Programa de Ensaio de Proficiência

RMMG

Sismografia

SM.04-2025

Protocolo de Participação 2025

4ª Rodada

Registro RMMG nº 400/2025

Revisão **00** de **24/06/2025**

RMMG Rede Metrológica de Minas Gerais

Ensaios de Proficiência ABNT NBR ISO/IEC 17043 PEP 0019

1 INTRODUÇÃO

A Rede Metrológica de Minas Gerais (RMMG) é uma organização técnico-científica sem fins lucrativos constituída por laboratórios especializados e outras organizações com interesse em metrologia. Tem por objetivos fomentar a cultura metrológica no Estado, estimular e promover o desenvolvimento da prestação de serviços de ensaio e calibração, contribuindo para melhoria da qualidade dos produtos e o aprimoramento tecnológico das empresas mineiras.

A RMMG promove Programas de Ensaios de Proficiência, que se encontram registrados na base de dados de provedores de ensaios de proficiência EPTIS - European Proficiency Testing Information System. Desde maio de 2018 a RMMG é acreditada pela CGCRE como Provedor de Ensaio de Proficiência conforme a norma ABNT NBR ISO/IEC 17043.

Este Protocolo apresenta as atividades previstas pela RMMG para o **Programa de Ensaio de Proficiência (PEP) em de Sismografia para o ano de 2025**. O programa será realizado de acordo com as normas ABNT NBR ISO/IEC 17043:2024e ISO 13528:2022.

2 OBJETIVOS DO PROGRAMA DE ENSAIO DE PROFICIÊNCIA

O PEP RMMG tem como objetivo fortalecer a matriz laboratorial, propiciando a participação de laboratórios em comparações interlaboratoriais como meio de aprimorar a qualidade de seus serviços. A participação em PEP propicia aos laboratórios a oportunidade de avaliar seus procedimentos de ensaio e calibração, identificar pontos fortes e de melhoria, além de comparar seus resultados com seus pares. Tem ainda o propósito de:

- Avaliar o desempenho individual de laboratórios para Escolher um item..
- Identificar diferenças interlaboratoriais e estimular a tomada de ações corretivas.
- Prover confiança adicional aos clientes destes laboratórios.
- Fornecer dados para subsidiar o controle da qualidade dos resultados do laboratório requerido no item 7.7.2 da ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017.
- Proporcionar uma abordagem de riscos e oportunidades diante dos resultados.

3 DEFINIÇÕES

Os termos utilizados neste documento estão definidos na ABNT NBR ISO/IEC 17043:2024.

4 COORDENAÇÃO

A RMMG é a responsável pela coordenação geral desse Ensaio de Proficiência e contará com o apoio de um Grupo Consultivo Técnico (GCT) durante sua execução.

Coordenação-geral: Renata Vilela Cecílio Dias, Gerente da Qualidade e Coordenadora do Programa de Ensaios de Proficiência da RMMG (PEP-RMMG).

GCT do Programa de Ensaio de Proficiência de Sismografia

Nome	Organização	Função no Programa
Renata Vilela Cecílio Dias	RMMG	Coordenação do Programa / Especialista em estatística
Célio Henrique de Barros Faria	GAUSS Consultoria e Treinamento	Especialista

5 CONTATOS RMMG

Nome	Função	Contato
Kleber Albuquerque de Vasconcelos	Diretor Executivo RMMG	kleberav@rmmg.org.br
Renata Vilela Cecílio Dias	Gerente de Comparações Interlaboratoriais	pep@rmmg.org.br

6 CRITÉRIOS DE PARTICIPAÇÃO

O PEP RMMG **de Sismografia** é aberto a todos os laboratórios que realizam medições sismográficas provenientes do desmonte de rocha, utilizando sismógrafo de engenharia com medições de vibração e nível de pressão sonora, que atendam aos requisitos mínimos estabelecidos na ABNT NBR 9653:2018.

O programa está estruturado para o mínimo de 6 laboratórios participantes e o máximo de 12. Caso seja obtido um número maior de 12 participantes, os participantes poderão ser divididos em grupos. Cada grupo participará de eventos de detonação em horários distintos. Para participar, o laboratório deverá realizar a inscrição pelo preenchimento da FICHA DE INSCRIÇÃO disponível no site da RMMG: www.rmmg.com.br/PEP.

Para participar, o laboratório deverá realizar a inscrição pelo preenchimento da Ficha de Inscrição disponível no site da RMMG: www.rmmg.com.br, na área “PEP” do site.

7 RODADAS

Em **2025**, o Programa será realizado em uma única rodada.

8 ATIVIDADES CONTRATADAS

As atividades contratadas serão:

- Locação da área para detonação dos explosivos;
- Estudo de tendência.

NOTA: A RMMG tem total responsabilidade pelas atividades do laboratório contratado.

8.1 Dados do Contratado

Nome: VMA Sociedade Técnica de Vendas LTDA
VMA Engenharia de Explosivos e Vibrações

CNPJ: 19.967.165/0001-65

Endereço: Avenida Getúlio Vargas, 874 - 13º Andar, Savassi, Belo Horizonte/MG – CEP: 30112-021

Contato: Gabriel B. Antonini

Telefone: (31) 3221.2000

Acreditado pela Coordenação Geral de Acreditação do INMETRO: **CRL**

9 ITENS DE ENSAIO

O Programa de Ensaio de Proficiência da RMMG de Sismografia será realizado para amostras e parâmetros abaixo indicados.

Parâmetro	Unidade
Velocidade de vibração de partícula de pico - Eixo longitudinal (L) - Eixo transversal (T) - Eixo vertical (V) - Resultante	mm/s
Nível de pressão sonora	Pa

9.1 Preparação do local da medição

O ensaio de proficiência será realizado pelos participantes, de acordo com o cronograma, não sendo possível a realização da medição em outra data.

No dia do ensaio é importante que os laboratórios participantes levem seus equipamentos e materiais apropriados para a realização do ensaio.

Os participantes devem considerar a realização do ensaio como uma **medição de rotina**.

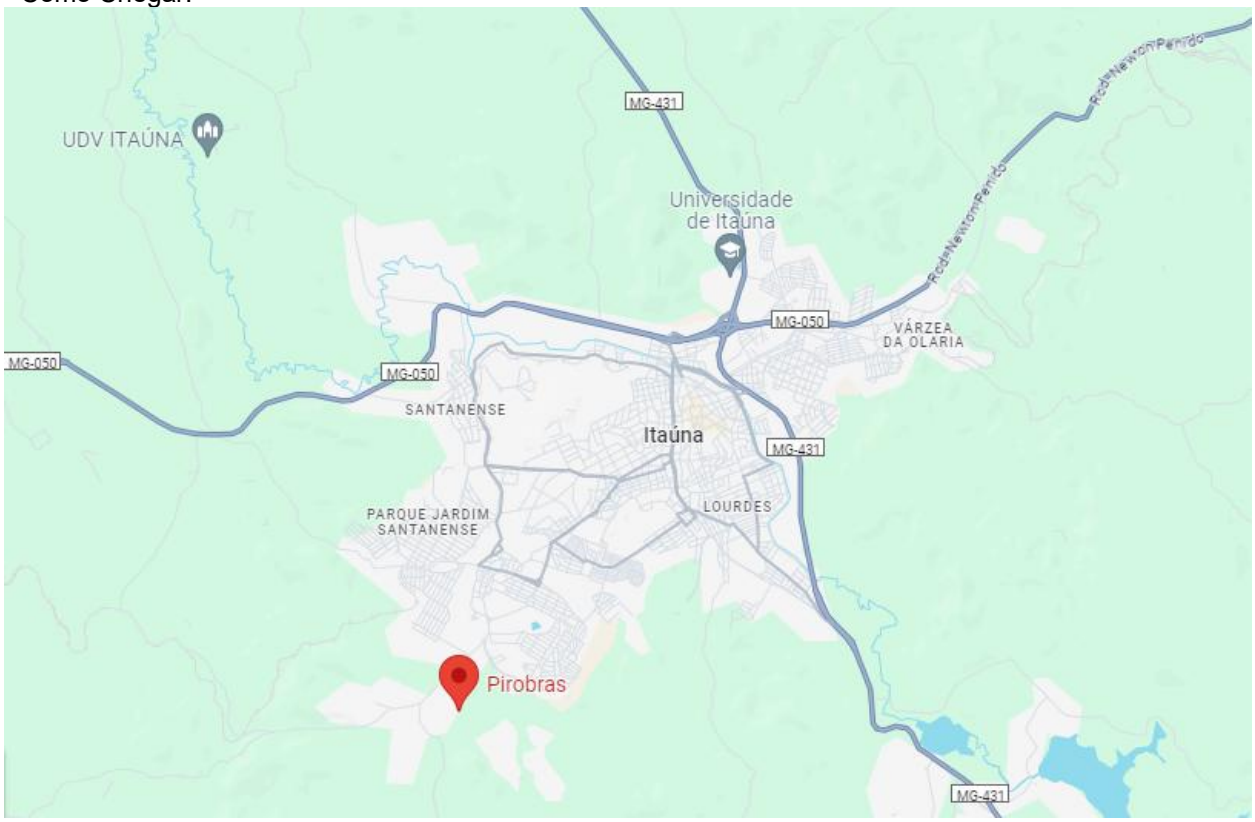
O ensaio de proficiência será realizado de forma simultânea e será mantida mesmo em caso de chuva.

O programa será realizado nas instalações de uma fábrica de explosivos, Pirobrás Industrial Ltda, localizada no município de Itaúna/MG, em uma área destinada para testes, que possui um solo compactado, facilitando a instalação dos geofones.

Local da realização da medição:

Pirobrás Industrial Ltda
Estrada dos Campos, km 1,5, Itaúna - MG

- Como Chegar:



Será demarcado um local para a instalação dos geofones e microfones, de forma que todos os equipamentos permaneçam equidistantes do ponto de detonação e que não haja nenhum obstáculo entre os locais de detonação e de instalação dos equipamentos.

Cada participante será orientado a posicionar seus equipamentos no local indicado pela coordenação do programa, conforme seus procedimentos de rotina e a ajustar o nível de disparo “trigger” em 0,5 mm/s.

Os geofones serão posicionados mantendo um distanciamento de aproximadamente 20 cm, no mesmo raio de distância do local de detonação. Os geofones deverão ser fixados no solo da área destinada para testes, conforme o modelo do equipamento e o procedimento do participante. A profundidade do equipamento no

solo, a cobertura ou não com o próprio solo e o posicionamento correto do geofone e do microfone deverão ser definidos pelos participantes, conforme seus procedimentos.

Serão realizados 2 (dois) eventos de detonação com cargas explosivas distintas, simulando um desmonte de rocha. Para cada evento de detonações será utilizado explosivos de emulsão encartuchada com estopim curto (60 cm), com carga explosiva total de aproximadamente 1400 g, sendo a fração do explosivo definida pelo GCT.

O explosivo será enterrado numa vala de aproximadamente 50 cm de profundidade e coberto com areia ou próprio solo para simulação de um desmonte de rocha. A distância entre o local de detonação e os equipamentos será entre 10 e 20 m.

Durante a detonação, os participantes deverão se deslocar para uma área de segurança, não podendo permanecer no local da detonação. Entre os eventos os participantes poderão se dirigir ao local e verificar os registros dos seus equipamentos.

10 DOCUMENTOS DO PROGRAMA

Serão disponibilizados aos participantes os seguintes formulários:

- PEP-F003 Ficha de Inscrição (formulário eletrônico)
- PEP-F040 Ficha de Análise
- PEP-F010 Relatório
- Certificado de Participação
- Certificado de Proficiência (caso tenha sido solicitado)

11 MÉTODO DE ANÁLISE

O laboratório participante deve utilizar seus procedimentos de rotina para a realização da medição. O método sugerido pela RMMG é:

Parâmetro	Método/técnica sugerido
Velocidade de vibração de partícula de pico Nível de pressão sonora	ABNT NBR 9653: 2018 (versão corrigida 2018) guia para avaliação dos efeitos provocados pelo uso de explosivos nas minerações em áreas urbanas

NOTA: Caso o método de rotina utilizado pelo participante não seja o sugerido acima, o desempenho do participante será avaliado, porém, seu resultado não será incluído no cálculo do valor designado.

12 ENVIO DOS RESULTADOS

Os resultados deverão ser reportados no formulário eletrônico FICHA DE ANÁLISE que será disponibilizado no site da RMMG: www.rmmg.com.br/pep. O participante deverá atentar-se para o preenchimento correto dos dados, principalmente para o campo **CÓDIGO DO PARTICIPANTE**, pois ele será a única forma de relacionar os resultados ao participante (o código será encaminhado por e-mail, conforme item 18 - Cronograma de Execução). Caso tenha dúvida sobre como identificar o seu código entrar em contato com a coordenação do programa pelo telefone (31) 2512-4800 ou por e-mail pep@rmmg.org.br.

O participante receberá um e-mail com o formulário preenchido como comprovação do envio dos resultados. Caso não receba o e-mail, verificar a caixa de spam ou as políticas do e-mail corporativo. Atentar para o prazo de envio, informado no item 18 - Cronograma de Execução, **não serão aceitos resultados enviados fora do prazo.**

Caso o laboratório não reporte os resultados referentes à concentração de um determinado parâmetro, não será possível avaliar o desempenho do laboratório para este parâmetro.

Se necessário alterar algum dado após o envio dos resultados, deverá ser acessado o e-mail encaminhado com o formulário preenchido e clicar em “Editar Resposta”. Alterações nos dados reportados só serão aceitas **dentro do prazo determinado** para envio dos resultados.

Os laboratórios participantes devem enviar **cópia dos sismogramas originais dos eventos**, como evidência dos resultados apresentados. Os sismogramas devem conter a data e horário coincidente com os do evento.

12.1 Resultados abaixo do limite de quantificação

Participantes que obtiverem resultados fora da faixa de medição devem reportar somente o valor como resultado encontrado no PEP e informar no campo observação do formulário FICHA DE ANÁLISE que o resultado se encontra fora da faixa de medição. Estes resultados não serão utilizados no valor de consenso, mas serão avaliados quanto a sua adequação frente ao valor designado calculado.

12.2 Algarismos significativos

Os algarismos significativos são importantes no momento de expressar o valor de uma dada grandeza medida experimentalmente. No caso deste ensaio de proficiência, recomendamos que os participantes reportem seus resultados com o **número de casas decimais**, conforme estabelecido no formulário FICHA DE ANÁLISE.

13 ESTUDO DE HOMOGENEIDADE E ESTABILIDADE

Devido à natureza do programa e do ensaio a ser realizado, onde a amostragem ocorrerá de forma simultânea e num curto espaço de tempo, não serão realizados testes de homogeneidade e estabilidade.

No entanto, para assegurar que a vibração e o nível de pressão sonora provenientes das detonações sejam de mesma intensidade para todos os participantes, os sismógrafos serão posicionados lado a lado, de forma equidistante e convergente ao ponto de detonação.

Além disso, será realizado uma avaliação de tendência ao longo da linha de posicionamento dos sismógrafos. Serão colocados três equipamentos de mesma marca e modelo em posições diferentes (extremidades e meio), que acompanhará os eventos de detonação.

14 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS

14.1 Tratamento dos dados discrepantes

Os resultados serão avaliados segundo as recomendações das normas ABNT NBR ISO/IEC 17043:2024 e ISO 13528:2022. Será realizada uma análise exploratória dos resultados enviados pelos participantes para identificação de erros grosseiros. Caso sejam encontrados resultados fora do intervalo de ±50% da média robusta serão excluídos da análise estatística para definição do valor designado, mas terão mantida a avaliação do desempenho.

A análise estatística utilizada na determinação do valor designado, Algorítimo A, dispensa o tratamento de valores dispersos (*outlier*).

14.2 Valor designado e desvio padrão

O valor designado será estimado como consenso dos resultados dos participantes utilizando o algoritmo A da norma ISO 13528:2022 e sua incerteza será estimada conforme a seguir:

A incerteza do valor designado será estimada com base no desvio padrão robusto.

$$u(x) = 1{,}25 \times \frac{s^*}{\sqrt{p}}$$

Onde s* = desvio padrão robusto

p = número de participantes

Os participantes só terão seus resultados incluídos no cálculo do valor designado se o método de medição utilizado for o sugerido (ver item 11).

Caso haja menos de 6 resultados válidos, não será realizada a análise estatística.

O desvio padrão da análise estatística será calculado de acordo com a ISO 13528:2022.

$$s^* = 1{,}134 \times \sqrt{\frac{\sum_{I=1}^{p}(x_i^* - x^*)^2}{(p-1)}}$$

Onde s* = desvio padrão robusto

p = número de participantes

x* = valor designado obtido pelo Algoritmo A

x_i* = resultado participante

No caso em que o número de resultados válidos seja menor que 12, o desvio padrão poderá ser estimado por meio de:

- percepção dos especialistas do Grupo Consultivo Técnico;
- resultados de rodadas anteriores;
- modelos preditivos, a exemplo do sugerido por Thompson para calcular o desvio padrão de reprodutibilidade (σ) baseado na função de Horwitz.

$\sigma = 0{,}22 * x$	se	x < 0,000012%
$\sigma = 0{,}02 * x^{0{,}8495}$	se	0,000012% < x < 13,8%
$\sigma = 0{,}01 * x^{0{,}5}$	se	x > 13,8%

Onde: x é a concentração do analito de interesse

14.3 Estatística de desempenho

Os resultados serão avaliados segundo as recomendações das normas ABNT NBR ISO/IEC 17043:2024 e ISO 13528:2022.

Para avaliação da exatidão, a estatística de desempenho será calculada pelo z-score e/ou z' score, cujas fórmulas estão descritas abaixo:

$$z = \frac{x_i - X_D}{\hat{\sigma}}$$

Onde:

x_i = resultado apresentado pelo laboratório

X_D = valor designado

$\hat{\sigma}$ = desvio padrão para avaliação de desempenho

$$Z' = \frac{x - X}{\sqrt{\hat{\sigma}^2 + u_{VD}{}^2}}$$

Onde:

x é o resultado do participante

X é o valor designado

$\hat{\sigma}$ é a incerteza-padrão combinada do resultado do participante

u_{VD} é a incerteza-padrão do valor designado

NOTA: Será utilizada a estatística de desempenho z´ score caso a incerteza padrão não atenda ao critério $u_x < 0{,}3\hat{\sigma}$.

14.4 Critérios para avaliação de desempenho

Os critérios para avaliação de desempenho são aqueles recomendados no item B.4.1, do ANEXO B, da norma ABNT NBR ISO/IEC 17043:2024:

$\lvert Z\rvert \leq 2{,}0$	DESEMPENHO SATISFATÓRIO
$2{,}0 < \lvert Z\rvert < 3{,}0$	DESEMPENHO QUESTIONÁVEL
$\lvert Z\rvert \geq 3{,}0$	DESEMPENHO INSATISFATÓRIO

15 RELATÓRIO

O relatório do programa é elaborado em conformidade com a ABNT NBR ISO/IEC 17043:2024 e enviado aos participantes em formato PDF por e-mail, conforme cronograma (item 18). O laboratório deverá confirmar o recebimento do e-mail contendo o relatório.

Os participantes receberão, inicialmente, a versão preliminar do Relatório e terão o prazo de 15 dias para revisá-lo e fazer as considerações que acharem necessárias. Após o prazo de recebimento das considerações, a Coordenação do Programa terá 15 dias para analisar a sua pertinência e decidir sobre seu deferimento, emitindo então, a versão final do relatório.

Convém que o participante realize uma análise crítica dos seus resultados e seu desempenho, e defina ações de melhoria e correção para os resultados discordantes. Caso necessite, o participante poderá entrar em contato com a Coordenação do Programa para troca de informações e consenso de opiniões.

Caso se faça necessário, os resultados dos laboratórios poderão ser divulgados para uma autoridade reguladora ou uma parte interessada e os participantes ficarão cientes de tal prática com antecedência. Os resultados do programa poderão, também, ser utilizados para compor dados para publicação de artigos científicos.

16 CERTIFICADOS

Ao final do programa – em até 30 dias após o envio do Relatório em sua última versão – será emitido e fornecido gratuitamente o Certificado de Participação, por e-mail, a todos os laboratórios participantes. Aqueles que desejarem obter o Certificado de Proficiência impresso, evidenciando o desempenho do laboratório no programa, deverão preencher o campo de solicitação presente na FICHA DE INSCRIÇÃO.

Não é prática da RMMG disponibilizar uma via impressa do Certificado de Participação. No entanto, caso seja de interesse do participante, este deve efetuar a solicitação por e-mail e aguardar o envio do boleto para realização do pagamento. A emissão do Certificado de Participação impresso será garantida após a identificação desse pagamento.

16.1 Utilização de relatório e certificado pelo participante

Após receber o relatório e/ou certificado, a divulgação dos resultados e conclusões são de inteira responsabilidade dos clientes, que poderão utilizá-los para demonstrar seu desempenho aos Órgãos Reguladores e/ou Organismos de Acreditação. Vale ressaltar que, a avaliação realizada pelo provedor se limita apenas aos ensaios realizados pelo laboratório participante na rodada deste programa.

17 VALOR DA INSCRIÇÃO

17.1 Valor por frasco de participação

Participante	Preços
Laboratórios afiliados à RMMG	R$ 2.745,00
Demais laboratórios	R$ 3.230,00

Laboratório afiliado à REMESP e Rede Paraná Tecnologia e Metrologia terá 8% de desconto no valor de sua inscrição, mediante o envio de documento de comprovação dessa afiliação.

A forma de pagamento deverá ser informada no momento da inscrição, conforme descrito a seguir:

- à vista por Boleto Bancário;
- à vista por depósito em conta (devendo ser pago até o prazo final da inscrição);
- parcelado de duas vezes por boleto bancário, com adicional de 5%.

Caso o participante desista do programa após o pagamento da taxa de inscrição, não haverá reembolso. Quando houver impossibilidade de participação, esta deve ser comunicada com antecedência de 10 dias da realização da medição e o valor pago poderá ser revertido em crédito para outros serviços da RMMG, com validade de 1 (um) ano.

17.2 Taxa para emissão dos certificados

Emissão do certificado	Valor
Emissão de Certificado de Participação	Incluso no valor da inscrição
Emissão de certificado de proficiência (solicitado na FICHA DE INSCRIÇÃO)	R$ 105,00

17.3 Dados para depósito bancário

Banco	Banco do Brasil
Agência	1229-7
Conta Corrente	70333-8
pix	rmmg@rmmg.org.br

18 CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO - PRAZOS

Atividade	Responsável	Prazos
Divulgação do Protocolo	RMMG	Junho/2025
Preenchimento da ficha de inscrição	Participante	Até 19/09/2025
Envio do CÓDIGO DE PARTICIPAÇÃO	RMMG	Até 19/09/2025
Realização das medições	Participante	**25/09/2025**
Envio dos resultados das medições.	Participante	10/10/2025
Distribuição do Relatório Preliminar	RMMG	10/11/2025
Distribuição do Relatório Final	RMMG	05/12/2025

19 CONFIDENCIALIDADE

A RMMG garante a segurança das informações e assegura a confidencialidade dos dados dos participantes, dos resultados e da avaliação de desempenho, por meio da atribuição de um código de participação para cada laboratório participante. A coordenação do Programa é responsável pela designação deste código, que é mantido sob confidencialidade.

É de reponsabilidade do participante manter confidencialidade em relação ao seu código de participação. Caso algum participante necessite de reenvio do código, este deverá ser solicitado diretamente à coordenação do programa exclusivamente por e-mail.

Na apresentação dos resultados, será referenciado apenas o código de participação, sem a identificação do participante.

A RMMG não divulgará nenhuma informação confidencial a qualquer organismo de terceira parte, a menos que o laboratório participante renuncie formalmente sua confidencialidade. Caso se faça necessário, os resultados dos laboratórios poderão ser divulgados para uma autoridade reguladora, os participantes ficarão cientes de tal prática com antecedência. Os resultados do programa poderão, também, ser utilizados para compor dados para publicação de artigos científicos.

20 CONLUIO E FALSIFICAÇÃO

A RMMG previne o conluio entre os participantes evitando que eles saibam da existência um do outro. Cada participante receberá, um código de participação que, além de garantir a confidencialidade, previne o conluio. A RMMG também opta por não divulgar a lista de laboratórios participantes no Relatório do programa.

Para este programa, como a medição é realizada em campo com a presença de todos os participantes, medidas são tomadas durante a realização do EP para evitar a troca de informações, como: permanência da equipe da RMMG para evitar a comunicação entre os participantes e realização de reunião antes do início das atividades, para comunicação aos participantes de que são responsáveis pelos seus equipamentos, não sendo permitido o empréstimo de material ou a interferência de outros participantes nas atividades do EP; proibição de fotos e filmagens e que interações com os outros participantes não é permitida.

A RMMG recomenda que os participantes relatem seus dados com independência e exatidão. Cabe principalmente a cada participante a análise crítica de seus resultados, verificando as informações descritas neste protocolo, para envio de resultados.

O laboratório deve comprometer-se a não tornar públicas as análises comparativas, os resultados de outros laboratórios e a manter sigilo sobre os resultados das medições realizadas para esse programa até a emissão do certificado de participação.

Caso haja suspeita de conluio ou falsificação de resultados entre os participantes, a coordenação do Programa da RMMG comunicará essa suspeita a todos os participantes, dando oportunidade aos interessados de se manifestarem. Sendo confirmada a suspeita, a RMMG se coloca no direito de não avaliar o desempenho dos laboratórios envolvidos.

21 RECLAMAÇÕES E APELAÇÕES

Os laboratórios têm o direito de reclamar e apelar à RMMG quando não concordarem com quaisquer aspectos do Programa de Ensaio de Proficiência.

É política da RMMG investigar e solucionar todas as reclamações e apelações recebidas por escrito.

As reclamações e apelações deverão ter o remetente identificado e ser encaminhadas por e-mail à Coordenação do Programa no prazo máximo de 15 dias, a partir da data de envio do Relatório Preliminar.

O provedor irá avaliar a reclamação ou apelação e, caso seja considerada pertinente e constatado erro do provedor, este deve enviar um comunicado por e-mail ao participante. As alterações devidas a reclamação ou apelação será informada na versão Final do relatório onde terá o conteúdo alterado informado no Histórico de Revisão.

Caso a reclamação ou a apelação não seja considerada pertinente, um e-mail será enviado ao solicitante com as devidas justificativas para o não deferimento da contestação.

22 HISTÓRICO DE REVISÃO

Rev.	Data	Dados revisados
00	25/06/2025	- Emissão inicial

Renata Vilela Cecílio Dias
Gerente de Comparações Interlaboratoriais
Coordenação do Programa

Kleber Albuquerque de Vasconcelos
Diretor Executivo