

# PROPOSTA TÉCNICA

---

*Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial*

**ASSESSORIA TÉCNICA EM FUNDIÇÃO**  
**Fundição de corpos de prova e peças testes**

# SOBRE O SENAI



O SENAI-SP tem a missão de impulsionar o aumento da competitividade da indústria por meio de ações de educação profissional, inovação, tecnologia e empreendedorismo industrial. Com mais de 80 anos de atuação, o SENAI-SP supera 1 milhão de matrículas anuais, abrangendo desde cursos para a formação profissional inicial até a pós-graduação. São 90 unidades de formação profissional distribuídas em todo o estado de São Paulo, além de 78 escolas móveis, que levam soluções customizadas para a indústria.

## INOVAÇÃO & TECNOLOGIA

A instituição também se destaca na oferta de soluções em inovação e tecnologia, desenvolvendo projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) e programas voltados para a melhoria da produtividade e competitividade das empresas. Na área de empreendedorismo, o SENAI-SP se propõe a apoiar a criação da nova indústria, promovendo programas de aceleração de startups, inovação aberta, intraempreendedorismo e fomento à cultura inovadora, atendendo empresas de todos os tamanhos e setores.

## UNIDADE EMBRAPII MATERIAIS AVANÇADOS

O Instituto SENAI-SP de Inovação em Materiais Avançados é unidade EMBRAPII desde 2020, destacando-se em Tecnologias de Materiais Sustentáveis, com mais de 10 projetos. A EMBRAPII apoia a pesquisa aplicada, focando nos estágios críticos do desenvolvimento tecnológico, entre prova de conceito e protótipo funcional.

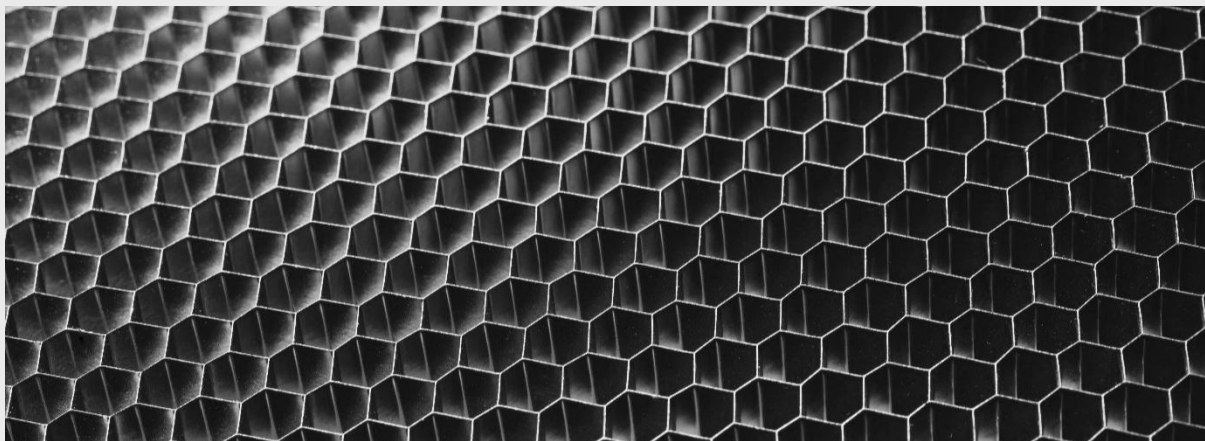
# ONDE A INDÚSTRIA ENCONTRA A **INOVAÇÃO**

---



O SENAI-SP Distrito Tecnológico amplia essa atuação com uma estrutura de mais de 52.000 m<sup>2</sup> dedicada à pesquisa aplicada e ao desenvolvimento tecnológico. Como um polo estratégico de inovação, conecta empresas, startups, centros de pesquisa, órgãos públicos e entidades de fomento, impulsionando soluções que antecipam desafios e fortalecem a indústria paulista em um cenário de transformação global.

# VERTICAIS, ÁREAS & LINHAS DE PESQUISA



## VERTICAL: MATERIAIS E ECONOMIA CIRCULAR

A Vertical de Materiais e Economia Circular reúne três institutos do SENAI-SP focados em inovação e tecnologia. O Instituto de Inovação atua com materiais poliméricos, caracterização, química aplicada e nanotecnologia. Já os Institutos de Tecnologia atuam em Construção Civil e Metalurgia, com foco em tratamento térmico, soldagem e fundição. Os projetos visam desenvolver soluções sustentáveis e de alto desempenho. A vertical promove P&D estratégico para aumentar a competitividade indústria.

CARACTERIZAÇÃO DE MATERIAIS

TECNOLOGIA DE REVESTIMENTOS EM SUPERFÍCIES

QUÍMICA APLICADA E NANOTECNOLOGIA

MATERIAIS POLIMÉRICOS SUSTENTÁVEIS E COMPOSITOS FUNCIONAIS

TECNOLOGIA EM CONSTRUÇÃO CIVIL

TRATAMENTO TÉRMICO DE METAIS

SOLDAGEM DE METAIS

FUNDIÇÃO E TECNOLOGIA DE MATERIAIS METÁLICOS

## INSTITUTO SENAI DE INOVAÇÃO EM MATERIAIS AVANÇADOS

É possível impulsionar o desempenho de um produto modificando as propriedades dos materiais que o compõem. O Instituto SENAI de Inovação em Materiais Avançados reúne pesquisadores nas áreas de materiais compósitos, poliméricos, nanotecnologia e química, provendo assim projetos em novos materiais, a partir de fontes renováveis, nanocompósitos e outros materiais sustentáveis.

## MATERIAIS POLIMÉRICOS SUSTENTÁVEIS E COMPÓSITOS FUNCIONAIS

Esta linha de pesquisa é dedicada ao estudo e desenvolvimento de materiais poliméricos avançados, incluindo compósitos e nanocompósitos, voltados para uma ampla gama de aplicações industriais e tecnológicas. O foco está na criação de novas formulações e na modificação de propriedades, com forte compromisso com a sustentabilidade. Buscamos soluções inovadoras que aliem alta performance, funcionalidade específica e resistência mecânica, térmica ou química, reduzindo o impacto ambiental e promovendo o uso eficiente de recursos ao longo do ciclo de vida do material.

# DADOS CADASTRAIS DA PROPOSTA

## IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO

DENOMINAÇÃO DO PROJETO	ASSESSORIA TECNOLÓGICA EM FUNDIÇÃO		
EMPRESA SOLICITANTE	SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL		
CNPJ	03.795.071/0013-50		
RESPONSÁVEL SOLICITANTE (EMPRESA)	TIAGO NUNES (79) 8104-8074 tiago.nunes@fieb.org.br		
RESPONSÁVEL TÉCNICO (SENAI)	MARCELO LOPES DA SILVA		
NÚMERO DA PROPOSTA	Nº 3100/2025		
INSTITUTO	MATERIAIS AVANÇADOS		
DATA DE INÍCIO	A DEFINIR	DURAÇÃO	24 MESES

# CONTATOS DO SENAI

---

Gerente Geral

**Fabício Luz Lopes**

*fabicio.lopes@sp.senai.br*

Coordenador

**Natalia Cristina da Silva**

*natalia.silva@sp.senai.br*

Consultor em Tecnologia

**Douglas dos Santos Leite**

*Douglas.leite@sp.senai.br*

Setor de contratos e documentações

**Henrique Alberto Hehn**

*henrique.hehn@sp.senai.br*

Gerente da Vertical | Materiais Avançados

**Flavia Ciaccia**

*Flavia.ciaccia@sp.senai.br*

Consultor em Tecnologia

**Marcelo Lopes da Silva**

*marcelo.lsilva@sp.senai.br*

Pesquisador

**Fernanda Martins Queiroz**

*fernanda.queiroz@sp.senai.br*

# SUMÁRIO

---

1.	HISTÓRICO DE VERSÕES.....	1
2.	DESCRIPTIVO DO CENÁRIO ATUAL.....	2
3.	OBJETIVO.....	2
4.	ESCOPO.....	2
5.	DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES.....	2
6.	ENTREGÁVEIS.....	4
7.	PREMISSAS.....	4
8.	CRONOGRAMA.....	5
9.	RESPONSABILIDADE DO SENAI.....	6
10.	RESPONSABILIDADES DA EMPRESA.....	6
11.	EXCLUSÕES DESTE SERVIÇO.....	7
12.	INVESTIMENTO & PRAZO.....	7

# 1. HISTÓRICO DE VERSÕES

Data	Versão	Descrição	Autores
27/10/2025	V1	Descritivo técnico – Assessoria em Fundição	Marcelo Lopes da Silva

## 2. DESCRITIVO DO CENÁRIO ATUAL

---

A empresa Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial - SENAI-CIMATEC necessita de suporte técnico por meio de assessoria e prestação de serviços em fundição para produção de corpos de prova em aço Hadfield (ASTMA128), visando a posterior realização de caracterizações e ensaios laboratoriais, bem como a confecção de peças-teste em escala reduzida para desenvolvimento de projeto voltado ao segmento ferroviário. Além da fundição dos corpos de prova e peças-teste, a proposta contempla a participação no desenvolvimento de atividades de forma conjunta com o SENAI CIMATEC em ações de assessoria em fundição, conforme detalhado no Campo 05 – (Descrição das Atividades), em acordo com o cronograma de desenvolvimento do projeto.

## 3. OBJETIVO

---

Realizar assessoria tecnológica e fundição dos corpos de prova para ensaios laboratoriais, bem como fundição de peças em escala de reduzida a partir de modelo desenvolvido, confeccionado e disponibilizado pelo SENAI CIMATEC. Ao término dos serviços, serão apresentados relatórios técnicos com os procedimentos e parâmetros técnicos adotados durante os processos metalúrgicos, bem como a entrega dos corpos de prova e peças fundidas em Aço Hadfield (ASTM A128).

## 4. ESCOPO

---

Fornecer corpos de prova e peças-teste como subsídios técnicos para os processos de caracterização das ligas metálicas empregadas em testes de fundição. Prestar assessoria em fundição para produção de corpos de prova e peças-teste, bem como suporte em ações de avaliação das condições de processamento a partir de informações disponibilizadas pelo SENAI-CIMATEC. O trabalho a ser desenvolvido engloba a participação na elaboração de projeto do modelo de fundição, análise de resultados obtidos por meio de simulações numéricas de fundição, avaliação dos processos metalúrgicos, e verificação dos principais defeitos apresentados nos atuais produtos. Todo o processo será registrado por meio de relatórios técnicos das atividades desenvolvidas em fundição, servindo de subsídio para composição dos relatórios técnicos parciais e final que deverão ser desenvolvidos pelo SENAI-CIMATEC.

## 5. DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES

As atividades listadas a seguir estão alinhadas com o Cronograma de Desenvolvimento do Projeto estruturado pelo SENAI CIMATEC:

1. **Assessoria em fundição – Levantamento de dados**
  - 1.1. Levantamento e análise de dados de falha (**co-execução com SENAI-CIMATEC**);
  - 1.2. Planejamento dos testes e metodologia para fundição dos corpos de prova (**co-execução com SENAI-CIMATEC**);
  - 1.3. Análise dos processos de fabricação (fundição e tratamento térmico (baseado em levantamento de dados e análises de falha) (**co-execução com SENAI-CIMATEC**);
2. **Realização de testes de fundição em laboratório**
  - 2.1. **Fundição de corpos de prova a partir de 4 corridas testes (máx 80kg cada), tendo como referência o Aço Hadfield (ASTM A128);**
    - 2.1.1. Cotação e processos de aquisição de insumos para moldagem, elementos de liga e fusão;
    - 2.1.2. Assessoria na operação de moldagem e fusão dos corpos de prova;
    - 2.1.3. Moldagem em areia para vazamento dos corpos de prova;
    - 2.1.4. Cálculo de carga, pesagem da carga e carregamento do forno;
    - 2.1.5.1 Corrida de Aço Hadfield (sem adição de elementos de liga);
    - 2.1.6. 3 Corridas de Aço Hadfield (com adição de elementos de liga a ser definida pelo SENAI CIMATEC);
    - 2.1.7. Desmoldagem, limpeza e jateamento dos corpos de prova;
    - 2.1.8. Realização de tratamento térmico nos corpos de prova fundidos;
    - 2.1.9. Relatório técnico das atividades realizadas para fundição dos corpos de prova;
3. **Assessoria em projeto de modelo de fundição para uma peça de pequena escala**
  - 3.1. Assessoria no Projeto do modelo de fundição para uma peça de pequena escala (**Não contempla modelamento 3D e confecção do modelo**) (**co-execução com SENAI-CIMATEC**);
4. **Testes de fundição em peça de pequena escala**
  - 4.1. **Fundição de 4 corridas testes (máx 80kg cada), tendo como referência o Aço Hadfield (ASTM A128)**
    - 4.1.1. Moldagem em areia+resina (processo cura frio) para vazamento das peças testes;
    - 4.1.2. Cálculo de carga, pesagem da carga e carregamento do forno;
    - 4.1.3. Corrida de Aço Hadfield (1 corrida - sem adição de elementos de liga);
    - 4.1.4. Corridas de Aço Hadfield (3 corridas com adição de elementos de liga a ser definido pelo SENAI CIMATEC) e baseado nos resultados dos corpos de prova testes;
    - 4.1.5. Assessoria na operação de moldagem e fusão das peças testes em pequena escala;
    - 4.1.6. Desmoldagem, limpeza e jateamento das peças testes em pequena escala;
    - 4.1.7. Realização de tratamento térmico das peças testes em pequena escala;
    - 4.1.8. Relatório técnico das atividades realizadas para fundição das peças testes em pequena escala;
    - 4.1.9. Relatório técnico das atividades realizadas para fundição de peças em pequena escala;
5. **Análise por simulação numérica do processo de fabricação**
  - 5.1 Assessoria para mapeamento do projeto do modelo, molde e condições de fundição (**co-execução com SENAI-CIMATEC**);

5.2. Assessoria para análise de resultados de simulação de fundição (**co-execução com SENAI-CIMATEC**);

## 6. ENTREGÁVEIS

### Relatórios técnicos

Relatórios contendo a descrição detalhada dos parâmetros e procedimentos de processo empregados na fundição dos corpos de prova e das peças em pequena escala em aço Hadfield (ASTM A128), abrangendo:

- Uma liga base (sem adição de elementos) e três variações de composição química em relação à liga de referência;
- Registros técnicos e condições operacionais observadas durante os processos metalúrgicos;
- Resultados e observações pertinentes obtidos durante a execução das atividades.

### Corpos de prova fundidos

Produção de corpos de prova em aço Hadfield (ASTM A128), conforme especificações laboratoriais, nas seguintes condições:

- 1 (uma) liga sem adição de elementos e 3 (três) variações de composição em relação à liga de referência;
- Total de **16 corpos de prova**, sendo **4 unidades para cada condição**;
- Referência: **bloco de prova tipo “Y”**, com massa de até **8 kg** cada.

### Peças-teste de fundição em pequena escala

Produção de peças-teste em pequena escala em aço Hadfield (ASTM A128), conforme modelo a ser concebido e disponibilizado pelo SENAI CIMATEC, nas seguintes condições:

- 1 (uma) liga sem adição de elementos e 3 (três) variações de composição em relação à liga de referência;
- Total de **8 peças**, sendo **2 unidades para cada condição**;
- Massa de até **80 kg cada**, incluindo canais e sistema de massalotagem.

## 7. PREMISSAS

### Disponibilidade das informações

Compartilhamento de informações quanto as faixas de composições químicas desejadas;  
Relação dos elementos de liga que irão compor as variações da liga metálica de referência;

Compartilhamento dos resultados de mapeamento e simulação para os parâmetros de fundição dos corpos de prova e peças testes;

#### Engajamento da equipe de trabalho

Interação entre as equipes do SENAI CIMATEC e SENAI Distrito Tecnológico durante a co-execução de atividades relacionadas no Campo 5 – Descrição das Atividades (conforme relacionadas);

#### Acesso aos recursos para produção das peças testes

Disponibilização do modelo para fundição pela equipe do SENAI CIMATEC;

Disponibilização do projeto de fundição para posicionamento dos canais de alimentação e sistema de massalotagem, seguindo resultados de simulação realizados pelo SENAI-CIMATEC;

#### Contextualização técnica

Definição das condições operacionais (temperaturas de fusão, temperatura de vazamento, faixas de composição química, tratamento do metal líquido e fundição das peças) deve ser feita com base em conhecimentos técnicos e metodologias compatíveis.

## 8. CRONOGRAMA

O cronograma a seguir baseia-se no planejamento e distribuição das atividades que serão executadas pelo Distrito Tecnológico do SENAI-SP, sendo realizado entre os meses 07 ao 16 partir do início do projeto. O projeto total tem planejamento para execução em 24 meses, conforme cronograma elaborado e disponibilizado pelo SENAI-CIMATEC.

ASSESSORIA TÉCNICA EM FUNDIÇÃO Fundição de corpos de prova e peças- teste	Período (Bimestral)											
	1 (M 01 e 02))	2 (M 03 e 04)	3 (M 05 e 06)	4 (M 07 e 08)	5 (M 09 e 10)	6 (M 11 e 12)	7 (M 13 e 14)	8 (M 15 e 16)	9 (M 17 e 18)	10 (M 19 e 20)	11 (M 21 e 22)	12 (M 23 e 24)
Levantamento e análise de dados de falha												
Planejamento dos testes de fundição,												
Análise dos processos de fabricação (fundição e tratamento térmico) (co- execução);												
Cotação e processos de aquisição de insumos para moldagem, elementos de liga e fusão;												
Assessoria nas atividades de moldagem e cálculo de carga;												
Moldagem, fusão dos corpos de prova;												
Desmoldagem, limpeza (jateamento) e tratamento térmico dos corpos de prova;												

**SENAI**

## 6

- Participar de reuniões e discussões, quando solicitado pela equipe de especialistas do SENAI-Distrito Tecnológico.
- Designar um ponto focal técnico e gerencial para facilitar a comunicação durante o andamento do serviço.
- Disponibilizar informações técnicas para o desenvolvimento do serviço, como os resultados da simulação de fundição para auxiliar nos procedimentos de moldagem e fusão tendo em vista aproximar os resultados simulados da parte prática experimental.
- Informar quais os elementos de liga que serão adicionados para a fundição dos corpos de prova e peças testes durante a etapa de orçamento dos insumos para composição das cargas a serem fundidas.
- Fornecer o modelo de fundição para a produção das peças testes em pequena escala.
- Participar de reuniões de alinhamento técnico e de progresso, garantindo o acompanhamento contínuo da evolução do serviço.
- Fornecer feedback técnico sobre os resultados apresentados.
- Validar os resultados parciais e finais do serviço de fundição.

## 11. EXCLUSÕES DESTE SERVIÇO

Não estão inclusos no escopo deste serviço:

- Elaboração de laudos técnicos baseados em procedimentos e ensaios realizados por outros laboratórios que não sejam do SENAI-SP;
- Aquisição de serviços de transporte dos produtos fundidos.
- Suporte técnico contínuo após a realização da fundição.
- Treinamentos.
- Custos de terceiros, por exemplo, serviços de certificação, licenciamento de software, consultorias externas).
- Responsabilidade por atrasos decorrentes de fatores externos (exemplo: indisponibilidade de dados do cliente, disponibilização do modelo para fundição, compartilhamento dos resultados de simulação, identificação dos elementos de liga para composição da carga metálica).
- Fornecimento de equipamentos ou instalações para reuniões.

## 12. INVESTIMENTO & PRAZO

### INVESTIMENTO

O investimento para esta proposta é de **R\$ 563.280,00 reais** (quinhentos e sessenta e três mil, duzentos e oitenta reais), a partir do início dos serviços

<b>PRAZO</b>
<b>FORMAS DE PAGAMENTO</b>
<b>VALIDADE DA PROPOSTA</b>

24 meses, a contar da assinatura da proposta.

Conforme definições estabelecidas na proposta de atendimento comercial. Pagamento gerado por Aviso de Lançamento (AL).

Esta proposta é válida por 180 dias a partir da data de criação. Após este período, será necessário o desenvolvimento de uma nova proposta.

Atividades	Parcela	Valor
Assessoria em fundição – Levantamento de dados	01	R\$ 49.560,00
Realização de testes de fundição em laboratório	02	R\$ 197.300,00
Assessoria em projeto de modelo de fundição para uma peça de pequena escala	03	R\$ 28.800,00
Testes de fundição em peça de pequena escala	04	R\$ 258.820,00
Análise por simulação numérica do processo de fabricação	05	R\$ 28.800,00
<b>Total</b>		<b>R\$ 563.280,00</b>

**Obs.: Os pagamentos devem ser realizados no início de cada grupo de atividades.**