

CAPA — obrigatória (NBR 14724). Protege e identifica o trabalho. Não é numerada nem contabilizada na paginação. Ao concluir o trabalho, apague todas as caixas azuis de orientação, incluindo o traço vertical azul, e substitua os campos indicados [entre colchetes] pelas informações correspondentes.



UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
ESCOLA DE ENGENHARIA INDUSTRIAL METALÚRGICA DE VOLTA REDONDA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA METALÚRGICA

[TÍTULO DO TRABALHO]

[Subtítulo, se houver]

[NOME COMPLETO DO(A) AUTOR(A)]

VOLTA REDONDA, RJ
[ANO]



FOLHA DE ROSTO — *obrigatória. Primeiro elemento contado na paginação (a contagem começa AQUI, mas o número só passa a aparecer na Introdução). Traz autoria, título, natureza do trabalho, área de concentração, linha de pesquisa, orientação, local e ano.*

[NOME COMPLETO DO(A) AUTOR(A)]

[TÍTULO DO TRABALHO] [Subtítulo, se houver]

Bloco da natureza do trabalho. Recuo de 8 cm da margem esquerda, espaçamento simples, fonte 12. Use a redação de MESTRADO ou de DOUTORADO e exclua a outra.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Metalúrgica da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Metalúrgica.

Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Metalúrgica da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Engenharia Metalúrgica.

Área de concentração: [ex.: Processamento e Caracterização de Materiais]

Linha de pesquisa: [preencher conforme o PPGEM]

ODS: [indicar um ou mais ODS relacionados ao tema do trabalho. Ex.: ODS 9 – Indústria, Inovação e Infraestrutura]

Orientador(a): Prof.(a) Dr.(a) [Nome do(a) Orientador(a)]

Coorientador(a): Prof.(a) Dr.(a) [Nome], se houver

VOLTA REDONDA, RJ

[ANO]



FICHA CATALOGRÁFICA — **obrigatória**. Elaborada pela Biblioteca da Escola de Engenharia (BEM/UFF) e posicionada na metade inferior do verso da folha de rosto. Solicite em: <https://bibliotecas.uff.br/bem/fichacatalografica/> o link informa os itens necessários. Recomenda-se inseri-la por meio de uma caixa de texto.

[ESPAÇO RESERVADO PARA A FICHA CATALOGRÁFICA inserir na metade inferior da folha]



ERRATA

ERRATA — **opcional**. Inclua somente se, após a impressão/depósito, for necessário corrigir erros. Caso não haja, exclua toda esta página (título e tabela). Apresenta-se após a folha de rosto, com a referência do trabalho seguida da lista de correções por folha e linha.



FOLHA DE APROVAÇÃO — obrigatória. Inserida após a errata. A data de aprovação e as assinaturas são preenchidas após a defesa. Banca de MESTRADO: orientador(a) + 2 membros (mínimo). Banca de DOUTORADO: orientador(a) + 4 membros (mínimo). Ajuste o número de assinaturas conforme o seu caso.

[NOME COMPLETO DO(A) AUTOR(A)]

[TÍTULO DO TRABALHO]

Dissertação/Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre/Doutor em Engenharia Metalúrgica.

Aprovada em [] de [] de [].

BANCA EXAMINADORA

Prof.(a) Dr.(a) [Nome] (Orientador(a)) – UFF

Prof.(a) Dr.(a) [Nome] – UFF

Prof.(a) Dr.(a) [Nome] – [Instituição]

Prof.(a) Dr.(a) [Nome] – [Instituição] (somente doutorado)

Prof.(a) Dr.(a) [Nome] – [Instituição] (somente doutorado)



DEDICATÓRIA — *opcional*. Texto curto em que o autor dedica o trabalho. Costuma figurar na parte inferior direita da página. Exclua a página se não for utilizá-la.

[Texto da dedicatória.]



AGRADECIMENTOS

AGRADECIMENTOS — *opcional, porém recomendado.* Dirigidos a quem contribuiu para o trabalho. É **OBRIGATÓRIO** mencionar a agência de fomento, quando houver (ex.: CAPES, CNPq, FAPERJ), com o número do processo. É extremamente recomendado o agradecimento aos laboratórios multiusuários, a participação de instituições e pessoas externas como centros de pesquisa, universidades e pesquisadores estrangeiros em caso de intercâmbios quando for o caso. Exemplo de menção exigida: “O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.”

Obs.: O agradecimento a CAPES é impreterível a todos os alunos do PPGEM.

[Texto dos agradecimentos.]



EPÍGRAFE — *opcional*. Citação seguida de autoria, relacionada ao tema. Posiciona-se na parte inferior direita. Exclua a página se não utilizá-la.

“[Texto da epígrafe.]”

([Autor], [ano])



RESUMO

RESUMO — *obrigatório (NBR 6028). Parágrafo ÚNICO, espaçamento simples, sem recuo de primeira linha, com 150 a 500 palavras. Verbo na voz ativa e na 3ª pessoa do singular.*

Deve contemplar, nesta ordem: tema/objetivo, metodologia, principais resultados e conclusão.

Evite citações, fórmulas e abreviaturas não consagradas.

[Inicie informando o tema e o objetivo geral do trabalho. Em seguida, descreva sucintamente a metodologia (tipo de pesquisa, materiais e técnicas empregadas). Apresente os principais resultados de forma quantitativa quando possível. Encerre com uma frase conclusiva que responda ao objetivo geral.]

Palavras-chave: [termo 1]; [termo 2]; [termo 3]; [termo 4]; [termo 5].



ABSTRACT

ABSTRACT — *obrigatório. Versão do resumo em língua estrangeira (inglês). Mesmas regras de formatação do resumo. As palavras-chave traduzidas recebem o rótulo “Keywords”.*

[Faithful translation of the abstract into English, following the same structure: topic/objective, methodology, main results and conclusion.]

Keywords: [keyword 1]; [keyword 2]; [keyword 3]; [keyword 4]; [keyword 5].



LISTA DE FIGURAS

LISTA DE FIGURAS — recomendada. Gerada automaticamente a partir das legendas inseridas pelo recurso Referências → Inserir Legenda (rótulo “Figura”). Para atualizar, clique sobre a lista e pressione F9. Inclua somente se houver figuras.

Figura 1 – Micrografia obtida por MEV (modo SE, 2000×) evidenciando martensita (M) e ferrita (F) na zona de mistura	18
---	----



LISTA DE TABELAS

LISTA DE TABELAS — recomendada. Gerada a partir das legendas com rótulo “Tabela”.
Atualize com F9. Inclua somente se houver tabelas.

Tabela 1 – Composição química nominal dos aços investigados (% em massa) 21



LISTA DE QUADROS

LISTA DE QUADROS — *recomendada. Gerada a partir das legendas com rótulo “Quadro”. Atualize com F9. Inclua somente se houver quadros.*

Quadro 1 – Nome das amostras em relação ao posicionamento dentro do forno.....21



LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS — *opcional*. Relação alfabética das siglas seguidas dos significados por extenso. Inclua somente se forem usadas no texto. A primeira vez que as abreviaturas ou siglas aparecerem no texto devem estar seguidas impreterivelmente do significado/nome, independentemente de estarem corretamente posicionado na lista de símbolos. Use o padrão de tabela invisível abaixo para organizar os dados no texto.

CCC	Estrutura cúbica de corpo centrado
DS	Espectroscopia de energia dispersiva (<i>Energy Dispersive Spectroscopy</i>)
MEV	Microscopia Eletrônica de Varredura
TR	Tratamento térmico



LISTA DE SÍMBOLOS

LISTA DE SÍMBOLOS — *opcional*. Símbolos na ordem em que aparecem no texto, seguidos do significado e, quando aplicável, da unidade no SI de acordo com o documento no site do governo no link a seguir: https://www.gov.br/inmetro/pt-br/assuntos/metrologia-cientifica/documentostecnicos-em-metrologia/si_versao_final.pdf. Inclua somente se necessário. As unidades devem estar em formato de equação do MS-Word. Para isso, selecione o símbolo e segure **alt + =** no teclado. A primeira vez que o símbolo aparecer no texto deve estar seguido impreterivelmente do significado/nome, independente de estar corretamente posicionado na lista de símbolos. Use o padrão de tabela invisível abaixo para organizar os dados no texto.

σ	Tensão (MPa)
ϵ	Módulo de elasticidade (GPa)
E	Deformação (adimensional)
d	Tamanho médio de grão (μm)



SUMÁRIO

SUMÁRIO — obrigatório (NBR 6027). Gerado automaticamente a partir dos estilos Título 1, 2 e 3. Os elementos PRÉ-TEXTUAIS (resumo, listas etc.) NÃO entram no sumário. Para atualizar: clique no sumário, tecla F9 e escolha “atualizar o índice inteiro”.

1 INTRODUÇÃO	16
2 OBJETIVOS	17
2.1 Objetivo geral.....	17
2.2 Objetivos específicos	17
3 REVISÃO DA LITERATURA	17
3.1 Citações no sistema autor-data.....	17
3.2 Ilustrações	18
3.3 Equações	18
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	19
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
6 CONCLUSÕES.....	21
7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	22
REFERÊNCIAS.....	23
APÊNDICE A – [TÍTULO DO APÊNDICE]	24
ANEXO A – [TÍTULO DO ANEXO].....	25
GLOSSÁRIO	26

1 INTRODUÇÃO

PARTE TEXTUAL — a numeração de página passa a APARECER a partir daqui (canto superior direito, fonte 10), embora a contagem tenha começado na folha de rosto. Toda seção primária inicia em nova página.

Introdução: contextualize o tema, apresente o problema, a justificativa, a hipótese (se houver) e a estrutura do documento. Não antecipe resultados nem conclusões.

Indicativo de seção (NBR 6024): número arábico + UM espaço + título, sem ponto, traço, hífen ou parêntese. Ex.: “1 INTRODUÇÃO”, “2.1 Objetivo geral”.

As ligas metálicas de alto desempenho constituem um dos pilares do desenvolvimento tecnológico contemporâneo, com aplicações que se estendem da indústria aeroespacial à geração de energia. O controle da microestrutura durante o processamento é determinante para as propriedades finais do material¹, pois define a distribuição de fases, o tamanho de grão e a densidade de defeitos cristalinos.

Apesar dos avanços recentes, persistem lacunas quanto à correlação entre os parâmetros de processamento e o comportamento mecânico de determinadas classes de aços, o que motiva a presente investigação. Este trabalho organiza-se em seis seções: a presente introdução; os objetivos; a revisão da literatura; os materiais e métodos; os resultados e a discussão; e, por fim, as conclusões.

¹ Entende-se por microestrutura o conjunto de fases, contornos de grão e defeitos observáveis nas escalas óptica e eletrônica. Esta é uma nota de rodapé explicativa (fonte 10, espaçamento simples), inserida pelo recurso Referências → Inserir Nota de Rodapé.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Objetivo geral: uma única frase iniciada por verbo no infinitivo. Deve dialogar diretamente com a frase conclusiva do resumo e com o título do trabalho.

Investigar a influência dos parâmetros de tratamento térmico sobre a microestrutura e as propriedades mecânicas do aço [especificar].

2.2 Objetivos específicos

Objetivos específicos: apresentados em alíneas (NBR 6024). A frase de chamada termina em dois pontos; cada alínea termina em ponto e vírgula, exceto a última, em ponto. São os objetivos periféricos que você deve alcançar para atingir o objetivo geral. Recomenda-se topicalizar com letras ou símbolos e usar ordem cronológica, caso interfira no resultado.

Para o alcance do objetivo geral, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- a) caracterizar a microestrutura por microscopia óptica e eletrônica de varredura;
- b) identificar e quantificar as fases presentes por difração de raios X;
- c) determinar as propriedades mecânicas por ensaios de tração e dureza;
- d) correlacionar os parâmetros de processamento com o desempenho mecânico observado.

3 REVISÃO DA LITERATURA

Revisão da literatura: fundamentação teórica e estado da arte. Use o sistema AUTOR-DATA de forma consistente (NBR 10520:2023). Esta seção demonstra os tipos de citação, a figura, a equação e os elementos visuais.

3.1 Citações no sistema autor-data

Citação INDIRETA (paráfrase): ideia de outro autor com suas palavras, sem aspas. A autoria recolhida entre parênteses leva apenas inicial maiúscula (Assis, 2010), não mais caixa alta. O ponto final fica DEPOIS do parêntese.

Por simulação computacional já foi observado que em regiões de intensa nucleação, como por exemplo em nucleações do tipo clusters, os grãos ficam mais refinados (Assis, 2010). O refino de grão eleva simultaneamente a resistência mecânica e a tenacidade do material (Andrade et al., 2021).

Citação com autor no texto (narrativa): quando o sobrenome integra a frase, grava-se em maiúsculas/minúsculas normais, com o ano entre parênteses.

Segundo Ginzburg (2003) a relação entre tamanho de grão e limite de escoamento é

descrita pela equação de Hall-Petch.

Citação DIRETA CURTA (até três linhas): transcrição literal entre aspas duplas no corpo, com indicação de página.

Nesse sentido, “a cinética de precipitação depende fortemente da temperatura de revenimento” (Pires, 2023, p. 45).

Citação DIRETA LONGA (mais de três linhas): recuo de 4 cm da margem esquerda, fonte 10, espaçamento simples, sem aspas. Supressões são indicadas por reticências entre colchetes [...].

A microscopia eletrônica de varredura, aliada à espectroscopia por energia dispersiva, [...] permitiu a identificação inequívoca de precipitados ricos em titânio dispersos ao longo dos contornos de grão, os quais atuam como sítios preferenciais para a nucleação de trincas sob carregamento cíclico (Pires, 2023, p. 45).

3.2 Ilustrações

Figuras (NBR 14724): inseridas o mais próximo possível do texto que as menciona. A LEGENDA fica ACIMA da figura (use Referências → Inserir Legenda, rótulo “Figura”, para numeração automática). A FONTE fica ABAIXO, em fonte 10, mesmo quando elaborada pelo próprio autor.

Em micrografias, a legenda deve indicar a técnica, o aumento e o material. Cite a figura no texto por referência cruzada, p. ex.: “conforme a Figura 1”.

A microestrutura típica obtida após o tratamento térmico é apresentada na Figura 1.

Figura 1 – Micrografia obtida por MEV (modo SE, 2000×) evidenciando martensita (M) e ferrita (F) na zona de mistura

[ESPAÇO PARA INSERÇÃO DA FIGURA]

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

3.3 Equações

Equações (NBR 14724): destacadas do texto, numeradas em arábicos entre parênteses alinhados à direita. Cite-as como “Equação (1)”. Use o editor de equações do Word e o campo SEQ para a numeração automática.

A dependência do limite de escoamento com o tamanho de grão é expressa pela relação de Hall-Petch, conforme a Equação (1):

$$\sigma_y = \sigma_0 + k_y \cdot d^{-\frac{1}{2}} \quad (1)$$

em que σ_y é o limite de escoamento, d o tamanho médio de grão e k_y a constante de Hall-Petch.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Materiais e Métodos: seção crítica do PPGEM. Descreva com detalhe suficiente para reprodução: composição das ligas, rotas de processamento, parâmetros dos tratamentos, equipamentos, normas dos ensaios e técnicas de caracterização (MO, MEV, DRX, ensaios mecânicos). Se for simulação computacional adicione todos os dispositivos de hardware e software utilizados, tais como: Sistema operacional, memória RAM, processador, arquitetura, linguagem de programação, métodos, técnicas computacionais, etc.

Unidades: empregue o Sistema Internacional (SI). Há espaço entre o valor e a unidade (ex.: 25 mm, 1200 °C, 250 MPa), exceto para grau de ângulo e porcentagem coladas ao número quando assim convencionado.

As composições químicas dos materiais investigados são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição química nominal dos aços investigados (% em massa)

Material	Limite de escoamento (MPa)	Alongamento (%)
AISI 304L	215	45
AISI 410S	280	28
Junta soldada (FSW)	305	19

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

TABELA × QUADRO. Tabela (dados quantitativos, padrão IBGE): laterais ABERTAS, sem linhas verticais, sem cor de fundo. Quadro (dados qualitativos/textuais): moldura FECHADA em todos os lados, como abaixo.

As principais técnicas de caracterização empregadas são sintetizadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Técnicas de caracterização e respectivas finalidades

Técnica	Finalidade
Microscopia óptica (MO)	Identificação de constituintes e medida de tamanho de grão
MEV/EDS	Análise morfológica e composicional de fases e precipitados
Difração de raios X (DRX)	Identificação de fases cristalinas

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Resultados e discussão: apresente os achados (microestruturas, gráficos, tabelas) e DISCUTA-OS confrontando com a literatura citada na revisão. Não basta descrever, interprete, compare e explique as causas.

Boas práticas: toda figura/tabela deve ser citada e comentada no texto antes de aparecer; relacione cada resultado a um objetivo específico.

Os resultados dos ensaios mecânicos corroboram a tendência prevista pela relação de Hall-Petch (Equação 1): a junta soldada por FSW, com refino de grão na zona de mistura, apresentou o maior limite de escoamento dentre os materiais investigados (Tabela 1). Esse comportamento é coerente com o reportado por Andrade et al. (2021) para sistemas dissimilares semelhantes.

[Desenvolva a discussão articulando os resultados experimentais com os mecanismos metalúrgicos pertinentes e com a literatura.]

6 CONCLUSÕES

***Conclusões:** respondem objetivamente ao problema e aos objetivos (geral e específicos), confirmando ou refutando as hipóteses. Apresente-as preferencialmente em tópicos, porém também existe a opção de texto corrido. NÃO introduza dados ou citações novas.*

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que:

- o tratamento térmico empregado promoveu a formação das fases previstas, confirmadas por DRX e MEV/EDS;
- o refino de grão observado na zona de mistura elevou o limite de escoamento, em conformidade com a relação de Hall-Petch;
- os parâmetros de processamento mostraram-se determinantes para o desempenho mecânico, atendendo ao objetivo geral proposto.

7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Seção opcional. *Aponte desdobramentos da pesquisa (novas variáveis, técnicas complementares, faixas de parâmetros não exploradas). Exclua a seção se não for utilizá-la.*

Recomenda-se, em trabalhos futuros, [investigar o efeito de outras temperaturas de tratamento; ampliar a caracterização por microscopia eletrônica de transmissão; avaliar o comportamento em fadiga].

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS — obrigatória (NBR 6023:2018). Lista, em ordem alfabética, TODAS, e somente as obras citadas no texto. Alinhadas à esquerda, espaçamento simples interno e separadas entre si por uma linha em branco. O destaque (negrito) recai sobre o título.

Ferramentas: recomenda-se Mendeley ou Zotero com estilo de saída “ABNT (NBR 6023)”; gere a lista pelo botão Inserir Bibliografia do plugin.

Não confunda: “Referências” = obras citadas (obrigatória). “Bibliografia” = leituras recomendadas não necessariamente citadas (opcional). Os modelos por tipo de documento estão abaixo, substitua-os pelas suas referências.

ANDRADE, T. C. et al. Microestrutura de uma solda dissimilar entre os aços inoxidáveis AISI 410S e AISI 304L soldados pelo processo FSW. **Soldagem & Inspeção**, v. 20, n. 4, p. 467-478, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14724**: informação e documentação: trabalhos acadêmicos: apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2024.

CALLISTER JR., W. D.; RETHWISCH, D. G. **Ciência e engenharia de materiais: uma introdução**. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

GINZBURG, V. B., **Basic Principles of Modeling in Metallurgical Design of Fat-Rolled Steel Products**. In: **AISE Annual Convention**. Proceedings. Pittsburgh, 2003.

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA. **Atlas de microestruturas de aços**. 2022. Disponível em: <https://exemplo.org/atlas>. Acesso em: 20 jun. 2026.

PIRES, M. A. Caracterização de precipitados em aços ferríticos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA E CIÊNCIA DOS MATERIAIS, 24., 2020, Águas de Lindóia. **Anais [...]**. São Paulo: Metallum, 2020. p. 1023-1034.

REED-HILL, R. E. Discordâncias e mecanismos de deformação plástica. In: REED-HILL, R. E. **Princípios de metalurgia física**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1982. p. 123-167.

ASSIS, W. L. S. **Modelamento numérico de nucleação e crescimento via autômato celular**. 2010. Tese (Doutorado em Engenharia Metalúrgica), Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, 2023.

APÊNDICE A – [TÍTULO DO APÊNDICE]

APÊNDICE — *opcional*. Material elaborado PELO PRÓPRIO AUTOR para complementar o texto (ex.: rotinas, tabelas extensas, especificações). Identificado por letras maiúsculas consecutivas (A, B, C...), travessão e título. Exclua se não houver.

[Conteúdo do apêndice elaborado pelo autor.]

ANEXO A – [TÍTULO DO ANEXO]

ANEXO — opcional. Documento *NÃO* elaborado pelo autor (de terceiros), que fundamenta ou ilustra o trabalho (ex.: norma, laudo, catálogo). Mesma identificação por letras maiúsculas. Exclua se não houver:

[Conteúdo do anexo, de autoria de terceiros, com a devida indicação de fonte.]

GLOSSÁRIO

GLOSSÁRIO — *opcional*. Relação alfabética de termos técnicos pouco usuais acompanhados das definições. Exclua se não for utilizá-lo.

Martensita. Fase metaestável formada por transformação adifusional, de elevada dureza.

Super-resfriamento constitucional. Condição termodinâmica que instabiliza a interface sólido-líquido durante a solidificação.