



**Andrei Strickler
(Organizador)**

**Ciência, Tecnologia e
Inovação: Desafio para
um Mundo Global 2**

Andrei Strickler

(Organizador)

Ciência, Tecnologia e Inovação: Desafio para um Mundo Global

2

Atena Editora

2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Geraldo Alves
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
Profª Drª 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
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª 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
Profª Drª 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
Profª Drª 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.ª Dr.ª 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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

C569 Ciência, tecnologia e inovação [recurso eletrônico] : desafio para um mundo global 2 / Organizador Andrei Strickler. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Ciência, Tecnologia e Inovação. Desafio para um Mundo Global; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia.

ISBN 978-85-7247-561-7

DOI 10.22533/at.ed.617192308

1. Ciência – Brasil. 2. Inovação. 3. Tecnologia. I. Strickler, Andrei.
II. Série.

CDD 506

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

Atena
Editora

Ano 2019

APRESENTAÇÃO

As obras “Ciência, Tecnologia e Inovação: Desafio para um mundo Global” Volume 2 e 3, consistem de um acervo de artigos de publicação da Atena Editora, a qual apresenta contribuições originais e inovadoras para a pesquisa e aplicação de técnicas da área de ciência e tecnologia na atualidade.

O Volume 2 está disposto em 26 capítulos, com assuntos voltados ao ensino-aprendizagem e aplicação de procedimentos das engenharias em geral, computação, química e estatística. São apresentadas inúmeras abordagens de aplicação dos procedimentos, e além disso, estão dispostos trabalhos que apresentam as percepções dos professores quando em aulas práticas e lúdicas.

O Volume 3, está organizado em 30 capítulos e apresenta uma outra vertente ligada ao estudo da ciência e suas inovações. Tratando pontualmente sobre áreas de doenças relacionadas ao trabalho e sanitarismo. Além disso, expõe pesquisas sobre aplicações laboratoriais, como: estudo das características moleculares e celulares. Ainda, são analisados estudos sobre procedimentos no campo da agricultura. E por fim, algumas pesquisas abordam precisamente sobre empreendedorismo, economia, custos e globalização na atualidade.

Desta forma, estas obras têm a síntese de temas e abordagens que facilitam as relações entre ensino-aprendizado e são apresentados, a fim de se levantar dados e propostas para novas discussões em relação ao ensino e aplicação de métodos da ciência e tecnologia, cito: engenharias, computação, biologia, estatística, entre outras; de maneira atual. Sem esquecer da criação de novos produtos e processos levando a aplicação das tecnologias hoje disponíveis, vindo a tornar-se um produto ou processo de inovação.

Desejo uma boa leitura a todos.

Andrei Strickler

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A INFLUÊNCIA DOS MATEMÁTICOS FRANCESES NO ENSINO DE CIÊNCIAS NO BRASIL	
<i>Fernando Osvaldo Real Carneiro</i> <i>Maria Cristina Martins Penido</i>	
DOI 10.22533/at.ed.6171923081	
CAPÍTULO 2	15
AULAS PRÁTICAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS: PERCEPÇÃO DE PROFESSORES E ALUNOS DE ESCOLAS PÚBLICAS DE PORTO ESPERIDIÃO, MATO GROSSO	
<i>Jaqueline Cordeiro</i> <i>Cláudia Lúcia Pinto</i> <i>Carolina dos Santos</i> <i>Elaine Maria Loureiro</i> <i>Valcir Rogério Pinto</i>	
DOI 10.22533/at.ed.6171923082	
CAPÍTULO 3	27
INTERSECCIONALIDADES DE GÊNERO E DE RAÇA EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO: UMA ANÁLISE A PARTIR DO PROJETO PEDAGÓGICO DO INSTITUTO FEDERAL DA BAHIA	
<i>Patrícia Fernandes Lazzaron Novais Almeida Freitas</i>	
DOI 10.22533/at.ed.6171923083	
CAPÍTULO 4	38
O COMPLEXO DO CURARE: CONTRIBUIÇÕES DE UM ESTUDO ANTROPOLÓGICO PARA AS CIÊNCIAS DO SÉCULO XX	
<i>Bianca Luiza Freire de Castro França</i>	
DOI 10.22533/at.ed.6171923084	
CAPÍTULO 5	51
O PERFIL DOS PROFESSORES DE MATEMÁTICA PARA O TRABALHO COM JOVENS E ADULTOS NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA	
<i>Wanessa Ferreira de Sousa</i> <i>Manuella Siqueira dos Santos Maciel</i>	
DOI 10.22533/at.ed.6171923085	
CAPÍTULO 6	65
CURRÍCULO E RECURSOS TECNOLÓGICOS: QUE RELAÇÕES?	
<i>Lilian da Silva Moreira</i> <i>Maria Altina da Silva Ramos</i> <i>José Carlos Morgado</i>	
DOI 10.22533/at.ed.6171923086	

CAPÍTULO 7 76

UTILIZAÇÃO DO LÚDICO NO ATENDIMENTO DE CRIANÇAS DEFICIENTES E DITAS NORMAIS HOSPITALIZADAS EM UNIDADES PEDIÁTRICAS: AÇÕES DO TERAPEUTA OCUPACIONAL

Graziele Carolina de Almeida Marcolin
Luana Taik Cardozo Tavares
Alan Rodrigues de Souza
Kíssia Kene Salatiel
Meiry Aparecida Oliveira Vieira
Lucilene Cristiane Silva Fernandes Reis
Érica Gonçalves Campos
Débora Paula Ferreira
Jéssica Aparecida Rodrigues Santos
Rozangela Pinto da Rocha
Camila Neiva de Moura

DOI 10.22533/at.ed.6171923087

CAPÍTULO 8 82

PRODUÇÃO DE NARRATIVAS ALIMENTARES COMO METODOLOGIA EM CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA

Luiz Fernando Santos Escouto

DOI 10.22533/at.ed.6171923088

CAPÍTULO 9 93

ANÁLISE DAS DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM ENFRENTADAS PELOS ALUNOS DAS DISCIPLINAS DE FÍSICA BÁSICA

Wanessa David Canedo Melo
Leonardo Madeira dos Santos
Pedro Henrique da Conceição Silva
Raffael Costa de Figueiredo Pinto
Wanderson Nunes Santana
Maria José P Dantas
Vanda Domingos Vieira

DOI 10.22533/at.ed.6171923089

CAPÍTULO 10 109

O FATOR MOTIVACIONAL NA APRENDIZAGEM DA LÍNGUA INGLESA EM PROGRAMAS DE TREINAMENTO E DESENVOLVIMENTO EMPRESARIAL

Mike Ceriani de Oliveira Gomes
Guilherme Henrique Ferraz Campos
Willian Felipe Antunes
Érica Fernanda Paes Cardoso
Benedita Josepetti Bassetto
Edivaldo Adriano Gomes

DOI 10.22533/at.ed.61719230810

CAPÍTULO 11 116

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DE FATORES GEOMÉTRICOS DE PEÇA E FERRAMENTA SOBRE A PRECISÃO DE TRAJETÓRIAS DE FERRAMENTA PARA MICROFRESAMENTO

Marcus Vinícius Pascoal Ramos
Guilherme Oliveira de Souza

DOI 10.22533/at.ed.61719230811

CAPÍTULO 12 125

ANÁLISE ESTRUTURAL ASSISTIDA POR COMPUTADOR PARA VERIFICAR E ANALISAR O DIMENSIONAMENTO DE BASES FUNDIDAS DE FERRAMENTAS DE ESTAMPAGEM SOB OS ESFORÇOS RESULTANTES DO PROCESSO

Guilherme Dirksen
Ademir Jose Demetrio
Altair Carlos da Cruz
Claiton Emilio do Amaral
Custodio da Cunha Alves
Emerson Jose Corazza
Eveline Ribas Kasper Fernandes
Fabio Krug Rocha
Gilson Joao dos Santos
Paulo Roberto Queiroz
Renato Cristofolini
Rosalvo Medeiros

DOI 10.22533/at.ed.61719230812

CAPÍTULO 13 139

APLICAÇÃO COMBINADA DE MANUTENÇÃO CENTRADA NA CONFIABILIDADE E NA CONDIÇÃO (RCM+CBM)

Claudia Regina Carvalho de Oliveira
Paulo Jabur Abdalla
Emerson Moraes Jorge
Josenid Ferezini Vasconcellos Junior
Luiz Felipe da Silva Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.61719230813

CAPÍTULO 14 150

APLICAÇÃO DA COMPUTAÇÃO FÍSICA NO AUXÍLIO A CRIANÇAS COM DEFICIÊNCIA

Laura Cristina Meireles de Lima
Cláudio Luís V. Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.61719230814

CAPÍTULO 15 162

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UM SISTEMA DE MONITORAMENTO MICRO-AMBIENTAL COM O USO DE TORRES DE AQUISIÇÃO EM CASAS DE VEGETAÇÃO

Aldir Carpes Marques Filho
Jean Paulo Rodrigues
Simone Daniela Sartorio de Medeiros
Sergio Ricardo Rodrigues de Medeiros
Guinther Hugo Grudtner

DOI 10.22533/at.ed.61719230815

CAPÍTULO 16 169

SEMÁFORO INTELIGENTE

Luana Rodrigues Barros
Alexandre Ribeiro Andrade
Gabriel Daltro Duarte
Tiago Daltro Duarte

DOI 10.22533/at.ed.61719230816

CAPÍTULO 17 181

ANÁLISE DAS FUNÇÕES EXECUTIVAS DE ALUNOS DE DESENVOLVIMENTO TÍPICO NO ENSINO BÁSICO ATRAVÉS DA TORRE DE HANÓI

Lorena Silva de Andrade Dias

Elisa Henning

Tatiana Comiotto

Luciana Gili Vieira Duarte

Ermelinda Silvana Junckes

Vitória Castro Cruz

DOI 10.22533/at.ed.61719230817

CAPÍTULO 18 185

MÉTODOS ESTATÍSTICOS APLICADOS A TEMPERATURA AMBIENTE E UMIDADE RELATIVA DO AR NA CIDADE DE PORTO SEGURO (BA)

Andrea de Almeida Brito

Dênio Oliveira Cruz

Ivan Costa da Cunha Lima

Gilney Figueira Zebende

DOI 10.22533/at.ed.61719230818

CAPÍTULO 19 194

MINERAÇÃO INDIVIDUAL DE BITCOINS E LITECOINS NO MUNDO

Guilherme Albuquerque Barbosa Silva

Carlo Kleber da Silva Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.61719230819

CAPÍTULO 20 206

IRRATIONALITY IN THEORETICAL MUSIC IN THE RENASSAINCE

Oscar João Abdounur

DOI 10.22533/at.ed.61719230820

CAPÍTULO 21 214

SIMULAÇÃO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DO FLUIDO REFRIGERANTE R-410A UTILIZANDO UM MISTURADOR ESTÁTICO

Vitor Marcelo de Queiróz

Cristiane de Souza Siqueira Pereira

Marisa Fernandes Mendes

Miguel Rascado Fraguas Neto

Luiz Felipe Carames Berteges

DOI 10.22533/at.ed.61719230821

CAPÍTULO 22 221

MODELAGEM DA DISPERSÃO DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS DE UM TREM MOVIDO A DIESEL SOBRE UMA ESCOLA EM RIVERSIDE, CALIFÓRNIA

Igor Shoiti Shiraishi

Caroline Fernanda Hei Wikuats

Christina Ojeda

Joanna Collado

Veronica Medina

DOI 10.22533/at.ed.61719230822

CAPÍTULO 23	231
APLICAÇÃO DO DIAGRAMA DE ISHIKAWA VISANDO A ORIENTAÇÃO DE PRODUTORES DE LEITE: ESTUDO DE CASO NO CENTRO OESTE PAULISTA	
<i>Mariana Wagner de Toledo Piza</i>	
<i>Vitória Castro Santos Barreto</i>	
DOI 10.22533/at.ed.61719230823	
CAPÍTULO 24	238
ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO EXTERNO: COMPARATIVO DAS PROPRIEDADES NOS ESTADOS FRESCO E ENDURECIDO ENTRE OS TIPOS CONVENCIONAL E ESTABILIZADA	
<i>Maiana dos Santos Oliveira</i>	
<i>Silas de Andrade Pinto</i>	
<i>Manoel Clementino Passos</i>	
DOI 10.22533/at.ed.61719230824	
CAPÍTULO 25	248
HÁ RELAÇÃO ENTRE BAIXOS VALORES DE ÂNGULO DE FASE E DESENVOLVIMENTO DE LESÃO POR PRESSÃO?	
<i>Rodrigo França Mota</i>	
<i>Barbara Pompeu Christovam</i>	
<i>Zenio do Nascimento Norberto</i>	
<i>Dayse Carvalho do Nascimento</i>	
<i>Michele Pereira da Silva Almeida Xavier</i>	
<i>Samuel Santos do Nascimento Júnior</i>	
<i>Ana Paula D'Araújo Borges</i>	
<i>Dalmo Valério Machado de Lima</i>	
<i>Monyque Évelyn dos Santos Silva</i>	
<i>Norma Valéria Dantas de Oliveira Souza</i>	
<i>Rogério Jorge Cirillo Menezes Júnior</i>	
<i>Cássio Silva Lacerda</i>	
DOI 10.22533/at.ed.61719230825	
CAPÍTULO 26	256
ASPECTOS JURÍDICOS DA ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA E SUA INFLUÊNCIA NO MEIO RURAL	
<i>Karina Burgos Anacleto</i>	
<i>Marcus Vinícius Contes Calça</i>	
<i>Matheus Rodrigues Raniero</i>	
<i>Alexandre Dal Pai</i>	
DOI 10.22533/at.ed.61719230826	
SOBRE O ORGANIZADOR	263

ANÁLISE ESTRUTURAL ASSISTIDA POR COMPUTADOR PARA VERIFICAR E ANALISAR O DIMENSIONAMENTO DE BASES FUNDIDAS DE FERRAMENTAS DE ESTAMPAGEM SOB OS ESFORÇOS RESULTANTES DO PROCESSO

Guilherme Dirksen

Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE –
Joinville – SC

Ademir Jose Demetrio

Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE –
Joinville – SC

Altair Carlos da Cruz

Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE–
Joinville – SC

Claiton Emilio do Amaral

Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE–
Joinville - SC

Custodio da Cunha Alves

Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE–
Joinville - SC

Emerson Jose Corazza

Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE–
Joinville - SC

Eveline Ribas Kasper Fernandes

Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE–
Joinville - SC

Fabio Krug Rocha

Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE–
Joinville - SC

Gilson Joao dos Santos

Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE–
Joinville - SC

Paulo Roberto Queiroz

Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE–
Joinville - SC

Renato Cristofolini

Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE–

Joinville - SC

Rosalvo Medeiros

Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE–
Joinville - SC

RESUMO: A concorrência presente na indústria, faz com que as empresas busquem novos métodos e tecnologias para desenvolver produtos de ótima qualidade e que são capazes de atender o cliente com baixo custo. Deste modo, pode-se observar a necessidade de softwares CAE (Computer Aided Engineering), os quais tornam as produções mais eficazes e, simultaneamente, aumentam a resistência e robustez do produto final de maneira otimizada. Tendo em vista essa necessidade mercadológica, o presente artigo tem por objetivo verificar e analisar se o dimensionamento atual aplicado na estrutura das bases fundidas de ferramenta de estampagem está corretamente dimensionado, propondo uma pesquisa voltada para as análises necessárias referente a resistência mecânica destas estruturas. Sendo assim, geometrias são propostas para análise e com o auxílio do software Ansys, foi possível determinar a estrutura que apresenta maior eficiência. Além disso, o software Autoform é capaz de demonstrar todos esforços provenientes da operação de estampagem, fornecendo com precisão dados necessários.

Por fim, houve também levantamento das propriedades mecânicas do material estudado. Por meio das pesquisas e das simulações, observou-se um superdimensionamento da estrutura hoje utilizada, assim permitindo que haja a realização de uma otimização no dimensionamento da estrutura.

PALAVRAS-CHAVE: Análise estrutural, Ferramenta de Estampagem, Simulação numérica, Elementos Finitos.

ABSTRACT: The competition in the industry nowadays, makes companies look for new methods and technologies to develop high quality product, that can provide the costumer the lowers costs. Thus, the need for CAE (Computer Aided Engineering) software was considered, that becomes the production much more effective and, simultaneously, the product resistance and robustness are enhanced in an optimized way. In view of this market need, the present article has the objective to verify and analyses if the current dimensioning applied in the structure of the die casting tool bases is correctly dimensioned, proposing a research focused on the necessary analyzes regarding the mechanical strength of these structures. Thus, geometries were proposed for analysis and with an aid of software Ansys, it is possible to determine the structure that presents the highest efficiency. Besides that, the software Autoform can demonstrate all the efforts coming from a die tool, providing with precision all the necessary data. Finally, there was also a survey of the mechanical properties of the studied material. By the researches and the simulations, it can be observed that there is an oversizing of the structures used today, thus allowing an optimization in the dimensioning of the structure.

KEYWORDS: Structural analysis; Die tool; Numerical simulation; Finite elements.

1 | INTRODUÇÃO

As ferramentas de estampagem empregam diversas operações de conformação mecânica. Os materiais empregados na estrutura da ferramenta, devem apresentar as propriedades mecânicas necessárias para suportar todos os esforços do processo, de modo a manter a integridade e a durabilidade.

O desenvolvimento das estruturas dessas bases ocorre muitas vezes através do conhecimento empírico do projetista, e não há um estudo para validar se o projeto apresenta a resistência necessária para suportar os esforços. Desta maneira são projetadas estruturas demasiadamente robustas para que não ocorra nenhuma falha durante a sua vida útil.

Tendo em vista estas situações, o uso de softwares CAE (*Computer Aided Engineering*), se faz de extrema importância, pois é possível criar em um ambiente virtual com todas as situações que podem afetar a estrutura, deste modo prevenindo as possíveis falhas e dimensionando a estrutura com o intuito de manter sua robustez de modo otimizado.

Este artigo apresenta um estudo relacionado a ferramentas de estampagem

com objetivo de verificar e analisar se o dimensionamento atual aplicado na estrutura das bases fundidas de ferramenta de estampagem está corretamente dimensionado.

Para atingir o objetivo geral, são traçados os objetivos específicos para realização do estudo, tais como, calcular os esforços de estampagem através de um software de simulação para um determinado produto afim de especificar a prensa de trabalho; verificar qual o material é indicado para estas estruturas; fazer um comparativo das propriedades mecânicas confrontando a norma e o material físico; submeter a estrutura a aplicação dos esforços em um ambiente virtual; determinar um critério de análise para simulação.

2 | REFERÊNCIAL TEÓRICO

Neste artigo serão abordados os conceitos em estampagem, caracterização de materiais, análise estrutural, simulação numérica e aspectos de projetos.

2.1 Estampagem

Constitui de um processo tecnológico de conformação plástica de chapa, com o qual é possível obter grande variedade de peças com relevante complexidade e ocas (WENNER, 2005).

Segundo Ferreira (2010), a conformação da chapa para esses processos, ocorrem através de dobramentos e estiramentos sucessivos, resultando em esforços de tração e compressão, em todos os seus elementos de volume nas três direções principais, tais como, radial, axial e circunferencial.

2.1.1 Estrutura da ferramenta

Para ferramentas de grande porte utilizam-se geralmente ligas de materiais fundidos que correlacionando com Bresciani et al. (2011), a Figura 01 destaca os principais componentes do ferramental que caracteriza o processo de estampagem profunda.

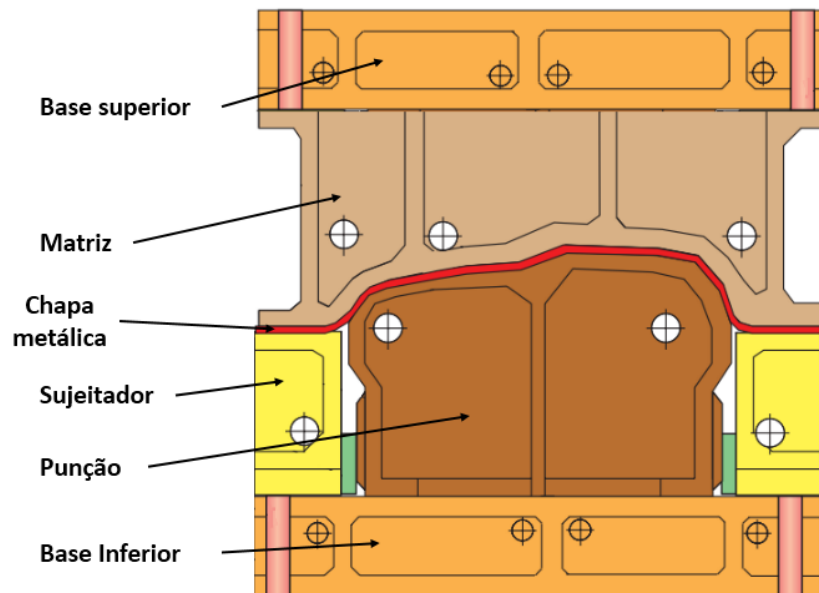


Figura 01 – Principais componentes para uma ferramenta de estampagem

Fonte: Adaptado de Altan, 1998.

Conforme a Figura 01 demonstra, as bases têm a função de fixar os componentes e são projetadas para suportar todos os esforços resultantes do processo de estampagem.

2.2 Caracterização do material

Segundo Altan (1998), o material aplicado tanto na base inferior como na base superior é o ferro fundido cinzento, classe GG-25. Souza (1982), define o ferro fundido cinzento como um material frágil e que apresentam tensões diferentes quando exigidos a tração e a compressão, conforme Figura 02.

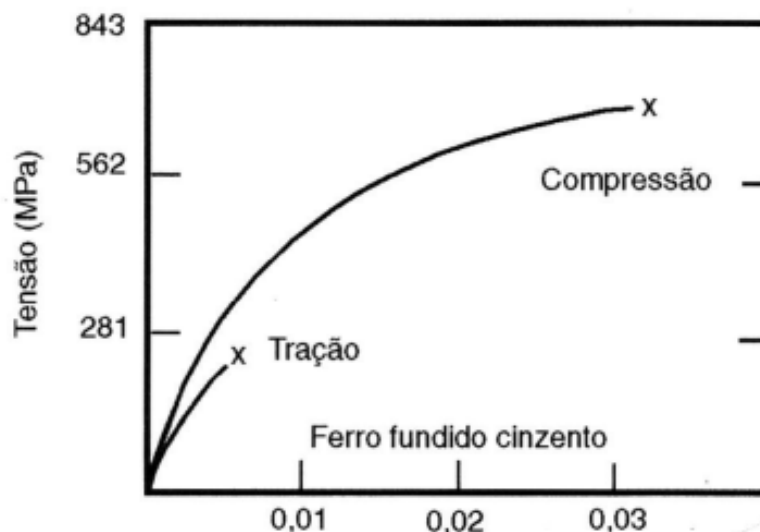


Figura 02 – Tensão x Deformação do ferro fundido cinzento.

Fonte: GARCIA et al., (2000).

O ferro fundido cinzento apresenta maior resistência a compressão (GARCIA et

al., 2000).

Segundo Chiaverini (1996), o valor de resistência a compressão é uma propriedade importante comercial, onde seu valor é de 3 a 4,5 vezes superior ao da resistência a tração. As propriedades mecânicas do ferro fundido cinzento, são verificadas no Quadro 01.

Resistência a tração (N/mm ²)	Resistência a compressão (N/mm ²)	Resistência a flexão (N/mm ²)	Resistência ao cisalhamento (N/mm ²)	Módulo de Elasticidade (kN/mm ²)
250 - 350	840	340	290	103 - 118

Quadro 01 – Propriedades Mecânicas do ferro fundido cinzento.

Fonte: Adaptado da norma EN 1561, (1997).

As propriedades descritas no Quadro 01 são obtidas a partir da norma DIN EN 1561, e suas propriedades são importantes para as análises estruturais.

2.3 Análise estrutural

Segundo Hibbeler (2010) uma estrutura poder estar sujeita a aplicação de uma carga concentrada, ou um carregamento distribuído. Beer et al. (2015), afirma que essas cargas geram tensões em toda a estrutura podendo ser direcional ou multidirecional.

Beer et al. (2015) apresenta dois critérios de falha para materiais frágeis, tais como o Critério da tensão normal máxima e o Critério de Mohr. Estes critérios determinam se a estrutura falhará ou não.

2.3.1 Critérios de falha

Segundo Beer et al. (2015), o critério da tensão normal máxima determina que o componente estrutural falhará se a tensão normal máxima do componente atingir o limite de resistência à tração (σ_{LT}). Deste modo o componente estará seguro se os valores das tensões principais ($\sigma_{m\acute{a}x}$ e $\sigma_{m\acute{i}n}$) forem menores que os limite de resistência à tração (σ_{LT}).

Beer et al. (2015), afirma que este critério considera que o limite de resistência a tração (σ_{LT}) e o limite de resistência a compressão (σ_{LC}) são iguais, porém para materiais frágeis isso raramente acontecerá.

O engenheiro alemão Otto Mohr, propôs o critério de Mohr que considera diferentes valores para limites de resistência a tração e compressão. Segundo Beer et al. (2015), para que esse critério seja executado as tensões últimas do material devem ser conhecidas e para análise são representadas através do diagrama de Mohr.

2.4 Simulação numérica

Segundo Melconian (2014), o MEF é um método para análise aproximada de vários fenômenos físicos que ocorrem em meios contínuos e que são descritos por meio de equações diferenciais parciais.

Por meio do software Autoform, podem-se obter resultados referente ao processo de conformação. Dentre os resultados, pode-se observar: estiramento de chapa e análise de gráfico FLD (Forming Limit Diagram); além de indicar os esforços necessários para conformação da chapa.

Segundo Naves e Cunha (2011), é necessário informar ao software Ansys alguns passos iniciais, como a definição das características do material usado, regiões de apoio, dimensionamento e os carregamentos envolvidos. De acordo com Antoniacomi e Souza, (2010), A simulação deve se iniciar pela construção de uma malha, assim substituindo uma região continua por elementos finitos.

3 | METODOLOGIA

O desenvolvimento da metodologia se baseia na seguinte sequência: Obtenção dos esforços de estampagem; determinação da carga de trabalho; desenvolvimento do modelo das bases de estampo e propostas; comparativo do material; preparação e simulação das bases.

3.1 Definição dos esforços de estampagem e carga de trabalho

Os esforços de estampagem foram obtidos a partir de uma sequência de operações definidas, representadas na Figura 03.

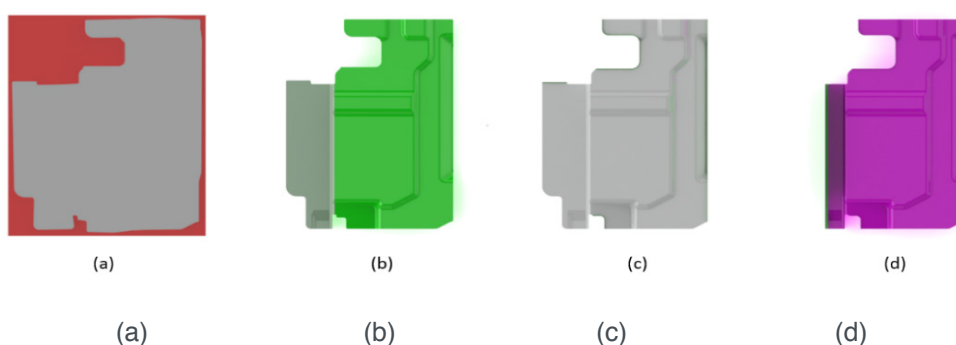


Figura 03 – Sequência de operações de estampagem. (a) OP-20 Corte em prensa; (b) OP-30 Embutimento; (c) OP-40 Dobramento; (d) OP-50 Dobramento.

Fonte: Primária, 2018.

As sequências de operações acima foram desenvolvidas de acordo com o produto desejado, onde foram necessárias 4 operações, sendo elas: (a) Corte em prensa; (b) Embutimento; (c) Dobramento; (d) Dobramento. As simulações dos estágios de conformação foram realizadas no software CAE (Computer Aided

Engineering), denominado AutoForm, que é um software específico para simulação de conformação. Para a realização da simulação é necessário informar ao software os dados de entrada, que seguem esta sequência: definição das ferramentas virtuais; material a ser estampado; operações de estampagem; dimensões da chapa. Após a realização da simulação, alguns resultados são exibidos, como o resultado de conformação da chapa, rugas, etc., porém foi extraído desta simulação os esforços de estampagem necessários para conformar a chapa em cada operação, conforme Tabela 01.

Operação	Força Operação (tf)	Força Sujeição (tf)	Força Total (tf)
OP - 20	58	5,8	63,8
OP - 30	38	17,7	55,7
OP - 40	38,6	33,4	72
OP - 50	41,4	39,2	80,6
Somatória dos esforços			272,1

Tabela 01 – Esforços necessários obtidos através da simulação no software Autoform para conformação da chapa.

Fonte: Primária, 2018.

A estrutura da base deverá suportar o esforço total da prensa, que, segundo Altan (1998) a prensa de trabalho é definida a partir de um acréscimo de 20% no esforço total para conformação, logo:

$$\text{Prensa de Trabalho} = 1,2 \times (272,1) = 326,52\text{tf}$$

Com base neste cálculo foi adotada uma prensa de trabalho de 400tf (tonelada força) ou 4.000kN, valor comum praticado na área de estamparia.

3.2 Comparativo das propriedades mecânicas do material

Para que os resultados das simulações sejam os mais próximos da realidade, foram comparados os valores das propriedades mecânicas vigente em norma e os valores praticados pelo setor metalúrgico. A simulação será baseada nos valores mais baixos encontrados, onde se utilizou uma tensão de 250 MPa para o limite de resistência a tração, 700 MPa para o limite de resistência a compressão, 290 MPa para o limite de resistência ao cisalhamento.

3.3 Fator de segurança

Segundo Norton (2013), para, para situações onde algumas propriedades mecânicas do material são aproximadas, deve ser considerado um fator de segurança igual a 3.

3.4 Deformação

O gráfico do ensaio de tração mecânica do material indica que este suporta uma deformação de 1,05 mm, para tensão de 268 MPa, como a tensão para análise é de 250 MPa, a deformação máxima do material será de 0,9 mm, que aplicando o fator de segurança será aceitável uma deformação de 0,3 mm.

3.5 Desenvolvimento do modelo e propostas para a estrutura das bases.

O desenvolvimento das estruturas do ferramental se baseia no conhecimento empírico do projetista, ou conforme solicitações dos clientes. Foram desenvolvidos os modelos das bases de estampo conforme podem ser analisadas na Figura 04, para acomodar as 4 operações de estampagem.

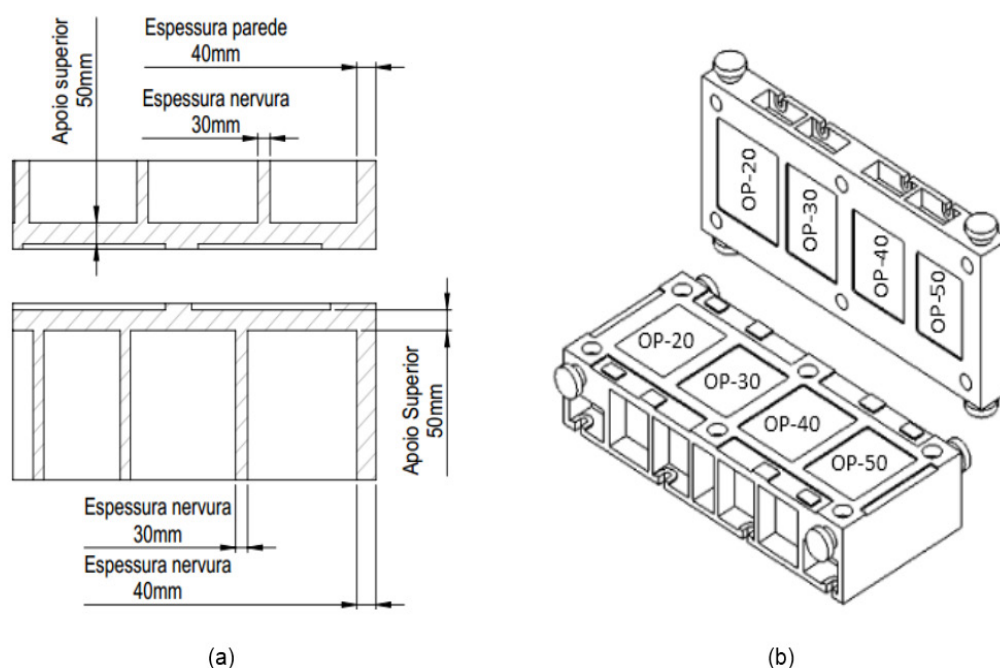


Figura 04 – Modelamento conceitual. (a) Vista em corte de seção para representar a estrutura; (b) Vista isométrica do conceito estrutural do modelo.

Fonte: Primária, 2018.

De modo geral se procurou utilizar paredes de 40 mm de espessura, nervuras internas de 30 mm de espessura, apoios inferiores de 35 mm e apoios superiores de 50 mm de espessura, conforme Figura 04(a).

3.6 Aspectos do projeto

Após a conclusão do projeto, não existe um estudo aprofundado em relação a resistência dos componentes. Geralmente essas formas construtivas podem ser substituídas por geometrias otimizadas, de modo a permitir uma distribuição uniforme da tensão e deformação. O Quadro 02 apresenta possíveis geometrias a serem adotadas para a construção das bases.

Geometria A	Geometria B	Geometria C	Geometria D	Geometria E
Vista do lado inferior das bases inferiores				
Vista isométrica do lado inferior das bases inferiores				
Massa teórica (Kg)				
5166,9	2050,1	1820,1	1987,5	1889,9

Quadro 02 – Comparativo entre as propostas para desenvolvimento das geometrias das bases

Fonte: Primária, 2018.

Os desenvolvimentos destas propostas foram baseados com diferentes posicionamentos das nervuras e com inserção de alívio de massa afim de reduzir o peso da estrutura e conseqüentemente reduzir os custos de fabricação.

3.7 Desenvolvimento da simulação estrutural das bases

Para realização das simulações são necessárias algumas informações, tais como, modelo matemático a ser simulado, material da estrutura, esforços aplicados e regiões de apoio. Os modelos matemáticos são importados para o software Ansys, onde a partir desses modelos são geradas as malhas.

Com a definição dos modelos e das malhas, é informado ao software o material a ser empregado na estrutura, onde as propriedades mecânicas adotadas foram as que representam o material na pior condição.

As forças aplicadas na estrutura são baseadas no esforço definido aplicado pela prensa de trabalho, e a área de aplicação destas cargas, são distribuídas conforme a região onde são fixados os módulos de conformação. Na Figura 05 está representada a aplicação dos esforços na estrutura.

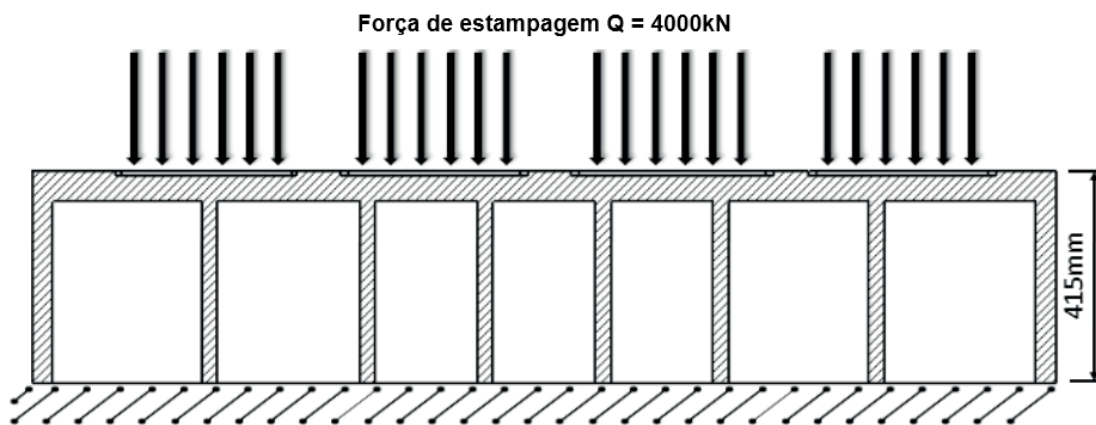


Figura 05 – Representação esquemática da aplicação das cargas e superfície de apoio.

Fonte: Primária, 2018.

Conforme a Figura 05, a simulação consistiu na aplicação de um carregamento estático uniaxial distribuído nas regiões onde ocorrem as operações de conformação, sendo o lado inferior da base engastado.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise dos resultados das simulações das geometrias propostas.

As simulações foram realizadas partindo dos mesmos conceitos de aplicação dos esforços, áreas de aplicação e o mesmo material, sendo este configurado na pior condição possível. Todos os modelos foram simulados e a interface das simulações podem ser analisadas na seção apêndice. Na figura 06, estão descritos os resultados obtidos de cada simulação.

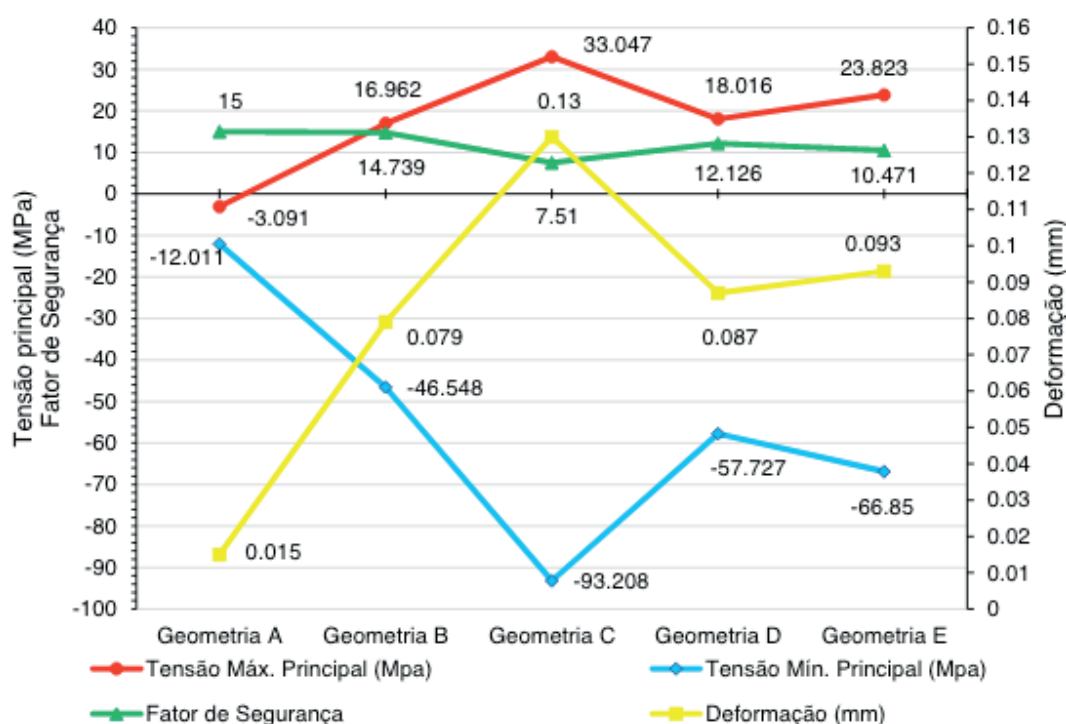


Figura 06 – Resultados extraídos das simulações das geometrias propostas realizadas no Ansys.

Fonte: Primária, 2018.

Na Figura 06 estão representados os principais resultados das simulações para análise dos dados obtidos. Esses dados baseiam-se na tensão máxima principal, tensão mínima principal, deformações máximas e o fator de segurança.

4.2 Definição da geometria de maior eficiência.

Para a determinação da eficiência de cada modelo proposto, foi tomado com base nas tensões principais máximas e mínimas, deformação máxima, índice de massa e fator de segurança de cada estrutura. Na Figura 07, estão representados os valores de massa teórica de cada geometria proposta.

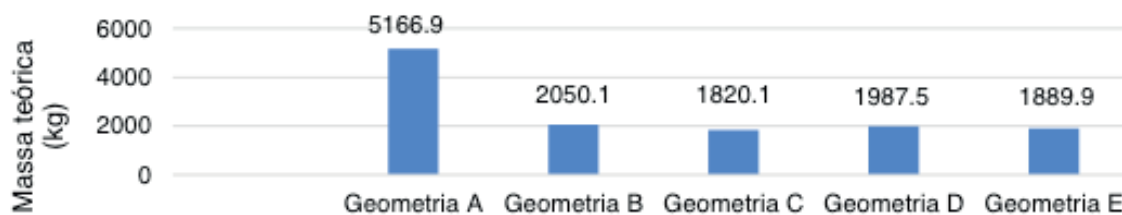


Figura 07: Índice de massa teórica (kg) das geometrias de cada estrutura.

Fonte: Primária, 2018.

Conforme Figura 07, a “Geometria A” apresentou a maior discrepância em relação as demais geometrias. Como a “Geometria B” e a “Geometria D” foram as que apresentaram melhores resultados em relação a resistência mecânica, logo, essas geometrias são consideradas as de maior eficiência. Porém, como a “Geometria D” apresentou índice de massa menor quando comparada a “Geometria B”, esta é definida como sendo a geometria de maior eficiência para o estudo. Os resultados de simulação com o auxílio do software Ansys podem ser analisados na Figura 08.

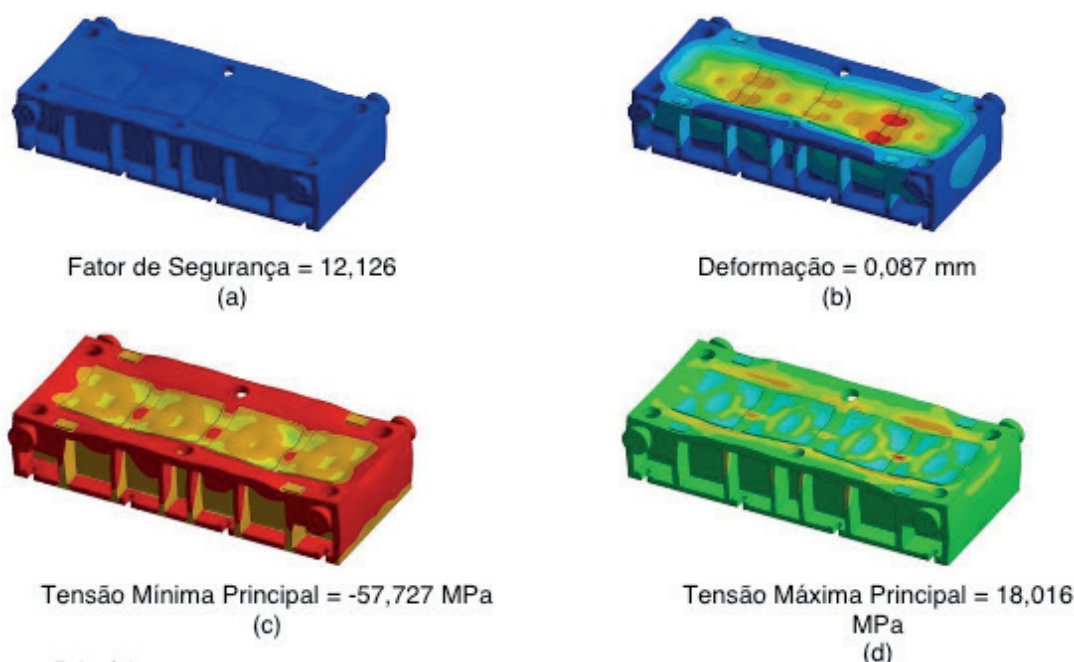


Figura 08 – Resultado da simulação da “Geometria D” com auxílio do software Ansys. (a) Fator de Segurança; (b) Deformação; (c) Tensão Mínima Principal; (d) Tensão Máxima Principal.

De acordo com a Figura 08, a simulação da estrutura em estudo apresentou uma alta margem de segurança, de modo que se obteve um elevado fator de segurança, as tensões principais sofridas estão distantes dos limites de resistência do material, assim como a deformação.

Considerando que a simulação se caracterizou através da pior condição do material, e que os valores retirados da simulação representam os pontos com maior criticidade, se considera que o atual modo de desenvolvimento e dimensionamento destas estruturas estão superdimensionados.

4.3 Otimização da geometria de maior eficiência

Visto que através do atual método são desenvolvidas estruturas superdimensionadas, propõe-se uma otimização para o atual dimensionamento.

A partir da geometria de maior eficiência (Geometria D), são propostas quatro novas estruturas com uma variação de redução média de 5 mm. Estas reduções são aplicadas nas espessuras das paredes, nervuras e apoios.

Para a simulação das estruturas otimizadas, foram aplicados os mesmos critérios utilizados nas simulações anteriores, e podem ser verificadas na seção apêndice. O resumo dos principais resultados para os critérios de análise estão dispostos na Tabela 02.

Estrutura	Tensão Máxima Principal (MPa)	Tensão Mínima Principal (MPa)	Deformação (mm)	Fator de Segurança	Massa Teórica (kg)
Geo. D1	292,660	-621,050	1,161	0,850	641,570
Geo. D2	102,400	-208,250	0,370	2,392	952,140
Geo. D3	65,116	-133,980	0,237	3,729	1198,6
Geo. D4	37,659	-85,821	0,159	6,638	1410,6

Tabela 02 – Valores das simulações para as bases otimizadas.

Fonte: Primária, 2018.

Das geometrias otimizadas, a que apresentou resistência estrutural satisfatória, é a “Geometria D3”. Esta estrutura é dimensionada com nervuras de 20 mm de espessura, paredes com 20 mm de espessura e apoio superior com 25 mm de espessura.

Os resultados obtidos através da simulação da “Geometria D3”, observa-se que os valores para deformação e o fator de segurança estão bem próximos dos valores estipulados de acordo com a metodologia deste artigo, onde o fator de segurança desejado é igual a 3 e a deformação máxima igual 0,3 mm, e foram obtidos um fator de segurança igual a 3,72, e a deformação máxima resultou em 0,237 mm.

Esta geometria apresentou um índice de massa teórica de 1198,6 kg, deste modo, houve uma redução de aproximadamente 41,5%, quando comparada a estrutura conceito (Geometria B) que possuía cerca de 2050,1 kg de massa teórica.

5 | CONCLUSÃO

Este artigo teve como objetivo elaborar um estudo de modo a permitir a validação da maneira atual de desenvolvimento das estruturas das bases de ferramentas de estampagem, onde se procurou verificar e analisar se o método utilizado para o dimensionamento está correto.

Como todo o estudo foi baseado apenas na teoria, e não foram realizados nenhum tipo de teste ou ensaio, procurou-se de modo geral, simular situações virtuais com os valores utilizados o mais próximo possível da realidade. Deste modo a importância de se utilizar softwares de simulação numérica é extremamente relevante para estudos que buscam meios para otimização de determinados produtos e processos.

Com o auxílio dos softwares CAE observou-se um fator de segurança igual a 14,149, e demais critérios de análise, ficarem muito distantes das tensões e deformações suportadas pelo material.

Devido a estes fatos é possível concluir que o atual dimensionamento das estruturas das bases de ferramentas de estampagem está superdimensionado, de modo a permitir a realização de uma otimização da estrutura.

Visto o superdimensionamento como uma oportunidade de melhoria para o processo, foram propostas algumas reduções na estrutura de modo a torná-la otimizada. Com as simulações realizadas destas estruturas foi alcançado, uma redução de massa teórica de aproximadamente 41,5%.

Como propostas para trabalhos futuros se sugere a realização de ensaios mecânicos para se determinar todas as propriedades mecânicas do material, afim de se obter um menor coeficiente de segurança, e conseqüentemente uma maior redução de massa. Como o projeto de ferramenta é exclusivo para uma única peça, a determinação de uma equação onde se relaciona todas as variáveis encontradas neste artigo para desenvolvimento de futuros projetos.

REFERÊNCIAS

ALTAN, T. **Metal Form Hadbook. Ohio / Schuler**: Die Deutsche Bibliothek – CIP – Einheitsaufnahme, 1998.

ANTONIACOMI e SOUZA. **A Técnica Dos Múltiplos Domínios Aplicada À Geração De Malhas No Software Ansys Cfx-Mesh**. Conen 2010, Campina Grande, Paraíba.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6589: Peças em ferro fundido cinzento classificados conforme a resistência à tração**. Rio de Janeiro, p. 11. 1986.

BEER, F. P., JOHNSTON, E. R. J., DEWOLF, J. T., MAZUREK, D. F. **Mecânica dos Materiais**. 7ed., Porto Alegre, AMGH editora Ltda., 2015.

BRESCIANI Filho, E., SILVA, I. B., BATALHA, G. F., BUTTON, S. T. **Conformação Plástica dos Metais**. 6. ed. São Paulo, EPUSP, 2011.

CHIAVERINI, V. **Aços e ferros fundidos**: características gerais, tratamentos térmicos, principais tipos. 7ed. São Paulo, SP: ABM, 1996.

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG. **EN 1561: Gray Cast Iron**. 1997.

FERREIRA, R. A. S. **Conformação Plástica**: Fundamentos metalúrgicos e Mecânicos. 2ed., Recife, Editora Universitária da UFPE, 2010.

GARCIA, A., SPIM, J. A., SANTOS, C. A. **Ensaio dos Materiais**. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 2000.

HIBBELER, R. C. **Resistência dos Materiais**. 7ed. São Paulo, Pearson, 2010.

MELCONIAN, Marcos Vinícius. **Modelagem Numérica e Computacional com Diminuição e Elementos Finitos**. São Paulo, Edgard Blücher, 2014

NAVES, G.F.; CUNHA, J. **Simulação numérica do comportamento estrutural e pré-dimensionamento das estruturas arco e cúpula**. Revista Horizonte Científico, Uberlândia, n. 1, v. 5, p. 1-20, 2011.

NORTON, R. L. **Projeto de Máquinas**: uma abordagem integrada. 4 ed. Porto Alegre, Bookman, 2013.

SOUZA, S. A. **Ensaaios Mecânicos de Materiais Metálicos**: Fundamentos Teóricos e Práticos. 5ed. São Paulo, Edgard Blücher, 1982.

WENNER, M. L. (2005). Overview – Simulation of metal forming. Numisheet 2005: Proceedings of the 6th International Conference on Numerical Simulations of 3D Sheet Metal Forming Processes, pp. 3-7 AIP Conference Proceedings.

SOBRE O ORGANIZADOR

Andrei Strickler - Graduado com titulação de Bacharel em Ciência da Computação pela Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO. Mestre em Informática pela Universidade Federal do Paraná - UFPR. Atua como membro do Conselho Editorial da Revista de Ciências Exatas e Naturais - RECEN. Também é membro do grupo de Pesquisa: Inteligência Computacional e Pesquisa Operacional da UNICENTRO; desempenhando pesquisas principalmente nas áreas de Inteligência Artificial e Métodos Numéricos. Atualmente é Professor Colaborador na UNICENTRO lotado no Departamento de Ciência da Computação.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Agricultura de precisão 162

Aprendizagem 7, 74, 93

Arduino 150, 151, 152, 153, 154, 156, 157, 160, 161, 162, 163, 168

Argamassa estabilizada 242

Automação 103, 162, 179

B

Bitcoin 194, 195, 196, 197, 198, 199, 201, 202, 203, 204, 205

C

CAM 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123

Criptomoeda 194

D

DCCA 185, 186, 187, 188, 190

Deficiência 150, 151, 154, 155, 161

DFA 185, 186, 187, 188, 189, 191

E

Elementos Finitos 126, 138

Energia solar na agricultura 256

Ensino-aprendizagem 65

Estatística 6, 25, 108, 181, 182, 184, 185, 220

Etnociência 38

F

fuzzy 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 177, 179, 180

G

Geração individual de energia solar 256

H

HCFC 214

Hospitalização 77, 78

I

Inovação 2, 5, 65, 140, 180, 246

Internet das coisas 162

L

Litecoin 194, 195, 197, 199, 201, 202, 203, 204

Lúdico 77, 79, 81

M

Matemática 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 25, 51, 61, 62, 63, 92, 105, 106, 112, 194

MCC 139, 141, 142, 148

Microfresamento 116

Monitoramento 140, 142

O

Otimização 136

P

Professor 15, 256

S

Sensores 162

Simulação numérica 126, 130, 138

T

Tecnologia 2, 5, 1, 39, 49, 63, 82, 83, 84, 107, 108, 140, 141, 150, 236, 246, 247

Tolerâncias 116

Trânsito 170

Tratamento 77

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-561-7



9 788572 475617