

1º TERMO ADITIVO AO ACORDO DE COOPERAÇÃO INSTITUCIONAL Nº 88/2021

1º Termo Aditivo ao Acordo de Cooperação Institucional nº 88/2021 celebrado entre a Fundação Universidade Federal de São Carlos - UFSCar e a Aperam Inox América Do Sul S.A. com a interveniência da Fundação de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FAI•UFSCar em 16/09/2021.

Pelo presente instrumento, de um lado, a **FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**, fundação pública federal, com sede na Rodovia Washington Luiz, Km 235, São Carlos, SP, inscrita no CNPJ sob o nº. 45.358.058/0001-40, representada pela sua Reitora, a Profa. Dra. Ana Beatriz de Oliveira, doravante denominada **UFSCar**; e, de outro lado, a

APERAM INOX AMÉRICA DO SUL S.A., pessoa jurídica de direito privado, com sede na Avenida Carandaí, nº 1115, Bairro Funcionários, na Cidade de Belo Horizonte/MG, Cep: 30130-915, inscrita no CNPJ/MF sob nº 33.390.170/0001-89, e a sua filial com sede na Praça Primeiro de Maio, nº 09, Bairro: Centro, na Cidade de Timoteo/MG, Cep: 35.180-018, inscrita no CNPJ/MF sob nº 33.390.170/0013-12, doravante denominadas simplesmente como **APERAM SOUTH AMERICA** ou **EMPRESA**, neste ato legalmente representada nos termos de seu Estatuto Social,

com interveniência da

FUNDAÇÃO DE APOIO INSTITUCIONAL AO DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO, entidade de direito privado, sem fins lucrativos, inscrita no CNPJ-MF sob o nº. 66.991.647/0001-30, com sede na Rodovia Washington Luís, Km 235 - São Carlos, SP, neste ato representada na forma de seu Estatuto por seu representante legal, que abaixo assina, doravante denominada **FAI•UFSCar**, em conformidade com o processo administrativo UFSCar nº 23112.011471/2021-14;

CONSIDERANDO o Acordo de Cooperação Institucional nº 88/2021 firmado entre a **UFSCar** e a **APERAM SOUTH AMERICA** com a interveniência da **FAI•UFSCar**, em 16

3 de 3

de setembro de 2021, para a execução do projeto “Embrapii - Desenvolvimento de Aços Inoxidáveis Lean”, sob a coordenação do Prof. Dr. Guilherme Yuuki Koga, do Departamento de Engenharia de Materiais da UFSCar, inserido dentro do escopo da **UNIDADE EMBRAPII-UFSCar-Materiais em Estruturação**, doravante simplesmente Acordo;

CONSIDERANDO o interesse da **APERAM SOUTH AMERICA matriz** em efetuar a cessão da posição contratual para a **APERAM SOUTH AMERICA filial**, a qual está de acordo com a assunção da referida posição contratual.

CONSIDERANDO a necessidade de ajuste de prazo e do cronograma de execução;

Resolvem celebrar o presente Termo Aditivo ao referido Acordo de Cooperação Institucional nº 88/2021, nos termos e condições seguintes:

CLÁUSULA PRIMEIRA - DO OBJETO

1.1 O presente Termo Aditivo tem por objeto aditar o presente Acordo para efetuar a cessão e a transferência da posição contratual, bem como dos direitos e obrigações assumidos, da matriz para a filial, a qual tem sede na Praça Primeiro de Maio, nº 09, Bairro: Centro, na Cidade de Timoteo/MG, Cep: 35.180-018, e está inscrita no CNPJ/MF sob nº 33.390.170/0013-12.

1.1.2. A filial sub-roga-se em todas as cláusulas e condições do Acordo ora aditado, obrigando-se a cumprir fielmente as estipulações contratuais nele avençadas.

1.1.3. O presente Termo Aditivo é feito em caráter irrevogável e irretratável, obrigando não só as partes contratantes como também seus herdeiros e sucessores.

1.1.4. A filial arcará com o pagamento de todas as despesas necessárias para a efetivação desta cessão, inclusive tributos que onerem ou venham onerar a presente transação.

1.2 Também constitui objeto do presente Termo Aditivo tem por objeto o ajuste no Cronograma de Execução constante do Plano de Trabalho, que é parte integrante do Acordo ora aditado, passando a prevalecer o arquivo anexo a este Termo.

1.3 Constitui ainda objeto do presente Termo Aditivo, a prorrogação de vigência do Acordo para até 29/02/2024.

CLÁUSULA SEGUNDA – DA PRORROGAÇÃO DA VIGÊNCIA

2.1 O presente Aditivo, entra em vigor a partir da data de sua assinatura e prorroga a vigência do Acordo para até 29 de fevereiro de 2024.

CLÁUSULA TERCEIRA – DA RATIFICAÇÃO

3.1 Permanecem válidas e inalteradas as demais disposições do Acordo, não alteradas por este Termo Aditivo.

E POR ESTAREM ASSIM JUSTAS E ACORDADAS, as Partes assinam eletronicamente o presente termo, na presença das testemunhas abaixo identificadas.

São Carlos, assinado e datado eletronicamente.

Maria de Jesus Dutra Dos Reis
Vice-Reitora – UFSCar

Targino de Araújo Filho
Diretor Executivo – FAI•UFSCar

APERAM INOX AMÉRICA DO SUL S.A.

Paulo Marcelo de Andrade Novaes
Representante Legal

Rodrigo Cruz Fraga Damasceno
Diretor Comercial

Ciente e de Acordo:

Guilherme Yuuki Koga
Coordenador do Projeto

Ciente e de Acordo:

Ernesto Chaves Pereira de Souza
Coordenador da Unidade EMBRAPPII

Testemunhas:

1- _____
Nome: Mariana Barboza Gonçalves
CPF: 345.899.398-35

2- _____
Nome: Luan Ariel de Oliveira
CPF: 360.063.238-85

PLANO DE TRABALHO

PROJETO EMBRAPPII

DESENVOLVIMENTO DE AÇOS INOXIDÁVEIS LEAN

Proponentes:

- Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)
- Unidade EMBRAPPII-UFSCar (Materiais Avançados)
- Departamento de Engenharia de Materiais (DEMa)
- Centro de Caracterização e Desenvolvimento de Materiais (CCDM)
- APERAM South America

Equipe:

- Professor Guilherme Yuuki Koga, Coordenador do Projeto (CCDM/DEMa/UFSCar)
- Professor Piter Gargarella, Integrante (CCDM/DEMa/UFSCar)
- Professor Claudemiro Bolfarini, Integrante (CCDM/DEMa/UFSCar)
- Dr. Wilian da Silva Labiapari, Integrante (Aperam South America)
- Vitor Pagani de Souza, Integrante (Aperam South America)
- Claudio Moreira de Alcântara, Integrante (Aperam South America)
- Alunos de Graduação-DEMa (02) e mestrandos PPGCEM-DEMa (02)

1. Síntese do Projeto

Modalidade: Contrato EMBRAPII-UFSCar (Materiais Avançados).

Duração: 29 meses.

Valor total do projeto: R\$ 460.295,51

Valor do aporte APERAM South America (33,9%): R\$ 155.893,30

Valor do aporte EMBRAPII (33%): 151.897,52

Valor da contrapartida UFSCar (33,1%): R\$ 152.504,70

Descrição sumária:

Estudo de um aço inoxidável ferrítico *lean*, cujo teor de cromo é inferior à 12 %p. O principal foco será a possibilidade de redução do custo de produção em relação ao AISI 410 (DIN 14.003), otimizando a competitividade frente aos aços carbono, com melhoria significativa da resistência a corrosão e desgaste, visando aplicações como cozinhas industriais, balcões comerciais etc.

Objetivo:

Produzir e avaliar a resistência à corrosão e desgaste de aços com baixo teor de carbono (< 200 ppm), e teor de cromo variando entre 6 e 11%.

Etapas:

1. Processamento das Ligas (Fundição e Laminação):
 - Duração total de 180 dias.
 - Principais Entregáveis:
 - i. 09 aços inoxidáveis *lean* produzidos (lingotes e chapas);
 - ii. Caracterização microestrutural e química;
 - iii. Caracterização mecânica (ensaio de tração).
2. Corrosão Eletroquímica / Caracterização de Filmes Finos:
 - Duração total de 540 dias.
 - Principais Entregáveis:
 - i. Mapa de resistência à corrosão: Teor Cr vs pH;
 - ii. Mapa de resistência à corrosão: Teor Cr vs Cl⁻ tolerável;
 - iii. A partir dos mapas, sugestão de aplicações dos aços inoxidáveis *lean*;
 - iv. Espessura e características dos filmes passivos formados;
 - v. Quais condições os aços desenvolvidos, mesmo com Cr < 10,5 %p, se comportam como os aços inoxidáveis tradicionais (DIN 14.003).
3. Resistência ao Desgaste Abrasivo:
 - Duração total de 540 dias.
 - Principais Entregáveis:
 - i. Taxas de desgaste para os diferentes aços;
 - ii. Efeito do Cr na resistência ao desgaste;
 - iii. Análise comparativa entre os aços.

OBS: Etapas 2 & 3 ocorrerão simultaneamente.

Acompanhamento bimestral, com síntese dos macro entregáveis a cada 06 meses.

2. Justificativa

Aços, carbono e inoxidáveis, constituem a espinha dorsal da infraestrutura moderna. A produção anual de aço já ultrapassa 1,6 bilhões de toneladas para atender a crescente demanda de uma sociedade em forte expansão. Enquanto a população triplicou nos últimos 50 anos, a produção de aços aumentou 10 vezes, e a dos aços inoxidáveis 50 vezes (**Figura 1**), devido à exigência e necessidade de uso de materiais mais duráveis e seguros.

A importância dos aços para a sociedade moderna

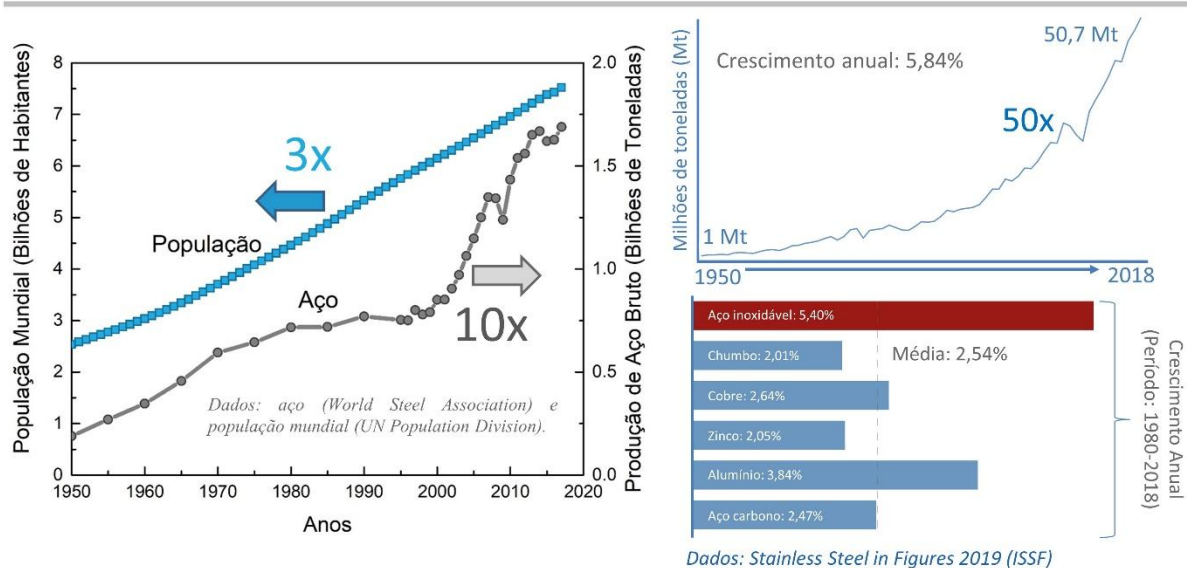


Figura 1. Dados de crescimento populacional (*UN Population Division*) e da produção de aços (*World Steel Association*) e aços inoxidáveis nos últimos 50 anos (*International Stainless Steel Forum*).

A **Figura 2** releva que aços carbono são atrativos devido ao seu baixo preço e resistência mecânica satisfatória para diversas aplicações de engenharia. O reduzido preço dos aços carbono deve-se ao baixo teor de elementos de liga onerosos, tais como o Cr, porém resultando em reduzida resistência à corrosão. Já os aços inoxidáveis, que possuem tradicionalmente teores de Cr superiores à 10,5 %p, são caracterizados por sua excelente combinação entre resistência mecânica e à corrosão. Embora aços inoxidáveis ferríticos (Cr ~ 10,5 %p) sejam economicamente vantajosos dentre os aços inoxidáveis tradicionais, principalmente comparado aos austeníticos (menor teor de Cr e Ni), eles ainda são consideravelmente mais custosos em relação ao aço carbono. Há uma grande região composicional ainda pouco explorada de aços contendo Cr na faixa entre 6 – 11 %p. Tais aços inoxidáveis *lean*, isto é, com Cr superior ao de aços carbono, porém abaixo do teor de aços inoxidáveis tradicionais, podem manter as características de elevada resistência à corrosão a um preço mais competitivo.

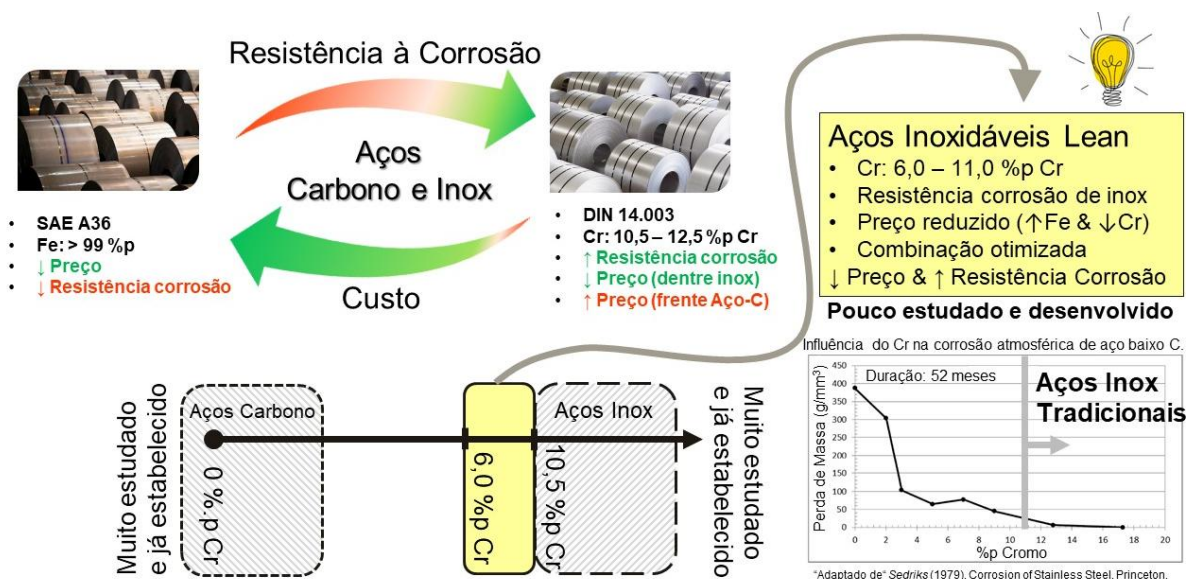


Figura 2. Principais características de aços carbono e aços inoxidáveis tradicionais. Intervalo de teor de Cr ainda pouco explorado em aços, com elevado potencial de desenvolvimento de aços inoxidáveis *lean*, que mantenha a característica resistência à corrosão à um custo reduzido.

Os novos aços inoxidáveis *lean* apresentam elevada potencialidade de aplicação em setores onde o aço carbono ainda prevalece, porém corroí consideravelmente, ou em aplicações que já empregam aços inoxidáveis ferríticos (410 ou 430), porém exigindo preços cada vez mais competitivos. Em suma, os novos aços inoxidáveis *lean* serão promissores e competitivos em aplicações onde há meio aquoso (presença de água ou elevada umidade), cuja agressividade é baixa para aços inoxidáveis tradicionais, porém elevada para aços carbono. A **Figura 3** ilustra mercados onde aços inoxidáveis já são predominantes (cozinha industrial), mercados em fase de consolidação (agroindústria, construção e mineração) e mercados a serem explorados (moldes para construção civil). Em todos os casos, o novos aços inoxidáveis *lean* poderão preencher a lacuna existente entre os aços carbono e inoxidáveis tradicionais.



Figura 3. Exemplos de setores que já empregam (cozinha industrial), que começam a empregar (agroindústria, construção, mineração) e que podem empregar (moldes para construção civil) aços inoxidáveis, cuja corrosividade é elevada para aços carbono.

3. Detalhamento Técnico

As atividades seguirão o fluxograma detalhado na **Figura 4**, de modo que o objetivo do projeto de se produzir e avaliar a resistência à corrosão e desgaste de aços com baixo teor de carbono (< 200 ppm), e teor de cromo variando entre 6 e 11%, seja cumprido ao longo de 24 meses (730 dias).

A Etapa 1 tem como foco a produção dos lingotes por fundição em forno de indução a vácuo e a laminação e recristalização de diferentes ligas inoxidáveis *lean*. As ligas produzidas serão caracterizadas em termos de composição química, microestrutura e propriedades mecânicas em testes de tração.

A Etapa 2 visa avaliar as condições de passivação e/ou corrosão das chapas de 0,6 mm produzidas na Etapa 1 para diferentes níveis de pH e teores de cloreto. Ademais, serão efetuadas análises de caracterização de filmes finos para validar a característica inoxidável (filme de passivação) das ligas desenvolvidas. Os resultados serão essenciais para indicar as aplicações potenciais para cada aço inoxidável *lean* desenvolvido.

A Etapa 3 avaliará a resistência ao desgaste abrasivo das chapas temperadas de 3 mm oriundas da Etapa 1. Os resultados desta etapa indicarão o efeito dos diferentes teores de Cr na resistência ao desgaste abrasivo, fenômeno que ocorre em diversas aplicações potenciais, tais como na agroindústria e mineração.

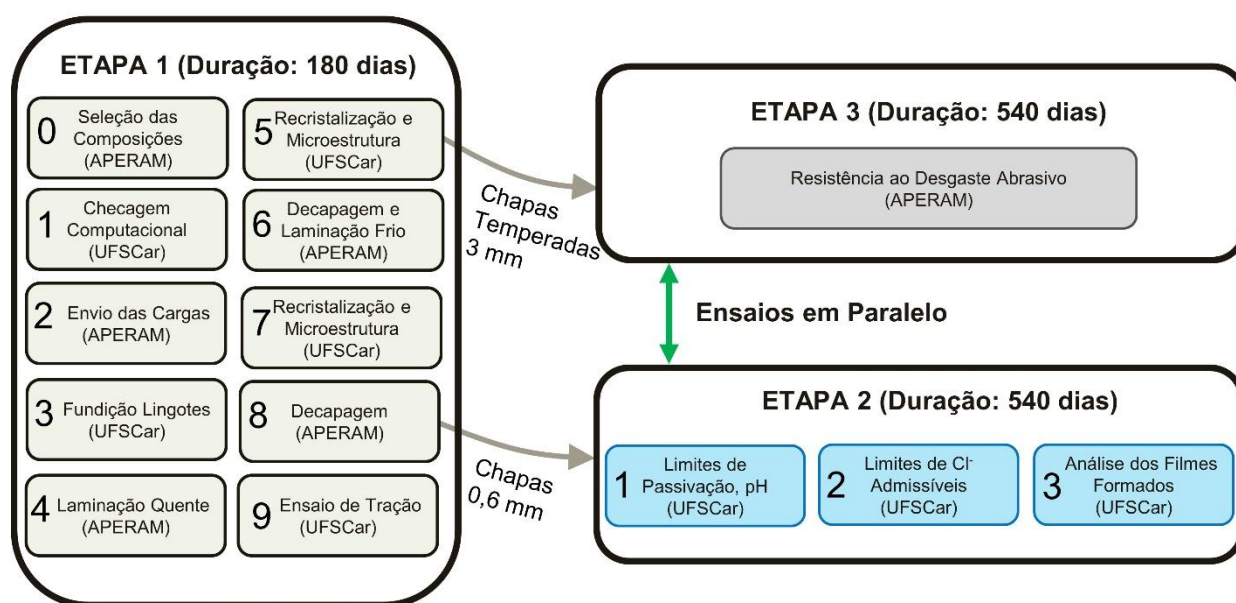


Figura 4. Fluxograma das três etapas do projeto: 1) Produção da Ligas (fundição e laminação), 2) Corrosão Eletroquímica / Caracterização de Filmes Finos e 3) Resistência ao Desgaste Abrasivo. As etapas 2 e 3 ocorrerão em paralelo.

3.1. Detalhamento da Etapa 1: Processamento das ligas (Fundição e Laminação)

0. Seleção das composições

- 0.1. Objetivo: Seleção de diferentes composições, a partir do aço inoxidável P410M, com diferentes teores de Cr, mantendo os teores dos outros elementos de liga constantes.
- 0.2. Metodologia: A partir do aço inoxidável P410M, corrida 800116F, manter níveis comparáveis de C, Mn, Si, Ni, N para valores de Cr variável (6, 7, 8, 9, 10 e 11 %p), ajustando-se o Fe.
- 0.3. Entregáveis: Tabela contendo as composições exatas das ligas inoxidáveis *lean* a serem produzidas.
- 0.4. Local: APERAM
- 0.5. Duração: 15 dias.

1. Previsão de fases via cálculos termodinâmicos

- 1.1. Objetivo: Estudo do diagrama de fases e caminho de solidificação dessas novas ligas (aços inoxidáveis *lean*).
- 1.2. Metodologia: Cálculos pelo método CALPHAD usando o software Thermo-Calc com a utilização do banco de dados TCFE7.
- 1.3. Entregáveis: Para cada liga, serão calculados os diagramas de fase e a sequência de solidificação e de transformação de fase em estado sólido. Incluso relatório detalhado sobre o método utilizado bem como a discussão dos diagramas e caminhos de solidificação resultantes, principalmente sobre o efeito dos diferentes teores de Cr entre 6 a 11 %p.
- 1.4. Local: DEMa/UFSCar.
- 1.5. Duração: 45 dias corridos do início dos trabalhos.

2. Fusão de oito lingotes (6, 7, 8, 9, 10 e 11% Cr; +02 composições a definir) e um aço inoxidável 410 como comparação

- 2.1. Objetivo: Produção de lingotes de 3 a 5 kg em forno de indução à vácuo (VIM).
- 2.2. Metodologia: Limpeza prévia do cadinho e câmara de fusão usando material de sacrifício. Fusão dos lingotes usando forno VIM Inductotherm. A câmara de fusão será evacuada e preenchida com argônio na pressão atmosférica. Uso de cadinho novo para cada fusão.
- 2.3. Entregáveis: Lingotes como produzidos a partir das matérias-primas e proporções fornecidas pela APERAM, usando como base o aço inoxidável 410. Análise microestrutural por microscopia ótica (a decidir com a APERAM a região do lingote a ser inspecionada).
- 2.4. Local: DEMa/UFSCar.
- 2.5. Duração: 60 dias corridos do recebimento das matérias primas da APERAM.

3. Laminação a quente

- 3.1. Objetivo: Processo termomecânico, visando refino da microestrutura de solidificação, aumento de dimensão das amostras e planicidade maior das para as etapas subsequentes. Avaliação da microestrutural das amostras laminadas a quente. Checagem da composição química antes e depois do processo de laminação a quente.
- 3.2. Metodologia: A ser definida pela APERAM.
- 3.3. Entregáveis: Amostras laminadas a quente, suas microestruturas e as composições químicas antes e após o processamento.
- 3.4. Local: APERAM.

4. Recozimento

- 4.1. Objetivo: Recozimento da amostra laminada a quente. Avaliação microestrutural e comparação com a microestrutura da etapa anterior. (Nota: Essa etapa “poderá” ser orientada pelos cálculos termodinâmicos).
- 4.2. Metodologia: A ser definida pela APERAM.
- 4.3. Entregáveis: Amostras recozidas e sua microestrutura.
- 4.4. Local: APERAM.

5. Decapagem

- 5.1. Objetivo: Remoção dos óxidos por ataque químico, processo padrão na linha industrial. (Nota: Poderá ser utilizado neste estudo de forma a agilizar a preparação da superfície).
- 5.2. Metodologia: A ser definida pela APERAM.
- 5.3. Entregáveis: Amostras com superfícies sem a presença de óxidos formados nos processos de laminação e recozimento.
- 5.4. Local: APERAM.

6. Laminação a frio

- 6.1. Objetivo: Laminação a frio para espessura de 0,6 mm, espessura final típica de aplicação.
- 6.2. Metodologia: A ser definida pela APERAM.
- 6.3. Entregáveis: Amostras laminadas de espessura controlada de 0,6 mm.
- 6.4. Local: APERAM.

7. Recozimento

- 7.1. Objetivo: Recozimento da amostra laminada a frio. Avaliação microestrutural e comparação com a microestrutura da etapa anterior. (Nota: Essa etapa “poderá” ser orientada pelos cálculos termodinâmicos).
- 7.2. Metodologia: A ser definida pela APERAM.

7.3. Entregáveis: Amostras recozidas e suas microestruturas.

7.4. Local: APERAM.

8. Decapagem:

8.1. Objetivo: Remoção dos óxidos por ataque químico, processo padrão na linha industrial. (Nota: Poderá ser utilizado neste estudo de forma a agilizar a preparação da superfície).

8.2. Metodologia: A ser definida pela APERAM.

8.3. Entregáveis: Amostras com superfícies sem a presença de óxidos formados no processo de recozimento.

8.4. Local: APERAM.

9. Ensaaios mecânicos de tração

9.1. Objetivo: Avaliação mecânica das amostras laminadas, recozidas e decapadas oriundas da etapa anterior.

9.2. Metodologia: Segundo a norma ASTM E8/E8M-21. (Nota: Em função do tamanho e quantidade de amostras, pode ser que haja a necessidade de utilização de ensaios de tração com corpos *subsize*). Ensaios realizados em equipamento calibrado e acreditado. Corpo de prova usinado, fornecido pela APERAM.

9.3. Entregáveis: Curvas Tensão vs Deformação, em triplicata, para as 7 composições, bem como uma tabela síntese dos parâmetros obtidos (tensão de escoamento, limite de resistência a tração, alongamento). Discussão comparativa entre os diferentes comportamentos mecânicos observados entre as amostras contendo diferentes teores de Cr.

9.4. Local: DEMa/UFSCar.

9.5. Duração: 30 dias corridos do recebimento das amostras.

Valor liberado APERAM ao início da Etapa 1: R\$ 45.250,23

Duração total: 180 dias

3.2. Etapa 2: Corrosão Eletroquímica / Caracterização de Filmes Finos

1. Valor crítico de cloretos (Cl^-) tolerável

- 1.1. Objetivo: Determinar o teor crítico de cloreto tolerável para assegurar a passivação de cada aço inoxidável *lean* resultante da Etapa 1, e comparação com o aço inoxidável 410.
- 1.2. Metodologia: Para uma solução inicial de pH neutro (6,5 a 7,5), adição progressiva de cloretos e monitoramento dos parâmetros eletroquímicos por métodos não destrutivos, a saber: potencial de circuito aberto (PCA), resistência à polarização linear (RPL) e impedância eletroquímica ($Z_{[f=10\text{mHz}]}$). O valor crítico para cada aço inoxidável *lean* será determinado quando os três critérios indicarem depassivação (queda permanente de PCA, RPL e Z). Verificação por análise destrutiva de polarização potenciodinâmica anódica. Uso de dois potenciostatos Gamry 600+. Ensaio de imersão de até 90 dias ao redor dos valores críticos de Cl^- , seguido de inspeção visual.
- 1.3. Entregáveis: i) Curvas de PCA, RPL e Z em função do teor de Cl^- expresso em molar, g/l e %p; ii) Valor crítico de Cl^- para depassivação em função do teor de Cr; iii) Validação dos ensaios não destrutivos correlacionando com os resultados de imersão e de polarização potenciodinâmica, iv) Discussão detalhada dos resultados: possibilidade de passivação, tempo para passivação efetiva, resistência à corrosão eletroquímica, características eletroquímicas dos filmes passivos formados.
- 1.4. Local: DEMa/UFSCar.
- 1.5. Prazo: 180 dias a partir do recebimento das amostras.

2. pH crítico para a passivação

- 2.1. Objetivo: Determinar o pH crítico (1 a 14) tolerável para assegurar a passivação de cada aço inoxidável *lean* resultante da Etapa 1, e comparação com o aço inoxidável 410.
- 2.2. Metodologia: Monitoramento dos parâmetros eletroquímicos por métodos não destrutivos variando-se o pH em soluções isentas de cloretos. Técnicas: potencial de circuito aberto (PCA), resistência à polarização linear (RPL) e impedância eletroquímica ($Z_{[f=10\text{mHz}]}$). Verificação por análise destrutiva de polarização potenciodinâmica anódica. Uso de dois potenciostatos Gamry 600+. Ensaio de imersão de até 90 dias ao redor dos valores críticos de pH, seguido de inspeção visual.
- 2.3. Entregáveis: i) Curvas de PCA, RPL e Z em função do pH; ii) Valores críticos de pH para passivação em função do teor de Cr; iii) Validação dos ensaios não destrutivos correlacionando com os resultados de imersão e de polarização potenciodinâmica, iv) Discussão detalhada dos resultados: possibilidade de passivação, tempo para passivação efetiva, resistência à corrosão eletroquímica, características eletroquímicas dos filmes passivos formados.
- 2.4. Local: DEMa/UFSCar.
- 2.5. Prazo: 180 dias a partir do recebimento das amostras e após a finalização da etapa anterior.

3. Análise comparativa dos filmes passivos

- 3.1. Objetivo: Determinar a composição (óxidos, oxi-hidróxidos e hidróxidos de Fe e Cr) e espessura dos filmes protetores formados em cada aço inoxidável *lean* comparado com um aço inoxidável 410 e considerando uma solução representativa da aplicação mais promissora: cozinhas industriais e balcões comerciais (A decidir a partir de ensaios prévios eletroquímicos das etapas anteriores e com a participação da APERAM).
- 3.2. Metodologia: Crescimento dos filmes passivos por tempo a ser estabelecidos pelos ensaios eletroquímicos. Análises por Espectroscopia de fotoelétrons excitados por raios-X (XPS) variando o ângulo de incidência.
- 3.3. Entregáveis: i) Espectros específicos para os compostos de Fe e Cr; ii) Tratamento de decomposição dos espectros do Fe e Cr; iii) Composição e espessura do filme formado em cada condição, iv) Discussão detalhada dos resultados: Natureza e espessura do filme protetor e suas consequências na resistência à corrosão.
- 3.4. Local: DEMa/UFSCar.
- 3.5. Prazo: 180 dias a partir do recebimento das amostras e decisão da solução representativa de interesse.

Valor liberado APERAM ao longo da Etapa 2: R\$ 50.000,00

Condição: Mediante a todos os entregáveis previstos na Etapa 1.

Duração total: 540 dias.

Etapa 3: Resistência ao desgaste

1. Resistência ao desgaste abrasivo: ASTM G65

- 1.1. Objetivo: Determinar a resistência à abrasão em cada aço inoxidável *lean* resultante da Etapa 1, e comparação com o aço inoxidável 410.
- 1.2. Metodologia: Ensaio em tribômetro do tipo areia seca em roda de borracha segundo a norma ASTM G65 (ensaios em tréplica para cada tipo de aço).
- 1.3. Entregáveis: i) Volume desgastado, ii) Macrografia e microscopia eletrônica de varredura e iii) Relatório com a discussão detalhada dos resultados.
- 1.4. Local: APERAM.
- 1.5. Prazo: 90 dias a partir do recebimento das amostras.

Valor liberado APERAM relativo à Etapa 3: R\$ 40.643,07

Condição: Mediante a todos os entregáveis previstos na Etapa 1 e Parte 1 & 2 da Etapa 2.

Duração total: 540 dias.

Etapa 4: Efeito do Boro nas Propriedades Mecânicas e Tribológicas de Aços com 6% e 10% Cr

1. Caracterização microestrutural avançada

- 1.1. Objetivo: Determinar o tamanho de grão e as características dos contornos de grão por microscopia eletrônica de transmissão e *electron backscatter diffraction* (EBSD).
- 1.2. Metodologia: Caracterização do tamanho de grão e tipos de contornos de grão por *electron backscatter diffraction* (EBSD), e verificação da existência de nanoprecipitados nos contornos de grão por microscopia eletrônica de transmissão.
- 1.3. Entregáveis: i) Imagens de EBSD, ii) micrografias por microscopia eletrônica de transmissão.
- 1.4. Local: DEMa/UFSCar.
- 1.5. Prazo: 90 dias a partir do recebimento das amostras.

2. Ensaios mecânicos de tração

- 2.1. Objetivo: Avaliação mecânica das amostras contendo B com 6% e 10% Cr.
- 2.2. Metodologia: Segundo a norma ASTM E8/E8M-21. (Nota: Em função do tamanho e quantidade de amostras, pode ser que haja a necessidade de utilização de ensaios de tração com corpos *subsize*). Ensaios realizados em equipamento calibrado e acreditado.
- 2.3. Entregáveis: Curvas Tensão vs Deformação, em triplicata. Discussão comparativa entre os diferentes comportamentos mecânicos observados entre as amostras contendo B e diferentes teores de Cr.

2.4. Local: DEMa/UFSCar.

2.5. Prazo: 60 dias a partir do recebimento das amostras.

3. Resistência ao desgaste abrasivo: ASTM G65

3.1. Objetivo: Determinar a resistência à abrasão das amostras contendo B com 6% e 10% Cr.

3.2. Metodologia: Ensaio em tribômetro do tipo areia seca em roda de borracha segundo a norma ASTM G65 (ensaios em tréplica para cada tipo de aço).

3.3. Entregáveis: i) Volume desgastado, ii) Macrografia e microscopia eletrônica de varredura e iii) Relatório com a discussão detalhada dos resultados.

3.4. Local: DEMa/UFSCar.

3.5. Prazo: 60 dias a partir do recebimento das amostras.

Valor liberado APERAM relativo à Etapa 4: R\$ 20.000,00

Condição: Mediante a todos os entregáveis previstos na Etapa 1, 2 e 3.

Duração total: 150 dias.

4. Síntese das liberações de verba:

1º Parcela:

Data de liberação: Início do projeto.

Aporte Aperam: R\$ 45.250,23

Aporte Embrapii: R\$ 37.122,85

2º Parcela:

Data da liberação: 180 dias após o início do projeto.

Condição: Mediante a todos os entregáveis previstos na Etapa 1.

Aporte Aperam: R\$ 50.000,00

Aporte Embrapii: R\$ 41.019,51

3º Parcela:

Data da liberação: 540 dias do início do projeto

Condição: Mediante a todos os entregáveis previstos na Etapa 1 e Parte 1 & 2 da Etapa 2.

Aporte Aperam: R\$ 40.643,07

Aporte Embrapii: R\$ 33.343,18

4º Parcela:

Data da liberação: 730 dias do início do projeto

Condição: Mediante a todos os entregáveis previstos na Etapa 1, 2 e 3.

Aporte Aperam: R\$ 20.000,00

Aporte Embrapii: R\$ 40.411,97



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MATERIAIS - DEMa/CCET

Rod. Washington Luís km 235 - SP-310, s/n - Bairro Monjolinho, São Carlos/SP, CEP 13565-905

Telefone: (16) 33518244 - <http://www.ufscar.br>

Ofício nº 130/2023/DEMa/CCET

São Carlos, 08 de junho de 2023.

Para:

Departamento de Engenharia de Materiais

CC:

Assunto: **Pedido de Apreciação Conselho Departamental**

Prezada Chefia do DEMa,

Solicita-se apreciação do Plano de Trabalho Ajustado 1074532, relativo ao Projeto Embrapii o qual coordeno.

As solicitações de mudanças refere-se à prorrogação da vigência, de **01/09/2021 a 31/07/2023**, para **01/09/2021 a 29/02/2024**. O contexto da prorrogação deve-se ao aumento do escopo de trabalho, com a inclusão de uma macroentrega relativa à caracterização microestrutural e mecânica de aços contendo boro, e o adicional de aporte financeiro da empresa parceira e da Embrapii, o qual será essencial para, além das custas do projeto, manter 02 alunos de iniciação científica e 02 alunas de mestrado bolsistas.

Atenciosamente,

Guilherme Yuuki Koga

Professor Adjunto DEMa/UFSCar



Documento assinado eletronicamente por **Guilherme Yuuki Koga, Docente**, em 08/06/2023, às 18:57, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://sei.ufscar.br/autenticacao>, informando o código verificador **1074719** e o código CRC **9B2E0703**.

Referência: Caso responda a este documento, indicar

SEI nº 1074719



FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE MATERIAIS - DEMa/CCET

Rod. Washington Luís km 235 - SP-310, s/n - Bairro Monjolinho, São Carlos/SP, CEP 13565-905

Telefone: (16) 33518244 - <http://www.ufscar.br>

Despacho nº 71/2023/DEMa/CCET
Processo nº 23112.011471/2021-14
Remetente: Departamento de Engenharia de Materiais
Destinatário(s): @destinatarios_quebra_linha@

ASSUNTO: Aprovação do CoD/DEMa quanto à Solicitação de Alteração de Vigência da Atividade de Extensão e Conhecimento do Novo Plano de Trabalho

São Carlos, 13 de junho de 2023.

Prezado Prof. Guilherme Yuuki Koga,

Em atenção ao Ofício 130/2023 (doc. 1074719), a alteração de vigência com nova data de término para 29/02/2024 da atividade de extensão "Embrapii - Desenvolvimento de Aços Inoxidáveis Lean", sob sua coordenação, foi analisada e aprovada na Reunião do CoD/DEMa, nº 607, de 12 de Junho de 2023.

O CoD/DEMa também tomou ciência do Plano de Trabalho complementar para o período de prorrogação da atividade de extensão (doc. 1074532).

Atenciosamente,

Prof. Dr. Conrado Ramos Moreira Afonso
Chefe do DEMa



Documento assinado eletronicamente por **Conrado Ramos Moreira Afonso, Chefe de Departamento**, em 14/06/2023, às 08:46, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).





A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://sei.ufscar.br/autenticacao>, informando o código verificador **1076785** e o código CRC **B825234B**.

Referência: Caso responda a este documento, indicar expressamente o Processo nº 23112.011471/2021-14

SEI nº 1076785

Modelo de Documento: Despacho, versão de 02/Agosto/2019

Documento**14041_APERAM_UFSCar_FAI_ADITIVO_GuilhermeYuukiKoga-EMBRAPII****Arquivo:**

Volume_000008\579b8b5d0af745aea085f950b1b00018.pdf

Data de envio para o processo de assinatura digital:

31/07/2023 15:38:21 (BRT/UTC-3)

Código de verificação:

3413-6590-0805

Validação e status atual do documento:<https://assina.fai.ufscar.br/app/Documento/Protocolo/3413-6590-0805>**Status**Processo de assinatura do documento finalizado em **31/07/2023 17:21:36 (BRT/UTC-3)**Sincronizado com a Horal Legal Brasileira - Projeto NTP.br
Observatório Nacional e NIC.brEste processo de assinatura de documento
está em consonância com a MP 2.200-2, de
24 de agosto de 2001, garantindo sua
validade jurídica em todo território brasileiro.**Assinaturas**[360.063.238-85] Luan Ariel de Oliveira
luan.oliveira@fai.ufscar.br**Assinou (Eletrônico AC AssinaWeb)** em: 31/07/2023 15:40:43 (BRT/UTC-3)[345.899.398-35] Mariana Barboza Gonçalves
mariana.goncalves@fai.ufscar.br**Assinou (Eletrônico AC AssinaWeb)** em: 31/07/2023 15:42:08 (BRT/UTC-3)[] Paulo Marcelo de Andrade Novaes
paulo.novaes@aperam.com**Assinou (Eletrônico AC AssinaWeb)** em: 31/07/2023 15:44:47 (BRT/UTC-3)[243.930.611-87] Maria de Jesus Dutra dos Reis
dmjr@ufscar.br**Assinou (Eletrônico AC AssinaWeb)** em: 31/07/2023 16:06:51 (BRT/UTC-3)[375.069.928-33] Guilherme Yuuki Koga
gykoga@ufscar.br**Assinou (Eletrônico AC AssinaWeb)** em: 31/07/2023 16:21:58 (BRT/UTC-3)[000.067.366-88] Rodrigo Cruz Fraga Damasceno
rodrigo.damasceno@aperam.com**Assinou (Eletrônico AC AssinaWeb)** em: 31/07/2023 16:33:50 (BRT/UTC-3)[020.111.718-57] Targino de Araújo Filho
targino@dep.ufscar.br**Assinou (Eletrônico AC AssinaWeb)** em: 31/07/2023 17:21:05 (BRT/UTC-3)[108.900.218-13] Ernesto Chaves Pereira de Souza
ernesto@ufscar.br**Assinou (Eletrônico AC AssinaWeb)** em: 31/07/2023 17:21:36 (BRT/UTC-3)

Eventos

31/07/2023 15:38:21 [360.063.238-85] Luan Ariel de Oliveira **publicou**.

[479.267.708-41] Gabriela Mendes de Almeida **não visualizou**.

[252.088.578-55] CLALBER ROGERIO FERREIRA **não visualizou**.

[375.779.688-89] Juliana Nayara Aguiar dos Santos **não visualizou**.

[391.070.978-83] Hamilton Vinícius Duque de Sousa **não visualizou**.

31/07/2023 15:40:23 [] Carolina Cesconetto Silveira **visualizou**.

[759.354.576-87] Wilian da Silva Labiapari **não visualizou**.

31/07/2023 15:39:36 [309.842.818-00] Daniel Roza de Moraes (IP: 200.133.233.101) **autorizou** o processo de assinatura. Não visualizou.

31/07/2023 15:40:25 [218.555.388-73] Marcelo Ferro Garzon (IP: 177.34.168.30) **autorizou** o processo de assinatura. Não visualizou.

31/07/2023 15:40:43 [360.063.238-85] Luan Ariel de Oliveira (IP: 200.133.233.101) **assinou**. Visualizou em 31/07/2023 17:27:07.

31/07/2023 15:42:08 [345.899.398-35] Mariana Barboza Gonçalves (IP: 200.133.233.101) **assinou**. Visualizou em 31/07/2023 15:41:42.

31/07/2023 15:44:47 [] Paulo Marcelo de Andrade Novaes (IP: 177.222.248.138) **assinou**. Visualizou em 31/07/2023 15:43:16.

31/07/2023 16:06:51 [243.930.611-87] Maria de Jesus Dutra dos Reis (IP: 186.209.71.86) **assinou**. Visualizou em 31/07/2023 16:06:22.

31/07/2023 16:21:58 [375.069.928-33] Guilherme Yuuki Koga (IP: 186.219.91.35) **assinou**. Visualizou em 31/07/2023 16:21:35.

31/07/2023 16:33:50 [000.067.366-88] Rodrigo Cruz Fraga Damasceno (IP: 177.26.240.213) **assinou**. Visualizou em 31/07/2023 16:33:42.

31/07/2023 17:21:05 [020.111.718-57] Targino de Araújo Filho (IP: 177.34.168.112) **assinou**. Não visualizou.

31/07/2023 17:21:36 [108.900.218-13] Ernesto Chaves Pereira de Souza (IP: 186.219.83.33) **assinou**. Visualizou em 31/07/2023 17:21:25.