mecânicos, entre outros. Antes deste trabalho ser realizado não são encontrados muitos artigos a respeito da melhoria de propriedades mecânicas ou comportamento tribológico de camadas de boretos de nióbio em substratos metálicos ferrosos.

Após a consecução deste trabalho, poderá ser referenciado o comportamento tribológico, bem como a determinação dos recobrimentos de boretos de nióbio para os materiais em questão, aumentando assim o conhecimento a respeito de técnicas de recobrimento utilizadas na indústria de moldes e matrizes para fundição e extrusão de alumínio e outras áreas.

6 Metodologia de Desenvolvimento do Projeto

O plano experimental está dividido em quatro etapas:

1ª – Obtenção do material do substrato a ser empregado, seja este obtido por metalurgia do pó ou por fundição.



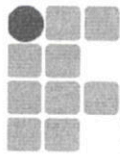
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
NÚCLEO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

2^a – Realização de tratamento termoquímico de boretação sólida.

3^a – Realização de tratamento termoquímico de niobização sólida.

4^a – Caracterização microestrutural e comportamento tribológico.

O tratamento termoquímico de boretação sólida em aço-ferramenta será realizado em forno tipo mufla. Após os tratamentos de boretação serão realizados os tratamentos de niobização. Este tratamento será realizado através de mistura de pós, sendo realizado por via sólida. Serão avaliados diferentes tempos de tratamentos. Serão realizados estudos da microestrutura das camadas formadas através de microscopia óptica, ensaios de microdureza e Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). Verificação da adesão das camadas, ensaios de desgaste por deslizamento do tipo pino-sobre-disco e microabrasão e estudo dos mecanismos de desgaste através de MEV.



INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA

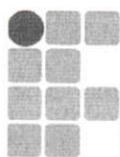
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO

NÚCLEO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

7 Cronograma de execução

Identificação das Metas

Nº	Meta	Descrição
M1	Boretção em aço AISI H13	Submissão de artigo sobre avaliação tribológica em substrato de aço AISI H13, boretado com diferentes agentes boretantes.
M2	Niobização em aço AISI 52100	Niobização por via sólida em substrato de aço AISI 52100. Caracterização da microestrutura.
M3	Avaliação tribológica em aço AISI 52100 niobizado	Realização de ensaios de desgaste por deslizamento do tipo pino-sobre-disco em aço AISI 52100 niobizado. Submissão de artigo em periódico indexado.
M4	Boro-niobização em aço AISI 1020	Realização de tratamento de boro-niobização em substrato de aço AISI 1020. Caracterização da microestrutura.
M5	Avaliação tribológica em aço AISI 1020 boro-niobizado	Realização de ensaios de desgaste abrasivo em aço AISI 1020 boro-niobizado.
M6	Tese	Defesa de tese de doutorado.



INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO

NÚCLEO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

Cronograma de Execução

2015												
Meta	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
M1		X	X	X	X	X						
M2						X	X	X	X			
M3									X	X	X	X

2016												
Meta	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
M4	X	X	X	X								
M5				X	X	X	X					
M6								X	X			

8 Infraestrutura Necessária

Infraestrutura do IFSC – Campus Joinville: fornos de tratamentos térmicos, lixadeiras metalográficas, politrizes metalográficas, microscópios ópticos, durômetro Rockwell e Microdurômetro Vickers.

Infraestrutura da UDESC – CCT: fornos de tratamentos térmicos com atmosfera controlada, lixadeiras metalográficas, politrizes metalográficas, microscópios ópticos,



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
NÚCLEO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

microscópios eletrônicos de varredura, rugosímetro, perfilômetro, microscópio confocal, tribômetro pino-sobre-disco e tribômetro para microabrasão.

9 Orçamento do Projeto

9.1 Recursos Financeiros, suas fontes e destinações

Este projeto de pesquisa não terá necessidade de aporte financeiro pelo Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Santa Catarina – IFSC. Os valores referentes aos materiais de consumo e equipamentos já estão sendo disponibilizados pelo Grupo de Metalurgia do Pó e Materiais Particulados do Centro de Ciências Tecnológicas – CCT da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC. O referido laboratório está sob coordenação do Prof. Dr. César Edil da Costa, orientador de doutorado do coordenador do projeto.

9.2 Cronograma de Desembolso

Não se aplica a este projeto.

10 Produção Intelectual Prevista

Artigos em revistas internacionais indexadas, artigos em congressos, tese de doutorado e trabalhos de conclusão de curso já em andamento.

11 Documentos Anexos

Não há.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
NÚCLEO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

12 Pareceres

12.1 Coordenador da Área/Chefe do Departamento/Chefia Imediata

(De acordo com o artigo 7º da Resolução CEPE/IFSC nº 086, de 13 de julho de 2011, deve-se verificar a adequação do projeto com as áreas do curso ou com as atividades realizadas pelo servidor, o mérito técnico-científico do projeto, a adequação de carga horária, conforme resolução interna pertinente, e a compatibilidade de utilização dos laboratórios e da infraestrutura)

De acordo.

Conforme parecer, autorizo o(s) servidor(es) a participar(em) da equipe e das atividades de pesquisa deste projeto com a carga horária indicada. Declaro que estas atividades de pesquisa não prejudicarão o exercício das atividades de ensino exercidas neste departamento acadêmico.

Júlio Fábio Scherer
Coordenador da Área Mecânica

Júlio Fábio Scherer
Coord. Área Mecânica
Port. Nº 1365 DOU 08/08/2013
IFSC - Câmpus Joinville Joinville, 12 de novembro de 2014.



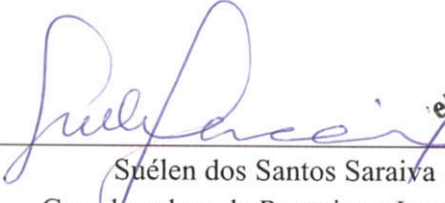
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
NÚCLEO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

12.2 Coordenador/Representante de Pesquisa e Inovação do Câmpus

(De acordo com o artigo 7º da Resolução CEPE/IFSC nº 086, de 13 de julho de 2011, deve-se verificar a existência de pendências de projetos anteriores realizados pelo proponente, a viabilidade de execução do projeto no câmpus, a adequação do projeto com os modelos solicitados e a documentação exigida, quando for o caso de Projetos Interinstitucionais)

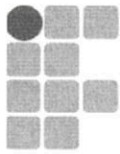
De acordo _____

Conforme parecer, declaro que a atividade do projeto de pesquisa apresentado pelo(s) servidor(es) está articulada com as linhas de pesquisa e em consonância com as diretrizes desta instituição de ensino, sendo, portanto, pertinente, relevante e de interesse desta instituição.


Suélen dos Santos Saraiva
Coordenadora de Pesquisa e Inovação

Suélen dos Santos Saraiva
Coord. Pesquisa e Inovação
Ord. nº 1352 DOU 07/2014
IF-SC Campus Joinville

Joinville, 12 de novembro de 2014.



INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA

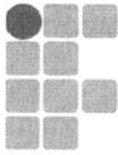
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO

NÚCLEO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

12.3 Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação

Projetos Institucionais: Não é necessário parecer da PROPPI. Uma cópia digitalizada deste Plano de Trabalho, com todos os pareceres, deverá ser enviada à PROPPI, através do e-mail pesquisa@ifsc.edu.br para ciência e registro.



INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO

NÚCLEO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

12.4 Diretor do Câmpus

Considerando os pareceres emitidos nos itens 12.1, 12.2 e 12.3 deste plano de trabalho, declaro que aprovo (aprovo/não aprovo) a atividade do projeto de pesquisa apresentado pelo(s) servidor(es).

Mauricio Martins Taques
Prof. Mauricio Martins Taques
Diretor Geral do Campus Joinville
Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC
Portaria nº 2.124 D.O.U 22/12/2011
Diretor do Câmpus

Joinville, 12 de novembro de 2014.

Anael Preman Krelling
Coordenador do Projeto pelo IFSC

Prof Anael Preman Krelling
Coordenação Mecânica
IFSC - Câmpus Joinville

Joinville, 12 de novembro de 2014.