

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA - CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA  
ENG03131 - PROJETO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO EM  
ENGENHARIA MECÂNICA

TÍTULO DO PROJETO DE TRABALHO DO PROJETO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE  
ENGENHARIA MECÂNICA

por

Nome do Autor

Monografia apresentada à disciplina  
ENG03131 do curso de Engenharia  
Mecânica da Universidade Federal do Rio  
Grande do Sul, como parte dos requisitos para  
aprovação na disciplina.

Área de Concentração: Energia e  
Fenômenos de Transporte/Processos de  
Fabricação/Mecânica dos Sólidos

Orientador(a): Prof. Ou Profa. preencher

Sobrenome, Nome. Título. ano. número de página. Projeto de Trabalho de Conclusão do Curso em Engenharia Mecânica - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, ano.

## **RESUMO**

O Resumo deve conter obrigatoriamente o objetivo do trabalho (o que é o trabalho), a metodologia (como), os resultados quantitativos e a conclusão qualitativa. Alternativamente, o Resumo pode iniciar com a justificativa da escolha do assunto. O Resumo, sozinho, deve passar a ideia completa do trabalho desenvolvido e ser suficiente para dar ao leitor as informações, independente da leitura do trabalho completo. O resumo é preferencialmente escrito no tempo presente e imenso, sem equações ou citações bibliográficas, sem exceder 200 palavras.

## **ABSTRACT**

## **NOMENCLATURA**

...

# **Sumário**

<b>RESUMO</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>ii</b>
<b>NOMENCLATURA</b>	<b>iii</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>2</b>
<b>3 METODOLOGIA</b>	<b>3</b>
<b>4 CRONOGRAMA</b>	<b>5</b>
<b>5 CONCLUSÃO</b>	<b>6</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>7</b>

# 1 INTRODUÇÃO

A mecânica da fratura consolidou-se como uma disciplina essencial para mitigar os altos custos e riscos de falhas estruturais, que se tornaram mais críticas com a complexidade tecnológica moderna e são categorizadas desde erros de negligência até fatores imprevistos em novos projetos, como as famosas fraturas nos navios *Liberty* durante a Segunda Guerra Mundial. Historicamente, a transição de estruturas de compressão (tijolos e argamassa) para o aço sob tração na Revolução Industrial exigiu novas teorias, evoluindo do trabalho inicial de Griffith com vidro em 1920 para as adaptações de Irwin para metais, que introduziram o fator de intensidade de tensão ( $K$ ) e a taxa de liberação de energia ( $G$ ). Diferentemente da abordagem tradicional que compara apenas tensão e resistência, a mecânica da fratura fundamenta-se em um triângulo crítico de variáveis — tensão aplicada, tenacidade do material e tamanho da falha —, permitindo o uso de conceitos de tolerância ao dano para prever a vida útil de componentes com trincas subcríticas, abrangendo tanto regimes elásticos lineares quanto elasto-plásticos (Anderson; Anderson, 2005).

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Autores experientes às vezes utilizam um capítulo de fundamentação teórica e às vezes não utilizam. Depende muito do tema que está sendo abordado e do estilo de escrita do autor. Alguns autores utilizam um único capítulo com subdivisões entre revisão bibliográfica e fundamentação teórica. A fundamentação teórica apresenta o assunto ou objeto do estudo, contextualizando o problema, mostrando suas funcionalidades, equacionamento, método de análise, sempre de forma ordenada. A fundamentação teórica é elaborada de forma que o leitor especializado saiba qual foi a abordagem ou modelagem adotada no Trabalho. Pelo lado do autor do Trabalho, serve para evitar que equacionamentos sejam apresentados junto com os resultados. Geralmente os autores experientes utilizam quando o tema é muito específico ou complexo. Com isso, apresentam equacionamentos e teorias importantes para que o público especializado consiga entender o trabalho. A fundamentação teórica não tem intenção de ser um texto didático, isto é, ela é voltada para um público especializado que deve ter um determinado nível de conhecimento prévio. A FUNDAMENTAÇÃO nunca deve ser confundida com a REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.

### **3 METODOLOGIA**

Nesse capítulo deve ser apresentada a metodologia que será utilizada no desenvolvimento do TCC no próximo semestre. Lembre-se que trabalhos científicos e de engenharia devem ser reproduzíveis em outros laboratórios por outros pesquisadores e outros(as) engenheiros(as). Portanto, todas as informações necessárias para que outros(as) engenheiros(as) reproduzam o seu trabalho devem ser apresentadas aqui no capítulo de metodologia. Isso ficará mais claro quando você estiver concluindo o seu TCC no próximo semestre. Nesse caso você saberá exatamente o que é preciso para executar o seu trabalho. Uma sugestão muito interessante, é que o aluno veja dissertações e teses já finalizadas para verificar como os autores escrevem cada um desses capítulos. Busque aprender com outros engenheiros que já passaram por todo esse aprendizado. Importante: Metodologia não é necessariamente o procedimento computacional, experimental ou procedimento de testes. Você não precisa descrever o passo a passo para o leitor reproduzir o seu trabalho. Mas sim descrever a metodologia utilizada Esse capítulo é dedicado ao detalhamento do problema com mais profundidade, junto com as hipóteses de solução/projeto/modelagem e simplificação do problema. Dependendo de como será o seu TCC, o capítulo de metodologia do Projeto de TCC irá abordar assuntos diferentes. Algumas recomendações são passadas a seguir:

1. Problemas experimentais: No caso do TCC do próximo semestre ser um trabalho experimental, esse capítulo deve apresentar quais equipamentos, quais testes experimentais serão realizados, quais sensores de medição serão utilizados, as incertezas de medição dos sensores, o que será avaliado nos testes experimentais. Futuramente no seu TCC, quando se trata de uma montagem experimental, é comum encontrar-se títulos como “DESCRIÇÃO DA BANCADA” ou “APRESENTAÇÃO DO APARATO EXPERIMENTAL”. Porém, aqui no Projeto de TCC, como se trata de um treinamento de escrita, pede-se para você manter o título do capítulo como “Metodologia”.
2. Trabalhos de simulação: No caso do TCC do próximo semestre ser um trabalho de simulação numérica, esse capítulo deve apresentar qual(is) software(es) será(serão) utilizado(s), quais simulações serão realizadas, o que será avaliado nas simulações, quais as principais hipóteses que você precisará para resolver o problema, qual o(a) modelo ou abordagem numérico(a) será utilizado(a). Futuramente no seu TCC, quando se trata de um trabalho de simulação, é comum encontrar-se títulos como “MODELAGEM MATEMÁTICA” ou “MODELAGEM NUMÉRICA”. Porém, aqui no Projeto de TCC, como se trata de um treinamento de escrita, pede-se para você manter o título do capítulo como “Metodologia”.
3. Projetos: No caso do TCC do próximo semestre ser um trabalho que desenvolverá um projeto de engenharia, em função das particularidades de cada projeto, o autor deve mostrar as diferentes escolhas feitas, as opções de equipamentos ou de formas de operação, as abordagens que serão utilizadas, de onde serão obtidos dados/informações, entre outros. Futuramente no seu TCC, quando se trata de um trabalho de desenvolvimento de projetos, pode-se empregar títulos que contenham o nome do problema estudado, como “DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE MONTAGEM DE ...” ou “USINAS TÉRMICAS A GÁS NATURAL”. Porém, aqui no Projeto de TCC, como se trata de um treinamento de escrita, pede-se para você manter o título do capítulo como “Metodologia”.
4. Teórico/Analítico: No caso do TCC do próximo semestre ser um trabalho teórico ou de desenvolvimento analítico, esse capítulo deve apresentar qual(is) software(es) será(serão)

utilizado(s) ou qual abordagem e/ou teoria que será utilizada, quais as principais hipóteses que você precisará para resolver o problema, o que será avaliado. Futuramente no seu TCC, quando se trata de um trabalho teórico/analítico, é comum encontrar-se títulos como “MODELAGEM MATEMÁTICA” ou “MODELAGEM FÍSICA”. Porém, aqui no Projeto de TCC, como se trata de um treinamento de escrita, pede-se para você manter o título do capítulo como “Metodologia”.

## **4 CRONOGRAMA**

Algo fundamental em qualquer projeto é o cronograma. Aqui no projeto de TCC você precisará obrigatoriamente montar um cronograma de atividades do seu futuro TCC que será realizado no próximo semestre. Aproveite essa oportunidade para aprimorar habilidades de construção de cronogramas, e principalmente de seguir cronogramas. Quando você tem um planejamento periódico (semanal ou quinzenal) do seu projeto, fica muito mais fácil de organizar as atividades e dar conta de realizar todos os passos necessários. Por isso, invista tempo para pensar nos passos do cronograma. Durante a realização do TCC (e de qualquer projeto que você estiver envolvido(a)) lembre-se de verificar o cronograma frequentemente e ajustar as atividades que foram realizadas mais celeremente ou que tiveram atrasos. Isso é fundamental para você conseguir terminar qualquer projeto no prazo. A Tabela 2 apresenta um exemplo de cronograma de TCC. Veja nesse exemplo que existe uma periodicidade quinzenal das atividades. Faça o seu cronograma descrevendo o que pretende fazer em cada quinzena até a defesa final. Geralmente o cronograma é pensado iniciando do final para o início. Ou seja, colocasse o prazo final (nesse caso, defesa do TCC) e com isso as outras atividades são encaixadas. Quando colocar o cronograma deve citar a tabela (como realizado no parágrafo anterior) e discutir melhor ou comentar os principais passos do cronograma no texto. Por exemplo: “No primeiro mês os materiais necessários para os experimentos serão adquiridos e os testes já serão iniciados. Nota-se que os testes experimentais terão duração de quatro meses e meio. Durante a realização dos testes experimentais as análises dos resultados serão realizadas.” Lembre-se que o cronograma é uma tabela do seu documento. Portanto, precisa ser apresentado, descrito e discutido. Você nunca deve colocar uma tabela (ou uma figura) e não apresentar e discutir. Isso também vale para o cronograma. Você precisa direcionar o leitor pelo seu cronograma, mostrando as principais etapas, principais desafios, etapas que são dependentes das anteriores. Enfim, lembre-se que você está contando uma história.

## **5 CONCLUSÃO**

O presente trabalho, elaborado com o auxílio da Inteligência Artificial (Google, 2025), cumpriu com êxito seu objetivo didático e experimental ao aplicar a metodologia da norma ASTM E1820 para quantificar a tenacidade à fratura do aço AISI 4340 (34 HRC), demonstrando a eficácia do método da compliância elástica com corpos de prova SE(B) na diferenciação do comportamento do material em ambientes distintos. Os resultados obtidos ilustraram de forma clara a severidade da fragilização por hidrogênio, onde a comparação entre as curvas de resistência (Curvas  $R$ ) revelou uma transição crítica de um comportamento dúctil e estável no ar, com elevada absorção de energia, para um estado de baixa tenacidade e instabilidade precoce sob permeação de hidrogênio. Desta forma, o estudo não apenas caracterizou a degradação das propriedades mecânicas do material frente a meios agressivos, mas também consolidou o entendimento prático sobre como parâmetros da mecânica da fratura elasto-plástica, como a Integral  $J$ , são ferramentas indispensáveis para a avaliação da integridade estrutural e seleção de materiais para condições de serviço severas.

## **Referências**

ANDERSON, Ted L; ANDERSON, Ted L. **Fracture mechanics: fundamentals and applications.** [S. l.]: CRC press, 2005.

GOOGLE. **Gemini Pro.** [S. l.: s. n.], 2025. Large Language Model. Acessado em: 17 dez. 2025. Disponível em: <https://gemini.google.com/share/945fa326e266>.