

**ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres**  
**RDT – Recurso de Desenvolvimento Tecnológico**

## **PLANO DE TRABALHO**

**TÍTULO DO PROJETO: PROGRAMA DE ESPECIALIZAÇÃO (*LATO SENSU*) EM  
ENGENHARIA FERROVIÁRIA**  
**TEMA PRIORITÁRIO: FORMAÇÃO E APERFEIÇOAMENTO PROFISSIONAL,  
COM FOCO PRINCIPAL NOS SERVIDORES EM EXERCÍCIO NA ANTT**

**VALE S.A. – Estrada de Ferro Vitória a Minas**

**24/11/2024**

## SUMÁRIO

1.	DESCRIÇÃO DO PROJETO.....	3
1.1.	Título do Projeto.....	3
1.1.1.	Linha de inovação e desenvolvimento .....	3
1.1.2.	Temas .....	3
1.2.	Objetivos.....	3
1.2.1.	Objetivo Geral .....	3
1.2.2.	Objetivos Específicos .....	3
2.	JUSTIFICATIVA .....	4
3.	DESENVOLVIMENTO DO PROJETO:.....	5
3.1.	Métodos e técnicas utilizadas .....	5
3.2.	Etapas .....	12
4.	PREVISÃO DE INÍCIO, TEMPO DE EXECUÇÃO E CUSTO TOTAL .....	14
5.	LOCAL DE EXECUÇÃO.....	14
6.	ENTIDADE E EQUIPE EXECUTORA .....	14
6.1.	Identificação de entidade .....	14
6.2.	Identificação da equipe executora .....	15
7.	PRODUTOS .....	15
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS / NORMATIVOS APLICÁVEIS .....	16
9.	ANEXOS DO PLANO DE TRABALHO.....	16

## 1. DESCRIÇÃO DO PROJETO

### 1.1. Título do Projeto

PROGRAMA DE ESPECIALIZAÇÃO (*LATO SENSU*) EM ENGENHARIA FERROVIÁRIA

#### 1.1.1. Linha de inovação e desenvolvimento

Em consonância com a **Resolução nº 6.021, de 20 de julho de 2023**, este projeto se enquadra prioritariamente na diretriz descrita no **inciso VI do artigo 3º**, que estabelece como objetivo o "desenvolvimento de cursos de formação em diversos níveis acadêmicos, a serem oferecidos para o setor público e privado, com vistas ao aperfeiçoamento de pessoal".

Também em consonância com a **Resolução nº 6.021, de 20 de julho de 2023**, inciso VIII do artigo 4º este projeto possui como objetivo a formação e o aperfeiçoamento profissional.

O curso de especialização foi criado com o propósito de capacitar profissionais tanto do setor público quanto do privado, abordando questões essenciais para o desenvolvimento de competências em **manutenção ferroviária, gestão de operações e tecnologias aplicadas ao setor ferroviário**.

#### 1.1.2. Temas

**Desenvolvimento e aperfeiçoamento de pessoal especializado** para o setor ferroviário, com foco em **eficiência operacional, segurança e sustentabilidade** na engenharia ferroviária.

### 1.2. Objetivos

#### 1.2.1. Objetivo Geral

O objetivo geral da especialização em Engenharia Ferroviária é capacitar profissionais para atuarem de maneira estratégica e técnica nos diversos aspectos do setor ferroviário, incluindo a concepção, operação, manutenção e gestão de infraestrutura ferroviária. Com foco direcionado à eficiência operacional, segurança, sustentabilidade e inovação tecnológica, o curso busca formar especialistas capazes de enfrentar os desafios atuais e futuros do setor, promovendo a modernização e a expansão das operações ferroviárias no país, alinhado à **Resolução nº 6021, de 2023**, para promover o crescimento do sistema ferroviário brasileiro.

#### 1.2.2. Objetivos Específicos

- **Tecnologias avançadas de monitoramento ferroviário:** capacitar os profissionais no uso de ferramentas como **Realidade Aumentada (AR)** e **Digital Twin**, correlacionando como monitoramento em tempo real da infraestrutura ferroviária e material rodante, visando o aumento de precisão e eficiência na gestão de ativos.
- **Otimização da manutenção preditiva de sistemas ferroviários:** capacitação dos profissionais para análise e desenvolvimento de técnicas de **manutenção preditiva**, utilizando

dados operacionais para antecipar falhas e minimizar o tempo de inatividade, aumentando a confiabilidade e segurança das operações ferroviárias.

- **Soluções para eficiência energética e sustentabilidade no transporte ferroviário:** desenvolver habilidades para a investigação e teste do uso de **energias alternativas** e tecnologias que promovam a **redução de emissões de CO2**, visando a integração de práticas sustentáveis na operação ferroviária e promoção do uso de energias renováveis.
- **Soluções para a melhoria da segurança operacional ferroviária:** habilitar a execução e desenvolvimento de métodos e sistemas avançados de **gestão de risco e segurança**, aplicando tecnologias de monitoramento para prevenção de acidentes e otimização dos processos de fiscalização em tempo real.
- **Desenvolver estudos de caso sobre a operação ferroviária no Brasil:** investigação de operações existentes, para identificar oportunidades de melhoria na **logística e gestão operacional**, com a finalidade de propor soluções que aumentem a eficiência e competitividade do setor ferroviário.
- **Investigar e aplicar soluções tecnológicas para a modernização da infraestrutura ferroviária:** habilitar a execução e desenvolvimento de **novas técnicas construtivas e de manutenção** para vias permanentes, com foco em aumentar a durabilidade e reduzir os custos operacionais da infraestrutura ferroviária.
- **Capacitar os profissionais para gerenciar operações ferroviárias complexas:** desenvolver habilidades para a desenvolver e implementar soluções integradas de **gestão operacional**, otimizando a logística de cargas e passageiros, além de preparar os participantes para enfrentar desafios estratégicos na operação de grandes malhas ferroviárias.
- **Desenvolver projetos aplicados à integração modal e transporte de passageiros:** executar análises e propostas que promovam a integração entre o **transporte ferroviário de cargas e passageiros**, com foco na melhoria da mobilidade urbana e no aumento da capacidade de transporte intermodal no Brasil.

## 2. JUSTIFICATIVA

A escolha da especialização em **Engenharia Ferroviária** se justifica pela crescente necessidade de modernização e ampliação do setor ferroviário no Brasil, especialmente com o papel estratégico das ferrovias no transporte de cargas de grande volume, como minérios e grãos, em distâncias longas. A relevância deste tema está ancorada na demanda nacional por maior eficiência logística e sustentabilidade, fatores essenciais para o desenvolvimento econômico do país. O curso de especialização proposto não apenas aborda uma área crítica de infraestrutura nacional, mas também tem forte viabilidade, já que o Brasil possui concessões ferroviárias robustas. Esse projeto de capacitação pode se conectar a **projetos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação** que estejam focados em **modernização tecnológica, manutenção preditiva e eficiência operacional** das ferrovias brasileiras.

Este projeto contribuirá significativamente para o setor ferroviário ao capacitar profissionais com competências em **inovação tecnológica, manutenção de infraestrutura e otimização de operações ferroviárias**. Para a **União**, o projeto colabora com a melhoria da infraestrutura nacional, promovendo maior eficiência na logística de exportação e geração de receita, através do aperfeiçoamento técnico das equipes que atuam no processo de fiscalização. Para os **usuários do sistema**, o impacto será sentido em maior segurança e eficiência no transporte de cargas, com um sistema ferroviário mais confiável. Finalmente, para a **sociedade em geral**, o projeto contribui para a sustentabilidade, ao incentivar práticas que reduzem as emissões de carbono e promovem o uso de energias alternativas e com oportunidades de capacitação para aqueles que desejam atuar no setor ferroviário.

Conforme já exposto, este projeto atende ao **inciso VI do artigo 3º da Resolução nº 6.021, de 20 de julho de 2023**, que trata do "desenvolvimento de cursos de formação em diversos níveis acadêmicos, a serem oferecidos para o setor público e privado, com vistas ao aperfeiçoamento de pessoal". O projeto também atende ao **inciso VIII do artigo 4º** "*formação e aperfeiçoamento profissional*" uma vez que o curso tem como objetivo capacitar profissionais na **manutenção ferroviária, tecnologias preditivas e gestão de operações**, com as mais modernas ferramentas tecnológicas.

O curso será executado no prazo de **24 meses**, conforme descrito no cronograma físico-financeiro anexo. Ao final, espera-se a capacitação de **40 profissionais especializados**, além do desenvolvimento de estudos e inovações tecnológicas aplicadas às operações ferroviárias.

Ao final do curso, espera-se ter formado recursos humanos especializados, capazes de implementar soluções para **manutenção ferroviária e gestão operacional**. Esses resultados contribuirão para a **modernização da infraestrutura ferroviária**, promovendo maior segurança e eficiência, conforme os objetivos de **desenvolvimento tecnológico** descritos na resolução. Além disso, os conhecimentos adquiridos pelos participantes poderão ser aplicados diretamente em seus ambientes de trabalho, gerando impactos positivos para o setor ferroviário em geral.

A proposta em questão não está inserida dentro das obrigações contratuais da **Vale** perante a **União** no contexto de sua concessão ferroviária. O curso de especialização visa exclusivamente o desenvolvimento de **pesquisa aplicada e capacitação de pessoal**, temas que, embora tenham impacto positivo na operação das ferrovias, não fazem parte das obrigações contratuais da concessionária. Como em qualquer projeto de inovação, há riscos associados ao desenvolvimento de novas tecnologias e metodologias, e esses riscos são intrínsecos ao processo de pesquisa e inovação, e não fazem parte das obrigações previstas nos contratos de concessão.

### **3. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO:**

#### **3.1. Métodos e técnicas utilizadas**

O curso de especialização em **Engenharia Ferroviária** será realizado em formato **telepresencial**, utilizando uma combinação de métodos de ensino dinâmicos e ferramentas tecnológicas avançadas para garantir a **qualidade da formação e interatividade entre alunos**

**e docentes.** Os principais métodos e técnicas que serão empregados no desenvolvimento das atividades acadêmicas são detalhados a seguir:

### 1. Aulas Expositivas e Palestras Remotas

- As aulas serão realizadas ao vivo, através de plataformas de videoconferência que permitam a interação em tempo real entre professores e alunos. O uso de ferramentas como, por exemplo, o **Microsoft Teams** será fundamental para promover um ambiente de aprendizado colaborativo, onde os alunos poderão fazer perguntas, participar de discussões e acessar os materiais de aula digitalizados.

### 2. Simulações Operacionais e Estudos de Caso

- Para o aprendizado prático em um curso telepresencial, serão utilizadas simulações computacionais voltadas para a operação e manutenção ferroviária. Softwares especializados serão empregados para simular dinâmica ferroviária e análise de desempenho operacional de vias permanentes e material rodante. Esses simuladores permitirão que os alunos desenvolvam competências para solucionar problemas operacionais e otimizar processos.

### 3. Estudos de Caso Aplicados

- A análise desses casos permitirá que os participantes compreendam os desafios reais do setor e apliquem as teorias estudadas em contextos práticos. Serão realizados estudos detalhados sobre sistemas ferroviários relevantes no Brasil, que permitirão aos alunos desenvolver propostas de melhoria e soluções inovadoras.

### 4. Atividades de Ensino e Ensaios de Manutenção

- Para o componente prático, os alunos terão acesso a demonstrações e tutoriais técnicos online sobre processos de **manutenção preditiva** e **gestão de confiabilidade** de ativos ferroviários. Equipamentos e softwares específicos, como sistemas de **inspeção preditiva** e ferramentas de **monitoramento remoto** de vias e veículos, serão utilizados para demonstrar as melhores práticas de manutenção.

### 5. Uso de Ferramentas Tecnológicas Inovadoras

- O curso integrará o uso de tecnologias emergentes, como **Realidade Aumentada (AR)** e **Digital Twin**, para visualização e monitoramento de infraestruturas ferroviárias em tempo real. Esses sistemas permitirão que os alunos visualizem e interajam com modelos digitais das vias ferroviárias e material rodante, facilitando o aprendizado sobre monitoramento remoto e manutenção inteligente.

### 6. Plataformas de Ensino a Distância (EAD)

- Todo o conteúdo teórico e material de apoio será disponibilizado em uma plataforma de **Ensino a Distância (EAD)**. Através dessa plataforma, os alunos terão acesso aos **slides de aula**, **artigos técnicos**, **fóruns de discussão** e **vídeos instrutivos**, que poderão ser consultados a qualquer momento durante o curso.

### 7. Softwares de Simulação e Análise de Dados

- Serão empregados softwares de **análise de dados e simulação dinâmica** para o desenvolvimento de projetos acadêmicos e exercícios práticos. O uso de softwares será essencial para a modelagem de sistemas ferroviários, análise de dados operacionais e proposição de melhorias na infraestrutura e operação ferroviária.

## 8. Projetos Científicos e Acadêmicos

- Os alunos também participarão do desenvolvimento de **projetos acadêmicos** relacionados à inovação ferroviária, como projetos de **gestão de manutenção preditiva, otimização logística e sustentabilidade ferroviária**. Esses projetos poderão ser desenvolvidos em parceria com instituições científicas e tecnológicas, conectando-se com projetos de **Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I)** existentes no âmbito ferroviário.

## 9. Avaliações e Trabalhos Aplicados

- A avaliação dos alunos será realizada por meio de **trabalhos práticos, exercícios de simulação e projetos de grupo**, que permitirão medir a aplicação dos conhecimentos adquiridos em problemas reais do setor ferroviário. As avaliações também incluirão a elaboração de relatórios técnicos e a apresentação de propostas de inovação para o setor.

## Público-Alvo

Profissionais graduados em Engenharia (Civil, Mecânica, Elétrica, Ambiental, Segurança do Trabalho, Produção entre outras), Administração, Economia e Logística, assim como as demais profissões da área de Ciências Exatas, incluindo cursos de Tecnólogos ligados à Engenharia que tenham contato com o meio ferroviário e possam exercer tais funções dentro de suas empresas.

## Vagas e critério de seleção

Serão disponibilizadas 40 vagas, sendo 50% destinadas a profissionais selecionados pela Vale e 50% destinadas a profissionais selecionados pela ANTT.

## Estrutura do curso

O curso de especialização em Engenharia Ferroviária será estruturado de forma modular, com uma disciplina sendo ministrada a cada mês, o que permite uma organização eficiente e progressiva dos conteúdos.

A formação será dividida em três núcleos principais, que abrangem um total de 19 disciplinas:

1. **Núcleo Básico** (80 horas): introduz os fundamentos da engenharia ferroviária, abordando temas como metodologia científica, segurança do trabalho, probabilidade e estatística, e aspectos ambientais relacionados à ferrovia.
2. **Núcleo Profissionalizante** (104 horas): foca no desenvolvimento de habilidades técnicas e práticas, com disciplinas voltadas para otimização, qualidade, custos e investimentos, além de manutenção e confiabilidade ferroviária.
3. **Núcleo Específico** (216 horas): aproxima os alunos de temas avançados como operação ferroviária, dinâmica de veículos, via permanente, sistemas de sinalização e

telecomunicações, e prevenção de descarrilamentos, sempre com uma abordagem prática e aprofundada.

Cada módulo é ministrado por professores especialistas, alternando entre os diferentes núcleos, garantindo uma evolução contínua no aprendizado e uma formação completa ao final do curso.

As ementas das disciplinas são apresentadas a seguir para cada núcleo:

**Ementa (Núcleo básico): 80 horas**

**1. Introdução a Engenharia Ferroviária – 16h**

- Histórico do Modal Ferroviário
- Participação dos Modos de Transporte no Brasil
- Empresas Ferroviárias no Brasil (operadoras e fornecedores)
- Principais Corredores Ferroviários: EUA, Europa, Ásia e Austrália
- Potencialidades e Ameaças
- Visão Geral: Via Permanente, Material Rodante, Operação e Sinalização
- Perspectivas Futuras

**2. Probabilidade e Estatística – 16h**

- Amostragem
- Regressão
- Intervalos de Confiança
- Análise de Dados
- Modelos Probabilísticos
- Estatística Descritiva
- Séries Temporais

**3. Metodologia do Trabalho Científico – 16h**

- Pesquisa e Método Científico
- Formulação do Problema de Pesquisa
- Tipos e Características da Pesquisa
- Elaboração de Projetos de Pesquisa
- Normas para Monografia de Final de Curso

**4. Segurança do trabalho e risco operacional – 16h**

- Gestão de riscos e ferramentas de análise
- Acidentes do Trabalho: Causas, Investigação, Análise, Estatísticas, Custos
- Organização dos Serviços de Segurança e Prevenção de Acidentes
- Saúde ocupacional
- Equipamentos de Proteção: Individual (EPI) e Coletiva (EPC)
- Normas de Gestão de Segurança e Saúde Ocupacional: Nacionais e Internacionais

**5. Meio Ambiente – 16h**

- Risco e Dano Ambiental



- Impactos do Transporte Ferroviário
- Técnicas de Proteção Ambiental: EIA, Licenciamento, Gerenciamento de Riscos e Emergências
- Legislação Ambiental Brasileira
- Descarbonização e transição energética

**Ementa (Núcleo profissionalizante): 104 horas**

**6. Otimização e Pesquisa Operacional – 16h**

- Programação Linear
- Teoria das Filas
- Simulação de Sistemas de Transportes
- Aplicações Ferroviárias: Dimensionamento de Frotas e Produtividade

**7. Custos e Investimentos – 16h**

- Juros e equivalência de capitais
- Análise de investimentos
- Contabilidade financeira
- Contabilidade de custos ferroviários
- Planejamento econômico-financeiro
- Gestão e fiscalização de contrato

**8. Qualidade e Melhoria Operacional – 16h**

- Gestão da Qualidade Total
- Ferramentas da Qualidade: PDCA, CCQ, FMDS, 5S
- Trabalho padronizado e produção enxuta
- Metodologia ágil

**9. Dinâmica ferroviária – 16h**

- Interação veículo-via
- Instabilidade de veículo ferroviários e velocidade de segurança
- Contato Roda-Trilho: Características, perfis de trilho e roda, desgaste, RCF
- Gerenciamento do atrito
- Comportamento dinâmico dos vagões e truques
- Softwares de simulação dinâmica

**10. Engenharia de Manutenção e Confiabilidade – 24h**

- Manutenção: Conceitos Básicos, Manutenção Produtiva Total, Manutenção Centrada na Confiabilidade
- Confiabilidade: Conceitos Básicos, Curvas e Análise de Falhas, Medidas de Eficácia e Desempenho
- Manutenibilidade e Disponibilidade
- Custo de Ciclo de Vida (LCC): Equipamentos, Instalações e elementos de superestrutura ferroviária

- Processos de Manutenção: Planejamento, Programação, Inspeção, Execução, Sistemas de Gestão (Corretiva, Preventiva, Proativa)

11. Regulação e Legislação ferroviária – 16h

- Legislação Ferroviária
- Regulamentos e Órgãos de Regulação
- Contratos de Concessão: Metas, índices de controle, obrigações, penalidades
- Interface entre operadoras e direito de passagem
- Normas, procedimentos para a segurança e comunicação de acidentes

**Ementa (Núcleo específico): 192 horas**

12. Operação Ferroviária – 24h

- Planejamento Operacional
- Dinâmica do trem
- Capacidade de transporte da ferrovia
- Pátios e Terminais
- Centro de Controle Operacional e de Pátio (CCO e CCP)
- Sequenciamento e otimização
- Gestão de Recursos Humanos (equipagem)
- Operação de carga e descarga

13. Via Permanente - Infraestrutura– 16h

- Conceitos básicos de pavimentos flexíveis
- Fundamentos de drenagem superficial, de transposição e em meio poroso
- Obras de Arte Comum (OAC): Bueiros, valetas, muros de contenção
- Obras de Arte Especial (OAE): Pontes, viadutos, túneis e passarelas
- Passagens inferior, superior e em nível
- Contenção e supressão vegetal

14. Via Permanente – Superestrutura – 32h

- Introdução à Via Permanente: Superestrutura e Infraestrutura
- Elementos de Superestrutura I: trilhos, soldas e juntas
- Elementos de Superestrutura II: dormentes, lastro e fixações
- Geometria de via
- Estabilidade da linha e esforços atuantes
- AMV - Aparelho de Mudança de Via
- Manutenção da linha
- Equipamentos de pequeno porte e ferramentas

15. Sistemas de inspeção e equipamentos de via – 16h

- Sistemas de inspeção e monitoramento de via: Carro Controle, Carro Ultrassom, TGMS, V/TI, GPR
- Sistemas de inspeção e monitoramento de material rodante: Waysides, hot wheel/box

- Equipamentos de Grande Porte (EGP) para manutenção ferroviária: Esmerilhadora, Reguladora, Socadora, Desguarnecedora de Lastro, Renovadora de Linha
- Ferramentas de análise e predição de falhas
- Novas tecnologias: Realidade Virtual (VR), Realidade Aumentada (AR) e Digital Twin

#### 16. Locomotivas – 24h

- Locomotiva Diesel-Elétrica: componentes mecânicos, elétricos e controle de potência
- Dinâmica da locomotiva: Tração, aderência, patinagem, resistência ao movimento, quadro e força de tração.
- Sistema de freios
- Sistema de tração e transmissão: mecânica, hidráulica, elétrica, potência distribuída
- Tipos de Locomotiva: Viagem, manobra, capacidade, principais modelos e fabricantes

#### 17. Sinalização e Telecomunicações – 32h

- Sistemas de licenciamento, despacho e proteção de trens
- Sistemas de sinalização e circuitos de via
- Sistemas de detecção de trens
- Máquinas de chave
- Princípio da falha segura
- Conceitos de sistemas de comunicação
- Meios de transmissão
- Sistema móvel, GPS e estação rádio base
- Arquitetura de telecomunicações na ferrovia

#### 18. Vagões – 24h

- Classificação e tipos de vagões
- Truques
- Sistemas de suspensão primária e secundária
- Sistema de freio: timoneria, válvulas, encanamento
- Aparelho de choque e tração
- Superestrutura do vagão
- Rodas, eixos e rolamentos
- Inspeção de vagões: Procedimentos, prevenção de falhas, dispositivos de segurança (EOT), teste de performance

#### 19. Prevenção e Investigação de Descarrilamento – 24h

- Causas, consequências e estatísticas dos acidentes ferroviários
- Descarrilamento por movimento harmônico: regras e limites;
- Acidentes típicos com causa no material rodante, via permanente e operação ferroviária;
- Aspectos críticos no material rodante, operação de trens e via permanente: AMV, geometria e demais elementos de VP
- Técnicas de Investigação
- Estudos de caso

O material didático a ser utilizado no curso será produzido com base nas literaturas clássicas e atuais sobre os temas abordados e com o apoio direto da equipe de especialistas Vale.

### **3.2. Etapas**

#### **Etapa 1: Execução das Aulas e Atividades de ensino**

Essa etapa consiste na realização das aulas teóricas, aplicando atividades voltadas ao entendimento dos conceitos técnicos, gerenciais e operacionais relacionados à **engenharia ferroviária**. O objetivo é proporcionar aos alunos uma formação completa, tanto no conhecimento teórico quanto prático, visando à capacitação profissional em operação e manutenção ferroviária.

- **Aulas Teóricas Telepresenciais**
  - As aulas serão ministradas ao vivo, abordando o conteúdo teórico definidos para cada disciplina. Os professores conduzirão as aulas e incentivarão a interação dos alunos por meio de discussões em tempo real.
  - **Realização das Disciplinas**
    - Realização das disciplinas dos núcleos Básico, Profissionalizante e Específico.
  - **Discussão de Estudos de Caso**
    - Aplicação de estudos de caso reais, envolvendo operações ferroviárias no Brasil, como a Estrada de Ferro Carajás.
- **Avaliações das Disciplinas**
  - Avaliação contínua dos alunos por meio de trabalhos práticos e teóricos, que serão executados ao longo do curso, permitindo aos docentes acompanhar o progresso e garantir o entendimento dos conteúdos.
  - **Análise de Relatórios de Estudos de Caso, quando aplicado**
    - Os alunos deverão elaborar relatórios técnicos baseados nos estudos de caso apresentados durante as aulas.
  - **Questionários e Avaliações**
    - Aplicação de avaliações periódicas e finais das disciplinas para verificar a assimilação dos conteúdos abordados.

#### **Etapa 2: Execução e Apresentação do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)**

A última etapa do curso será dedicada à avaliação dos conhecimentos adquiridos pelos alunos e à conclusão das atividades acadêmicas, com foco na realização e apresentação formal do **Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)**. O objetivo desta fase é garantir que os alunos apliquem o conhecimento teórico e prático em soluções inovadoras que enfrentem problemas reais do setor ferroviário, fortalecendo sua capacidade de análise crítica e inovação tecnológica.

- **Elaboração do TCC**

- Os alunos deverão desenvolver um projeto de pesquisa aplicado, que proponha **soluções inovadoras para problemas reais enfrentados por empresas ferroviárias**. O TCC será orientado por um professor designado, que auxiliará o aluno durante todo o processo de elaboração.
- **Escolha do Tema e Proposta Inicial**
  - Os alunos, em conjunto com seus orientadores, deverão definir o tema do TCC, que deverá abordar **propostas inovadoras no setor ferroviário**, com foco em soluções operacionais, tecnológicas ou de manutenção.
- **Desenvolvimento do Projeto**
  - Elaboração do conteúdo do TCC, incluindo pesquisa de campo (se aplicável), revisão bibliográfica, análise de dados e desenvolvimento das propostas inovadoras. O projeto deverá seguir os critérios acadêmicos estabelecidos e focar em uma solução para os problemas identificados.
- **Apresentação e Defesa do TCC**
  - Ao final do curso, os alunos deverão apresentar o **Trabalho de Conclusão de Curso** formalmente perante uma **banca examinadora** composta por professores e especialistas do setor ferroviário. A banca avaliará a qualidade técnica, a inovação das propostas e a aplicabilidade dos resultados no contexto do setor ferroviário.
  - **Apresentação Formal**
    - Os alunos deverão preparar uma apresentação formal, com foco na proposta inovadora e nas soluções sugeridas. A apresentação deverá ser estruturada de maneira clara e objetiva, permitindo que a banca compreenda os métodos utilizados e as soluções propostas para os desafios identificados.
  - **Defesa Oral e Debate**
    - Durante a defesa, os alunos responderão às perguntas da banca, justificando as escolhas metodológicas e explicando a viabilidade das propostas apresentadas. A banca avaliará a capacidade do aluno de defender seu projeto, bem como a relevância e aplicabilidade da solução no ambiente ferroviário.
- **Avaliação e Certificação**
  - Após a apresentação e defesa do TCC, a banca examinadora atribuirá uma nota final com base em critérios como inovação, relevância prática, clareza metodológica e viabilidade das propostas apresentadas. Com a aprovação do TCC, os alunos serão certificados e receberão o título de especialistas em Engenharia Ferroviária.
  - **Correções e Ajustes Finais**
    - Se necessário, a banca poderá solicitar ajustes ou correções no TCC, que deverão ser realizadas pelos alunos antes da entrega final.

#### 4. PREVISÃO DE INÍCIO, TEMPO DE EXECUÇÃO E CUSTO TOTAL

Este projeto será desenvolvido em **24 meses**, com previsão de início em **01/08/2025**. O custo total deste projeto será de **R\$ 745.687,32** (setecentos e quarenta e cinco mil, seiscentos e oitenta e sete reais e trinta e dois centavos), distribuídos anualmente conforme indicado:

Valor de investimento **2025 (ano contratual 5)**: R\$ 117.799,72

Valor de investimento **2026 (ano contratual 6)**: R\$ 431.743,52

Valor de investimento **2027 (ano contratual 7)**: R\$ 196.144,08

Este valor contempla o pagamento das despesas operacionais e administrativas devidas à **Fundação de Amparo e Desenvolvimento da Pesquisa (FADESP)**, vinculada à **Universidade Federal do Pará (UFPA)**.

O valor também contempla o provisionamento da concessionária para despesas administrativas (7,37%) e reserva técnica (5%), conforme § 5º do art. 10. da Resolução nº 6.021, de 2023 e § 4º do art. 6 da Portaria nº 17, de 06 de dezembro de 2023 respectivamente.

O **Cronograma Físico-Financeiro** é apresentado no **Anexo II**, conforme **Portaria nº 17/2023**.

#### 5. LOCAL DE EXECUÇÃO

O programa de especialização em engenharia ferroviária será ministrado pela Universidade Federal do Pará em Belém do Pará, endereço: R. Augusto Corrêa, 01 - Guamá, Belém - PA, 66075-110, sendo que as aulas acontecerão em formato virtual.

#### 6. ENTIDADE E EQUIPE EXECUTORA

##### 6.1. Identificação de entidade

A entidade executora do projeto será a **Universidade Federal do Pará (UFPA)**, através do **Instituto de Tecnologia (ITEC)**, a qual é responsável pela execução integral do projeto, que desde 2013 oferece o curso de **Engenharia Ferroviária e Logística**. A UFPA tem se destacado no cenário nacional por formar profissionais qualificados para atuarem no projeto, operação, construção, manutenção e gestão de ferrovias, desenvolvendo assim competência local na área de transportes e logística ferroviária.

A **UFPA**, ao longo de mais de uma década, tem conduzido diversos projetos de pesquisa voltados para o setor de transporte rodoviário e ferroviário. Grande parte desses projetos tem relação direta com a proposta da especialização em Engenharia Ferroviária, como o **projeto Cátedra Roda-Trilho**, financiado pela Vale S.A., em parceria com instituições como USP, UNICAMP, UFES, UTFPR e UFJF. Esses projetos abrangem temas como **metalurgia de roda e trilho, dinâmica veicular e mapeamento de defeitos de trilho**.

Além disso, a UFPA possui uma infraestrutura de qualidade, com diversos laboratórios e centros de pesquisa, como os laboratórios de **caracterização de materiais metálicos, tribologia, elétrica (potência) e manutenção (vibrações)**. Esses laboratórios são equipados para realizar ensaios e testes para o desenvolvimento tecnológico e científico na área ferroviária, proporcionando suporte aos projetos e à especialização proposta, além de recursos humanos altamente qualificados para colaborar no ensino e pesquisa.

A experiência acumulada pela UFPA, somada às parcerias estratégicas e à infraestrutura de excelência, torna a instituição plenamente capacitada para executar o curso de especialização em **Engenharia Ferroviária**, contribuindo de forma significativa para o desenvolvimento do setor ferroviário na região Norte e no Brasil, o que justifica a escolha da entidade como parceira, com base na análise técnica e financeira da proposta do projeto, bem como na capacidade de execução.

Considerando o exposto no texto supracitado, este projeto não prevê a concessionária como executora do projeto, limitando-se ao escopo de gerir a execução do projeto pela entidade executora, de forma alinhada e aderente às obrigações regulatórias e contratuais atribuídas à concessionária pelo poder concedente.

## **6.2. Identificação da equipe executora**

A equipe executora da proposta de curso de especialização contará com a colaboração de professores, pesquisadores e especialistas da Universidade Federal do Pará (UFPA), Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Vale S.A., e Universidade de Campinas (UNICAMP). A equipe executora será selecionada pelo coordenador de acordo com cada ementa de disciplina.

- **Coordenador do programa de pós-graduação:** Dr. Paulo Cordeiro Machado, Professor Associado I do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal do Pará, CPF Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0133330144786049>. Possui graduação sanduíche em Engenharia Mecânica realizada na Universidade Federal do Pará (2010) e na Ecole des Mines de Nancy - Fr (2009/2010), mestrado em Engenharia Mecânica, na área de Materiais e Processos de Fabricação, pela Universidade Federal do Pará (2011) e doutorado em Engenharia Mecânica de Projeto e Fabricação, pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (2017). Em 2012 iniciou sua carreira Docente na Universidade Federal do Pará - Campus de Tucuruí na Faculdade de Engenharia Mecânica, atualmente é Professor Adjunto IV da Faculdade de Engenharia Ferroviária e Logística e dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia Industrial e Naval do Instituto de Tecnologia da UFPA. Tem experiência na área de Engenharia Mecânica, com ênfase em Ciência e Engenharia de Materiais, atuando nos seguintes temas: Tribologia, Desgaste, Materiais aplicados em equipamentos de mineração e vias ferroviárias.

## **7. PRODUTOS**

O principal produto deste projeto é a **formação de recursos humanos especializados em Engenharia Ferroviária**, capacitados para atuar em áreas essenciais como projeto, operação, manutenção e gestão de ferrovias. Além disso, são esperados desdobramentos importantes, como habilitar a aplicação de soluções para problemas reais enfrentados por empresas do setor

ferroviário, resultando em melhorias operacionais e tecnológicas. A execução do programa estará diretamente ligada à integração do conhecimento acadêmico com as demandas práticas da indústria, garantindo a formação de profissionais prontos para enfrentar os desafios do setor ferroviário no Brasil e no mundo.

Ao final do curso, os participantes aprovados receberão o certificado de especialista emitido em formato digital pela UFPA.

O material didático se tornará de domínio público, não havendo limitações quanto a edição e publicação de material conjunto entre Vale, UFPA e ANTT.

Os estudos de caso desenvolvidos durante o curso estarão acessíveis para a ANTT e demais interessados.

## **8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS / NORMATIVOS APLICÁVEIS**

RESOLUÇÃO RESOLUÇÃO No 6.021, DE 20 DE JULHO DE 2023, que dispõe sobre a destinação dos Recursos para Desenvolvimento Tecnológico e dos Recursos para a Preservação da Memória Ferroviária, previstos nos contratos de concessão e subconcessão de ferrovias.

PORTARIA No 17, DE 6 DE DEZEMBRO DE 2023, que define procedimentos e instruções complementares referentes à regulamentação estabelecida na Resolução no 6.021, de 20 de julho de 2023, que trata da destinação dos Recursos para Desenvolvimento Tecnológico - RDT e dos Recursos para a Preservação da Memória Ferroviária - RPMF, previstos nos contratos de concessão para a prestação do serviço público de transporte ferroviário de cargas associado à exploração da infraestrutura ferroviária.

## **9. ANEXOS DO PLANO DE TRABALHO**

- I - Resumo do Plano de Trabalho;
- II - Cronograma físico-financeiro do projeto;
- III - Propostas técnicas e comerciais dos terceirizados que irão participar do projeto;
- IV - Cotações comerciais;
- V - Currículo dos coordenadores em formato .pdf;
- VI - Orçamento analítico previsto;
- VII - Lista de bens, produtos e estudos com previsão de transferência; e
- VIII - Declaração de observância ao disposto na Resolução nº 6.021, de 2023, e na Portaria nº 17, de 2023.