

1 – Objetivo

Este plano tem como objetivo estabelecer as diretrizes para a condução de um programa de ensaio de proficiência através da comparação dos resultados fornecidos pelos laboratórios participantes.

Como resultado do programa será gerado um relatório apresentando o desempenho de cada laboratório em relação aos demais.

2 – Método de calibração

Para a calibração devem ser realizadas três medições em cada ponto, de acordo com o procedimento de cada laboratório.

3. Certificado de Calibração

Os laboratórios participantes devem encaminhar um relatório, em PDF, ao coordenador do programa, no email pep@vallim.eng.br.

O relatório deve atender os requisitos NBR ISO/IEC 17025 e de acreditação pelo INMETRO. Além disto o relatório deve conter a tabela existente no anexo 2, devidamente preenchida e informar os fatores contribuintes para a estimativa da incerteza de medição.

4. Dispositivo de Calibração

Será utilizado um paquímetro analógico, apresentado no anexo 1.

5 – Logística

O coordenador de logística gerenciará a movimentação da peça através de email e telefone. Cabe aos participantes garantir a integridade do dispositivo. A sequência de transporte é definida no cronograma CRO VAE 11.2. Devem ser observadas as premissas definidas como logística fiscal, considerando que toda a movimentação estará a cargo de terceiros definidos e gerenciados pela VAE.

6 – Pontos Focais

- Assuntos comerciais – comercial@vallim.eng.br.
- Assuntos de logística – logistica@vallim.eng.br.
- Assuntos técnicos – pep@vallim.eng.br.
- Coordenador PEP – jorge@vallim.eng.br

7 – Controle de Alterações

Rev. 0 – Emissão Inicial.

Rio de Janeiro, 05 de março de 2018.



Eng. Jorge Vallim Guimarães
Coordenador



Anexo 1 – Dispositivo



Paquímetro Universal Quadrimensional Com Guia de Titânio - 150mm - Leit. 0,02mm - Digimes



Anexo 2- Medições

PONTO EM mm	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA 3	MÉDIA	INCERTEZA
10					
40					
750					
140					

NOTAS:

1 - O ponto definido na coluna 1 se refere ao valor a ser “setado” no padrão do laboratório e as medidas (1, 2 e 3) se referem ao valor apresentado no instrumento a ser calibrado.

2 - Os resultados apresentados no relatório devem conter todas as correções de erro necessárias. Serão considerados para os cálculos APENAS as medidas fornecidas e as incertezas associadas.

3 - O laboratório pode optar por participar nas grandezas e faixas de seu interesse.



Anexo 3 – Procedimento de Coordenação de comparação interlaboratorial

1 - Introdução

A V.A.E Vallim Assessoria Empresarial Ltda Foi criada em 1998 com a finalidade de prestar serviços de suporte a empresas, assessorando em processos de treinamento, auditoria, implantação de sistemas de gestão e consultorias técnicas e na área de gestão.

Dentre as atividades da VAE está a realização de avaliações para o INMETRO, nos processos de acreditação de laboratórios e organismos de certificação.

Em decorrência destas atividades iniciou em 2012 a atividade de Gestão de programas de ensaios de proficiência.

2 - Objetivo

Este procedimento tem como objetivo estabelecer as diretrizes gerais para a condução de programas de ensaio de proficiência, através da comparação dos resultados fornecidos pelos laboratórios participantes.

3 - Generalidades

Os programas de ensaio de proficiência tem como objetivo identificar o grau de conformidade dos resultados de cada laboratório com o valor esperado. Os resultados dos laboratórios são avaliados quanto a sua pertinência e comparados, de forma a ser possível identificar a necessidade de ações de melhoria.

A participação em programas de ensaio de proficiência é compulsória para laboratórios acreditados ou em processo de acreditação perante o INMETRO, conforme estabelecido na NIT-DICLA-026.

Os programas de Ensaio de Proficiência conduzidos pela VAE são cadastrado no EPTIS. Assim sendo, os participantes do programa atendem aos requisitos de acreditação do INMETRO.

3 - Entidade coordenadora do programa

A V.A.E é responsável pela coordenação das atividades pertinentes a este programa, tais como registro dos participantes, atribuição de códigos confidenciais, elaboração do plano de trabalho, criação e controle do cronograma de circulação do item de ensaio, coleta e análise de resultados, preparação do relatório final e a apresentação dos resultados.

ENTIDADE: V.A.E. Vallim Assessoria Empresarial Ltda

CNPJ: 01.856.148/0001-95

ENDEREÇO: Estr. Do Barro Vermelho 1571 Colégio – Rio de Janeiro – RJ - 21540501

TELEFONES: 21 24730600 e 981116849

EMAIL: comercial@vallim.eng.br

4 - Coordenador

O Engenheiro Jorge Vallim é graduado nas engenharias Elétrica e de Telecomunicações, pós graduado em Gestão da Qualidade e Mestre em Engenharia Elétrica pelo Instituto Militar de Engenharia. É Avaliador Técnico Sênior do INMETRO e Auditor Líder em ISO 9001 e ISO 14001, tem mais de vinte anos de experiência em gestão. Atuou durante dez anos como coordenador da Subcomissão de Compatibilidade Eletromagnética da CT-08 do INMETRO é Pesquisador e Gerente da Qualidade do Lab. de Medidas Eletromagnéticas do Centro Tecnológico do Exército

- NOME: Eng. Jorge Vallim
- EMAIL: jorge@vallim.eng.br
- CELULAR: 21 981116849

5. Confidencialidade

O coordenador associará um número a cada laboratório e este número será apenas de seu conhecimento e do laboratório. Este número será utilizado para a tramitação interna da VAE e para a identificação do laboratório no relatório do

programa.

O coordenador se compromete a manter sigilo quanto a relação entre os laboratórios e seus resultados.

Salvo manifestação em contrário, os laboratórios autorizam o uso dos dados para a elaboração de artigos, desde que mantido o sigilo quanto a quem os produziu.

6. Os participantes

Para garantir a confiabilidade dos resultados, os laboratórios participantes devem ser acreditados pelo Inmetro, estar em processo de acreditação ou comprovar a adequação de seu sistema de gestão aos requisitos da NBR ISO/IEC 17025.

O programa será em nível nacional, podendo ser dividido em grupos por localidade. Cada programa deve contar com, pelo menos, três laboratórios.

7. Método de calibração ou ensaio

Considerando-se que o objetivo dos programas é comprovar a competência do laboratório em apresentar resultados com confiabilidade metrológica, a VAE não interfere nos procedimentos do laboratório. Os planos de trabalho apresentam o mínimo de informações necessárias para garantir a repetitividade das medições. Desta forma as calibrações/ensaio devem ser realizados conforme o procedimento próprio de cada laboratório. O relatório/certificado emitido pelo laboratório deve atender os requisitos da NBR ISO/IEC 17025 e assim, deve apresentar o erro e a incerteza.

8. Dispositivo de calibração ou ensaio

Para cada uma das rodadas é estabelecido um item de referência.

A VAE não utiliza laboratórios de referência. Os valores de referência para as medidas e suas incertezas são obtidos através da média quadrática dos resultados dos laboratórios, após extraídos os valores dispersos (**outliers**).

9. Avaliação dos resultados

Os valores extremos (**outliers**) são identificados segundo o método de Grubbs e excluídos dos cálculos dos valores de referência. Estes valores são informados na avaliação dos laboratórios que os geraram.

Os resultados são avaliados em duas etapas: somente as medidas segundo o método Z-Score e as medidas com as incertezas associadas, segundo o método do Erro Normalizado.

Os métodos estatísticos aqui mencionados estão detalhados no anexo 4.

10 – Responsabilidades

10.1 – Responsabilidades da entidade coordenadora

- Fornecer o dispositivo para ensaio/calibração;
- Estabelecer o programa de trabalho, o cronograma e controlar a execução de ambos;
- Gerenciar os deslocamentos;
- Promover a cobrança e o pagamento dos valores devidos;
- Dirimir dúvidas de caráter administrativo relativas ao programa;
- Gerenciar ocorrências eventuais que afetem o programa.

10.2 – Responsabilidades do coordenador

- Receber os dados dos laboratórios;
- Codificar os laboratórios;
- Avaliar os resultados, conforme estabelecido no programa;
- Emitir o relatório do programa;
- Dirimir dúvidas de caráter técnico sobre o programa;
- Manter o sigilo sobre os dados referentes ao programa.



10.3 – Responsabilidades do laboratório

- Inspeccionar o dispositivo ao receber e ao devolver, informando as anomalias;
- Garantir a integridade e a funcionalidade do dispositivo enquanto estiver sob sua guarda;
- Comunicar à entidade coordenadora qualquer assunto relevante ao programa;
- Realizar o ensaio/calibração de acordo com as boas práticas, atendendo às normas pertinentes;
- Cumprir o cronograma;
- Emitir o relatório dentro do tempo previsto, uma semana após o término do ensaio/calibração;
- Efetuar o pagamento dos valores acordados;
- Manter o sigilo sobre os dados referentes ao programa.
- Custear as despesas decorrentes de danos por mau uso.

11 – CUSTOS

Os custos e a forma de pagamento são estabelecidos por programa. Salvo informação em contrário incluem a remuneração da entidade e do coordenador, impostos, despesas de transporte e seguro.

13 – CRONOGRAMA

Para cada um dos programas, a cada rodada, é estabelecido um cronograma. Este programa privilegia a proximidade dos laboratórios. Em geral estima-se a duração do programa em três meses, mas eventualidades como greves dos correios e feriados podem dilatar este prazo.

Anexo 4 - Métodos Estatísticos Aplicados nos Programas de Ensaio de Proficiência da VAE,

1 - Detecção e análise de valores dispersos (*outliers*)

1.1 - Introdução

O conjunto dos resultados de um ensaio frequentemente apresenta valores distintos do valor verdadeiro convencional. Os valores “muito” distantes são conhecidos como valores dispersos ou **outliers**.

As análises de valores são realizadas com os seguintes objetivos: Identificar um valor (erro ou desvio) em um conjunto ou validar um conjunto de resultados. A dificuldade na análise destes valores consiste em determinar a partir de que distância os valores devem ser considerados **outliers** e qual o tratamento a ser aplicado.

Em nossas análises os **outliers** serão eliminados e será informada a sua eliminação.

1.2 - Identificação de outliers

1.2.1 - Método de GRUBBS

O teste de Grubbs baseia-se no cálculo da distância linear entre o valor suspeito e a média dos valores, apresentando a vantagem de poder ser utilizado para a avaliação de mais de um valor suspeito simultaneamente. O método avalia a relação das distâncias entre os valores suspeitos e a média com o chamado “nível de significância” ou a probabilidade de abrangência, que é o limite a partir do qual o valor é considerado **outlier**.

Procedimento de cálculo:

- 1) Ordenar os valores reportados em ordem ascendente
- 2) Calcular o valor da estatística de Grubbs, G , conforme a quantidade de valores suspeitos e sua posição de acordo com a fórmula abaixo.
 - a. Para um valor suspeito:

$$G_p = \frac{(x_p - \bar{x})}{s} \quad \text{Para o maior valor;}$$

$$G_1 = \frac{(\bar{x} - x_1)}{s} \quad \text{Para o menor valor;}$$

Sendo

$$\bar{x} = \frac{1}{p} \sum_{i=1}^p x_i \quad \text{e} \quad s = \sqrt{\frac{1}{p-1} \sum_{i=1}^p (x_i - \bar{x})^2};$$

Onde p é o número de laboratórios participantes da rodada.

- b. Para dois valores suspeitos
 - i. Para os dois maiores valores

$$G = \frac{s_{p-1,p}^2}{s_0^2},$$

onde

$$s_0^2 = \sum_{i=1}^p (x_i - \bar{x})^2$$

$$s_{p-1,p}^2 = \sum_{i=1}^{p-2} (x_i - \bar{x}_{p-1,p})^2$$

$$\bar{x}_{p-1,p} = \frac{1}{p-2} \sum_{i=1}^{p-2} x_i$$

- ii. Para os dois menores valores

$$G = \frac{s_{1,2}^2}{s_0^2},$$

Onde

$$s_{1,2}^2 = \sum_{i=3}^p (x_i - \bar{x}_{1,2})^2$$

$$\bar{x}_{1,2} = \frac{1}{p-2} \sum_{i=3}^p x_i$$

- 3) Comparar G com os valores críticos, conforme transcritos na TAB. 1, em função da probabilidade de abrangência desejada.
- Para um valor suspeito, se o valor de G é menor ou igual ao seu valor crítico para 5%, o valor suspeito é aceito como correto; se o valor de G é maior do que o seu valor crítico para 5% e menor ou igual ao seu valor crítico para 1%, o valor suspeito é tratado como suspeito, requerendo análise mais aprofundada; e se o valor de G é maior do que o seu valor crítico para 1%, o valor suspeito é rejeitado como valor disperso.
 - Para dois valores suspeitos, se o valor de G é maior ou igual ao seu valor crítico para 5%, ambos os valores são aceitos como corretos; se o valor de G é menor do que o seu valor crítico para 5% e maior ou igual ao seu valor crítico para 1%, os valores são tratados como suspeitos, requerendo análise mais aprofundada; e se o valor de G é menor do que o seu valor crítico para 1%, os valores são rejeitados como valores dispersos.

1.2.1.1 – Critério de exclusão para o método de Grubbs

A aplicação da estatística de Grubbs à medida automaticamente, se for o caso, a identifica como outlier. Em sendo a medida apresentada pelo laboratório é excluída do processo, não sendo utilizada para o cálculo dos valores de referência para a medida e incerteza aplicadas ao programa.

1.2.2 - Z SCORE

O Método consiste em utilizar as propriedades da distribuição normal e do desvio padrão onde se determina, através de valores tabelados, o percentual de valores cobertos pelo intervalo de confiança estabelecido. Assim, por exemplo, em um intervalo de 2 desvios padrão acima e abaixo da média espera-se abranger 95,45% dos valores da distribuição. A figura 1 representa alguns intervalos de confiança mais utilizados. Para definir outros percentuais basta consultar uma “planilha Z”, disponível em diversos livros de estatística.

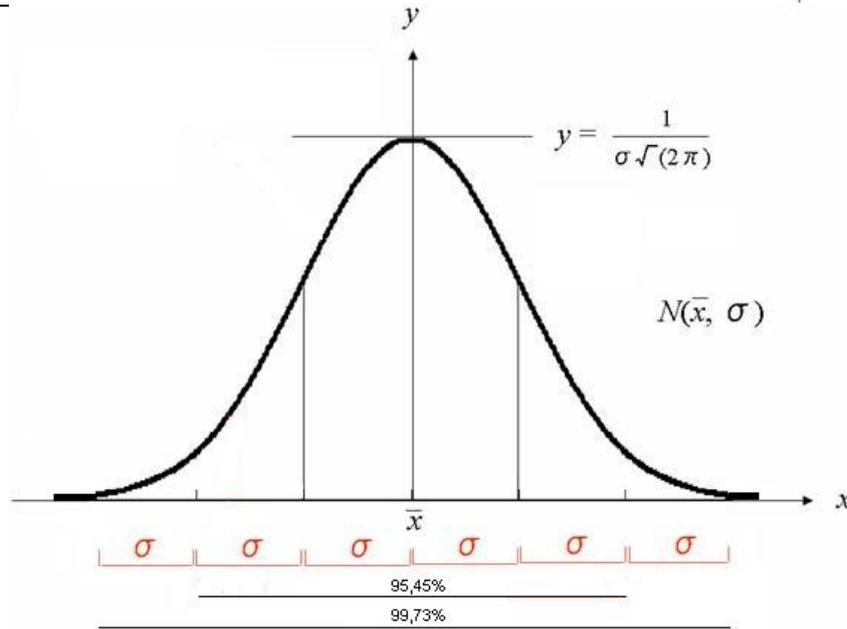


Figura 1

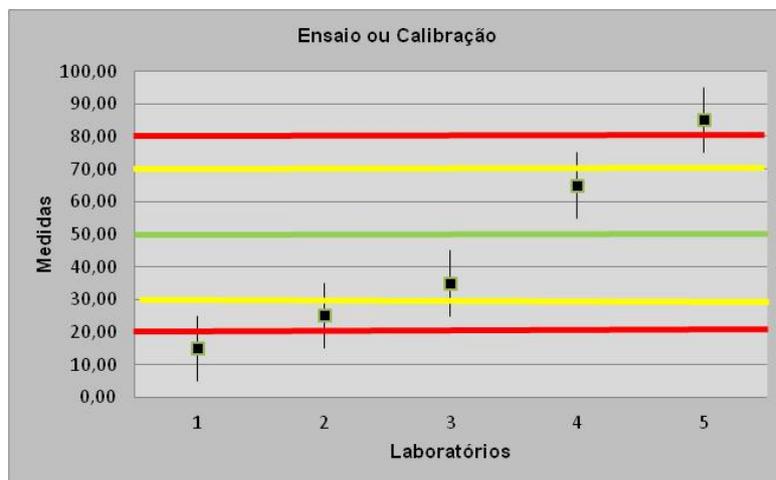
1.2.2.1 – Critério de exclusão para índices z

Calculado o desvio padrão das medidas e estabelecidas as separações de dois e três desvios padrão, a partir do valor de referência, considera-se aceitável os resultados que estejam na faixa de até dois desvios padrão. Entre dois e três desvios padrão os resultados demandam ações preventivas. Acima de três desvios padrão os resultados são rejeitados, requerendo ações corretivas.

$$|z| \leq 2 = \text{satisfatório}$$

$$2 \leq |z| < 3 = \text{questionável}$$

$$|z| \geq 3 = \text{insatisfatório}$$



1.2.3 - Emprego do números E_n

Calcula-se o Erro Normalizado E_n onde:

$$E_n = \frac{x - X}{\sqrt{U_{lab}^2 + U_{ref}^2}}$$

Onde x a medida apresentada pelo laboratório, X o valor de referência, U_{lab} a estimativa da incerteza associada ao resultado do participante e U_{ref} a incerteza de referência.

1.2.3.1 – Critério de exclusão para E_n

Os critérios de exclusão para os números E_n são:

$$|E_n| \leq 1 = \text{satisfatório}$$

$$|E_n| > 1 = \text{insatisfatório}$$

1.3 – Definição dos valores de referência

1.3.1 – Justificativas

Um dos pontos cruciais para a eficácia do programa é a definição dos valores de referência para a medida e a incerteza da grandeza objeto do programa. Para este fim existem duas possíveis abordagens: a determinística e a probabilística.

A abordagem determinística consiste na determinação do valor de referência com base nas medidas de um laboratório, dito de referência. Em uma primeira análise parece a forma adequada de abordar o assunto; mas em uma breve análise crítica, surge a seguinte questão: como eu determino que um laboratório atende os requisitos necessários para ser referência? Em princípio todos, ou quase todos, atendem aos requisitos da NBR ISO/IEC 17025. Se houver uma divergência, como posso avaliar quem está certo? Após diversas rodadas, com diversos programas, conseguimos chegar a conclusão de que não é possível determinar que um laboratório é uma referência absoluta. Diversos laboratórios, elegíveis a referência, já nos apresentaram resultados que se mostraram não conformes. Assim, desde o primeiro momento optamos por utilizar uma estimativa probabilística.

A abordagem probabilística consiste no uso de ferramentas estatísticas para a determinação dos valores de referência. As normas ISO/IEC 13528 e 17043 apresentam algumas técnicas que já utilizamos porém se mostraram ineficientes, por exemplo, em função de dissociar a estimativa da incerteza de referência dos fatores contribuintes, gerando resultados inatingíveis.

Com base nas experiências anteriores optamos por uma abordagem integrada: Utilizamos a estatística associada às medidas.

1.3.2 – Método de cálculo

Tanto para a medida de referência como para a estimativa da incerteza de medição utilizamos o valor médio quadrático das medidas e incertezas declaradas pelos laboratórios. É aplicada a fórmula a seguir:

$$VAL_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n val_i^2}$$

Onde:

VAL_{RMS} é o valor de referência estabelecido para a medida ou a estimativa da incerteza da medição;

val é o valor da medida ou da estimativa da incerteza da medição declarada pelo laboratório;

n é o número de laboratórios participantes.

TAB. 1. Valores críticos para o teste de Grubbs (ISO 5725-2, 1994).

P	Um valor extremo.		Dois valores extremos.	
	Acima ou abaixo da média		Acima ou abaixo da média	
	Superior a 1%	Superior a 5%	Inferior a 1%	Inferior a 5%
3	1,155	1,155	-	-
4	1,496	1,481	0,000 0	0,000 2
5	1,764	1,715	0,001 8	0,009 0
6	1,973	1,887	0,011 6	0,034 9
7	2,139	2,020	0,030 8	0,070 8
8	2,274	2,126	0,056 3	0,110 1
9	2,387	2,215	0,085 1	0,149 2
10	2,482	2,290	0,115 0	0,186 4
11	2,564	2,355	0,144 8	0,221 3
12	2,636	2,412	0,173 8	0,253 7
13	2,699	2,462	0,201 6	0,283 6
14	2,755	2,507	0,228 0	0,311 2
15	2,806	2,549	0,253 0	0,336 7
16	2,852	2,585	0,276 7	0,360 3
17	2,894	2,620	0,299 0	0,382 2
18	2,932	2,651	0,320 0	0,402 5
19	2,968	2,681	0,339 8	0,421 4
20	3,001	2,709	0,358 5	0,439 1
21	3,031	2,733	0,376 1	0,455 6
22	3,060	2,758	0,392 7	0,471 1
23	3,087	2,781	0,408 5	0,485 7
24	3,112	2,802	0,423 4	0,499 4
25	3,135	2,822	0,437 6	0,512 3
26	3,157	2,841	0,451 0	0,524 5
27	3,178	2,859	0,463 8	0,536 0
28	3,199	2,876	0,475 9	0,547 0
29	3,218	2,893	0,487 5	0,557 4
30	3,236	2,908	0,498 5	0,567 2
31	3,253	2,924	0,509 1	0,576 6
32	3,270	2,938	0,519 2	0,585 6
33	3,286	2,952	0,528 8	0,594 1
34	3,301	2,965	0,538 1	0,602 3
35	3,316	2,979	0,546 9	0,610 1
36	3,330	2,991	0,555 4	0,617 5
37	3,343	3,003	0,563 6	0,624 7
38	3,356	3,014	0,571 4	0,631 6
39	3,369	3,025	0,578 9	0,638 2
40	3,381	3,036	0,586 2	0,644 5

P – Número de laboratórios participantes

Anexo 5 - Referências

- 1) ABNT NBR ISO/IEC 17025;
- 2) ABNT NBR 13528;
- 3) ABNT NBR ISO/IEC 17043;
- 4) DIXON W.J., "Analysis of Extreme Values," Annals of Math. Stat., Vol 21 (1950) pp. 488-506;
- 5) DIXON W.J., "Ratios Involving Extreme Values," Annals of Math. Stat., Vol 22 (1951) pp. 68-78;
- 6) DIXON W.J., "Processing Data for Outliers," Biometrics, 9 (1953), pp. 74-89;
- 7) GRUBBS F.E., "Sample Criteria for Testing Outlying Observations," Annals of Math. Stat., Vol 21 (1950) pp. 27-58;
- 8) GRUBBS F.E., "Procedures for Detecting Outlying Observations in Samples," Technometrics, Vol 11 (1969) pp. 1-21;
- 9) GRUBBS F.E., "Some Grubbs-Type Statistics for the Detection of Several Outliers" Technometrics, Vol 14 (Aug. 1972) pp. 1-21;
- 10) SPIEGEL M.R., "Estatística," Coleção Schaum, 1. ed pp. 331-361;
- 11) MEYER P.L., "Probabilidade Aplicações à Estatística," Livros Técnicos e Científicos, 1. ed pp. 209-211;
- 12) CALABRO S.R., "Reliability Principles and Practices," McGraw-Hill Book Co., 1 ed pp. 98-110;
- 13) HAMPEL F.R. e outros., "Robust Statistics," John Wiley & Sons., 1 ed cap 1;
- 14) FRANKLIN S e BRODEUR M, "A Practical application of a robust multivariate outlier detection method," Statistics Canada, pp. 186-191;
- 15) PIRES A.M. e SANTOS-PEREIRA C.M., "Using clustering and robust estimators to detect outliers in multivariate data," CEMAT Universidade Técnica de Lisboa, Universidade Portucalense Infante D. Henrique;
- 16) PIRES A.M. e SANTOS-PEREIRA C.M., "Detection of outliers in multivariate data," CEMAT Universidade Técnica de Lisboa, Universidade Portucalense Infante D. Henrique;
- 17) NIST Engineering Statistics Handbook, Capturado no site <http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/eda/section3/boxplot.htm>;
- 18) GUIMARÃES J.V.; Dissertação de Mestrado - Ensaio de proficiência em compatibilidade eletromagnética: Programa exploratório de medidas de emissão radiada, Instituto Militar de Engenharia – Rio de Janeiro.