

**Franciele Bonatto
Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta
(Organizadores)**

Impactos das Tecnologias nas Engenharias 4



**Franciele Bonatto
Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta**
(Organizadores)

Impactos das Tecnologias nas Engenharias

4

**Atena Editora
2019**

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
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
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
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
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

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

134 Impactos das tecnologias nas engenharias 4 [recurso eletrônico] / Organizadores Franciele Bonatto, Henrique Ajuz Holzmann, João Dallamuta. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Impactos das Tecnologias nas Engenharias; v. 4)

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-85-7247-194-7
DOI 10.22533/at.ed.947191503

1. Engenharia. 2. Inovações tecnológicas. 3. Tecnologia.
I. Bonatto, Franciele. II. Holzmann, Henrique Ajuz. III. Dallamuta, João.
CDD 658.5

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

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.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Caro leitor(a)

Nesta obra temos um compendio de pesquisas realizadas por alunos e professores atuantes em engenharia e tecnologia. São apresentados trabalhos teóricos e vários resultados práticos de diferentes formas de aplicação e abordagens de simulação, projetos e caracterização no âmbito da engenharia e aplicação de tecnologia.

Tecnologia é o pilar mais importante da engenharia. Os profissionais que se dedicam a pesquisa e desenvolvimento de novos produtos e processos não estão preocupados com todos os aspectos da tecnologia, mas com a tecnologia existente, bem como com a tecnologia futura considerada viável. Uma visão ampla de tecnologia é portanda fundamental para engenheiros. É esta amplitude de áreas e temas que procuramos reunir neste livro.

De abordagem objetiva, a obra se mostra de grande relevância para graduandos, alunos de pós-graduação, docentes e profissionais, apresentando temáticas e metodologias diversificadas, em situações reais

Aos autores, agradecemos pela confiança e espírito de parceria.

Boa leitura

Franciele Bonatto
Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta

Tecnologia e Engenharia em Foco

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ANÁLISE E DIMENSIONAMENTO TÉRMICO DO SISTEMA DE UM FREIO	
<i>Franklin Lacerda de Araújo Fonseca Júnior</i> <i>David Domingos Soares da Silva</i>	
DOI 10.22533/at.ed.9471915031	
CAPÍTULO 2	9
DETERMINAÇÃO E AVALIAÇÃO DA DUREZA E DA MICROESTRUTURA DO AÇO AISI 5160 NA CONDIÇÃO PADRÃO E ESFEROIDIZADO	
<i>Anelise Pereira da Silva</i> <i>Suelen de Fátima Felisberto</i> <i>Amir Rivaroli Junior</i> <i>Cristina de Carvalho Ares Elisei</i> <i>Jorge Luiz Rosa</i> <i>Sérgio Roberto Montoro</i>	
DOI 10.22533/at.ed.9471915032	
CAPÍTULO 3	17
INOVAÇÕES EM BROCA: UTILIZAÇÃO DE JATO DE ÁGUA COM ALTO CONTEÚDO ENERGÉTICO E ALARGADORES MECÂNICOS COMO PRINCÍPIO DE ESCAVAÇÃO	
<i>Rafael Pacheco dos Santos</i> <i>Lidiani Cristina Pierri</i> <i>Jair José dos Passos Junior</i> <i>Anderson Moacir Pains</i> <i>Marcos Aurélio Marques Noronha</i>	
DOI 10.22533/at.ed.9471915033	
CAPÍTULO 4	25
ESTUDO DE UM CONTROLADOR DE UM BRAÇO ROBÓTICO COM DOIS GRAUS DE LIBERDADE COM BASE EM LMI	
<i>Márcio Roberto Covacic</i> <i>Ruberlei Gaino</i> <i>Cesar Capobianco</i>	
DOI 10.22533/at.ed.9471915034	
CAPÍTULO 5	33
INFLUÊNCIA DA VARIAÇÃO DA POTÊNCIA DE SOLDAGEM NO PROCESSO DE SOLDAGEM A LASER NO AÇO BLAR	
<i>Ana Paula Alves de Oliveira</i> <i>Francisco Cardoso de Melo Junior</i> <i>Amir Rivaroli Junior</i> <i>Emerson Augusto Raymundo</i> <i>João Maurício Godoy</i> <i>Marcelo Bergamini de Carvalho</i> <i>Sérgio Roberto Montoro</i>	
DOI 10.22533/at.ed.9471915035	

CAPÍTULO 6 42

IMPLEMENTAÇÃO DE UMA TÉCNICA DE CONTROLE PREDITIVO NÃO LINEAR PRÁTICA NO ACIONAMENTO DE UM MOTOR CC

Cleber Asmar Ganzaroli
Douglas Freire de Carvalho
Luiz Alberto do Couto
Rafael Nunes Hidalgo Monteiro Dias
Wesley Pacheco Calixto

DOI 10.22533/at.ed.9471915036

CAPÍTULO 7 55

IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA DE PRESENÇA USANDO LEITOR CCD E CRIPTOGRAFIA NO MODELO DE CIFRA DE VIGÊNERE

Éric Dias Souza
Victor Francisco Rigolo Fernandes de Almeida
Wagner dos Santos Clementino de Jesus

DOI 10.22533/at.ed.9471915037

CAPÍTULO 8 61

MODELAGEM DINÂMICA E CONTROLE PID DE MANIPULADORES ROBÓTICOS COM APLICAÇÃO NO ROBÔ DENSO VP6242G

Leonardo Augusto Arruda
Márcio Roberto Covacic
Ruberlei Gaino

DOI 10.22533/at.ed.9471915038

CAPÍTULO 9 81

MODELAGEM CINEMÁTICA E SIMULAÇÃO 3D DO MANIPULADOR INDUSTRIAL DENSO VP6242G

Giovani Augusto de Lima Freitas
Márcio Roberto Covacic
Ruberlei Gaino

DOI 10.22533/at.ed.9471915039

CAPÍTULO 10 103

PROGRAMAÇÃO LÓGICA INDUTIVA APLICADA À COMPUTAÇÃO MUSICAL: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Clenio Batista Gonçalves Junior
Murillo Rodrigo Petrucelli Homem

DOI 10.22533/at.ed.94719150310

CAPÍTULO 11 119

ANÁLISE DA MICROESTRUTURA DO FERRO FUNDIDO FC 250 SOB EFEITO DA CORROSÃO EM SOLUÇÃO ÁCIDA

Lariane Ferreira Sena
Rafaela Cunha dos Reis
Aline Alcamin Monteiro
Paula Luisa Silva

DOI 10.22533/at.ed.94719150311

CAPÍTULO 12 130

SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE CÉRIA DOPADA COM GADOLÍNIA E CO-DOPADA COM ÓXIDO DE COBRE

*Raquel Rodrigues do Nascimento Menezes
Thamyscira Herminio Santos da Silva
Allan Jedson Menezes de Araújo
Erik Benigno Grisi de Araújo Fulgêncio
Lizandra Fernanda Araújo Campos
Ricardo Peixoto Suassuna Dutra
Daniel Araújo de Macedo*

DOI 10.22533/at.ed.94719150312

CAPÍTULO 13 146

CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA E MICROESTRUTURAL DE LIGAS CU-AL-MN PASSÍVEIS DO EFEITO MEMÓRIA DE FORMA ENVELHECIDAS

*Marcos Barbosa Dos Anjos Filho
Carlos Cássio de Alcântara
José Joelson de Melo Santiago*

DOI 10.22533/at.ed.94719150313

CAPÍTULO 14 153

INFLUÊNCIA DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DO ADITIVO DE CARBONO MICROGRAF® 9930MA NA CAPACIDADE C-20 DA PLACA NEGATIVA DE BATERIAS CHUMBO-ÁCIDO

*Lucas Carvalho Santana
André Castilho dos Santos
Cynthia Mayara de Carvalho
Gilberto Augusto de Oliveira Brito
Christiano Jorge Gomes Pinheiro*

DOI 10.22533/at.ed.94719150314

CAPÍTULO 15 162

DETERMINAÇÃO DE SÓLIDOS TOTAIS EM SUSPENSÃO NA ÁGUA PRODUZIDA: UMA ANÁLISE A PARTIR DE UMA PRÁTICA LABORATORIAL

*Raul José Alves Felisardo
Gabriela Menezes Silva
César de Almeida Rodrigues*

DOI 10.22533/at.ed.94719150315

CAPÍTULO 16 168

ADSORÇÃO DO CORANTE AZUL DE METILENO PELO BAGAÇO DE BUTIÁ PARA O TRATAMENTO DE EFLUENTES

*Luciana Machado Rodrigues
Vanessa Rosseto
Clarissa Ferreira Pin
Ethielle Bordignon de Carvalho Prestes*

DOI 10.22533/at.ed.94719150316

CAPÍTULO 17 176

DESENVOLVIMENTO, CARACTERIZAÇÃO E APLICAÇÃO DE UM NOVO ADSORVENTE DE BAIXO CUSTO NA ADSORÇÃO E DESSORÇÃO MONO E MULTICOMPONENTE DE METAIS PESADOS EM COLUNA DE LEITO FIXO

Gabriel André Tochetto
Danieli Brandler
Deisy Maria Memlak
Francine Caldart
Gean Delise L. P. Vargas
Cleuzir da Luz
Joceane Pigatto
Adriana Dervanoski

DOI 10.22533/at.ed.94719150317

CAPÍTULO 18 187

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DO COMPLEXO OXALATO DE NÍOBIO NA OBTENÇÃO DE BIODIESEL SOB VIA METÉLICA

Rayane Ricardo da Silva
Carlson Pereira de Souza
Tiago Fernandes Oliveira
Maria Veronilda Macedo Souto
Angelinne Costa Alexandrino

DOI 10.22533/at.ed.94719150318

CAPÍTULO 19 195

ANÁLISE DA COMPATIBILIDADE ENTRE RESÍDUO OLEOSO DA INDÚSTRIA DE E & P DE PETRÓLEO E CIMENTO PORTLAND PARA UTILIZAÇÃO EM CONCRETO

Yane Coutinho Lira
Fernanda Cavalcanti Ferreira
Romildo Alves Berenguer
Rodrigo Mendes Patrício Chagas
Ana Maria Gonçalves Duarte Mendonça
Milton Bezerra das Chagas Filho

DOI 10.22533/at.ed.94719150319

CAPÍTULO 20 205

RETENÇÃO DE ÍONS METÁLICOS DE COBRE E ZINCO EM CASCA DE MARACUJÁ AMARELO

Bianca de Paula Ramos
Rosane Freire Boina

DOI 10.22533/at.ed.94719150320

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 217

ANÁLISE E DIMENSIONAMENTO TÉRMICO DO SISTEMA DE UM FREIO

Franklin Lacerda de Araújo Fonseca Júnior

Universidade Federal da Paraíba

João Pessoa - PB

David Domingos Soares da Silva

Universidade Federal da Paraíba

João Pessoa - PB

RESUMO: O sistema de freios promove a parada do veículo de maneira eficiente e segura, para que isso ocorra é preciso dimensioná-lo de forma correta, a fim de evitar a ocorrência de falhas durante o seu acionamento. Na frenagem, as energias cinética e potencial de um veículo são convertidas em energia térmica através do atrito do disco com a pastilha. O superaquecimento dos discos pode vir a ocasionar problemas e levar os mesmos a fratura. Assim, este estudo tem como principal objetivo, analisar a capacidade de dissipação de calor dos discos para uma motocicleta de 250cc, garantindo que o freio não venha a falhar durante a sua utilização. Utilizou-se o software ANSYS para a análise térmica com a finalidade de estudar se os discos estão aptos a realizar toda a frenagem sem que ocorra algum dano. A análise térmica mostrou que o disco dianteiro irá atingir uma temperatura máxima em torno de 260°C, não comprometendo a resistência mecânica do aço estrutural, tendo em vista

que esse só irá mudar suas propriedades a partir de 400°C, logo o disco não sofrerá os possíveis problemas ocasionados por um superaquecimento. A análise térmica do disco traseiro também demonstra uma eficiente dissipação de calor, atingindo temperatura máxima de aproximadamente 107°C, mostrando que esse disco não sofrerá problemas de superaquecimento.

PALAVRAS-CHAVE: Análise térmica, disco de freio, frenagem.

ABSTRACT: Brake system promotes the stop of the vehicle efficiently and safely, for this to occur it is necessary to scale it properly, in order to avoid the occurrence of faults during your activation. In braking, kinetic and potential energies of a vehicle are converted into thermal energy through the friction of the blade with the gum. The overheating of the disks might cause problems and take the same fracture. Thus, this study's main objective, analyze heat dissipation capacity of the disks for a 250cc motorcycle, ensuring that the brake will not fail during your use. ANSYS software was used for the thermal analysis with the purpose of studying if the disks are able to perform all braking without any damage to occur. Thermal analysis showed that the front disc will reach a maximum temperature around 260° C, not compromising the mechanical resistance of structural steel,

bearing in mind that this will only change its properties from 400° C, then the disc will not be the possible problems caused by overheating. Thermal analysis of rear disc also demonstrates an efficient heat dissipation, reaching a maximum temperature of approximately 107° C, showing that this disk will not be overheating problems.

KEYWORDS: Thermal analysis, brake disc, braking.

1 | INTRODUÇÃO

Os veículos são constituídos de diferentes sistemas que em conjunto possibilitam que o veículo se mova e consiga realizar todos os comandos do piloto/motorista com eficiência e segurança.

Entre esses sistemas pode-se dar destaque ao sistema de freios que tem por objetivo efetuar a frenagem do veículo, de forma eficiente e segura, além de se tratar de uma função que obedece a requisitos rigorosos de segurança. Dessa maneira, a problemática desta pesquisa trata do desenvolvimento de discos de freios que garantam a eficiência e a segurança durante o processo de frenagem.

Este estudo busca realizar de maneira objetiva o dimensionamento térmico dos discos de uma motocicleta de 250cc.

Para se realizar o dimensionamento térmico é de extrema importância se ater aos defeitos que um superaquecimento pode vir a ocasionar nos discos de freio, partindo dessa premissa a partir dos estudos bibliográficos constatou-se que os discos podem vir a sofrerem fratura térmica devido a má dissipação do calor gerado durante a frenagem devido ao atrito das pastilhas com o disco, esse superaquecimento pode vir a causar fissuração superficial devido a carga térmica, isso ocorre devido ao choque térmico e/ou a fadiga térmica.

O estudo tem relevância na área da engenharia mecânica já que trata do dimensionamento de discos de freios, a abordagem utilizada pode ser extrapolada para o dimensionamento térmico não só de motocicletas, mas também para automóveis de pequeno e grande porte.

Foram utilizadas pesquisas bibliográficas acerca do tema além da utilização do software ANSYS para a análise térmica com a finalidade de estudar se os discos estão aptos a realizar toda a frenagem sem que ocorra algum dano em sua estrutura devido ao superaquecimento.

2 | SISTEMA DE FREIOS

O sistema de freio a disco é composto basicamente por três componentes básicos: o disco, a pinça, e as pastilhas de freio (GONÇALVES, 2004).

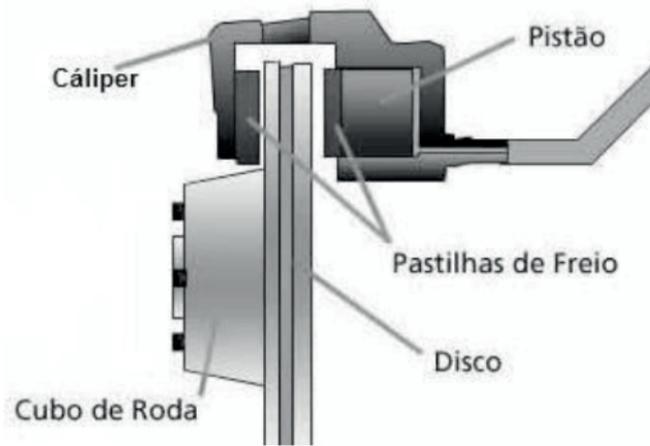


Figura 1. Componentes de um freio a disco.

2.1 Pinça de freio

Para realizar o travamento do freio é acoplado uma pinça, o qual possui um cilindro que comprime as pastilhas de freio contra o disco realizando seu travamento. Este sistema normalmente é utilizado nos eixos dianteiros de veículos de pequeno porte, devido ao seu custo de fabricação ser mais elevado em relação ao sistema de freio a tambor, que normalmente é utilizado nos eixos traseiros (LIMPERT, 1999).

O principal objetivo da pinça (cáliper) é transmitir a pressão do pistão para o disco, comprimindo a pastilha sobre os discos, realizando uma força de atrito e consequentemente vindo a parar o veículo.

2.2 Pastilhas de freio

De acordo com Limpert (1999), o material de atrito encontra-se nas pastilhas e não nos discos, devido a maior facilidade de remoção das pastilhas, pois devido ao desgaste é necessário que seja realizado a troca das pastilhas após o seu desgaste. As pastilhas possuem um coeficiente de atrito 0,35-0,45 e devem possuir facilidade de remoção, resistência e durabilidade.

Conforme Kruze (2009), as pastilhas devem possuir a capacidade de absorver calor sem sofrer danos, possibilitando uma maior durabilidade em seu uso, além de terem a capacidade de converter energia cinética em energia térmica.

2.3 Disco de freio

Segundo Rosa et. al. (2008), os freios a disco possuem uma maior resistência ao *fade*, que é o desgaste devido ao superaquecimento e pode levar a o disco a sofrer fissuração, essa maior resistência se da devido ao fatos destes discos possuírem uma boa dissipação de calor, pois estão em contato direto com o ambiente externo, sofrendo uma refrigeração forçada por convecção devido ao ar, ao contrário dos freios a tambor que se encontram internos não havendo contato com o ar.

3 | ANÁLISE TÉRMICA

Uma das funções do disco de freio é armazenar e/ou dissipar calor, evitando que ocorram danos na integridade estrutural do disco.

Uma vez que a integridade estrutural de um freio pode estar relacionada com a temperatura na superfície de atrito, a maioria das investigações teóricas são dirigidas a determinação do aumento de temperatura esperado durante a frenagem em uma única frenagem ou durante repetidas ou contínuas frenagens.

De acordo com Knoel S/A (1976), do calor gerado durante a frenagem, aproximadamente 95% é absorvido pelo tambor ou disco e 5% pelo forro do freio ou pastilha, ocasionando um aquecimento nos discos.

Conforme Limpert (1999), para que haja a dissipação do calor é necessário que haja um nível mínimo de ar sobre as superfícies do disco, para que ocorra convecção, também é necessária uma pressão mínima de ar para empurrar a água que esteja sobre o disco, para que não ocorra corrosão do mesmo, logo ao se projetar o disco sua geometria deve ser capaz de conseguir possibilitar que ocorra a dissipação do calor, limpeza da água e de impurezas.

Segundo Knoel S/A (1976), o aumento da temperatura no disco pode causar mudanças na sua estrutura, podendo culminar choque térmico e/ou fadiga térmica, esses efeitos térmicos resultam em deformações plásticas ou até mesmo em falhas na superfície do disco, portanto é de extrema importância que se tenha ideia da magnitude da temperatura a que o disco será submetido, para que o mesmo não venha a sofrer tais danos em sua estrutura.

4 | DIMENSIONAMENTO TÉRMICO

Durante a frenagem, a energia cinética e a energia potencial do veículo, são convertidas em energia térmica através da fricção dos freios. Para uma desaceleração do veículo em uma superfície plana, de velocidade alta V_1 para uma velocidade baixa V_2 , a energia de frenagem segundo demonstração encontrado em Knoel (1976) é dada por:

$$E_b = \left(\frac{m}{2}\right) x (V_1^2 - V_2^2) + \left(\frac{I}{2}\right) x (w_1^2 - w_2^2) \quad (1)$$

Se o veículo sofrer uma desaceleração completa, temos que $V_2 = W_2 = 0$, então a equação anterior se reduzirá a:

$$E_b = \frac{mV_1^2}{2} + \frac{Iw_1^2}{2} \quad (2)$$

Sabendo que m é a massa do veículo, V_1 a velocidade do veículo, W_1 velocidade angular e I o momento de inercia. Quando todas as partes girantes são expressas na revolução da roda temos que, $V = R \cdot W$, logo:

$$E_b = \frac{m(R.w)^2}{2} + \frac{Iw_1^2}{2} \quad (3)$$

$$E_b = \frac{m}{2} \left(1 + \frac{I}{R^2 m}\right) V_1^2 \quad (4)$$

$$E_b = \frac{k.m.V_1^2}{2} \quad (5)$$

Sendo K o fator de correção para massas rotativas. Valores típicos de K, para veículos de passeio variam de 1,05 até 1,15 em alta velocidade e de 1,3 até 1,5 em baixas velocidades (LIMPert, 1999).

A potência de frenagem é dada pela eq. (6) abaixo.

$$P_b = \frac{d(E_b)}{dt} \quad (6)$$

Quando a desaceleração do veículo ocorre de maneira constante, temos que sua velocidade varia no tempo, segundo a seguinte eq. (7).

$$V(t) = V_1 - at \quad (7)$$

Logo a potência de frenagem será:

$$P_b = k. m. a. (V_1 - at) \quad (8)$$

Inspeções revelam que a potência de frenagem não é constante durante o processo de frenagem. No início de frenagem ($t=0$), a potência de frenagem é máxima, diminuindo para zero quando o veículo está totalmente parado.

O tempo t_s , para o veículo ser parado é dado pela eq. (9).

$$t_s = \frac{V_1}{a} \quad (9)$$

Sabendo que (a) é a desaceleração do veículo.

A potência média de frenagem, pode ser calculada em unidades térmicas, e é dada pela seguinte eq. (10).

$$q_0 = \frac{k(1-s).V_1.a.w.3600}{2.(778)} \quad (10)$$

Sabendo que s o deslizamento do pneu, representa a energia absorvida pelo pneu/estrada devido ao deslizamento parcial do pneu. Para uma situação extrema que seria a de travamento do pneu, temos que $s=1$.

Um veículo que está sendo desacelerado com seus pneus operando perto de sua capacidade máxima de travagem, sem que o bloqueio completo da roda ocorra, terá os pneus a funcionar, em aproximadamente 8 a 12% deslizamento (KNOVEL S/A, 1976).

A aceleração a que nesse caso é desaceleração tem que ser dada em função de g, logo temos que $1m/s^2$ é igual a $0,1g$ (LIMPert, 1999). W é o peso suportado pelo eixo, que será diferente para os eixos dianteiro e traseiro.

A potência máxima produzida durante a frenagem é igual a

$$q_0 = 2xq_0 \quad (11)$$

5 | RESULTADOS

5.1 Dimensionamento térmico disco dianteiro

O cálculo da potência de frenagem é dado pela eq. (10).

$$q_0 = \frac{1,05x(1 - 0,12)x22,22x2,1x1452x3600}{2.(778)} = 144842 \frac{btu}{h} \text{ ou } 42438,7W$$

Com o cálculo da potência de frenagem, calcula-se a potência máxima de frenagem através da eq. (11).

$$q_0 = 84877,4 W$$

5.2 Dimensionamento térmico disco traseiro

O cálculo da potência de frenagem é dado pela eq. (10).

$$q_0 = \frac{1,05x(1 - 0,12)x22,22x2,1x363x3600}{2.(778)} = 36210,5 \frac{btu}{h} \text{ ou } 10609,7W$$

Com o cálculo da potência de frenagem, calcula-se a potência máxima de frenagem através da eq. (11).

$$q_0 = 21219,4 W$$

5.3 Simulação térmica disco dianteiro

Na análise térmica do disco considerou-se a dissipação desse calor por convecção e radiação, sendo a principal variável da convecção o coeficiente de transferência de calor por convecção, que depende da velocidade do ar, da sua direção, da temperatura do corpo e da geometria do disco, podendo ser diferente para pontos distintos da mesma superfície, logo a definição desse coeficiente se torna difícil já que as características ao qual depende se alteram constantemente.

Para a simulação foi utilizado três valores de coeficientes que variam no tempo em que ocorre a frenagem, sendo o primeiro para convecção forçada e os dois últimos para convecção natural, respectivamente 35, 25 e $17 \left[\frac{W}{m^2K} \right]$. A emissividade é o parâmetro mais importante da radiação para simulação e foi considerado a emissividade do aço 0,66.

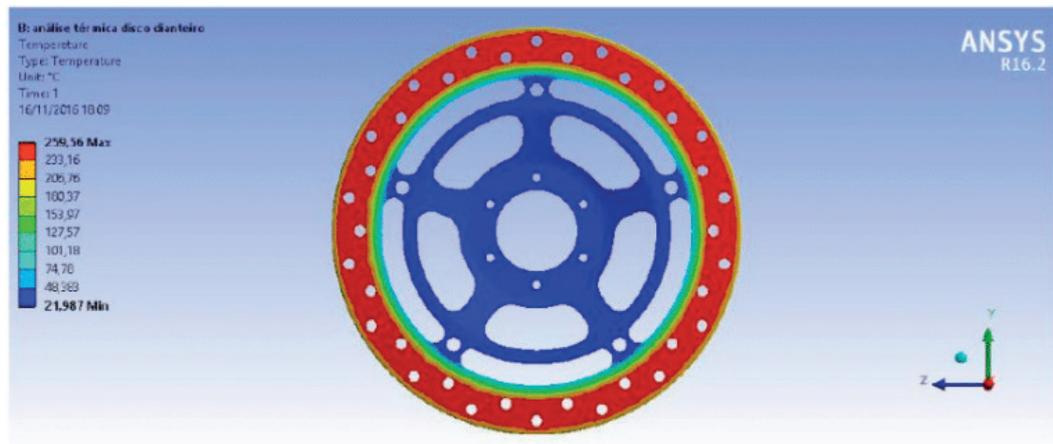


Figura 2. Análise térmica do disco dianteiro.

A partir da análise térmica constatou-se que a temperatura máxima que o disco irá atingir é de 259,56°C, na região em que a pastilha está em contato com o disco.

5.4 Simulação térmica disco dianteiro

A simulação térmica do disco traseira seguiu os mesmos parâmetros da simulação do disco dianteiro.

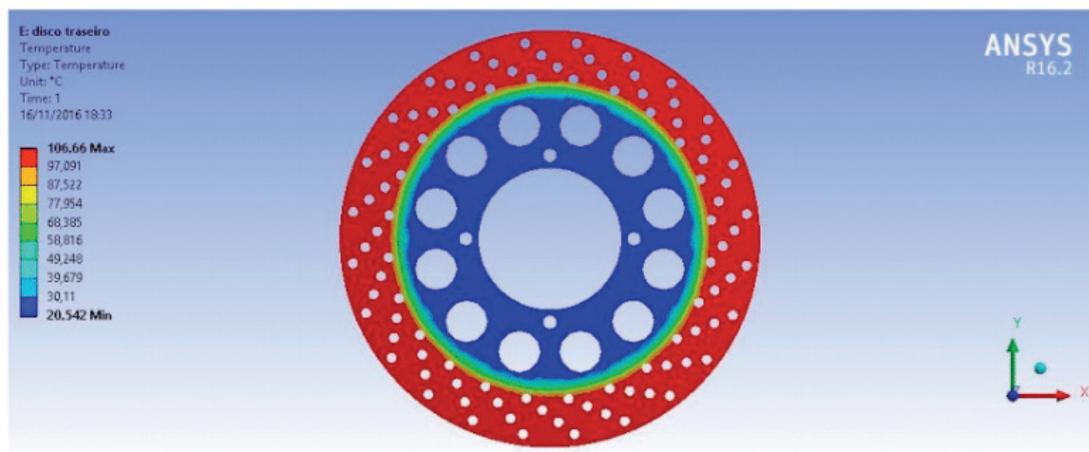


Figura 3. Análise térmico do disco traseiro.

A partir da análise térmica constatou-se que a temperatura máxima que o disco irá atingir é de 106,66°C, na região em que a pastilha está em contato com o disco.

6 | CONCLUSÃO

As análises feitas no software ANSYS serviram como auxílio na viabilidade da construção dos discos, pois permite a previsão de falhas dos mesmos, reduzindo também os custos, já que a simulação é bem mais barata que o desenvolvimento e construção de protótipos.

A análise térmica mostrou que o disco dianteiro irá atingir uma temperatura máxima de 259,56°C, uma boa temperatura, já que o aço começa a ter variações consideráveis em sua resistência a partir de 400°C, logo o disco não sofrerá os possíveis problemas ocasionados por um superaquecimento.

A análise térmica do disco traseiro mostrou uma temperatura máxima de 106,66°C, mostrando que o disco do traseiro não sofrerá problemas de superaquecimento.

Por fim, os resultados indicam que os discos projetados estão aptos para serem utilizados na competição sem que ocorram falhas térmicas nos discos.

REFERÊNCIAS

GONÇALVES, J. **Otimização de parâmetros de materiais de atrito de sistemas de freio usando algoritmos genéticos**. 2004. Tese (Doutor em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis 2004.

KNOVEL S/A. Engineering Design Handbook. **Analysis and Design of Automotive Brake Systems**, USA, 1976.

KRUZE, G. A. S., 2009, “**Avaliação do Coeficiente de Atrito em um Dinamômetro em Escala Reduzida**”, Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS, Brasil.

LIMPERT. R. **Brake Design and Safety**, 2ªed., USA, 1999.

ROSA, da E.; LEAL, L. da C. M.; NICOLAZZI, L. C. **Uma introdução à modelagem quase estática de veículos automotores de rodas** (2008). Disponível em: < [http://www. grante.ufsc.br](http://www.grante.ufsc.br)>. Acesso em: novembro de 2018.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-194-7

