

Estudos Teórico-Metodológicos nas Ciências Exatas

Felipe Antonio Machado Fagundes Gonçalves
(Organizador)



Atena
Editora

Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Geraldo Alves

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
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. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
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. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
 Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
 Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
 Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
 Prof^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
 Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
 Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Prof^a Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Prof^a Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Prof^a Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
 Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Prof^a Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E82	<p>Estudos teórico-metodológicos nas ciências exatas [recurso eletrônico] / Organizador Felipe Antonio Machado Fagundes Gonçalves. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-81740-05-4 DOI 10.22533/at.ed.054201702</p> <p>1. Ciências exatas e da terra. 2. Engenharia. I. Gonçalves, Antonio Machado Fagundes.</p> <p style="text-align: right;">CDD 507</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

Atualmente, podemos notar a grande necessidade do desenvolvimento das ciências, bem como o aprimoramento dos conhecimentos já adquiridos pela sociedade. Sabe-se também que as ciências exatas cumprem um papel importantíssimo na construção de saberes ligados a humanidade e a tecnologia.

Tal desenvolvimento só se torna capaz por meio de autores que dedicam o seu tempo e estudo na construção teórica-metodológica de pesquisas científicas que vêm contribuir com a sociedade como um todo, encorpando o conhecimento sobre vários assuntos que envolvem as ciências exatas.

Neste e-book como o próprio título sugere, o leitor encontrará uma mescla de assuntos ligados a estudos em ciências exatas nas mais diversas áreas do conhecimento. Desde temas ligados ao ensino de ciências a temas muito particulares envolvendo mecânica, robótica, computação, algoritmos, dentre outros.

Ao leitor, corroboro que esta obra intitulada “Estudos Teórico-Metodológicos nas Ciências Exatas” tem muito a contribuir com a área, podendo engrandecer o trabalho de pesquisadores em ciências exatas nas mais diversas áreas do conhecimento.

Bons estudos

Felipe Antonio Machado Fagundes Gonçalves

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
JOGOS NO 1º ANO DO ENSINO MÉDIO: APRENDENDO AS FUNÇÕES EXPONENCIAIS	
Emiliana Batista de Oliveira Hyanka Cezário de Paula Adriana Aparecida Molina Gomes	
DOI 10.22533/at.ed.0542017021	
CAPÍTULO 2	8
ESTIMATIVA DE PARÂMETROS BÁSICOS DE UM SEDIMENTADOR PARA TRATAMENTO DE ÁGUAS SUPERFICIAIS	
Raimundo Tavares Zane Alex Martins Ramos	
DOI 10.22533/at.ed.0542017022	
CAPÍTULO 3	17
O ENSINO DE DERIVADAS DE FUNÇÕES SOB A PERSPECTIVA DA TEORIA DE RAYMOND DUVAL	
Renata Gaspar da Costa Geraldo Magella Obolari de Magalhães Oswaldo Antonio Ribeiro Junior Suzana Nunes Rocha Edislana Alves Barros Andrade	
DOI 10.22533/at.ed.0542017023	
CAPÍTULO 4	27
AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO METROLÓGICO DOS MÉTODOS DE MQ E MZ UTILIZADOS EM MMC	
João Pedro Correa Argentin Denise Pizarro Vieira	
DOI 10.22533/at.ed.0542017024	
CAPÍTULO 5	35
INTEGRANDO TECNOLOGIA DIGITAL NO CONTEXTO DO ENSINO DE CIÊNCIAS NA PREPARAÇÃO PARA O ENEM	
Lucas Antônio Xavier Chirlei de Fátima Rodrigues José Izaias Moreira Scherrer Neto Kátia Sotelle Maia Luzinete Louzada Bianchi Kahowec Luciano Carneiro Cardozo Mateus Geraldo Xavier	
DOI 10.22533/at.ed.0542017025	
CAPÍTULO 6	45
CONSIDERAÇÕES SOBRE O ESTADO DA ARTE DE MODELOS DE PROPAGAÇÃO PARA A 5ª GERAÇÃO DE COMUNICAÇÃO MÓVEL	
Andréia Vanessa Rodrigues Lopes Fabrício José Brito Barros	

Hugo Alexandre Oliveira da Cruz
André Augusto Pacheco de Carvalho
Iury da Silva Batalha
Jasmine Priscyla Leite de Araújo
Cristiane Ruiz Gomes

DOI 10.22533/at.ed.0542017026

CAPÍTULO 7 53

AUTOMAÇÃO E INTELIGÊNCIA EM PROCESSOS INDUSTRIAIS

Késsia Thais Cavalcanti Nepomuceno
Djamel Fawzi Hadj Sadok

DOI 10.22533/at.ed.0542017027

CAPÍTULO 8 59

**FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS APLICADAS NA CONSTRUÇÃO DE
MODELOS ATOMÍSTICOS DE NANOPARTÍCULAS FUNCIONALIZADAS**

Jônatas Favotto Dalmedico
Guilherme Camargo
Bruno de Camargo Barreto Silva
Alessandro Botelho Bovo
Fernando José Antonio
Vagner Alexandre Rigo

DOI 10.22533/at.ed.0542017028

CAPÍTULO 9 77

**UTILIZAÇÃO DE CARTAS DE BARALHO NO ENSINO DE ALGORITMOS
COMPUTACIONAIS**

Suzana Lima de Campos Castro
Ronaldo Barbosa

DOI 10.22533/at.ed.0542017029

CAPÍTULO 10 86

**COMPARAÇÃO DE APROXIMAÇÕES NÃO-HIPERBÓLICAS DE TEMPOS DE
TRÂNSITO DE DADOS SÍSMICOS UTILIZANDO DIFERENTES ALGORÍTMOS DE
OTIMIZAÇÃO**

Nelson Ricardo Coelho Flores Zuniga

DOI 10.22533/at.ed.05420170210

CAPÍTULO 11 91

**CONSIDERAÇÕES SOBRE O ESTUDO DE ESTADO DA ARTE DO
DESENVOLVIMENTO DE MODELOS DE PROPAGAÇÃO AR-TERRA EM VEÍCULOS
AÉREOS NÃO TRIPULADOS**

Andréia Vanessa Rodrigues Lopes
Fabrício José Brito Barros
Hugo Alexandre Oliveira da Cruz
Cristiane Ruiz Gomes
André Augusto Pacheco de Carvalho
Iury da Silva Batalha
Jasmine Priscyla Leite de Araújo

DOI 10.22533/at.ed.05420170211

CAPÍTULO 12	97
VARIABILIDADE DIURNA E TEMPORAL DA ALCALINIDADE TOTAL EM DOIS ESTUÁRIOS DE PERNAMBUCO	
Thiago de Oliveira Caminha Manuel de Jesus Flores Montes	
DOI 10.22533/at.ed.05420170212	
CAPÍTULO 13	111
GERENCIAMENTO DE REDES USANDO A FERRAMENTA ZABBIX	
Marco Antônio Corrêa Baião Rômulo Henrique de Carvalho Brandão Lilian Coelho de Freitas	
DOI 10.22533/at.ed.05420170213	
CAPÍTULO 14	123
PROJETO CONCEITUAL DE UMA MINIMÁQUINA-FERRAMENTA MULTIFUNCIONAL CNC	
Gilberto Fernandes Resende de Brito Victor Augusto de Paiva Lopes Vitor Nakayama de Araújo Pires Ferreira João Eduardo Lacerda L. dos Santos Déborah de Oliveira Artur Alves Fiocchi	
DOI 10.22533/at.ed.05420170214	
CAPÍTULO 15	132
CANOPY WALKING AS A PROPOSAL FOR THE AÇAÍ HARVEST IN AMAZONAS	
Magnólia Grangeiro Quirino Patrícia dos Anjos Braga Sá dos Santos Luiz Guilherme Oliveira Marques Karla Mazarelo Maciel Pacheco	
DOI 10.22533/at.ed.05420170215	
SOBRE O ORGANIZADOR	144
ÍNDICE REMISSIVO	145

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO METROLÓGICO DOS MÉTODOS DE MQ E MZ UTILIZADOS EM MMC

Data de aceite: 07/02/2020

João Pedro Correa Argentin

Centro Universitário FEI, joao.pedro.arginin@gmail.com

Denise Pizarro Vieira

Centro Universitário FEI, vieiradp@fei.edu.br

RESUMO: Este trabalho tem como objetivo avaliar o desempenho metrológico dos dois principais métodos, Mínimos Quadrados (MMQ) e Mínima Zona (MMZ), utilizados nos programas computacionais para determinar as geometrias substitutas nas medições em Máquina de Medir por Coordenadas (MMCs). Ambos os métodos foram implementados e os resultados obtidos foram comparados com aqueles resultantes da medição em MMCs. Foi possível concluir que o MMZ apresentou um erro de circularidade, geralmente, pouco inferior ao erro gerado pelo MMQ. Porém, nos quesitos repetibilidade e esforço computacional o MMQ sobressaiu-se ao MMZ.

PALAVRAS CHAVE: Máquinas de Medir por Coordenadas, erros de Medição, métodos de Ajuste

ABSTRACT: This work aims to evaluate the metrological performance of the two main methods, Minimum Square (MMQ) and

Minimum Zone (MMZ), used in computational software to determine the substitute geometries in Coordinate Measuring Machine (CMM) measurements. Both methods were implemented and the obtained results were compared with those resulting from the MMC measurements. It was concluded that the MMZ showed a circularity errors, generally, lower than those generated by MMQ. However, considering the repeatability and the computational effort the MMQ showed a better performance than the MMZ.

1 | INTRODUÇÃO

Máquinas de Medir por Coordenadas (MMCs) possibilitam efetuar o controle dimensional e geométrico das peças de forma rápida e simples, utilizando programas computacionais dedicados. Estes programas utilizam diferentes algoritmos para ajustar a geometria substituta, os quais podem produzir resultados expressivamente distintos quando aplicados para a mesma finalidade. Os dois métodos mais difundidos e utilizados nas MMCs são: o método dos Mínimos Quadrados e o Método da Mínima Zona.

O método da mínima zona (MMZ) consiste em determinar a menor diferença radial entre

dois círculos concêntricos, um exterior e um interior, que contenha todos os pontos apalpados como ilustra a figura 1 (à esquerda). Na literatura existem diferentes algoritmos para implementar este método (Xiuming et al., 2014). A figura 1 (à direita) ilustra o método dos Mínimos Quadrados (MMQ), este método determina o melhor ajuste possível para um conjunto de dados, usando como critério, minimizar a soma dos quadrados das diferenças entre o valor estimado e os dados. Essas diferenças são conhecidas como resíduos.

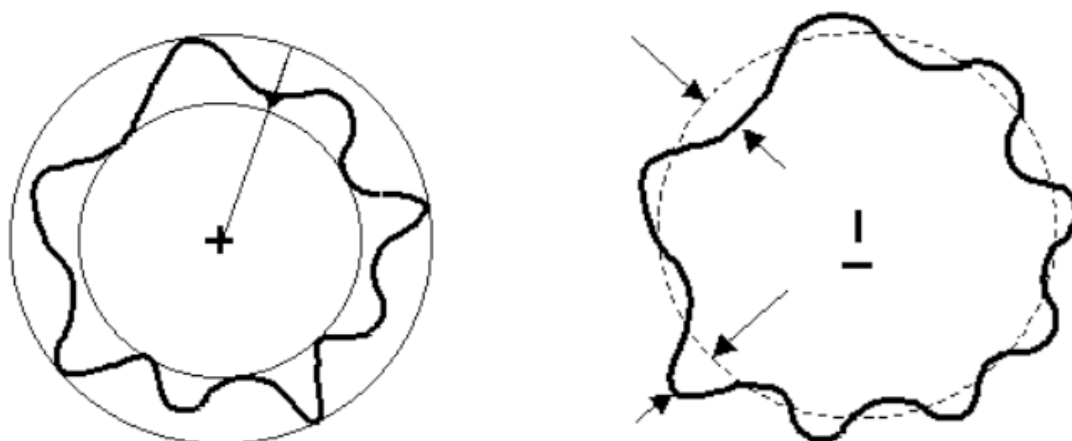


Figura 1. Método da Mínima Zona para determinação do diâmetro de um furo (à esquerda).
Método dos Mínimos Quadrados para determinação do diâmetro de um furo (à direita)

2 | METODOLOGIA

O Método dos Mínimos Quadrados e o Método da Mínima Zona foram implementados na plataforma do MatLab R2017a. Nos programas os dados de entrada foram o número de pontos utilizados para definir a geometria furo e o conjunto de pares ordenados destes pontos. Como resultado, os programas forneceram as coordenadas de centro do furo (x_c, y_c) e o raio do furo (R_c) . Para desenvolvimento do programa responsável pelo MMZ utilizou-se o algoritmo apresentado por Dhanish (2002) e para o MMQ utilizaram-se as equações propostas por Sato (2002).

O diâmetro de quatro furos também foi medido utilizando duas MMCs, uma pertencente ao Centro Universitário FEI e a outra da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Os valores decorrentes das medições efetuadas em ambas as MMCs foram comparados com os valores fornecidos pelos programas desenvolvidos neste trabalho.

Além da comparação com os valores obtidos em medições em MMCs, os programas desenvolvidos também foram submetidos a testes de sensibilidade, alterando os valores das coordenadas dos pontos de entrada da máquina e observando as variações causadas nas respostas dos mesmos. O tempo de resposta de cada algoritmo, assim como, o desvio de circularidade gerado foi observado e registrado em cada caso.

Visando avaliar a sensibilidade dos métodos, pequenas alterações foram introduzidas nos valores das coordenadas dos pontos a partir dos quais são determinadas as geometrias substitutas. Para tanto foi considerado o desvio de circularidade determinado variando-se o número de pontos. As alterações introduzidas em cada caso e o número de pontos considerado são mostrados na Tab. (1). Os valores de circularidade obtidos em cada caso são mostrados nas Figs. 8 a 11.

	Alteração	MMQ	MZ	MC
4 Pontos	Raio Real	2,0000	2,0000	2,0000
	Alterando X em -0,001	2,0005	2,0003	2,0005
	Alterando X em +0,001	1,9998	1,9998	2,0000
	Alterando Y em +0,002	1,9995	1,9995	2,0000
	Alterando X (-0,001) e Y(+0,002)	1,9998	1,9998	2,0000
8 pontos	Raio Real	10,00000	10,00000	10,00000
	Causando distúrbios de 10^{-5}	10,00011	10,00000	10,00002
12 Pontos	Raio Real	10,00000	10,00000	10,00000
	Distúrbio na ordem 10^{-5}	10,00000	9,99999	10,00007
	Distúrbio na ordem 10^{-3}	10,00029	10,00049	10,00369
20 Pontos	Raio Real	10,00000	10,00000	10,00000
	Distúrbio na ordem 10^{-3}	10,00000	10,00000	10,00101

Tabela 1. Alterações introduzidas nas coordenadas dos pontos e o número de pontos considerado. Todos os valores são expressos em mm.

3 | RESULTADOS

Na Figura 2a são mostrados os valores médios de diâmetros obtidos na MMC e pelo programa desenvolvido, aplicando o MMQ. Nesta figura são mostradas as barras de erro representado os valores de desvio padrão para uma confiabilidade de 95,45 %. Para facilitar a análise a Fig. 2b mostra as diferenças observadas entre estes valores para os quatro furos avaliados.

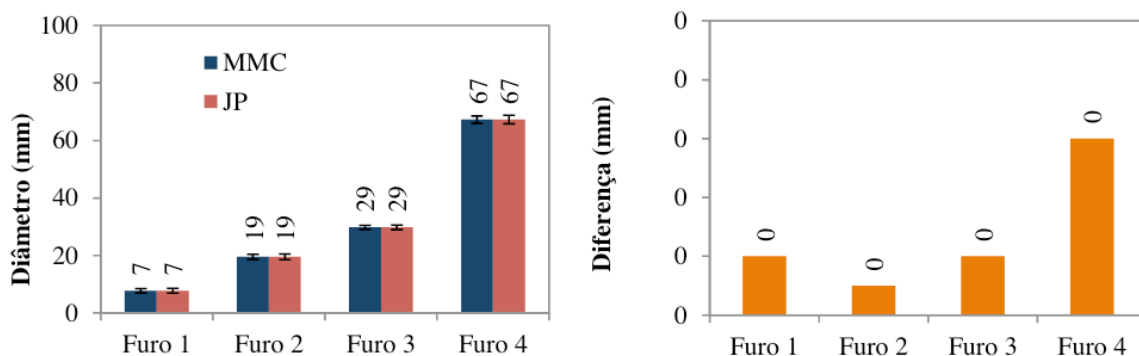


Figura 2. Valores médios de diâmetros obtidos na MMC e pelo programa desenvolvido, aplicando o método dos Mínimos Quadrados (a). Diferença entre os valores fornecidos pela MMC e pelo programa desenvolvido (b)

A partir da Figura 2a se conclui que os valores fornecidos pelo programa desenvolvido e pela MMC foram similares. Observa-se que os valores fornecidos pelo programa desenvolvido sempre foram maiores. As diferenças observadas foram iguais ou menores que $2 \mu\text{m}$ para os furos 1, 2 e 3, e podem ser considerados adequados com relação à exatidão da medição. Já o furo número 4 apresentou uma diferença de $6 \mu\text{m}$. Uma análise deverá ser conduzida visando identificar as possíveis causas. Muito provavelmente houve um erro no registro dos valores de entrada no programa. A Partir da Fig. 2a se conclui que a repetibilidade associada aos valores médios de diâmetro obtidos pelo programa desenvolvido foi similar e ligeiramente pior que a observada para a MMC.

Na Figura 3a são mostrados os valores médios de diâmetros obtidos na MMC e pelo programa desenvolvido, aplicando o MMZ. Nesta figura são mostradas as barras de erro representado os valores de desvio padrão para uma confiabilidade de 95,45 %. Para facilitar a análise a Fig. 3b mostra as diferenças observadas entre estes valores para os quatro furos avaliados. A partir da Fig. 3a se conclui que os valores fornecidos pelo programa desenvolvido e pela MMC foram similares. Na Figura 3b se observa que não houve uma tendência definida do comportamento dos valores de diâmetro fornecidos pelo programa desenvolvido. Estes foram maiores para os furos 2 e 3 e menores para os furos 1 e 4. Os valores de diferença observados neste caso foram expressivos.

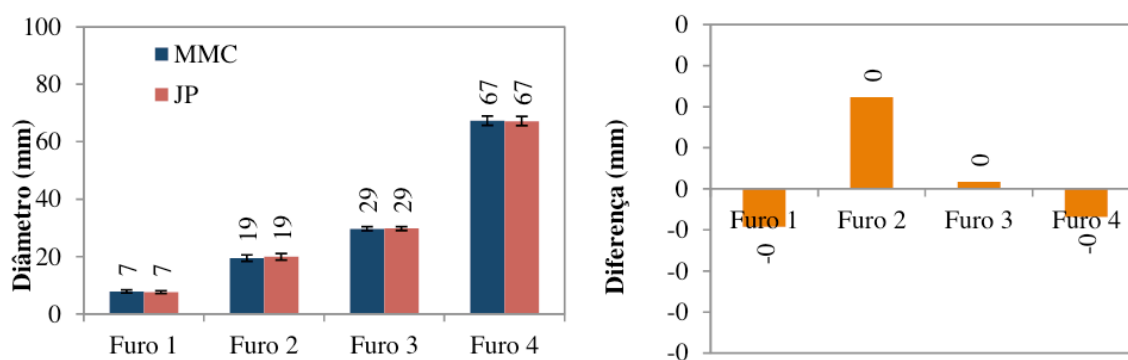


Figura 4. Valores médios de diâmetros obtidos na MMC e pelo programa desenvolvido, aplicando o método da Mínima Zona (a). Diferença entre os valores fornecidos pela MMC e pelo programa desenvolvido (b)

A Partir da Figura 4a se conclui que a repetibilidade associada aos valores médios de diâmetro obtidos pelo programa desenvolvido é similar à observada para a MMC. Não se observou uma tendência definida, uma vez que a repetibilidade pode ser melhor para a MMC em um determinado furo (Furos 2 e 4) e pior (Furos 1 e 3). Fazendo uma comparação entre a repetibilidade associada aos valores médios de diâmetro obtidos pelos MMZ e MMQ pode-se concluir que o MMQ foi superior.

A Figura 5 mostra os valores médios de diâmetro obtidos pelos MMQ e MMZ.

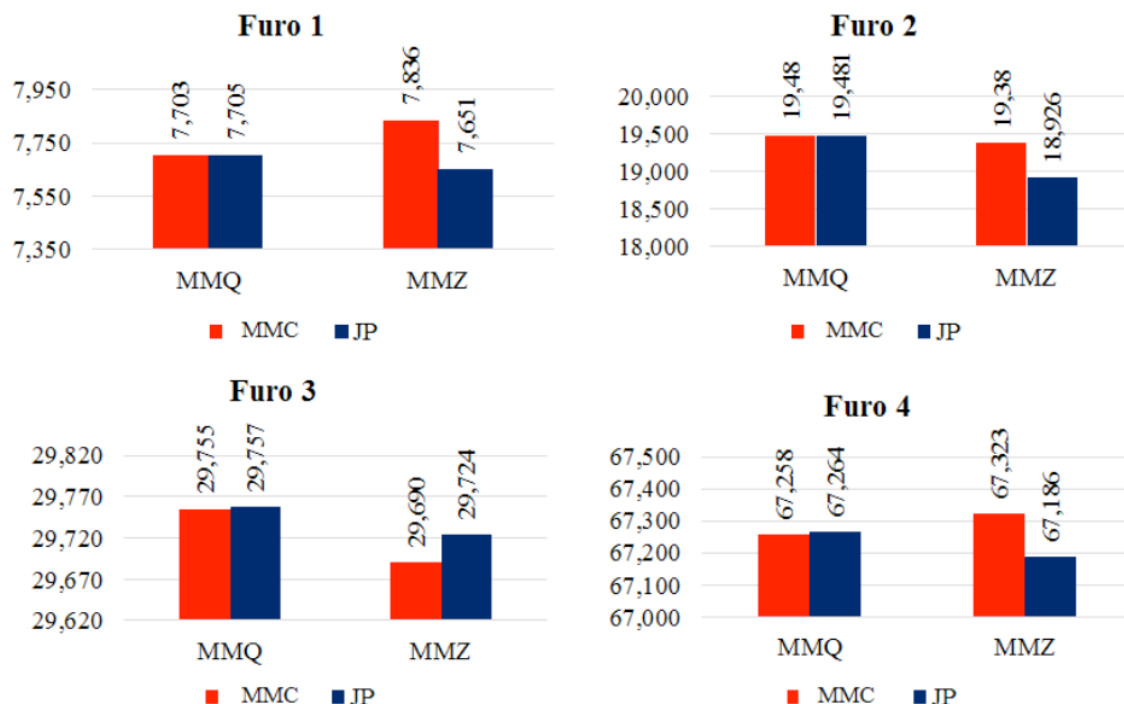


Figura 5. Valores médios de diâmetro obtidos pelos MMQ e MMZ

Na Figura 5 se observa que o desempenho do MMQ foi superior fornecendo valores de diâmetros mais próximos. Vale lembrar que para a determinação do círculo por mínima zona, Barczak (1996) destacou que são utilizados diversos algoritmos heurísticos, algoritmos de aproximação linear e algoritmos baseados em geometria computacional. Assim as diferenças observadas podem ser atribuídas a este fato. Por ser matematicamente mais simples o MMQ é o mais utilizado. Este dispensa o uso de recursos computacionais avançados para sua implementação. Ainda, apresenta baixa sensibilidade à presença de pontos extremos (*outliers*) e é aplicável para ajuste da maioria das geometrias substitutas. Weckenmann et al., (1995) destacaram que é importante entender e quantificar a diferença entre os valores fornecidos pelos métodos de ajuste, a fim de que decisões coerentes sejam tomadas. Rosa (2016) observou ao medir diâmetros de anéis-padrão que os MMQ e MMZ apresentaram valores de erros sistemáticos e exatidão similares.

Na Figura 6 se observa que os valores de circularidade fornecidos pelos métodos MQ e MZ foram similares quando pequenas alterações foram introduzidas nas coordenadas dos pontos. Enquanto que o método MC forneceu valores significativamente diferentes. Este comportamento foi observado mesmo com o aumento do número de pontos considerado, como mostram as Figs. 7 e 8.

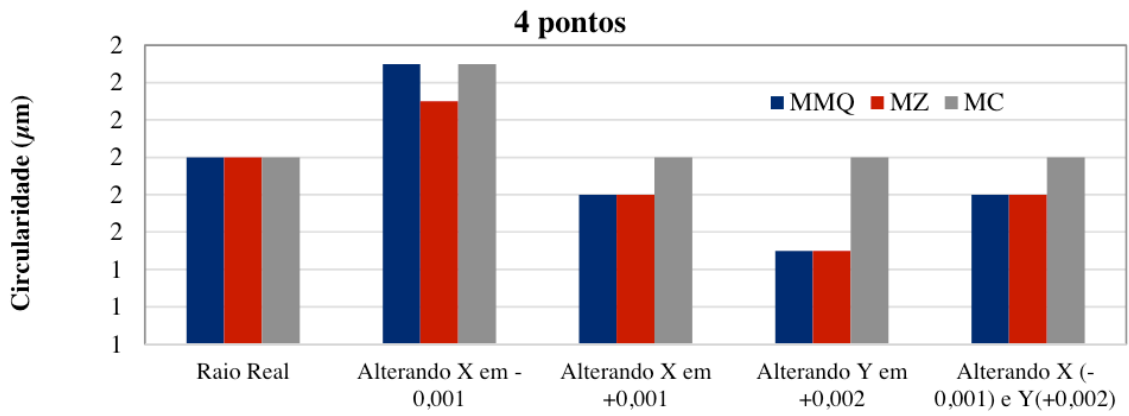


Figura 6. Valores de desvio de circularidade obtidos introduzindo pequenas alterações nas coordenadas dos pontos. Quatro pontos

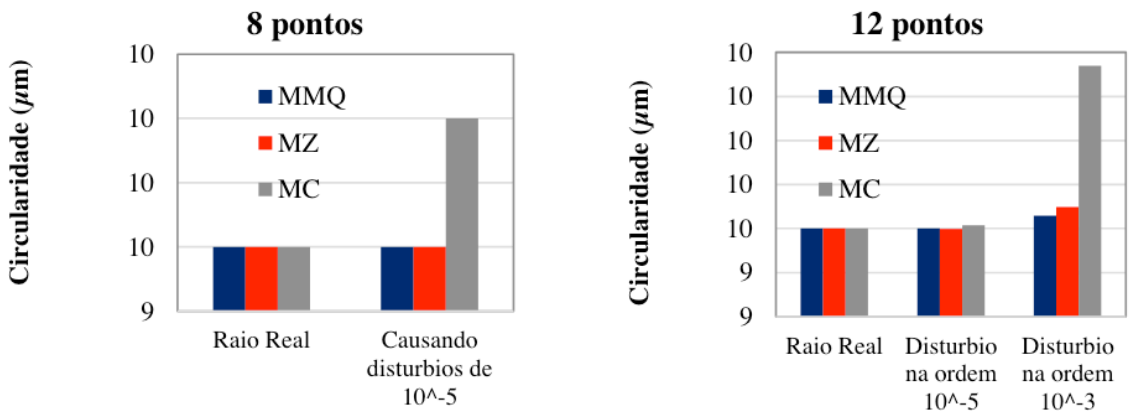


Figura 7. Valores de desvio de circularidade obtidos introduzindo pequenas alterações nas coordenadas dos pontos. Oito e doze pontos

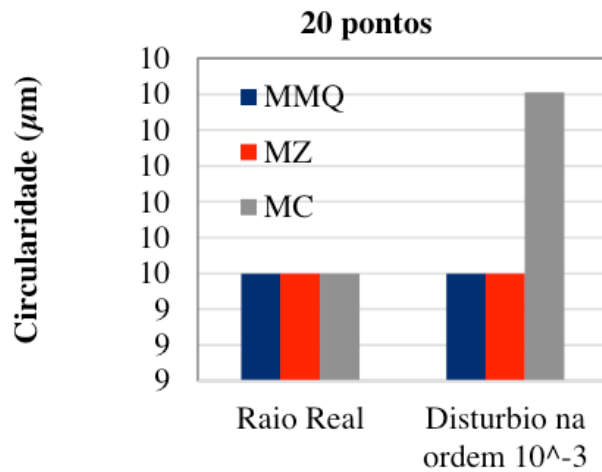


Figura 8. Valores de desvio de circularidade obtidos introduzindo pequenas alterações nas coordenadas dos pontos. Vinte pontos

Percebeu-se que ao aumentar o número de pontos diminui-se a variação geradas pelas alterações nos resultados obtidos, provando assim, que o aumento do número de pontos diminui a sensibilidade aos *outliers* em ambos os métodos. Fazendo uma comparação entre a repetibilidade associada aos valores médios de diâmetro obtidos pelo MZ e pelo MMQ pode-se concluir que o segundo foi superior.

Levando em consideração todas as medições tomadas neste trabalho foi possível observar que o MZ obteve leve vantagem em relação MMQ no quesito erro de circularidade, tendo resultados, geralmente, semelhantes ou pouco inferiores aos do MMQ. Observou-se que o tempo de resposta, no mesmo computador e para a mesma medida, nos dois algoritmos implementados era diferente. O MMQ, em geral, retorna uma resposta mais rápida do que o MZ, comprovando que o primeiro exige um esforço computacional menor do que o segundo.

4 | CONCLUSÕES

Dos métodos implementados e da análise de dados pode-se concluir que:

Os algoritmos implementados mostraram-se eficientes para determinar as coordenadas do centro e do raio do furo.

A repetibilidade associada aos valores médios do diâmetro obtido pelo MMQ foi melhor do que a do MMZ.

O esforço computacional associado à implementação do MMQ foi menor do que a do MMZ.

O MMZ apresentou erros de circularidade na mesma ordem de grandeza ou inferiores aos erros de circularidade obtidos nas medições utilizando o MMQ.

Os valores dos diâmetros dos furos obtidos pelo MMZ, dados pela MMC da UFU e do programa implementado foram significativamente diferentes. Diversos algoritmos heurísticos, algoritmos de aproximação linear e algoritmos baseados em geometria computacional são usados para determinar o círculo de mínima zona. As diferenças observadas podem ser atribuídas a este fato. Cabe ressaltar que os erros de circularidade foram similares.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às instituições Centro Universitário FEI e Universidade Federal de Uberlândia pelo empréstimo das MMCs.

REFERÊNCIAS

Barczak, A.L.C. Comparação entre algoritmos de mínimos quadrados e de zona mínima para desvios de circularidade. 1996. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Mecânica.

Dhanish, P. B.. A simple algorithm for evaluation of minimum zone circularity error from coordinate data”, 2002.

ISO (International Organization for Standardization). ISO 1101: Geometrical Product Specifications (GPS) – Geometrical Tolerancing – Tolerances of Form, Orientation, Location and Run-out. Geneva: ISO, 2012. 110 p.

Rosa, V. A. O. Avaliação do Desempenho Metrológico dos Métodos de Ajuste Utilizados nas Máquinas de Medir por Coordenadas. 2016. 181 f. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

Sato D.P.V. Determinação da Incerteza de Medição a Três Coordenadas. Relatório de pós-doutorado, 2002.

Weckenmann, A.; Eitzert, H.; Garmer, M.; Weber, H. Functionality-oriented Evaluation and Sampling Strategy in Coordinate Metrology. Precision Engineering. v. 17, n. 4, p. 244-252, 1995.

Xiuming, L.; Jingcai, Z.; Hongqi, L. Determination of the Minimum Zone Circle based on the Minimum Circumscribed Circle. Measurement Science and Technology. v.25, p. 4. Janeiro, 2014.

RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.

SOBRE O ORGANIZADOR

Felipe Antonio Machado Fagundes Gonçalves - Mestre em Ensino de Ciência e Tecnologia pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) em 2018. Licenciado em Matemática pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), em 2015 e especialista em Metodologia para o Ensino de Matemática pela Faculdade Educacional da Lapa (FAEL) em 2018. Atua como professor no Ensino Básico e Superior. Trabalha com temáticas relacionadas ao Ensino desenvolvendo pesquisas nas áreas da Matemática, Estatística e Interdisciplinaridade.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Alcalinidade total 97, 98, 99, 100, 101, 103, 104, 105, 107, 108, 109, 110

Algoritmos de ordenação 77, 78, 79

ARIAC 53, 54, 55, 56, 57, 58

C

Cálculo diferencial e integral 17, 18, 25, 26

Coagulação 8, 9, 10, 11, 15

E

Enem 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43

Ensino de algoritmos computacionais 77, 78, 84

Ensino e aprendizagem 1, 2

Ensino híbrido 35, 36, 38, 42

Erros de medição 27

J

Jogos de treinamento 1

M

Máquina-ferramenta 124

Métodos de ajuste 31, 34

N

Nanomateriais 60, 62, 63, 76

Nanopartículas 59, 60, 61, 62, 64, 65, 66, 74, 75

Não-hiperbólico 86

P

Projeto mecânico 124, 126

R

Robótica ágil 53, 54, 57, 58

S

Sísmica 86, 87, 88

Sistema carbonato 97, 98, 99, 104, 105

T

Teoria dos registros de representação semiótica 17, 18, 19, 25

 **Atena**
Editora

2 0 2 0