



**A Interface  
Essencial  
da Engenharia  
de Produção no  
Mundo Corporativo 3**

---

**Cleverson Flôr da Rosa  
João Dallamuta  
(Organizadores)**

---

Cleverson Flôr da Rosa  
João Dallamuta  
(Organizadores)

# A Interface Essencial da Engenharia de Produção no Mundo Corporativo 3

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Executiva: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Natália Sandrini  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

#### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
l61	<p>A interface essencial da engenharia de produção no mundo corporativo 3 [recurso eletrônico] / Organizadores Cleverson Flôr da Rosa, João Dallamuta. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (A Interface Essencial da Engenharia de Produção no Mundo Corporativo; v. 3)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-457-3 DOI 10.22533/at.ed.573190907</p> <p>1. Administração de produção. 2. Engenharia de produção. 3. Gestão da produção. I. Rosa, Cleverson Flôr da. II. Dallamuta, João. III. Série.</p> <p style="text-align: right;">CDD 658.5</p>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior   CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

Esta obra, organizada em múltiplos volumes, é composta por pesquisas realizadas por professores de cursos de engenharia e gestão. Optamos por uma abordagem multidisciplinar por acreditarmos que esta é a realidade da pesquisa em nossos dias.

A engenharia de produção é um ramo da engenharia industrial que estuda a tecnologia de processos de produção de natureza industriais, mas que acabam por serem estendidos a outras áreas como serviços e gestão pública. Dada a sua natureza orientada a resolução problemas, a engenharia de produção é fortemente baseada em situações práticas do setor produtivo, característica esta que exploramos nesta obra.

Todos os trabalhos com discussões de resultados e contribuições genuínas em suas áreas de conhecimento. Os organizadores gostariam de agradecer aos autores e editores pelo espírito de parceria e confiança.

Boa leitura

Cleverson Flor da Rosa

João Dallamuta

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
A EDUCAÇÃO EMPREENDEDORA COMO FORMA DE DESENVOLVIMENTO DO EMPREENDEDOR	
Mário Fernando de Mello	
Luciano de Los Santos Nunes	
Daian Augusto Pilan Nunes	
Henrique Zago Cervo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5731909071</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>17</b>
A GESTÃO DA INOVAÇÃO NA ERA DA TRANSFORMAÇÃO DIGITAL (INDÚSTRIA 4.0)	
Ricardo Alexandre Diogo	
Armando Kolbe Junior	
Neri dos Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5731909072</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>33</b>
A IMPORTÂNCIA DO PCNA NO DESEMPENHO DE GRADUANDOS DE ENGENHARIA QUÍMICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ	
Shirley Cristina Cabral Nascimento	
Laíz Rayanna de Oliveira Gama	
Edward de Souza Pampolha Júnior	
Alexandre Guimarães Rodrigues	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5731909073</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>45</b>
A PERCEPÇÃO DA QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL: DETERMINANTES UTILIZADOS PELOS USUÁRIOS DE HABITAÇÕES UNIFAMILIARES POPULARES	
Marcelo Alexandre Siqueira De Luca	
Fabiano Barreto Romanel	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5731909074</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>56</b>
A QUALIDADE EM SERVIÇOS A FAVOR DA VANTAGEM COMPETITIVA: PRINCIPAIS DETERMINANTES PARA OS PROCESSOS PRIMÁRIOS DE SERVIÇO (PPS)	
Marcelo Alexandre Siqueira De Luca	
Fabiano Barreto Romanel	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5731909075</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>69</b>
ANÁLISE DA CORROSÃO SOBRE TENSÃO NO AÇO INOXIDÁVEL AUSTENÍTICO 304	
Edilange Moreira da Costa	
Claudio Roberto Silva Junior	
Gustavo Henrique Andrade Sousa	
José Ribamar Santos Moraes Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5731909076</b>	

<b>CAPÍTULO 7 .....</b>	<b>78</b>
ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE A EFICIÊNCIA E EFICÁCIA DO TRANSPORTE COLETIVO DE PASSAGEIROS POR ÔNIBUS NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO	
Aldo Eliades Fernández Pérez Hugo Miguel Varela Repolho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5731909077</b>	
<b>CAPÍTULO 8 .....</b>	<b>92</b>
ANÁLISE DE IMPLEMENTAÇÃO DA NORMA INTERNACIONAL DE SEGURANÇA DE ALIMENTOS FSSC 22000: UMA INOVAÇÃO CULTURAL	
Gustavo Henrique Marques Tanatiana Ferreira Guelbert Marcelo Guelbert	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5731909078</b>	
<b>CAPÍTULO 9 .....</b>	<b>104</b>
ANÁLISE DE <i>LAYOUT</i> DOS ALMOXARIFADOS EM UMA ENCARROÇADORA DE ÔNIBUS	
Thales Henrique Kascher Santos Leandro Reis Muniz	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5731909079</b>	
<b>CAPÍTULO 10 .....</b>	<b>120</b>
APLICAÇÃO DO CONTROLE ESTATÍSTICO DE QUALIDADE EM UMA INDÚSTRIA DO RAMO TÊXTIL DO SERTÃO BAIANO	
Nathaly Silva de Santana Rafael de Azevedo Palhares Arthur Arcelino de Brito Alessandro Jackson Teixeira de Lima Mariana Simião Brasil de Oliveira João Marcos Ferreira de Souza Jonhatan Magno Norte da Silva Victor Hugo Arcelino de Brito Diego de Melo Cavalcanti Ozeas Ferreira da Silva Geyne Lohana Gonçalves Bezerra Diego da Silva Lima Jaine da Cruz Silva Débora Justino dos Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.57319090710</b>	
<b>CAPÍTULO 11 .....</b>	<b>131</b>
APLICAÇÃO DO MAPA DE PROCESSO EM UMA AGROINDÚSTRIA DO SUDOESTE GOIANO PARA MELHORIA DO PROCESSO DE SALSICHAS	
Darlan Marques da Silva Lalesca Silva Santos Ana Maiara Rodrigues Pereira Ana Luiza Soares Nascimento Gabriel Ribeiro dos Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.57319090711</b>	

**CAPÍTULO 12 ..... 144**

APLICAÇÃO DO *POKA YOKE* PARA MELHORIA DE QUALIDADE NA SEGURANÇA DO TRABALHO:  
UMA REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA

Edilange Moreira da Costa  
Claudio Roberto Silva Junior  
Gustavo Henrique Andrade Sousa  
José Ribamar Santos Moraes Filho

**DOI 10.22533/at.ed.57319090712**

**CAPÍTULO 13 ..... 154**

APLICAÇÃO DO *SOFTWARE* WRc STOAT EM ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS  
RESIDUÁRIAS DE INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS

Karla Yumi Shingo  
Rafael Montanhini Soares de Oliveira.  
Isabela Bruna de Tavares Machado Bolonhesi  
Thiago Augusto de Moraes  
Tanatiana Ferreira Guelbert

**DOI 10.22533/at.ed.57319090713**

**CAPÍTULO 14 ..... 167**

COMPORTAMENTO MECÂNICO DE COMPÓSITOS VERDES DE MATRIZ EPÓXI/POLIÉSTER  
REFORÇADOS COM LUFFA CYLINDRICA

Bruno Dorneles de Castro  
Claudia Victoria Campos Rubio  
Julia Amaral dos Santos  
Luciano Machado Gomes Vieira  
Juan Carlos Campos Rubio

**DOI 10.22533/at.ed.57319090714**

**CAPÍTULO 15 ..... 180**

CRIAÇÃO DE UM MAKERSPACE PARA ENGENHEIROS EM FORMAÇÃO: RELAÇÃO CUSTO X  
BENEFÍCIO

Lucas Davis Ribeiro de Paula  
Danielle Saranh Galdino Duarte Garcia  
Raquel Ferreira de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.57319090715**

**CAPÍTULO 16 ..... 194**

DIAGNÓSTICO DA GESTÃO DE ESTOQUES NO ALMOXARIFADO DE UMA INSTITUIÇÃO DE  
ENSINO SUPERIOR

Gisleangela Strohschein  
Laura Visintainer Lerman  
Raquel de Abreu Pereira Uhr  
Natália Eloísa Sander

**DOI 10.22533/at.ed.57319090716**

**CAPÍTULO 17 ..... 206**

ESTUDO DE UM DESSALINIZADOR SOLAR DE ÁGUA VISANDO APLICAÇÕES NA ÁREA DE TECNOLOGIA SOCIAL

Mickael Gomes Viana  
Príscylla Ferreira Dos Santos  
Isaú de Souza Alves Junior  
Simone Aparecida de Lima Scaramussa  
Jorge Vieira Dos Santos Junior  
Paulo Mário Machado Araujo

**DOI 10.22533/at.ed.57319090717**

**CAPÍTULO 18 ..... 215**

ANÁLISE QUANTITATIVA DA PERDA DE MASSA POR OXIDAÇÃO EM BARRAS DE AÇO CARBONO CA-50: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA PARA A CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO DA CORROSÃO EM CURSOS DE ENGENHARIA CIVIL/IFS

Francisco Luiz Campos Lopes  
Michael Douglas Santos Monteiro  
Henrique Carvalho Santos Melo  
Luan Martins Siqueira  
Francisco Luiz Gumes Lopes

**DOI 10.22533/at.ed.57319090718**

**CAPÍTULO 19 ..... 228**

INFRAESTRUTURA CRÍTICA (IEC) NA GESTÃO DE RISCOS: PLANEJAMENTO DE ROTAS ALTERNATIVAS DE EVACUAÇÃO EM SITUAÇÃO DE DESASTRES NATURAIS POR INUNDAÇÕES UTILIZANDO O MODELO DE TRÁFEGO MATSim

Estela da Silva Boiani  
Magda Camargo Lange Ramos  
Graziela Grandó Bresolin  
Júlio César Farias Zilli  
Luana Barcelos da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.57319090719**

**CAPÍTULO 20 ..... 242**

PROPOSTA DE GERENCIAMENTO VISUAL E METODOLOGIA DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS QRQC APLICADAS NA LOGÍSTICA: ESTUDO DE CASO NA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA

Eduardo Villalba  
Alexandre Tadeu Simon  
Renan Stenico de Campos

**DOI 10.22533/at.ed.57319090720**

**CAPÍTULO 21 ..... 256**

UMA ANÁLISE DAS BARREIRAS NA APLICAÇÃO DO LEAN HEALTHCARE EM UM CENTRO DE MATERIAIS E ESTERILIZAÇÃO – CME

Andréia Harter

**DOI 10.22533/at.ed.57319090721**

**CAPÍTULO 22 ..... 268**

GERENCIAMENTO DE PROJETOS NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS (PDP) APLICADO NA CONSTRUÇÃO DE UMA AERONAVE PARA COMPETIÇÃO DO AERODESIGN

Edilange Moreira da Costa

Claudio Roberto Silva Junior

Gustavo Henrique Andrade Sousa

José Ribamar Santos Moraes Filho

**DOI 10.22533/at.ed.57319090722**

**SOBRE OS ORGANIZADORES..... 279**

## ANÁLISE DA CORROSÃO SOBRE TENSÃO NO AÇO INOXIDÁVEL AUSTENÍTICO 304

### **Edilange Moreira da Costa**

Faculdade Pitágoras  
São Luis - MA

### **Claudio Roberto Silva Junior**

Faculdade Pitágoras  
São Luis - MA

### **Gustavo Henrique Andrade Sousa**

Faculdade Pitágoras  
São Luis - MA

### **José Ribamar Santos Moraes Filho**

Faculdade Pitágoras  
São Luis - MA

**RESUMO:** Os aços inoxidáveis Austeníticos são materiais de uso no cotidiano por elevada resistência à corrosão, devido ao alto teor de Cr. Fomentam sua aplicação em vários setores da indústria, trabalhando sob ambientes corrosivos onde o Aço cromo-níquel, inoxidável Austenítico 304, tipo 18-8 é usado com frequência na fabricação de válvulas, equipamentos hospitalares e farmacêuticos. O presente estudo tem intenção de criar uma discussão a respeito do efeito da corrosão sob tensão em aços inoxidáveis Austeníticos com atenção especial no que se refere à agressão dos meios corrosivos e a influência do tempo na suscetibilidade ao fenômeno de corrosão sob tensão (CST). O metal base de estudo foi submetido a meios

ácidos, contendo 6% de ácido sulfúrico para simulações de tubulações de gás natural e em meios cloretados e fluoretados contendo 3,5% de NaCl simulando a salinidade de São Luís do Maranhão. O método utilizado no ensaio de CST foi à de deformação constante, no qual os corpos de provas são dobrados em U segundo a norma ASTM G 30, colocados em solução durante um período de 60 dias, posteriormente avaliando o desgaste provocado pela corrosão de forma quantitativa por perda de massa e por inspeção visual a cada sete dias.

**PALAVRAS CHAVE:** Austeníticos, Corrosão sob tensão, Meios deteriorantes.

### **CORROSION ANALYSIS ON VOLTAGE:**

#### **STAINLESS STEEL STRENGTH 304**

**ABSTRACT:** Austenitic stainless steels are everyday materials for high resistance to corrosion due to the high Cr content. They foster their application in various industry sectors, working under corrosive environments where Austenitic 304 stainless steel, type 18-8 stainless steel is frequently used in the manufacture of valves, hospital equipment and pharmaceuticals. The present study intends to create a discussion about the effect of stress corrosion on Austenitic stainless steels with special attention to the aggression of corrosive

media and the influence of time on susceptibility to the phenomenon of stress corrosion (CST). The study base metal was submitted to acidic means containing 6% of sulfuric acid for simulations of natural gas pipelines and in chlorinated and fluoridated media containing 3.5% of NaCl simulating the salinity of São Luís - Maranhão. The method used in the CST test was that of constant deformation, in which the test bodies are folded in U according to ASTM G 30, placed in solution during a period of 60 days, later evaluating the wear caused by the corrosion quantitatively By mass loss and by visual inspection every seven days.

**PALAVRAS CHAVE:** Austenitic, Corrosion under tension, Deteriorating media

## 1 | INTRODUÇÃO

Os problemas com corrosão são causas incidentes nos dias atuais, os materiais metálicos são fortemente atacados por esse fenômeno. Devido a essas características a impulsão de estudos nessa área é gradual, buscando o combate a esse fator por estudos e práticas experimentais, verificando principalmente as variações de temperatura, elementos de liga, grau de suscetibilidade a corrosão e outras capacidades quantitativas ao caso que influenciaram diretamente no desenvolvimento do estudo, Machado *et al.*(2013).

Nos últimos anos, a crescente produção de aços inoxidáveis tem revelado o quão importante são os mesmos para a justaposição de demanda humana, de forma suas propriedades de resistência, baixa rugosidade, boa fundição e metalurgia, além que não existe interferência química. Todo esse contexto possibilita o investimento alto das indústrias nessa matéria sendo assim a ênfase deste elemento é o combate a corrosão onde sobre salva a idéia que 30% dos metais produzidos hoje são para remanejamento e reposição de aços atacados. Megid *et al.*(2013).

Corrosão pode ocorrer de diversos tipos de ataques, devido a essa razão foi escolhida como modelo de projeto de pesquisa uma subcategoria explicita como corrosão sob tensão que sucintamente reflete a imagem de trincas na superfície do material, diminuindo sua resistência e enfraquecimento energético do estado original do material, englobando a linha de raciocínio, revela-se os ataques que levam o material a corroer e a perder suas características, sua discrepância explica como cada reação enfraquece o metal. Os aços inoxidáveis Austenítico ocupam posição de destaque tanto em seus elementos de liga, como na sua linha de produção, onde é o primeiro mais produzido entre a classe dos inoxidáveis, material com uma demanda alta e vantajosa, é frequentemente estudado para obtenções de melhorias e difusões de idéias sobre os inoxidáveis, e com seu elemento principal que é o cromo, torna o mesmo um excelente produto contra a corrosão e trocas térmicas, a ISSF (Internacional Stainless Steel Forum) dispõe todos esses dados e vastos estudos sobre este metal. Da Silva *et al.*(2008).

Visando as informações obtidas o estudo será encarregado de manusear, testar

e averiguar as condições da corrosão sob tensão do aço Inoxidável Austenítico 304, características como resistência a corrosão, abrasão e tratamento térmico a vários níveis. A metodologia de trabalho será avaliar em laboratório os moldes, cortes e dobraduras em dimensões específicas para os corpos de prova que foram atacados **eletroliticamente** para fins de resultados como perda de massa e taxas da corrosão sob tensão semanalmente durante um período de 60 dias para o ataque de NaCl e 60 dias para Ácido sulfúrico.

## 2 | METODOLOGIA

Os corpos-de-prova utilizados para a realização dos ensaios de perda de massa foram usinados a partir do aço inoxidável Austenítico 304, inicialmente foram cortados em chapas nas dimensões de 120 x 20 x 1,5 mm e dobrado a uma curvatura de 32° em formato U, furado com furadeira de bancada e por fim parafusados para manter o grau de curvatura, de acordo com a norma ASTM G30-97 encontrada em Rodrigues et al.(2011). Para uma melhor visualização de como foi efetuado as mudanças nos corpos de prova, a Figura 1 a seguir ilustra estes procedimentos.

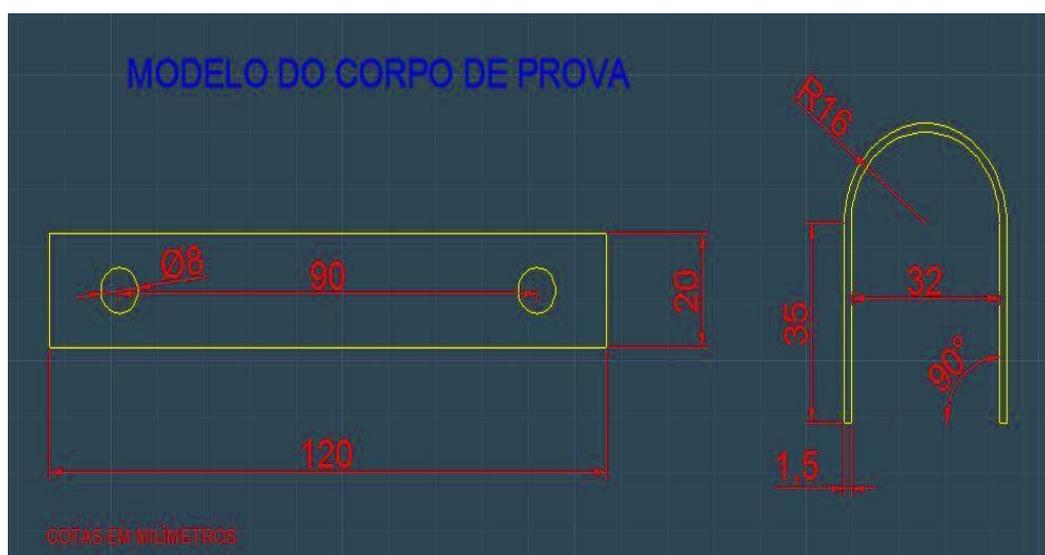


Figura 1: Modelo de corpo de prova

Com a finalidade de investigar a perda de massa, foram selecionadas 6 corpos de prova, os quais foram inicialmente pesados em uma balança analítica ao décimo de miligrama, obtendo-se sua massa inicial, e sendo devidamente identificado conforme ilustra a Figura 2.



Figura 2: Ilustração de Pesagem do metal

Em seguida as amostras foram polidas e, posteriormente, foram submersas 3 a 3 em solução de NaCl e Ácido Sulfúrico, e pendurados por bastões a fim de manter só a parte útil do corpo de prova submerso em solução. As amostras foram expostas ao meio corrosivo, durante 60 dias tanto para reação de ácido sulfúrico na figura 3 abaixo quanto para o NaCl.



Figura 3: Ácido Sulfúrico

A solução era trocada em média a cada 7 dias para constar a sua renovação e a força química do ensaio. Neste mesmo momento, os corpos-de-prova foram retirados, lavados com água corrente, solução de Clark e secos com álcool anidro, e em seguida eram pesados em balança analítica como mostra a figura 3, esse procedimento foi repetido durante os 60 dias de exposição. Com o intuito de evitar a perda de água por evaporação, cada recipiente de amostra foi coberto com plástico tipo filme, a fita foi utilizada para averiguar a marcação do nível de solução que os corpos perdiam durante

os ensaios, mesmo cobertos por papel filme. Por fim, a superfície externa da região útil foi observada com objetivo de detectar trincas perante a corrosão sob tensão. Com tudo a organização dos dados experimentais obtidos durante os experimentos realizados foram avaliados com o foco de calcular a perda de massa e a taxa de corrosão dos corpos, levando em consideração os vários parâmetros de ensaios e a força dos ataques.

### 3 | PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Após os testes com o Aço Inoxidável Austenítico AISI 304, conforme as condições citadas na metodologia obtiveram-se os resultados por meio da norma NACE RP-07-75a fim de verificar o grau da perda de massa em diversos metais e que calcula a taxa de corrosão por mmy/ano (milímetros ao ano). Para o cálculo da taxa de corrosão foi verificada a perda de massa ocorrida durante o ensaio de corrosão, subtraindo-se da sua massa original após o ensaio. Os corpos de prova foram pesados em balança analítica com precisão de milésimo de grama como foi ilustrado na figura 2. A Tabela 1 relaciona a taxa de corrosão em mmy/ano (milímetros por ano) de ligas típicas de ferro e níquel com a sua resistência à corrosão, segundo Pascoal ET al. (2008).

Taxa de corrosão (mm/ano)	Corrosividade
< 0,025	Baixa
0,025 a 0,12	Moderada
0,13 a 0,25	Alta
> 0,25	Severa

Tabela 1: Classificação da taxa de corrosão do aço carbono (Norma NACE RP-07-75)

O cálculo foi efetuado de acordo com a Norma NACE RP-07-75, através da seguinte equação:

$$\text{Taxa de corrosão (mm/ano)} = \frac{\text{Perda de massa (g)} \times 365 \text{ (dias/ano)} \times 10 \text{ (mm/cm)}}{\text{Densidade do metal (g/cm}^3\text{)} \times \text{área (cm}^2\text{)} \times \text{tempo (dias)}}$$

Equação 1: Cálculo da taxa de corrosão

Sendo:

A = área exposta do cupom de prova (cm<sup>2</sup>) = 50mmx20mm=10 cm<sup>2</sup>

D= densidade do cupom de prova=7.86 (g/cm<sup>3</sup>)

T= tempo de exposição (Média de dias) = 7 dias por semana

Tx = Taxa de corrosão (mm/y) = Milímetros por ano

W = perda de massa= (gramas)

#### 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados do ensaio de perda de massa de todas as amostras estão resumidos na Tabela 2 e 3 a seguir. As taxas de corrosão apresentadas consistem na média aritmética das perdas de massa para os três corpos-de-prova contidos em cada recipiente e encontram-se expressas na unidade milímetros por ano (mmy/ano). É o método de avaliação da corrosão mais simples e extensivamente utilizado, sendo útil para o estudo de casos de corrosão generalizada.

Tempo de exposição dias:	Massa Inicial/gramas	Massa Final/gramas	Perda de Massa em gramas	Taxa de Corrosão (mmy/ano)
7	55.90	53.07	2.83	18.77408
15	55.90	51.89	4.01	12.41434
23	55.90	49.43	6.47	13.063115
30	55.90	49.27	6.63	10.26272
37	55.90	48.77	7.03	8.82315
45	55.90	48.39	7.51	7.74992
53	55.90	44.73	11.17	9.78695
60	55.90	42.10	13.9	10.75805

Tabela 2: Perda de Massa e Taxa de corrosão do Austenítico AISI 304 por ataque de ácido sulfúrico

Semanas	Massa Inicial/gramas	Massa Final/gramas	Perda de Massa em gramas	Taxa de Corrosão (mmy/ano)
7	56.93	56.55	0,31	2.05652
15	56.93	56.50	0,43	1.33121
23	56.93	56.42	0,51	1.02970
30	56.93	56.36	0,57	0.88231

37	56.93	56.26	0,67	0.84089
45	56.93	55.95	0.98	1.01130
53	56.93	55.90	1.03	0.90246
60	56.93	55.73	1.2	0.92875

Tabela 3: Perda de Massa e Taxa de Corrosão do Austenítico AISI 304 por ataque de NaCl

Com os dados apresentados a seguir observa-se que a força do ataque do ácido sulfúrico é mais forte que a de NaCl e desta maneira, perante o pouco tempo de teste o material conseguiu resistir ao ataque, mesmo com a perda de massa não houve trincas isso explica muito bem o porquê do seu uso no cotidiano da população, os gráficos de 1 a 4 representam a variação da taxa de corrosão por milímetros por ano e perda de massa no decorrer das semanas do material base de estudo

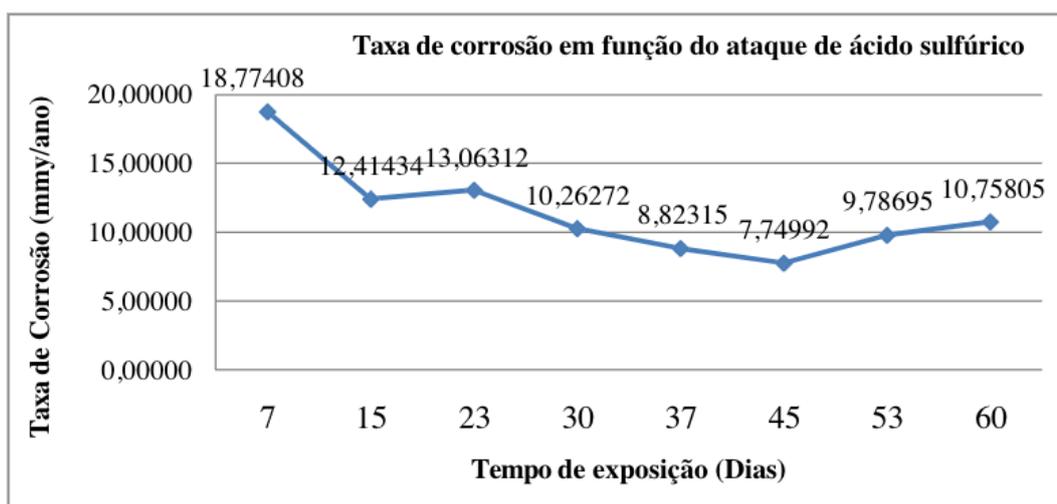


Gráfico 2: Taxa de corrosão do Austenítico 304, atacado por ácido sulfúrico.

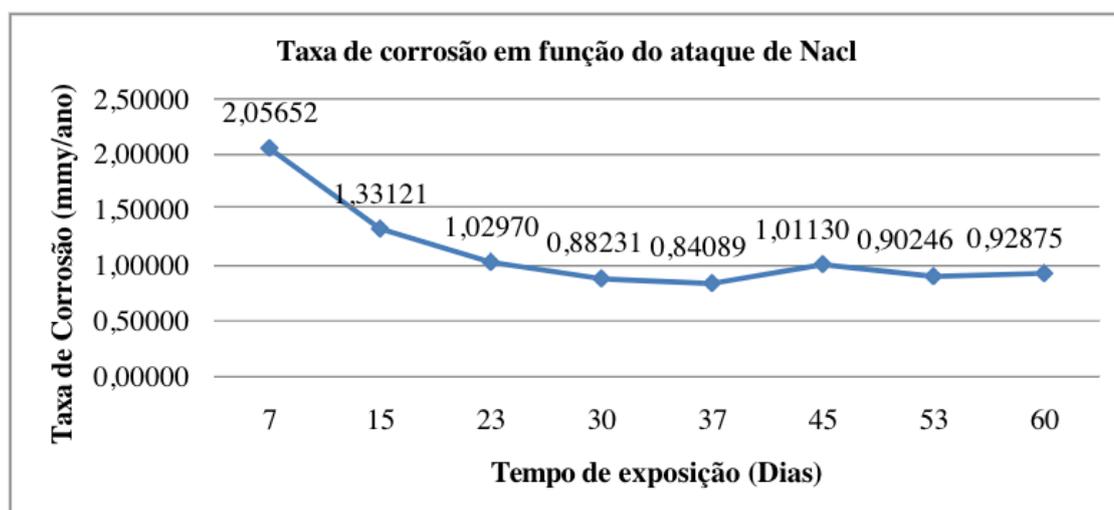


Gráfico 3: Taxa de corrosão do Austenítico 304, atacado por NaCl.

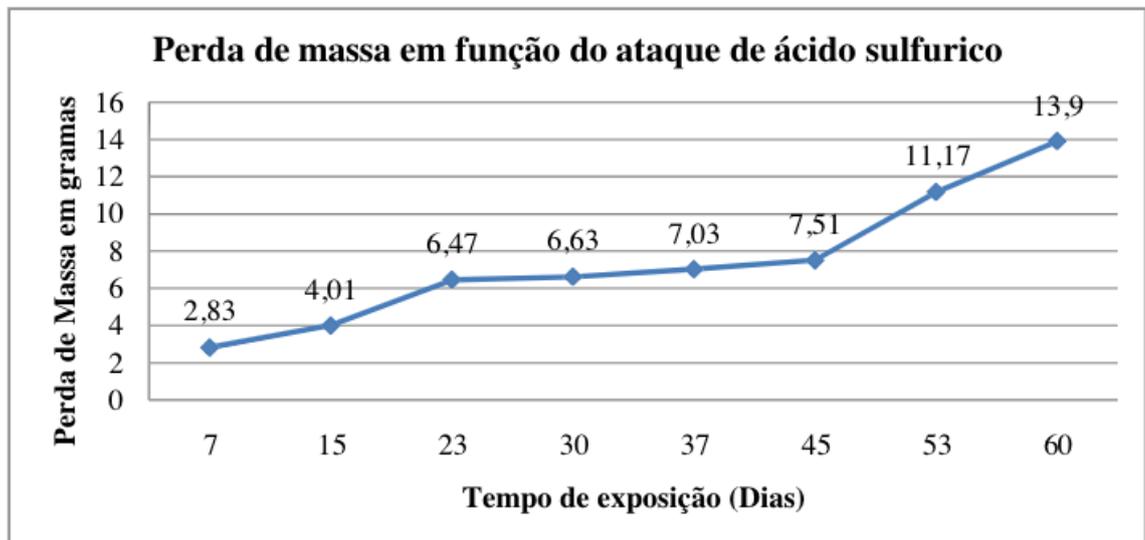


Gráfico 4: Perda de massa do Austenítico 304 atacado por ácido sulfúrico

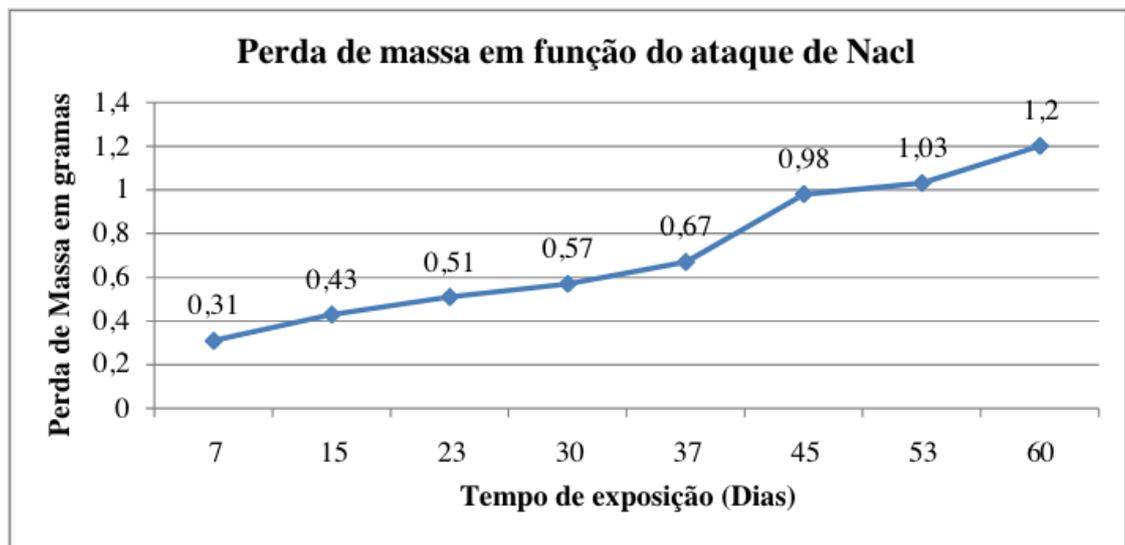


Gráfico 5: Perda de massa do Austenítico 304 atacado por NaCl.

Com a disposição dos resultados pode-se classificar a taxa de corrosão dos materiais experimentados como altamente severa, perante a tabela 1 demonstrada acima, o aceitável para corrosividade é de até 0,25 milímetros por ano, tendo em vista que todos os resultados demonstraram picos muito maiores que esse valor, chegando até 50 vezes maior no caso da primeira semana de teste do ácido sulfúrico, desta maneira é demonstrado o porquê de tantas perdas com reuso de materiais corroídos que são frequentemente usados em tubulações de gás natural e outras que vão de encontro à água do mar. A maioria das vezes para suprir essa necessidade são usadas ligas metálicas aditivadas a este material, para tenta diminuir a expansão da corrosão e amenizar tanto retrabalho e outros custos.

## 5 | CONCLUSÃO

Neste estudo foi realizada a experimentação a cerca do Austenítico 304 no que se refere a sua suscetibilidade a reagir à corrosão, em especial a corrosão sob tensão. O material foi atacado por dois meios químicos que são presentes em São Luís do Maranhão, exposto à agressão do NaCl e ácido sulfúrico simulando a água do mar e as tubulações de gás natural, desta maneira com o auxílio de ferramentas especializadas o material foi dobrado e tensionado a uma curvatura para ter características de U conforme a norma metodológica (Norma NACE RP- 07-75) As análises realizadas neste trabalho permitiram concluir que o aço utilizado Austenítico 304 agiu como material não adequado a ser usado na simulação de dutos, pois com o andar dos experimentos observou-se que a degradação do metal em ácido sulfúrico foi maior e a de NaCl resistiu com mais facilidade. Mesmo sem apresentar trincas os materiais apresentaram corrosividade altamente severa, com uma taxa de corrosão muito acima dos limites aceitáveis para esta aplicação, mesmo com pouco tempo de exposição. Os objetivos propostos e as metas correspondentes neste trabalho permitiram extrair as seguintes conclusões: Maior pico de taxa de corrosão de mm/ano=18.77408 para ácido sulfúrico e 2.05652 para NaCl. O material inicial perdeu 13,9 gramas em apenas 60 dias de exposição em ácido sulfúrico, já o de NaCl perdeu cerca de 1,2 gramas, todos os resultados foram extraídos por meio de uma média com todos os materiais pesados separadamente em balança de precisão.

## REFERÊNCIAS

**DA SILVA, R. C. B., AND T. R. PONTES FILHO.** “Corrosão do aço carbono em meio sulfato na presença da bactéria *Salmonella anatum*.” *Revista Matéria* 13. 2 (2008): 282-293

**Machado, M. C. R.** (2013). *Velocidade da corrosão do aço em argamassas cimentícias modificadas com polímeros (Doctoral dissertation, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa).*

**Megid, M. B. C.** (2013). *Caracterização microestrutural de uma estrutura tubular aeronáutica submetida a sucessivos reparos de solda TIG.*

**Nascimento, Carmem Célia Francisco** “Avaliação de técnicas para mitigar a corrosão na ZAC de união soldada em aço inoxidável ferrítico P410d”. *Diss. 2013.*

**Paschoal, André Luís.** “Avaliação da resistência à corrosão em meio fisiológico de metais revestidos com nítrico de titânio”. *Diss. Universidade de São Paulo, 2008.*

**Rodrigues, Tatiana de Campos.** “Efeito do Potencial de Proteção Catódica Sobre a Biocorrosão de Aço- Carbono em Solo Contendo BRS.” (2011).

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-457-3

