

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS
ENGENHARIA MECÂNICA
THALES PARREIRA

ANÁLISE DE RESULTADOS DE CALIBRAÇÃO DE TRENAS E SEUS IMPACTOS
NO PROCESSO DE MEDIÇÃO

Varginha

2022

THALES PARREIRA

**ANÁLISE DE RESULTADOS DE CALIBRAÇÃO DE TRENAS E SEUS IMPACTOS
NO PROCESSO DE MEDIÇÃO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel, sob orientação do Prof. Rafael José Nogueira Rosa.

**Varginha
2022**

THALES PARREIRA

**ANÁLISE DE RESULTADOS DE CALIBRAÇÃO DE TRENAS E SEUS IMPACTOS
NO PROCESSO DE MEDIÇÃO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel pela Banca Examinadora composta pelos membros:

Aprovado em / /

Prof. Rafael José Nogueira Rosa

Prof.

Prof.

OBS.:

Dedico esse trabalho a todos aqueles que contribuíram de maneira direta ou indireta para que fosse possível a sua concretização. Dedico também a todos os meus colegas de classe, especialmente aqueles que por caprichos da vida não puderam concluir a graduação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter permitido que esse sonho se concretizasse, derramando bênçãos em minha vida e me fortalecendo nos momentos de dificuldade.

Agradeço a minha família, em especial a minha mãe, que tanto batalhou para que seu filho pudesse alçar voos que a vida não permitiu que ela alcançasse, trabalhando de sol-a-sol com o objetivo de fornecer a seus filhos meios de ter uma vida melhor do que ela teve.

A minha futura esposa, por todo o apoio ao longo do processo de graduação, e por sempre acreditar que eu seria capaz de chegar até aqui, nunca me deixando abater nos momentos de dificuldade.

Aos meus professores e colegas de classe, que com seus ensinamentos e colaboração, puderam trazer a minha vida novos conhecimentos e experiências, tornando uma jornada tão difícil algo mais suave.

Ao Sr. Higor Carvalho, por ter me aberto as portas e confiado no meu potencial, sempre estando disposto a me ensinar e apoiar em todos os momentos.

Por fim a todos que de certa forma colaboraram para que eu pudesse chegar a esse momento, me ajudando, motivando ou me dando palavras de incentivo.

“Sonho que se sonha só
É um sonho que se sonha só
Mas sonho que se sonha junto é realidade.”

Raul Seixas

RESUMO

Este trabalho de conclusão de curso é baseado em um estudo de caso sobre a análise de resultados de calibração de trenas e seus impactos no processo de medição, para tanto são abordadas algumas etapas até a conclusão, como uma pesquisa acerca da metrologia e sua história, as trenas e sua norma de construção, o que dizem as normas sobre o processo de calibração e controle metrológico, e por fim as análises dos resultados das calibrações de trenas e testes comparativos entre diferentes operadores e medições afim de comprovar o que se propõem. A abordagem se justifica devido a uma certa empresa do ramo automobilístico possuir em seu sistema metrológico cerca de 125 trenas calibradas anualmente, essas calibrações anuais geram desprendimento de recursos financeiros e de tempo de mão de obra a ser empregada na procura, calibração e devolução desses equipamentos aos seus respectivos setores, gerando impactos significativos na rotina de trabalho, além de custos financeiros. O objetivo deste trabalho de conclusão de curso é demonstrar que mesmo se ampliadas as vigências dos certificados de calibração de um para três anos, o sistema de medição da empresa não sofrerá nenhum tipo de impacto negativo. As pesquisas juntamente as análises comprovaram que é possível ampliar as vigências dos certificados sem gerar impacto negativo no sistema de medição e na confiabilidade dos resultados encontrados, trazendo assim ganhos efetivos na realocação dos recursos antes destinados apenas as trenas a outros instrumentos e atividades dentro do próprio departamento.

Palavras-chave: Trena; Certificados; Calibração

ABSTRACT

This course conclusion work is based on a case study on the analysis of the results of calibration of measuring tapes and their impacts on the measurement process, for which some steps are approached until the conclusion, such as a research on metrology and its history, the measuring tapes and their construction norm, what the norms say about the calibration process and metrological control, and finally the analysis of the results of the calibrations of measuring tapes and comparative tests between different operators and measurements in order to prove what they propose. The approach is justified because a certain company in the automobile industry has in its metrological system about 125 measuring tapes calibrated annually, these annual calibrations generate financial resources and time of labor to be used in the search, calibration and return of these equipment's to their respective sectors, generating significant impacts on the work routine, in addition to financial costs. The objective of this course conclusion work is to demonstrate that even if the validity period of the calibration certificates is extended from one to three years, the company's measurement system will not suffer any type of negative impact. The research together with the analyzes proved that it is possible to extend the validity of the certificates without generating a negative impact on the measurement system and on the reliability of the results found, thus bringing effective gains in the reallocation of resources previously destined only for the measuring tapes to other instruments and activities within the department.

Keywords: *Measuring tape; certificates; calibration*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Padrões de medida relacionados ao corpo humano.....	17
Figura 2 – Tabela do Novo SI.....	19
Figura 3 – Modelos de trenas modernas.....	23
Figura 4 – Superfície de referência.....	24
Figura 5 – Procedimento para calibração de trenas.....	28
Figura 6 – Realização das leituras de calibração.....	29
Figura 7 – Cabeçalho de um certificado de calibração.....	33
Figura 8 – Informações do instrumento.....	34
Figura 9 – Datas e procedimentos.....	34
Figura 10 – Padrões e condições ambientais.....	35
Figura 11 – Resultados da calibração.....	35
Figura 12 – Observações.....	36
Figura 13 – Laudo.....	36
Figura 14 – Estudo de M.S.A com trena IC 15006.....	42
Figura 15 – Estudo de M.S.A com trena IC 19832.....	44

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Erros dos certificados da trena IC 06739.....	37
Gráfico 2 – Erros dos certificados da trena IC 13551.....	38
Gráfico 3 – Erros dos certificados da trena IC 15006.....	39
Gráfico 4 – Erros dos certificados da trena IC 16203.....	39
Gráfico 5 – Erros dos certificados da trena IC 14190.....	40
Gráfico 6 – Médias dos erros de calibração.....	46
Gráfico 7 – Carta das médias IC 15006.....	47
Gráfico 8 – Carta das médias IC 19832.....	47

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Dimensões e tolerâncias para fitas de aço.....	25
Quadro 2 – Coeficientes por classe de exatidão.....	25
Quadro 3 – Distância entre marcas consecutivas.....	26
Quadro 4 – Força de tração por comprimento da trena.....	28

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
2.1 A metrologia na história.....	16
2.2 O sistema internacional de medidas.....	18
2.3 Padronização das unidades no Brasil.....	19
2.4 A rede brasileira de calibração (RBC).....	20
3 DEFINIÇÕES IMPORTANTES SOBRE INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO.....	21
4 O HISTÓRICO DE DESENVOLVIMENTO DA TRENA.....	22
4.1 A evolução da trena de fita.....	22
4.2 Norma referente a trenas.....	23
4.3 Componentes da trena.....	23
4.4 Classificação das trenas.....	24
4.5 Erro máximo admissível nas indicações de trena.....	25
4.6 Erro entre duas marcas.....	26
4.7 A calibração das trenas.....	26
4.8 Execução da calibração.....	27
4.9 Efetuando as leituras na calibração.....	28
5 NORMAS REGULAMENTADORAS E RASTREABILIDADE DE MEDIÇÃO....	30
5.1 A rastreabilidade de medição.....	30
5.2 Registros de calibração e verificação.....	31
5.3 Requisitos de laboratório de calibração.....	31
6 METODOLOGIA.....	32
6.1 Seleção das trenas.....	32
6.2 Entendendo um certificado de calibração.....	33
6.2.1 Informações do cabeçalho.....	33
6.2.2 Informações do instrumento calibrado.....	34
6.2.3 Datas e síntese procedimental.....	34
6.2.4 Padrões e local.....	34
6.2.5 Resultados da calibração.....	35
6.2.6 Campo observações.....	36
6.2.7 Laudo.....	36

6.3 Extraindo os dados.....	37
6.3.1 IC 06739.....	37
6.3.2 IC 13551.....	38
6.3.3 IC 15006.....	38
6.3.4 IC 16203.....	39
6.3.5 IC 14190.....	40
6.4 Ensaio comparativo entre trenas.....	40
6.5 Previsão de impacto produtivo e financeiro.....	45
7 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	46
8 CONCLUSÃO.....	49
REFERÊNCIAS.....	50
ANEXO A.....	52

1 INTRODUÇÃO

As trenas são instrumentos fortemente utilizados nos mais variados processos de dimensionamento de peças e produtos em diversos segmentos, desde a construção civil até processos industriais. Já a calibração de instrumentos é um requisito exigido em normas internacionais, para garantir um processo estável de produção os instrumentos que o controlam precisam estar calibrados, e é na união desses dois temas que será embasado esse estudo de caso que utilizará instrumentos pertencentes a uma empresa produtora de componentes automotivos de Varginha-MG, para isso serão realizadas pesquisas sobre a metrologia na história, a importância dos sistemas de medição e dos padrões internacionais, além de discorrer sobre os métodos de calibração de trenas.

A partir das análises dos certificados de calibração e dos testes comparativos de medições de amostras provou-se ser possível ampliar as vigências dos certificados de maneira a não impactar negativamente a qualidade do sistema de medição.

Os objetivos deste estudo de caso passam por demonstrar a partir das análises dos certificados de calibração e dos estudos comparativos de medição que será possível ampliar as vigências dos certificados de calibração, de maneira a não impactar negativamente a qualidade do sistema de medição e reduzir os custos anuais com a calibração de tais equipamentos, para isso serão discorridos temas como as normas de referência de construção de trenas, o que dizem normas de gestão de sistema de qualidade, análises dos resultados de calibrações de trenas e realização de testes comparativos de medição.

A justificativa se deve ao fato da empresa possuir em seu sistema metrológico cerca de 125 trenas calibradas anualmente, essas calibrações anuais geram desprendimento de recursos financeiros e de tempo de mão de obra a ser empregada na procura, calibração e devolução desses equipamentos aos seus respectivos setores, gerando impactos significativos na rotina de trabalho, além de custos financeiros, com esse estudo de caso visa-se ampliar as vigências dos certificados de calibração desses instrumentos e por consequência reduzir os custos com as calibrações anuais desses equipamentos, o que levará também a redução de tempo de mão de obra mensal voltada a atividades relacionadas a esse grupo de instrumentos em específico, mão de obra essa que poderá ser aplicada em outras atividades também relevantes dentro das rotinas do departamento de metrologia.

O trabalho foi elaborado a partir de uma pesquisa bibliográfica seguida de um estudo de caso, sendo aplicadas análises de desvio de leituras nos certificados de calibração de cinco amostras de trenas, devidamente calibradas nos últimos três anos, sendo elas do mesmo

fabricante, com as mesmas especificações de construção, porém de lotes diferentes, além de estudos estatísticos de comparação entre trenas novas e trenas já em uso no processo, o que visará comprovar que não há variação suficiente dentro do período de tempo citado que justifique a calibração anual do equipamento.

Os próximos capítulos irão discorrer sobre a metrologia, normas de trenas e as análises práticas visando alcançar o objetivo inicial.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A seguir serão levantados temas acerca da metrologia e trenas, visando estabelecer embasamento para o estudo de caso que se sucederá.

2.1 A metrologia na história

A metrologia é uma ciência de medição que se deriva de forma rigorosa por ensaios e períodos de medições. Uma ciência que se apoia no que vê e ouve, e busca comprovar todo e qualquer conhecimento teórico através de testes e comprovações físicas, um aspecto importante é saber qual grandeza será medida dentre as várias que se tem conhecimento (SANTOS, et. al. 2015).

A definição de Metrologia é de origem grega (metron: medida; logos: ciência), essa e outras definições podem ser encontradas no VIM - Vocabulário Internacional de Termos Fundamentais e Gerais de Metrologia de 2008(SILVA NETO, 2018).

Teixeira Filho (2009, p. 08) afirma que “a história das medidas é a história do homem.”

Os vestígios de utilização de técnicas de medição são muito antigos, os maias, astecas e egípcios já se utilizavam de métodos de medição e padrões de referência (SOUSA, 2010).

Desde que o homem domesticou seu primeiro animal e dominou o fogo, seu progresso tem sido construído sobre a fundamentação das medidas. A taxa do progresso está intimamente ligada ao seu progresso na ciência da medição (TEIXEIRA FILHO, 2009).

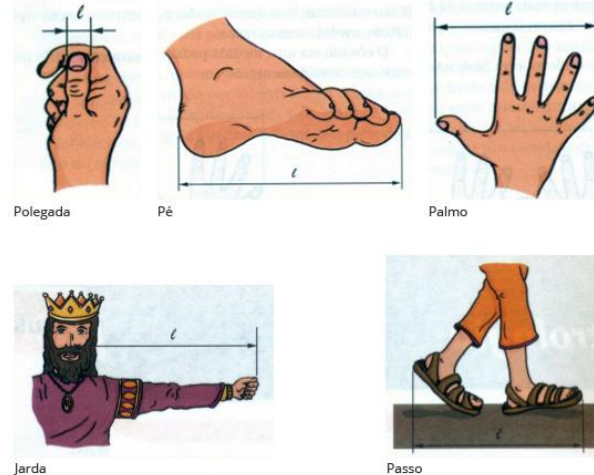
As técnicas de medição nas construções faraônicas já eram muito avançadas à época, os arquitetos reais do antigo Egito tinham por função calibrar o padrão de unidade de comprimento em cada lua cheia, esse padrão era o cúbito real, seu comprimento era equivalente ao comprimento do antebraço do faraó, do cotovelo à ponta do dedo médio, mais a largura da sua mão, e caso ocorresse algum esquecimento ou a calibração não fosse bem-feita, a punição era a morte (SOUSA, 2010).

A história mais recente da metrologia mostra que a preocupação de uniformizar as unidades de medida e definir padrões que fossem de utilização universal continuou a preocupar os governantes (SOUSA, 2010).

O homem descobriu que sua habilidade para apenas medir não era mais suficiente. Para que suas medições tivessem sentido elas teriam que concordar com as medições de outros homens (TEIXEIRA FILHO, 2009).

Inicialmente foram adotados padrões relacionados ao corpo humano dos chefes de tribos, reis e faraós: pés, braças, polegadas, mas esse método se provou muito falível, devido às diferenças naturais entre seres humanos (SOUSA, 2010).

Figura 1 – Padrões de medida relacionados ao corpo humano



Fonte: (MEDE, 2017)

Essas diferenças resultaram em muitos conflitos, já que por vezes as diferenças nas unidades correspondiam a custos sofridos por uma das partes quando se tratava de negociar produtos (SOUSA, 2010).

Em 26 de janeiro de 1575 em Portugal Dom Sebastião assinou a Lei Almeirim, essa lei visava o “igualamento das medidas dos sólidos e dos líquidos”. Uma lei notável que determinou a criação de padrões que ficassem depositados em lugares de confiança e padrões de 2ª classe que poderiam ser comparados por funcionários e os padrões de 3ª classe que eram comparados ao de 2ª classe pelos Corregedores e Ouvidores do Reino, definiram se conceitos como rastreabilidade, quer de calibração, quer de intercomparação (SOUSA, 2010).

A grande revolução se deu juntamente com a Revolução Francesa, no século XVIII, sendo aí a definição do metro baseada numa grandeza geográfica (SOUSA, 2010).

Gauss começou em 1832 a usar o sistema métrico como método ao fazer medidas do campo magnético da Terra com base em um sistema decimal cujas unidades fundamentais eram “milímetro”, o “miligrama” e o “segundo”, no início do século XIX Gauss propôs a adoção de um sistema do tipo LMT (Comprimento, Massa, Tempo) (OLIVEIRA, 2019).

Até que a necessidade de unificação foi atendida no início do século XIX, criando em 1861 o comitê de padrões elétricos da Associação britânica para o Progresso das Ciências, baseado nos tratados de Gauss e Weber (Alemães), que tinham como integrantes W Thomson,

Maxwell. Escolheram o sistema C.G.S Absoluto como ponto de partida, que se baseava nas unidades da mecânica que eram: centímetro, grama e segundo (OLIVEIRA, 2019).

2.2 O sistema internacional de medidas

O BIPM (Bureau Internacional de Pesos e Medidas) foi criado pela Convenção do Metro (Convention duMètre, Tratado do Metro ou Convenção Internacional de Pesos e Medidas (CIPM)), e assinado em 20 de maio de 1875 em Paris, tendo 17 estados assinantes, inclusive o Brasil. O propósito da convenção era estabelecer uma autoridade internacional no campo da Metrologia, dela resultou a adoção do metro como unidade de medida básica do comprimento (SILVA NETO, 2018).

Na primeira Conferência Geral de Pesos e Medidas (CGPM) ocorrida em 1889, foram confirmados os protótipos internacionais do metro e do quilograma. Mas no início do século XX o sistema MKS começou a ser usado, esse sistema era constituído de duas unidades, o metro e o quilograma, relacionados com o segundo, (unidade astronômica de tempo). Ficando com um sistema de três unidades parecido com o sistema CGS (OLIVEIRA, 2019).

Em 1948 a CGPM recomendou ao CIPM desenvolver uma normalização completa das unidades de medidas através de questionamentos a meios técnicos, pedagógicos e científicos de todos os países, a uma implantação de um sistema prático de unidades de medidas a ser usado por todos os países assinantes da convenção do metro (OLIVEIRA, 2019).

Em 1954, resolveu-se utilizar um sistema de unidades práticas, adicionaram-se mais duas novas unidades de medidas. Uma para unidade de temperatura termodinâmica o Kelvin e outra para unidade de intensidade luminosa a candela, completando assim as seis fundamentais: metro, quilograma, segundo, ampère, grau Kelvin e candela (OLIVEIRA, 2019).

Na reunião de 1956 desse comitê surgiu um problema na denominação a ser dada: três denominações seriam aceitáveis a saber:

- a) Sistema Giorgi;
- b) Sistema MKSAGC (segundo as iniciais);
- c) Sistema internacional de unidades (SI).

Adotou-se a última denominação, Sistema Internacional (SI) ou internacional system, em outubro de 1960, em Paris, decidiu-se que o sistema adotado fosse o SI (Sistema Internacional de Unidades), em todas as línguas. O Brasil participou dessa conferência, juntamente com 36 países incluindo os Estados Unidos (OLIVEIRA, 2019).

Tão logo divulgado, o SI ganhou rápida e crescente aceitação tornando-se o preferido nos mais variados domínios da ciência, engenharia, comércio e economia. Hoje o sistema de unidades – SI é aceito em todo mundo com exceção dos países Mianmar na Ásia, Libéria na África e nos Estados Unidos da América (OLIVEIRA, 2019).

Na Conferência Geral de Pesos e Medidas (CGPM) no BIPM, no dia 16 de novembro de 2018, em Paris, a comunidade científica e técnica do mundo aprovou por unanimidade a resolução para redefinir quatro das unidades de base sete, o quilograma (unidade SI de massa), Kelvin (unidade SI da temperatura), mol (unidade SI da quantidade de substância) e ampère (unidade SI da corrente) (OLIVEIRA, 2019).

Figura 2 - Tabela do Novo SI

Grandeza	Unidade de base (símbolo)	Como é definida	Constante definidora	Símbolo	Valor
Tempo	segundo (s)	Usando-se o valor numérico fixado da frequência do césio $\Delta\nu_{Cs}$, que é a frequência da transição hiperfina do estado fundamental não perturbado do átomo de césio 133, igual a 9 192 631 770 quando expresso na unidade Hz, a qual é igual a s^{-1} .	Frequência da transição hiperfina do estado fundamental não perturbado do átomo de césio 133	$\Delta\nu_{Cs}$	9 192 631 770 Hz
Comprimento	metro (m)	Usando-se o valor numérico fixado da velocidade da luz no vácuo c , igual a 299 792 458 quando expresso na unidade $m s^{-1}$, onde o segundo é definido em termos da frequência do césio $\Delta\nu_{Cs}$.	Velocidade da luz no vácuo	c	299 792 458 m/s
Massa	kilograma ou quilograma (kg)	Usando-se o valor numérico fixado da constante de Planck h , igual a $6,626\,070\,15 \times 10^{-34}$ quando expresso na unidade J s, a qual é igual a $kg\,m^2\,s^{-1}$, onde o metro e o segundo são definidos em termos de c e $\Delta\nu_{Cs}$.	Constante de Planck	h	$6,626\,070\,15 \times 10^{-34}$ J s
Corrente elétrica	ampere (A)	Usando-se o valor numérico fixado da carga elementar e , igual a $1,602\,176\,634 \times 10^{-19}$ quando expresso na unidade C, a qual é igual a A s, onde o segundo é definido em termos de $\Delta\nu_{Cs}$.	Carga elementar	e	$1,602\,176\,634 \times 10^{-19}$ C
Temperatura termodinâmica	kelvin (K)	Usando-se o valor numérico fixado da constante de Boltzmann k , igual a $1,380\,649 \times 10^{-23}$, quando expresso na unidade $J\,K^{-1}$, a qual é igual a $kg\,m^2\,s^{-2}\,K^{-1}$, onde o quilograma, o metro e o segundo são definidos em termos de h , c e $\Delta\nu_{Cs}$.	Constante de Boltzmann	k	$1,380\,649 \times 10^{-23}$ J/K
Quantidade de substância	mol (mol)	Um mol contém exatamente $6,022\,140\,76 \times 10^{23}$ entidades elementares. Este número é o valor numérico fixado da constante de Avogadro, N_A , quando expresso na unidade mol^{-1} e é chamado de número de Avogadro. A quantidade de substância, símbolo n , de um sistema, é uma medida do número de entidades elementares específicas. Uma entidade elementar pode ser um átomo, uma molécula, um ion, um elétron, ou qualquer outra partícula ou grupo específico de partículas.	Constante de Avogadro	N_A	$6,022\,140\,76 \times 10^{23}$ mol^{-1}
Intensidade luminosa	candela (cd)	Usando-se o valor numérico fixado da eficácia luminosa da radiação monocromática de frequência 540×10^{12} Hz, K_{cd} , igual a 683, quando expresso na unidade $lm\,W^{-1}$, a qual é igual a $cd\,sr\,W^{-1}$ ou $cd\,sr\,kg^{-1}\,m^{-2}\,s^3$, onde o quilograma, o metro e o segundo são definidos em termos de h , c e $\Delta\nu_{Cs}$.	Eficácia luminosa da radiação monocromática de frequência 540×10^{12} Hz	K_{cd}	683 lm/W

Fonte: (Inmetro, 2020)

2.3 Padronização das unidades no Brasil

No Brasil, durante o primeiro Império diversas tentativas de uniformização das unidades de medida foram realizadas, em 26 de junho de 1862 Dom Pedro II promulgou a Lei Imperial nº 1.157 e oficializou, em todo o território nacional, o sistema métrico decimal francês (SILVA NETO, 2018).

Com o crescimento industrial do século seguinte, fazia-se necessário criar no país instrumentos eficazes de controle que viessem a impulsionar e proteger produtores e

consumidores. Em 1961 foi criado o Instituto Nacional de Pesos e Medidas (INPM), que implantou a Rede Brasileira de Metrologia Legal e Qualidade – os atuais IPEM's (Institutos de Pesos e Medidas) – e instituiu o Sistema Internacional de Unidades (SI) em todo o território nacional. Entretanto, verificou-se que isso não era o bastante. Era preciso acompanhar o mundo na sua corrida tecnológica, no aperfeiçoamento, na exatidão e, principalmente, no atendimento às exigências do consumidor (SILVA NETO, 2018).

Em 1973, foi criado o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO), que, no âmbito de sua ampla missão institucional, objetiva fortalecer as empresas nacionais, aumentando sua produtividade por meio da adoção de mecanismos destinados à melhoria da qualidade de produtos e serviços (SILVA NETO, 2018).

2.4 A Rede Brasileira de Calibração (RBC)

Criada em 1980 e constituída por laboratórios credenciados pelo INMETRO segundo os requisitos da norma NBR ISO/IEC 17025, a RBC congrega competências técnicas e capacitações vinculadas a indústrias, universidades e institutos tecnológicos, habilitados para a realização de serviços de calibração (CEIME, 2022).

O credenciamento estabelece um mecanismo para evidenciar que os laboratórios se utilizam de um sistema da qualidade, que possuem competência técnica para realizar serviços de calibração e assegurar a capacidade em obter resultados de acordo com métodos e técnicas reconhecidos nacional e internacionalmente (CEIME, 2022).

A RBC utiliza padrões com rastreabilidade às referências metrológicas mundiais da mais alta exatidão, estabelecendo vínculo com as unidades do Sistema Internacional de Unidades – SI e constituindo a base técnica imprescindível ao livre comércio entre as áreas econômicas preconizado nos mercados globalizados (CEIME, 2022).

Os laboratórios da RBC prestam serviços de calibração para empresas produtoras e prestadoras de serviços e para laboratórios de universidades e centros de pesquisas. Os laboratórios credenciados abrangem as seguintes áreas: dimensional, força, massa, pressão, eletricidade, tempo e frequência temperatura, volume e massa específica (CEIME, 2022).

3 DEFINIÇÕES IMPORTANTES SOBRE INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO

Instrumento de medição são dispositivos utilizados para realizar medições de maneira individual ou associado a um ou mais dispositivos suplementares (KOBAYOSHI, 2018).

Exatidão é a capacidade do instrumento em fornecer indicações próximas do verdadeiro valor da grandeza medida (SANTOS, et. al. 2015).

Estabilidade é a capacidade do instrumento de medição de conservar suas características metrológicas (SANTOS, et. al. 2015).

Repetitividade é a capacidade do instrumento de medição de fornecer em condições de uso definidas resultados muito próximos quando submetido aos mesmos sinais de entrada (SANTOS, et. al. 2015).

4 O HISTÓRICO DE DESENVOLVIMENTO DA TRENA

As trenas, em inglês *tape measure* ou fita de medir, são ferramentas de medição muito antigas. Os primeiros registros do uso de fitas com marcações para medir comprimentos são do Império Romano, entre 27 a.C até 476 d.C. (PALMA, 2019).

Os alfaiates franceses utilizavam fitas de papel marcadas para tirar medidas dos clientes e cortar corretamente o tecido, mas elas eram diferentes para cada cliente, isso acarretou no desenvolvimento de fitas marcadas padronizadas, que passaram a ser utilizadas volta de 1820, o que permitiu comparar as medidas de diferentes clientes e permitiu a padronização na confecção de roupas, uma grande revolução no mercado de alfaiataria à época (PALMA, 2019).

4.1 A evolução da trena de fita

A primeira patente de uma trena de fita que retrátil por um sistema de mola, foi desenvolvida na Inglaterra nos anos de 1820, porém seu alto custo dificultava a aquisição por parte de artesão da época (PALMA, 2019).

Em 1864, Willian Bangs desenvolveu e patenteou nos Estados Unidos um modelo de trena com valores mais acessíveis. Apenas 4 anos depois, em 1868, Alvin Fellows patenteou um modelo de trena retrátil com um sistema de trava e acondicionamento em uma caixa de metal, tornando-a fácil de ser carregada em uma caixa de ferramentas, o problema de ambas as patentes era que as fitas eram confeccionadas em pano para poderem ser enroladas, essa característica das fitas dificultava algumas medições (PALMA, 2019).

Em 1922, Hiran Farrand patenteou a trena com fita metálica côncava, isso solucionou o problema das trenas anteriores. A fita metálica era flexível suficiente para ser enrolada, mas, quando esticada, ganhava resistência estrutural devido à sua concavidade, o que facilitava as medições, podendo ser mantida estável, segura apenas pela caixa, com até 6 pés (cerca de 1,8 metro) (PALMA, 2019).

Em conjunto com Willian Wentworth Broun, Farrand passou a produzir em massa suas trenas, posteriormente venderia seu produto para a Stanley Works, que viria a se tornar a gigante Stanley Black and Decker (PALMA, 2019).

Figura 3 – Modelos de trenas modernas



Fonte: (STARRET, 2022)

A trena côncava de Farrand acabou-se tornando o padrão do mercado das trenas de fita de bolso até os dias atuais, a partir de 1977 surgiram as trenas digitais que incorporam mostradores digitais a sua caixa (PALMA, 2019).

4.2 Norma referente a trenas

A NBR-10123 é a norma aplicável para trenas fabricadas em fita de aço, estabelecendo as condições requeridas para as trenas de fita de aço utilizadas para medições lineares na indústria e para uso geral, onde não se exigem medições com alto grau de exatidão (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012).

A NBR-10123 define trena de fita de aço como “instrumento de medição que contém uma fita graduada ao longo de seu comprimento, com marcas transversais, que pode ser acoplada a uma caixa dotada de mecanismo para recolhimento automático ou manual da fita [...]”.

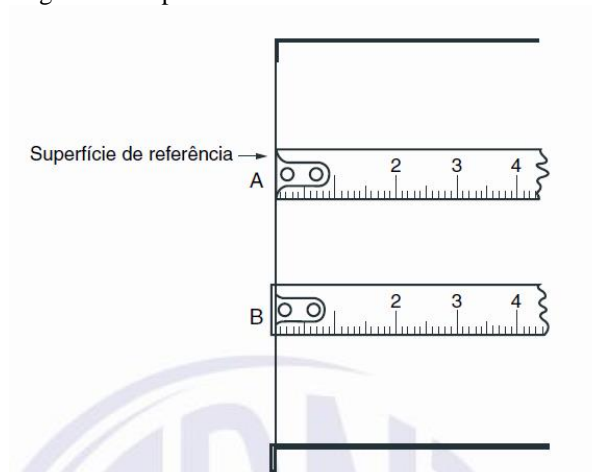
A trena possui duas escalas, uma em milímetros (mm), com divisão de 1 mm e outra escala em polegadas fracionárias com divisão de 1/16”. Costumam ser produzidas com capacidades de 3 m, 5 m, 8 m, 10 m, 20 m, 30 m e 50 m, existem modelos de maior capacidade. Trenas usualmente atendem medições de pouca precisão, em peças pequenas ou grandes (SILVA NETO, 2018)

4.3 Componentes da trena

A trava é o dispositivo de travamento da fita de aço durante a utilização (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 10123:2012).

A superfície de referência é o dispositivo acoplado no início da fita, serve como referência para medição podendo ter a função de puxador quando a fita não possuir esse componente. Esse componente quando referência deve ser móvel e ter o deslocamento permitido em equivalência a sua espessura, dessa forma há a compensação da origem (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2012).

Figura 4 – Superfície de referência



Fonte: (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR10123:2012)

A caixa ou suporte da fita deve ser fabricada em aço, plástico ou material, podendo ser tipo fechado (caixa) ou aberto (suporte) (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 10123:2012).

A dureza da fita confeccionada em aço carbono deve estar na faixa de 360 HV a 560 HV e da fita confeccionada em aço inoxidável deve estar acima de 360 HV. As medições devem ser conforme descrito ABNT NBR ISO 6507-1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 10123:2012).

A fita graduada deve sair da caixa ou suporte em toda a extensão da faixa de medição, além de 50 mm no mínimo para facilitar as medições (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 10123:2012).

4.4 Classificação das trenas

Segundo a ABNT NBR 10123:2012 as fitas das trenas podem ser classificadas em tipo plana ou tipo curva.

As trenas da fita de aço são classificadas quanto à exatidão como classe I ou classe II, as dimensões e tolerâncias para fitas de aço são estabelecidas conforme quadro 1 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 10123:2012).

Quadro 1 – Dimensões e tolerâncias para fitas de aço

Tipos de fitas de aço	Grupo de comprimento m	Largura mm		Tolerância mm	Espessura mm		Tolerância mm
		Mínima	Máxima		Mínima	Máxima	
Plana	0,5 até 5	6	10	± 0,3	0,1	0,2	± 0,02
	Acima de 5 até 10		13		0,13	0,3	
	Acima de 10 até 100	8	15	± 0,4			± 0,04
Curva	0,5 até 2	6	13	± 0,3	0,1	0,2	± 0,02
	Acima de 2		25			± 0,6	
	Acima de 5 até 10	15		± 0,04			

Fonte: Adaptado de Associação Brasileira de Normas Técnicas (2012)

4.5 Erro máximo admissível nas indicações de trena

Os erros máximos admissíveis nas indicações das trenas, variadas para mais ou para menos em qualquer distância compreendida entre duas referências não consecutivas é expressa em milímetros através da equação 1.

$$(x + y.L) \quad (1)$$

Onde:

- L é o valor do comprimento considerado, arredondado para o número inteiro de metros, por excesso;

- x e y são os coeficientes cujos valores estão estabelecidos de acordo com a classe de exatidão definidas no quadro 2 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 10123:2012).

Quadro 2 – Coeficientes por classe de exatidão

Classe de exatidão	Coeficientes	
	x	y
I	0,1	0,1
II	0,3	0,2

Fonte: Adaptado de Associação Brasileira de Normas Técnicas (2012)

4.6 Erro entre duas marcas

O máximo admissível para mais ou menos entre duas marcas consecutivas i com valor inferior ou igual a 10 mm é estabelecido conforme quadro 3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 10123:2012).

Quadro 3 – Distância entre marcas consecutivas

Distância entre duas marcas consecutivas i	Erro máximo admissível para cada classe de exatidão	
	I	II
$i \leq 1$	0,1	0,2
$1 < i \leq 10$	0,2	0,4

Fonte: Adaptado de Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 10123 (2012)

Para distância entre duas marcas consecutivas i superiores a 10 mm, o erro máximo admissível é expresso em milímetros pela equação 2.

$$(x + y.L) \quad (2)$$

Onde:

- x e y são iguais aos valores estabelecidos na tabela 2 e L é o valor do comprimento considerado arredondado para o número inteiro de metros (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 10123:2012).

Os quadros 2 e 3 aplicam-se às medições entre marcas, para as medições mistas que são medições entre superfície de referência e marca o erro máximo admissível é incrementado em:

- a) $\pm 0,1$ mm para as medidas da classe I;
- b) $\pm 0,2$ mm para as medidas da classe II.

4.7 A calibração das trenas

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 10123 “a calibração das trenas consiste na determinação do erro de indicação da escala.”

Os padrões necessários para calibração de trenas são uma régua graduada padrão ou trena padrão, uma lupa graduada, massas padrão de 2 kg e 5 kg, um suporte de calibração de trena, dispositivos de fixação, um termômetro (ABENDI, 2010).

Na preparação para calibração, alguns procedimentos precisam ser executados, como a limpeza da trena a ser calibrada e os padrões a serem empregados se utilizando de benzina, éter ou álcool isopropílico, tecido de popeline branco, guardanapo de papel ou papel toalha e luvas de látex. (ABENDI, 2010).

Deve se realizar uma inspeção visual, verificando se a fita apresenta danos, como por exemplo, fita graduada apagada, corrosão, funcionamento da trava, encosto de referência danificado, riscos na graduação da fita, funcionamento da mola de retorno da fita de aço, entre outros, qualquer anomalia deve ser anotada no relatório de calibração. (ABENDI, 2010).

Os padrões e instrumentos utilizados devem estar calibrados por laboratórios da RBC (Rede Brasileira de Calibração) ou laboratórios que possuam padrões com calibração rastreável a padrões nacionais, e dentro do prazo de validade da calibração. Anotar os dados dos padrões e instrumentos e dos seus certificados de calibração no relatório de calibração. (ABENDI, 2010).

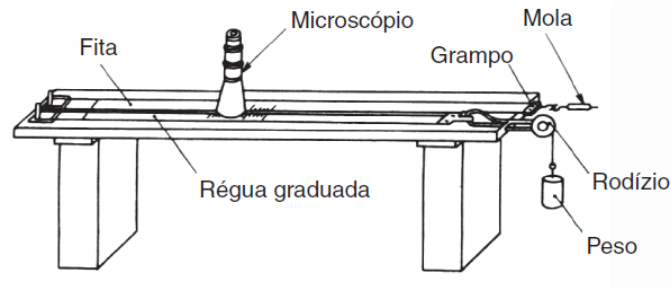
A temperatura para calibração deve ser de 20°C, não podendo exceder a 1°C de variação durante a execução da calibração (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 10123:2012).

4.8 Execução da calibração

Apoiar a fita sobre uma superfície plana e horizontal, e tracioná-la adequadamente conforme o quadro 4 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 10123:2012).

Medir a distância entre as marcas da escala, utilizando a régua graduada ou trena padrão como referência. Com o auxílio da lupa graduada, medir a diferença entre as indicações (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 10123:2012).

Figura 5 – Procedimento para calibração de trenas



Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE
NORMAS TÉCNICAS NBR 10123:2012

Abaixo há o quadro 4 que indica as forças a serem aplicadas nas fitas de acordo com o comprimento.

Quadro 4 – Força de tração por comprimento da trena

Força N	Comprimento nominal da fita de aço
20	$L \leq 5$
50	$L > 5$

Fonte: Adaptado de Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 10123:2012

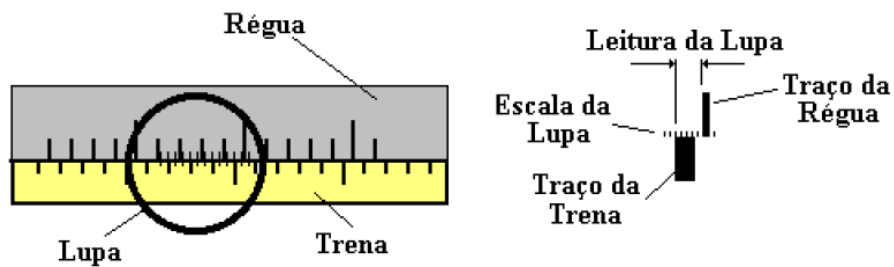
4.9 Efetuando as leituras na calibração

A medição é realizada comparando-se as marcações do padrão e do instrumento em calibração nos pontos requeridos, ampliando-se a resolução do padrão com auxílio de uma lupa graduada com menor divisão de 0,1 mm ou 0,05 mm (ABENDI, 2010).

Segundo a ABENDI (2010) anota-se no certificado de calibração em cada ponto de medição:

- o valor indicado na trena no ponto que está sendo calibrado;
- o erro de indicação para cada ponto lido realizando a leitura da lupa desde a borda inicial do traço da trena até a borda inicial do traço da régua.

Figura 6 – Realização das leituras de calibração



Fonte: (ABENDI, 2010)

O maior erro de indicação será o erro de maior valor encontrado entre os pontos medidos (ABENDI, 2010).

No caso de se realizar medições de comprimentos maiores que o da régua graduada padrão deve-se deslocar a trena até que o último ponto calibrado coincida com a extremidade inicial da régua graduada padrão, observando que a borda inicial do traço gravado na trena deve coincidir com a extremidade da régua graduada padrão utilizando a lupa graduada para verificar a coincidência de traços. Nesses casos deve-se usar um dispositivo de fixação para prender a fita de aço da trena justaposta a régua graduada padrão nessa posição (ABENDI, 2010).

5 NORMAS REGULAMENTADORAS E RASTREABILIDADE DE MEDIÇÃO

A norma de sistema de gestão de qualidade automotiva referida como IATF 16949, juntamente com as normas ISO 9001:2015 e ISO 9000:2015 definem os requisitos fundamentais de sistema de gestão da qualidade para organizações de produção automotiva e peças relevantes para serviço (*INTERNATIONAL AUTOMOTIVE TASK FORCE 16949:2016*).

A ISO/TS 16949 foi criada em 1999 pela *International Automotive Task Force* (IATF) visando harmonizar os diferentes sistemas de avaliação e certificação da cadeia de fornecedores para o setor automotivo global (*INTERNATIONAL AUTOMOTIVE TASK FORCE 16949:2016*).

5.1 A rastreabilidade de medição

A IATF 16949:2016 define que os requisitos para rastreabilidade de medição sejam consultados na norma ISO 9001:2015 (*INTERNATIONAL AUTOMOTIVE TASK FORCE 16949:2016*).

A ISO 9001 (2015) define por sua vez que quando a rastreabilidade de medição for um requisito, ou for considerada parte essencial da provisão de confiança na validade de resultados de medição, os equipamentos de medição devem ser:

- a) verificados ou calibrados, ou ambos, em intervalos especificados, ou antes do uso, contra padrões de medição rastreáveis a padrões de medição internacionais ou nacionais; quando tais padrões não existirem, a base usada para calibração ou verificação deve ser retida como informação documentada;
- b) identificados para determinar sua situação;
- c) salvaguardados contra ajustes, danos ou deterioração que invalidariam a situação de calibração e resultados de medições subsequentes.

A organização deve determinar se a validade de resultados de medição prévios foi adversamente afetada quando o equipamento de medição for constatado inapropriado para seu propósito pretendido, e deve tomar ação apropriada, como necessário (*INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2015*).

5.2 Registros de calibração e verificação

Deve-se ter um processo documentado para o gerenciamento dos registros de calibração / verificação, sendo mantidos os registros das atividades de calibração / verificação para todos os dispositivos de medição e equipamentos de medição e teste, isso inclui equipamentos relevantes de propriedade dos empregados, de propriedade do cliente ou de propriedade do fornecedor do site, equipamentos esses necessários para fornecer evidências de conformidade com os requisitos internos, legais e regulamentares, além dos requisitos definidos pelo cliente (*INTERNATIONAL AUTOMOTIVE TASK FORCE 16949:2016*).

5.3 Requisitos de laboratório de calibração

São admissíveis dois modelos de laboratório de calibração, o interno e o externo.

O laboratório interno deve possuir um escopo definido que inclua sua capacidade para tais serviços. Esse escopo deve estar incluído na documentação do SGQ, porém o laboratório deve especificar e implementar no mínimo requisitos como a adequação dos procedimentos técnicos, a competência dos colaboradores do laboratório, o teste de produto, a capacidade para realizar os serviços corretamente, rastreáveis as normas relevantes de processo como a ASTM, EN, entre outros, na ausência de normas regulamentadoras a organização deve implementar metodologia de verificação de capacidade do sistema de medição, devem ser implementados os requisitos do cliente quando necessário e a análise crítica dos registros (*INTERNATIONAL AUTOMOTIVE TASK FORCE 16949:2016*).

Cabe menção que o laboratório interno pode obter acreditação na norma ISO/IEC 17025, isso por si só demonstra a conformidade do laboratório (*INTERNATIONAL AUTOMOTIVE TASK FORCE 16949:2016*).

Já o laboratório externo deve ter o escopo do laboratório definido incluindo a capacidade para realizar as calibrações, devendo ser acreditado na ISO/IEC 17025 ou norma equivalente nacional, os certificados de calibração devem possuir a marca do organismo de acreditação nacional, ou devem haver evidências de aceitação pelo cliente (*INTERNATIONAL AUTOMOTIVE TASK FORCE 16949:2016*).

Para casos em que não existam laboratórios qualificados para instrumentos específicos, o fabricante do equipamento pode realizar a calibração do mesmo, devendo ser respeitados os requisitos definidos para laboratórios internos (*INTERNATIONAL AUTOMOTIVE TASK FORCE 16949:2016*).

6 METODOLOGIA

O trabalho foi elaborado a partir de uma pesquisa bibliográfica seguida de um estudo de caso, sendo aplicadas análises de desvio de leituras nos certificados de calibração de cinco amostras de trenas, devidamente calibradas nos últimos três anos, sendo elas do mesmo fabricante, com as mesmas especificações de construção, porém de lotes diferentes.

Aplicados também estudos estatísticos de comparação entre trenas novas e trenas já em uso no processo, o que comprovou que não há variação suficiente dentro do período de tempo citado que justifique a calibração anual do equipamento.

Esses estudos e análises comprovaram que com as ampliações de vigências dos certificados a qualidade do sistema de medição não foi afetada negativamente.

6.1 Seleção das trenas

Para o desenvolvimento do trabalho foram selecionadas cinco trenas, com histórico de calibração comprovado por certificados de no mínimo três anos anteriores, as trenas são identificadas pelos códigos de rastreabilidade, obrigatórios por norma, os códigos para esse estudo de caso são denominados IC's (Instrumento Calibrado) seguido de números sequenciais.

Os códigos das trenas são os seguintes: IC 06739, IC 13551, IC 15006, IC 16203, IC 14190.

As trenas foram selecionadas em departamentos diferentes, como o laboratório de testes, extrusão, acabamento e engenharia, isso propicia uma análise em instrumentos com diferentes frequências de utilização, no laboratório a frequência de uso e a faixa dimensional é menor do que na extrusão por exemplo, já que no laboratório são dimensionadas amostras para testes, ao contrário da extrusão que dimensiona perfis inteiros, que podem chegar a 4000 mm.

Os certificados de calibração estarão anexados a este trabalho, com o intuito de comprovação de veracidade das informações, porém os nomes de todos os envolvidos nos processos serão resguardados visando-se obedecer termo de confidencialidade de informações assinado, outro ponto a ser considerado é que houve uma mudança no procedimento de gestão nesse intervalo de tempo, por isso alguns certificados irão remeter a calibração interna e outros a calibração externa RBC, porém em ambos os casos a norma NBR 10123 foi atendida

no procedimento de execução da calibração, determinação dos pontos de calibração e erros máximos admissíveis.

6.2 Entendendo um certificado de calibração

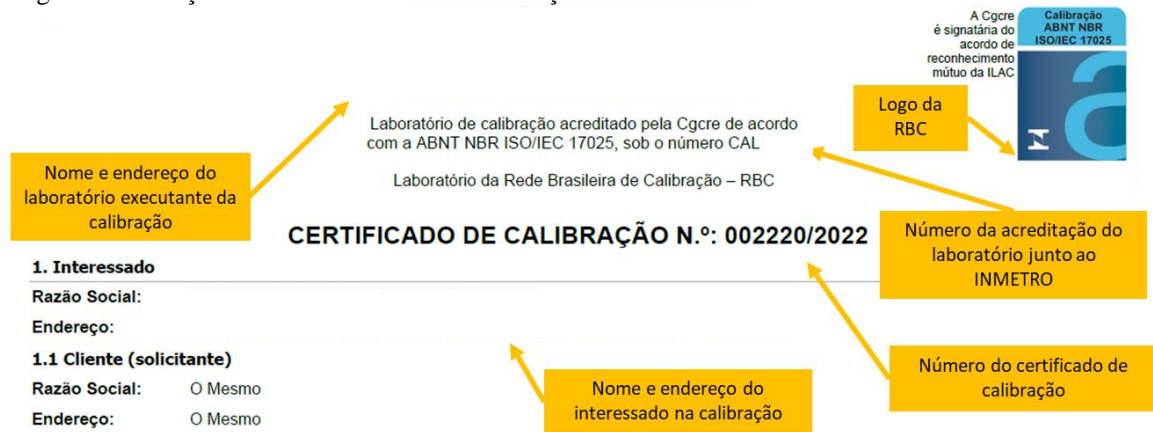
Antes, porém, será apresentado um modelo de certificado de calibração atualmente adotado pela empresa, o objetivo é fornecer os meios para que o leitor possa entender os pontos que serão utilizados nas análises subseqüentes.

O certificado é composto por itens obrigatórios e itens opcionais de apresentação.

6.2.1 Informações de cabeçalho

As informações do cabeçalho de um certificado são de apresentação obrigatória, o endereço do laboratório, o número da acreditação do laboratório junto ao INMETRO (Em casos de calibração RBC), o número do certificado de calibração e o nome e endereço do interessado na calibração, geralmente é apresentado logo da Rede Brasileira de Calibração próximo ao cabeçalho.

Figura 7 – Cabeçalho de um certificado de calibração



Fonte: O autor

A ordem de apresentação dessas informações pode variar de acordo com o *layout* escolhido pelo laboratório emissor, mas não podem deixar de serem apresentadas.

6.2.2 Informações do instrumento calibrado

Nesse campo são apresentadas as informações do instrumento que foi calibrado, como o código de rastreabilidade, capacidade, número de série, modelo, dentre outras.

Figura 8 – Informações do instrumento

2. Características do Objeto Calibrado

Instrumento:	Trena	Nome do instrumento	Intervalo Nominal:	(0 a 5000) mm
Identificação:	IC 15006	Código de rastreabilidade	Intervalo de Medição:	(0 a 5000) mm
Número de Série:	Não consta	Informações do fabricante	Valor de uma divisão:	1 mm
Modelo:	TS34-5M		Capacidade do instrumento, faixa de calibração e resolução	
Fabricante:	Starrett			

Fonte: O autor

As informações desse campo são livres, podem estar organizadas no formato retratado acima ou espalhadas ao longo do certificado, mas são imprescindíveis.

6.2.3 Datas e síntese procedimental

Nesse campo é obrigatória a apresentação de no mínimo a data de calibração.

Figura 9 – Datas e procedimento

3. Informações para Gerenciamento

Ordem de Serviço:	Data de Recebimento:	Data da Calibração:	Data da Emissão:
	27/01/2022	27/01/2022	01/02/2022

4. Procedimento de Calibração

O instrumento foi calibrado por comparação com padrão de medição, conforme procedimento

Resumo do procedimento

Fonte: O autor

O campo de procedimento remete a uma síntese apenas, já que o procedimento na íntegra é documento sigiloso e desenvolvido pelo próprio laboratório de calibração, porém nesse caso deve remeter a norma ABNT 10123.

6.2.4 Padrões e local

Nesse campo são descritos os padrões utilizados para a calibração, assim como seus respectivos códigos de identificação, números de certificados e datas de vencimento.

Figura 10 – Padrões e condições ambientais

5. Padrões Utilizados			
Descrição	Identificação	Certificado	Vencimento
Régua Graduada de Aço			14/12/2023
Régua Graduada Vidro			26/10/2023
Termohigrômetro			18/04/2023

6. Local da Calibração e Respectivas Condições Ambientais			
Local:	Temperatura:	Umidade Relativa:	
Instalações do cliente	(20 ± 2) °C	(50 ± 20) %ur	Local e condições ambientais

Fonte: O autor

No campo de local e condições ambientais deve-se apresentar onde foi realizada a calibração, se nas instalações do interessado na calibração ou nas instalações do laboratório contratado.

O controle de condições ambientais é estabelecido por procedimento e norma, nesse caso o ambiente pode variar entre 18°C e 22°C, porém durante a calibração a temperatura não pode variar mais que 1°C, conforme previsto em norma, o mesmo vale para a umidade que pode estar entre 30%ur e 70%ur, mas não pode variar mais que 10%ur durante a execução.

6.2.5 Resultados da calibração

Nesse campo são apresentados os valores encontrados na calibração do instrumento, assim como a incerteza de calibração, o fator de abrangência (k) e o Veff (Graus de Liberdade Efetivos), o fator e os graus são apresentados para possibilitar que o proprietário do instrumento replique os cálculos de incerteza.

Figura 11 – Resultados da calibração

8. Resultados da Calibração						
VM (mm)	VR (mm)	EM (mm)	U (mm)	k	Veff	EMA (±) (mm)
0	0,00	0,00	0,25	2,00	∞	0,6
500	499,92	0,08	0,25	2,00	∞	0,7
1000	999,81	0,19	0,25	2,00	∞	0,8
1500	1499,75	0,25	0,25	2,00	∞	0,9
2000	1999,70	0,30	0,25	2,00	∞	1

Leitura encontrada na lupa ou régua padrão em comparação a régua de referência

Incerteza de calibração

Erro Máximo Admissível

Ponto de Calibração

Erro do instrumento por ponto

Fatores componentes do cálculo da incerteza de calibração (apresentação obrigatória)

Fonte: O autor

A coluna de EMA (Erro Máximo Admissível) é a única que não é de caráter obrigatório, fica a cargo de uma decisão conjunta entre o laboratório executante e o

interessado na calibração a apresentação ou não dessa informação, ressaltando que no caso de trenas, o EMA deve ser ditado pela norma, conforme citado anteriormente nesse trabalho.

6.2.6 Campo Observações

Campo livre para informações importantes e relevantes do certificado em questão.

Figura 12 - Observações

9. Observações

O instrumento em questão não sofreu ajustes.

VR (Valor de Referência): Média Obtida no padrão.

VM (Valor Medido): Obtido no instrumento sob calibração.

EM (Erro Medição): Valor Medido - Valor de Referência.

U: Incerteza Expandida.

k: Fator de Abrangência (valor adimensional).

Veff: Graus de Liberdade Efetivo.

Regra de decisão adotada (por ponto calibrado): Somatória, em módulo, do erro de medição e a incerteza expandida.

Sendo o resultado desta somatória igual ou menor que o Erro Máximo Admissível considera-se aprovado.

EMA: Erros Máximos Admissíveis especificado pelo cliente.

Fonte: O autor

Cada laboratório adota as observações de acordo com o entendimento de necessidade, no caso desse exemplo foram inseridas as informações relativas ao campo de resultados de calibração.

6.2.7 Laudo

Campo para indicação de situação do instrumento após a aprovação, é de rara presença nos certificados de calibração, especialmente os da Rede Brasileira de Calibração.

Figura 13 - Laudo

10. Laudo

Aprovado

Fonte: O autor

Ressaltando que esse laudo é da calibração, não exime o gestor do sistema de calibração de realizar uma nova avaliação e validação das informações contidas nesse documento.

6.3 Extraindo os dados

Para o estudo de caso, serão utilizadas as leituras coletadas nas calibrações, apresentadas na coluna de erro de medição (EM), nos respectivos certificados.

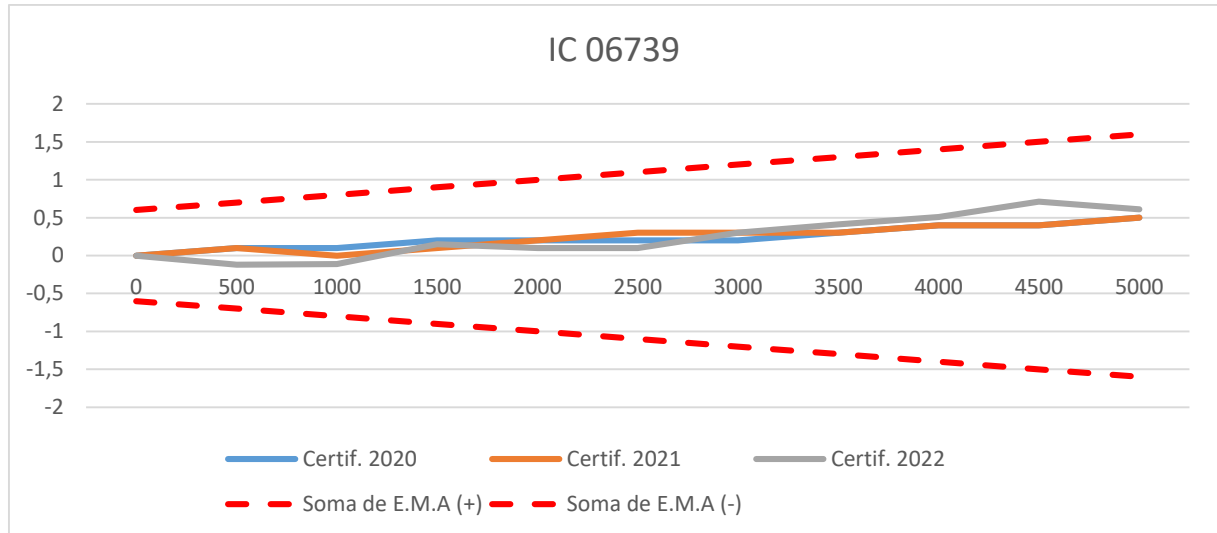
Por se tratar de pontos de calibração idênticos, os valores de referência são os mesmos para todas as amostras, as análises de tendência de erro do equipamento serão apresentadas ponto a ponto de maneira gráfica, de modo a facilitar a apresentação e compreensão.

Cabe a observação que para avaliações cotidianas, deve-se somar a incerteza de calibração ao erro para se ter o desvio do equipamento, porém como são medições realizadas por comparação direta, consideraremos apenas o erro encontrado para análises.

6.3.1 IC 06739

Abaixo o gráfico com as tendências de erro dos respectivos certificados da trena IC 06739, pertence a célula de acabamento 151, tem rotina de uso moderado.

Gráfico 1 – Erros dos certificados da trena IC 06739



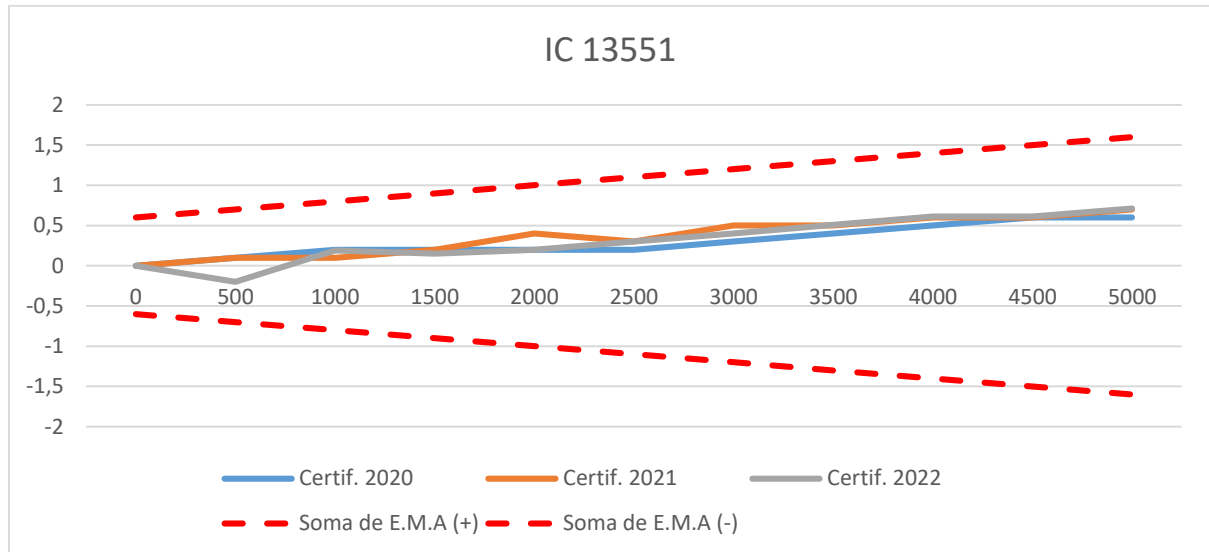
Fonte: O autor

Os certificados apresentam boa tendência de erro, com crescimento ao longo do comprimento da fita da trena, mas com o maior erro encontrado no ponto de 4500 mm no certificado de 2022, ainda assim muito distante do limite dado pela norma que nesse ponto é 1,5 mm. Os erros também se mantem relativamente estáveis ao longo dos anos.

6.3.2 IC 13551

Abaixo o gráfico com as tendências de erro dos respectivos certificados da trena IC 13551, pertence a linha de extrusão 08, tem rotina de uso elevada, já que é utilizada no dimensionamento de perfis extrudados ao longo das 24 horas de produção.

Gráfico 2 – Erros dos certificados da trena IC 13551



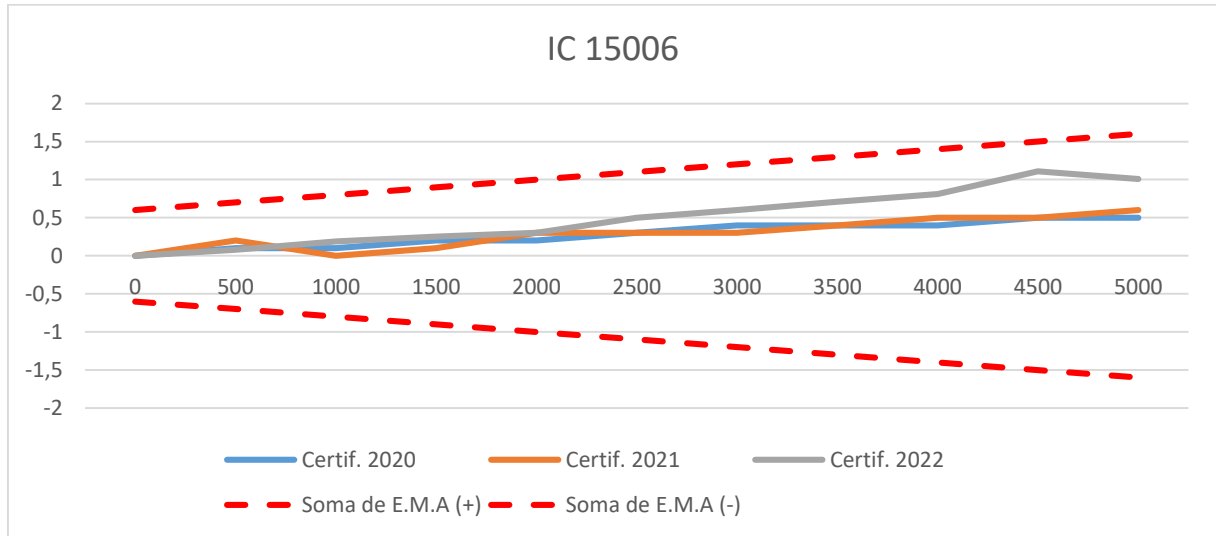
Fonte: O autor

Assim como na trena apresentada anteriormente, há uma boa estabilidade ao longo dos anos, e tendência de erro crescente ao longo da faixa de calibração, ainda assim com os maiores erros encontrados muito distantes do que permite a norma.

6.3.3 IC 15006

Abaixo o gráfico com as tendências de erro dos respectivos certificados da trena IC 15006, pertence ao laboratório central, tem rotina de uso elevada, já que é um instrumento que dimensiona peças e amostras para testes.

Gráfico 3 – Erros dos certificados da trena IC 15006



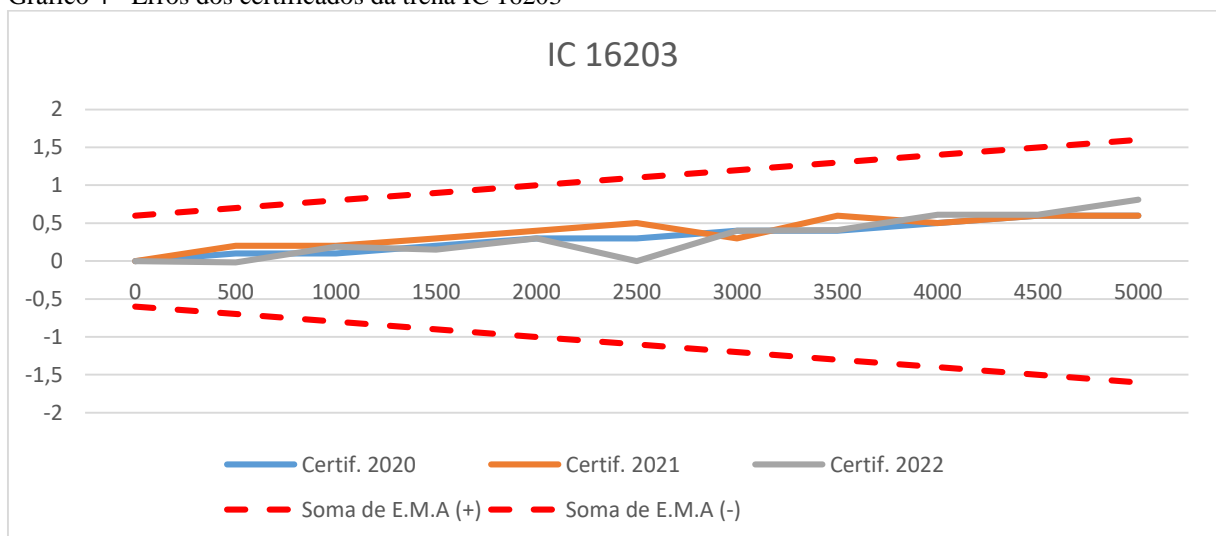
Fonte: O autor

Nesse caso já há um ponto de atenção, em 2022 os erros apresentaram significativa elevação em relação aos dois anos anteriores, ainda assim distante dos limites de tolerância estabelecidos por norma.

6.3.4 IC 16203

Abaixo o gráfico com as tendências de erro dos respectivos certificados da trena IC 16203, pertence ao departamento de quarentena, que é onde lotes de peças suspeitas são bloqueadas por 72 horas para re-inspeção, tem rotina de uso elevada.

Gráfico 4 - Erros dos certificados da trena IC 16203



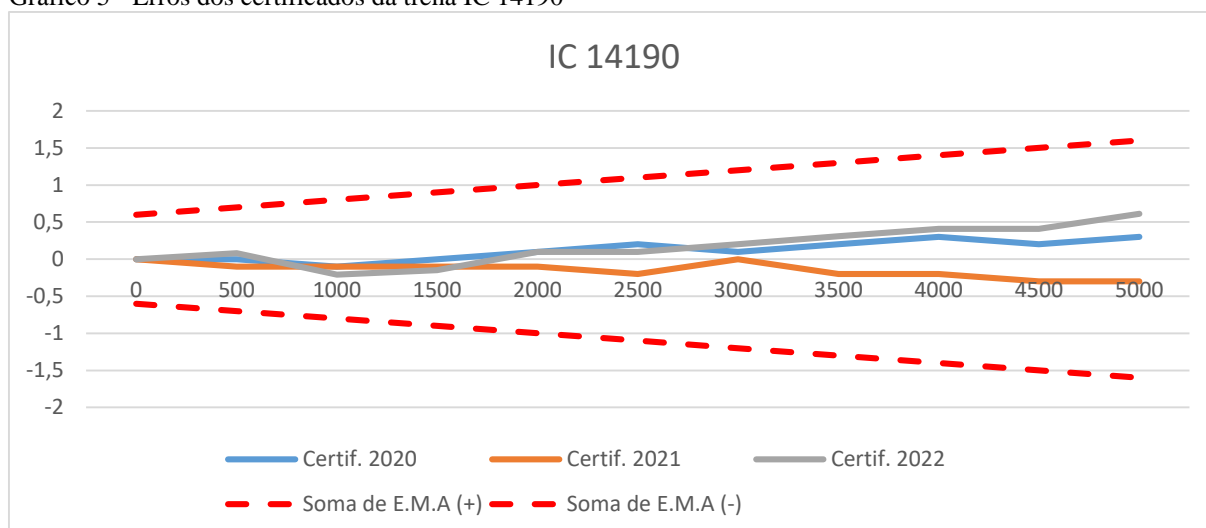
Fonte: O autor

Esse instrumento apresenta erros levemente dispersos ao longo da faixa ao longo dos anos, um ponto de atenção foi a queda no ponto de 2500 mm no ano de 2022, mas nada significativo o suficiente, pelo contrário, houve queda na direção do valor de referência e logo nos pontos seguintes foi retomada a tendência de crescimento dos erros assim como nos anos anteriores.

6.3.5 IC 14190

Abaixo o gráfico com as tendências de erro dos respectivos certificados da trena IC 14190, pertence engenharia de qualidade, tem baixa rotina de uso.

Gráfico 5 - Erros dos certificados da trena IC 14190



Fonte: O autor

Esse gráfico apresenta a maior discrepância de todos os objetos de estudo, especialmente quando são analisados os pontos finais da faixa de medição/calibração, houve um salto de 0,7 mm no último ponto de calibração ao longo dos anos, mas assim como nos demais estudos, os maiores erros permanecem distantes da tolerância máxima para os respectivos pontos.

6.4 Ensaio comparativo entre trenas

Nesse tópico são apresentados os resultados de um teste comparativo de medição e resultados, entre uma trena com três anos de uso e uma trena recém calibrada, que ainda está em estoque para uso, ou seja, sem nenhum tipo de contato com o uso diário.

A trena com histórico escolhida foi a IC 15006, isso se explica pelo fato de que entre os certificados de calibração escolhidos em 2022, foi a trena que apresentou os resultados com maior aproximação dos limites de tolerância, o objetivo é identificar se existem diferenças relevantes entre uma trena com histórico de uso e uma trena nova.

Para isso foi aplicado um estudo de M.S.A (*Measurement System Analysis*), que conforme definido pelo próprio manual do M.S.A – 4ª edição são estudos que apresentam “diretrizes para avaliação da qualidade de um sistema de medição”. O estudo aplicado foi o de repetitividade e reprodutibilidade, conhecido na indústria por R&R, dentre os muitos estudos possíveis, entre os muitos benefícios desse estudo destaca-se a obtenção de conhecimento da variação obtida com um mesmo instrumento de medição quando usado por um mesmo avaliador enquanto medindo a característica de uma peça, em outras.

Para tanto são necessários alguns passos que são mandatórios pelo manual para execução do estudo. Primeiramente foram separadas 10 amostras do processo, escolhidas de maneira aleatória mas que dessem margem de variação dentro de toda a faixa de tolerância permitível no processo de fabricação do produto, após isso, três operadores devidamente treinados e habituados ao processo de medição foram convidados para efetuar as medições, participaram do estudo a Srta. Jessica, o Sr. Higor e o Sr. Valdir, Jessica e Higor são engenheiros de desenvolvimento de produtos na empresa automobilística e o Sr. Valdir é metrologista sênior em uma renomada empresa de calibração de instrumentos.

Figura 14 – Estudo de M.S.A com trena IC 15006

Estudo de Repetibilidade e Reprodutibilidade - Variação Total / Tolerância													
Part No. & Nome		310024651A			Nome do Equipamento			Trena		Peças (n)		10	
Características		Comprimento total			Equipamento No.			IC 15006		Operadores		3	
Especificações		3432 ± 8			Tipo do Equipamento			Manual / Analógico		Repetições (r)		3	
Data		30/09/2022			Responsável			Thales Parreira		Tolerância		16	
Repetição		Peça										Médias	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Operator	Valdir	1	3436	3435	3432	3435	3437	3432	3426	3429	3429	3428	3431,9
		2	3436	3436	3432	3435	3437	3432	3427	3429	3429	3428	3432,1
		3	3435	3435	3432	3435	3437	3432	3426	3429	3429	3428	3431,8
		Média	3435,667	3435,333	3432,000	3435,000	3437,000	3432,000	3426,333	3429,000	3429,000	3428,000	$\bar{X}_a = 3431,9333$
		Amplitude	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	$R_a = 0,3000$
	Higor	1	3436	3436	3431	3434	3437	3431	3427	3429	3429	3429	3431,9
		2	3436	3436	3432	3433	3437	3432	3427	3429	3428	3429	3431,9
		3	3436	3436	3432	3434	3437	3432	3426	3429	3429	3429	3432
		Média	3436,000	3436,000	3431,667	3433,667	3437,000	3431,667	3426,667	3429,000	3428,667	3429,000	$\bar{X}_b = 3431,9333$
		Amplitude	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	0,00	1,00	0,00	$R_b = 0,5000$
	Jessica	1	3436	3436	3432	3434	3437	3431	3426	3429	3429	3428	3431,8
		2	3435	3435	3432	3434	3436	3431	3426	3429	3429	3428	3431,5
		3	3435	3435	3432	3434	3437	3431	3426	3429	3429	3428	3431,6
		Média	3435,333	3435,333	3432,000	3434,000	3436,667	3431,000	3426,000	3429,000	3429,000	3428,000	$\bar{X}_c = 3431,6333$
		Amplitude	1,00	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	$R_c = 0,3000$
Média da peça		3435,667	3435,556	3431,889	3434,222	3436,889	3431,556	3426,333	3429,000	3428,889	3428,333	$\bar{X} = 3431,8333$	
												$R_p = 10,5556$	
Repetições	D ₄	$\bar{R} = (\bar{R}_A + \bar{R}_B + \bar{R}_C) / \#Op = 0,366667$						Operadores		K ₂			
2	3,27	$\bar{X}_{DIFF} = \text{Máx}(\bar{X}) - \text{Mín}(\bar{X}) = 0,3$						2		0,7071			
3	2,58	$U_{CLR} = \bar{R} \times D_4 = 0,946$						3		0,5231			
Repetibilidade		Repetições		K ₁		Variação							
VE = $\bar{R} \times K_1 = 0,21663$		2		0,8862		DN							
Reprodutibilidade		3		0,5908		VT					TOL		
$VA^2 = (\bar{X}_{DIFF} \times K_2)^2 - (VE^2 / (nr))$ $VA = 0,15186$		Peças		K ₃		$\% VE = \frac{VE}{DN} \times 100\%$		6,50%		8,12%			
Repetitividade & Reprodutibilidade		2		0,7071		$\% VA = \frac{VA}{DN} \times 100\%$		4,56%		5,69%			
$R \& R^2 = VE^2 + VA^2$ $R \& R = 0,26456$		3		0,5231		$\% R \& R = \frac{R \& R}{DN} \times 100\%$		7,94%		9,92%			
Variação do Processo (VP)		4		0,4467		$\% VP = \frac{VP}{DN} \times 100\%$		99,68%					
$VP = R_p \times K_3 = 3,32078$		5		0,403		$ndc = 1,41 \times \frac{VP}{R \& R} = 17,7$							
Variação Total (VT)		6		0,3742									
$VT^2 = R \& R^2 + VP^2$ $VT = 3,33130$		7		0,3534									
		8		0,3375									
		9		0,3249									
		10		0,3146									
RESULTADO DO TESTE: VT: Sistema de medição adequado TOL: Sistema de medição adequado NDC: Sistema de medição adequado													

Fonte: O autor

Os resultados se utilizando da trena com os resultados de maior variação está aprovado segundo o manual do M.S.A quarta edição (p.119 a 125), um sistema é considerado adequado quando as variações do processo e tolerância do processo estão abaixo de 10%, o que pode ser observado na coluna “TOL” da figura acima. O quadro de ndc (número de categorias

distintas) que segundo o mesmo manual do M.S.A deve ser acima de 5, apresenta o valor de 17,7 o que indica que o instrumento é apto a detectar as variações do processo.

Foi realizado um segundo estudo, com as mesmas amostras, os mesmos operadores e as mesmas condições, porém utilizando uma trena nova, calibrada sob o código IC 19832, que não teve acesso a nenhum processo produtivo, o objetivo é apontar se existem variações nos processos de medição quando se utilizam trenas antigas ou novas, o resultado está na figura a seguir.

Figura 15 – Estudo de M.S.A com trena IC 19832

Estudo de Repetibilidade e Reprodutibilidade - Variação Total / Tolerância													
Part No. & Nome		310024651A			Nome do Equipamento		Trena			Peças (n)		10	
Características		Comprimento total			Equipamento No.		IC 19832			Operadores		3	
Especificações		3432 ± 8			Tipo do Equipamento		Manual / Analógico			Repetições (r)		3	
Data		30/09/2022			Responsável		Thales Parreira			Tolerância		16	
Repetição		Peça									Médias		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Operator	Valdir	1	3435	3436	3431	3434	3436	3431	3427	3429	3429	3429	3431,7
		2	3435	3436	3432	3435	3437	3432	3427	3429	3429	3428	3432
		3	3434	3436	3432	3435	3437	3432	3427	3429	3429	3428	3431,9
		Média	3434,667	3436,000	3431,667	3434,667	3436,667	3431,667	3427,000	3429,000	3429,000	3428,333	$\bar{X}_a = 3431,8667$
		Amplitude	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	$R_a = 0,6000$
	Higor	1	3435	3435	3432	3434	3438	3431	3427	3429	3429	3429	3431,9
		2	3435	3435	3432	3434	3437	3431	3427	3429	3428	3429	3431,7
		3	3435	3435	3432	3434	3437	3431	3426	3429	3429	3429	3431,7
		Média	3435,000	3435,000	3432,000	3434,000	3437,333	3431,000	3426,667	3429,000	3428,667	3429,000	$\bar{X}_b = 3431,7667$
		Amplitude	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	$R_b = 0,3000$
	Jessica	1	3435	3437	3432	3434	3436	3430	3426	3429	3429	3429	3431,7
		2	3435	3436	3432	3434	3436	3431	3426	3429	3429	3429	3431,7
		3	3435	3436	3432	3434	3437	3431	3426	3429	3429	3428	3431,7
		Média	3435,000	3436,333	3432,000	3434,000	3436,333	3430,667	3426,000	3429,000	3429,000	3428,667	$\bar{X}_c = 3431,7000$
		Amplitude	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	$R_c = 0,4000$
Média da peça		3434,889	3435,778	3431,889	3434,222	3436,778	3431,111	3426,556	3429,000	3428,889	3428,667	$\bar{X} = 3431,7778$	
											$R_p = 10,2222$		
Repetições	D ₄	$\bar{R} = (\bar{R}_A + \bar{R}_B + \bar{R}_C) / \#Op = 0,433333$						Operadores		K ₂			
2	3,27	$\bar{X}_{DIFF} = \text{Máx}(\bar{X}) - \text{Mín}(\bar{X}) = 0,166667$						2		0,7071			
3	2,58	$U_{CLR} = \bar{R} \times D_4 = 1,118$						3		0,5231			
Repetibilidade		Repetições		K ₁		Variação							
$VE = \bar{R} \times K_1 = 0,25601$		2		0,8862		DN							
Reprodutibilidade		3		0,5908		VT							
$VA^2 = (\bar{X}_{DIFF} \times K_2)^2 - (VE^2 / (nr))$ $V_A = 0,07359$		Peças		K ₃		$\% VE = \frac{VE}{DN} \times 100\%$		9,60%					
Repetitividade & Reprodutibilidade		2		0,7071		$\% VA = \frac{VA}{DN} \times 100\%$		7,93%					
$R \& R^2 = VE^2 + VA^2$ $R \& R = 0,26638$		3		0,5231		$\% R \& R = \frac{R \& R}{DN} \times 100\%$		2,28%					
Variação do Processo (VP)		4		0,4467		$\% R \& R = \frac{R \& R}{DN} \times 100\%$		8,25%					
$VP = R_p \times K_3 = 3,21591$		5		0,403		$\% VP = \frac{VP}{DN} \times 100\%$		9,99%					
Variação Total (VT)		6		0,3742				99,66%					
$VT^2 = R \& R^2 + VP^2$ $VT = 3,22692$		7		0,3534				$ndc = 1,41 \times \frac{VP}{R \& R} = 17,0$					
		8		0,3375									
		9		0,3249									
		10		0,3146									
RESULTADO DO TESTE: VT: Sistema de medição adequado TOL: Sistema de medição adequado NDC: Sistema de medição adequado													

Fonte: O autor

Os resultados novamente segundo o manual do M.S.A, indicam que o estudo está aprovado, com variações do processo e tolerância do processo abaixo de 10%, o que pode ser observado na coluna “TOL” da figura acima, e com de ndc com valor de 17 o que indica que o instrumento é apto a detectar as variações do processo.

6.5 Previsão de impacto produtivo e financeiro

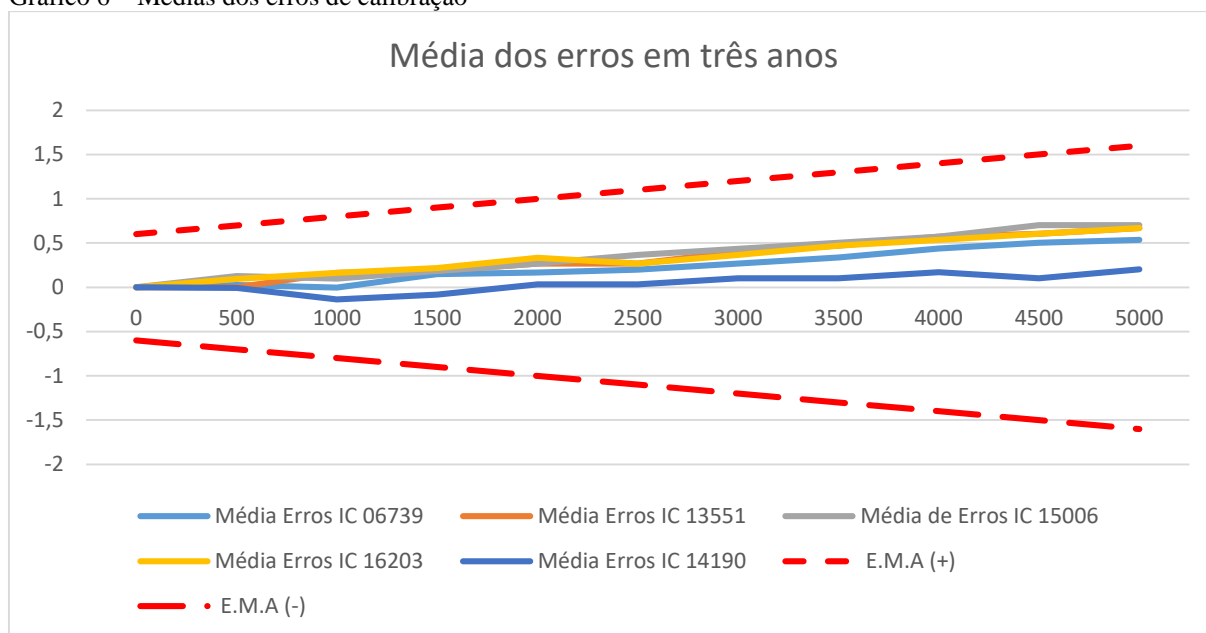
Os impactos produtivos são estimados baseados no tempo demandado para a calibração de cada uma das 125 unidades de trenas, considerando o prazo de 40 minutos para cada calibração, teremos cerca de 80 horas de trabalho poupadas para calibração das trenas atualmente cadastradas, não considerando o tempo demandado para calibração de trenas novas ou que serão destinadas a novos processos, já que essa é uma tarefa que não se consegue mensurar com precisão devido a variabilidade de demanda, essa redução impacta em cerca de R\$ 3.000,00 de redução no valor de contrato.

Os impactos financeiros quando considerado o contexto anual, cada calibração de trena custa R\$ 50,00 de acordo com o contrato atual vigente, se evitadas essas calibrações, haverá uma redução de cerca de R\$ 6.250,00 por ano.

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisarmos os dados individuais de cada instrumento, conforme os gráficos elaborados a partir dos resultados das respectivas calibrações, pode-se observar relativa estabilidade nos resultados encontrados, para compilar em apenas um gráfico e facilitar a discussão dos resultados, foi elaborado o gráfico abaixo, a partir das médias dos erros encontrados em cada ponto de cada trena durante os últimos três anos.

Gráfico 6 – Médias dos erros de calibração



Fonte: O autor

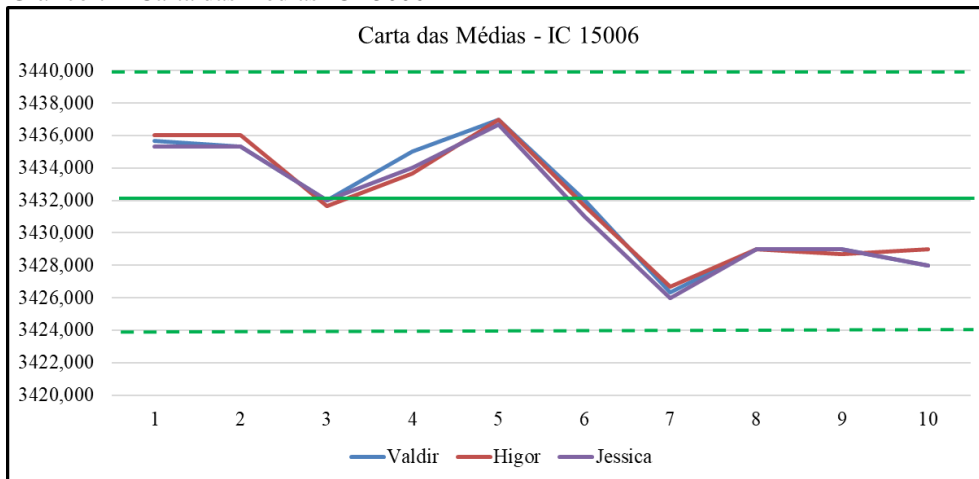
Esse gráfico ilustra com clareza que os valores médios dos erros ao longo do tempo estão consideravelmente distantes dos limites de erro máximo admissível tanto para o máximo, quanto para o mínimo estabelecidos por norma, além de apresentar boa estabilidade, tendo inclusive tendências de erros semelhantes com exceção ao IC 14190 que se destoa dos demais, porém positivamente, já que se aproximou mais do eixo zero, significando baixa variação com relação aos valores de referência, esse gráfico demonstra que não há motivos que levem a crer ao menos analisando os resultados encontrados nessas amostras, que em três anos de uso, alguma trena apresente erros acima dos permitidos por sua respectiva norma.

Os resultados dos estudos de reprodutibilidade e repetitividade apontam que o sistema de medição se mantém com valores adequados mesmo quando utilizados instrumentos já pertencentes ao processo de medição há anos ou instrumentos novos, que nunca sofreram os

impactos do dia-a-dia de um processo de produção, tendo como base o manual global de estudos estatísticos de processos de medição, o manual do M.S.A – 4ª edição.

Os gráficos abaixo apresentam as cartas das médias obtidas nos dois estudos de M.S.A realizados.

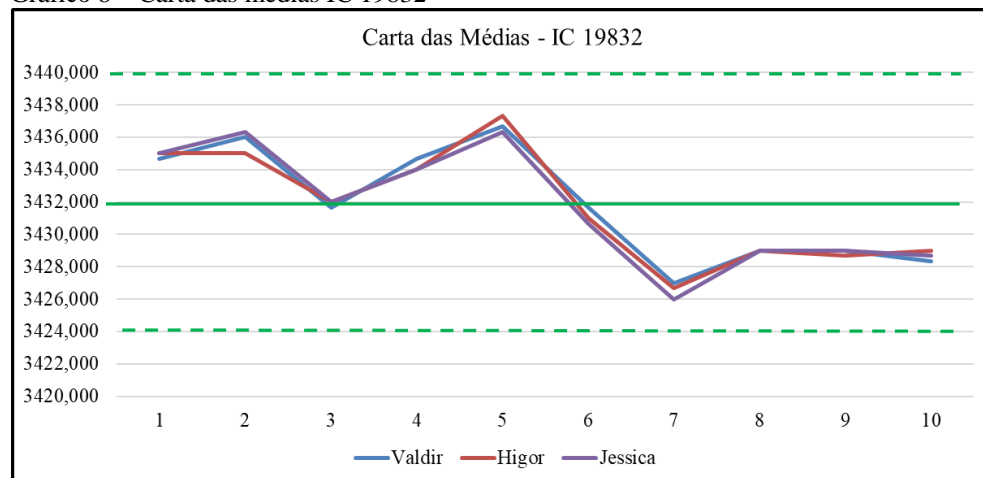
Gráfico 7 – Carta das médias IC 15006



Fonte: O autor

Os resultados demonstram que as médias das leituras estão dentro dos limites estabelecidos pela tolerância do produto, além das médias dos três operadores serem muito próximas umas das outras, indicando que a maior causa de variabilidade são os comprimentos distintos das peças.

Gráfico 8 – Carta das médias IC 19832



Fonte: O autor

As médias apresentadas são muito similares as do estudo com a trena IC 15006, isso demonstra que a única fonte de variabilidade seguem sendo as peças, o uso de um instrumento antigo ou novo não impacta em variações significativas de resultados de leituras nesse caso.

Importante ressaltar que foram realizados os estudos com apenas um elemento variável, que foram justamente as trenas, os operadores foram os mesmos, as amostras foram as mesmas e as condições ambientais também foram controladas para se evitar criar outras variáveis que impactassem nos resultados.

Tratando dos aspectos financeiros, ao todo considerando friamente os números, a redução financeira será de R\$ 9.250,00 por ano, esse impacto pode não parecer significativo quando visualizada a organização como um todo, porém apenas dentro do próprio departamento de metrologia, esses custos podem ser realocados na compra de por exemplo 33 termômetros, 30 paquímetros, ou até mesmo destinado a fazer o caminho inverso do proposto nesse trabalho na calibração do microscópio da empresa reduzindo sua frequência de calibração dos atuais dois anos, para um ano, já que se trata de um instrumento crítico, devido a sua sensibilidade, além da criticidade de operação e dos testes aos quais é empregado. O tempo de mão-de-obra reempregado em outras tarefas não pode ser mensurado em aspectos financeiros, mas no contexto das cadeias de produtividade atuais, tornou-se vital o aproveitamento desse tempo em qualquer que seja o contexto.

8 CONCLUSÃO

Trenas são equipamentos amplamente utilizados dentro dos mais diversos segmentos e atividades, estando presente em nossas residências para medições cotidianas de um cômodo da casa por exemplo, passando por pequenas atividades comerciais e chegando até a gigantes multinacionais produtoras dos mais variados tipos de produtos em larga escala.

Dentro dessa última categoria que se encontra a empresa onde foi realizado o estudo de caso apresentado neste trabalho, uma indústria de grande porte produtora de componentes automotivos.

Analisando os resultados apresentados, podemos concluir que as trenas apresentam uma variação muito pequena ao longo do tempo nas suas faixas de trabalho e calibração, e, portanto, ampliar as vigências dos certificados de calibração de um para três anos não irá impactar a qualidade do sistema de medição de maneira negativa.

Os estudos e ensaios aplicados apresentaram resultados satisfatórios dentro do que foi proposto, o que ficou evidenciado pelas análises dos resultados em si e elucidado pelos gráficos apresentados.

Os benefícios da implementação da ampliação são relevantes quando analisados os aspectos de economia de tempo de mão de obra aplicada e recursos financeiros despendidos para a calibração desses instrumentos.

É passível de se pensar que trenas são instrumentos considerados de baixa precisão quando comparados a outros instrumentos utilizados em controles dimensionais de indústrias de grande porte e poder de investimento e que portanto não faz sentido realizar um estudo sobre elas, porém, para a indústria em que foi aplicado o estudo, as trenas são itens fundamentais dentro da cadeia de controle dimensional, já que as tolerâncias estabelecidas pelos clientes para os produtos são relativamente altas se comparadas a outros tipos de componentes de um veículo, então estudar o que pode ser feito em relação as trenas para redução de custos e demandas torna-se muito importante dentro dessa fábrica em específico.

Cabem estudos futuros ainda dentro desse âmbito considerando um número maior de amostras, ou até mesmo utilizar o método aqui aplicado para analisar outros tipos de instrumentos a fim de se obter dados que possam indicar se as vigências dos certificados de calibração estão adequadas, podem ser ampliadas ou até mesmo reduzidas.

REFERÊNCIAS

- ABENDI. **Controle dimensional - Caldeiraria e calibração de trena e escala com escala padrão e trena padrão.** 2010. Disponível em <http://www.e-erp.com.br/ftp/empresa_238/301843501pr-081.pdf>. Acesso em 09.mai.2022.
- ANÁLISE DOS SISTEMAS DE MEDIÇÃO – M.S.A. 4ª ed. IQA: Instituto Qualidade Automotiva. 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NORMA BRASILEIRA - 10123:2012. **Instrumento de medição e controle. Trena de fita de aço - requisitos.** 2012
- CEIME. **História da rede brasileira de calibração.** 2022. Disponível em <<https://www.calibracaoceime.com.br/2013/08/rbc-rbc-rede-brasileira-de-calibracao-criada-em-1980-e-constituída-por-laboratorios-credenciados-pelo-inmetro-segundo-os-requisitos-da-norma-nbr-isoiec-17025-a-rbc-congrega-competencias-tecn/#:~:text=Criada%20em%201980%20e%20constitu%C3%ADa,realiza%C3%A7%C3%A3o%20de%20servi%C3%A7os%20de%20calibra%C3%A7%C3%A3o.>> Acesso em 09.mai.2022
- INMETRO. **Tabela atualizada de unidades de base do SI.** 2020. Disponível em <<https://www.gov.br/inmetro/pt-br/search?SearchableText=tabela%20de%20unidades>>. Acesso em 03.mai.2022
- INTERNATIONAL AUTOMOTIVE TASK FORCE* IATF 16949:2016. **Norma de sistema de gestão da qualidade automotiva.** 2016
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION* ISO:9001:2015. **Sistemas de gestão da qualidade - requisitos.** 2015
- KOBAYOSHI, Marcelo. **Calibração de instrumentos de medição.** 2018. Disponível em <<https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=UI79DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA5&dq=Calibra%C3%A7%C3%A3o+de+Instrumentos+de+Medi%C3%A7%C3%A3o:+area+mec%C3%A2nica+dimensional.&ots=7DVCAWdybY&sig=v3wWrBFXNagT06zYGQU6KMSB9rM#v=onepage&q=Calibra%C3%A7%C3%A3o%20de%20Instrumentos%20de%20Medi%C3%A7%C3%A3o%3A%20area%20mec%C3%A2nica%20dimensional.&f=false>> Acesso em 06.mai.2022
- MEDE – Instrumentos de medição. **A origem da metrologia.** 2017. Disponível em <<https://www.medeinstrumentos.com.br/a-origem-da-metrologia/>>. Acesso em 07.mai. 2022
- OLIVEIRA, Francisco Sérgio Machado de. **Revisão histórica sobre o sistema internacional de medidas SI.** 2019. Disponível em <<https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/48518>>. Acesso em 03.mai.2022
- SANTOS. Fernando Felipe Moura da Gama, et. al. **Dispositivo de calibração de trena e régua graduada.** 2015. Disponível em <http://fics.edu.br/index.php/augusto_guzzo/article/view/293>. Acesso em 07.mai.2022

SILVA NETO, João Cirilo da. **Metrologia e controle dimensional: Conceitos, normas e aplicações**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018

SOUSA, Carlos. **Metrologia notas históricas**. 2010. Disponível em <<http://www.catim.pt/Catim/PDFS/metrologia-introducao.pdf>>. Acesso em 01.maiio.2022

STARRET. **Trenas de bolso – série Starret**. Disponível em <<https://www.starrett.com.br/produtodetalhe.asp?verlight=1&impr=1&prodnome=Trena-de-Bolso-Serie-Starrett-trenas-starrett&codprod=903>>. Acesso em 07.maiio.2022

TEIXEIRA FILHO, Fernando. **Metrologia**. Varginha: Centro Federal de Educação Tecnológica, 2009.

Certificado de Calibração

Certificado:

Data Calibração: 10/01/2020

Validade: 01/2021

OS:

1 / 2

Solicitante:

Endereço:

Contratante

Características do Instrumento

Identificação: IC 06739

Descrição: TRENA

Marca: STARRET

Departamento:

Usuário:

Condições Ambientais:

Serviço executado nas dependências do Solicitante

Temperatura: 21,5 °C ± 1°C

Umidade: 60 %ur ± 5%ur

Procedimentos:

Calibração Executada conforme:

Revisão:

Síntese do Procedimento:

Instrumento calibrado em comparação a um padrão.

Padrões:

Identificação:

Marca:

Certificado:

Calibrado por:

Validade

Resultados Obtidos

DIMENSIONAL

Faixa de Uso: 0 a 5000 mm

Limite Erro: Conf. ABNT NBR 10123

Faixa de Indicação: 0 a 5000 mm

V.I	V.R	Tendência	Incerteza Expandida	(k)	Veff
mm	mm	mm	mm		
0,0	0,0	0,0	0,3	2,00	Infinito
500,0	500,1	0,1	0,3	2,00	Infinito
1000,0	1000,1	0,1	0,3	2,00	Infinito
1500,0	1500,2	0,2	0,3	2,00	Infinito
2000,0	2000,2	0,2	0,5	2,00	Infinito
2500,0	2500,2	0,2	0,5	2,00	Infinito
3000,0	3000,2	0,2	0,5	2,00	Infinito
3500,0	3500,3	0,3	0,7	2,00	Infinito
4000,0	4000,4	0,4	0,7	2,00	Infinito
4500,0	4500,4	0,4	0,7	2,00	Infinito
5000,0	5000,5	0,5	0,9	2,00	Infinito

Laudo Final

Aprovado

NAO HOUVE AJUSTE

Certificado de Calibração

Certificado:

Data Calibração: 10/01/2020

Validade: 01/2021

OS:

2 / 2

-
- V.I: Valor indicado do instrumento na unidade do mesmo.
 - V.R: Valor de Referência na unidade de medição padrão.
 - A incerteza expandida de medição relatada é declarada como a incerteza padrão de medição multiplicada pelo fator de abrangência $k=XX$, o qual para uma distribuição t com $V_{eff} = YY$ graus de liberdade efetivos corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%. A incerteza padrão da medição foi determinada de acordo com a publicação EA-4/02.
 - A condição de Aprovado/Reprovado se restringe apenas as grandezas metroológicas do instrumento, sendo que o limite de erro especificado para esta condição é de responsabilidade do cliente.
 - A operação de ajuste / regulagem não faz parte do escopo dos serviços.
 - A validade de calibração do instrumento, quando apresentada neste certificado, é de responsabilidade do cliente.

Data de Emissão: 10 de Janeiro de 2020

Laboratório de Calibração acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o nº

Contratante

Contracting

Nome :

Name

Endereço :

Address

Solicitante :

Customer

Dados do objeto da calibração

Object's data of calibration

Objeto da calibração : Trena

Object of calibration

Faixa nominal : 5 m

Nominal range

Valor de uma divisão : 0,1 m

Scale interval

Identificação : IC 06739

Identification

Tipo : -

Type

Protocolo : 0150-21

Protocol

Fabricante : Starrett

Manufacturer

Nº de Série : -

Serial number

Usuário : -

User

Padrões de referência

Reference standard

Procedimento de calibração

Calibration procedure

Sobre um plano horizontal foram posicionados o padrão (SMP) e sobre o mesmo o equipamento a ser calibrado (SMC), sendo tracionados com uma força de 20N. Com o auxílio da lupa graduada, foram comparadas as variações entre SMP e SMC. Foram realizados 3 ciclos de medição para cada ponto pré-estabelecido. A calibração foi realizada conforme procedimento de calibração PC - 017 revisão: 010.

Data da calibração: 19/01/2021

Date of calibration

Data da emissão: 21/01/2021

Date of emission

Condições ambientais

Environmental conditions

Temperatura : (21,5 ± 2,0) °C

Notas

Notes

Correção: Valor adicionado algebricamente ao valor indicado na trena, para obter o resultado corrigido.

Valor de referência: Valor verdadeiro convencional.

Os resultados apresentados neste documento foram obtidos sem a realização de ajuste do objeto calibrado.

Este certificado de calibração atende aos requisitos de acreditação pela Cgcre, que avaliou a competência do laboratório e comprovou sua rastreabilidade a padrões nacionais de medida.

A calibração foi realizada nas dependências da empresa requisitante. Local da calibração: Sala de Metrologia

Executante:

Resultados (m)

Results

Escala Analógica - Força de Medição: 20 N

Valor Nominal	Valor de Referência	Correção	k	U	V_{eff}
0,0	0,0	0,0	2,01	0,3	277
500,0	499,9	0,1	2,01	0,3	405
1.000,0	1.000,0	0,0	2,07	0,3	39
1.500,0	1.499,9	0,1	2,07	0,3	39
2.000,0	1.999,8	0,2	2,01	0,5	490
2.500,0	2.499,7	0,3	2,01	0,5	492
3.000,0	2.999,7	0,3	2,00	0,5	infinito
3.500,0	3.499,7	0,3	2,00	0,7	infinito
4.000,0	3.999,6	0,4	2,00	0,7	infinito
4.500,0	4.499,6	0,4	2,00	0,7	infinito
5.000,0	4.999,5	0,5	2,00	0,9	infinito

Valores máximos obtidos (m)

Maximos values obtained

Escala	Correção	U
Analógica	0,5	0,9

Laboratório de calibração acreditado pela Cgcre de acordo
com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CAL

Laboratório da Rede Brasileira de Calibração – RBC

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO N.º:

1. Interessado

Razão Social:

Endereço:

1.1 Cliente (solicitante)

Razão Social: O Mesmo

Endereço: O Mesmo

2. Características do Objeto Calibrado

Instrumento:	Trena	Intervalo Nominal:	(0 a 5000) mm
Identificação:	IC 06739	Intervalo de Medição:	(0 a 5000) mm
Número de Série:	Não consta	Valor de uma divisão:	1 mm
Modelo:	Não consta		
Fabricante:	Não consta		

3. Informações para Gerenciamento

Ordem de Serviço:	Data de Recebimento:	Data da Calibração:	Data da Emissão:
	21/04/2022	21/04/2022	25/04/2022

4. Procedimento de Calibração

O instrumento foi calibrado por comparação com padrão de medição, conforme procedimento

5. Padrões Utilizados

Descrição	Identificação	Certificado	Vencimento
Régua Graduada de Aço			14/12/2023
Régua Graduada Vidro			26/10/2023
Termohigrômetro			18/04/2023

6. Local da Calibração e Respectivas Condições Ambientais

Local:	Temperatura:	Umidade Relativa:
Instalações do cliente	(20 ± 2) °C	(50 ± 20) %ur

7. Incerteza dos Resultados da Calibração

A incerteza expandida de medição relatada é declarada como a incerteza padrão de medição multiplicada pelo fator de abrangência k, o qual para uma distribuição t com v_{eff} graus de liberdade efetivos corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%. A incerteza padrão da medição foi determinada de acordo com a publicação EA-4/02.

8. Resultados da Calibração

VM (mm)	VR (mm)	EM (mm)	U (mm)	k	v_{eff}	EMA (±) (mm)
0	0,00	0,00	0,25	2,00	∞	0,6
500	500,12	-0,12	0,25	2,00	∞	0,7
1000	1000,11	-0,11	0,25	2,00	∞	0,8
1500	1499,85	0,15	0,25	2,00	∞	0,9
2000	1999,90	0,10	0,25	2,00	∞	1

Laboratório de calibração acreditado pela Cgcre de acordo
com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CAL

Laboratório da Rede Brasileira de Calibração – RBC

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO N.º:

2500	2499,90	0,10	0,31	2,00	∞	1,1
3000	2999,70	0,30	0,34	2,00	∞	1,2
3500	3499,59	0,41	0,37	2,00	∞	1,3
4000	3999,49	0,51	0,40	2,00	∞	1,4
4500	4499,29	0,71	0,43	2,00	∞	1,5
5000	4999,39	0,61	0,46	2,00	∞	1,6

9. Observações

O instrumento em questão não sofreu ajustes.

VR (Valor de Referência): Média Obtida no padrão.

VM (Valor Medido): Obtido no instrumento sob calibração.

EM (Erro Medição): Valor Medido - Valor de Referência.

U: Incerteza Expandida.

k: Fator de Abrangência (valor adimensional).

Veff: Graus de Liberdade Efetivo.

Regra de decisão adotada (por ponto calibrado): Somatória, em módulo, do erro de medição e a incerteza expandida.

Sendo o resultado desta somatória igual ou menor que o Erro Máximo Admissível considera-se aprovado.

EMA: Erros Máximos Admissíveis especificado pelo cliente.

10. Laudo

Aprovado

Certificado de Calibração

Certificado:

Data Calibração: 15/01/2020

Validade: 01/2021

OS:

1 / 2

Solicitante:

Endereço:

Contratante

Características do Instrumento

Identificação: IC 13551

Descrição: TRENA

Marca: STARRET

Departamento:

Usuário:

Condições Ambientais:

Serviço executado nas dependências do Solicitante

Temperatura: 21,5 °C ± 1°C

Umidade: 60 %ur ± 5%ur

Procedimentos:

Calibração Executada conforme:

Revisão:

Síntese do Procedimento:

Instrumento calibrado em comparação a um padrão.

Padrões:

Identificação:

Marca:

Certificado:

Calibrado por:

Validade

Resultados Obtidos

DIMENSIONAL

Faixa de Uso: 0 a 5000 mm

Limite Erro: Conf. ABNT NBR 10123

Faixa de Indicação: 0 a 5000 mm

V.I	V.R	Tendência	Incerteza Expandida	(k)	Veff
mm	mm	mm	mm		
0,0	0,0	0,0	0,3	2,00	Infinito
500,0	500,1	0,1	0,3	2,00	Infinito
1000,0	1000,2	0,2	0,3	2,00	Infinito
1500,0	1500,2	0,2	0,3	2,00	Infinito
2000,0	2000,2	0,2	0,5	2,00	Infinito
2500,0	2500,2	0,2	0,5	2,00	Infinito
3000,0	3000,3	0,3	0,5	2,00	Infinito
3500,0	3500,4	0,4	0,7	2,00	Infinito
4000,0	4000,5	0,5	0,7	2,00	Infinito
4500,0	4500,6	0,6	0,7	2,00	Infinito
5000,0	5000,6	0,6	0,9	2,00	Infinito

Laudo Final

Aprovado

NAO HOUVE AJUSTE

Certificado de Calibração

Certificado:

Data Calibração: 15/01/2020

Validade: 01/2021

OS:

2 / 2

-
- V.I: Valor indicado do instrumento na unidade do mesmo.
 - V.R: Valor de Referência na unidade de medição padrão.
 - A incerteza expandida de medição relatada é declarada como a incerteza padrão de medição multiplicada pelo fator de abrangência $k=XX$, o qual para uma distribuição t com $V_{eff} = YY$ graus de liberdade efetivos corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%. A incerteza padrão da medição foi determinada de acordo com a publicação EA-4/02.
 - A condição de Aprovado/Reprovado se restringe apenas as grandezas metroológicas do instrumento, sendo que o limite de erro especificado para esta condição é de responsabilidade do cliente.
 - A operação de ajuste / regulagem não faz parte do escopo dos serviços.
 - A validade de calibração do instrumento, quando apresentada neste certificado, é de responsabilidade do cliente.

Data de Emissão: 15 de Janeiro de 2020

Laboratório de Calibração acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o nº

Contratante

Contracting

Nome :

Name

Endereço :

Address

Solicitante :

Customer

Dados do objeto da calibração

Object's data of calibration

Objeto da calibração : Trena

Object of calibration

Faixa nominal : 5 m

Nominal range

Valor de uma divisão : 0,1 m

Scale interval

Identificação : IC 13551

Identification

Tipo : -

Type

Protocolo : 0150-21

Protocol

Fabricante : Starrett

Manufacturer

Nº de Série : -

Serial number

Usuário : -

User

Padrões de referência

Reference standard

Procedimento de calibração

Calibration procedure

Sobre um plano horizontal foram posicionados o padrão (SMP) e sobre o mesmo o equipamento a ser calibrado (SMC), sendo tracionados com uma força de 20N. Com o auxílio da lupa graduada, foram comparadas as variações entre SMP e SMC. Foram realizados 3 ciclos de medição para cada ponto pré-estabelecido. A calibração foi realizada conforme procedimento de calibração PC - 017 revisão: 010.

Data da calibração: 20/01/2021

Date of calibration

Data da emissão: 22/01/2021

Date of emission

Condições ambientais

Environmental conditions

Temperatura : (22,3 ± 2,0) °C

Notas

Notes

Correção: Valor adicionado algebricamente ao valor indicado na trena, para obter o resultado corrigido.

Valor de referência: Valor verdadeiro convencional.

Os resultados apresentados neste documento foram obtidos sem a realização de ajuste do objeto calibrado.

Este certificado de calibração atende aos requisitos de acreditação pela Cgcre, que avaliou a competência do laboratório e comprovou sua rastreabilidade a padrões nacionais de medida.

A calibração foi realizada nas dependências da empresa requisitante. Local da calibração: Sala de Metrologia

Resultados (m)

Results

Escala Analógica - Força de Medição: 20 N

Valor Nominal	Valor de Referência	Correção	k	U	V_{eff}
0,0	0,0	0,0	2,01	0,3	277
500,0	499,9	0,1	2,01	0,3	277
1.000,0	999,9	0,1	2,01	0,3	278
1.500,0	1.499,8	0,2	2,01	0,3	280
2.000,0	1.999,6	0,4	2,00	0,5	infinito
2.500,0	2.499,7	0,3	2,00	0,5	infinito
3.000,0	2.999,5	0,5	2,00	0,5	infinito
3.500,0	3.499,5	0,5	2,00	0,7	infinito
4.000,0	3.999,4	0,6	2,00	0,7	infinito
4.500,0	4.499,4	0,6	2,00	0,7	infinito
5.000,0	4.999,3	0,7	2,00	0,9	infinito

Valores máximos obtidos (m)

Maximos values obtained

Escala	Correção	U
Analógica	0,7	0,9

Laboratório de calibração acreditado pela Cgcre de acordo
com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CAL

Laboratório da Rede Brasileira de Calibração – RBC

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO N.º

1. Interessado

Razão Social:

Endereço:

1.1 Cliente (solicitante)

Razão Social: O Mesmo

Endereço: O Mesmo

2. Características do Objeto Calibrado

Instrumento:	Trena	Intervalo Nominal:	(0 a 5000) mm
Identificação:	IC 13551	Intervalo de Medição:	(0 a 5000) mm
Número de Série:	Não consta	Valor de uma divisão:	1 mm
Modelo:	TS12-5ME		
Fabricante:	Starrett		

3. Informações para Gerenciamento

Ordem de Serviço:	Data de Recebimento:	Data da Calibração:	Data da Emissão:
	08/07/2022	08/07/2022	15/07/2022

4. Procedimento de Calibração

O instrumento foi calibrado por comparação com padrão de medição, conforme procedimento

5. Padrões Utilizados

Descrição	Identificação	Certificado	Vencimento
Régua Graduada de Aço			14/12/2023
Régua Graduada Vidro			26/10/2023
Termohigrômetro			18/04/2023

6. Local da Calibração e Respectivas Condições Ambientais

Local:	Temperatura:	Umidade Relativa:
Instalações do cliente	(20 ± 2) °C	(50 ± 20) %ur

7. Incerteza dos Resultados da Calibração

A incerteza expandida de medição relatada é declarada como a incerteza padrão de medição multiplicada pelo fator de abrangência k, o qual para uma distribuição t com v_{eff} graus de liberdade efetivos corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%. A incerteza padrão da medição foi determinada de acordo com a publicação EA-4/02.

8. Resultados da Calibração

VM (mm)	VR (mm)	EM (mm)	U (mm)	k	v_{eff}	EMA (±) (mm)
0	0,00	0,00	0,25	2,00	∞	0,6
500	500,20	-0,20	0,25	2,00	∞	0,7
1000	999,81	0,19	0,25	2,00	∞	0,8
1500	1499,85	0,15	0,25	2,00	∞	0,9
2000	1999,80	0,20	0,25	2,00	∞	1

Laboratório de calibração acreditado pela Cgcre de acordo
com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CAL

Laboratório da Rede Brasileira de Calibração – RBC

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO N.º

2500	2499,70	0,30	0,31	2,00	∞	1,1
3000	2999,60	0,40	0,34	2,00	∞	1,2
3500	3499,49	0,51	0,37	2,00	∞	1,3
4000	3999,39	0,61	0,40	2,00	∞	1,4
4500	4499,39	0,61	0,43	2,00	∞	1,5
5000	4999,29	0,71	0,46	2,00	∞	1,6

9. Observações

O instrumento em questão não sofreu ajustes.

VR (Valor de Referência): Média Obtida no padrão.

VM (Valor Medido): Obtido no instrumento sob calibração.

EM (Erro Medição): Valor Medido - Valor de Referência.

U: Incerteza Expandida.

k: Fator de Abrangência (valor adimensional).

Veff: Graus de Liberdade Efetivo.

Regra de decisão adotada (por ponto calibrado): Somatória, em módulo, do erro de medição e a incerteza expandida.

Sendo o resultado desta somatória igual ou menor que o Erro Máximo Admissível considera-se aprovado.

EMA: Erros Máximos Admissíveis especificado pelo cliente.

10. Laudo

Aprovado

Certificado de Calibração

Certificado:

Data Calibração: 10/04/2020

Validade: 01/2021

OS:

1 / 2

Solicitante:

Endereço:

Contratante

Características do Instrumento

Identificação: IC 14190

Descrição: TRENA

Marca: STARRET

Departamento:

Usuário:

Condições Ambientais:

Serviço executado nas dependências do Solicitante

Temperatura: 21 °C ± 1°C

Umidade: 60 %ur ± 5%ur

Procedimentos:

Calibração Executada conforme:

Revisão:

Síntese do Procedimento:

Instrumento calibrado em comparação a um padrão.

Padrões:

Identificação:

Marca:

Certificado:

Calibrado por:

Validade

Resultados Obtidos

DIMENSIONAL

Faixa de Uso: 0 a 5000 mm

Limite Erro: Conf. ABNT NBR 10123

Faixa de Indicação: 0 a 5000 mm

V.I	V.R	Tendência	Incerteza Expandida	(k)	Veff
mm	mm	mm	mm		
0,0	0,0	0,0	0,3	2,00	Infinito
500,0	500,0	0,0	0,3	2,00	Infinito
1000,0	999,9	-0,1	0,3	2,00	Infinito
1500,0	1500,0	0,0	0,3	2,00	Infinito
2000,0	2000,1	0,1	0,5	2,00	Infinito
2500,0	2500,2	0,2	0,5	2,00	Infinito
3000,0	3000,1	0,1	0,5	2,00	Infinito
3500,0	3500,2	0,2	0,7	2,00	Infinito
4000,0	4000,3	0,3	0,7	2,00	Infinito
4500,0	4500,2	0,2	0,7	2,00	Infinito
5000,0	5000,3	0,3	0,9	2,00	Infinito

Laudo Final

Aprovado

NAO HOUVE AJUSTE

Certificado de Calibração

Certificado:

Data Calibração: 10/04/2020

Validade: 01/2021

OS:

2 / 2

-
- V.I: Valor indicado do instrumento na unidade do mesmo.
 - V.R: Valor de Referência na unidade de medição padrão.
 - A incerteza expandida de medição relatada é declarada como a incerteza padrão de medição multiplicada pelo fator de abrangência $k=XX$, o qual para uma distribuição t com $V_{eff} = YY$ graus de liberdade efetivos corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%. A incerteza padrão da medição foi determinada de acordo com a publicação EA-4/02.
 - A condição de Aprovado/Reprovado se restringe apenas as grandezas metroológicas do instrumento, sendo que o limite de erro especificado para esta condição é de responsabilidade do cliente.
 - A operação de ajuste / regulagem não faz parte do escopo dos serviços.
 - A validade de calibração do instrumento, quando apresentada neste certificado, é de responsabilidade do cliente.

Data de Emissão: 10 de Abril de 2020

Laboratório de Calibração acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o nº

Contratante

Contracting

Nome :

Name

Endereço :

Address

Solicitante :

Customer

Dados do objeto da calibração

Object's data of calibration

Objeto da calibração : Trena

Object of calibration

Faixa nominal : 5 m

Nominal range

Valor de uma divisão : 0,1 m

Scale interval

Identificação : IC 14190

Identification

Tipo : -

Type

Protocolo : 0150-21

Protocol

Fabricante : Starrett

Manufacturer

Nº de Série : -

Serial number

Usuário : -

User

Padrões de referência

Reference standard

Procedimento de calibração

Calibration procedure

Sobre um plano horizontal foram posicionados o padrão (SMP) e sobre o mesmo o equipamento a ser calibrado (SMC), sendo tracionados com uma força de 20N. Com o auxílio da lupa graduada, foram comparadas as variações entre SMP e SMC. Foram realizados 3 ciclos de medição para cada ponto pré-estabelecido. A calibração foi realizada conforme procedimento de calibração PC - 017 revisão: 010.

Data da calibração: 28/04/2021

Date of calibration

Data da emissão: 05/05/2021

Date of emission

Condições ambientais

Environmental conditions

Temperatura : (22,3 ± 2,0) °C

Notas

Notes

Correção: Valor adicionado algebricamente ao valor indicado na trena, para obter o resultado corrigido.

Valor de referência: Valor verdadeiro convencional.

Os resultados apresentados neste documento foram obtidos sem a realização de ajuste do objeto calibrado.

Este certificado de calibração atende aos requisitos de acreditação pela Cgcre, que avaliou a competência do laboratório e comprovou sua rastreabilidade a padrões nacionais de medida.

A calibração foi realizada nas dependências da empresa requisitante. Local da calibração: Sala de Metrologia

Resultados (m)

Results

Escala Analógica - Força de Medição: 20 N

Valor Nominal	Valor de Referência	Correção	k	U	V_{eff}
0,0	0,0	0,0	2,01	0,3	277
500,0	500,1	-0,1	2,01	0,3	277
1.000,0	1.000,1	-0,1	2,01	0,3	278
1.500,0	1.500,1	-0,1	2,01	0,3	280
2.000,0	2.000,1	-0,1	2,00	0,5	infinito
2.500,0	2.500,2	-0,2	2,00	0,5	infinito
3.000,0	3.000,0	0,0	2,00	0,5	infinito
3.500,0	3.500,2	-0,2	2,00	0,7	infinito
4.000,0	4.000,2	-0,2	2,00	0,7	infinito
4.500,0	4.500,3	-0,3	2,00	0,7	infinito
5.000,0	5.000,0	-0,3	2,00	0,9	infinito

Valores máximos obtidos (m)

Maximos values obtained

Escala	Correção	U
Analógica	-0,3	0,9

Laboratório de calibração acreditado pela Cgcre de acordo
com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CAL

Laboratório da Rede Brasileira de Calibração – RBC

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO N.º:

1. Interessado

Razão Social:

Endereço:

1.1 Cliente (solicitante)

Razão Social: O Mesmo

Endereço: O Mesmo

2. Características do Objeto Calibrado

Instrumento:	Trena	Intervalo Nominal:	(0 a 5000) mm
Identificação:	IC 14190	Intervalo de Medição:	(0 a 5000) mm
Número de Série:	Não Consta	Valor de uma divisão:	1 mm
Modelo:	TS34-5 ME		
Fabricante:	Starrett		

3. Informações para Gerenciamento

Ordem de Serviço:	Data de Recebimento:	Data da Calibração:	Data da Emissão:
	29/03/2022	29/03/2022	07/04/2022

4. Procedimento de Calibração

O instrumento foi calibrado por comparação com padrão de medição, conforme procedimento

5. Padrões Utilizados

Descrição	Identificação	Certificado	Vencimento
Régua Graduada de Aço			14/12/2023
Régua Graduada Vidro			26/10/2023
Termohigrômetro			11/11/2022

6. Local da Calibração e Respectivas Condições Ambientais

Local:	Temperatura:	Umidade Relativa:
Instalações do cliente	(20 ± 2) °C	(50 ± 20) %ur

7. Incerteza dos Resultados da Calibração

A incerteza expandida de medição relatada é declarada como a incerteza padrão de medição multiplicada pelo fator de abrangência k, o qual para uma distribuição t com v_{eff} graus de liberdade efetivos corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%. A incerteza padrão da medição foi determinada de acordo com a publicação EA-4/02.

8. Resultados da Calibração

VM (mm)	VR (mm)	EM (mm)	U (mm)	k	v_{eff}	EMA (±) (mm)
0	0,00	0,00	0,25	2,00	∞	0,6
500	499,92	0,08	0,25	2,00	∞	0,7
1000	1000,21	-0,21	0,25	2,00	∞	0,8
1500	1500,15	-0,15	0,25	2,00	∞	0,9
2000	1999,90	0,10	0,25	2,00	∞	1

Laboratório de calibração acreditado pela Cgcre de acordo
com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CAL

Laboratório da Rede Brasileira de Calibração – RBC

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO N.º:

2500	2499,90	0,10	0,31	2,00	∞	1,1
3000	2999,80	0,20	0,34	2,00	∞	1,2
3500	3499,69	0,31	0,37	2,00	∞	1,3
4000	3999,59	0,41	0,40	2,00	∞	1,4
4500	4499,59	0,41	0,43	2,00	∞	1,5
5000	4999,39	0,61	0,46	2,00	∞	1,6

9. Observações

O instrumento em questão não sofreu ajustes.

VR (Valor de Referência): Média Obtida no padrão.

VM (Valor Medido): Obtido no instrumento sob calibração.

EM (Erro Medição): Valor Medido - Valor de Referência.

U: Incerteza Expandida.

k: Fator de Abrangência (valor adimensional).

Veff: Graus de Liberdade Efetivo.

Regra de decisão adotada (por ponto calibrado): Somatória, em módulo, do erro de medição e a incerteza expandida.

Sendo o resultado desta somatória igual ou menor que o Erro Máximo Admissível considera-se aprovado.

EMA: Erros Máximos Admissíveis especificado pelo cliente.

10. Laudo

Aprovado

Certificado de Calibração

Certificado:

Data Calibração: 08/01/2020

Validade: 01/2021

OS:

1 / 2

Solicitante:

Endereço:

Contratante

Características do Instrumento

Identificação: IC 15006

Descrição: TRENA

Marca: STARRET

Departamento:

Usuário:

Condições Ambientais:

Serviço executado nas dependências do Solicitante

Temperatura: 21 °C ± 1°C

Umidade: 60 %ur ± 5%ur

Procedimentos:

Calibração Executada conforme:

Revisão:

Síntese do Procedimento:

Instrumento calibrado em comparação a um padrão.

Padrões:

Identificação:

Marca:

Certificado:

Calibrado por:

Validade

Resultados Obtidos

DIMENSIONAL

Faixa de Uso: 0 a 5000 mm

Limite Erro: Conf. ABNT NBR 10123

Faixa de Indicação: 0 a 5000 mm

V.I	V.R	Tendência	Incerteza Expandida	(k)	Veff
mm	mm	mm	mm		
0,0	0,0	0,0	0,3	2,00	Infinito
500,0	500,1	0,1	0,3	2,00	Infinito
1000,0	1000,1	0,1	0,3	2,00	Infinito
1500,0	1500,2	0,2	0,3	2,00	Infinito
2000,0	2000,2	0,2	0,5	2,00	Infinito
2500,0	2500,3	0,3	0,5	2,00	Infinito
3000,0	3000,4	0,4	0,5	2,00	Infinito
3500,0	3500,4	0,4	0,7	2,00	Infinito
4000,0	4000,4	0,4	0,7	2,00	Infinito
4500,0	4500,5	0,5	0,7	2,00	Infinito
5000,0	5000,5	0,5	0,9	2,00	Infinito

Laudo Final

Aprovado

NAO HOUVE AJUSTE

Certificado de Calibração

Certificado:

Data Calibração: 08/01/2020

Validade: 01/2021

OS:

2 / 2

-
- V.I: Valor indicado do instrumento na unidade do mesmo.
 - V.R: Valor de Referência na unidade de medição padrão.
 - A incerteza expandida de medição relatada é declarada como a incerteza padrão de medição multiplicada pelo fator de abrangência $k=XX$, o qual para uma distribuição t com $V_{eff} = YY$ graus de liberdade efetivos corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%. A incerteza padrão da medição foi determinada de acordo com a publicação EA-4/02.
 - A condição de Aprovado/Reprovado se restringe apenas as grandezas metroológicas do instrumento, sendo que o limite de erro especificado para esta condição é de responsabilidade do cliente.
 - A operação de ajuste / regulagem não faz parte do escopo dos serviços.
 - A validade de calibração do instrumento, quando apresentada neste certificado, é de responsabilidade do cliente.

Data de Emissão: 08 de Janeiro de 2020

Laboratório de Calibração acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o nº

Contratante

Contracting

Nome :

Name

Endereço :

Address

Solicitante :

Customer

Dados do objeto da calibração

Object's data of calibration

Objeto da calibração : Trena

Object of calibration

Faixa nominal : 5 m

Nominal range

Valor de uma divisão : 0,1 m

Scale interval

Identificação : IC 15006

Identification

Tipo : -

Type

Protocolo : 0150-21

Protocol

Fabricante : Starrett

Manufacturer

Nº de Série : -

Serial number

Usuário : -

User

Padrões de referência

Reference standard

Procedimento de calibração

Calibration procedure

Sobre um plano horizontal foram posicionados o padrão (SMP) e sobre o mesmo o equipamento a ser calibrado (SMC), sendo tracionados com uma força de 20N. Com o auxílio da lupa graduada, foram comparadas as variações entre SMP e SMC. Foram realizados 3 ciclos de medição para cada ponto pré-estabelecido. A calibração foi realizada conforme procedimento de calibração PC - 017 revisão: 010.

Data da calibração: 19/01/2021

Date of calibration

Data da emissão: 21/01/2021

Date of emission

Condições ambientais

Environmental conditions

Temperatura : (21,5 ± 2,0) °C

Notas

Notes

Correção: Valor adicionado algebricamente ao valor indicado na trena, para obter o resultado corrigido.

Valor de referência: Valor verdadeiro convencional.

Os resultados apresentados neste documento foram obtidos sem a realização de ajuste do objeto calibrado.

Este certificado de calibração atende aos requisitos de acreditação pela Cgcre, que avaliou a competência do laboratório e comprovou sua rastreabilidade a padrões nacionais de medida.

A calibração foi realizada nas dependências da empresa requisitante. Local da calibração: Sala de Metrologia

Resultados (m)

Results

Escala Analógica - Força de Medição: 20 N

Valor Nominal	Valor de Referência	Correção	k	U	V_{eff}
0,0	0,0	0,0	2,01	0,3	277
500,0	499,8	0,2	2,01	0,3	277
1.000,0	1.000,0	0,0	2,01	0,3	278
1.500,0	1.499,9	0,1	2,01	0,3	280
2.000,0	1.999,7	0,3	2,00	0,5	infinito
2.500,0	2.499,7	0,3	2,00	0,5	infinito
3.000,0	2.999,7	0,3	2,00	0,5	infinito
3.500,0	3.499,6	0,4	2,00	0,7	infinito
4.000,0	3.999,5	0,5	2,00	0,7	infinito
4.500,0	4.499,5	0,5	2,00	0,7	infinito
5.000,0	4.999,4	0,6	2,00	0,9	infinito

Valores máximos obtidos (m)

Maximos values obtained

Escala	Correção	U
Analógica	0,6	0,9

Laboratório de calibração acreditado pela Cgcre de acordo
com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CAL

Laboratório da Rede Brasileira de Calibração – RBC

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO N.º:

1. Interessado

Razão Social:

Endereço:

1.1 Cliente (solicitante)

Razão Social: O Mesmo

Endereço: O Mesmo

2. Características do Objeto Calibrado

Instrumento:	Trena	Intervalo Nominal:	(0 a 5000) mm
Identificação:	IC 15006	Intervalo de Medição:	(0 a 5000) mm
Número de Série:	Não consta	Valor de uma divisão:	1 mm
Modelo:	TS34-5M		
Fabricante:	Starrett		

3. Informações para Gerenciamento

Ordem de Serviço:	Data de Recebimento:	Data da Calibração:	Data da Emissão:
	27/01/2022	27/01/2022	01/02/2022

4. Procedimento de Calibração

O instrumento foi calibrado por comparação com padrão de medição, conforme procedimento

5. Padrões Utilizados

Descrição	Identificação	Certificado	Vencimento
Régua Graduada de Aço			14/12/2023
Régua Graduada Vidro			26/10/2023
Termohigrômetro			02/04/2022

6. Local da Calibração e Respectivas Condições Ambientais

Local:	Temperatura:	Umidade Relativa:
Instalações do cliente	(20 ± 2) °C	(50 ± 20) %ur

7. Incerteza dos Resultados da Calibração

A incerteza expandida de medição relatada é declarada como a incerteza padrão de medição multiplicada pelo fator de abrangência k, o qual para uma distribuição t com v_{eff} graus de liberdade efetivos corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%. A incerteza padrão da medição foi determinada de acordo com a publicação EA-4/02.

8. Resultados da Calibração

VM (mm)	VR (mm)	EM (mm)	U (mm)	k	v_{eff}	EMA (±) (mm)
0	0,00	0,00	0,25	2,00	∞	0,6
500	499,92	0,08	0,25	2,00	∞	0,7
1000	999,81	0,19	0,25	2,00	∞	0,8
1500	1499,75	0,25	0,25	2,00	∞	0,9
2000	1999,70	0,30	0,25	2,00	∞	1

Laboratório de calibração acreditado pela Cgcre de acordo
com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CAL

Laboratório da Rede Brasileira de Calibração – RBC

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO N.º:

2500	2499,50	0,50	0,25	2,00	∞	1,1
3000	2999,40	0,60	0,25	2,00	∞	1,2
3500	3499,29	0,71	0,25	2,00	∞	1,3
4000	3999,19	0,81	0,25	2,00	∞	1,4
4500	4498,89	1,11	0,27	2,00	∞	1,5
5000	4998,99	1,01	0,32	2,00	∞	1,6

9. Observações

O instrumento em questão não sofreu ajustes.

VR (Valor de Referência): Média Obtida no padrão.

VM (Valor Medido): Obtido no instrumento sob calibração.

EM (Erro Medição): Valor Medido - Valor de Referência.

U: Incerteza Expandida.

k: Fator de Abrangência (valor adimensional).

Veff: Graus de Liberdade Efetivo.

Regra de decisão adotada (por ponto calibrado): Somatória, em módulo, do erro de medição e a incerteza expandida.

Sendo o resultado desta somatória igual ou menor que o Erro Máximo Admissível considera-se aprovado.

EMA: Erros Máximos Admissíveis especificado pelo cliente.

10. Laudo

Aprovado

Certificado de Calibração

Certificado:

Data Calibração: 22/01/2020

Validade: 01/2021

OS:

1 / 2

Solicitante:

Endereço:

Contratante

Características do Instrumento

Identificação: IC 16203

Descrição: TRENA

Marca: STARRET

Departamento:

Usuário:

Condições Ambientais:

Serviço executado nas dependências do Solicitante

Temperatura: 21 °C ± 1°C

Umidade: 60 %ur ± 5%ur

Procedimentos:

Calibração Executada conforme:

Revisão:

Síntese do Procedimento:

Instrumento calibrado em comparação a um padrão.

Padrões:

Identificação:

Marca:

Certificado:

Calibrado por:

Validade

Resultados Obtidos

DIMENSIONAL

Faixa de Uso: 0 a 5000 mm

Limite Erro: Conf. ABNT NBR 10123

Faixa de Indicação: 0 a 5000 mm

V.I	V.R	Tendência	Incerteza Expandida	(k)	Veff
mm	mm	mm	mm		
0,0	0,0	0,0	0,3	2,00	Infinito
500,0	500,1	0,1	0,3	2,00	Infinito
1000,0	1000,1	0,1	0,3	2,00	Infinito
1500,0	1500,2	0,2	0,3	2,00	Infinito
2000,0	2000,3	0,3	0,5	2,00	Infinito
2500,0	2500,3	0,3	0,5	2,00	Infinito
3000,0	3000,4	0,4	0,5	2,00	Infinito
3500,0	3500,4	0,4	0,7	2,00	Infinito
4000,0	4000,5	0,5	0,7	2,00	Infinito
4500,0	4500,6	0,6	0,7	2,00	Infinito
5000,0	5000,6	0,6	0,9	2,00	Infinito

Laudo Final

Aprovado

NAO HOUVE AJUSTE

Certificado de Calibração

Certificado:

Data Calibração: 22/01/2020

Validade: 01/2021

OS:

2 / 2

-
- V.I: Valor indicado do instrumento na unidade do mesmo.
 - V.R: Valor de Referência na unidade de medição padrão.
 - A incerteza expandida de medição relatada é declarada como a incerteza padrão de medição multiplicada pelo fator de abrangência $k=XX$, o qual para uma distribuição t com $V_{eff} = YY$ graus de liberdade efetivos corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%. A incerteza padrão da medição foi determinada de acordo com a publicação EA-4/02.
 - A condição de Aprovado/Reprovado se restringe apenas as grandezas metroológicas do instrumento, sendo que o limite de erro especificado para esta condição é de responsabilidade do cliente.
 - A operação de ajuste / regulagem não faz parte do escopo dos serviços.
 - A validade de calibração do instrumento, quando apresentada neste certificado, é de responsabilidade do cliente.

Data de Emissão: 22 de Janeiro de 2020

Laboratório de Calibração acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o nº

Contratante

Contracting

Nome :

Name

Endereço :

Address

Solicitante :

Customer

Dados do objeto da calibração

Object's data of calibration

Objeto da calibração : Trena

Object of calibration

Faixa nominal : 5 m

Nominal range

Valor de uma divisão : 0,1 m

Scale interval

Identificação : IC 16203

Identification

Tipo : -

Type

Protocolo : 0150-21

Protocol

Fabricante : Starrett

Manufacturer

Nº de Série : -

Serial number

Usuário : -

User

Padrões de referência

Reference standard

Procedimento de calibração

Calibration procedure

Sobre um plano horizontal foram posicionados o padrão (SMP) e sobre o mesmo o equipamento a ser calibrado (SMC), sendo tracionados com uma força de 20N. Com o auxílio da lupa graduada, foram comparadas as variações entre SMP e SMC. Foram realizados 3 ciclos de medição para cada ponto pré-estabelecido. A calibração foi realizada conforme procedimento de calibração PC - 017 revisão: 010.

Data da calibração: 20/01/2021

Date of calibration

Data da emissão: 22/01/2021

Date of emission

Condições ambientais

Environmental conditions

Temperatura : (21,5 ± 2,0) °C

Notas

Notes

Correção: Valor adicionado algebricamente ao valor indicado na trena, para obter o resultado corrigido.

Valor de referência: Valor verdadeiro convencional.

Os resultados apresentados neste documento foram obtidos sem a realização de ajuste do objeto calibrado.

Este certificado de calibração atende aos requisitos de acreditação pela Cgcre, que avaliou a competência do laboratório e comprovou sua rastreabilidade a padrões nacionais de medida.

A calibração foi realizada nas dependências da empresa requisitante. Local da calibração: Sala de Metrologia

Resultados (m)

Results

Escala Analógica - Força de Medição: 20 N

Valor Nominal	Valor de Referência	Correção	k	U	V_{eff}
0,0	0,0	0,0	2,01	0,3	277
500,0	499,8	0,2	2,01	0,3	277
1.000,0	999,8	0,2	2,01	0,3	278
1.500,0	1.499,7	0,3	2,01	0,3	280
2.000,0	1.999,6	0,4	2,00	0,5	infinito
2.500,0	2.499,5	0,5	2,00	0,5	infinito
3.000,0	2.999,7	0,3	2,00	0,5	infinito
3.500,0	3.499,4	0,6	2,00	0,7	infinito
4.000,0	3.999,5	0,5	2,00	0,7	infinito
4.500,0	4.499,4	0,6	2,00	0,7	infinito
5.000,0	4.999,4	0,6	2,00	0,9	infinito

Valores máximos obtidos (m)

Maximos values obtained

Escala	Correção	U
Analógica	0,6	0,9

Laboratório de calibração acreditado pela Cgcre de acordo
com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CAL

Laboratório da Rede Brasileira de Calibração – RBC

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO N.º:

1. Interessado

Razão Social:

Endereço:

1.1 Cliente (solicitante)

Razão Social: O Mesmo

Endereço: O Mesmo

2. Características do Objeto Calibrado

Instrumento:	Trena	Intervalo Nominal:	(0 a 5000) mm
Identificação:	IC 16203	Intervalo de Medição:	(0 a 5000) mm
Número de Série:	Não consta	Valor de uma divisão:	1 mm
Modelo:	TS12-5ME		
Fabricante:	Starrett		

3. Informações para Gerenciamento

Ordem de Serviço:	Data de Recebimento:	Data da Calibração:	Data da Emissão:
	08/07/2022	08/07/2022	15/07/2022

4. Procedimento de Calibração

O instrumento foi calibrado por comparação com padrão de medição, conforme procedimento

5. Padrões Utilizados

Descrição	Identificação	Certificado	Vencimento
Régua Graduada de Aço			14/12/2023
Régua Graduada Vidro			26/10/2023
Termohigrômetro			18/04/2023

6. Local da Calibração e Respectivas Condições Ambientais

Local:	Temperatura:	Umidade Relativa:
Instalações do cliente	(20 ± 2) °C	(50 ± 20) %ur

7. Incerteza dos Resultados da Calibração

A incerteza expandida de medição relatada é declarada como a incerteza padrão de medição multiplicada pelo fator de abrangência k, o qual para uma distribuição t com v_{eff} graus de liberdade efetivos corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%. A incerteza padrão da medição foi determinada de acordo com a publicação EA-4/02.

8. Resultados da Calibração

VM (mm)	VR (mm)	EM (mm)	U (mm)	k	v_{eff}	EMA (±) (mm)
0	0,00	0,00	0,25	2,00	∞	0,6
500	500,02	-0,02	0,25	2,00	∞	0,7
1000	999,81	0,19	0,25	2,00	∞	0,8
1500	1499,85	0,15	0,25	2,00	∞	0,9
2000	1999,70	0,30	0,25	2,00	∞	1

Laboratório de calibração acreditado pela Cgcre de acordo
com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CAL

Laboratório da Rede Brasileira de Calibração – RBC

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO N.º:

2500	2500,00	0,00	0,31	2,00	∞	1,1
3000	2999,60	0,40	0,34	2,00	∞	1,2
3500	3499,59	0,41	0,37	2,00	∞	1,3
4000	3999,39	0,61	0,40	2,00	∞	1,4
4500	4499,39	0,61	0,43	2,00	∞	1,5
5000	4999,19	0,81	0,46	2,00	∞	1,6

9. Observações

O instrumento em questão não sofreu ajustes.

VR (Valor de Referência): Média Obtida no padrão.

VM (Valor Medido): Obtido no instrumento sob calibração.

EM (Erro Medição): Valor Medido - Valor de Referência.

U: Incerteza Expandida.

k: Fator de Abrangência (valor adimensional).

Veff: Graus de Liberdade Efetivo.

Regra de decisão adotada (por ponto calibrado): Somatória, em módulo, do erro de medição e a incerteza expandida.

Sendo o resultado desta somatória igual ou menor que o Erro Máximo Admissível considera-se aprovado.

EMA: Erros Máximos Admissíveis especificado pelo cliente.

10. Laudo

Aprovado

Laboratório de calibração acreditado pela Cgcre de acordo
com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CAL

Laboratório da Rede Brasileira de Calibração – RBC

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO N.º:

1. Interessado

Razão Social:

Endereço:

1.1 Cliente (solicitante)

Razão Social: O Mesmo

Endereço: O Mesmo

2. Características do Objeto Calibrado

Instrumento:	Trena	Intervalo Nominal:	(0 a 5000) mm
Identificação:	IC 19832	Intervalo de Medição:	(0 a 5000) mm
Número de Série:	Não Consta	Valor de uma divisão:	1 mm
Modelo:	TS34-5ME		
Fabricante:	Starrett		

3. Informações para Gerenciamento

Ordem de Serviço:	Data de Recebimento:	Data da Calibração:	Data da Emissão:
	23/09/2022	23/09/2022	23/09/2022

4. Procedimento de Calibração

O instrumento foi calibrado por comparação com padrão de medição, conforme procedimento

5. Padrões Utilizados

Descrição	Identificação	Certificado	Vencimento
Régua Graduada de Aço			30/07/2024
Régua Graduada Vidro			25/08/2024
Termohigrômetro			18/04/2023

6. Local da Calibração e Respectivas Condições Ambientais

Local:	Temperatura:	Umidade Relativa:
Instalações do cliente	(20 ± 2) °C	(50 ± 20) %ur

7. Incerteza dos Resultados da Calibração

A incerteza expandida de medição relatada é declarada como a incerteza padrão de medição multiplicada pelo fator de abrangência k, o qual para uma distribuição t com v_{eff} graus de liberdade efetivos corresponde a uma probabilidade de abrangência de aproximadamente 95%. A incerteza padrão da medição foi determinada de acordo com a publicação EA-4/02.

8. Resultados da Calibração

VM (mm)	VR (mm)	EM (mm)	U (mm)	k	V_{eff}	EMA (±) (mm)
0	0,00	0,00	0,25	2,00	∞	0,6
500	499,87	0,13	0,25	2,00	∞	0,7
1000	999,86	0,14	0,25	2,00	∞	0,8
1500	1499,86	0,14	0,25	2,00	∞	0,9
2000	1999,80	0,20	0,25	2,00	∞	1

Laboratório de calibração acreditado pela Cgcre de acordo
com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CAL

Laboratório da Rede Brasileira de Calibração – RBC

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO N.º:

2500	2499,63	0,37	0,31	2,00	∞	1,1
3000	2999,65	0,35	0,34	2,00	∞	1,2
3500	3499,58	0,42	0,37	2,00	∞	1,3
4000	3999,50	0,50	0,40	2,00	∞	1,4
4500	4499,33	0,67	0,43	2,00	∞	1,5
5000	4999,26	0,75	0,46	2,00	∞	1,6

9. Observações

O instrumento em questão não sofreu ajustes.

VR (Valor de Referência): Média Obtida no padrão.

VM (Valor Medido): Obtido no instrumento sob calibração.

EM (Erro Medição): Valor Medido - Valor de Referência.

U: Incerteza Expandida.

k: Fator de Abrangência (valor adimensional).

Veff: Graus de Liberdade Efetivo.

Regra de decisão adotada (por ponto calibrado): Somatória, em módulo, do erro de medição e a incerteza expandida.

Sendo o resultado desta somatória igual ou menor que o Erro Máximo Admissível considera-se aprovado.

EMA: Erros Máximos Admissíveis especificado pelo cliente.

10. Laudo

Aprovado