



LUCAS DE PAULA FERREIRA SOUZA

**SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE
APLICADO EM UM LABORATÓRIO DE
ANÁLISE DE ÁGUA: ESTUDO DE CASO**

LAVRAS - MG

2012

LUCAS DE PAULA FERREIRA SOUZA

**SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE APLICADO EM UM
LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE ÁGUA: ESTUDO DE CASO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, área de concentração em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. Cláudio Milton Montenegro Campos

Coorientador

Dr. Marcelo Silva de Oliveira

LAVRAS - MG

2012

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Souza, Lucas de Paula Ferreira.

Sistema de gestão da qualidade aplicado em um laboratório de
análise de água : estudo de caso / Lucas de Paula Ferreira Souza. –
Lavras : UFLA, 2012.

181 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2012.

Orientador: Cláudio Milton Montenegro Campos.

Bibliografia.

1. Ensaio. 2. Acreditação. 3. Laboratório. 4. Calibração. I.
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 628.16

LUCAS DE PAULA FERREIRA SOUZA

**SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE APLICADO EM UM
LABORATÓRIO DE ANÁLISE DE ÁGUA: ESTUDO DE CASO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, área de concentração em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 27 de fevereiro de 2012.

Dr^a. Fátima Resende Luiz Fia

UFLA

Dr. Marconi Souza Silva

UNILAVRAS

Dr. Cláudio Milton Montenegro Campos
Orientador

LAVRAS - MG

2012

Ao meu Senhor Deus sempre presente em minha vida;
A minha esposa Claudinéa e aos meus queridos filhos Leonardo e Lívia;
Aos meus pais, Ruy e Cidinha, que sempre estiveram ao meu lado, apoiando-me
e acreditando firmemente no meu potencial,

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras, ao Programa de Pós Graduação em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas e ao Laboratório de Análise de Água do Departamento de Engenharia (LAADEG), pela oportunidade de realizar este trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, (CAPES), pela oportuna concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Cláudio Milton Montenegro Campos, orientador, pelos conhecimentos transmitidos, dedicação e confiança.

Ao professor e coordenador do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, Jacinto de Assunção Carvalho, e ao antigo coordenador Carlos Rogério de Mello, pela dedicação aos alunos.

A professora Fátima Resende Luiz Fia e ao professor Marconi Souza Silva, pela disponibilidade em fazer parte da banca examinadora da dissertação.

Ao técnico do Laboratório de Análise de Água do Departamento de Engenharia (LAADEG), Wesley Machado, pelo auxílio nos trabalhos desenvolvidos em equipe.

Aos amigos Daniel, Leandro, Sérgio e Waina, pela convivência e amizade.

Aos funcionários do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, Gilson e José Luis, pela convivência e respeito.

A amiga Camila Muller, pelo apoio durante a realização do mestrado.

A todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

Obrigado.

AUTOBIOGRAFIA

LUCAS DE PAULA FERREIRA SOUZA, filho de Ruy Ferreira e Maria Aparecida, nasceu no dia 08 de dezembro de 1974, em Lavras, interior de Minas Gerais.

Trabalhou durante 12 anos na área de controle e gestão da qualidade automotiva nas empresas TRW Sistemas de Direção, Magneti Marelli – Cofap e Ciclope Componentes Automotivos.

Em março de 2001 ingressou na Universidade Federal de Lavras, concluindo o curso de Engenharia Agrícola em julho de 2004. Na iniciação científica desenvolveu trabalhos de controle estatístico da qualidade em análises laboratoriais.

Foi professor substituto na Escola Agrotécnica Federal de São João Evangelista em 2004, ministrando as disciplinas de Saneamento Ambiental, Topografia, Irrigação e Drenagem.

Atualmente é Coordenador do curso Técnico em Segurança do Trabalho e Meio Ambiente na UNITEN – Lavras e professor desde 2005 nas disciplinas de Saneamento Ambiental, Controle e Gestão da Qualidade ISO 9001, Metrologia e Gestão Ambiental ISO 14001.

Em março de 2010, iniciou o curso de mestrado em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, concluindo-o em 27 de fevereiro de 2012.

RESUMO

Os sistemas de gestão da qualidade (SGQ) e ambiental (SGA) veem sendo amplamente implementados nas organizações nos dias atuais, o que vem contribuindo com melhorias significativas nos processos de gestão internos das organizações e também, na visão dos clientes. Objetivou-se com este trabalho a apresentação de um SGQ no Laboratório de Análise de Água do Departamento de Engenharia (LAADEG) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), a partir da aplicação dos principais requisitos da norma NBR ISO/IEC 17025:2005 “Requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração”. Pretende-se também estabelecer um manual de regras práticas na implantação e na manutenção dos requisitos da norma e a apresentação de estudos estatísticos em instrumentos de medição, para orientação de outros laboratórios. A Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM), através de deliberações normativas do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM), considera a necessidade de estabelecer padrões mínimos como procedimentos padronizados e metodologias adequadas de medição que garantam a qualidade dos resultados em precisão e exatidão, para a execução dos serviços de laboratórios de ensaios e calibrações. A apresentação de um modelo de gestão para laboratórios foi possível devido à participação efetiva de todo o pessoal envolvido com o sistema da qualidade na aplicação dos requisitos da referida norma. Tornam-se visíveis questões ligadas às melhorias a partir da implementação do sistema, uma vez que este deverá ser sempre mantido e melhorado continuamente, comprovando-se através de auditorias internas e externas por organismos reconhecidos. A partir dessa dissertação, foi possível obter uma visão mais clara da metodologia de implementação dos requisitos necessários para obtenção do certificado em função da NBR ISO/IEC 17025. São muitas as dificuldades enfrentadas pelos laboratórios de instituições federais que voluntariamente desejam a implementação do sistema de gestão por meio da NBR ISO/IEC 17025, como a falta de mão de obra qualificada, verba disponível e falta de estudo de viabilidade econômica e técnica para implementação e manutenção do sistema.

Palavras-chave: Gestão da qualidade. Acreditação. Laboratório. Ensaio. Calibração.

ABSTRACT

Quality management systems (QMS) and environmental management systems (EMS) has been widely implemented in organizations nowadays, and has contributed to significant improvements in the internal management processes and organization, mainly in view of customers. Accordingly, this work concerning a QMS was carried out in the Water Analysis Laboratory of the Engineering Department (LAADEG) of Universidade Federal de Lavras (UFLA), using the application of requirements related to NBR ISOIEC 17025:2005 "General requirements for the competence of testing and calibration laboratories". State Environment Foundation (FEAM), through regulatory deliberations of the State Council, environmental policy COPAM, which considers the need to establish a minimum standards and standardized procedures, and also, appropriate methodologies for measuring, in such way that will guarantee the quality of results in precision and accuracy. Also considers the performance of the services for testing and calibration laboratories, which provide environmental measurements for several companies, which in turn send the laboratory reports, utilized by FEAM actions. The submission of a management model for laboratories was possible due to the effective participation of all personnel involved with the quality system in implementation of the requirements of this standard. These actions become visible the improvements from issues related to the system implementation, since this should always be maintained and improved continuously, proving through internal and external audits performed by recognized agencies. From that essay, it is possible to obtain a clearer view of the methodology due to implementation and the requirements necessary for obtaining the certificate based on NBR ISOIEC 17025. There are many difficulties faced by the laboratories of federal institutions that voluntarily wish to realize the implementation of the management system NBR ISOIEC 17025, as for example, lack of qualified manpower, disponsible funds available, lack of technical and economic feasibility study for implementation and maintenance of the system.

Keywords: Quality management. Accreditation. Laboratory. Testing. Calibration.

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|-----------|--|-----|
| Figura 1 | Fluxo da identificação dos processos de acreditação, homologação e certificação..... | 22 |
| Figura 2 | Fluxo do processo de acreditação de laboratório | 40 |
| Figura 3 | Fluxo do processo de homologação de laboratórios..... | 51 |
| Figura 4 | Sistema de Gestão de Operações com respectivos modelos de gestão..... | 52 |
| Figura 5 | Pirâmide da documentação do SGQ..... | 55 |
| Figura 6 | Fluxo do processo de gestão de treinamento..... | 73 |
| Figura 7 | Sistema de Controle do Processo no laboratório | 79 |
| Figura 8 | Padrões de não aleatoriedade do processo..... | 80 |
| Figura 9 | Turbidímetro “A” com a solução padrão de $203,0 \pm 7\%$ UNT | 83 |
| Figura 10 | Turbidímetro “B” com as soluções padrões de 0,80; 8,00 e 80,0 UNT..... | 83 |
| Figura 11 | Peagâmetro com as soluções padrões de pH 4,0; 7,0 e 9,2 | 84 |
| Figura 12 | Espectrofotômetro com as amostras manipuladas no pH..... | 85 |
| Figura 13 | Política da qualidade do LAADEG..... | 93 |
| Figura 14 | Manual da qualidade | 95 |
| Figura 15 | Pesquisa de satisfação do cliente..... | 103 |
| Figura 16 | Diagrama Ishikawa de causa e efeito | 104 |
| Figura 17 | Ficha de ação corretiva e/ou preventiva - FACP..... | 106 |
| Figura 18 | Ata de reunião de análise crítica pela direção | 110 |
| Figura 19 | Descrição de cargos e atividades – DCA | 112 |
| Figura 20 | Lista de presença de treinamento | 114 |
| Figura 21 | Histórico individual de treinamento | 115 |
| Figura 22 | Instrução para análise de cloretos..... | 117 |
| Figura 23 | Instrução para análise da demanda bioquímica de oxigênio | 120 |

| | | |
|-----------|---|-----|
| Figura 24 | Instrução para análise da demanda química de oxigênio | 124 |
| Figura 25 | Gráficos de controle das medidas e amplitudes da variável turbidez obtidas da solução padrão de $203,0 \pm 7\%$ UNT no turbidímetro “A” | 135 |
| Figura 26 | Cálculos do estudo estatístico das medidas da variável turbidez obtidas da solução padrão de $203,0 \pm 7\%$ UNT no turbidímetro “A” | 137 |
| Figura 27 | Gráficos de controle das medidas e amplitudes da variável turbidez obtidas da solução padrão de 0,80 UNT no turbidímetro “B” | 139 |
| Figura 28 | Gráficos de controle das medidas e amplitudes da variável turbidez obtidas da amostra com pH 7,0 no turbidímetro “A” | 141 |
| Figura 29 | Gráficos de controle das medidas e amplitudes da variável turbidez obtidas da amostra com pH 13,4 no turbidímetro “A” | 143 |
| Figura 30 | Gráficos de controle das medidas e amplitudes da variável turbidez obtidas da amostra com pH 1,9 no turbidímetro “B” | 144 |
| Figura 31 | Gráficos de controle das medidas e amplitudes da variável turbidez obtidas da amostra com pH 7,0 no turbidímetro “B” | 145 |
| Figura 32 | Gráficos de controle das medidas e amplitudes da variável turbidez obtidas da amostra com pH 13,4 no turbidímetro “B” | 147 |
| Figura 33 | Gráficos de controle das medidas e amplitudes da variável turbidez obtidas da amostra com menor turvação no turbidímetro “A” | 149 |
| Figura 34 | Gráficos de controle das medidas e amplitudes da variável turbidez obtidas da amostra com turvação intermediária no turbidímetro “A” | 150 |

| | |
|--|-----|
| Figura 35 Gráficos de controle das medidas e amplitudes da variável turbidez obtidas da amostra com maior turvação no turbidímetro “A” | 151 |
| Figura 36 Gráficos de controle das medidas e amplitudes da variável turbidez obtidas da amostra com menor turvação no turbidímetro “B” | 153 |
| Figura 37 Gráficos de controle das medidas e amplitudes da variável turbidez obtidas da amostra com turvação intermediária no turbidímetro “B” | 154 |
| Figura 38 Gráficos de controle das medidas e amplitudes da variável turbidez obtidas da amostra com maior turvação no turbidímetro “B” | 155 |
| Figura 39 Gráficos de controle das medidas e amplitudes da variável cor obtidas da amostra com pH 1,9 no espectrofotômetro | 156 |
| Figura 40 Gráficos de controle das medidas e amplitudes da variável cor obtidas da amostra com pH 7,0 no espectrofotômetro | 158 |
| Figura 41 Gráficos de controle das medidas e amplitudes da variável cor obtidas da amostra com pH 13,4 no espectrofotômetro | 160 |
| Figura 42 Gráficos de controle das medidas e amplitudes da variável cor obtidas da amostra com menor turvação no espectrofotômetro | 162 |
| Figura 43 Gráficos de controle das medidas e amplitudes da variável cor obtidas da amostra com turvação intermediária no espectrofotômetro | 163 |
| Figura 44 Gráficos de controle das medidas e amplitudes da variável cor obtidas da amostra com maior turvação no espectrofotômetro | 165 |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|----------|--|-----|
| Tabela 1 | Dificuldades dos laboratórios em implantar NBR ISO/IEC 17025.. | 32 |
| Tabela 2 | Lista mestra de documentos do SGQ | 98 |
| Tabela 3 | Avaliação de fornecedores | 100 |
| Tabela 4 | Controle de verificação e calibração | 129 |
| Tabela 5 | Controle de verificação e calibração | 131 |
| Tabela 6 | Caracterização das amostras de água turva | 148 |

LISTA DE ABREVIATURAS

| | |
|--------------------|---|
| CDOC | Controle de documentos |
| CEP | Controle estatístico do processo |
| CNR | Calibração não requerida |
| CPN | Calibração periódica não requerida |
| C _p | Capacidade potencial |
| C _{pk} | Capacidade de desempenho |
| DBO | Demanda bioquímica de oxigênio |
| DN | Deliberação normativa |
| DQO | Demanda química de oxigênio |
| ET&M | Equipamentos de teste e medição |
| FACP | Ficha de ação corretiva e/ou preventiva |
| ISQ | Instrução do sistema da qualidade |
| LIC | Limite inferior de controle |
| LIE | Limite inferior de especificação |
| LM | Limite médio |
| LSC | Limite superior de controle |
| LSE | Limite superior de especificação |
| mg L ⁻¹ | Miligrama por litro |
| MQ | Manual da qualidade |
| MTRL | U.S. Navy Metrology Requirements List |
| NBR | Norma Brasileira Registrada |
| UNT | Unidade nefelométrica de turbidez |
| pH | Potencial hidrogeniônico |
| PSQ | Procedimento do sistema da qualidade |
| PQ | Política da qualidade |
| PtCo | Platina cobalto |

| | |
|-----|---|
| R | Resolução do instrumento de medição |
| RD | Representante da direção |
| RSQ | Registro do sistema da qualidade |
| SGA | Sistema de Gestão Ambiental |
| SI | Sistema Internacional de Medidas. |
| SGQ | Sistema de Gestão da Qualidade |
| VIM | Vocabulário Internacional de Metrologia |

LISTA DE SIGLAS

| | |
|---------|---|
| ABNT | Associação Brasileira de Normas Técnicas |
| BVQI | Bureau Veritas Quality International |
| CGCRE | Coordenação Geral de Acreditação |
| COPAM | Conselho Estadual de Política Ambiental |
| DICLA | Divisão de Acreditação de Laboratórios |
| FEAM | Fundação Estadual de Meio Ambiente |
| GA | Gestor de Acreditação |
| IEC | International Electrotechnical Commission |
| INMETRO | Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial |
| ISO | International Organization for Standardization |
| LAADeg | Laboratório de Análise de Água do Departamento de Engenharia |
| OAC | Organismo de Avaliação da Conformidade |
| ONA | Organismo Nacional de Acreditação |
| RBC | Rede Brasileira de Calibração |
| RMMG | Rede Metrológica de Minas Gerais |
| SECME | Setor de Confiabilidade Metrológica |
| UNIFEI | Universidade Federal de Itajubá |
| UFLA | Universidade Federal de Lavras |

SUMÁRIO

| | | |
|---------------|---|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 18 |
| 2 | REFERENCIAL TEÓRICO | 20 |
| 2.1 | Legislação ambiental | 20 |
| 2.2 | Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) | 25 |
| 2.3 | Vantagens e dificuldades na acreditação de laboratórios | 28 |
| 2.4 | Metrologia | 33 |
| 2.5 | Processo de acreditação de laboratórios | 38 |
| 2.5.1 | Acreditação inicial | 41 |
| 2.5.2 | Solicitação da acreditação | 43 |
| 2.5.3 | Organização da equipe de avaliação | 43 |
| 2.5.4 | Pré-avaliação e auditoria | 43 |
| 2.5.5 | Análise da documentação | 45 |
| 2.5.6 | Formalização da acreditação | 45 |
| 2.5.7 | Extensão da acreditação | 46 |
| 2.5.8 | Mudanças na acreditação | 47 |
| 2.5.9 | Avaliações excepcionais | 48 |
| 2.5.10 | Suspensão, redução e cancelamento da acreditação | 48 |
| 2.5.11 | Acreditação – desempenho e reconhecimento | 48 |
| 2.6 | Processo de homologação de laboratórios | 49 |
| 3 | MATERIAL E MÉTODOS | 52 |
| 3.1 | Introdução às atividades desenvolvidas | 52 |
| 3.2 | Requisitos da direção | 53 |
| 3.2.1 | Organização (Requisito 4.1) | 54 |
| 3.2.2 | Sistema da Qualidade (Requisito 4.2) | 54 |
| 3.2.3 | Controle de documentos (Requisito 4.3) | 58 |
| 3.2.4 | Análise crítica de pedidos, propostas e contratos (Requisito 4.4) | 59 |
| 3.2.5 | Subcontratação de ensaios e calibração (Requisito 4.5) | 60 |
| 3.2.6 | Aquisição de serviços e suprimentos (Requisito 4.6) | 60 |
| 3.2.7 | Atendimento ao cliente (Requisito 4.7) | 62 |
| 3.2.8 | Reclamações (Requisito 4.8) | 63 |
| 3.2.9 | Controle de trabalhos de ensaio e/ou calibração não conforme (Requisito 4.9) | 63 |
| 3.2.10 | Melhoria (Requisito 4.10) | 64 |
| 3.2.11 | Ação corretiva (Requisito 4.11) | 64 |
| 3.2.12 | Ação preventiva (Requisito 4.12) | 65 |
| 3.2.13 | Controle de registros (Requisito 4.13) | 66 |
| 3.2.14 | Auditoria interna (Requisito 4.14) | 67 |
| 3.2.15 | Análise crítica pela direção (Requisito 4.15) | 69 |
| 3.3 | Requisitos técnicos | 70 |

| | | |
|----------|---|-----|
| 3.3.1 | Generalidades (Requisito 5.1) | 70 |
| 3.3.2 | Pessoal “Mão de obra” (Requisito 5.2) | 71 |
| 3.3.3 | Acomodações e condições ambientais (Requisito 5.3) | 73 |
| 3.3.4 | Métodos de ensaio e calibração e validação de métodos (Requisito 5.4) | 74 |
| 3.3.5 | Equipamentos (Requisito 5.5) | 76 |
| 3.3.6 | Rastreabilidade de medição (Requisito 5.6) | 77 |
| 3.3.6.1 | Preparação das amostras de água para realização de estudos estatísticos | 82 |
| 3.3.7 | Amostragem (Requisito 5.7) | 87 |
| 3.3.8 | Manuseio de itens de ensaio e calibração (Requisito 5.8) | 87 |
| 3.3.9 | Garantia da qualidade de resultados de ensaio e calibração (Requisito 5.9) | 88 |
| 3.3.10 | Apresentação dos resultados (Requisito 5.10) | 89 |
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 91 |
| 4.1 | Requisitos da Direção e Técnicos | 91 |
| 4.1.1 | Sistema da Qualidade | 91 |
| 4.1.2 | Controle de documentos | 97 |
| 4.1.3 | Aquisição de serviços e suprimentos | 99 |
| 4.1.4 | Atendimento ao cliente | 101 |
| 4.1.5 | Reclamações | 104 |
| 4.1.6 | Auditoria interna | 107 |
| 4.1.7 | Análise crítica pela direção | 108 |
| 4.1.8 | Pessoal “Mão de obra” | 111 |
| 4.1.9 | Acomodações e condições ambientais | 116 |
| 4.1.10 | Métodos de ensaio e calibração e validação de métodos | 116 |
| 4.1.11 | Rastreabilidade de medição | 127 |
| 4.1.11.1 | Elaborações e análises dos estudos estatísticos | 133 |
| 5 | CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES | 167 |
| | REFERÊNCIAS | 168 |
| | ANEXOS | 175 |

1 INTRODUÇÃO

A implantação de um Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ), representa a obtenção de uma poderosa ferramenta capaz de criar condições mais favoráveis para os diversos processos dentro de um laboratório. Além destes ganhos, evidencia-se também a preocupação com a melhoria contínua dos processos e serviços fornecidos.

Um certificado do SGQ garante uma série de benefícios à organização. Além do ganho de visibilidade frente ao mercado, surge também a possibilidade de prestação de serviços para mercados exigentes ou fornecimento para clientes que queiram comprovar a capacidade que a organização tem de garantir a manutenção das características de seus produtos e serviços.

A Deliberação normativa (DN) do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) nº 89, de 15 de setembro de 2005, estabelece que seja implementado um SGQ em laboratórios de medições ambientais (CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL - COPAM, 2005). Isto deve atender aos requisitos da Norma Brasileira Registrada (NBR) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a norma NBR ISO/IEC 17025: 2005 “Requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração”, na qual atualmente se encontra na versão do ano de 2005. A ISO é a Organização Internacional para Normalização e a IEC é a Comissão Eletrotécnica Internacional (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, 2005).

Os SGQ's baseados nas normas NBR ISO/IEC 17025 e NBR ISO 9001 “Sistema de Gestão da Qualidade – Requisitos” são muito parecidos em sua gestão. A perceptível diferença é o foco que é dado em cada sistema, sendo “O cliente” para o sistema ISO 9001 e “Gestão e melhoria contínua em competência

técnica” para o sistema ISO/IEC 17025, atingindo assim, resultados confiáveis para seus clientes (ABNT, 2005, 2008).

Para produzir resultados válidos, um laboratório deve ter pessoal competente para desenvolver as atividades exigidas pelos clientes. O diferencial pode estar no fato de se buscar superar as expectativas dos clientes, obtendo resultados com menores incertezas de medição que o de outros laboratórios e, se possível, com um menor tempo de execução dos serviços.

Com a NBR ISO/IEC 17025, o laboratório deve padronizar seus serviços para que funcionem de acordo com especificações e garantam a qualidade no resultado final. Desta forma, os laboratórios terão capacidade de concorrer uns com os outros e aquele que apresentar diferenciais terá vantagens sobre os demais, podendo assim conquistar um mercado cada vez maior e exigente (ABNT, 2005).

O objetivo principal do autor com as pesquisas registradas nesta dissertação foi a apresentação de um SGQ no Laboratório de Análise de Água do Departamento de Engenharia (LAADEG) da Universidade Federal de Lavras, a partir do desenvolvimento dos principais requisitos da norma NBR ISO/IEC 17025 (ABNT, 2005). Tem-se também como objetivo o estabelecimento de um manual de regras práticas na implantação e na manutenção dos requisitos da norma, para orientação de outros laboratórios.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Legislação ambiental

A Deliberação normativa COPAM nº 89, de 15 de setembro de 2005, com ênfase no estabelecimento de normas para laboratórios que executam medições para procedimentos exigidos pelos órgãos ambientais do Estado de Minas Gerais, principalmente a Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM), considera a necessidade de:

- a) conhecer a qualidade dos serviços prestados pelos laboratórios de medição ambiental no âmbito do Estado de Minas Gerais, tendo como referência as normas aplicáveis nos respectivos segmentos;
- b) estabelecer requisitos mínimos para a prestação de serviços de medição ambiental;
- c) revelar o interesse técnico pela padronização de procedimentos e adoção de metodologias adequadas de medição ambiental, incluindo amostragens, ensaios e calibração, que garantam a confiabilidade, a exatidão e a precisão dos resultados;
- d) considerar a importância e o interesse social da qualidade das medições ambientais que embasam decisões pertinentes às questões ambientais, inclusive aquelas relacionadas à gestão ambiental pelo Poder Público (COPAM, 2005).

Através das necessidades descritas acima, foi deliberado no Art. 5º, que a partir de três anos contados da data de publicação desta deliberação, somente serão aceitos relatórios/laudos de ensaios correlatos à área de meio ambiente, de laboratórios que estejam em uma das seguintes situações:

- a) acreditado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO);
- b) acreditado por organismo que mantém reconhecimento mútuo com o INMETRO;
- c) homologado por Rede Metrológica de âmbito estadual, integrante do Fórum de Redes Estaduais e que disponha de um sistema de reconhecimento da competência de laboratórios com base nos requisitos da norma NBR ISO/IEC 17025.

É importante ressaltar as três modalidades “acreditação, homologação e certificação” na obtenção de um sistema de gestão da qualidade, em que todas se enquadram na constatação do atendimento de requisitos predeterminados em norma.

A acreditação se refere ao termo “reconhecimento, confiança”, para desenvolver atividades específicas, sendo geralmente obtida por meio de instituto nacional de competência no reconhecimento de certificados.

A homologação se refere ao termo “confirmação” que é a modalidade de competência de um organismo acreditado, como se fosse terceirizado pelo INMETRO, pelo organismo de acreditação.

Apenas para acrescentar, a certificação se refere aos termos “comprovação, verificação” que é a modalidade disponível para organismos acreditados, geralmente imparciais, que estejam sob as regras de acreditação nacional, ou seja, organismos que comprovem que um fornecedor possui condições de atender aos requisitos de uma determinada norma para seus clientes.

A Figura 1 a seguir foi elaborada para ilustrar as três modalidades “acreditação, homologação e certificação”.

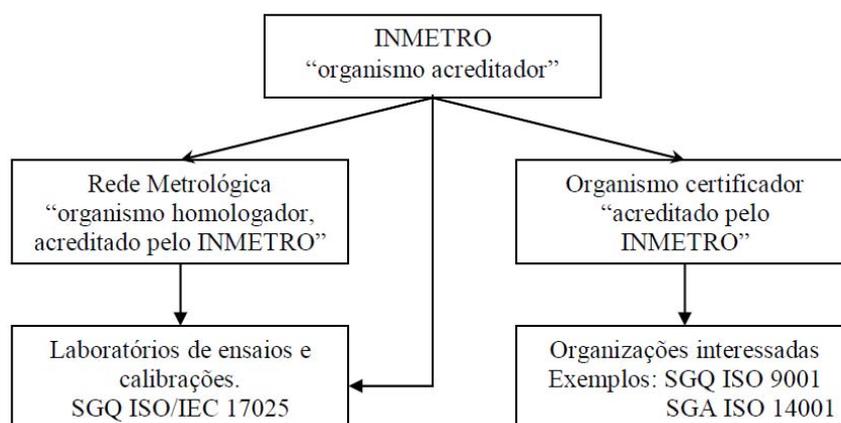


Figura 1 Fluxo da identificação dos processos de acreditação, homologação e certificação

A Rede Metrológica de Minas Gerais (RMMG) é o organismo responsável pela homologação de laboratórios em relação à NBR ISO/IEC 17025, sendo uma opção em relação à acreditação pelo INMETRO.

É principalmente através da alínea “c” Art.5º DN 89/2005, que se justifica o modelo de gestão da qualidade, adotado neste trabalho (CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL - COPAM, 2005).

De acordo com o documento GP01-BR “Procedimento para certificação de sistemas de gerenciamento da qualidade” (2008) do organismo de certificação em sistemas de gestão, o Bureau Veritas Quality International - BVQI (2008), a Acreditação é o meio pelo qual uma Organização pode ter confiança em um Organismo Certificador, e é efetivo quando outorgado por uma Autoridade Nacional de Controle. Essas autoridades podem não ser Organismos Nacionais de Acreditação. A Certificação é o meio pelo qual o cliente pode ter confiança em um fornecedor (Organização) e é mais efetiva quando executada por um conceituado Organismo de Certificação sob as regras de Acreditação Nacional.

A evidência de que a Certificação foi assim obtida, deverá estar clara nos Certificados de Aprovação e pelo uso de marcas de Acreditação (BVQI, 2008)

Para Bittar (2000), no contexto referente à gestão versus qualidade versus laboratório, é importante discernir algumas definições comuns ao meio, tais como certificação, que é o processo pelo qual uma agência governamental ou uma associação profissional reconhece oficialmente uma entidade ou indivíduo como tendo encontrado certas qualificações predeterminadas. O segundo, a "acreditação" é o procedimento de avaliação dos recursos institucionais; voluntário, periódico e reservado, que tende a garantir a qualidade da assistência por meio de padrões previamente aceitos. Os padrões podem ser mínimos (definem o piso ou base) ou mais elaborados e exigentes, definindo diferentes níveis de satisfação. E por fim o terceiro, a "qualidade" é o grau relativo aos serviços prestados ao cliente que aumentam a probabilidade de resultados favoráveis, e em consequência, reduzem os desfavoráveis, dado o presente estado da arte.

O § 1º da DN 89/2005, esclarece que o prazo previsto no *caput* fica acrescido de um ano, totalizando quatro anos, para os laboratórios pertencentes às universidades, centros de pesquisas, institutos de ensino superior, escolas técnicas, instituições governamentais ou organizações sem fins lucrativos, cujo vencimento seria em setembro de 2009 (COPAM, 2005).

A Deliberação normativa DN 120 de 08 de agosto de 2008, do Conselho Estadual de Política Ambiental - COPAM (2008), altera o prazo previsto na DN 89 para mais um ano, desde que os laboratórios comprovem, até 31/12/2008, a participação mínima de 30% do pessoal envolvido com o SGQ, nos seguintes cursos:

- a) leitura e interpretação da norma ISO 17025 – 24 horas;
- b) incerteza de medição – 24 horas;
- c) auditoria interna do SGQ – 24 horas.

Para o § 1º da DN 89/2005 citado anteriormente, dispõe-se de maior prazo por meio da DN 140 de 28 de outubro de 2009, conforme descrito a seguir:

Art.1º O prazo previsto no artigo 1º da DN 120/2008, fica acrescido de 1 ano (COPAM, 2008).

É importante ressaltar que a DN 120/2008 já havia alterado o prazo para 1 ano, referente ao prazo da DN 89/2005 (COPAM, 2005, 2008) .

O novo prazo previsto, conforme DN 140/2009, para os laboratórios pertencentes à universidade, centro de pesquisa, instituto de ensino superior, escola técnica, instituição governamental ou organização sem fins lucrativos, é até outubro de 2011(COPAM, 2009).

A DN 165 de 11 de abril de 2011 alterou o prazo para 07/01/2012, desde que os laboratórios apresentem à FEAM até 07/06/2011, documento da RMMG que comprove o início dos procedimentos para homologação (COPAM, 2011).

Atualmente foi publicada a DN 167 de 29 de junho de 2011, que a partir da data publicada no Diário Executivo de Minas Gerais em 20/08/2011, determina:

Art. 2º - São considerados válidos para fins de medições ambientais os relatórios de ensaios e certificados de calibração emitidos por laboratórios que comprovem atendimento a, pelo menos, ser acreditado ou homologado.

Art. 3º - Até 07/01/12 serão considerados válidos, para fins de medições ambientais, os relatórios de ensaios e certificados de calibração emitidos por laboratórios que comprovem ter iniciado os procedimentos de acreditação ou homologação com vistas a atender o disposto no art. 2º.

§1º - A comprovação do requisito a que se refere o *caput* deste artigo deverá ser feita pelo laboratório interessado mediante envio à Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM) de cópia do documento comprobatório pertinente,

emitido pelo organismo acreditador ou homologador, constando a data de início dos procedimentos de acreditação ou homologação e o escopo pretendido.

2.2 Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ)

A norma NBR ISO/IEC 17025 foi publicada no ano de 2001 em substituição ao ISO/IEC Guia 25 de 1993 e revisada para a versão 2005. Essa norma descreve os requisitos para evidenciar a competência técnica dos laboratórios na realização de calibrações e de ensaios. A norma é dividida em duas partes, requisitos da direção e requisitos técnicos (ABNT, 2005).

De acordo com Magalhães e Noronha (2006), O SGQ do laboratório, deve ser:

- a) apropriado: deve estar conivente com a realidade da organização, respeitando sua tradição, seu tamanho e suas necessidades;
- b) documentado: esta documentação deve estar à disposição de todos aqueles envolvidos no trabalho do laboratório para à consulta sempre que necessário. Os funcionários devem ter a capacidade de entendê-la, avaliá-la e implementá-la quando necessário; o gerenciamento dos documentos faz parte do sistema de qualidade, assegurando a conformidade na emissão, revisão, aprovação, distribuição, arquivamento, substituição na obsolescência e os respectivos controles (MAGALHÃES; NORONHA, 2006; OLIVARES, 2008).
- c) mantido de forma a desenvolver e cumprir os termos do Manual da qualidade (MQ), documento este considerado como um dos pilares da qualidade de um laboratório (MAGALHÃES; NORONHA, 2006).

Ferreira, Gomide e Quilici (2003) relataram que o Manual da qualidade (MQ) pode ser definido como o documento que descreve o SGQ do Laboratório. Através do MQ deve ser implantado o sistema de qualidade do Laboratório. O Manual da qualidade do laboratório deve:

- descrever de forma eficaz o SGQ efetivamente implantado;
- comunicar as políticas, os procedimentos e os requisitos da qualidade da organização;
- ser a base documentada para posterior uso em auditorias do SGQ ou treinamento do pessoal;
- garantir a integridade do SGQ, caso ocorram possíveis mudanças no mesmo;
- contribuir para melhorar ou aperfeiçoar o controle e as práticas laboratoriais.

Batista (2003) distribuiu os requisitos mínimos para acreditação de laboratórios segundo a norma NBR ISO/IEC 17025 em três etapas, descrevendo como cada uma se relaciona com os requisitos e os principais aspectos abordados por cada um deles.

ETAPA 1 – “Nove requisitos de organização básica - planejamento das ações”

- a) organização
- b) sistema da qualidade
- c) controle de documentos
- d) aquisição de serviços e suprimentos
- e) controle de não-conformidades
- f) ações preventivas
- g) ações corretivas

- h) controle de registros
- i) acomodações e condições ambientais

ETAPA 2 - “Seis requisitos técnicos - execução das ações conforme planejado”

- a) pessoal
- b) método de ensaio e validação de métodos
- c) equipamentos
- d) rastreabilidade de serviços
- e) manutenção de itens de calibração e ensaio
- f) apresentação de resultados

ETAPA 3 - “Seis requisitos de gestão - comprovação das ações”

- a) análise crítica dos pedidos, contratos e propostas
- b) atendimento aos clientes
- c) reclamações
- d) garantia da qualidade de resultados de ensaio
- e) auditoria interna
- f) análise crítica pela gerência

Para Oliveira e Muniz (2000), inspecionar a qualidade é o trabalho de verificar in loco se o produto atende aos padrões de qualidade exigidos. Este julgamento finalmente será sempre utilizado. Porém os laboratórios podem antecipá-lo para seus serviços enquanto esses ainda não forem vendidos. Pode também compreender nos insumos recebidos de fornecedores.

Devemos entender que além da acirrada competitividade e permanência no mercado, os laboratórios de hoje, buscam se adequar também às normas ambientais. A norma mais utilizada e buscada pelas médias e grandes empresas

é a norma ISO 14.001, desenvolvida pela Organização Internacional para Normalização. No Brasil esta norma foi traduzida e registrada como NBR ISO 14001:2004 pela Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. A NBR ISO 14001:2004 exige da empresa um Sistema de Gestão Ambiental implantado, onde este Sistema garante a empresa um certificado (ABNT, 2004b).

Conforme Oliveira (2003) essa norma possibilita muitos benefícios, tais como:

- a) redução de custos através de economia de recursos e disposição de resíduos;
- b) possibilidade de conseguir mercados restritos como os da Europa;
- c) criam um apelo de marketing e melhoram a sua competitividade no mercado;
- d) não ficam suscetíveis a processos de responsabilidade civil pelos órgãos ambientais;
- e) conseguem facilidades com órgãos governamentais (ex. financiamentos);
- f) conseguem atender regulamentações cada vez mais rígidas (possuem melhoria contínua).

2.3 Vantagens e dificuldades na acreditação de laboratórios

Implantar um SGQ num laboratório exige esforço de todo o pessoal envolvido, uma vez que alguns procedimentos a serem desenvolvidos podem demandar um tempo considerável. As mudanças necessárias exigem muito mais que a simples adequação de equipamentos ou a aquisição de novos bens, é de extrema importância que haja mudança de comportamento de todo o quadro de funcionários, estes devem ter consciência de que a qualidade final do processo

de medição será alcançada em todas as etapas, se possuírem responsabilidades e objetivos bem definidos que, conseqüentemente, levarão à qualidade (OLIVARES, 2008).

O SGQ em uma empresa, assim como em um laboratório, deve promover a sensibilização para a mudança de comportamento quanto à educação voltada às atitudes ambientais corretas, proporcionando a melhoria contínua do bem estar dos funcionários que residem no ambiente (BAHIA FILHO, 2003).

De acordo com Cassano (2003), as vantagens de se obter a acreditação para um laboratório, são para todos os envolvidos, desde o laboratório até os consumidores finais do sistema de medição.

Para as organizações:

- a) disponibiliza valioso recurso por meio de um grupo de avaliadores de conformidade, independentes e tecnicamente competentes;
- b) fornece um processo de avaliação único, transparente e reproduzível com o qual se evita a utilização de recursos próprios, elimina-se o custo da avaliação e se reforça a coerência e a confiança do público nos serviços prestados;
- c) fomenta os esquemas confiáveis de auto-regulação do próprio mercado, incrementando a competência e a inovação.

Para os usuários:

- a) possibilita a tomada de decisões acertadas, diminuindo o risco com base em avaliações incorretas, ou o que é pior, ter seu produto rejeitado pelo comprador que não aceita avaliações não-credenciadas;
- b) garante a aceitação internacional dos produtos sem a necessidade de repetições das avaliações realizadas;

Para os avaliadores ou auditores:

- a) em alguns setores, a acreditação é requisito imprescindível para execução das atividades;
- b) para determinadas atividades, é um requisito de fato para poder vender os serviços de avaliação, como calibração, certificação, ISO 9001;
- c) é um marco diferencial no mercado, sendo garantia de integridade e competência, aumentando assim as oportunidades comerciais dos avaliadores;
- d) proporciona ao avaliador possibilidade de prestar um serviço reconhecido internacionalmente;
- e) oferece garantias de sua competência e é um meio de conscientização sobre a necessidade de melhoria contínua.

Para os Consumidores Finais:

- a) inspira confiança no provedor ao garantir que o produto tem sido avaliado por um organismo independente e competente.
- b) aumenta a liberdade de escolha e fomenta um mercado livre, porém confiável.

Dentre as vantagens que um laboratório pode ter quanto ao sistema de acreditação, deve-se ressaltar o aumento da confiança dos clientes, em prol da certeza das diretrizes a serem seguidas pelo estabelecimento. Também há favorecimento de novos mercados, com bom reconhecimento e aceitação internacional de suas atividades (SILVA, 2011; ZAGO, 2009). Quanto à acreditação de laboratórios de ensaio e calibração é relevante ressaltar os laboratórios de controle ambiental no alcance de muitas vantagens, principalmente a confiança dos clientes.

A importância da acreditação varia conforme o mercado em que cada laboratório exerce a sua atividade. Nos mercados mais exigentes a acreditação pode ser condição mínima para se iniciar a negociação, nos mercados onde o grau de exigência não é tão restrito, a acreditação permitirá sempre uma vantagem competitiva pela preferência que potenciais clientes lhe atribuirão. O fato de um laboratório estar acreditado transmite ao mercado confiança acrescida, pois significa que está organizado segundo princípios e práticas de gestão e de técnica mais adequados (VLACHOS; SOTIROPOULOU, 2002; ZAGO, 2009).

No quesito referente aos laboratórios, é importante enfatizar o uso racional dos recursos disponíveis destinando adequadamente os materiais recicláveis, e dessa forma, possibilitando melhoria na gestão de recursos. Além dessas atitudes, favorecerem o quesito financeiro que fomenta o laboratório em questão, há também os benefícios sócio-ambientais, tais como minimização dos impactos ambientais, redução de consumo, desperdício e geração de resíduos, e ainda, formação de cidadãos ambientalmente responsáveis (MINAS GERAIS, 2008).

O treinamento é um importante fator a ser considerado pelo laboratório, assim deve ser feito com que os colaboradores façam cursos de forma periódica, sendo atualizados com as constantes inovações do setor metrológico. É importante que as funções de cada um estejam definidas de maneira clara e concisa, constando responsabilidades e atribuições corretamente distribuídas.

De acordo com Magalhães e Noronha (2006), modernidade e qualidade não estão necessariamente associadas, um sistema de gestão modernizado será de utilidade desde que corretamente utilizado pelo pessoal envolvido no processo de medição, caso contrário pode ser mais uma barreira burocrática dentro do sistema.

Marques (2006) consultou alguns laboratórios acreditados pelo INMETRO a respeito das principais dificuldades enfrentadas em relação ao organismo credenciador durante o processo de acreditação, os principais problemas descritos pelos laboratórios são:

- a) agenda para visita de avaliadores;
- b) interpretações pessoais de cada auditor em relação à norma;
- c) alto custo de implantação;
- d) tempo de acreditação (demorado o envio de resposta).

Carvalho e Neves (2003) levantaram as principais dificuldades e problemas enfrentados pelos laboratórios nas principais etapas ao pedido de acreditação de seu SGQ, conforme a NBR ISO/IEC 17025 e listadas na Tabela 1, a seguir.

Tabela 1 Dificuldades dos laboratórios em implantar NBR ISO/IEC 17025

| Solicitação de credenciamento | Análise da documentação | Auditoria de mediação | Visita inicial |
|---|--|---|---|
| Falta de certificados de calibração dos padrões e suas rastreabilidades | Manual da qualidade em desacordo com a NBR ISO/IEC 17025:2005 | Falta de certificados de calibração dos padrões e suas rastreabilidades | Não dominam a metodologia do cálculo de incerteza de medição |
| Falta de planilhas de cálculos que comprovam a capacidade de medição | Planilhas de cálculo de incertezas inadequadas e fora do padrão | Falta de planilhas de cálculos que comprovam a capacidade de medição | Não dominam as variáveis inerentes ao processo de calibração |
| Falta de procedimentos para calibrações e cálculo de incertezas | Procedimentos para calibrações e cálculo de incertezas inadequados | Falta de procedimentos para calibrações e cálculo de incertezas | Não dominam os experimentos que servem de base para os cálculos de incertezas |

Fonte: Carvalho e Neves (2003).

Concluiu que as principais causas de dificuldades e problemas enfrentadas pelos laboratórios são:

- a) falta de comprometimento da administração do laboratório;
- b) sistema de gestão da qualidade não qualificado;
- c) falta de um eficaz processo de melhorias;
- d) análise crítica do sistema da qualidade não eficaz;
- e) auditoria interna não eficaz;
- f) sistema burocrático com falhas em sua gestão.

O processo envolve uma série de dificuldades que representam um atrito à procura da acreditação. Estas dificuldades vão desde o esforço financeiro que é necessário fazer e do volume de documentos que é necessário gerir, até uma rotina de trabalho mais exigente, quer do ponto vista organizacional, quer do ponto de vista técnico (ALMEIDA; PIRES, 2006; COVA, 2001).

2.4 Metrologia

Metrologia é definida como a ciência que se ocupa do estudo, definição, e padronização de todos os meios de medição, ou ainda, é o campo de conhecimentos relativos aos aspectos teóricos e práticos das medições, qualquer que seja seu nível de exatidão e em quaisquer campos da ciência ou da tecnologia (PRAZERES, 1996). Ela pode ser considerada um ramo da Estatística em uma grande parte de seu corpo conceitual e metodológico, tais como quando conceitos e métodos envolvendo exatidão (acurácia), precisão, resolução, entre outros, são invocados (WAENY, 1980).

A Metrologia é, segundo o Vocabulário Internacional de Termos Fundamentais e Gerais de Metrologia (VIM), a ciência da medição e supre todos os processos, sejam eles administrativos ou técnicos, do conhecimento

necessário para tomada de decisão. A importância de uma medição de boa qualidade, quer dizer, com incertezas que satisfaçam às expectativas dos clientes, pode ser observada quando temos pela frente objetivos e metas a serem alcançados. A metrologia veio dar relevância às coletas de dados e análises de processos, suprimindo os gestores destes processos de maior credibilidade (ARANTES, 2007).

A metrologia há muito deixou de ser uma atividade industrial apenas para estabelecer o controle da qualidade sob especificações acordadas entre clientes e fornecedores. Hoje ela pode ser considerada uma das principais ferramentas de produtividade de uma organização. Através dela podem-se melhorar processos, prever perdas e ganhos futuros, em fim, gerenciar com maior segurança (ARANTES, 2007).

O documento MTRL “U.S. Navy Metrology Requirements List” (1994) sugeriu algumas justificativas úteis para caracterizar instrumentos que não necessitam de calibrações periódicas:

- a) o instrumento não faz medições ou fornece saídas conhecidas;
- b) o instrumento é usado como um dispositivo de transferência, cuja medição ou valor de saída não é explicitamente usada;
- c) o instrumento é um componente de um sistema ou função calibrada como tal;
- d) o instrumento é seguro à falha, tal que a operação fora dos limites especificados de desempenho será evidente ao usuário;
- e) o instrumento faz medições ou fornece saídas conhecidas, as quais são monitoradas durante o uso por dispositivo medidor ou escala devidamente calibrada;
- f) o instrumento faz medições que são requeridas mais para suprir uma mera indicação de condição operacional do que um valor numérico;

- g) o instrumento é descartado após um curto ciclo de vida, dentro do qual a confiabilidade de suas medições permanecerá em um nível aceitável;
- h) padrões fundamentais.

Estes instrumentos, normalmente classificados como Calibração periódica não requerida (CPNR), são isentos de calibração periódica, mas podem, eventualmente, requerer calibração ou ajustes iniciais quando de sua colocação em uso. É bom destacar que a designação CPNR não deve ser confundida com a designação Calibração não requerida (CNR), no qual o dispositivo é isento de qualquer tipo de controle metrológico.

A norma americana U.S. Department of Defense MIL-STD-45662 A, publicada em agosto de 1988, estabelece que:

equipamentos de teste e medição (ET&M) e padrões de medição devem ser calibrados a intervalos periódicos, estabelecidos e mantidos para garantir exatidão e confiabilidade aceitáveis, onde confiabilidade é definida como a probabilidade que o ET&M e o padrão de medição manter-se-ão dentro da tolerância através do intervalo estabelecido. Intervalos deverão ser reduzidos ou poderão ser ampliados, quando os resultados de calibração prévia indicam que tais ações são adequadas para assegurar o nível de confiabilidade aceitável (MIL-STD-45662, 1988).

Tradicionalmente, a periodicidade de calibração tem sido estabelecida por métodos informais ou práticos de estimação, normalmente fixa. O estabelecimento de intervalos a partir da teoria da confiabilidade aponta uma série de modelos de inferência estatística, envolvendo distribuições normais, de Poisson, teste Qui-quadrado, análise de Weibull e estatística Bayesiana.

Saraiva e Coutinho (2006) definiram confiabilidade como a probabilidade que um dado produto, sistema ou ação irá obter desempenho

satisfatório, sob condições ambientais especificadas e por um período de tempo prescrito, ou para o número de ciclos de operação requerido para a sua missão ou tarefa. Confiabilidade envolve três conceitos distintos:

- a) enquadramento em um nível específico de desempenho;
- b) probabilidade de obtenção daquele nível;
- c) manutenção daquele nível por um determinado tempo.

Para análise de intervalos de calibração, o termo confiabilidade refere-se à probabilidade que um item de ET&M ou parâmetro esteja dentro da tolerância. Genericamente falando, um intervalo ótimo de calibração é aquele que maximiza a periodicidade, minimizando os custos de calibração e de perdas por interrupção, sem afetar a confiabilidade do produto, sistema, processo ou ação associada à unidade a ser calibrada.

Sob o ponto de vista prático, a calibração periódica não previne a ocorrência de uso de equipamentos fora de tolerância. Embora seja virtualmente impossível prever o período de tempo no qual haverá a transição de um item da condição "dentro das especificações" para "fora das especificações", tem se buscado na prática, encontrar um intervalo de tempo entre calibrações que mantenha a percentagem de itens em uso, em um nível aceitável de confiança que assegure sua opção dentro das especificações ou tolerâncias.

Nos últimos anos, diversos métodos têm sido propostos para controlar percentuais de equipamentos "dentro das especificações", empregando sofisticadas técnicas estatísticas para associar estes resultados à periodicidade de calibração.

Para Saraiva e Coutinho (2006), foram publicados diversos algoritmos de decisão para ajustar intervalos de calibração em função das condições (dentro ou não da tolerância) observadas durante a calibração. De uma maneira geral, estes métodos consistem de instruções, fórmulas e tabelas para aumentar, manter

ou reduzir a periodicidade da calibração. Embora sejam relativamente simples de aplicar e de baixo custo de implementação, os métodos algorítmicos apresentam algumas limitações que devem ser consideradas, sendo a principal delas a necessidade de considerável tempo acumulado de históricos de calibração para serem mais efetivos e confiáveis.

Saraiva (2005), sintetizou alguns métodos aplicáveis na determinação prática da periodicidade de calibração, existindo diversos softwares comercialmente disponíveis para esta finalidade.

De acordo com a norma ABNT NBR ISO IEC 17025, quando forem utilizados serviços externos de calibração, a rastreabilidade da medição deve ser assegurada pela utilização de serviços de calibração de laboratórios que possam demonstrar competência, capacidade de medição e rastreabilidade (ABNT, 2005). Como a acreditação é o reconhecimento formal da competência de um laboratório de calibração ou ensaio, para efeito de laboratórios acreditados pelo INMETRO é obrigatório a utilização dos serviços da Rede Brasileira de Calibração (RBC). Outro aspecto importante é verificar se a melhor capacidade de medição do laboratório a ser contratado, é compatível com as características metrológicas do equipamento de medição, objeto de controle metrológico. É bom destacar que a comprovação metrológica compreende a calibração e a verificação do equipamento de medição, entendendo-se como verificação a comparação dos resultados da calibração com as características metrológicas especificadas para os equipamentos, as quais devem ser adequadas para seu uso pretendido. Como orientação, referente à norma ABNT NBR ISO IEC 10012:2004, cita-se como exemplos de características metrológicas para equipamentos de medição a tendência, repetitividade, estabilidade, histerese, variações, efeitos de grandezas de influência, resolução, discriminação e erro. Convém que sejam evitadas sentenças qualitativas das características

metrológicas em termos de "exatidão requerida do equipamento de medição" ou "erro máximo admissível".

Embora os laboratórios acreditados (ou credenciados) no âmbito da norma ABNT NBR ISO IEC 17025 tenham seus procedimentos técnicos avaliados, a sua melhor capacidade de medição será definida principalmente pelos padrões de referência por ele utilizados, assim sendo, eles podem não ser suficientemente abrangentes para que seja assegurado que as incertezas de medição e/ou os erros do equipamento de medição estejam dentro dos limites especificados nos requisitos metrológicos (ABNT, 2005).

Enfim, o estabelecimento de uma adequada política de calibração não é uma atividade trivial e requer profunda análise dos mensurandos que afetam a qualidade de um dado processo. Certificados de calibração, quando decorrentes de um processo metrológico consistente e sob reconhecimento formal de aderência aos requisitos da norma ABNT NBR ISO IEC 17025, não são documentos puramente cartoriais, possuindo inúmeras informações que devem ser adequadamente interpretadas e repassadas para determinação do desempenho do processo ou produto. A periodicidade de calibração deve ser frequentemente reavaliada com condições mais favoráveis e entendida como um processo estatístico, onde a fixação de intervalos fixos, normalmente sugeridos pelos respectivos fabricantes, pode não representar a melhor relação custo / benefício na garantia da qualidade de um dado processo (ABNT, 2005).

2.5 Processo de acreditação de laboratórios

A Acreditação de laboratórios é aplicável a laboratórios de calibração e de ensaio, sendo que os serviços podem ser oferecidos tanto em instalações permanentes como móveis.

Seguindo a concessão de um escopo, os grupos de serviços de calibração seguem a norma NIT-DICLA-012 conferindo melhor capacidade de medição.

A Coordenação Geral de Acreditação (CGCRE) do INMETRO atua na acreditação de Organismos de Avaliação da Conformidade (ZAGO, 2009).

O processo de acreditação de um laboratório pode ser dividido em três fases principais, que são designadamente a análise da candidatura, a avaliação e a decisão (ALMEIDA; PIRES, 2006). Para melhor entendimento, seguem-se as subscrições:

- a) a primeira fase, análise da candidatura, começa com a abertura de um processo de candidatura junto ao Organismo Nacional de Acreditação (ONA);
- b) a segunda fase decorre um processo avaliativo onde é feita análise da documentação técnica, uma visita prévia e, por fim, uma auditoria que resulta num relatório onde ficam registrados alguns pareceres, oportunidades de melhoria e não-conformidades com a norma;
- c) em uma terceira fase, após uma nova auditoria, o organismo avaliador analisa o plano de ações corretivas e, se o parecer for positivo, emite um certificado de acreditação que é formalmente entregue ao laboratório.

A Figura 2 traz a representação seqüencial do processo de acreditação de laboratórios de ensaios e calibração pelo INMETRO.

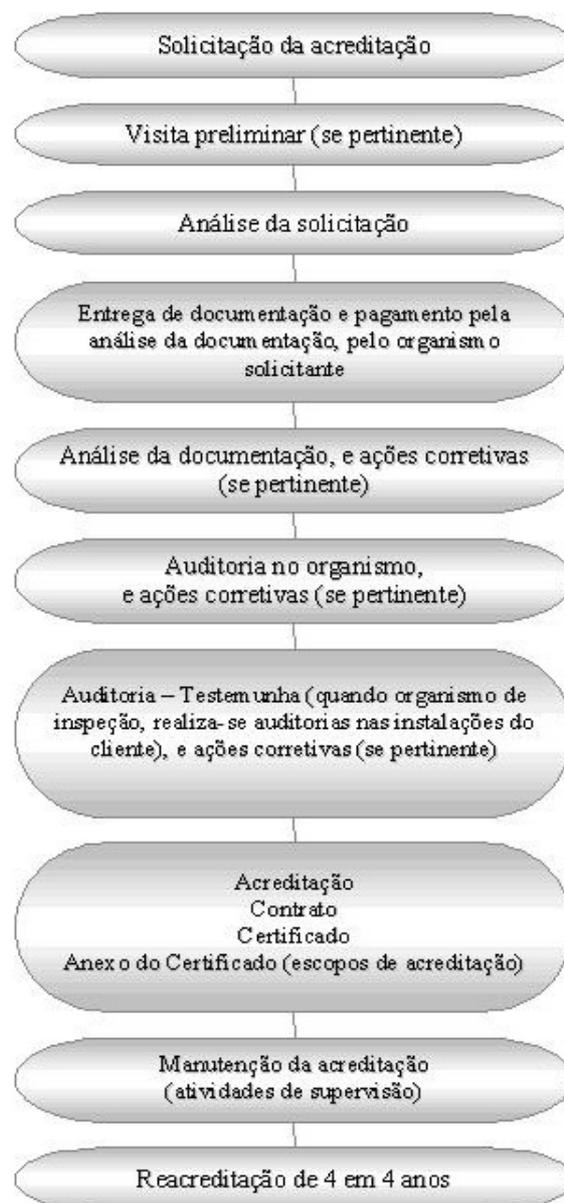


Figura 2 Fluxo do processo de acreditação de laboratório

Fonte: INMETRO (2011)

2.5.1 Acreditação inicial

A gestão de um laboratório é definida por um Manual da qualidade (MQ), onde é necessária a subscrição de itens e requisitos da acreditação (INMETRO, 2009).

Na avaliação inicial, a equipe avalia as instalações para verificar se a implementação do sistema de gestão estabelecido no MQ e na documentação associada, atendem aos requisitos da acreditação e também verificam a competência técnica do laboratório para realizar os serviços.

A avaliação inicial varia de dois a cinco dias, sendo que todos os documentos e registros referentes ao sistema de gestão do laboratório e aos serviços para os quais o laboratório está solicitando a acreditação devem estar disponíveis para a equipe de avaliação. Durante a avaliação todos os setores envolvidos na organização das atividades laboratoriais devem também estar disponíveis.

Caso ocorra a não conformidade laboratorial, algumas recomendações devem ser feitas à Divisão de Acreditação de Laboratórios (DICLA):

- a) acreditação imediata, caso não tenha sido constatada não conformidade;
- b) acreditação após implementação das ações corretivas;
- c) não concessão da acreditação, caso sejam observadas não conformidade que demonstrem a não implementação da maior parte dos requisitos da acreditação, ou que, o laboratório não tenha competência técnica de realizar os serviços para os quais solicitou a acreditação.

O laboratório pode apresentar propostas de correções e ações corretivas, devendo encaminhar no prazo de sete dias após a avaliação inicial, sua proposta

de ação corretiva ao avaliador líder, para que seja analisada pela equipe de avaliação.

O resultado da avaliação é registrado em um relatório de avaliação, cuja cópia é entregue ao laboratório ao final da avaliação. A decisão sobre a concessão da acreditação é tomada pelo Coordenador da CGCRE, com base nas recomendações da equipe de avaliação.

O sistema de calibração compara entre os valores indicados por um instrumento de medição e os indicados por um padrão. A calibração dos equipamentos de medição é uma importante função na qualidade do processo produtivo e deve ser atividade normal de produção que proporciona uma série de vantagens, tais como:

- a) garantia da rastreabilidade das medições;
- b) maior confiança nos resultados medidos;
- c) redução da variação das especificações técnicas dos produtos;
- d) prevenção de defeitos;
- e) compatibilidade das medições (INMETRO, 2009).

Considerando a viabilidade financeira, o laboratório deve decidir sobre a realização de calibrações internas. Os serviços para os quais o laboratório venha a receber autorizações para realizar calibrações internas não podem ser oferecidos como um serviço acreditado. Estas calibrações internas só atendem à política de rastreabilidade das medições estabelecida pela CGCRE, desde que realizadas para laboratórios/instalações associadas abrangidas pelo mesmo sistema de gestão do laboratório acreditado, visando fornecer rastreabilidade a ensaios e calibrações inclusas no escopo de acreditação do laboratório (INMETRO, 2009).

2.5.2 Solicitação da acreditação

A Acreditação deve ser solicitada à DICLA, sendo que laboratórios de calibração precisam consultar a norma NIT-DICLA-012, para preenchimento do formulário CGCRE-011 ou CGCRE-015. Ainda torna-se necessário a verificação de formulário que atenda ao perfil de laboratórios de ensaio, tais como NIT-DICLA- 016 e CGCRE-012. Há um gestor de acreditação para orientar os trâmites, inclusive financeiros.

O laboratório deve apresentar todos os documentos requeridos. No caso de faltar algum documento é concedido um prazo de 20 (vinte) dias, para complementação da documentação. O não cumprimento acarretará a não aceitação da solicitação e a devolução da documentação (ZAGO, 2009).

2.5.3 Organização da equipe de avaliação

Há profissionais avaliadores e especialistas, vinculados ao INMETRO, treinados e qualificados em diferentes grupos de calibração, classe de ensaios e áreas de atividade.

A organização da equipe de avaliação é definida de acordo com o objetivo e disponibilidade do avaliador em realizar o trabalho. Esse trabalho, quando submetido à aprovação, pode ser contestado mediante justificativa que descreva as razões de contestação (INMETRO, 2009).

2.5.4 Pré-avaliação e auditoria

A pré-avaliação no laboratório é voluntária e deve ser analisada pela DICLA. Em resposta à pré-avaliação, é feito um relatório que tem um prazo de até 10 dias para ser entregue.

As auditorias de medição são organizadas pelo Setor de Confiabilidade Metrológica da DICLA (SECME/DICLA) utilizadas pela equipe de avaliação para a verificação da competência técnica dos laboratórios para realizar calibrações, inclusive as internas.

Nas auditorias de medição são verificados:

- a) os resultados obtidos pelo laboratório, incluindo a incerteza de medição, se são compatíveis com o valor verdadeiro convencional atribuído ao padrão itinerante;
- b) as incertezas obtidas se são compatíveis com a melhor capacidade de medição informada pelo laboratório;
- c) os registros e os certificados emitidos pelo laboratório se atendem aos requisitos de acreditação;
- d) se o laboratório manuseia corretamente o padrão itinerante;
- e) se o laboratório realiza a análise crítica de pedidos, propostas e contratos.

O laboratório é informado pelo SECME sobre os padrões a serem utilizados, as instruções de medição e para o relato dos resultados, e o prazo para realização das medições. O laboratório deve ter particular atenção à análise crítica das instruções para as auditorias de medição e ao prazo para evitar divergências no processo de medição ou no relato dos resultados, além de atrasos que podem prejudicar outros laboratórios que venham a receber os mesmos padrões (INMETRO, 2011).

Se algum resultado for insatisfatório, o laboratório deve analisá-lo e tratá-lo conforme NIT-DICLA-026. O laboratório deve apresentar a revisão dos resultados de sua calibração, caso tenha havido erros de digitação ou cálculos, ou solicitar a realização de uma segunda auditoria de medição para comprovar a eficácia das ações tomadas. No caso dos resultados permanecerem insatisfatórios

após a segunda auditoria de medição, os serviços relacionados à comparação são retirados do escopo da acreditação solicitado. No caso do escopo de acreditação estar totalmente comprometido, o processo é arquivado, conforme previsto na norma NIT-DICLA-031.

A auditoria de medição pode ser substituída por atividades de ensaios de proficiência equivalentes, conforme NIT-DICLA-026 (INMETRO, 2011).

2.5.5 Análise da documentação

Os documentos são avaliados com base nos requisitos da CGCRE, sendo que as não conformidades são registradas em prol das ações corretivas. A visita para avaliação ocorre em prazo de até 60 dias, a partir do registro.

2.5.6 Formalização da acreditação

Com a formalização da acreditação, um ofício é enviado ao laboratório, certificando o mesmo e dando escopo com símbolo da acreditação e autorização de uso, com subsídio pela CGCRE. Após esses trâmites, é providenciada a inserção do laboratório no catálogo de laboratórios acreditados (INMETRO, 2011).

Com o intuito de verificar se o laboratório continua atendendo aos requisitos da acreditação, incluindo os documentos normativos da CGCRE, são realizadas reavaliações periódicas sendo que a primeira deve ocorrer em até 12 (doze) meses a contar da data de acreditação e as demais em até 24 (vinte e quatro) meses, contados a partir da última reavaliação.

A DICLA realiza o monitoramento da acreditação por meio de análise de documentos; além das reavaliações periódicas. Conforme definido na NIT-DICLA-026, o laboratório deve participar de atividades de ensaios de

proficiência obrigatórias definidas pela CGCRE, bem como de outras atividades selecionadas pelo próprio laboratório. Anualmente o laboratório deve enviar ao SECME e ao Gestor de Acreditação (GA), o formulário FOR-CGCRE-008, prestando informações sobre as atividades de ensaio de proficiência nas quais tenha participado. O resultado destas avaliações pode acarretar na alteração do escopo da acreditação, incluindo suspensão parcial ou total, redução ou cancelamento da acreditação (VLACHOS; SOTIROPOULOU, 2002).

2.5.7 Extensão da acreditação

O laboratório pode solicitar extensão da sua acreditação quando desejar alterar o objetivo que se pretende atingir da acreditação para incluir um novo grupo de serviços de calibração, também incluir itens de serviços em grupos de serviços de calibração, áreas de atividades, ou classes de ensaio já acreditados e em instalações para as quais já estão acreditados, novos tipos de instalações, incluir ou alterar métodos e/ou procedimentos, ampliar faixa de medição, aprimorar a melhor capacidade de medição dos serviços de calibração.

Para a extensão da acreditação é utilizado procedimento similar ao da acreditação, podendo ser dispensada, em alguns casos, a visita de avaliação e a auditoria de medição.

Para que a avaliação da extensão seja incluída numa reavaliação, o laboratório deve solicitar a extensão com pelo menos noventa dias de antecedência da realização da reavaliação.

A extensão da acreditação está condicionada à eliminação das não conformidades constatadas na última reavaliação, relativas aos requisitos da direção, além daquelas referentes à própria extensão da acreditação (INMETRO, 2009).

2.5.8 Mudanças na acreditação

Se necessário que a acreditação sofra mudanças, tais como mudança no Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica, razão social da empresa e demais requisições burocráticas, o laboratório deve informar à CGCRE para cumprimento das providências. Após autorização da CGCRE, o laboratório pode retornar às atividades cotidianas.

Algumas alterações exigem medidas específicas:

- a) mudança do responsável técnico, do gerente da qualidade, do contato do laboratório, ou do nome do laboratório: o laboratório deve encaminhar carta, ofício ou e-mail ao GA especificando a mudança;
- b) mudança de todos os signatários autorizados: o laboratório deve encaminhar carta, ofício ou e-mail ao GA especificando a mudança, para que a CGCRE providencie a avaliação de, pelo menos, um novo signatário autorizado;
- c) mudança significativa nas principais políticas: o laboratório deve encaminhar carta, ofício ou e-mail ao GA relatando o tipo de mudança ocorrida, acompanhado de cópia do MQ;
- d) mudança no escopo da acreditação, decorrente de atualização de versões de normas e/ou procedimentos internos do laboratório, ou pequenas modificações no escopo, tais como faixa e/ou melhor capacidade de medição, sem inclusão de novos métodos, alteração dos métodos já acreditados, ou a necessidade de análise detalhada de procedimentos por parte da equipe de avaliação e que não se caracterize uma extensão de escopo. O laboratório deve encaminhar carta, ofício ou correio eletrônico ao GA relatando a mudança ocorrida, acompanhado, se necessário, do formulário de escopo correspondente (FOR-CGCRE-011, FOR-CGCRE-012 OU FOR-

CGCRE-015), do procedimento alterado, e/ou memórias de cálculo pertinentes (BICHO; VALLE, 2001).

2.5.9 Avaliações excepcionais

Caso haja verificação da implementação e/ou eficácia de ações corretivas, assim como avaliação das mudanças na acreditação, ou avaliação no laboratório, quando se passarem doze meses da data inicial de avaliação, sem ter atingido a acreditação, será necessária uma avaliação excepcional ao laboratório.

2.5.10 Suspensão, redução e cancelamento da acreditação.

Em um laboratório, quando este deixar de cumprir os requisitos da acreditação, pode ter seu escopo reduzido, além de outras consequências, como suspensão ou cancelamento da acreditação.

Segundo a normatização do INMETRO:

- a) a suspensão total ou parcial, por solicitação do laboratório ou por decisão da CGCRE, não deve exceder a 12 (doze) meses;
- b) durante o período de suspensão, o laboratório deve cumprir com as obrigações financeiras (NBR ISO/IEC 17025:2005) (ABNT, 2005).

2.5.11 Acreditação – desempenho e reconhecimento

Na metodologia da acreditação, a autoavaliação é bastante estimulada e visa promover a reflexão e discussão sobre o desempenho da organização em relação aos padrões e, também, à adoção de estratégias de autoavaliação como um processo educativo capaz de estimular a busca contínua da melhoria do

desempenho. Quando a prática de autoavaliação é adotada, a organização passa a conhecer a opinião dos serviços sobre seu próprio desempenho, facilitando o processo de mudança e disseminando os exemplos positivos quando surgirem na própria instituição (GRAÇA, 2005).

Para Bittar (2004), um programa de acreditação tende a se iniciar como um processo educativo de melhoria da qualidade assistencial, porém, modifica-se ao longo do tempo para um processo de contínuo aprimoramento, com o propósito de manter, ou mesmo de elevar os padrões desejáveis da qualidade assistencial. Conforme Cordeiro (2000), a avaliação da qualidade visa comparar a instituição com ela mesma, antes e depois da implantação do processo e não estimular um processo competitivo de comparação entre as instituições.

2.6 Processo de homologação de laboratórios

De acordo com o procedimento das etapas do processo de reconhecimento pela RMMG, o laboratório faz o pedido de associação e este pedido irá passar por uma análise crítica. Depois desta análise, será enviada ao laboratório a decisão do pedido de associação. É enviado também um boleto para o pagamento da anuidade. O preço da anuidade varia de acordo com o porte da empresa e proporciona alguns benefícios ao associado. Depois que o laboratório estiver associado, pode-se fazer a solicitação de reconhecimento de competência (homologação). Serão enviados pela RMMG, formulários para preenchimento pelo laboratório. Também será enviada uma lista para o laboratório descrever o escopo a ser reconhecido. Este pedido também passará por uma análise crítica. Aceito o pedido, será elaborado o orçamento para visita técnica, para levantamento das condições do laboratório. Este orçamento será pago pelo laboratório. Depois da visita técnica e com o relatório desta, a RMMG poderá elaborar a proposta comercial. Nesta proposta o valor pago da visita

técnica será abatido do valor total. O levantamento das condições do sistema de gestão do laboratório permite melhor cálculo do valor da proposta e planejamento de agenda. Depois que a proposta comercial for aceita, uma lista de documentação será enviada ao laboratório. Nesta lista estarão: a listagem de documentos e a quantidade destes documentos que o laboratório terá que enviar à RMMG. Será feita análise da documentação e planejada a avaliação no laboratório. Após essa análise, um relatório será enviado ao laboratório para que conheça os preparativos para o dia da avaliação. Após a avaliação, será feito um relatório sobre a avaliação do laboratório. Este relatório contém as observações, conformidades, não conformidades e opções de melhoria. Ao final deste relatório encerra-se o serviço descrito na proposta comercial.

A fase de acompanhamento de ações corretivas terá um novo orçamento, por depender de cada caso específico. Um laboratório pode ter muito mais não conformidades do que outros, por isso o valor é diferente. O preço cobre praticamente o custo com a elaboração do relatório e a análise da documentação de evidências de implementação das ações corretivas.

A Figura 3 a seguir foi elaborada para representar sequencialmente o processo de homologação de laboratórios pela RMMG.

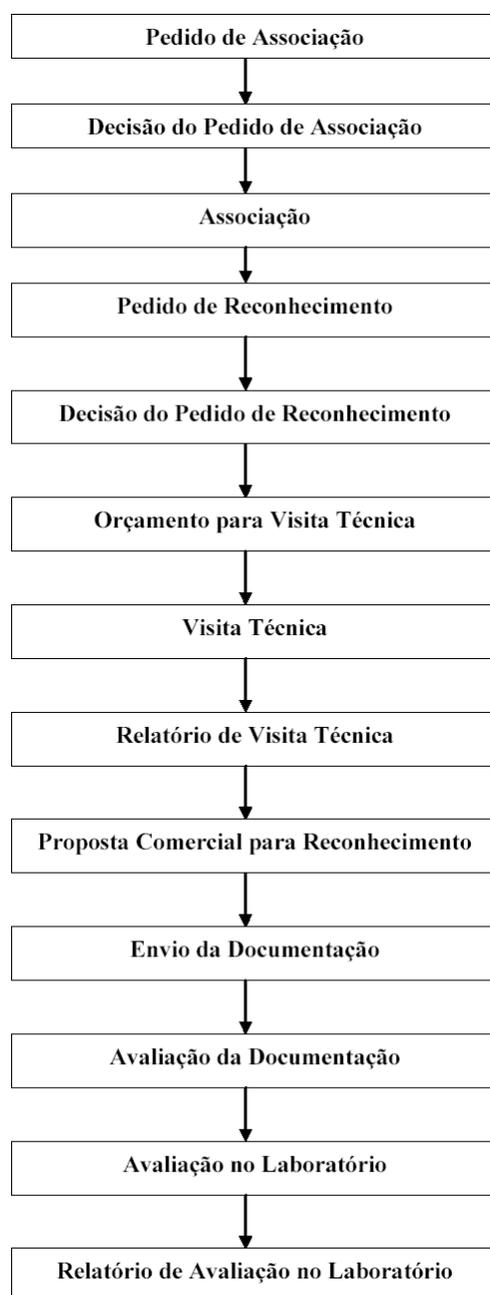


Figura 3 Fluxo do processo de homologação de laboratórios

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Introdução às atividades desenvolvidas

Os trabalhos realizados para apresentação de um modelo de SGQ baseado nos requisitos da norma NBR ISO/IEC 17025, foram desenvolvidos a partir de materiais e informações do LAADeg, com a participação de seu quadro técnico, durante seis meses (ABNT, 2005).

Utilizaram-se como materiais dessa dissertação, os recursos disponíveis no LAADeg, como dependências, instalações, aparelhos, equipamentos e principalmente instrumentos de medição, os quais foram investigados para a elaboração de documentos para o modelo de gestão proposto.

Estabeleceram-se os métodos a partir de cada requisito previsto na norma NBR ISO/IEC 17025 os quais serão descritos (ABNT, 2005).

Para melhor entendimento da necessidade de implementação de sistemas de gestão em organizações nos dias atuais, aplica-se na sequência, um sistema de gestão de operações (FIGURA 4), que visualiza a aplicação dos principais modelos de gestão adotados atualmente nas saídas de um processo.

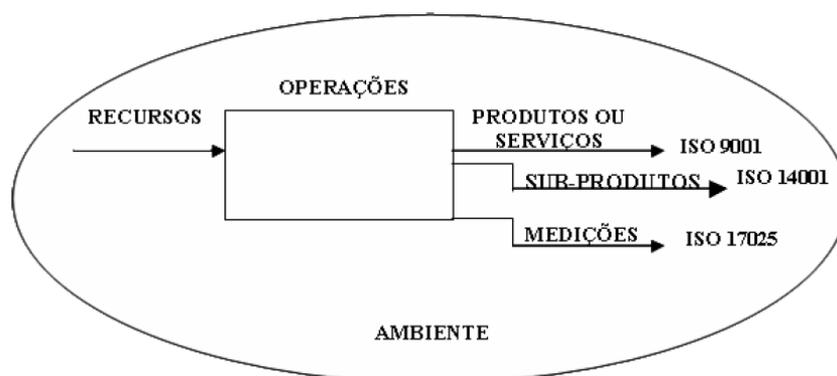


Figura 4 Sistema de Gestão de Operações com respectivos modelos de gestão

Com o intuito de o laboratório obter futuramente a homologação ou acreditação do seu SGQ, elaborou-se a documentação para os requisitos da direção e técnicos estabelecidos pela norma NBR ISO/IEC 17025:

Documentos para os requisitos da direção:

- a) manual da qualidade (MQ);
- b) lista mestra e procedimento para o controle de documentos;
- c) cadastro de fornecedores;
- d) pesquisa de satisfação dos clientes;
- e) modelos de ações corretivas e preventivas;
- f) modelo de ata de análise crítica.

Documentos para os requisitos técnicos:

- a) procedimentos do sistema da qualidade (PSQ);
- b) instruções com maior nível de detalhamento;
- c) registros do sistema da qualidade (RSQ);
- d) descrição das funções atuais;
- e) programa de calibração dos instrumentos e equipamentos;
- f) programa para calibração dos padrões;
- g) relatório de ensaio e/ou calibração.

3.2 Requisitos da direção

Os requisitos da direção são especificados no item 4 da norma NBR ISO/IEC 17025 e tratam dos assuntos relacionados à gestão da alta direção no laboratório.

3.2.1 Organização (Requisito 4.1)

Neste abrangente requisito da norma NBR ISO/IEC 17025, é estabelecido de uma maneira geral que “o laboratório deve ser uma entidade legalmente responsável” (ABNT, 2005).

O laboratório deve ser dotado de estrutura mínima, de quadro técnico com membro responsável “Representante da direção” (RD) pela implementação e manutenção da homologação ou credenciamento do modelo de gestão proposto.

O RD deverá conhecer todo o processo do laboratório e ter suporte para implementação e manutenção dos requisitos exigidos na norma NBR ISO/IEC 17025. O laboratório deve possuir meios para assegurar que o seu quadro técnico esteja livre de quaisquer pressões e influências indevidas por parte de organizações interessadas nos laudos emitidos, protegendo assim a legalidade e fidelidade de seus resultados.

De maneira geral, todo o texto descrito neste requisito da referida norma é abordado de forma mais detalhada nos requisitos subsequentes.

3.2.2 Sistema da Qualidade (Requisito 4.2)

Praticamente o primeiro requisito da norma NBR ISO/IEC 17025, coloca que “o laboratório deve estabelecer, implementar e manter um sistema de gestão apropriado ao escopo das suas atividades. O laboratório deve documentar suas políticas, sistemas, programas, procedimentos e instruções, na extensão necessária para assegurar a qualidade dos resultados de ensaios e/ou calibrações” (ABNT, 2005).

A documentação do sistema deve ser comunicada, compreendida, estar disponível e ser implementada pelo pessoal apropriado.

Na Figura 5 apresenta-se a pirâmide da estrutura de documentação do SGQ.

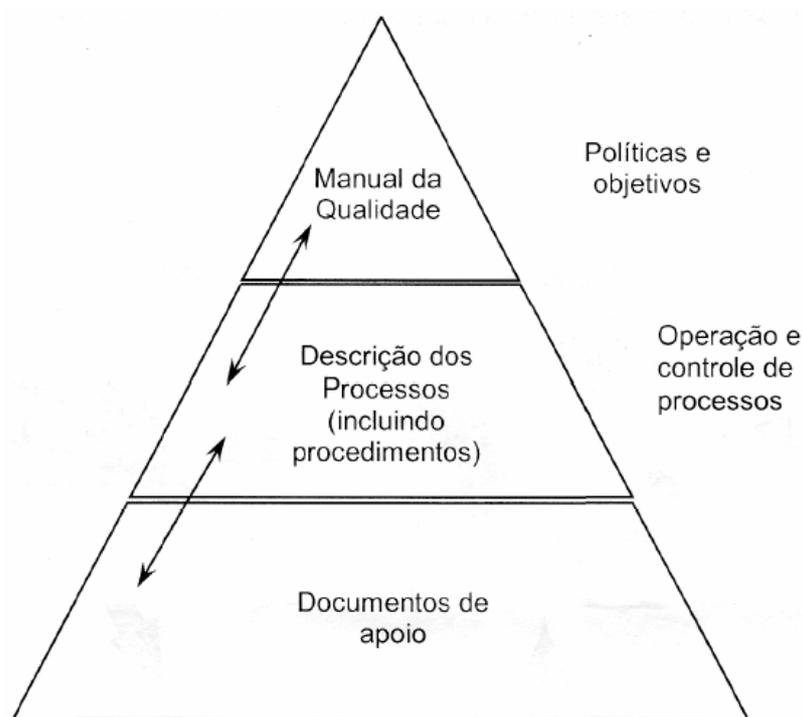


Figura 5 Pirâmide da documentação do SGQ

Os documentos de apoio podem ser aqueles de origem externa e também, os registros do SGQ da organização.

Um SGQ apropriado ao escopo significa que as atividades realizadas pelo laboratório são executadas em função do escopo estabelecido. Estabeleceu-se o escopo para o LAADEG como sendo: “Realizar análises físicas, químicas e biológicas em águas e efluentes líquidos”.

Elaborou-se a Política da qualidade (PQ), conforme critérios estabelecidos na norma NBR ISO/IEC 17025, a qual estabelece que “a

declaração da Política da qualidade deve ser emitida sob a autoridade da Alta Direção” (ABNT, 2005), incluindo pelo menos:

- a) o comprometimento da direção do laboratório com as boas práticas profissionais e com a qualidade dos seus ensaios e calibrações no atendimento aos seus clientes;
- b) a declaração da direção sobre o nível de serviço do laboratório;
- c) o propósito do sistema de gestão com respeito à qualidade;
- d) um requisito de que todo o pessoal envolvido nas atividades de ensaio e calibração abrangidas pelo laboratório familiarize-se com a documentação da qualidade e implemente as políticas e os procedimentos nos seus trabalhos; e
- e) o comprometimento da direção do laboratório com a conformidade com a referida norma e com a melhoria contínua da eficácia do sistema de gestão.

Salienta-se ainda que a PQ do laboratório também foi elaborada com orientação voltada de forma a atender o mercado, no uso de uma linguagem fácil, com objetivos e metas passíveis de serem atingidos, e coerência com os objetivos, normas e diretrizes da organização.

Estabeleceu-se o sistema ou programa de verificação e calibração de instrumentos, a partir de um trabalho em equipe do quadro técnico do laboratório, cadastrando os instrumentos existentes. Definiu-se a tolerância ou faixa de erro permitido de cada instrumento, em função da experiência do técnico em limitar esta faixa a partir da significância dos desvios de medição nas análises.

Elaboraram-se procedimentos operacionais e instruções de trabalho a partir da adequação de instruções antigas, às necessidades de uma linguagem mais compreensível. Como as instruções de trabalho foram desenvolvidas em

equipe, o técnico que realiza as análises está apto a responder pelas instruções, ou seja, considera-se treinado, pois consta o seu nome na elaboração do documento.

Elaborou-se o Manual da qualidade (MQ) de acordo com as exigências da norma NBR ISO/IEC 17025 (ABNT, 2005). A seguir são descritos os critérios mínimos para a aprovação de um MQ de acordo com a referida norma:

- a) Deve constar a política e os objetivos da qualidade;
- b) Lista dos procedimentos e instruções de trabalho;
- c) As atribuições e responsabilidades com os requisitos da norma por parte da gerência técnica e do gerente da qualidade;
- d) O escopo definido para seus serviços.

É importante salientar que o Manual da qualidade além de sistematizar a gestão da qualidade, é um documento que mostra como funciona o laboratório na gestão de processos e na aplicação dos requisitos da norma NBR ISO/IEC 17025 dentro da organização. Os objetivos da qualidade deverão estar relacionados diretamente com os requisitos da Política da qualidade, ou seja, devem ter coerência entre si.

A Alta Direção pode fornecer evidência do seu comprometimento com o desenvolvimento e implementação do sistema de gestão e ainda com a melhoria contínua de sua eficácia, por meio da participação formal nas auditorias internas e externas e na liderança e definição de ações em reuniões de análise crítica realizada pela alta direção.

A Alta Direção pode evidenciar a sua comunicação ao pessoal, da importância em atender aos requisitos do cliente, assim como aos requisitos estatutários e regulamentares, por meio de lista de presença em reuniões sobre a manutenção do sistema de gestão.

3.2.3 Controle de documentos (Requisito 4.3)

Neste requisito da norma NBR ISO/IEC 17025, é estabelecido que “todos os documentos do SGQ devem ser controlados” (ABNT, 2005).

De acordo com as exigências da referida norma, elaborou-se um Controle de documentos (CDOC) para a documentação do SGQ no LADEG, o qual descreve em uma lista mestra o código, nome, revisão e data de elaboração ou revisão do documento. O CDOC possui a finalidade de identificar a revisão atual do documento, as últimas modificações ocorridas, a sua distribuição e principalmente os documentos de referência, no qual outros documentos são citados, objetivando o uso inválido de documentos desatualizados e/ou obsoletos.

Além de todos os documentos controlados os quais são documentos internos “como exemplo instruções de análises” e os documentos externos “como exemplo a referida norma”, exige-se a elaboração de um procedimento para o controle de documentos do SGQ da organização.

Entende-se como documento qualquer meio de informação para subsidiar o SGQ, desde o maior documento como o MQ até uma simples instrução, podendo ser em meio físico ou eletrônico.

Todos os documentos do SGQ devem ser analisados criticamente para verificar a eficácia de seu conteúdo antes de sua emissão e aprovados por um responsável autorizado, tanto em sua liberação, quanto na sua revisão. Esses documentos devem estar sempre disponíveis nos locais de trabalho, se possível o mais próximo de cada operação.

É importante a análise periódica de todos os documentos do SGQ, e quando necessário, os mesmos devem ser atualizados, buscando adequação com a realidade das atividades diárias do laboratório. Em casos de atualizações imediatas que requerem maior urgência de tempo, podem-se realizar correções

manuais nos documentos, desde que seja realizada por responsável autorizado, definido no MQ. O documento revisado e formalizado deve ser emitido e aprovado o mais breve possível.

A sistemática de edição e/ou revisão, aprovação e controle de documentos do SGQ é, em resumo, a edição e/ou revisão por um técnico responsável que conheça a atividade a ser executada. A análise crítica deve ser feita por um revisor e/ou responsável pela aprovação, e ainda deverá ser feita a distribuição dos documentos aos locais de trabalho.

3.2.4 Análise crítica de pedidos, propostas e contratos (Requisito 4.4)

Neste requisito da norma NBR ISO/IEC 17025, estabelece que se deve manter “procedimento para a análise crítica dos pedidos, propostas e contratos” (ABNT, 2005).

O laboratório deve ter capacidade e recursos para atender os requisitos de um contrato de ensaios e/ou calibrações dos clientes. Quaisquer diferenças entre o pedido e o contrato devem ser resolvidas antes do início do trabalho. Cada contrato deve ser aceito tanto pelo laboratório como pelo cliente.

Convém que o laboratório mencione no contrato os seus fornecedores “subcontratados” que realizam serviços de ensaios e/ou calibração e a possível subcontratação de outros, caso seja necessário.

Convém que a análise crítica da capacidade do laboratório determine se este possui os recursos físicos, de pessoal e de informações necessários, e se o pessoal do laboratório tem as habilidades e a especialização necessárias para a realização dos ensaios e/ou calibrações em questão.

Devem ser mantidos registros das análises críticas de pedidos, propostas e contratos, para consultas futuras pela organização e auditorias internas e externas.

3.2.5 Subcontratação de ensaios e calibração (Requisito 4.5)

Neste requisito da norma NBR ISO/IEC 17025, explicando de uma maneira mais clara, da necessidade do laboratório obter um serviço externo “subcontratado”, quer seja devido a sobrecarga de trabalho, incapacidade de realização daquela análise em particular, ou até mesmo em função de melhor viabilidade técnica e econômica para realização de ensaios e/ou calibração, este deverá comunicar o cliente por escrito e quando apropriado, obter a aprovação do cliente sobre a parceria realizada (ABNT, 2005).

Este subcontratado deverá atender a norma NBR ISO/IEC 17025, conforme descrito na mesma. Convém que o laboratório mantenha cópia do certificado do SGQ do subcontratado. O laboratório é responsável pelo subcontratado, em todas as atividades dos serviços ao cliente, salvo as restrições definidas em contrato.

Todos os registros necessários que evidenciam a conformidade das realizações de ensaios e/ou calibrações devem ser mantidos, principalmente aqueles voltados para os próprios instrumentos internos de medição do laboratório e principalmente neste requisito, os dos subcontratados, como por exemplo, os certificados de calibração.

3.2.6 Aquisição de serviços e suprimentos (Requisito 4.6)

Neste requisito da norma NBR ISO/IEC 17025, é estabelecido que deve existir no laboratório “procedimentos para a compra, recebimento e armazenamento de reagentes e materiais de consumo do laboratório que sejam importantes para os ensaios e as calibrações” (ABNT, 2005). O procedimento deve abranger qualquer material ou produto que afete a qualidade dos ensaios e/ou calibrações.

Antes da utilização dos suprimentos, como exemplo, os reagentes, que podem afetar o resultado das análises, o laboratório deve se certificar que os mesmos foram inspecionados quanto as suas especificações, de alguma forma podendo ser por inspeção interna e/ou certificado de qualidade de inspeções do fornecedor. Devem-se manter os registros das atividades de inspeção de tais materiais adquiridos.

O laboratório deve implementar uma inspeção de recebimento que verifique os produtos adquiridos com os documentos de aquisição, aferindo informações como: tipo, classe, grau, identificação, especificações e instruções em geral, para que não receba produtos que não foram especificados no pedido de compra. Convém que o laboratório mantenha registros das inspeções de recebimento.

O laboratório deve avaliar periodicamente os fornecedores de produtos e serviços que podem afetar a qualidade dos ensaios e/ou calibrações. Produtos podem ser os reagentes e os serviços e podem sofrer as calibrações externas que um laboratório de ensaios necessita realizar. Nas avaliações de fornecedores que não estejam adequados aos padrões mínimos estabelecidos pelo laboratório, o mesmo deverá manter evidências de plano de ações dos fornecedores para futuras auditorias internas e externas.

Devem ser mantidos registros das avaliações de fornecedores, para tanto, elaborou-se um Registro do sistema da qualidade, sob o código RSQ-01 “Avaliação de Fornecedores”, e por meio de notas pode se avaliar os fornecedores em função da qualidade do produto, preço, prazo de entrega e atendimento ao cliente, podendo ser para aquisições, reclamações e pós-vendas. Convém que o laboratório sempre busque parceria com clientes e fornecedores.

3.2.7 Atendimento ao cliente (Requisito 4.7)

Neste requisito da norma NBR ISO/IEC 17025, é estabelecido que “o laboratório deve estar disposto a cooperar com os seus clientes” (ABNT, 2005).

Cooperar com os clientes significa que o laboratório deve manter uma parceria que atinja objetivos mútuos, como acessos as áreas do laboratório, para que o cliente possa acompanhar o desempenho das análises realizadas e até mesmo a execução de auditorias para verificação da conformidade das atividades com os requisitos do cliente.

Os clientes valorizam a manutenção de uma boa comunicação, conselhos e orientação sobre assuntos técnicos, bem como opiniões e interpretações nos resultados das análises. Convém que a comunicação com o cliente seja mantida durante todo o trabalho, especialmente em grandes trabalhos. Convém que o laboratório informe ao cliente sobre qualquer atraso ou desvios importantes na realização dos ensaios e/ou calibrações.

A realimentação do laboratório em relação à satisfação do cliente é um requisito muito importante, pois através desta é que se pode aperfeiçoar os métodos do SGQ, melhorar continuamente a gestão e conseqüentemente garantir uma melhor satisfação dos clientes. Existem várias formas de obter a realimentação sobre a satisfação do cliente, como indicadores, consultas não formais e pesquisas de satisfação. Para o LAADEG, foi elaborado um modelo de pesquisa de satisfação do cliente através de um Registro do sistema da qualidade, sob o código RSQ-02, que relaciona os aspectos de atendimento e prazo de entrega dos laudos. Pesquisas de satisfação dos clientes internos e externos devem ser realizadas a intervalos periódicos, para evidenciar a satisfação ou insatisfação dos clientes, relacionada a determinados requisitos. Quando aplicável, ações corretivas e preventivas deverão ser adotadas e executadas pela gerência para buscar a satisfação dos clientes.

3.2.8 Reclamações (Requisito 4.8)

Neste requisito da norma NBR ISO/IEC 17025, é estabelecido que “o laboratório deve ter uma política e procedimento para solucionar as reclamações recebidas de clientes ou de outras partes” (ABNT, 2005), como exemplo, reclamação da sociedade.

Devem ser mantidos registros de todas as reclamações, das investigações e ações corretivas implementadas pelo laboratório. Elaborou-se um Registro do sistema da qualidade, sob o código RSQ-03, denominado Ficha de ação corretiva e/ou preventiva (FACP), que orienta com o uso de ferramentas da qualidade na investigação da causa raiz do problema. Neste registro também são definidas as ações e verificações das mesmas quanto a sua eficácia.

3.2.9 Controle de trabalhos de ensaio e/ou calibração não conforme (Requisito 4.9)

Este requisito da norma NBR ISO/IEC 17025, estabelece que “o laboratório deve ter uma política e procedimentos que devem ser implementados quando qualquer aspecto de seu trabalho de ensaio e/ou calibração, ou os resultados destes não estiverem em conformidade com seus próprios procedimentos ou com os requisitos acordados com o cliente” (ABNT, 2005).

Este requisito nada mais é do que o monitoramento que se deve ter no laboratório para identificação das não conformidades internas e a implementação de ações corretivas e/ou preventivas para eliminação e/ou prevenção quanto a essas não conformidades.

Pode-se também utilizar o Registro do sistema da qualidade RSQ-03, “Ficha de ação corretiva e/ou preventiva”, para acompanhamento das ações e para manter a documentação em relação ao atendimento a este requisito.

3.2.10 Melhoria (Requisito 4.10)

Este requisito da norma NBR ISO/IEC 17025 estabelece que “o laboratório deve aprimorar continuamente a eficácia do seu sistema de gestão por meio do uso da Política da qualidade, objetivos da qualidade, resultados de auditorias, análise de dados, ações corretivas e preventivas e análise crítica pela direção” (ABNT, 2005). Todas as fontes de informações citadas acima como “auditorias e análises críticas” são meios de identificar necessidades e oportunidades de melhoria.

Convém que as todas as melhorias implementadas sejam registradas para se manter um histórico de bom investimento no laboratório, sendo um meio de demonstrar ao cliente, as melhorias realizadas durante o ano, e, principalmente para manter evidências, em casos de auditorias internas e externas do SGQ, que as melhorias estão sendo devidamente realizadas.

Pode-se concumitaneamente utilizar o Registro do sistema da qualidade RSQ-03, “Ficha de ação corretiva e/ou preventiva”, para evidenciar a identificação da implementação de melhorias no laboratório.

3.2.11 Ação corretiva (Requisito 4.11)

Neste requisito da norma NBR ISO/IEC 17025, é estabelecido que “o laboratório deve estabelecer uma política, um procedimento e deve designar autoridades apropriadas para implantar ações corretivas quando forem identificados trabalhos não conformes ou desvios das políticas e procedimentos no sistema de gestão ou nas operações técnicas” (ABNT, 2005).

As não conformidades relacionadas com as atividades de ensaios e/ou calibrações, geralmente interferem significativamente nos resultados das análises. No laboratório pode-se identificar uma não conformidade por meio de

uma observação mais focada nos detalhes das atividades pelo técnico de medição, pelas auditorias realizadas e realimentação dos clientes.

Uma ferramenta da qualidade muito utilizada pelas organizações na identificação da causa raiz de uma não conformidade é o diagrama de Karuo Ishikawa, também chamado de diagrama *espinha de peixe*, causas e efeitos ou 6M's, ou somente Ishikawa. Essa ferramenta está incluída no Registro do sistema da qualidade RSQ-03, "Ficha de ação corretiva e/ou preventiva", para identificação das prováveis causas da não conformidade, as quais levarão a tomada de decisão e a abrangência das ações que devem ser concluídas. Os registros de todo o processo de tomada de ação e acompanhamento da eficácia da mesma, deverão ser mantidos. .

3.2.12 Ação preventiva (Requisito 4.12)

Neste requisito da norma NBR ISO/IEC 17025, é estabelecido que "o laboratório deve identificar as melhorias necessárias e potenciais fontes de não conformidades, sejam técnicas ou referentes ao sistema de gestão" (ABNT, 2005).

Deve ficar claro a diferença entre ações preventivas e melhorias. O primeiro termo se refere às situações potenciais de não conformidades, ou seja, que ainda não ocorreram e que por situações de risco ou desconfiança, podem vir a ocorrer; então se aplicam ações as quais são classificadas como preventivas. O segundo termo se refere ao investimento financeiro e técnico nos processos laboratoriais, desde pessoas até equipamentos, objetivando uma melhoria na qualidade de produtos e/ou serviços, meio ambiente, saúde e segurança no trabalho.

Assim como é necessário o registro de melhorias, o seu registro das ações preventivas são ainda mais importantes. Um auditor do SGQ valoriza

muito o investimento e principalmente o registro de ações preventivas as quais levarão a prevenção de novas não conformidades. Deve-se ficar atento quanto à incidência de não conformidades relacionadas a ações preventivas não eficazes já tomadas.

Deve-se utilizar o Registro do sistema da qualidade RSQ-03, “Ficha de ação corretiva e/ou preventiva”, para evidenciar a implementação e verificação da eficácia de ações preventivas no laboratório.

3.2.13 Controle de registros (Requisito 4.13)

Este requisito da norma NBR ISO/IEC 17025, estabelece que “o laboratório deve estabelecer e manter procedimentos para identificar, coletar, indexar, acessar, arquivar, armazenar, manter e dispor os registros técnicos e da qualidade” (ABNT, 2005).

De uma maneira geral, os registros do SGQ podem ser registros de inspeções em análises e processos, lista mestra de documentos e formulários, avaliação de fornecedores, ações corretivas, preventivas e melhorias, lista de presença, descrições de cargos, históricos de treinamentos, controle e certificados de verificação e calibração de instrumentos, auditoria interna e análise crítica pela alta direção.

Todos os registros do SGQ devem ser legíveis e estarem arquivados de maneira adequada, ou seja, em local protegido e de fácil acesso, e em ordem alfabética, numérica ou outra ordem desejada, objetivando a fácil localização de um registro antigo. Deve estar claro o procedimento de validade do arquivo e o meio de descarte. Convém que um tipo de registro seja arquivado separadamente de outro tipo de registro, salvo as ocasiões que retratam um processo de análise crítica, onde reúnem-se vários tipos de documentos.

Como já relatado anteriormente, qualquer documento do SGQ pode ser em meio físico ou eletrônico, desde que atendam aos requisitos da norma NBR ISO/IEC 17025. No caso de registros eletrônicos, estes devem possuir cópias de segurança e ser protegidos para indesejáveis alterações por pessoas não autorizadas.

Na elaboração de registros, chama-se a atenção para que estes constem todos os dados necessários da execução de uma determinada atividade. No caso do processo de ensaios e/ou calibrações, devem existir campos de informações dos nomes de cada técnico que realizou cada etapa da análise, inclusive as de inspeções.

De acordo com a norma NBR ISO/IEC 17025 (ABNT, 2005), no caso de erro na anotação de dados de um determinado registro, esta deve apenas ser riscada, preservando a legibilidade do erro, e após, deverá ser anotado o novo valor “correto” ao lado deste erro. O responsável pela alteração deverá rubricar a correção. No caso de registro eletrônico, devem ser tomados todos os cuidados para que o procedimento de correção seja o mesmo do registro assinalável.

Elaborou-se uma lista mestra de controle de registros do SGQ a partir de todos os registros criados para o laboratório. Essa lista deverá ser sempre atualizada, uma vez que as mudanças quanto à forma e o tempo de armazenamento são evidentes e também, devido à necessidade de cancelar e/ou elaborar um novo registro.

3.2.14 Auditoria interna (Requisito 4.14)

Este requisito da norma NBR ISO/IEC 17025, estabelece que “o laboratório deve periodicamente e de acordo com um cronograma e um procedimento predeterminado, realizar auditorias internas das suas atividades

para verificar se suas operações continuam a atender os requisitos do SGQ” (ABNT, 2005).

É de responsabilidade do Representante da direção (RD), planejar as auditorias internas, prevendo pelo menos todos os processos do SGQ, antes da homologação ou credenciamento em ISO/IEC 17025.

As auditorias internas deverão ser realizadas sempre por pessoas qualificadas, que possuam certificados de qualificação como auditores internos para o sistema de gestão proposto. Sempre que possível, o auditor também deverá possuir experiência com pelo menos uma auditoria de SGQ realizada. Devem ser estabelecidos critérios para definição dos auditores do SGQ.

Convém que o auditor não seja ao mesmo tempo parte do auditado, ou seja, que não realize auditorias em seu próprio trabalho, objetivando a imparcialidade e mantendo a possibilidade do apontamento de melhorias. Convém que o auditor seja uma pessoa íntegra, o qual aponte e principalmente evidencie com clareza as não conformidades e que com sua experiência faça recomendações de melhorias nos processos do SGQ.

O prazo máximo de realização de auditorias internas é de um ano, ou seja, há necessidade de apresentar pelo menos um processo de auditoria interna em auditorias externas de homologação ou credenciamento do laboratório, quer seja para obter o certificado, quer seja de manutenção do SGQ.

As não conformidades encontradas na auditoria interna devem ser tratadas como ações corretivas pelo laboratório, devendo aplicar o Registro do sistema da qualidade RSQ-03, “Ficha de ação corretiva e/ou preventiva”, para identificação das causas prováveis, registro das ações corretivas propostas e avaliação da eficácia das mesmas.

3.2.15 Análise crítica pela direção (Requisito 4.15)

Neste requisito da norma NBR ISO/IEC 17025, é estabelecido que “de acordo com um cronograma e um procedimento predeterminado, a Alta Direção do laboratório deve realizar periodicamente uma análise crítica do sistema de gestão do laboratório e das atividades de ensaio e/ou calibração, para assegurar sua contínua adequação e eficácia, e para introduzir melhorias necessárias” (ABNT, 2005).

As informações de entrada para a análise crítica podem ser:

- a) relatórios do pessoal gerencial e de supervisão;
- b) resultados de auditorias internas recentes;
- c) situações das ações corretivas e preventivas;
- d) avaliações realizadas por organizações externas;
- e) resultados de comparações interlaboratoriais ou ensaios de proficiência;
- f) mudanças no volume e tipo de trabalho;
- g) acompanhamento de fornecedores;
- h) realimentação de clientes (pesquisas de satisfação);
- i) reclamações de clientes;
- j) recomendações para melhoria;

As saídas de uma análise crítica podem ser:

- a) investimento em pessoas com treinamentos e incentivos;
- b) investimento em equipamentos, instrumentos e materiais;
- c) melhoria na qualidade dos resultados de ensaios e/ou calibrações;
- d) melhoria da eficácia do SGQ.

Assim como o processo de auditoria interna, o prazo máximo de realização de análise crítica pela alta direção é também de um ano, ou seja, há necessidade de apresentar pelo menos um processo de análise crítica na auditoria externa de homologação ou credenciamento do laboratório. As reuniões de análise crítica deverão ser registradas.

O laboratório deve utilizar o Registro do sistema da qualidade RSQ-04, “Ata de Reunião de Análise Crítica pela Alta Direção”, para evidenciar as informações de entrada “alimentação” e as saídas de uma análise crítica, devendo ainda ser estabelecido um plano de ações para implementação e acompanhamento da eficácia das ações tomadas.

3.3 Requisitos técnicos

Os requisitos técnicos são especificados no item 5 da norma NBR ISO/IEC 17025 e tratam dos assuntos relacionados à gestão técnica no laboratório.

3.3.1 Generalidades (Requisito 5.1)

Este abrangente requisito da norma NBR ISO/IEC 17025, estabelece que “o laboratório deve levar em conta os fatores que determinam a confiabilidade dos ensaios e/ou calibrações no desenvolvimento dos métodos e procedimentos de ensaio e calibração, no treinamento e qualificação do pessoal e na seleção e calibração do equipamento que utiliza” (ABNT, 2005).

De maneira geral, todo o texto descrito neste requisito da referida norma, é abordado de uma forma mais detalhada nos requisitos subsequentes.

3.3.2 Pessoal “Mão de obra” (Requisito 5.2)

Neste requisito da norma NBR ISO/IEC 17025, é estabelecido que “a direção do laboratório deve assegurar a competência de todos que operam equipamentos específicos, realizam ensaios e/ou calibrações, avaliam resultados e assinam relatórios de ensaio e certificados de calibração” (ABNT, 2005).

O laboratório é responsável pelo cumprimento dos requisitos especificados para certificação de pessoal. Os requisitos para certificação de pessoal podem estar estabelecidos em regulamentos, incluídos nas normas para a área técnica específica ou requeridos pelo cliente.

A qualificação de cada profissional do laboratório deve ser com base na formação, treinamento, experiência apropriada e/ou habilidades demonstradas, para tanto, deve-se manter registros dessas informações.

Elaborou-se um Registro do sistema da qualidade RSQ-05 “Descrição de cargos e atividades” para descrever o que cada função deverá possuir de evidências para atender a este requisito da referida norma, em relação à formação, treinamento, experiência e habilidade.

Os requisitos para certificação de pessoal são de responsabilidade do laboratório, os quais podem estar estabelecidos em regulamentos, normas internas da área técnica ou até requeridos pelo cliente.

O laboratório deve ter uma política e procedimentos para identificar as necessidades de treinamento e proporcioná-las ao pessoal. O programa de treinamento deve ser adequado às tarefas do laboratório, atuais e previstas. Deve ser avaliada a eficácia das ações tomadas de treinamento. A eficácia pode ser melhor auditada verificando junto às pessoas na estrutura da organização. Elas devem ter um entendimento claro da importância de seu trabalho naquilo que o próximo processo e o cliente final recebem.

Os principais treinamentos que um laboratório pode oferecer aos seus colaboradores podem ser na área técnica desde boas práticas nas atividades laboratoriais até um treinamento específico em determinado ensaio e/ou calibração. Os demais treinamentos que são do SGQ podem ser de leitura e interpretação da norma NBR ISO/IEC 17025, auditoria interna e incerteza de medição, que são ministrados por empresas especializadas neste seguimento.

Elaborou-se um Registro do sistema da qualidade RSQ-06 “Lista de Presença de Treinamento”, para demonstrar evidência de todos os treinamentos realizados pelo laboratório.

Elaborou-se também um Registro do sistema da qualidade RSQ-07 “Histórico Individual de Treinamento” para registro de todos os treinamentos realizados pelo colaborador, podendo ser através do laboratório ou de outra organização.

A Figura 6 mostra basicamente o processo de gestão de treinamento em um SGQ do laboratório.

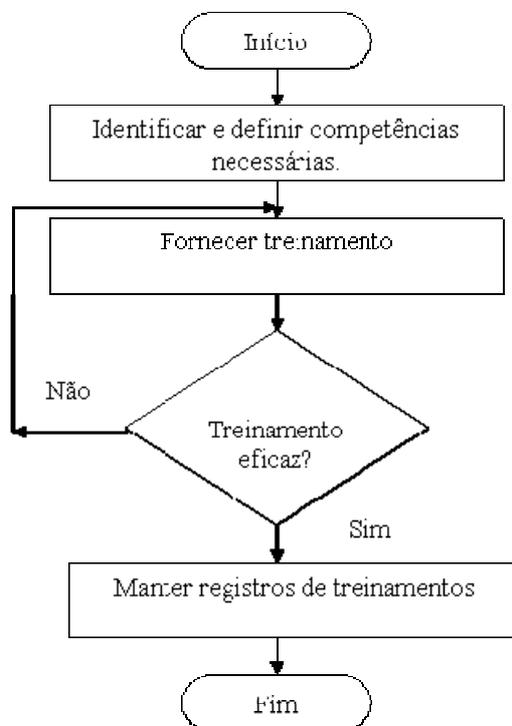


Figura 6 Fluxo do processo de gestão de treinamento

3.3.3 Acomodações e condições ambientais (Requisito 5.3)

Este requisito da norma NBR ISO/IEC 17025, estabelece que “o laboratório deve assegurar que as condições ambientais não invalidem os resultados ou afetem adversamente a qualidade requerida de qualquer medição” (ABNT, 2005).

Nas instalações do laboratório, devem-se levar em conta não apenas iluminação, temperatura e demais condições ambientais internas, mas, toda e qualquer condição que seja adequada para a realização correta dos ensaios e/ou calibrações, como exemplo, o monitoramento de outras atividades externas que podem provocar vibrações, variações na fonte de energia, níveis sonoros e

outras, as quais são denominadas de contaminação cruzada. Essas condições que determinam a qualidade dos ensaios e/ou calibrações devem estar documentadas no Manual da qualidade (MQ).

O laboratório deve manter registros de controle das condições ambientais que possam afetar a qualidade das análises, como exemplo a temperatura interna e a umidade relativa do ar, cujas especificações podem ser estabelecidas em função de documentos internos e/ou externos. Nos casos de desvios de especificações, as análises devem ser interrompidas, e ações corretivas devem ser tomadas.

3.3.4 Métodos de ensaio e calibração e validação de métodos (Requisito 5.4)

Este requisito da norma NBR ISO/IEC 17025, estabelece que “o laboratório deve utilizar métodos e procedimentos apropriados para todos os ensaios e/ou calibrações dentro do seu escopo” (ABNT, 2005).

Como já definido anteriormente, o escopo do LAADeg é “Realizar análises bioquímicas em águas e efluentes”, dentro do qual, devem ser tomadas todas as medidas como amostragem, manuseio e armazenamento para o atendimento técnico do escopo.

O laboratório deve manter documentado por meio de procedimentos e/ou instruções, todo o processo de operação e uso dos equipamentos e instrumentos de medição para a realização de ensaios e/ou calibrações. A documentação deve estar atualizada e disponível para consulta pelos técnicos de medição.

Os métodos de realização das análises geralmente podem ser definidos pelo cliente, em normas regionais, estaduais, nacionais e internacionais publicadas por organismos técnicos responsáveis e até pelo próprio laboratório, desde que sejam apropriados, documentados e validados para o uso. Em se

tratando de normas externas, as quais quando são utilizadas na íntegra para realização das análises, ou seja, os métodos de ensaios e/ou calibrações são realizados conformes e idênticos a uma instrução externa, torna-se desnecessário a edição de instruções internas do SGQ, o que na maioria das vezes isso não ocorre, devido às melhorias que são contínuas nas particularidades de cada análise em cada laboratório. Todo documento externo deve também ser controlado pelo laboratório, quanto a sua atualização disponível para o público.

O cliente sempre deve ser informado sobre qual foi o método adotado na realização de cada análise, podendo ser através dos laudos de avaliação.

Quaisquer desvios de especificações ou desvios sobre os métodos da realização de análises devem ser documentados e aprovados pelo cliente.

Elaboraram-se algumas Instruções do sistema da qualidade (ISQ) de ensaios no LAADEG, como as análises de Demanda bioquímica de oxigênio (DBO), Demanda química de oxigênio (DQO) e cloretos, com base na American Public Health Association - APHA (1998). O objetivo da elaboração das ISQ's foi de aprimorar as descrições de cada etapa de realização das análises, indicar os equipamentos de proteção individuais necessários à realização de cada análise e manter um quadro de interpretação de resultados em cada tipo de análise, fornecendo assim uma instrução mais clara e apropriada na realização de cada análise.

O requisito 5.4 da norma NBR ISO/IEC 17025, estabelece que “um laboratório de calibração ou um laboratório de ensaio que realiza suas próprias calibrações deve ter e deve aplicar um procedimento para estimar a incerteza de medição de todas as calibrações. Em alguns casos, a natureza do método de ensaio pode impedir o cálculo rigoroso e estatisticamente válido da incerteza de medição. Nesses casos, o laboratório deve pelo menos tentar identificar todos os componentes de incerteza e fazer uma estimativa razoável. O laboratório deve garantir que a forma de relatar o resultado não dê uma impressão errada da

incerteza. A estimativa razoável deve estar baseada no conhecimento do desempenho do método e no escopo da medição, e deve fazer uso, por exemplo, de experiência e dados de validação anteriores” (ABNT, 2005).

O nível de rigor necessário para uma estimativa da incerteza de medição depende de alguns fatores como os requisitos do método de ensaio, os requisitos do cliente e a existência de limites estreitos nos quais são baseadas as decisões sobre a conformidade a uma especificação.

Quando são utilizados computadores ou equipamentos automatizados para aquisição, processamento, registro, relato, armazenamento ou recuperação de dados de ensaio ou calibração, o laboratório deve assegurar que o software de computador desenvolvido pelo usuário esteja documentado e validado como adequado para uso.

3.3.5 Equipamentos (Requisito 5.5)

Neste requisito da norma NBR ISO/IEC 17025, é estabelecido que “o laboratório deve ser aparelhado com todos os equipamentos para amostragem, medição e ensaio requeridos para o desempenho correto dos ensaios e/ou calibrações, incluindo a amostragem, preparação dos itens de ensaios e/ou calibração e o processamento e análise dos dados de ensaio e/ou calibração” (ABNT, 2005).

Os equipamentos ou softwares que possuem efeito significativo sobre o resultado das análises, devem ser verificados ou calibrados. Estes devem ser operados por técnicos qualificados e autorizados, e devem ser protegidos contra ajustes que invalidariam os resultados finais das análises.

Instruções internas e/ou manuais de utilização e manutenção devem estar disponíveis no local de uso, para assegurar o seu correto funcionamento e para prevenir contaminações e desgaste prematuro.

Todo equipamento que apresentar desvio de medição além do especificado, não atender aos critérios de verificação ou calibração e que haja qualquer suspeita de desconfiança em seus resultados, deverá ser retirado de uso, identificado e armazenado em outro local.

3.3.6 Rastreabilidade de medição (Requisito 5.6)

Este requisito da norma NBR ISO/IEC 17025, estabelece que “todo equipamento utilizado em ensaios e/ou em calibrações, incluindo os equipamentos para medições auxiliares (por exemplo: condições ambientais), que tenha efeito significativo sobre a exatidão ou validade do resultado do ensaio, calibração ou amostragem, deve ser calibrado antes de entrar em serviço” (ABNT, 2005).

É importante que os equipamentos de medição que afetam diretamente ou indiretamente (como no caso de medições do ambiente interno) o resultado final das análises, apresentem uma boa exatidão e precisão nas determinações dos resultados das análises laboratoriais.

O processo de verificação e calibração (interna e externa) dos instrumentos e equipamentos do laboratório deve ser monitorado utilizando-se de um controle que descreve os códigos e descrição completa do instrumento como a capacidade e resolução daquele instrumento, datas de aquisição e vencimento da verificação / calibração, resultados da calibração externa e status de aprovação / reprovação do referido instrumento. O controle de instrumentos deve ainda, informar se o instrumento será verificado ou calibrado, afim de que possa distinguir a calibração interna da externa e também identificar quais serão os instrumentos necessários à calibração.

O laboratório deve estabelecer um programa e procedimento para a calibração dos seus equipamentos, para tanto se desenvolveu no LAADDEG um

Registro do sistema da qualidade RSQ-08 “Controle de verificação e calibração” que relacionou todos os equipamentos e instrumentos de medição existente no laboratório para controlar a sua verificação e calibração.

Para laboratórios acreditados, a periodicidade da calibração dos padrões de referência é acordada com o avaliador técnico do INMETRO. Porém, nada impede o laboratório, ao longo do tempo, de solicitar mediante a apresentação de um histórico de calibrações, o aumento dessa periodicidade. Nos intervalos definidos ele fará as verificações intermediárias que irão manter a confiança da calibração.

A análise estatística e gráfica do sistema de calibração poderá ser adotada com uso de cartas de controle para o monitoramento dos resultados das características mensuradas pelos instrumentos de medição. O Controle Estatístico do Processo (CEP) é uma ferramenta estatística poderosa no monitoramento de processos em geral.

Um sistema de controle do processo pode ser descrito como um sistema que se autoalimenta com informações que levarão à tomada de ações de controle e de melhoria. O CEP é um sistema desse tipo. Para se entender tal definição, (SOUZA; OLIVEIRA; CAMPOS, 2003) comentaram o conceito “Processo” como sendo o conjunto de causas que trabalhando articuladas, produzem um ou mais efeitos. Num laboratório pode-se definir processo como a combinação dos fornecedores, pessoas, equipamentos, materiais, métodos e ambientes que trabalham combinados a fim de produzir um resultado, conforme se apresenta na Figura 7 a seguir:

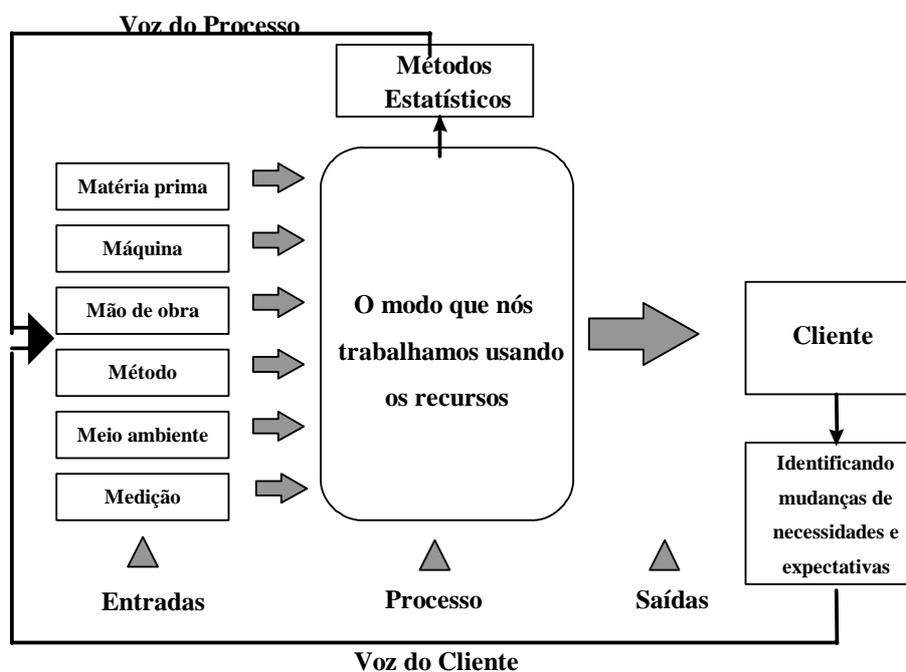
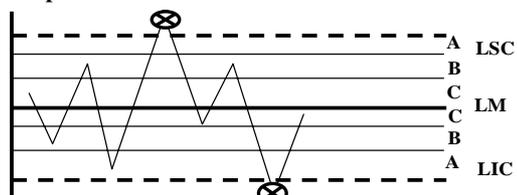


Figura 7 Sistema de Controle do Processo no laboratório

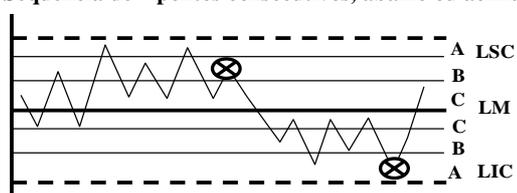
Nos gráficos de controle de monitoramento da verificação ou calibração de instrumentos de medição, pode-se utilizar para a avaliação da estabilidade do processo, a visualização de padrões não aleatórios que demonstram a identificação de causas especiais atuando no sistema de verificação ou calibração, conforme apresentado na Figura 8.

Padrões de não aleatoriedade do processo

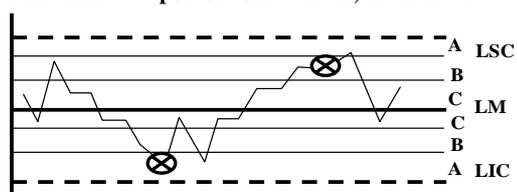
1º Um ponto fora dos Limites de Controle



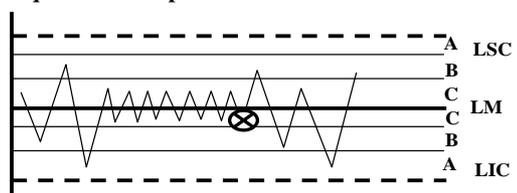
2º Sequência de 7 pontos consecutivos, abaixo ou acima do LM



3º Tendência de 7 pontos consecutivos, crescente ou decrescente



4º Sequência de 14 pontos consecutivos na faixa C



5º Dois em três pontos consecutivos na faixa A

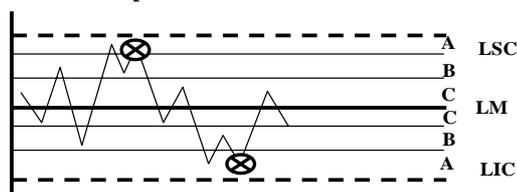


Figura 8 Padrões de não aleatoriedade do processo

Para análise dos gráficos das avaliações de calibrações a partir dos modelos apresentados na Figura 8, podem-se utilizar os métodos de Controle Estatístico do Processo (CEP), proposto por Souza, Oliveira e Campos (2003).

Para laboratórios de calibração, o programa de calibração do equipamento deve ser projetado e operado de forma que assegure que as calibrações e medições feitas pelo laboratório sejam rastreáveis ao Sistema Internacional de Unidades (SI).

Um laboratório de calibração estabelece a rastreabilidade ao SI dos seus próprios padrões e instrumentos de medição, por meio de uma cadeia ininterrupta de calibrações ou comparações, ligando-os aos padrões primários das unidades de medida correspondentes, ou seja, cada calibração é referenciada aos padrões e instrumentos que foram utilizados para essa calibração. Esses padrões e instrumentos devem ser calibrados e possuir certificados de outros laboratórios de calibração de instrumentos de medição para calibração.

A rastreabilidade dos laboratórios que fornecem serviços de calibração pode ser evidenciada por meio dos certificados de calibração, emitidos por laboratórios credenciados ao SGQ em NBR ISO/IEC 17025.

Para laboratórios de ensaio, a rastreabilidade ao SI se restringe aos equipamentos de medição e ensaio utilizados com funções de medição, exceto nos casos em que a calibração pouco contribui para a incerteza total do resultado.

Os padrões de referência do laboratório, os quais são utilizados restritamente para calibração de outros instrumentos, devem ser calibrados por organismo que possa prover rastreabilidade ao SI. Os padrões de referência são materiais especiais e devem ser tratados com o maior cuidado possível, pois representam à capacidade de medição do laboratório. Convém manter procedimentos para o manuseio dos padrões de referência.

3.3.6.1 Preparação das amostras de água para realização de estudos estatísticos

Objetivando demonstrar a aplicação de estudos estatísticos em instrumentos de medição, a partir da construção de gráficos de controle e avaliação de índices estatísticos para avaliação da capacidade potencial (C_p) e de desempenho (C_{pk}) do instrumento de medição, foram utilizadas amostras padrões e amostras reais, preparadas para atingir o máximo possível da extensão da capacidade do instrumento de medição.

Os instrumentos utilizados para realização dos estudos estatísticos são relacionados a seguir:

- a) Espectrofotômetro para medição de cor com resolução (R) de 1 mg L^{-1} de PtCo e capacidade de 5 a 500 mg L^{-1} de PtCo;
- b) Turbidímetro “A” para medição de turbidez com R de 0,01 UNT e capacidade de 0 a 1000 UNT;
- c) Turbidímetro “B” para medição de turbidez com R de 0,01; 0,1 e 1 UNT variada de acordo com a faixa de medição e com capacidade de 0 a 1000 UNT;

Realizaram-se estudos estatísticos a partir de dados obtidos de trinta medições de soluções padrões para os turbidímetros “A” e “B”, sendo que para o turbidímetro “A” (FIGURA 9), utilizou-se a solução padrão original de $203,0 \pm 7\%$ UNT (188,79 a 217,21 UNT) e para o turbidímetro “B” (FIGURA 10), utilizaram-se as soluções padrões originais de 0,80; 8,00 e 80,0 UNT.

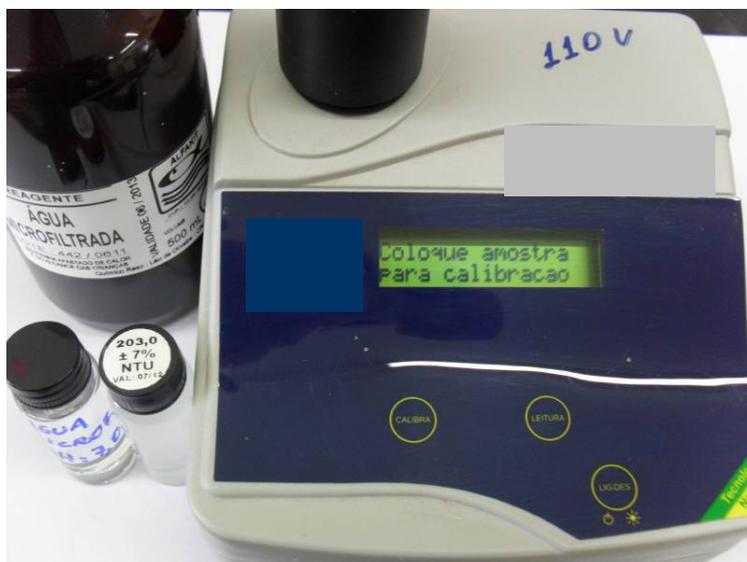


Figura 9 Turbidímetro “A” com a solução padrão de $203,0 \pm 7\%$ UNT



Figura 10 Turbidímetro “B” com as soluções padrões de 0,80; 8,00 e 80,0 UNT

Para a manipulação das amostras na dosagem do pH, utilizou-se o peagâmetro com resolução de 0,01 e capacidade de 0 a 14 (FIGURA 11), sendo realizada a calibração do peagâmetro com as soluções padrões com pH 4,0; 7,0 e 9,2 antes de iniciar as medições.



Figura 11 Peagâmetro com as soluções padrões de pH 4,0; 7,0 e 9,2

Na preparação da primeira amostra com obtenção do pH 1,9 obedeceu-se o procedimento a seguir:

- em uma proveta coletaram-se 100 mL de água destilada com pH 7,1;
- por titulação acrescentou-se 0,10 mL de ácido sulfúrico;
- acrescentou-se 0,10 mL de azul de metileno;
- obteve-se o valor de pH da amostra de 1,9.

Na preparação da segunda amostra com obtenção do pH 7,0 obedeceu-se o seguinte procedimento:

- a) em uma proveta coletaram-se 100 mL de água destilada com pH 7,1;
- b) acrescentou-se 0,05 mL de azul de metileno;
- c) obteve-se o valor de pH da amostra de 7,0.

Na preparação da terceira amostra com obtenção do pH 13,4 obedeceu-se o seguinte procedimento:

- a) em uma proveta coletaram-se 100 mL de água destilada com pH 7,1;
- b) por titulação acrescentou-se 2 mL de hidróxido de sódio 40%;
- c) acrescentou-se 0,30 mL de indicador metilorange;
- d) obteve-se o valor de pH da amostra de 13,4.

Para a medição da cor das amostras preparadas, calibrou-se o espectrofotômetro (FIGURA 12) a partir da solução padrão “água microfiltrada” com pH 7,0 e após, realizaram-se trinta medições de cada amostra com pH 1,9; 7,0 e 13,4 para a elaboração dos estudos estatísticos.

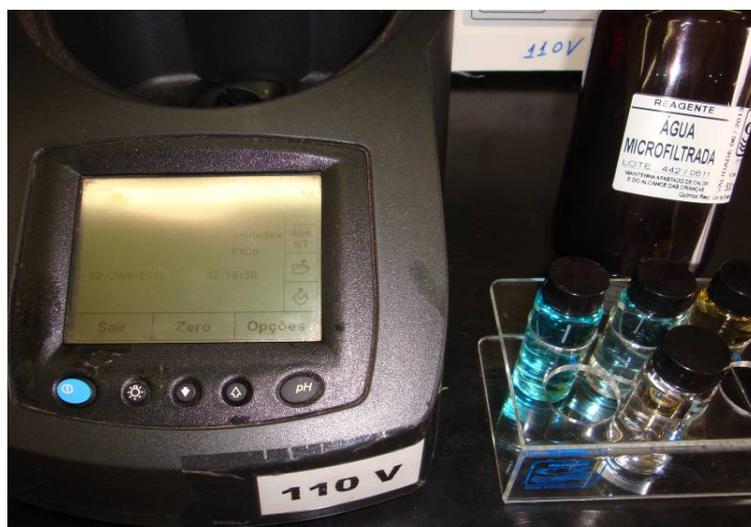


Figura 12 Espectrofotômetro com as amostras manipuladas no pH

Para a medição da turbidez das amostras preparadas, calibrou-se o turbidímetro “A” a partir da solução padrão de 203 UNT \pm 7% e após, realizaram-se trinta medições de cada amostra com pH 1,9; 7,0 e 13,4 para a elaboração dos estudos estatísticos. As trinta medições da amostra com pH 1,9, apresentaram valores iguais a zero UNT. As demais amostras com pH 7,0 e 13,4 apresentaram valores para a realização dos estudos estatísticos.

Para a medição da turbidez das amostras preparadas, calibrou-se o turbidímetro “B” a partir das soluções padrões de 0,10; 0,80; 8,00; 80,0 e 1000 UNT e após, realizaram-se trinta medições de cada amostra com pH 1,9; 7,0 e 13,4 para a elaboração dos estudos estatísticos.

Além das medições a partir das soluções padrões e das amostras manipuladas em relação ao pH, também foi coletada amostra de água turva, sendo a mesma diluída com água destilada em proporções diferentes, para atingir turvação menor, intermediária e maior, objetivando abranger a extensão da faixa de medição de cor através do espectrofotômetro.

Para a medição da cor a partir das amostras turvas, calibrou-se o espectrofotômetro a partir da solução padrão “água microfiltrada” com pH 6,7 e após, realizaram-se trinta medições de cada amostra para a elaboração dos estudos estatísticos.

Para a medição da turbidez das amostras de turvas, calibrou-se o turbidímetro “A” a partir da solução padrão de 203 UNT \pm 7% e após, realizaram-se trinta medições de cada amostra para a elaboração dos estudos estatísticos.

Para a medição da turbidez das amostras de turvas, calibrou-se o turbidímetro “B” a partir das soluções padrões de 0,10; 0,80; 8,00; 80,0 e 1000 UNT e após, realizaram-se trinta medições de cada amostra para a elaboração dos estudos estatísticos.

Todos os valores obtidos a partir das leituras dos instrumentos em estudo são apresentados no ANEXO – A.

3.3.7 Amostragem (Requisito 5.7)

Neste requisito da norma NBR ISO/IEC 17025, estabelece que “o laboratório deve ter um plano e procedimento para amostragem, quando ele realiza amostragem de substâncias, materiais ou produtos para ensaio ou calibração subsequente” (ABNT, 2005). Esse plano e procedimento para amostragem devem estar disponíveis no local de uso. Os planos devem sempre que viáveis, ser baseados em métodos estatísticos apropriados.

Convém que os procedimentos de amostragem descrevam a seleção, o plano de amostragem, a retirada e a preparação de uma amostra ou amostras de uma substância, material ou produto para produzir a informação requerida.

3.3.8 Manuseio de itens de ensaio e calibração (Requisito 5.8)

Este requisito da norma NBR ISO/IEC 17025, estabelece que “o laboratório deve ter procedimentos para o transporte, recebimento, manuseio, proteção, armazenamento, retenção e/ou remoção dos itens de ensaio e/ou calibração, incluindo todas as providências necessárias para a proteção da integridade do item de ensaio ou calibração e para a proteção dos interesses do laboratório e do cliente” (ABNT, 2005).

O laboratório também deve ter um sistema para identificação de itens de ensaio e/ou calibração, enquanto estes permanecerem no laboratório. A identificação deve ser adequada, de maneira que evite a mistura de amostras e reagentes.

Na entrega das amostras pelos clientes ao laboratório, este deverá registrar a sua entrada e todas as informações pertinentes à realização do ensaio devem ser registradas, de maneira que não haja dúvidas nas análises laboratoriais.

As instalações do laboratório devem permitir um adequado armazenamento das amostras, afim de que possam ser evitadas deteriorações nas mesmas, já que se trata de matéria-prima, a qual deverá ser conservada para a conclusão dos resultados dos ensaios. Convém a elaboração de procedimento para recebimento de amostras.

Convém que o laboratório forneça aos responsáveis pela coleta, transporte e entrega das amostras, instruções detalhadas de como proceder nas atividades referentes a esta etapa primordial para um resultado com maior exatidão.

3.3.9 Garantia da qualidade de resultados de ensaio e calibração (Requisito 5.9)

Neste requisito da norma NBR ISO/IEC 17025, é estabelecido que “o laboratório deve ter procedimentos de controle da qualidade para monitorar a validade dos ensaios e calibrações realizados” (ABNT, 2005).

Os dados resultantes devem ser registrados de forma que as tendências sejam detectáveis e, quando praticável, devem ser aplicadas técnicas estatísticas para a análise crítica dos resultados. Os dados do controle de qualidade devem ser analisados e, quando estiverem fora dos critérios pre-definidos, deve ser tomada ação planejada para corrigir o problema e evitar que resultados incorretos sejam relatados.

3.3.10 Apresentação dos resultados (Requisito 5.10)

Neste requisito da norma NBR ISO/IEC 17025, estabelece que “o laboratório deve apresentar laudos relatados com exatidão, clareza, objetividade, sem ambigüidade e de acordo com quaisquer instruções específicas nos métodos de ensaio ou calibração” (ABNT, 2005).

Cada relatório de ensaio ou certificado de calibração deve incluir, a menos que o laboratório tenha razões válidas para não fazê-lo, pelo menos as seguintes informações:

- a) um título ("Relatório de ensaio" ou "Certificado de calibração");
- b) nome e endereço do laboratório e o local onde os ensaios e/ou calibrações foram realizados, se diferentes do endereço do laboratório;
- c) identificação unívoca do relatório de ensaio ou certificado de calibração (tal como número de série), e em cada página uma identificação que assegure que a página seja reconhecida como uma parte do relatório de ensaio ou do certificado de calibração, e uma clara identificação do final do relatório de ensaio ou certificado de calibração;
- d) nome e endereço do cliente;
- e) identificação do método utilizado;
- f) uma descrição, condição e identificação não ambígua, do(s) item(s) ensaiado(s) ou calibrado(s);
- g) data do recebimento do(s) item(s) de ensaio ou de calibração, quando isso for crítico para a validade e aplicação dos resultados, e a(s) data(s) da realização do ensaio ou calibração;

- h) referência ao plano e procedimentos de amostragem utilizados pelo laboratório ou por outros organismos, quando estes forem pertinentes para a validade ou aplicação dos resultados;
- i) resultados do ensaio ou calibração com as unidades de medida, onde apropriado;
- j) nome(s), função(ões) e assinatura(s) ou identificação equivalente da(s) pessoa(s) autorizada(s) para emissão do relatório de ensaio ou do certificado de calibração;
- k) onde pertinente, uma declaração de que os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou calibrados.

Quando são incluídas opiniões e interpretações, o laboratório deve documentar as bases nas quais as opiniões e interpretações foram feitas. As opiniões e interpretações devem ser claramente destacadas como tais no relatório de ensaio e não ser confundidas com resultados das análises laboratoriais.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Requisitos da Direção e Técnicos

Magalhães e Noronha (2008) comentaram que o Laboratório de Metrologia Dimensional da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), não atendeu ao requisito 4.1.5 “c” da norma NBR ISO/IEC 17025, que solicita a proteção de informações confidenciais do laboratório. No caso do LAADEG, é necessário proteger todos os arquivos eletrônicos do SGQ, para evitar a alteração indevida nos documentos e também atender a esse requisito da referida norma.

4.1.1 Sistema da Qualidade

O requisito 4.2 “Sistema da Qualidade” é o primeiro requisito da norma NBR ISO/IEC 17025, que requer a elaboração dos documentos do SGQ para o atendimento dos requisitos da referida norma, relacionados à direção (ABNT, 2005).

No caso do Laboratório de Metrologia Dimensional da UNIFEI, foram avaliados alguns requisitos técnicos e de direção da norma NBR ISO/IEC 17025. Nos requisitos de direção, sugere que se tenha uma reorganização, de maneira que haja um monitoramento dos trabalhos, levando assim há um diagnóstico completo do laboratório e propondo e viabilizando projeto de melhorias, e se necessário, tomar ações corretivas ou preventivas (MAGALHÃES; NORONHA, 2006).

No caso do LAADEG, até a presente data o laboratório não se submeteu a auditoria de homologação. Deve-se então dar especial atenção aos requisitos da direção, pois conforme Magalhães e Noronha (2006), a falha no monitoramento de ações é um ponto forte para evidências de não conformidade.

A ação corretiva deve ser executada com intuito de prevenir a repetição de ação indesejada nos processos de medição. Quando realizada devem ser levados em consideração fatores como a política de tratamento a esta ação e os procedimentos necessários para a execução da mesma. São procedimentos úteis na realização da ação corretiva:

- a) investigação da causa, procurando desvendar os princípios causadores do problema;
- b) avaliação da amplitude do problema;
- c) seleção e implementação da ação corretiva ideal ao problema.

Se houver necessidade, realizar uma auditoria adicional, caso seja colocada em risco a política e a confiabilidade do laboratório.

A ação preventiva deve ser feita para prevenir a ocorrência de problemas e riscos no laboratório. Deve ser identificado à necessidade de implantar ou monitorar ações a fim de evitar a ocorrência. A sua frequência deve ser ditada conforme o volume e pelas condições existentes no laboratório.

A Política da qualidade (PQ) é o documento pelo qual a direção do laboratório expressa através de declaração formal, quais são as intenções desta no seguimento de um SGQ e principalmente a busca do certificado no sistema de gestão proposto. A PQ é uma declaração que rege os demais documentos do SGQ dando sempre a direção “norte” no qual o laboratório deseja seguir.

Como a PQ é um documento que deve estar disponível aos colaboradores internos e ao público externo, na Figura 13 visualiza-se a PQ do LAADEG que foi elaborada visando atender ao requisito 4.2 da norma NBR ISO/IEC 17025 e aos interesses do laboratório.

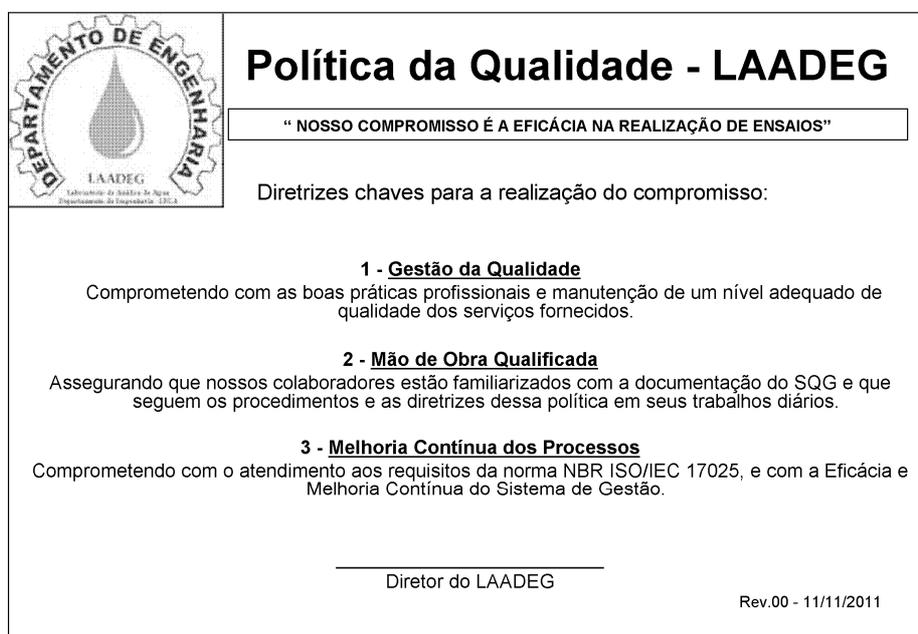


Figura 13 Política da qualidade do LAADEG

Para o início dos trabalhos de implementação do SGQ em NBR ISO/IEC 17025, é necessário que a direção do LAADEG analise e aprove a PQ proposta inicialmente. Na necessidade de revisão da PQ por interesses internos do laboratório, deve-se observar as exigências determinadas no requisito 4.2 da norma NBR ISO/IEC 17025 quanto a adequação da descrição dos textos na PQ.

Ferreira Gomide e Quilici (2003) relataram a importância da organização em comunicar internamente as suas políticas, procedimentos e requisitos da qualidade. No LAADEG, a política da qualidade deverá ser disponibilizada ao público e principalmente aos colaboradores internos, os quais deverão ser treinados quanto a sua importância. Os colaboradores devem aplicar os conceitos da PQ, em suas atividades diárias.

É necessário também que, pelo menos uma vez ao ano, a PQ seja analisada na reunião de análise crítica pela direção. Poderá existir necessidade

de revisão da PQ, devido a interesses internos de melhoria no desempenho do laboratório e devido a uma possível revisão na norma NBR ISO/IEC 17025 no que se refere a este requisito. Desde que necessário, os objetivos da qualidade descritos no Manual da qualidade (MQ) deverão ser adequados a uma nova revisão da PQ.

O MQ é o documento que rege o SGQ de um laboratório. É necessário que este documento contemple as informações mais relevantes sobre a estrutura do LAADEG, como organograma do laboratório, tipos de análises bioquímicas realizadas, referências às tecnologias de seus equipamentos, aspectos e ações ligadas à gestão ambiental e segurança do trabalho, ou seja, além de ser um documento que atenda a este requisito 4.2 da norma NBR ISO/IEC 17025, seja uma macro referência visível do que o laboratório representa e no que este consegue atender as necessidades de seus clientes e também pode ser utilizado como documento de apresentação para conquista de novos clientes.

Magalhães e Noronha (2008) comentaram que o Laboratório de Metrologia Dimensional da UNIFEI, atendeu ao requisito 4.2 da norma NBR ISO/IEC 17025, que solicita o estabelecimento de um manual da qualidade (MQ). A evidência para o seu atendimento é o MQ documentado e implementado, contendo a PQ, objetivos da qualidade, referência aos procedimentos, atribuições e responsabilidades.

No caso do LAADEG, o MQ se encontra elaborado para atender ao requisito 4.2 da norma. Na Figura 14 visualiza-se o MQ do LAADEG que foi elaborado objetivando a atender este requisito 4.2 da norma NBR ISO/IEC 17025.

| | | | |
|---|----------------------------|------------|---------------|
|  | MANUAL DA QUALIDADE | | MQ Rev. 00 |
| <p>1. APRESENTAÇÃO</p> | | | |
| <p>O Laboratório de Análise de Água e Efluente do Departamento de Engenharia (LAADEG) é um laboratório pertencente à Universidade Federal de Lavras (UFLA) que oferece serviços de amostragem ou ensaio em “Águas superficiais ou subterrâneas e Efluentes líquidos” com registro na Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM).</p> | | | |
| <p>2. ESCOPO</p> | | | |
| <p>O escopo do Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) do LAADEG é "<i>Realizar análises físicas, químicas e biológicas em águas e efluentes líquidos</i>".</p> | | | |
| <p>3. POLITICA DA QUALIDADE</p> | | | |
| <p>A divulgação da Política da Qualidade (PQ) deve ser feita por meio de comunicações internas, quadros e integração de novos funcionários.</p> | | | |
| <p>A PQ é implementada e mantida através do Manual da Qualidade (MQ). A Alta Direção tem a responsabilidade de analisar o atendimento e adequação à mesma durante reuniões de análise crítica pela alta direção.</p> | | | |
| <p>A Política da Qualidade do LAADEG é:</p> | | | |
| <p>“NOSSO COMPROMISSO É A EFICÁCIA NA REALIZAÇÃO DE ENSAIOS” Diretrizes chaves para a realização do compromisso:</p> <p>1 - Gestão da Qualidade Comprometendo com as boas práticas profissionais e a manutenção de um nível adequado de qualidade dos serviços fornecidos.</p> <p>2 - Mão de Obra Qualificada Assegurando que nossos colaboradores estão familiarizados com a documentação do SQG e que seguem os procedimentos e as diretrizes dessa política em seus trabalhos diários.</p> <p>3 - Melhoria Contínua dos Processos Comprometendo com o atendimento aos requisitos da norma NBR ISO/IEC17025, e com a Eficácia e Melhoria Contínua do Sistema de Gestão.</p> <p style="text-align: right;">Rev.00 – 11/11/2011</p> | | | |
| <p>4. OBJETIVOS DA QUALIDADE</p> | | | |
| <p>Os objetivos da qualidade do LAADEG estão definidos para assegurar um bom desempenho do SGQ e devem ser monitorados periodicamente quanto a sua adequação e eficácia. A seguir são descritos os objetivos da qualidade definidos pelo LAADEG.</p> | | | |
| ELABORADO POR: | APROVADO POR: | DATA: | PAGINA: |
| REPRESENTANTE DA DIREÇÃO | DIRETORIA | 11/11/2011 | 1/2 |

Figura 14 Manual da qualidade (...continua...)

| | | |
|---|----------------------------|---------------|
|  | MANUAL DA QUALIDADE | MQ Rev. 00 |
|---|----------------------------|---------------|

| PROCESSOS | OBJETIVOS DA QUALIDADE |
|-----------|--|
| Gestão | Manutenção e melhoria do SGQ |
| Chave | Manter e melhorar a qualidade das análises |
| Apoio | Suporte ao processo chave |

5. RESPONSABILIDADE DA DIREÇÃO

As responsabilidades da Alta Direção são determinadas a seguir:

- Estabelecer a PQ e os objetivos da qualidade;
- Assegurar que são estabelecidos no LAADEG os processos de comunicação para o entendimento da PQ e da eficácia do SGQ;
- Garantir a disponibilidade de recursos necessários para implementar e manter o SGQ e aumentar a satisfação de clientes mediante o atendimento de seus requisitos.

5.1. REPRESENTANTE DA DIREÇÃO

A Alta Direção do LAADEG indica o Sr. _____ para a posição de Representante da Direção sendo que, independente de outras responsabilidades, deve ter e demonstrar responsabilidade e autoridade para:

- a) Assegurar que os processos necessários para o SGQ sejam implementados e mantidos;
- b) Relatar a Alta Direção o desempenho e qualquer melhoria no SGQ e;
- c) Promover a conscientização sobre os requisitos do cliente em toda a organização.

5.2. COMUNICAÇÃO INTERNA

A comunicação sobre a eficácia do SGQ deve ser feita através da divulgação dos indicadores, seus objetivos e metas a todos os colaboradores através de reuniões, informativos e conscientização.

5.3. ANÁLISE CRÍTICA PELA DIREÇÃO

Análises críticas pela Alta Direção devem ser realizadas conforme planejamento visando o grau de implantação e adequação do SGQ, bem como sua eficácia, além do atendimento à PQ e seus objetivos, bem como à sua contínua adequação.

6. PROCEDIMENTOS E INSTRUÇÕES DO SGQ (LAADEG)

| Código | Titulo |
|--------|--------|
| | |

Obs.: Para a dissertação, a relação de procedimentos e instruções será apresentada no requisito 4.3 Controle de Documentos.

| | | | |
|--------------------------|---------------|------------|---------|
| ELABORADO POR: | APROVADO POR: | DATA: | PAGINA: |
| REPRESENTANTE DA DIREÇÃO | DIRETORIA | 11/11/2011 | 2/2 |

Figura 14 Manual da qualidade

4.1.2 Controle de documentos

O requisito 4.3 “Controle de documentos” é o requisito da norma NBR ISO/IEC 17025, que requer o controle da elaboração, revisão e distribuição dos documentos do SGQ.

Magalhães e Noronha (2008) comentaram que o Laboratório de Metrologia Dimensional da UNIFEL, não atendeu ao requisito 4.3 da norma NBR ISO/IEC 17025, que solicita a existência de lista mestra para o controle de documentos.

No caso do LAADEG, a lista mestra se encontra preenchida com os documentos elaborados até a presente data, necessitando de atualizá-la após a conclusão das demais instruções de ensaios e calibrações necessárias.

Na Tabela 2 visualiza-se a lista mestra de documentos do SGQ do LAADEG que foi elaborada objetivando a atender este requisito 4.3 da norma NBR ISO/IEC 17025.

Tabela 2 Lista mestra de documentos do SGQ

|  | <i>LISTA MESTRA DE DOCUMENTOS DO SGQ</i> | | | |
|---|---|------------------|----------------|---------------|
| | Código | Descrição | Nº Rev. | Origem |
| PQ | Política da qualidade | 00 | Interna | - |
| MQ | Manual da qualidade | 00 | Interna | - |
| ISQ-01 | Análise de cloretos | 00 | Interna | - |
| ISQ-02 | Demanda bioquímica de oxigênio | 00 | Interna | - |
| ISQ-03 | Demanda química de oxigênio | 00 | Interna | - |
| RSQ-01 | Avaliação de fornecedores | 00 | Interna | - |
| RSQ-02 | Pesquisa de satisfação de clientes | 00 | Interna | - |
| RSQ-03 | Ficha de ação corretiva / preventiva | 00 | Interna | - |
| RSQ-04 | Ata de reunião de análise crítica | 00 | Interna | - |
| RSQ-05 | Descrição de cargos e atividades | 00 | Interna | - |
| RSQ-06 | Lista de presença de treinamento | 00 | Interna | - |
| RSQ-07 | Histórico individual de treinamento | 00 | Interna | - |
| RSQ-08 | Controle de verificação e calibração | 00 | Interna | - |
| NBR ISO/ IEC17025 | Requisitos gerais para competência laboratórios de ensaios e calibração | 01 2005 | Externa | 11/11/11 |
| 357/2005 | Resolução CONAMA | 2005 | Externa | 11/11/11 |
| 430/2011 | Resolução CONAMA | 2011 | Externa | 11/11/11 |
| 518/2004 | Portaria do Ministério da Saúde | 2004 | Externa | 11/11/11 |
| COPAM/CE RH nº1 | Deliberação Normativa Conjunta - COPAM / CERH | 2008 | Externa | 11/11/11 |

Nota: Os documentos listados anteriormente não são aplicados no LAAD/DEG, devendo-se ainda iniciar os treinamentos necessários e suas atividades descritas.

É necessário que após a elaboração de todos os documentos do SGQ, estes sejam referenciados entre si mesmos, objetivando maior controle como exemplo na referência de uma instrução em um determinado procedimento. Na hipótese de cancelamento da instrução, o procedimento será revisado com a eliminação da citação daquela instrução.

É necessário que todos os documentos de origem externa necessários ao SGQ do LAADEG, sejam consultados periodicamente quanto a sua revisão, como exemplo a norma NBR ISO/IEC 17025, que atualmente se encontra na revisão do ano de 2005.

Após a edição de todos os documentos do SGQ, é necessário que a direção o LAADEG faça análise crítica e aprove a documentação antes de sua distribuição, mantendo sempre disponível a sua revisão mais atual no local de trabalho.

4.1.3 Aquisição de serviços e suprimentos

O requisito 4.6 “Aquisição de serviços e suprimentos” é o requisito da norma NBR ISO/IEC 17025, que requer o controle da qualidade dos materiais adquiridos (ABNT, 2005).

Magalhães e Noronha (2008) comentaram que o Laboratório de Metrologia Dimensional da UNIFEI, não atendeu ao requisito 4.6 da norma NBR ISO/IEC 17025, que solicita a existência de registro para avaliação de fornecedores.

Para o LAADEG, através da Tabela 3 é visualizado o Registro do sistema da qualidade, sob o código RSQ-01 “Avaliação de Fornecedores” que foi elaborado objetivando a atender este requisito 4.6 da norma NBR ISO/IEC 17025, para a avaliação periódica de fornecedores de produtos e/ou serviços.

“Tabela 3, conclusão”

| | | Avaliação de Fornecedores | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|--------------------|---------------------------|-------|-------|-------------|--------------|-------|-------|-------------|---------|--------------|-------|-------|-------------|--------------|-------|-------|-------------|---------|
| | | 2012 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fornecedor | Material Fornecido | 1o Trimestre | | | | 2o Trimestre | | | | Decisão | 3o Trimestre | | | | 4o Trimestre | | | | Decisão |
| | | Qualidade | Preço | Prazo | Atendimento | Qualidade | Preço | Prazo | Atendimento | | Qualidade | Preço | Prazo | Atendimento | Qualidade | Preço | Prazo | Atendimento | |
| Pyrex | Vidraria | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Satelit | Vidraria | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Vidrolabor | Vidraria | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Crítérios de Avaliação dos Fornecedores :

Nos campos Prazo , Comercial , Qualidade e Pós-Vendas classificar conforme abaixo :

0 - Ruim ; 5- Bom ; 10 - Ótimo

No campo decisão será considerado necessário envio de reclamação formal ao(s) fornecedores que estiverem por dois semestres com classificação R , quando estiver como "B" ou "O" não será necessário envio de reclamação

Data: ___ / ___ / _____

RSQ-01 / Rev.00

É necessário que todos os fornecedores de equipamentos e instrumentos de medição e aqueles de contratação de serviços de calibração para o LAADeg, possuam certificados no SGQ em NBR ISO/IEC 17025. Esses certificados devem ser mantidos pelo LAADeg para evidenciar o seu atendimento.

É necessário que todos os fornecedores de reagentes do LAADeg, emitam certificados de qualidade dos reagentes fornecidos. Esses certificados devem ser mantidos pelo LAADeg para evidenciar o seu atendimento.

4.1.4 Atendimento ao cliente

O requisito 4.7 “Atendimento ao cliente” é o requisito da norma NBR ISO/IEC 17025, que requer a adoção de medidas de verificação da satisfação do

cliente (ABNT, 2005). Uma maneira eficaz de verificar a satisfação do cliente é através de uma pesquisa formal.

Magalhães e Noronha (2008) comentaram que o Laboratório de Metrologia Dimensional da UNIFEI, atendeu ao requisito 4.7 da norma NBR ISO/IEC 17025, que solicita o estabelecimento de uma pesquisa de satisfação dos clientes.

Para o LAADEG, através da Figura 15 visualiza-se o Registro do sistema da qualidade, sob o código RSQ-02 “Pesquisa de satisfação do cliente” do LAADEG que foi elaborado objetivando a atender este requisito 4.7 da norma NBR ISO/IEC 17025, para a avaliação periódica da satisfação de seus clientes, quanto a atendimento, comunicação, qualidade e pontualidade.

|  | Pesquisa de Satisfação do Cliente | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|----|--------------|---|---|------------------|---|---|--------------|---|---|---|--------------------|--|--|--------------|--|--|------------------|--|--|--------------|--|
| Empresa: | <input style="width: 95%;" type="text"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nome: | <input style="width: 95%;" type="text"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Função | <input style="width: 95%;" type="text"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Data: | <input style="width: 100px;" type="text"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Meio de envio de Pesquisa: | <input type="checkbox"/> Entrevista <input type="checkbox"/> Solicitação Telefônica | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ATENDIMENTO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LAADEG | <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">10</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">9</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">8</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">7</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">6</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">5</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">4</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">3</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">2</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">1</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">Muito Satisfatório</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">Satisfatório</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">Não Satisfatório</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Não Avaliado</td> </tr> </table> | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | Muito Satisfatório | | | Satisfatório | | | Não Satisfatório | | | Não Avaliado | |
| 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | | | | | | | | | | | | | |
| Muito Satisfatório | | | Satisfatório | | | Não Satisfatório | | | Não Avaliado | | | | | | | | | | | | | | |
| Melhor Concorrente | <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">10</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">9</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">8</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">7</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">6</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">5</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">4</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">3</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">2</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">1</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">Muito Satisfatório</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">Satisfatório</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">Não Satisfatório</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Não Avaliado</td> </tr> </table> | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | Muito Satisfatório | | | Satisfatório | | | Não Satisfatório | | | Não Avaliado | |
| 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | | | | | | | | | | | | | |
| Muito Satisfatório | | | Satisfatório | | | Não Satisfatório | | | Não Avaliado | | | | | | | | | | | | | | |
| COMUNICAÇÃO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LAADEG | <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">10</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">9</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">8</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">7</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">6</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">5</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">4</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">3</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">2</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">1</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">Muito Satisfatório</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">Satisfatório</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">Não Satisfatório</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Não Avaliado</td> </tr> </table> | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | Muito Satisfatório | | | Satisfatório | | | Não Satisfatório | | | Não Avaliado | |
| 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | | | | | | | | | | | | | |
| Muito Satisfatório | | | Satisfatório | | | Não Satisfatório | | | Não Avaliado | | | | | | | | | | | | | | |
| Melhor Concorrente | <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">10</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">9</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">8</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">7</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">6</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">5</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">4</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">3</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">2</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">1</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">Muito Satisfatório</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">Satisfatório</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">Não Satisfatório</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Não Avaliado</td> </tr> </table> | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | Muito Satisfatório | | | Satisfatório | | | Não Satisfatório | | | Não Avaliado | |
| 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | | | | | | | | | | | | | |
| Muito Satisfatório | | | Satisfatório | | | Não Satisfatório | | | Não Avaliado | | | | | | | | | | | | | | |
| QUALIDADE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LAADEG | <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">10</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">9</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">8</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">7</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">6</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">5</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">4</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">3</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">2</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">1</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">Muito Satisfatório</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">Satisfatório</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">Não Satisfatório</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Não Avaliado</td> </tr> </table> | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | Muito Satisfatório | | | Satisfatório | | | Não Satisfatório | | | Não Avaliado | |
| 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | | | | | | | | | | | | | |
| Muito Satisfatório | | | Satisfatório | | | Não Satisfatório | | | Não Avaliado | | | | | | | | | | | | | | |
| Melhor Concorrente | <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">10</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">9</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">8</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">7</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">6</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">5</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">4</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">3</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">2</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">1</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">Muito Satisfatório</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">Satisfatório</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">Não Satisfatório</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Não Avaliado</td> </tr> </table> | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | Muito Satisfatório | | | Satisfatório | | | Não Satisfatório | | | Não Avaliado | |
| 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | | | | | | | | | | | | | |
| Muito Satisfatório | | | Satisfatório | | | Não Satisfatório | | | Não Avaliado | | | | | | | | | | | | | | |
| PONTUALIDADE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LAADEG | <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">10</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">9</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">8</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">7</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">6</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">5</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">4</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">3</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">2</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">1</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">Muito Satisfatório</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">Satisfatório</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">Não Satisfatório</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Não Avaliado</td> </tr> </table> | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | Muito Satisfatório | | | Satisfatório | | | Não Satisfatório | | | Não Avaliado | |
| 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | | | | | | | | | | | | | |
| Muito Satisfatório | | | Satisfatório | | | Não Satisfatório | | | Não Avaliado | | | | | | | | | | | | | | |
| Melhor Concorrente | <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">10</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">9</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">8</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">7</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">6</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">5</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">4</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">3</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">2</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">1</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">0</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">Muito Satisfatório</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">Satisfatório</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">Não Satisfatório</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Não Avaliado</td> </tr> </table> | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | Muito Satisfatório | | | Satisfatório | | | Não Satisfatório | | | Não Avaliado | |
| 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | | | | | | | | | | | | | |
| Muito Satisfatório | | | Satisfatório | | | Não Satisfatório | | | Não Avaliado | | | | | | | | | | | | | | |
| COMENTÁRIOS: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <input style="width: 95%; height: 20px;" type="text"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <input style="width: 95%; height: 20px;" type="text"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

RSQ-02 Rev.00

Figura 15 Pesquisa de satisfação do cliente

É necessário que o LAADEG faça pesquisa de satisfação de seus clientes periodicamente, pelo menos uma vez ao ano. O LAADEG deve solicitar justificativas de seus clientes quando as notas forem abaixo do valor cinco ou quando estas apresentarem-se inferiores as notas do melhor concorrente.

4.1.5 Reclamações

O requisito 4.8 “Reclamações” é o requisito da norma NBR ISO/IEC 17025, que requer a adoção de medidas corretivas para reclamações de clientes ou outras partes interessadas como a sociedade (ABNT, 2005).

Um método eficaz de identificar causas que podem levar a alguma não conformidade com os requisitos especificados e conseqüentemente vir a existir a reclamação, é a análise que se deve realizar através de um diagrama denominado Ishikawa, como pode ser visto na Figura 16.

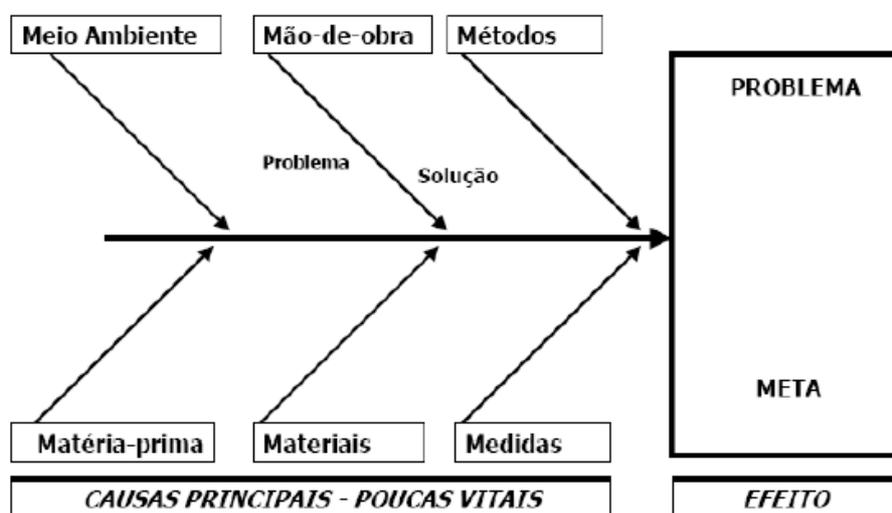


Figura 16 Diagrama Ishikawa de causa e efeito

É necessário que toda não conformidade relevante, seja interna ou externa, deve ser tratada formalmente em equipe, para a determinação profunda da causa raiz do problema.

Todas as ações estabelecidas para as não conformidades em auditorias e reclamações de clientes, devem receber abrangência em suas implementações, ou seja, é necessária uma análise do problema em equipe para que identifique sistemicamente à necessidade de abrangência das ações.

Magalhães e Noronha (2008) comentaram que o Laboratório de Metrologia Dimensional da UNIFEI, atendeu ao requisito 4.8 da norma NBR ISO/IEC 17025, que solicita o tratamento e registro das reclamações (ABNT, 2005).

Para o LAADeg, através da Figura 17, pode ser visto o Registro do sistema da qualidade RSQ-03 “Ficha de ação corretiva e/ou preventiva (FACP)”, para gerenciamento das análises de causas e estabelecimento de plano de ações para atendimento às reclamações, objetivando manter o histórico de todo o processo de correção no LAADeg. É também recomendável que o procedimento mencionado anteriormente seja também aplicado para situações como ações preventivas, melhorias contínuas e outras.

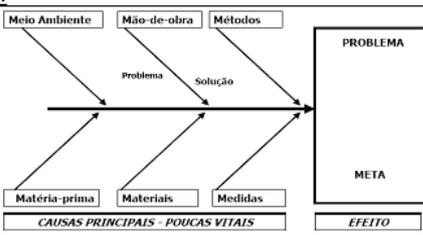
|  Ficha de Ação Corretiva/Preventiva FACP | | Nº FACP | ____ / 2012 | |
|--|---------------------|--------------------------|---|--------------------------|
| Cliente: | | Código: | Data Abertura : | |
| Reclamante: | | Depto: | Fone/Contato: | |
| <input type="checkbox"/> | Corretiva | <input type="checkbox"/> | Reclamação | |
| <input type="checkbox"/> | Preventiva | <input type="checkbox"/> | Auditoria interna <input type="checkbox"/> Outros | |
| <input type="checkbox"/> | Melhoria | <input type="checkbox"/> | Auditoria externa | |
| 1- Descrição do problema: | | | | |
| 2- Análise Inicial do Problema: | | | | |
| Reclamação precedente ? | | <input type="checkbox"/> | SIM | <input type="checkbox"/> |
| | | | NÃO | |
| Se a reclamação for precedente obrigatório preencher itens 4 a 8 | | | | |
| Nota : A reclamação deve ser analisada criticamente pela Diretoria e RD para verificar sua procedência | | | | |
| 3- Retorno ao reclamante: | | | | |
| Responsável Retorno: | | Data Retorno: | | |
| 4- Disposição | | 5- Ação Imediata | | |
| <input type="checkbox"/> | Retrabalho | | | |
| <input type="checkbox"/> | Não Aplicável | Responsável : | Data Última Ação : | |
| 6- Causa Raiz | | | | |
| Maior impacto das ações | | Ação(ões) Proposta(s) | | |
| | | Ação | Resp. | Prazo |
| <input type="checkbox"/> | Manual da Qualidade | | | |
| <input type="checkbox"/> | Procedimento SGQ | | | |
| <input type="checkbox"/> | Instrução Op. | | | |
| <input type="checkbox"/> | Processo | | | |
| <input type="checkbox"/> | Registro | | | |
| <input type="checkbox"/> | Investimento | | | |
| 7- Avaliação eficácia das ações | | | | |
| Método utilizado para avaliação | | Evidência da Eficácia | | |
| Responsável: | | Data : | | |
| Resultado da Eficácia | | <input type="checkbox"/> | Aprovado | <input type="checkbox"/> |
| | | | Reprovado | Nova FACP |
| 8- Análise das Causas : | | | | |
|  | | | | |
| 9- Equipe : | | | | |
| Responsável Encerramento: | | Data Encerramento: | | RSQ-03 Rev. 00 |

Figura 17 Ficha de ação corretiva e/ou preventiva - FACP

4.1.6 Auditoria interna

O requisito 4.14 “Auditoria interna” é o requisito da norma NBR ISO/IEC 17025, que requer a realização periódica de auditorias internas no laboratório (ABNT, 2005).

É necessário que o LAADEG proporcione treinamentos em leitura e interpretação da norma NBR ISO/IEC 17025 e de auditoria interna para seus colaboradores, objetivando que pelo menos dois colaboradores possuam o certificado de auditor interno do SGQ em ISO/IEC 17025, objetivando a imparcialidade na auditoria, ou seja, o auditor não deve auditar o seu próprio trabalho, sendo também ético com valores e princípios no processo de auditoria.

Outra solução mais recomendável que a anterior, é a contratação dos serviços de um auditor de outra organização e que possua o certificado de aprovação em auditoria interna na versão atual da norma, inclusive é necessário que a primeira auditoria interna no LAADEG seja conduzida por um membro externo à UFLA, objetivando um maior alcance na identificação de não conformidades e a manutenção da imparcialidade na auditoria.

A auditoria interna é um processo sistemático, independente e documentado para se obter evidência e avaliá-la objetivamente visando determinar a extensão nos quais os critérios de uma determinada norma são atendidos.

É necessário que todo o processo de auditoria interna do SGQ no LAADEG seja documentado, podendo ser através de uma lista de verificação com todos os requisitos e exigências da norma NBR ISO/IEC 17025 que facilita o processo de auditoria. Esta lista de verificação deve de preferência ser elaborada pelo auditor interno, que após a aprovação no curso de auditoria interna, possuirá plenas condições para elaborar uma lista que seja apropriada à norma e ao seu entendimento.

A partir de todas as não conformidades detectadas na auditoria, deve-se iniciar o processo de investigação das causas do problema, através do Registro do sistema da qualidade RSQ-03 “Ficha de ação corretiva e/ou preventiva (FACP)”, onde ações deverão ser implementadas e deve-se sempre levar em consideração a abrangência das ações, já que os processos são sistêmicos.

É necessário que pelo menos uma auditoria interna no LAADEG seja realizada antes da auditoria de credenciamento pelo INMETRO ou homologação pela RMMG, observando o mesmo critério para as auditorias de manutenção do certificado do SGQ em NBR ISO/IEC 17025.

Magalhães e Noronha (2008) comentaram que o Laboratório de Metrologia Dimensional da UNIFEI, não atendeu ao requisito 4.14 da norma NBR ISO/IEC 17025, por falta de um cronograma para realização das auditorias internas subsequentes.

No caso do LAADEG, deve-se elaborar um cronograma para agendar as auditorias internas do SGQ.

4.1.7 Análise crítica pela direção

O requisito 4.15 “Análise crítica pela direção” é o requisito da norma NBR ISO/IEC 17025, que requer a realização periódica de reuniões de análise crítica pela direção, após a conclusão do processo de auditoria interna (ABNT, 2005).

É necessário que o LAADEG realize pelo menos uma vez ao ano, uma reunião de análise crítica, conduzida pela sua direção. Todas as não conformidades em auditorias, reclamações e realimentação de clientes, indicadores de treinamento e de demais processos do SGQ, deverão ser discutidas na reunião de análise crítica. Durante toda a reunião, deve-se

considerar o processo de abrangência das ações, tornando assim um processo sistêmico.

Magalhães e Noronha (2008) comentaram que o Laboratório de Metrologia Dimensional da UNIFEI, não atendeu ao requisito 4.15 da norma NBR ISO/IEC 17025, por falta de um cronograma para realização das reuniões de análise crítica subsequentes.

No caso do LAADEG, deve-se elaborar um cronograma para agendar as reuniões de análise crítica do SGQ.

Na Figura 18, visualiza-se resumidamente o Registro do sistema da qualidade RSQ-04 “Ata de reunião de análise crítica pela direção”, para documentar todas as informações de entrada e de saída da reunião de análise crítica do LAADEG.

| | | |
|---|---|------------------------------------|
|  | Ata de Reunião de Análise Crítica pela Direção | RSQ-04 Rev: 00 Página 1 de 4 |
| 1. REUNIÃO REALIZADA EM: _____ / _____ / _____ | | |
| 2. PARTICIPANTES | | |
| Nome | Área | Assinatura |
| | | |
| | | |
| | | |
| 3. POLITICA DA QUALIDADE | | |
| Está adequada com os objetivos da empresa? () Sim () Não. Se não, expor as ações. Comentários: | | |
| 4. ENTRADAS PARA ANÁLISE CRÍTICA: | | |
| 4.1 RESULTADOS DE AUDITORIAS | | |
| Responsável: | | |
| Comentários: | | |
| Requer Ação? () Sim () Não. Se sim, emitir FACP n.º _____ | | |
| 4.2 ATENDIMENTO AO CLIENTE | | |
| Responsável: | | |
| Comentários: | | |
| Requer Ação? () Sim () Não. Se sim, emitir FACP n.º _____ | | |
| 4.3 QUADRO DE INDICADORES | | |
| 4.3.1 Quantidade de reclamações externas | | |
| Responsável: | | |
| Comentários: | | |
| Requer Ação? () Sim () Não. Se sim, emitir FACP n.º _____ | | |
| 4.3.3 Satisfação dos clientes | | |
| Responsável: | | |
| Comentários: | | |
| Requer Ação? () Sim () Não. Se sim, emitir FACP n.º _____ | | |
| 5. SAÍDAS DA ANÁLISE CRÍTICA | | |
| 5.1 MANUTENÇÃO E MELHORIA DO SGQ. | | |
| Comentários: | | |
| 5.2 MELHORIA NA QUALIDADE DAS ANÁLISES | | |
| Comentários: | | |
| 5.3 NECESSIDADES DE RECURSOS | | |
| Comentários: | | |

Figura 18 Ata de reunião de análise crítica pela direção

4.1.8 Pessoal “Mão de obra”

O requisito 5.2 “Mão de obra” é o requisito técnico da norma NBR ISO/IEC 17025, que requer evidências de qualificação dos colaboradores que executam as análises e medições em um laboratório (ABNT, 2005).

Para a implementação do SGQ, é necessário que o LAADEG ofereça treinamentos por organismos confiáveis, de preferência a Rede Metrológica de Minas Gerais (RMMG), sobre Leitura e Interpretação da norma NBR ISO/IEC 17025, Auditoria Interna de Laboratórios e Incerteza de medição para o pessoal técnico envolvido com o SGQ. A RMMG é o organismo acreditado pelo INMETRO e responsável pela homologação em ISO/IEC 17025 de laboratórios em Minas Gerais, existindo assim maior aproximação do LAADEG e o organismo homologador que por sua vez, poderá haver maior transparência no entendimento dos requisitos da norma NBR ISO/IEC 17025 e o que a RMMG solicita no atendimento da referida norma nas auditorias de homologação.

Magalhães e Noronha (2008) comentaram que o Laboratório de Metrologia Dimensional da UNIFEI, não atendeu ao requisito 5.2 da norma NBR ISO/IEC 17025, por falta da descrição das funções dos colaboradores e também pela falta de certificados que comprovam os treinamentos..

Para o LAADEG, através da Figura 19, é visualizado o Registro do sistema da qualidade RSQ-05 “Descrição de Cargos e Atividades (DCA)” para descrever as atividades e manter documentada a qualificação de cada profissional do LAADEG com base na formação, treinamento, experiência apropriada e/ou habilidades demonstradas.

| | |
|---|---|
|  | DESCRIÇÃO DE CARGOS E ATIVIDADES (DCA) |
|---|---|

| Cargo | Setor | Natureza |
|-----------------------------------|-------------|-------------|
| Auxiliar Técnico de Laboratório 4 | Laboratório | Operacional |

PRINCIPAIS ATIVIDADES: Realizar análises bioquímicas em água e efluentes, emitindo laudos.

| Competência | Mínimo | Desejável |
|-------------|---|--|
| Cursos | 1. Capacitação para Técnicos de Laboratório – Segurança e Meio Ambiente. 2. Interpretação da norma NBR ISO/IEC 17025:2005 3. Auditor interno em NBR ISO/IEC 17025:2005 4. Incerteza de medição em NBR ISO/IEC 17025:2005 | 1. Metrologia 2. Manutenção e calibração de equipamentos de medição |
| Instrução | Ensino médio completo | Ensino técnico completo |
| Experiência | Um ano em laboratório similar | Dois anos em laboratório similar |
| Habilidade | Concentração Habilidade manual Observação Comunicação | Liderança |

Revisão: 01/08/2011

| Cargo | Setor | Natureza |
|----------------------------------|-------------|-------------|
| Auxiliar Técnico de Manutenção 1 | Laboratório | Operacional |

PRINCIPAIS ATIVIDADES: Realizar manutenção preventiva nos equipamentos do laboratório.

| Competência | Mínimo | Desejável |
|-------------|---|---|
| Cursos | 1. Capacitação para Técnicos de Laboratório – Segurança e Meio Ambiente. 2. Manutenção básica (elétrica) | 1. Manutenção e calibração de equipamentos de medição 2. Interpretação da norma NBR ISO/IEC 17025:2005 |
| Instrução | Ensino fundamental completo | Ensino médio completo |
| Experiência | - | Um ano em trabalhos com manutenção |
| Habilidade | Concentração Habilidade Manual Observação | Comunicação |

Revisão: 01/08/2011

RSQ-05 / Rev. 00

Figura 19 Descrição de cargos e atividades – DCA (...continua...)



DESCRIÇÃO DE CARGOS E ATIVIDADES (DCA)

| Cargo | Setor | Natureza |
|-----------------------|-----------|----------------|
| Analista da Qualidade | Qualidade | Administrativo |

PRINCIPAIS ATIVIDADES:

Controlar e coordenar as atividades de Gestão da Qualidade em NBR ISO/IEC 17025;
 Verificação, ajuste, manutenção e controle de Instrumentos de medição;
 Treinamentos de colaboradores em sistemas de medição e Qualidade;
 Dar suporte ao controle de qualidade dos ensaios;

| Competência | Mínimo | Desejável |
|-------------|--|---|
| Cursos | 1. Metrologia 2. Interpretação e aplicação da norma NBR ISO/IEC 17025:2005 3. Auditor interno em NBR ISO/IEC 17025:2005 4. Incerteza de medição em NBR ISO/IEC 17025:2005 | 1. Manutenção e calibração de equipamentos de medição 2. Auditor Líder |
| Instrução | Ensino médio completo | Ensino superior completo |
| Experiência | Um ano com trabalho em sistemas de gestão da qualidade | Dois anos em sistemas de gestão da qualidade |
| Habilidade | Concentração Habilidade Manual Observação Comunicação | Liderança |

Revisão: 01/08/2011

RSQ-05 / Rev. 00

Figura19 Descrição de cargos e atividades – DCA

É necessário que cada treinamento ministrado aos colaboradores do LADEG seja evidenciado através de Registro do sistema da qualidade RSQ-06 “Lista de Presença de Treinamento”, conforme pode ser visto na Figura 20, objetivando manter evidências de treinamento para demonstração nas auditorias internas e externas do SGQ.

| | | |
|---|--|----------------|
|  | <i>Lista de Presença de Treinamento</i> | |
| Título do Treinamento: | | Carga horária: |
| Data: | Instrutor (es): | |
| Nome | Cargo | Assinatura |
| Wesley Aparecido Machado | Auxiliar Técnico de Laboratório 4 | |
| Alexsander Teodoro Teixeira | Auxiliar Técnico de Manutenção 1 | |

RSQ-06 / Rev.00

Figura 20 Lista de presença de treinamento

Mesmo após o registro dos treinamentos realizados, é necessário que o LAADREG mantenha um histórico de treinamento para cada colaborador, podendo ser utilizado o Registro do sistema da qualidade RSQ-07 “Histórico Individual de Treinamento”, para registro da escolaridade e todos os tipos de treinamentos que cada colaborador tenha concluído mesmo aqueles realizados antes da admissão do colaborador no laboratório, conforme pode ser visto na Figura 21.

|  | | Histórico Individual de Treinamento | | RSQ - 07 Revisão: 00 Página 1 de 1 | |
|---|------------|--|--------------------------|--|--|
| Colaborador: Wesley Aparecido Machado | | | Área: Laboratório | | |
| Cargo Atual: Auxiliar Técnico de Laboratório 4 | | | Demissão: ---x--- | | |
| Admissão: 08/07/2009 | | | | | |
| <i>Treinamento</i> | <i>I/E</i> | <i>Entidade</i> | <i>Realizado em:</i> | <i>Carga Horária</i> | |
| Ensino médio completo | E | Escola Associada Concluir | 12/2001 (conclusão) | - | |
| Microinformática – Básico I | I | FAEPE | 27/06 a 19/10/2007 | 45 h. | |
| Capacitação p/ Técnicos laboratório – Segurança e Meio Ambiente. | I | UFLA | 17/08 a 25/11/2009 | 180 h. | |
| Colaborador: Alexsander Teodoro Teixeira | | | Área: Laboratório | | |
| Cargo Atual: Auxiliar Técnico de Manutenção 1 | | | Demissão: ---x--- | | |
| Admissão: 00/00/2000 | | | | | |
| <i>Treinamento</i> | <i>I/E</i> | <i>Entidade</i> | <i>Realizado em:</i> | <i>Carga Horária</i> | |
| Ensino fundamental completo | E | E.M.A.B. | 07/2009 (conclusão) | - | |
| Eletricista de manutenção | E | SENAI | 19/07/2006 a | 400 h. | |
| Capacitação p/ Técnicos laboratório – Segurança e Meio Ambiente. | I | UFLA | 17/08 a 25/11/2009 | 180 h. | |
| Informática Básica e Intermediária | I | UFLA | 12/04 a 03/09/2010 | 180 h. | |
| Observações: | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Legenda: I = Interno E = Externo | | | | | |

Figura 21 Histórico individual de treinamento

É necessário manter arquivados os certificados de treinamento de cada colaborador, para comprovar o RSQ-07. Através dos registros do sistema da qualidade apresentados nas Figuras 15 e 17, observa-se que faltam os treinamentos sobre Leitura e Interpretação da norma NBR ISO/IEC 17025, Auditoria Interna de Laboratórios e Incerteza de medição para atendimento a

este requisito da norma e sobre o que determina a Deliberação normativa DN 120 de 08 de agosto de 2008 (COPAM, 2008).

4.1.9 Acomodações e condições ambientais

O requisito 5.3 “Acomodações e condições ambientais” é o requisito da norma NBR ISO/IEC 17025 que solicita adequação no espaço físico e instalações do laboratório, para não interferir nos resultados das análises (ABNT, 2005).

Espera-se que com a construção do novo pavilhão de laboratórios para atendimento aos cursos de Engenharia Agrícola e Ambiental, este tenha maiores condições de atender a este requisito de acomodações e condições ambientais do LAADEG.

4.1.10 Métodos de ensaio e calibração e validação de métodos

O requisito 5.4 “Métodos de ensaio e calibração” é o requisito da norma NBR ISO/IEC 17025, que requer a elaboração individual de instruções de ensaios de todas as análises realizadas no LAADEG (ABNT, 2005).

Para a implementação do SGQ, é necessário que a equipe multidisciplinar do LAADEG revise e elabore todas as instruções necessárias para a realização dos ensaios. Até o presente momento, elaboraram-se algumas instruções do sistema da qualidade (ISQ) de ensaios no LAADEG, como as análises de Demanda bioquímica de oxigênio (DBO), Demanda química de oxigênio (DQO) e cloretos. O objetivo para elaboração das ISQ's é de apresentar as descrições de cada etapa de realização das análises, indicar os equipamentos de proteção individual necessários e manter um quadro de interpretação de resultados em cada tipo de análise, fornecendo assim uma instrução mais clara e

apropriada, servindo também de modelo para a elaboração das demais instruções.

Na Figura 22, visualiza-se a Instrução do sistema da qualidade (ISQ-01) de análise de cloretos.

| | | |
|---|--|--|
|  | Instrução do Sistema da Qualidade Análise de Cloretos | ISQ - 01 Revisão: 00 Página 1 de 3 |
| <p>1. OBJETIVO: Determinar a concentração de cloretos na água, os quais são advindos da dissolução de sais, como exemplo o cloreto de sódio. Em determinadas concentrações imprime um sabor salgado à água.</p> <p>2. CAMPO DE APLICAÇÃO: Esta instrução se aplica ao laboratório de água.</p> <p>3. DESCRIÇÃO / RESPONSABILIDADE: Cabe ao técnico qualificado realizar o ensaio e emitir o laudo.</p> <p>4. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA: (APHA, 1998)</p> <p>5. MATERIAIS E REAGENTES NECESSÁRIOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erlenmeyer (250 mL); - Cromato de potássio; - Nitrato de prata (0,0141 N); - Bureta (50 mL); - Proveta (50 mL); - Pipeta (1 mL); - Pêra. <p>6. EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Jaleco; - Óculos de proteção; - Luva de procedimentos não cirúrgicos. <p>Obs.: “A manipulação direta do cromato de potássio, pode causar câncer”.</p> | | |
| Elaborado por: Lucas Ferreira / Wesley Machado Data: 05/10/2011 | Aprovado por: Direção Data: | |

Figura 22 Instrução para análise de cloretos (...continua...)

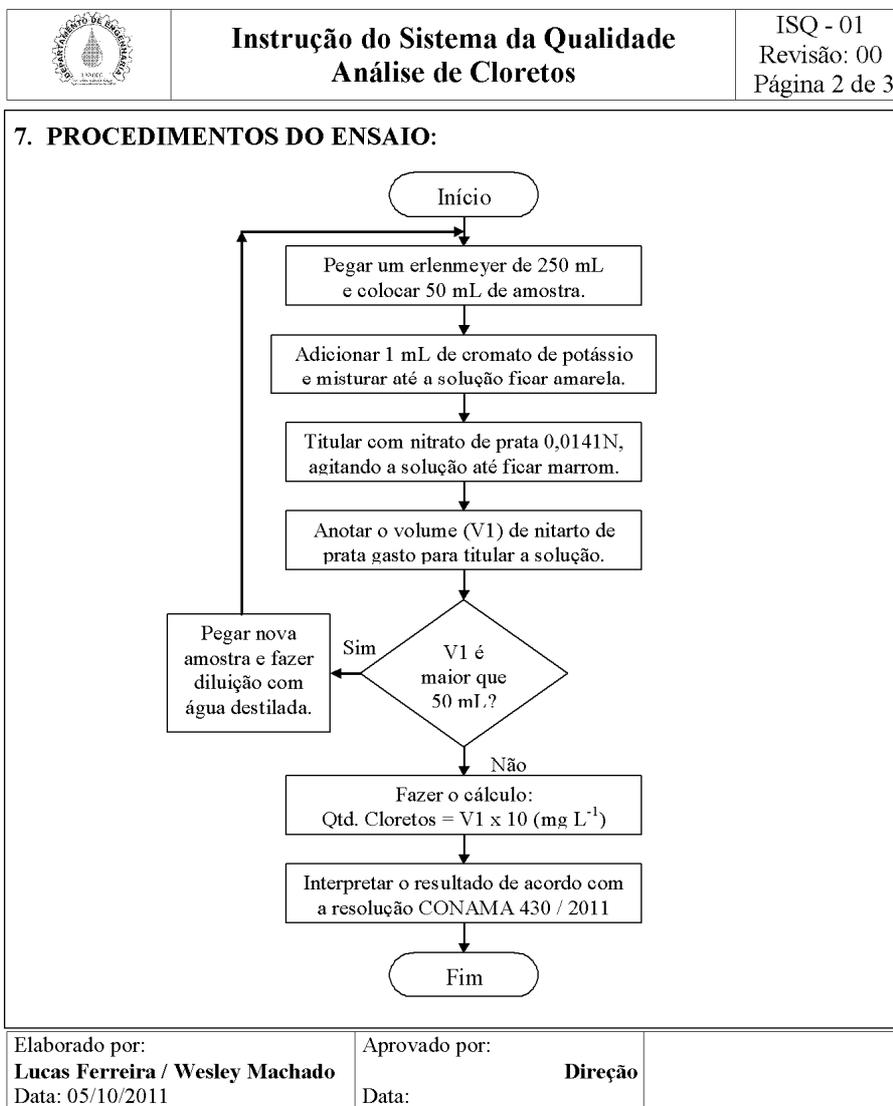


Figura 22 Instrução para análise de cloretos (...continua...)

| | | |
|---|--|--|
| | Instrução do Sistema da Qualidade Análise de Cloretos | ISQ - 01 Revisão: 00 Página 3 de 3 |
| 8. INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS: | | |
| <p>Conforme resolução CONAMA n° 430 de 13 de maio de 2011, que complementa, mantêm e altera a resolução CONAMA n° 357 de 17 de março de 2005, estabelece que o valor de Cloreto Total para corpos d'água, deve estar de acordo com a Tabela 1 a seguir:</p> | | |
| <p>Tabela 1 Valores aceitáveis de Cloreto Total para qualidade das águas</p> | | |
| Classificação dos cursos d'água | Valores máximos aceitáveis | |
| Classe 1 | 250 mg L ⁻¹ de Cl. | |
| Classe 2 | 250 mg L ⁻¹ de Cl. | |
| Classe 3 | 250 mg L ⁻¹ de Cl. | |
| Classe 4 | 250 mg L ⁻¹ de Cl. | |
| <p>Fonte: (CONAMA, 2005, 2011)</p> | | |
| <p>A Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde estabelece que o valor máximo de Cloreto Total para o padrão de aceitação para o consumo humano é de 250 mg L⁻¹ de Cl. (BRASIL, 2005).</p> | | |
| <p>A Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG N° 1, de 05 de Maio de 2008, estabelece que o valor de Cloreto Total para corpos d'água, deve estar de acordo com a Tabela 2 a seguir:</p> | | |
| <p>Tabela 2 Valores aceitáveis de Cloreto Total para qualidade das águas</p> | | |
| Classificação dos cursos d'água | Valores máximos aceitáveis | |
| Classe 1 | 250 mg L ⁻¹ de Cl. | |
| Classe 2 | 250 mg L ⁻¹ de Cl. | |
| Classe 3 | 250 mg L ⁻¹ de Cl. | |
| Classe 4 | - | |
| <p>Fonte: (COPAM/CERH, 2008)</p> | | |
| Elaborado por: Lucas Ferreira / Wesley Machado Data: 05/10/2011 | Aprovado por: Direção Data: | |

Figura 22 Instrução para análise de cloretos

Na Figura 23, visualiza-se a Instrução do sistema da qualidade (ISQ-02) de análise da Demanda bioquímica de Oxigênio (DBO).

| | | |
|--|---|--|
|  | Instrução do Sistema da Qualidade Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) | ISQ - 02 Revisão: 00 Página 1 de 4 |
| <p>1. OBJETIVO / CONCEITOS:</p> <p>O principal efeito ecológico da poluição orgânica em um curso d'água é o decréscimo dos teores de oxigênio dissolvido. A análise de DBO₅^{20 °C} foi criada para quantificar, de maneira indireta, a demanda bioquímica de oxigênio em uma determinada amostra.</p> <p>A determinação desse parâmetro retrata a quantidade de oxigênio requerida para estabilizar, por meio de processos bioquímicos exercido pelos microrganismos, a matéria orgânica carbonácea biodegradável, sendo em suma a indicação indireta do carbono orgânico assimilável pelos organismos e microrganismos existentes naquele meio aquoso.</p> <p>2. CAMPO DE APLICAÇÃO: Esta instrução se aplica ao laboratório de efluentes.</p> <p>3. DESCRIÇÃO / RESPONSABILIDADE: Cabe ao técnico qualificado realizar o ensaio e emitir o laudo.</p> <p>4. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA: (APHA, 1998)</p> <p>5. MATERIAIS E REAGENTES NECESSÁRIOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Balão volumétrico com fundo chato (1 L); - Pipeta graduada (10 mL); - Pêra; - Frasco para DBO; - Solução de cloreto férrico (1 mL); - Solução tampão fosfato (1 mL); - Solução de sulfato de magnésio (1 ml); - Solução de cloreto de cálcio (1 ml); - Solução de sulfato manganoso (2 ml); | | |
| Elaborado por: Lucas Ferreira / Wesley Machado Data: 05/10/2011 | Aprovado por: Direção Data: | |

Figura 23 Instrução para análise da demanda bioquímica de oxigênio

(...continua...)

| | | |
|---|---|--|
|  | Instrução do Sistema da Qualidade Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) | ISQ - 02 Revisão: 00 Página 2 de 4 |
| <ul style="list-style-type: none"> - Solução de iodeto de azida (2 ml); - Solução de tiosulfato de sódio 0,0125 N; - Ácido sulfúrico PA (2 ml); - Estufa incubadora de DBO mantida a temperatura constante de 20 °C; - Proveta (100 ml); - Erlenmeyer (250 ml); - Bureta (50 ml). <p>6. EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Jaleco; - Óculos de proteção; - Luva de procedimentos não cirúrgicos. - Luva para manipular ácido <p>Obs.: <i>“A manipulação direta dos reagentes sem o uso da capela, pode causar câncer”.</i></p> <p>7. PROCEDIMENTOS DO ENSAIO:</p> <p>Colocar no balão volumétrico de 1 litro, cerca de 500 mL da amostra e oxigenar (aerar) manualmente por 3 minutos. Após a oxigenação, adicionar 1 mL de cada um dos seguintes compostos: cloreto de cálcio, cloreto férrico, solução tampão fosfato e sulfato de magnésio.</p> <p>Para análise de água → completar o volume com a amostra inicial até atingir a marca de 1 litro.</p> <p>Para análise de efluente → fazer diluição com água destilada de acordo com a concentração da amostra, até completar 1 litro.</p> <p>Transferir a solução para os frascos de DBO em triplicata, de maneira cuidadosa para que não haja oxigenação, até completar totalmente o volume de cada frasco. Tampar os frascos e fazer a leitura de apenas um deles (Frasco 1), enquanto os outros dois restantes são colocados na incubadora de DBO a 20 °C, e deixados ali por 5 dias.</p> | | |
| Elaborado por: Lucas Ferreira / Wesley Machado Data: 05/10/2011 | Aprovado por: <div style="text-align: right;">Direção</div> Data: | |

Figura 23 Instrução para análise da demanda bioquímica de oxigênio

(...continua...)

| | | |
|---|---|--|
|  | Instrução do Sistema da Qualidade Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) | ISQ - 02 Revisão: 00 Página 3 de 4 |
| <p>Obs.: O líquido da amostra que estará acima e em volta da tampa do frasco, serve para vedar a amostra do contato direto com o meio externo.</p> <p>Para leitura inicial do Frasco 1, adicionar 2 mL de sulfato manganoso e 2 mL de iodeto de azida, fazendo a inversão do frasco e deixando decantar o precipitado formado. Depois de decantado, colocar 2 mL de ácido sulfúrico concentrado, fazer a inversão do frasco várias vezes para homogeneizar a solução.</p> <p>Transferir 100 mL da solução para um erlenmeyer e titular com tiosulfato de sódio a 0,0125 N, até que a amostra fique incolor. Anotar o volume gasto de tiosulfato. Após cinco dias, repetir esse processo para os outros dois frascos que estão na incubadora.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Cálculo da DBO₅</u>: $DBO_5 = \frac{\text{Frasco 1} - [(\text{Frasco 2} + \text{Frasco 3})/2] \times 1000}{V_a}$ <p>onde;</p> <p>DBO₅ – Demanda Bioquímica de oxigênio (mg L⁻¹) Frasco 1- volume gasto de tiosulfato na titulação da amostra 1 (mL) Frasco 2- volume gasto de tiosulfato na titulação da amostra 2 (mL) Frasco 3- volume gasto de tiosulfato na titulação da amostra 3 (mL) Va - volume da amostra (mL)</p> <p><u>Exemplo de volume da amostra</u> (volume utilizado na preparação):</p> <p>- Análise de água => 1000 mL - Análise de efluente => depende da concentração da amostra 2 mL amostra => completar com água destilada até atingir a marca de 1000 mL, ou seja, com 998 mL de água destilada. O volume da amostra então, será de 2 mL, e assim por diante, seguindo a mesma proporção.</p> | | |
| Elaborado por: Lucas Ferreira / Wesley Machado Data: 05/10/2011 | Aprovado por: Data: | Direção |

Figura 23 Instrução para análise da demanda bioquímica de oxigênio

(...continua...)

|  | Instrução do Sistema da Qualidade Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) | ISQ - 02 Revisão: 00 Página 4 de 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|--|---------------------------------|----------------------------|----------|--|----------|--|----------|---|----------|---|-------------------------|--|---------------------------------|----------------------------|----------|--|----------|--|----------|---|----------|---|-------------------------|---|
| <p>8. INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS:</p> <p>Conforme resolução CONAMA nº 430 de 13 de maio de 2011, que complementa, mantém e altera a resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005, estabelece que o valor de DBO₅ para corpos d'água e para lançamento de efluentes, deve estar de acordo com a Tabela 1 a seguir:</p> <p>Tabela 1 Valores aceitáveis de DBO₅ para qualidade das águas</p> <table border="1" data-bbox="371 792 1171 976"> <thead> <tr> <th>Classificação dos cursos d'água</th> <th>Valores máximos aceitáveis</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Classe 1</td> <td>3 mg L⁻¹ de O₂ a 20 °C</td> </tr> <tr> <td>Classe 2</td> <td>5 mg L⁻¹ de O₂ a 20 °C</td> </tr> <tr> <td>Classe 3</td> <td>10 mg L⁻¹ de O₂ a 20 °C</td> </tr> <tr> <td>Classe 4</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Lançamento de efluentes</td> <td>120 mg L⁻¹ de O₂ a 20 °C</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fonte: (CONAMA, 2005, 2011)</p> <p>A Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG Nº 1, de 05 de Maio de 2008, estabelece que o valor de DBO₅ para corpos d'água, deve estar de acordo com a Tabela 2 a seguir:</p> <p>Tabela 1 Valores aceitáveis de DBO₅ para qualidade das águas</p> <table border="1" data-bbox="371 1182 1145 1366"> <thead> <tr> <th>Classificação dos cursos d'água</th> <th>Valores máximos aceitáveis</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Classe 1</td> <td>3 mg L⁻¹ de O₂ a 20 °C</td> </tr> <tr> <td>Classe 2</td> <td>5 mg L⁻¹ de O₂ a 20 °C</td> </tr> <tr> <td>Classe 3</td> <td>10 mg L⁻¹ de O₂ a 20 °C</td> </tr> <tr> <td>Classe 4</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Lançamento de efluentes</td> <td>60 mg L⁻¹ de O₂ a 20 °C</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fonte: (COPAM/CERH, 2008)</p> | | | Classificação dos cursos d'água | Valores máximos aceitáveis | Classe 1 | 3 mg L ⁻¹ de O ₂ a 20 °C | Classe 2 | 5 mg L ⁻¹ de O ₂ a 20 °C | Classe 3 | 10 mg L ⁻¹ de O ₂ a 20 °C | Classe 4 | - | Lançamento de efluentes | 120 mg L ⁻¹ de O ₂ a 20 °C | Classificação dos cursos d'água | Valores máximos aceitáveis | Classe 1 | 3 mg L ⁻¹ de O ₂ a 20 °C | Classe 2 | 5 mg L ⁻¹ de O ₂ a 20 °C | Classe 3 | 10 mg L ⁻¹ de O ₂ a 20 °C | Classe 4 | - | Lançamento de efluentes | 60 mg L ⁻¹ de O ₂ a 20 °C |
| Classificação dos cursos d'água | Valores máximos aceitáveis | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Classe 1 | 3 mg L ⁻¹ de O ₂ a 20 °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Classe 2 | 5 mg L ⁻¹ de O ₂ a 20 °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Classe 3 | 10 mg L ⁻¹ de O ₂ a 20 °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Classe 4 | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lançamento de efluentes | 120 mg L ⁻¹ de O ₂ a 20 °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Classificação dos cursos d'água | Valores máximos aceitáveis | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Classe 1 | 3 mg L ⁻¹ de O ₂ a 20 °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Classe 2 | 5 mg L ⁻¹ de O ₂ a 20 °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Classe 3 | 10 mg L ⁻¹ de O ₂ a 20 °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Classe 4 | - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lançamento de efluentes | 60 mg L ⁻¹ de O ₂ a 20 °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Elaborado por: Lucas Ferreira / Wesley Machado Data: 05/10/2011 | Aprovado por: Direção Data: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Figura 23 Instrução para análise da demanda bioquímica de oxigênio

Na Figura 24, visualiza-se a Instrução do sistema da qualidade (ISQ-03) de análise da Demanda química de Oxigênio (DQO).

| | | |
|---|--|--|
|  | Instrução do Sistema da Qualidade Demanda Química de Oxigênio (DQO) | ISQ - 03 Revisão: 00 Página 1 de 3 |
| <p>1. OBJETIVO / CONCEITOS: O teste de DQO mede o consumo de oxigênio ocorrido durante a oxidação química da matéria orgânica. O valor representa uma indicação indireta do teor de matéria orgânica presente. A principal diferença desse parâmetro em relação a DBO₅, é que ele corresponde a uma oxidação química da matéria orgânica, obtida por meio de um oxidante forte (dicromato de potássio) em meio ácido e, é realizado em apenas 2 horas. O teste não é afetado pela nitrificação, dando uma indicação da oxidação apenas da matéria orgânica.</p> <p>2. CAMPO DE APLICAÇÃO: Esta instrução se aplica ao laboratório de efluentes.</p> <p>3. DESCRIÇÃO / RESPONSABILIDADE: Cabe ao técnico qualificado realizar o ensaio e emitir o laudo.</p> <p>4. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA: (APHA, 1998)</p> <p>5. MATERIAIS E REAGENTES NECESSÁRIOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Balão de fundo chato (250 mL ou 500 mL); - Pipeta graduada; - Pêra; - Solução de dicromato de potássio 0,025 N; - Ácido sulfúrico concentrado; - Sulfato de mercúrio; - Solução de sulfato ferroso amoniacal 0,025 N; - Indicador Ferroin; - Bureta; - Erlenmeyer (250 mL); - Chapa de aquecimento. | | |
| Elaborado por: Lucas Ferreira / Wesley Machado Data: 05/10/2011 | Aprovado por: Direção Data: | |

Figura 24 Instrução para análise da demanda química de oxigênio

(...continua...)

| | | |
|---|--|--|
|  | Instrução do Sistema da Qualidade Demanda Química de Oxigênio (DQO) | ISQ - 03 Revisão: 00 Página 2 de 3 |
| <p>6. EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Jaleco; - Óculos de proteção; - Luva de procedimentos não cirúrgicos. - Máscara com filtro duplo - Capela <p>Obs.: <i>“A manipulação direta dos reagentes sem o uso da capela, pode causar câncer”.</i></p> <p>7. PROCEDIMENTOS DO ENSAIO:</p> <p>Colocar um balão de fundo chato vazio, para cada amostra e um balão para a amostra em branco na estufa a 105 °C por 30 minutos. Retirá-los após esse período e, quando ficarem a temperatura ambiente, colocar em cada balão 20 mL da amostra, 0,4 g de sulfato de mercúrio, 10 mL de dicromato de potássio 0,025 N e 30 mL de ácido sulfúrico concentrado. Feito esse procedimento, levar os balões para a chapa de aquecimento e fixá-los no equipamento de refluxo, deixando-os em ebulição por 2 horas.</p> <p>Em um erlenmeyer, adicionar 0,4 g de sulfato de mercúrio, 50 mL de água destilada, 10 mL de dicromato de potássio e 30 mL de ácido sulfúrico para ser utilizado posteriormente.</p> <p>Após 2 horas de ebulição, retirar os balões do refluxo e deixar esfriar. Adicionar 150 mL de água destilada e 3 gotas de indicador ferroin, misturando até ficar com a cor esverdeada. Em seguida, titular cuidadosamente, gota-a-gota, com sulfato ferroso amoniacal 0,025 N, o erlenmeyer, o branco e, por último, as amostras, sempre mexendo-as constantemente. Quando ocorrer mudança de cor “viragem”, interromper a titulação imediatamente. A cor da solução ficará marrom alaranjada. Anotar o volume de sulfato ferroso amoniacal gasto na titulação.</p> | | |
| Elaborado por: Lucas Ferreira / Wesley Machado Data: 05/10/2011 | Aprovado por: Direção Data: | |

Figura 24 Instrução para análise da demanda química de oxigênio

(...continua...)

| | | |
|--|--|--|
|  | Instrução do Sistema da Qualidade Demanda Química de Oxigênio (DQO) | ISQ - 03 Revisão: 00 Página 3 de 3 |
| <p><u>Cálculos:</u></p> <p>$DQO = \frac{(B-A) \cdot M \cdot 8000}{V}$, onde:</p> <p>B – volume de sulfato ferroso gasto na titulação do branco (mL) A – volume de sulfato ferroso gasto na titulação da amostra (mL) M – molaridade do sulfato ferroso amoniacal V – volume da amostra “valor padrão 20 mL” DQO – Demanda Química de Oxigênio ($mg L^{-1}$)</p> <p>$M = \frac{V_k}{V_e} \cdot 0,025$, onde:</p> <p>$V_k$ – volume do dicromato de potássio 0,025N usado na titulação do Erlenmeyer “valor padrão 10 mL” V_e – volume de sulfato ferroso gasto na titulação do Erlenmeyer (mL)</p> <p>8. INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS:</p> <p>Conforme resolução CONAMA nº 430 de 13 de maio de 2011, que complementa, mantém e altera a resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005, estabelece que o valor de DQO para o lançamento de efluentes é de $180 mg L^{-1}$ de O_2 (CONAMA, 2005, 2011).</p> <p>A Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG Nº 1, de 05 de Maio de 2008, estabelece que o valor de DQO para o lançamento de efluentes é de $180 mg L^{-1}$ de O_2 (COPAM/CERH, 2008).</p> | | |
| Elaborado por: Lucas Ferreira / Wesley Machado Data: 05/10/2011 | Aprovado por: Direção Data: | |

Figura 24 Instrução para análise da demanda química de oxigênio

É necessário que o LAADeg adote a estrutura e conceitos das instruções apresentadas anteriormente, para as demais instruções necessárias ao

SGQ. Com isso, trará grandes benefícios principalmente aos alunos que realizam análises laboratoriais.

É necessária também ao LAADEG, a elaboração de uma instrução detalhada de coleta das amostras pelos clientes, e que esta seja também disponibilizada ao público de interesse.

4.1.11 Rastreabilidade de medição

O requisito 5.6 “Rastreabilidade de medição” é o requisito da norma NBR ISO/IEC 17025, que requer evidências de controle dos equipamentos e instrumentos de medição que afetem diretamente o resultado das análises. Estes instrumentos devem ser verificados e/ou calibrados (ABNT, 2005).

Para a implementação do SGQ, é necessário que o LAADEG contrate um laboratório externo que possui certificado em NBR ISO/IEC 17025 para calibrar os instrumentos de medição necessários, sobre os quais o LAADEG não realiza calibração.

A aquisição de padrões e equipamentos de calibração ao longo do tempo deve ser considerada pela diretoria do LAADEG, pois assim minimizará os gastos com calibrações externas. Exemplo disso é o caso de aquisição de pesos padrões numa escala predeterminada, para verificação da balança de precisão.

Saraiva e Coutinho (2006) descreveram que a norma ABNT NBR ISO 9001:2008 (item 7.6) recomenda o emprego da norma ABNT NBR ISO IEC 10012:2004 como orientação no controle de dispositivos de medição e monitoramento (ABNT, 2004a, 2008). Por sua vez, esta última norma recomenda que o esforço dedicado ao controle do processo de medição seja compatível com a importância das medições para a qualidade do produto final da organização.

A norma ABNT NBR ISO IEC 17025 estabelece a calibração de todo equipamento utilizado em ensaios e/ou calibrações (incluindo equipamentos de medições auxiliares, por exemplo, de condições ambientais), e que tenha efeito significativo sobre a exatidão ou validade do resultado do ensaio. Portanto é necessário que o LAADEG controle o ambiente interno do laboratório através da aquisição de termohigrômetros (ABNT, 2005).

No LAADEG, a Metrologia deve ser parte de um Sistema de Gestão da Qualidade, que assegura com eficácia os critérios previamente estabelecidos para as medições necessárias.

Conscientizar os colaboradores do LAADEG que o estudo da metrologia é tema fundamental na formação dos profissionais que atuam diretamente no controle de medidas, é de grande importância. Vale também ressaltar, que a metrologia está inserida em todos os seguimentos, desde instrumentos mais complexos até instrumentos mais simples.

A determinação do instrumento a ser utilizado em um sistema de medição depende das características das análises laboratoriais, sendo uma das etapas no desenvolvimento do projeto de processo. No LAADEG, existem diferentes sistemas de medição, cada qual com suas particularidades que necessitam de esforços no entendimento e aplicação correta de cada situação, ou seja, torna-se necessário um senso crítico do profissional de metrologia para lidar com situações ainda desconhecidas no ambiente de trabalho, procurando informações quando estas forem inexistentes.

É necessário que novas técnicas de medição no LAADEG sejam desenvolvidas por um grupo multidisciplinar de estudos e pesquisa de projeto e processo. Experimentos devem ser conduzidos constantemente.

Em geral, a metrologia clássica não apresenta dificuldades de aprendizado, bastando boa vontade do colaborador em aprender adequadamente os conceitos e métodos de utilização de instrumentos de medição. Os

treinamentos em metrologia têm por finalidade levar conhecimento prático aos profissionais em tipos de medições diferentes.

Na Tabela 4 e 5, visualiza-se resumidamente o Registro do sistema da qualidade RSQ-08 “Controle de verificação e calibração” que relaciona todos os equipamentos e instrumentos de medição existente no LAADREG para controlar a sua verificação e calibração.

Tabela 4 Controle de verificação e calibração

|  CONTROLE DE VERIFICAÇÃO E CALIBRAÇÃO | | | | | |
|---|--------|---|--------------------------|-----------|--------------------|
| TIPO | CÓD. | DESCRIÇÃO | CAPACIDADE | RESOLUÇÃO | TOLERÂNCIA PROJETO |
| V | 00201 | TERMÔMETRO FRANCE PARA ESTUFA DE CULTURA MOD.002 CB | 0 - 260 °C | 2 °C | 6 |
| V | 5110 | TERMÔMETRO INCOTERM PARA ESTUFA DE CULTURA MOD.502 | 0 - 210 °C | 2 °C | 4 |
| V | 5111 | TERMÔMETRO INCOTERM PARA ESTUFA DE SECAGEM MOD.315 SE | 0 - 260 °C | 2 °C | 8 |
| V | s/nº | TERMÔMETRO TEL-TRU PARA BLOCO DE DQO | 0 - 200 °C | 2 °C | 4 |
| V | 54637 | INCUBADORA DE DBO - CONSUL | 0 - 70 °C | 0,1 °C | 2 |
| V | 51775 | PH METRO HACH | 0 - 12.5 | 0,01 | 0,20 |
| V | 99877 | PH METRO - METTLER TOLEDO | 0 - 14.0 | 0,01 | 0,20 |
| C | 101018 | * CLORÍMETRO POLICONTROL | 0 - 5 mg L ⁻¹ | 0,01 | 0,01 |
| C | 101019 | * CLORÍMETRO POLICONTROL | 0 - 5 mg L ⁻¹ | 0,01 | 0,01 |

“Tabela 4, conclusão”



CONTROLE DE VERIFICAÇÃO E CALIBRAÇÃO

| TIPO | CÓD. | DESCRIÇÃO | CAPACIDADE | RESOLUÇÃO | TOLERÂNCIA PROJETO |
|------|--------|---|------------------------------------|-----------|--------------------|
| C | 62478 | BALANÇA ELETRÔNICA SCIENTECH SA 210 | 0 - 210 g | 0.0001 g | 0,01 |
| C | 95915 | * ESPECTROFOTÔMETRO UV-VIS QUIMIS PARA MEDIÇÃO DE DQO | 0 - 2,5 abs | 0,001 | 0,002 |
| C | 78696 | * ESPECTROFOTÔMETRO HACH "MEDIÇÃO DE DQO" | 200 - 15000 mg L ⁻¹ | 1 | 100 |
| C | 78696 | * ESPECTROFOTÔMETRO HACH "MEDIÇÃO DE COR" | 5 - 500 mg L ⁻¹ PtCo | 1 | 40 |
| C | 01665 | PIPETADOR ELETRÔNICO BRAND | 0 - 50 ml | 0,01 | 0,05 |
| C | s/nº | PIPETADOR ELETRÔNICO BRAND | 0,5 - 5 ml | 0,01 | 0,05 |
| C | 83728 | * TURBIDÍMETRO DIGITAL TECNAL | 0 - 1000 UNT | 0,01 | 0,50 |
| C | 004736 | * TURBIDÍMETRO DIG. ALFA KIT | 0 - 1000 UNT | 0,01 | 0,50 |

INFORMAÇÕES: * INSTRUMENTO DE CALIBRAÇÃO DE ROTINA DIÁRIA.

DEVE-SE ELABORAR INSTRUÇÃO DE CALIBRAÇÃO

LEGENDA: V = VERIFICADO C = CALIBRADO

**RSQ-08 /
Rev.00**

Tabela 5 Controle de verificação e calibração



CONTROLE DE VERIFICAÇÃO E CALIBRAÇÃO

| TIPO | CÓD. | DESCRIÇÃO | CAPACIDADE | RESOLUÇÃO | TOLERÂNCIA PROJETO |
|------|--------|---------------------------------|------------|-----------|--------------------|
| V | S / N° | BURETA (3 UNID.) | 50 ml | 1 | 0 |
| V | S / N° | PROVETA (14 UNID.) | 10 ml | 0,1 | 0 |
| V | S / N° | PROVETA (8 UNID.) | 50 ml | 0,5 | 0 |
| V | S / N° | PROVETA (3 UNID.) | 100 ml | 1 | 0 |
| V | S / N° | PROVETA (1 UNID.) | 1000 ml | 10 | 0 |
| V | S / N° | BALÃO VOLUMÉTRICO (15 UNID.) | 10 ml | - X - | 0 |
| V | S / N° | BALÃO VOLUMÉTRICO (15 UNID.) | 50 ml | - X - | 0 |
| V | S / N° | BALÃO VOLUMÉTRICO (18 UNID.) | 100 ml | - X - | 0 |
| V | S / N° | BALÃO VOLUMÉTRICO (10 UNID.) | 250 ml | - X - | 0 |
| V | S / N° | BALÃO VOLUMÉTRICO (6 UNID.) | 500 ml | - X - | 0 |
| V | S / N° | BALÃO VOLUMÉTRICO (27 UNID.) | 1000 ml | - X - | 0 |
| V | S / N° | BALÃO VOLUMÉTRICO (6 UNID.) | 2000 ml | - X - | 0 |
| V | S / N° | PIPETA (12 UNID.) | 1 ml | 0,1 | 0 |
| V | S / N° | PIPETA (10 UNID.) | 1 ml | 0,01 | 0 |
| V | S / N° | PIPETA (6 UNID.) | 2 ml | 0,1 | 0 |
| V | S / N° | PIPETA (10 UNID.) | 5 ml | 0,1 | 0 |
| V | S / N° | PIPETA (2 UNID.) | 10 ml | 0,1 | 0 |
| V | S / N° | PIPETA (2 UNID.) | 10 ml | - X - | 0 |
| V | S / N° | PIPETA (1 UNID.) | 15 ml | - X - | 0 |
| V | S / N° | PIPETA (1 UNID.) | 20 ml | 0,1 | 0 |
| V | S / N° | PIPETA (1 UNID.) | 25 ml | - X - | 0 |
| V | S / N° | COPO BECKER (5 UNID.) | 40 ml | 10 | 0 |

“Tabela 5, conclusão”



CONTROLE DE VERIFICAÇÃO E CALIBRAÇÃO

| TIPO | CÓD. | DESCRIÇÃO | CAPACIDADE | RESOLUÇÃO | TOLERÂNCIA PROJETO |
|------|--------|------------------------|------------|-----------|--------------------|
| V | S / N° | COPO BECKER (4 UNID.) | 80 ml | 10 | 0 |
| V | S / N° | COPO BECKER (1 UNID.) | 120 ml | 10 | 0 |
| V | S / N° | COPO BECKER (1 UNID.) | 400 ml | 50 | 0 |
| V | S / N° | COPO BECKER (2 UNID.) | 500 ml | 50 | 0 |
| V | S / N° | COPO BECKER (1 UNID.) | 950 ml | 50 | 0 |
| V | S / N° | COPO BECKER (3 UNID.) | 1800 ml | 100 | 0 |
| V | S / N° | COPO BECKER (4 UNID.) | 4500 ml | 500 | 0 |
| V | S / N° | ERLERNMEYER (50 UNID.) | 125 ml | 25 | 0 |
| V | S / N° | ERLERNMEYER (40 UNID.) | 250 ml | 50 | 0 |
| V | S / N° | ERLERNMEYER (1 UNID.) | 500 ml | 50 | 0 |
| V | S / N° | ERLERNMEYER (7 UNID.) | 1000 ml | 50 | 0 |

INFORMAÇÕES: * INSTRUMENTO DE CALIBRAÇÃO DE ROTINA DIÁRIA.

DEVE-SE ELABORAR INSTRUÇÃO DE CALIBRAÇÃO

LEGENDA: V = VERIFICADO C = CALIBRADO

**RSQ-08 /
Rev.00**

O laboratório da UNIFEI está participando do programa interlaboratorial na RMMG. No programa ocorre uma intercomparação entre laboratórios, onde são realizadas calibrações de determinados sistemas de medição, comparando os resultados encontrados e suas incertezas para avaliar a qualidade do laboratório, desde o recebimento até a entrega dos sistemas de medição. Tornou-se propício o desenvolvimento de análise crítica quanto à participação do laboratório neste programa para que possa receber a homologação da RMMG.

Os principais problemas observados foram:

- a) recepção dos sistemas de medição: por se tratar de um laboratório de uma instituição de ensino, todo material enviado ao laboratório foi primeiro recebido por um órgão de recebimento de materiais e equipamentos da UNIFEI antes de ser encaminhado para o laboratório, o que pode acarretar em atraso na execução dos serviços.
- b) disponibilidade de horário para a execução das calibrações: observou-se dificuldade em conciliar o ensino (o laboratório é usado para aulas práticas), com o serviço de calibração dos sistemas de medição. Para os serviços de calibração a temperatura ambiental é controlada e são usados outros sistemas de medições e padrões (MAGALHÃES; NORONHA, 2006).

No caso do LAADEG, deve-se dar especial atenção às questões de conciliar o ensino (aulas práticas) e os serviços de ensaios realizados para empresas da região, no sentido de não interferir na qualidade da realização dos ensaios. É de urgência o controle da temperatura e umidade relativa interna do laboratório, para a realização dos ensaios e calibrações.

4.1.11.1 Elaborações e análises dos estudos estatísticos

Para as elaborações e análises dos estudos estatísticos utilizou-se o modelo proposto por Souza, Oliveira e Campos (2003), que trata de uma aplicação na planilha Excel^{MR}, denominada CEPLAB, que expressa a ferramenta estatística da qualidade, o Controle Estatístico do Processo (CEP).

O modelo adota cálculos de limites de controle para construção dos gráficos de controle dos valores de medições e amplitudes, cálculos dos índices estatísticos de capacidade do processo em termos de capacidade potencial (C_p) e

capacidade de desempenho (Cpk) os quais podem ser traduzidos também para a avaliação dos instrumentos de medição.

As análises dos gráficos de controle serão precedidas a partir de avaliação de padrões não aleatórios identificados anteriormente na Figura 8.

Convém que o LAADEG utilize o CEPLAB para o controle da vida útil e da frequência de verificação e calibração dos instrumentos de medição definidos anteriormente nas Tabelas 4 e 5.

Ressalta-se que todos os valores obtidos a partir das leituras dos instrumentos em estudo são apresentados no ANEXO – A.

Para a discussão dos estudos estatísticos, são apresentados todos os gráficos de controle das medições realizadas e os das amplitudes, iniciando com os gráficos construídos para a variável turbidez obtidas do turbidímetro “A” (FIGURA 25), com a repetição de trinta medições da solução padrão de $203,0 \pm 7\%$ UNT.

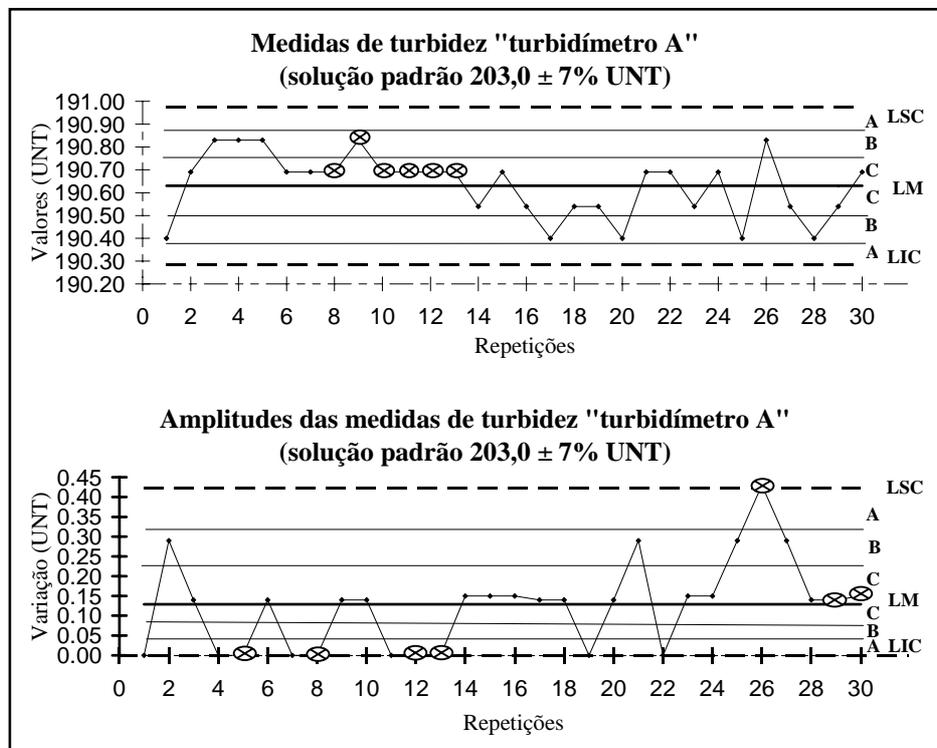


Figura 25 Gráficos de controle das medidas e amplitudes da variável turbidez obtidas da solução padrão de 203,0 ± 7% UNT no turbidímetro "A"

Observa-se que apesar da solução padrão permitir uma variação de 7% para mais e para menos, em relação ao valor nominal de 203,0 UNT, a média das trinta observações foi de 190,63 UNT (FIGURA 25), sendo uma variação interpretada como alta para o fornecimento de resultados de medições para a turbidez, ou seja, um valor de 12,37 UNT abaixo do valor padrão. É necessário que o LAADDEG adquira nova solução padrão, de preferência de valor nominal próximo a 10 UNT, pois é aproximadamente a média de resultados que o LAADDEG fornece, e após, realize novo estudo para avaliação do equipamento em questão.

Os padrões não aleatórios identificados anteriormente na Figura 8, são assinalados nos gráficos de controle (FIGURA 25) com um símbolo (⊗) que identifica o tipo de padrão não aleatório existente nos gráficos, os quais devem-se implementar ações para eliminar as possíveis causas especiais que atuam diretamente na estabilidade dos instrumentos de medição.

Analisando o primeiro gráfico das medidas de turbidez (FIGURA 25), a partir do sétimo ponto consecutivo acima do Limite médio (LM), nas repetições 8 a 13 consideram-se padrões não aleatórios, pois existe uma sequência de repetições nos resultados. A causa pode estar associada a um vício do instrumento de medição em produzir resultados iguais ou bem próximos, principalmente no início da realização das leituras, que já se observa a partir da repetição 2.

Analisando o segundo gráfico das amplitudes (FIGURA 25), nas repetições 5, 8, 12 e 13, observa-se o padrão não aleatório de pelo menos dois em três pontos consecutivos localizados na faixa A do gráfico. Neste caso o gráfico das amplitudes está alertando para a ocorrência de uma pequena variação entre as repetições, onde a própria situação é observada no gráfico das medidas de turbidez. Na repetição 26, observa-se que houve grande variação entre duas repetições próximas (25 e 26 do gráfico das medidas de turbidez), sendo o ponto localizado acima do Limite superior de controle (LSC) que é de 0,42 UNT. Deve-se investigar a causa desta grande variação entre duas amostras próximas, podendo ser sujeira ou marcas de dedo na cubeta, posicionamento da mesma, e até uma variação de tensão no fornecimento de energia antes da segunda medição. Por fim as repetições 29 e 30 indicam uma sequência de sete e oito pontos acima do LM, ou seja, pode se observar grande variação no final do gráfico das medidas de turbidez e aumento dos valores no gráfico das amplitudes. É necessário que o LAADeg estabeleça formalmente em instrução

de trabalho, um limite de medição ou de tempo para a calibração de cada instrumento de medição.

Na Figura 26, são apresentados os resultados dos cálculos do estudo estatístico para a variável turbidez obtidas da solução padrão do turbidímetro A.

| Turbidímetro A (solução padrão 203,0 ± 7% UNT) | |
|---|--|
| Cálculos para os Gráficos | Estudo Estatístico de Capacidade e Desempenho |
| Gráfico Rm | Índice de Capacidade Potencial =>Cp 41.32 |
| Rbarra 0.1 | Índice de Desempenho =====> Cpk 5.35 |
| Obs. na amostra 2 | |
| Fator D3 0 | OBS: O processo será capaz, desde que: - Exista somente causas comuns atuando no processo; - Não identifique visualmente padrões não aleatórios; - Cp e Cpk forem maiores ou iguais a 1,33 |
| Fator D4 3.267 | |
| LIC 0 | |
| LM 0.1 | |
| LSC 0.4 | |
| | |
| Gráfico Xind | Indicadores de Capacidade e Desempenho do Processo |
| Média (Xbarra) 190.6 | Sigma 0.11 |
| Fator E2 2.660 | Zi 16.05 |
| LIC (Fixo) 190.29 | Zs 231.86 |
| LM (Fixo) 190.63 | Zmin 16.05 |
| LSC (Fixo) 190.97 | |
| LIC (Móvel) 190.29 | Cp => Mede a capacidade de produzir dados agrupados Cpk => Mede a capacidade de produzir dados aceitáveis |
| LM (Móvel) 190.63 | |
| LSC (Móvel) 190.97 | |
| LIE (Projeto) 188.79 | OBS: Quando Cp = Cpk (Zi = Zs),dize-se que o processo esta centrado, ou seja esta variando em torno da média. |
| LSE (Projeto) 217.21 | |

Figura 26 Cálculos do estudo estatístico das medidas da variável turbidez obtidas da solução padrão de 203,0 ± 7% UNT no turbidímetro “A”

Todos os cálculos de limites para os gráficos de controle e os índices de capacidade potencial (Cp) e de desempenho (Cpk) do processo, foram obtidos a partir dos equacionamentos apresentados no ANEXO B.

Dois parâmetros importantes a serem avaliados na Figura 26, são os índices de capacidade do processo de medição, sendo a capacidade potencial

(Cp) e a capacidade de desempenho (Cpk). Como a solução padrão permite uma variação de 7% para mais e para menos, em relação ao valor nominal de 203,0 UNT, a especificação de projeto foi determinada para atender a solução e ao instrumento de medição. Então o Limite inferior de especificação (LIE) é de 188,79 UNT e o Limite superior de especificação (LSE) é de 217,21 UNT, sendo a tolerância de especificação de projeto de 28,42 UNT (alta para o processo de medição).

Para a especificação de projeto definida, o índice Cp é muito bom, pois a variação máxima entre as repetições foi de 0,43 UNT, sendo uma variação muito pequena em relação à tolerância de projeto, que é de 28,42 UNT, portanto o Cp de 41,32 atende o critério de ser maior do que 1,33.

O índice Cpk também é considerado bom, apesar de a média das repetições apresentar valor de 12,37 UNT abaixo do valor nominal, porém ainda assim, a média apresenta-se acima do LIE, portanto o Cpk de 5,35 também atende o critério de ser maior do que 1,33.

Para cálculos dos índices estatísticos, considerou-se que os turbidímetros podem apresentar uma variação total de no máximo 2 UNT para medições de turbidez em uma mesma amostra (para turbidez acima de 40 UNT). Realizando um estudo de caso com valor nominal da solução padrão que é de 203,0 UNT, as especificações de projeto seria LIE de 202 UNT e LSE de 204 UNT. Para esses valores de especificação e as trinta repetições, o Cp seria de 2,91 continuando a atender o critério, pois 0,43 UNT continuaria sendo uma variação pequena para uma tolerância de 2 UNT. O Cpk seria de (-33,06) que não atende o critério, pois a média das repetições é de 12,37 UNT, abaixo do valor nominal.

Também foram analisados os gráficos construídos para a variável turbidez obtidas do turbidímetro “B” (FIGURA 27), com repetição de trinta medições da solução padrão de 0,80 UNT.

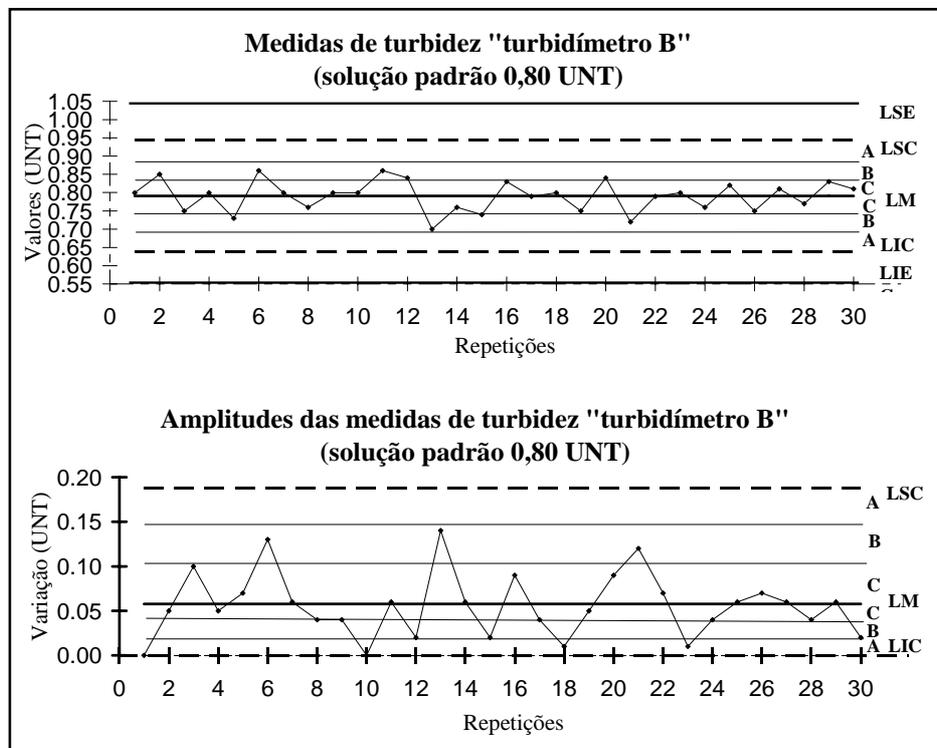


Figura 27 Gráficos de controle das medidas e amplitudes da variável turbidez obtidas da solução padrão de 0,80 UNT no turbidímetro "B"

Observa-se no gráfico de controle das medidas de turbidez (FIGURA 27) que a média das repetições de 0,79 UNT é muito próxima ao valor nominal da solução padrão, o que torna o processo de medição confiável.

Não existe a evidência de padrões não aleatórios "causas especiais" nos gráficos de controle da Figura 27, tornando o processo de medição estável.

A partir do valor nominal da solução padrão de 0,80 UNT, estabeleceu-se a especificação de projeto, sendo LIE de 0,55 UNT e LSE de 1,05 UNT, sendo a tolerância de especificação de projeto de apenas 0,50 UNT para valores de baixa turbidez (razoável para o processo de medição).

Para a especificação de projeto definida, o índice C_p é de 1,63 se apresentando como bom, apesar de ser pequena a tolerância de projeto. A variação máxima entre as repetições foi de 0,14 UNT (FIGURA 27), sendo uma variação pequena em relação à tolerância de projeto, que é de 0,50 UNT. O índice C_{pk} de 1,57 também é considerado bom, próximo ao máximo do potencial do instrumento de medição em referência.

Realizaram-se também trinta medições com as soluções padrões de valores nominais 8,00 e 80,0 UNT, apresentando todos os resultados idênticos aos seus valores nominais, portanto não justifica a realização de estudos estatísticos para tais situações.

Deverá ser utilizado o turbidímetro “B” para a realização de todas as medições de turbidez no LAADG, até que as ações corretivas e preventivas recomendadas no decorrer dessa dissertação, sejam implementadas e mantidas para a utilização do turbidímetro “A”.

Realizaram-se trinta medições com a amostra preparada com pH 1,9 no turbidímetro “A”, apresentando todos os resultados iguais a zero, portanto não justifica a realização de estudos estatísticos para essa situação.

A seguir apresentam-se os gráficos construídos para a variável turbidez obtidas do turbidímetro “A” (FIGURA 28), com repetição de trinta medições da amostra preparada com pH 7,0.

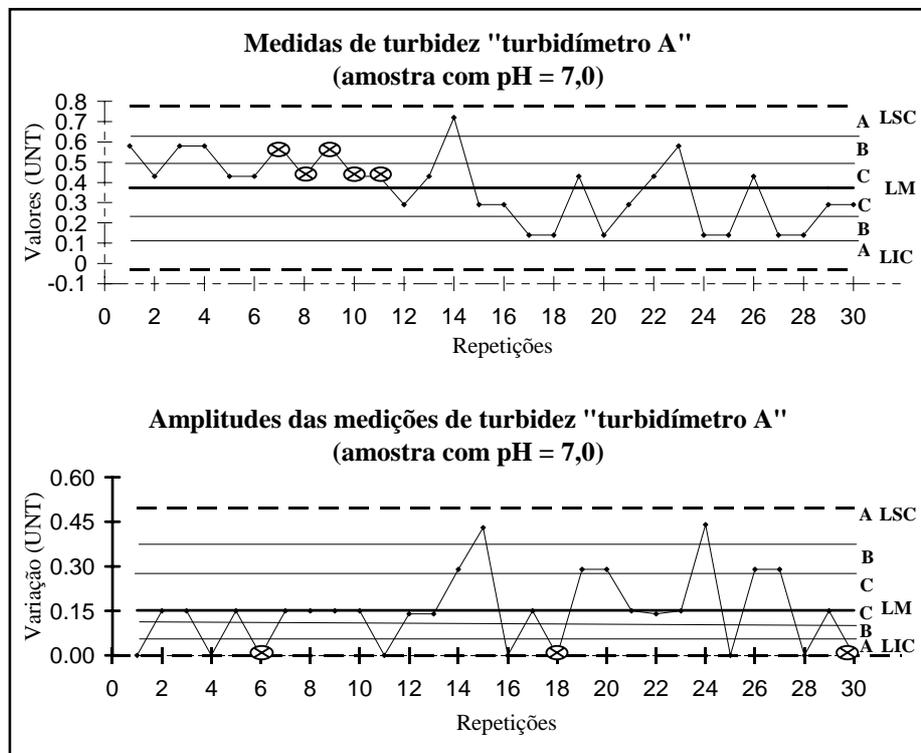


Figura 28 Gráficos de controle das medidas e amplitudes da variável turbidez obtidas da amostra com pH 7,0 no turbidímetro "A"

Observa-se no gráfico de controle das medidas de turbidez (FIGURA 28), que a média das trinta repetições é de 0,37 UNT e os limites de controle são LIC de -0,03 UNT e LSC de 0,78 UNT, sendo então a tolerância de processo de 0,81 UNT.

Para cálculos dos índices estatísticos, considerou-se que os turbidímetros podem apresentar uma variação total de no máximo 0,50 UNT para medições de turbidez em uma mesma amostra (para a faixa de 0 a 10 UNT). Neste presente estudo os limites de controle de processo estão mais abertos que os limites de controle de projeto, os quais são LIE de 0,12 e LSE de 0,62 UNT, resultando-se em índices de capacidade e desempenho do sistema de medição abaixo de 1,00.

(Cp e Cpk de 0,62). O sistema de medição utilizando o turbidímetro “A” na faixa de 0 a 1 UNT considera-se reprovado.

Analisando o primeiro gráfico das medidas de turbidez (FIGURA 28), a partir do sétimo ponto consecutivo acima do LM, nas repetições 7 a 11 consideram-se padrões não aleatórios, pois existe uma sequência de repetições nos resultados, podendo ser a incapacidade do instrumento em realizar leituras de baixa turbidez.

Analisando o segundo gráfico das amplitudes (FIGURA 28), nas repetições 6, 18 e 30, observa-se o padrão não aleatório de pelo menos dois em três pontos consecutivos localizados na faixa A do gráfico, caracterizado por sequência de repetições de valores, podendo ser um vício de leitura do instrumento de medição.

Observa-se principalmente que as trinta medições realizadas, estão espaçadas em intervalos próximos de 0,145 UNT, ou seja, o turbidímetro “A” somente oferece resultados de 0,145 em 0,145 UNT, não atendendo assim a sua especificação de resolução que deveria ser de 0,01 UNT. Os valores desse estudo podem ser visualizados no ANEXO – A.

Enfim apresentam-se também os gráficos construídos para a variável turbidez obtidas do turbidímetro “A” (FIGURA 29), com repetição de trinta medições da amostra preparada com pH 13,4.

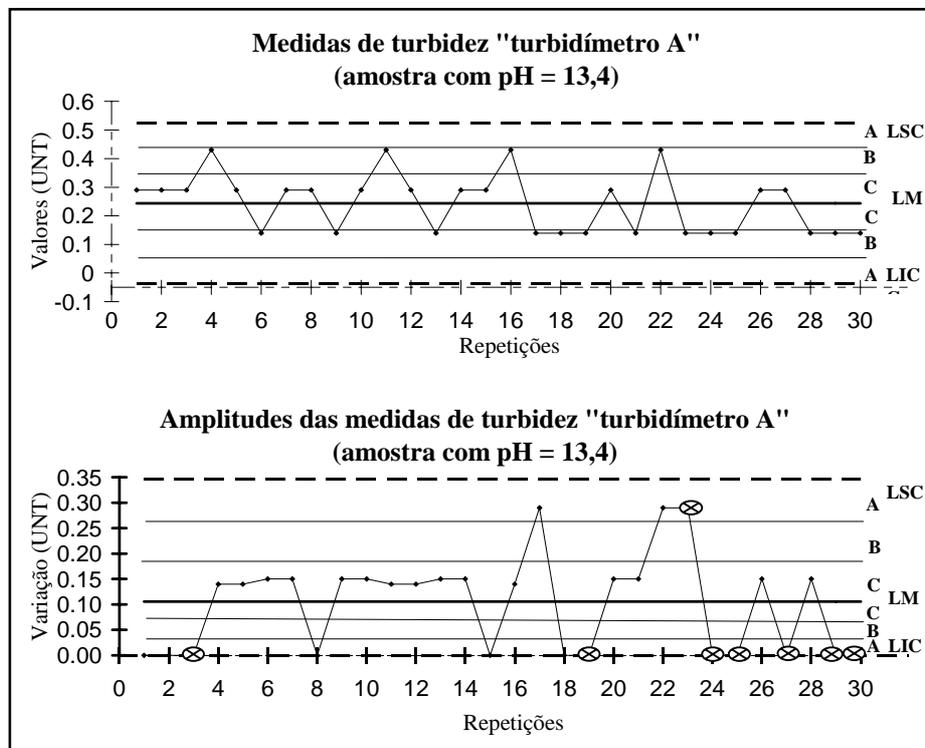


Figura 29 Gráficos de controle das medidas e amplitudes da variável turbidez obtidas da amostra com pH 13,4 no turbidímetro "A"

Observa-se no gráfico de controle das medidas de turbidez (FIGURA 29), que a média das trinta repetições é de 0,24 UNT e os limites de controle são LIC de -0,04 UNT e LSC de 0,53 UNT, sendo então a tolerância de processo de 0,57 UNT, maior do que a tolerância de projeto de 0,50 UNT, resultando em C_p e C_{pk} de 0,89. O sistema de medição utilizando o turbidímetro "A" na faixa de 0 a 1 UNT continua sendo considerado reprovado. Não há evidências de padrões não aleatórios no gráfico das medidas de turbidez.

Analisando o segundo gráfico das amplitudes (FIGURA 29), nas repetições 19, 23, 24, 25, 27, 29 e 30, observa-se o padrão não aleatório de pelo menos dois em três pontos consecutivos localizados na faixa A do gráfico,

caracterizado por sequência de repetições de valores das medidas de turbidez, podendo ser um vício de leitura do instrumento de medição e até a incapacidade deste em realizar leituras em turbidez baixa.

As trinta medições realizadas continuam espaçadas em intervalos próximos de 0,145 UNT, não atendendo assim a sua especificação de resolução que deveria ser de 0,01 UNT.

A seguir apresentam-se os gráficos construídos para a variável turbidez obtidas do turbidímetro "B" (FIGURA 30), com repetição de trinta medições da amostra preparada com pH 1,9.

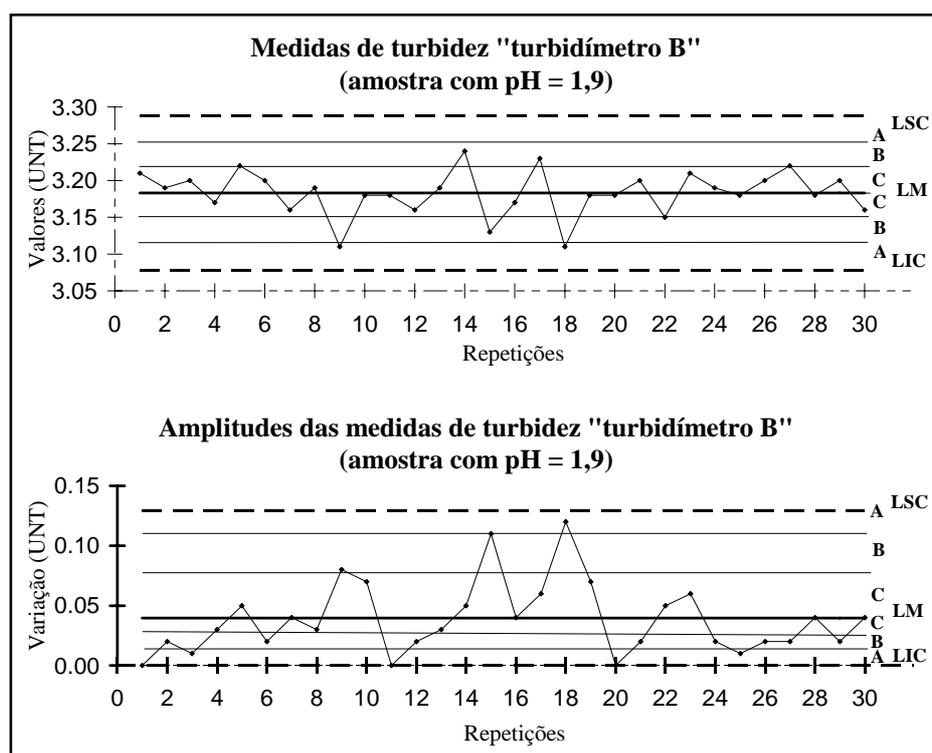


Figura 30 Gráficos de controle das medidas e amplitudes da variável turbidez obtidas da amostra com pH 1,9 no turbidímetro "B"

Observa-se no gráfico de controle das medidas de turbidez (FIGURA 30), que a média das trinta repetições é de 3,18 UNT e a tolerância de processo de 0,21 UNT, sendo muito menor do que a tolerância de projeto de 0,50 UNT, resultando bons índices do sistema de medição Cp e Cpk de 2,37. O sistema de medição utilizando o turbidímetro "B" para o estudo proposto esta aprovado, pois também obteve aprovação nas soluções padrões de 0,80; 8,00 e 80,0 UNT.

Não há evidências de padrões não aleatórios nos gráficos de controle da Figura 30.

Apresentam-se também os gráficos construídos para a variável turbidez obtidas do turbidímetro "B" (FIGURA 31), com repetição de trinta medições da amostra preparada com pH 7,0.

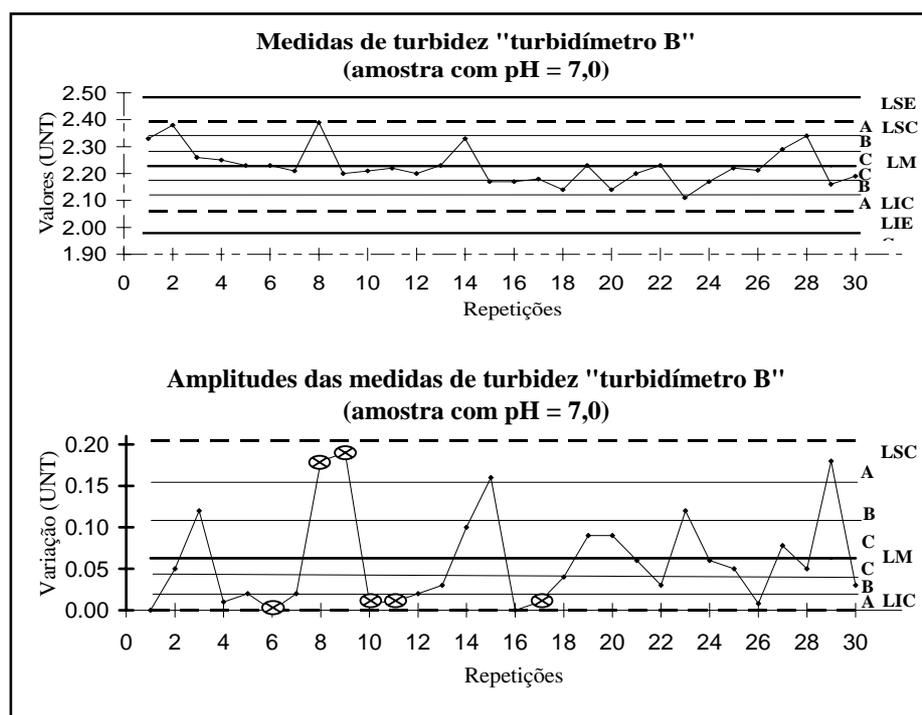


Figura 31 Gráficos de controle das medidas e amplitudes da variável turbidez obtidas da amostra com pH 7,0 no turbidímetro "B"

Observa-se no gráfico de controle das medidas de turbidez (FIGURA 31), que a média das trinta repetições é de 2,23 UNT e a tolerância de processo de 0,33 UNT, sendo menor do que a tolerância de projeto de 0,50 UNT, resultando bons índices do sistema de medição C_p e C_{pk} de 1,50, sendo aprovado para o estudo proposto. Não há evidências de padrões não aleatórios no gráfico das medidas de turbidez

Analisando o segundo gráfico das amplitudes (FIGURA 31), nas repetições 6, 8, 9, 10, 11 e 17, observa-se o padrão não aleatório de pelo menos dois em três pontos consecutivos localizados na faixa A do gráfico, caracterizado por sequência de repetições de valores das medidas de turbidez, podendo não representar um problema grave, já que o estudo foi aprovado quanto aos índices de capacidade.

Enfim apresentam-se também os gráficos construídos para a variável turbidez obtidas do turbidímetro “B” (FIGURA 32), com repetição de trinta medições da amostra preparada com pH 13,4.

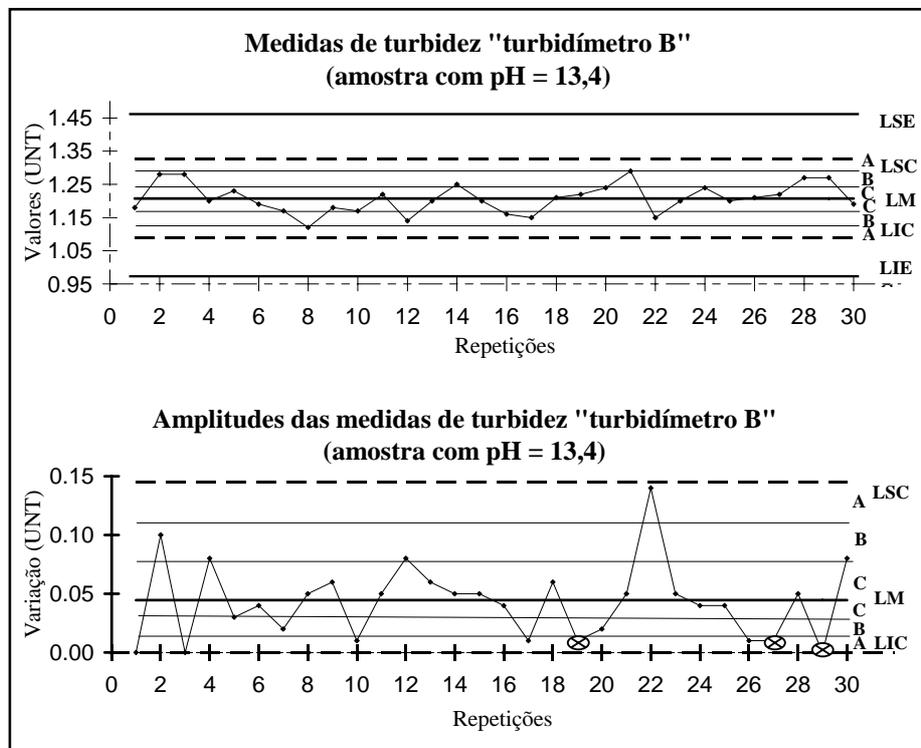


Figura 32 Gráficos de controle das medidas e amplitudes da variável turbidez obtidas da amostra com pH 13,4 no turbidímetro "B"

Observa-se no gráfico de controle das medidas de turbidez (FIGURA 32), que a média das trinta repetições é de 1,21 UNT e a tolerância de processo de 0,24 UNT, sendo muito menor do que a tolerância de projeto de 0,50 UNT, resultando bons índices do sistema de medição C_p e C_{pk} de 2,11 sendo aprovado para o estudo proposto. Não há evidências de padrões não aleatórios no gráfico das medidas de turbidez

Analisando o segundo gráfico das amplitudes (FIGURA 32), nas repetições 19, 27 e 29, observa-se o padrão não aleatório de pelo menos dois em três pontos consecutivos localizados na faixa A do gráfico, caracterizado por uma sequência de repetições de valores das medidas de turbidez, podendo não

representar problema grave, já que o estudo foi aprovado quanto aos índices de capacidade.

O turbidímetro “B” se encontra aprovado para utilização da medição da turbidez, na faixa de medição baixa, de 0 a 10 UNT, sendo aprovado nas amostras preparadas quanto ao pH e nas soluções padrões. Observa-se também pelos três estudos das amostras preparadas com pH 1,9; 7,0 e 13,4 que quanto maior o pH da amostra, menor será a sua turbidez, a qual também é caracterizada pela grande variação de sólidos em suspensão.

As amostras de água turva (menor, intermediária e maior turvação) foram caracterizadas em função da medição dos sólidos totais divididos em fixos e voláteis e também dos sólidos dissolvidos, conforme a Tabela 6.

Tabela 6 Caracterização das amostras de água turva

| Turvação | Sólidos (mg L^{-1}) | | | |
|----------------------|--------------------------------|-------|----------|-------------|
| | Totais | Fixos | Voláteis | Dissolvidos |
| Menor | 73 | 23 | 50 | 53 |
| intermediária | 89 | 22 | 67 | 58 |
| maior | 108 | 26 | 82 | 64 |

A seguir apresentam-se os gráficos construídos para a variável turbidez obtidas do turbidímetro “A” (FIGURA 33), com repetição de trinta medições da amostra preparada para menor turvação.

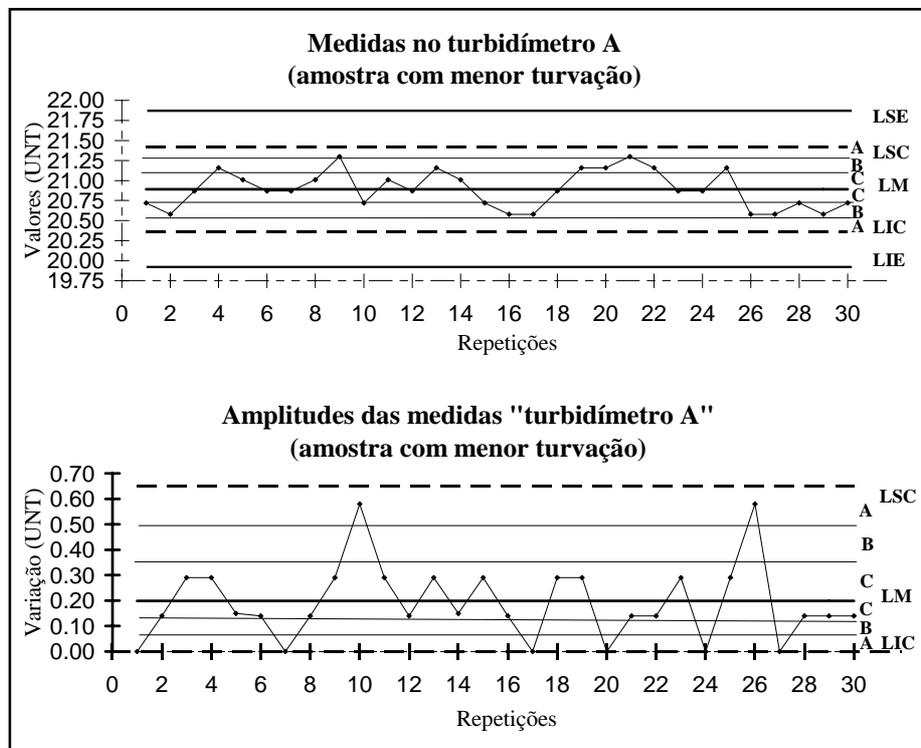


Figura 33 Gráficos de controle das medidas e amplitudes da variável turbidez obtidas da amostra com menor turvação no turbidímetro "A"

Observa-se no gráfico de controle das medidas de turbidez (FIGURA 33), que a média das trinta repetições é de 20,9 UNT e a tolerância de projeto de 2 UNT foi estimada para valores de turbidez variando de aproximadamente 20 a 70 UNT, resultando em C_p e C_{pk} de 1,89. O sistema de medição utilizando o turbidímetro "A" na faixa de 20 a 70 UNT poderá ser aprovado desde que seja realizado um estudo estatístico com uma solução padrão que represente a faixa referenciada para verificar a exatidão do instrumento de medição, com tolerância de projeto de 2 UNT.

Não há evidências de padrões não aleatórios nos gráficos de controle da Figura 33.

As trinta medições de turbidez continuam espaçadas em intervalos próximos de 0,145 UNT, não atendendo assim a sua especificação de resolução que deveria ser de 0,01 UNT.

Apresentam-se também os gráficos construídos para a variável turbidez obtidas do turbidímetro “A” (FIGURA 34), com repetição de trinta medições da amostra com turvação intermediária.

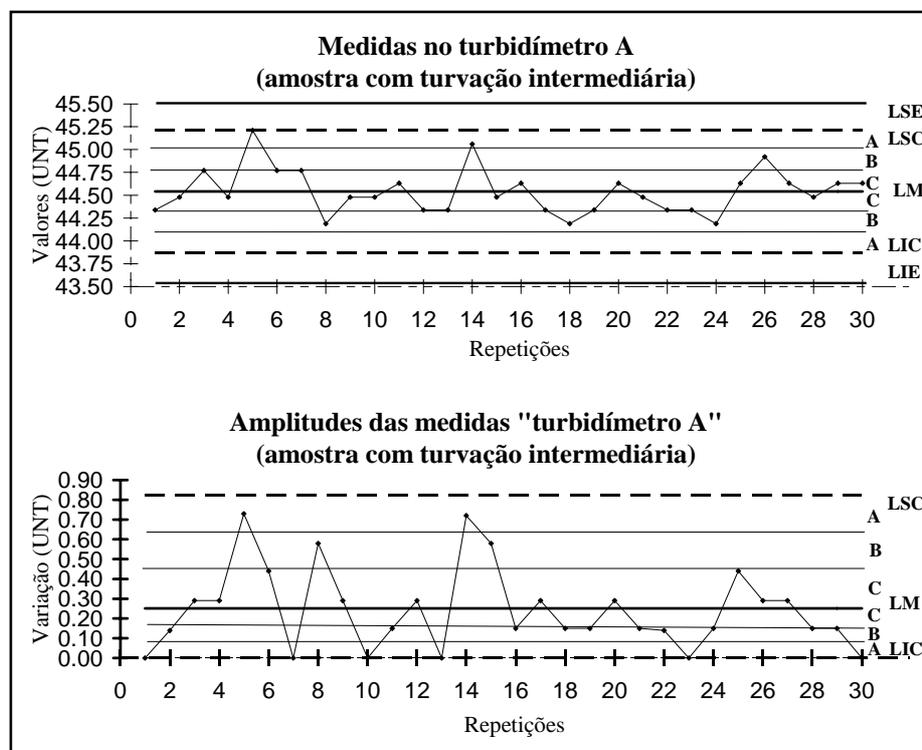


Figura 34 Gráficos de controle das medidas e amplitudes da variável turbidez obtidas da amostra com turvação intermediária no turbidímetro “A”

Observa-se no gráfico de controle das medidas de turbidez (FIGURA 34), que a média das trinta repetições é de 44,54 UNT, resultando em Cp e Cpk de 1,50 para a tolerância de projeto de 2 UNT.

Não há evidências de padrões não aleatórios nos gráficos de controle da Figura 34.

As trinta medições realizadas continuam espaçadas em intervalos próximos de 0,145 UNT, não atendendo assim a sua especificação de resolução que deveria ser de 0,01 UNT.

Enfim apresentam-se os gráficos construídos para a variável turbidez obtidas do turbidímetro “A” (FIGURA 35), com repetição de trinta medições da amostra com maior turvação.

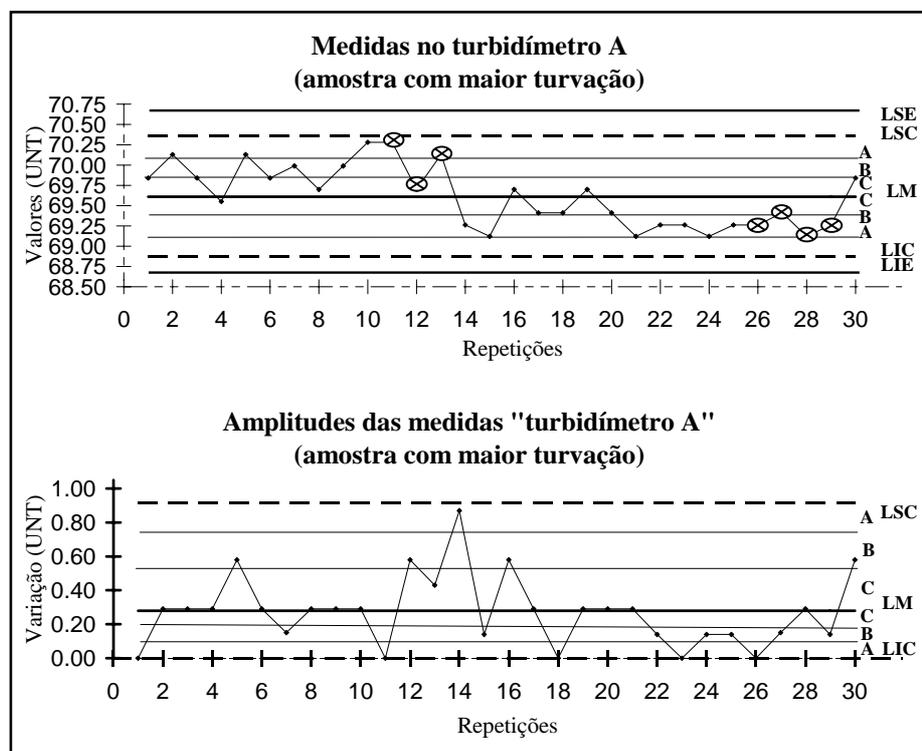


Figura 35 Gráficos de controle das medidas e amplitudes da variável turbidez obtidas da amostra com maior turvação no turbidímetro “A”

Observa-se no gráfico de controle das medidas de turbidez (FIGURA 35), que a média das trinta repetições é de 69,61 UNT, resultando em Cp e Cpk de 1,35 para a tolerância de projeto de 2 UNT. Até a repetição 13, o gráfico apresenta-se praticamente acima do LM e a após esta repetição, o gráfico apresenta-se praticamente abaixo do LM. Mostra-se com isso melhor estabilidade do instrumento de medição em intervalos de medições, porém as recomendações anteriores para aprovação do turbidímetro “A” continuam sendo mantidas. Existe o padrão não aleatório de sete pontos consecutivos acima ou abaixo do LM, nas repetições 11 a 13 e 26 a 29, justificado pelo comentário anterior.

Não há evidências de padrões não aleatórios no gráfico das amplitudes da Figura 35.

As trinta medições realizadas continuam espaçadas em intervalos próximos de 0,145 UNT, não atendendo assim a sua especificação de resolução que deveria ser de 0,01 UNT.

A seguir apresentam-se os gráficos construídos para a variável turbidez obtidas do turbidímetro “B” (FIGURA 36), com repetição de trinta medições da amostra com menor turvação.

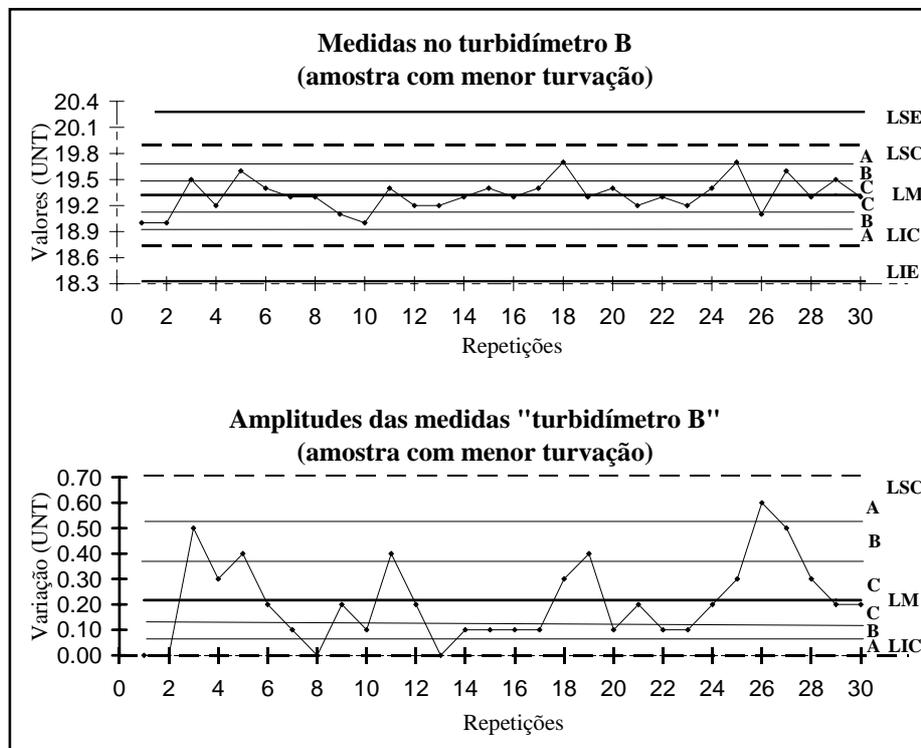


Figura 36 Gráficos de controle das medidas e amplitudes da variável turbidez obtidas da amostra com menor turvação no turbidímetro "B"

Observa-se no gráfico de controle das medidas de turbidez (FIGURA 36), que a média das trinta repetições é de 19,32 UNT, resultando em C_p e C_{pk} de 1,73 para a tolerância de projeto de 2 UNT. A média e os demais valores das repetições do estudo se apresentam bem próximos em relação ao estudo realizado com o turbidímetro "A" na mesma amostra.

Não há evidências de padrões não aleatórios no gráfico das amplitudes da Figura 36.

Apresentam-se também os gráficos construídos para a variável turbidez obtidas do turbidímetro "B" (FIGURA 37), com repetição de trinta medições da amostra com turvação intermediária.

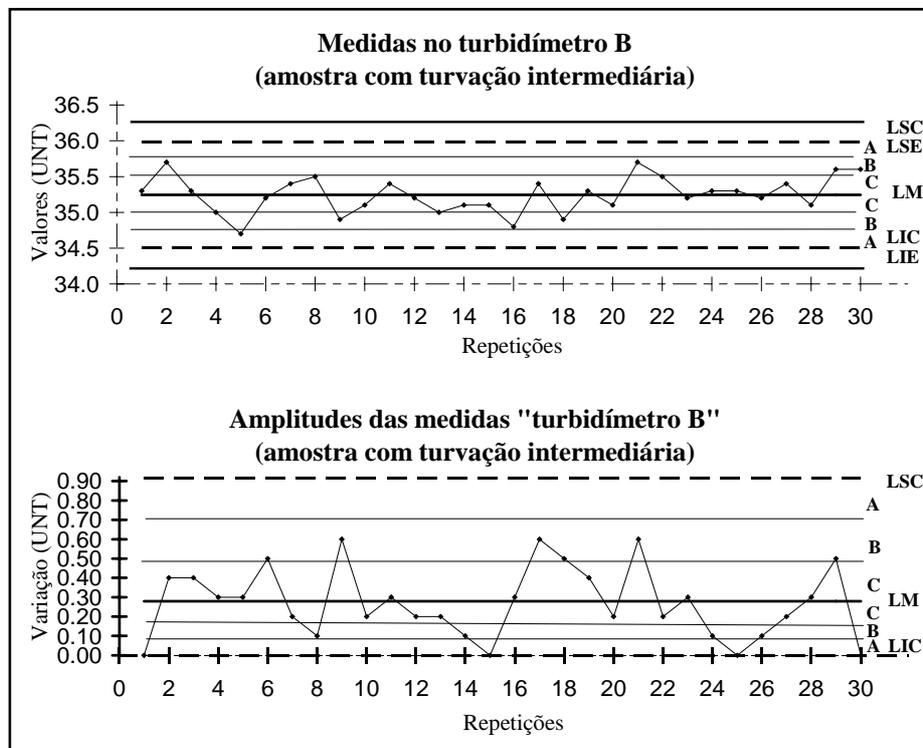


Figura 37 Gráficos de controle das medidas e amplitudes da variável turbidez obtidas da amostra com turvação intermediária no turbidímetro "B"

Observa-se no gráfico de controle das medidas de turbidez (FIGURA 37), que a média das trinta repetições é de 35,24 UNT, resultando em C_p e C_{pk} de 1,35 para a tolerância de projeto de 2 UNT. A média e os demais valores das repetições do estudo se apresentam aproximadamente uma variação de 10 UNT em relação ao estudo realizado com o turbidímetro "A" na mesma amostra.

Não há evidências de padrões não aleatórios no gráfico das amplitudes da Figura 37.

Enfim apresentam-se os gráficos construídos para a variável turbidez obtidas do turbidímetro "B" (FIGURA 38), com repetição de trinta medições da amostra com menor turvação.

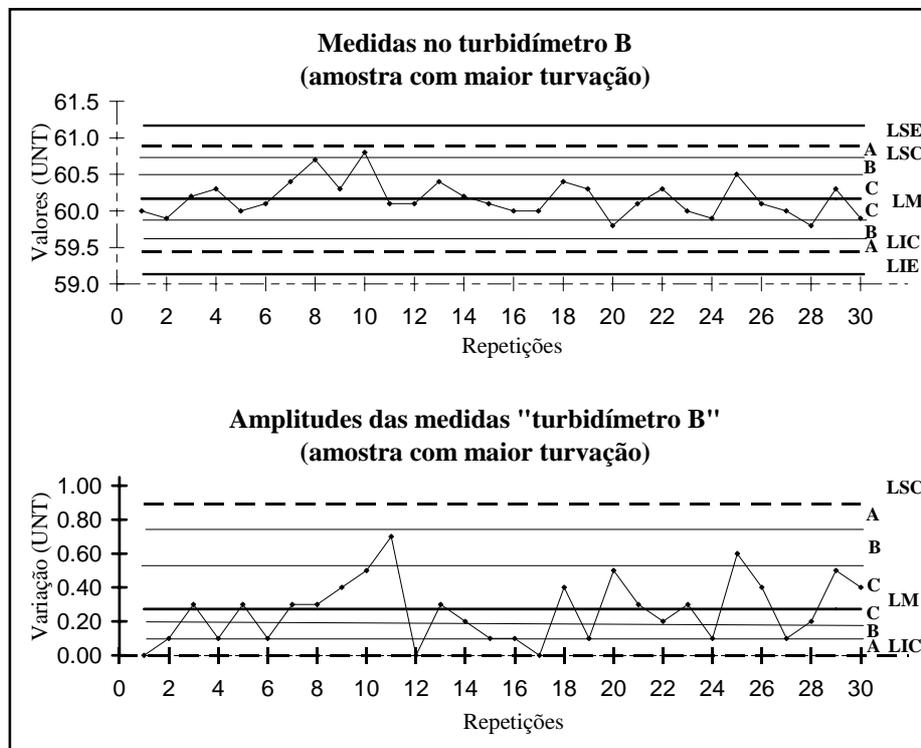


Figura 38 Gráficos de controle das medidas e amplitudes da variável turbidez obtidas da amostra com maior turvação no turbidímetro “B”

Observa-se no gráfico de controle das medidas de turbidez (FIGURA 38), que a média das trinta repetições é de 60,17 UNT, resultando em Cp e Cpk de 1,38 para a tolerância de projeto de 2 UNT. A média e os demais valores das repetições do estudo apresentam aproximadamente uma variação de 10 UNT em relação ao estudo realizado com o turbidímetro “A” na mesma amostra.

Não há evidências de padrões não aleatórios no gráfico das amplitudes da Figura 38.

Considera-se aprovado o turbidímetro “B” em níveis de precisão e exatidão para uma faixa de medição de 0 a 100 UNT, tendo em vista a

aprovação dos estudos realizados com as soluções padrões e as amostras preparadas.

A seguir apresentam-se os gráficos construídos para a variável cor obtidas do espectrofotômetro (FIGURA 39), com repetição de trinta medições da amostra preparada com pH 1,9.

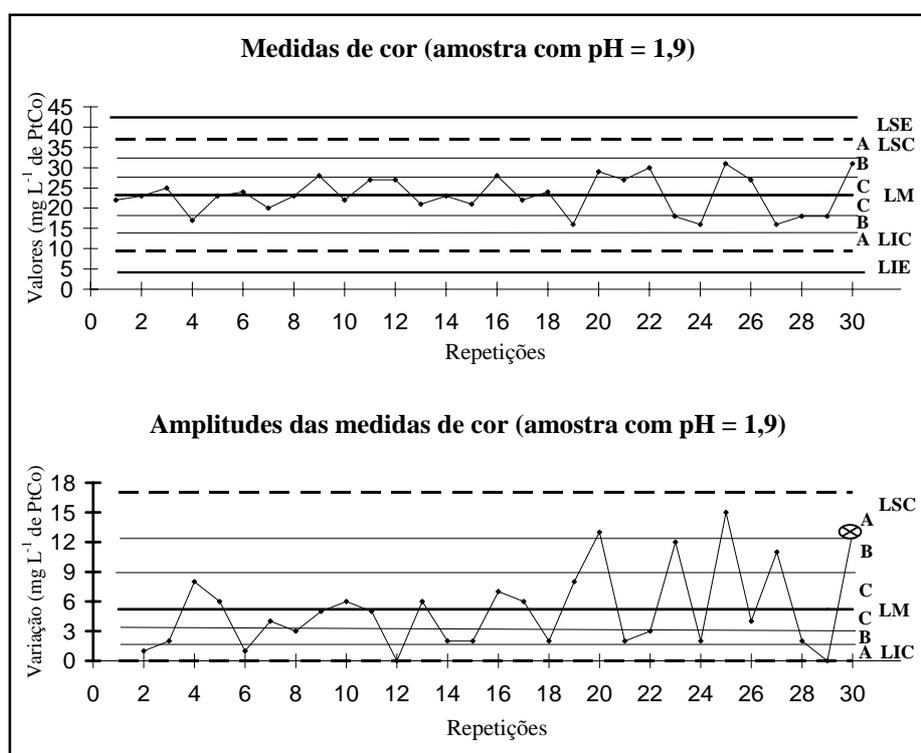


Figura 39 Gráficos de controle das medidas e amplitudes da variável cor obtidas da amostra com pH 1,9 no espectrofotômetro

Observa-se no gráfico de controle das medidas de cor (FIGURA 39), que a média das trinta repetições é de 23,2 mg L⁻¹ de PtCo e a tolerância estimada de projeto de 40 mg L⁻¹ de PtCo é necessária para o atingir os índices Cp e Cpk de 1,44 atendendo assim o critério de ser superior a 1,33. Nota-se

também que as repetições possuem menor variação até a repetição 18, sendo que a partir desta a variação aumenta. É necessária frequência maior de calibração como a finalidade de limitar em dez o número de leituras e após este valor, realizar nova calibração.

A única evidência de possuir padrões não aleatórios nos gráficos de controle da Figura 39 encontra-se na última repetição do gráfico das amplitudes, que é devido à existência de dois entre três pontos consecutivos na faixa A, justificada pela igualdade dos valores das repetições 28 e 29 do gráfico das medidas de cor, tendo logo em seguida uma elevação alta na repetição 30.

Apresentam-se também os gráficos construídos para a variável cor obtidas do espectrofotômetro (FIGURA 40), com repetição de trinta medições da amostra preparada com pH 7,0.

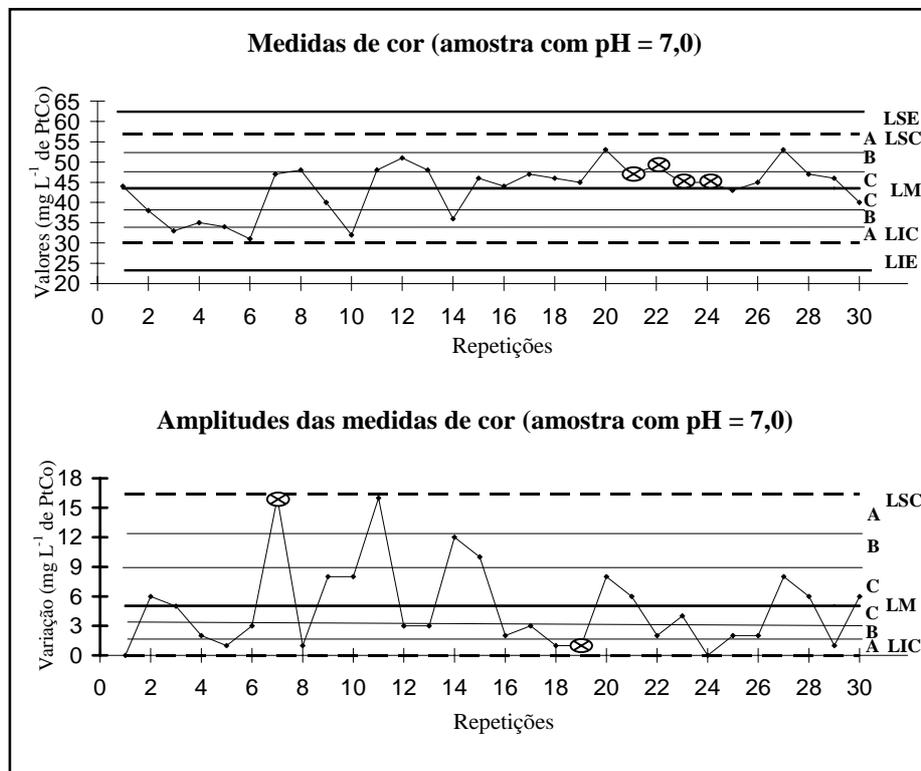


Figura 40 Gráficos de controle das medidas e amplitudes da variável cor obtidas da amostra com pH 7,0 no espectrofotômetro

Observa-se no gráfico de controle das medidas de cor (FIGURA 40), que a média das trinta repetições é de $43,5 \text{ mg L}^{-1}$ de PtCo e a tolerância estimada de projeto de 40 mg L^{-1} de PtCo é necessária para atingir os índices Cp e Cpk de 1,49 atendendo assim o critério de ser superior a 1,33.

Analisando o primeiro gráfico das medidas de cor (FIGURA 40), a partir do sétimo ponto consecutivo acima do LM, nas repetições 21 a 24 consideram-se padrões não aleatórios, pois existe uma sequência de repetições nos resultados. Por outro lado, observa-se também que a partir da repetição 15, o gráfico possui maior estabilidade, ou seja, menor variação entre as repetições,

que é uma situação a ser analisada, pois neste caso o instrumento melhorou a sua repetibilidade a partir dessa repetição 15.

Analisando o segundo gráfico das amplitudes (FIGURA 40), nas repetições 7 e 19, observa-se o padrão não aleatório de pelo menos dois em três pontos consecutivos localizados na faixa A do gráfico. Na repetição 7, observa-se que houve grande variação entre duas repetições próximas (6 e 7 do gráfico das medidas de cor). No caso da repetição 19, observa-se um declínio uniforme com ocorrência de pequena variação entre as repetições 17, 18 e 19 observada no gráfico das medidas de cor.

Enfim apresentam-se também os gráficos construídos para a variável cor obtidas do espectrofotômetro (FIGURA 41), com repetição de trinta medições da amostra preparada com pH 13,4.

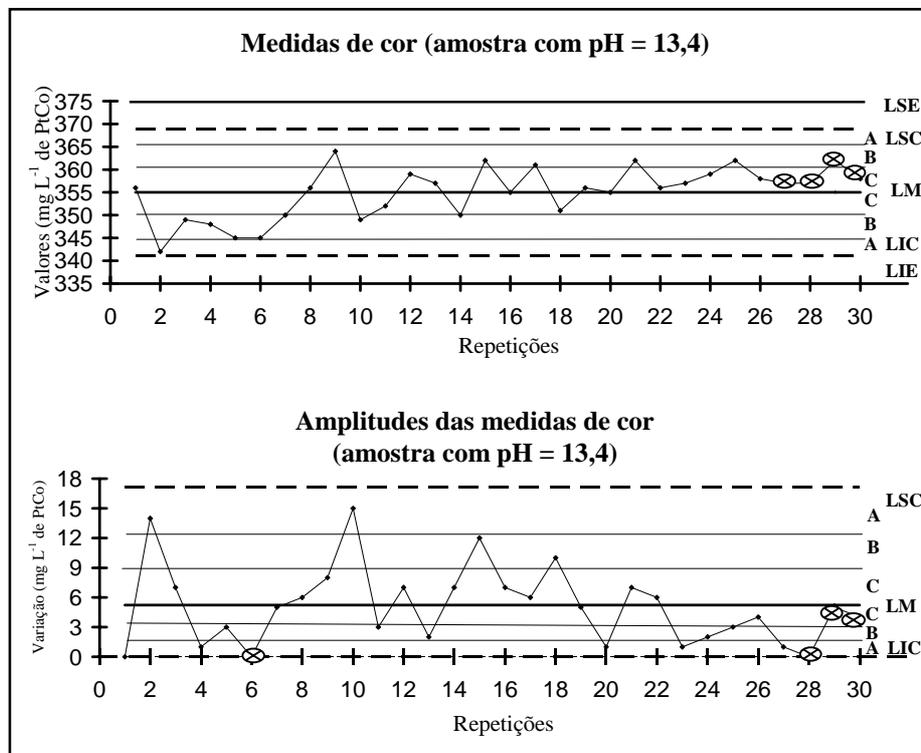


Figura 41 Gráficos de controle das medidas e amplitudes da variável cor obtidas da amostra com pH 13,4 no espectrofotômetro

Observa-se no gráfico de controle das medidas de cor (FIGURA 41), que a média das trinta repetições é de $355,0 \text{ mg L}^{-1}$ de PtCo e a tolerância estimada de projeto de 40 mg L^{-1} de PtCo é necessária para atingir os índices Cp e Cpk de 1,43 atendendo assim o critério de ser superior a 1,33.

Analisando o primeiro gráfico das medidas de cor (FIGURA 41), a partir do sétimo ponto consecutivo acima do LM, nas repetições 27 a 30 consideram-se padrões não aleatórios, pois existe uma sequência de repetições nos resultados. Observa-se também que a partir da repetição 10, o gráfico possui menor variação entre as repetições, melhorando a repetibilidade do instrumento de medição.

Analisando o segundo gráfico das amplitudes (FIGURA 41), na repetição 6, observa-se o padrão não aleatório de pelo menos dois em três pontos consecutivos localizados na faixa A do gráfico. Nas repetições 28 a 30, observa-se o padrão não aleatório a partir do sétimo ponto consecutivo abaixo do LM, o que é em função da melhor estabilidade adquirida no gráfico das medidas de cor, conforme comentado anteriormente.

Enfim, analisando os três estudos estatísticos realizados com a medição de três amostras preparadas com pH 1,9; 7,0 e 13,4 têm-se duas conclusões:

- a) não é a cor visual da amostra que define o resultado da medição, mas sim a variação de sólidos dissolvidos na amostra e a variação no pH (quanto menor o pH, menor será a cor);
- b) a tolerância estimada de projeto de 40 mg L^{-1} de PtCo para aprovação do estudo estatístico é uma variação muito alta para a medição da cor. É necessário que o LAADeg realize manutenção no espectrofotômetro e envie o mesmo para uma calibração externa, avaliando a sua repetibilidade, pois apresentou amplitudes próximas a 15 mg L^{-1} de PtCo nos estudos estatísticos. Deve-se também adquirir uma solução padrão para a cor com valor próximo a 15 mg L^{-1} de PtCo.

A seguir apresentam-se os gráficos construídos para a variável cor obtidas do espectrofotômetro (FIGURA 42), com repetição de trinta medições da amostra preparada para menor turvação.

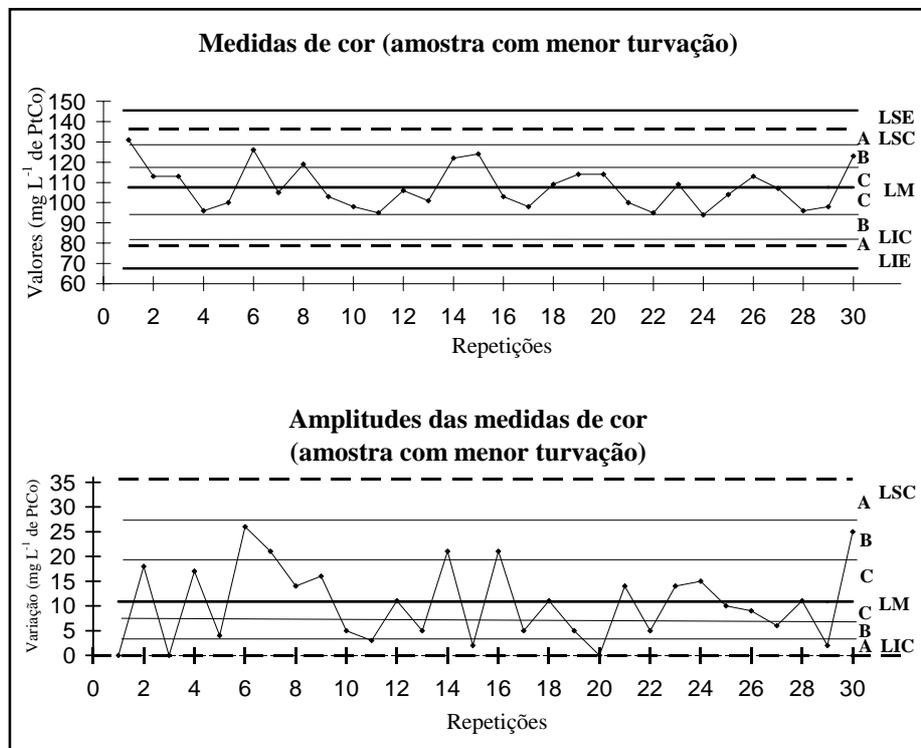


Figura 42 Gráficos de controle das medidas e amplitudes da variável cor obtidas da amostra com menor turvação no espectrofotômetro

Observa-se no gráfico de controle das medidas de cor (FIGURA 42), que a média das trinta repetições é de $107,6 \text{ mg L}^{-1}$ de PtCo e a tolerância estimada de projeto de 80 mg L^{-1} de PtCo é necessária para atingir os índices Cp e Cpk de 1,38 porém é muito alta para a medição da cor, devendo adotar a mesma recomendação sugerida no estudo da Figura 41.

Não há evidências de padrões não aleatórios nos gráficos de controle da Figura 42.

Apresentam-se também os gráficos construídos para a variável cor obtidas do espectrofotômetro (FIGURA 43), com repetição de trinta medições da amostra preparada para turvação intermediária.

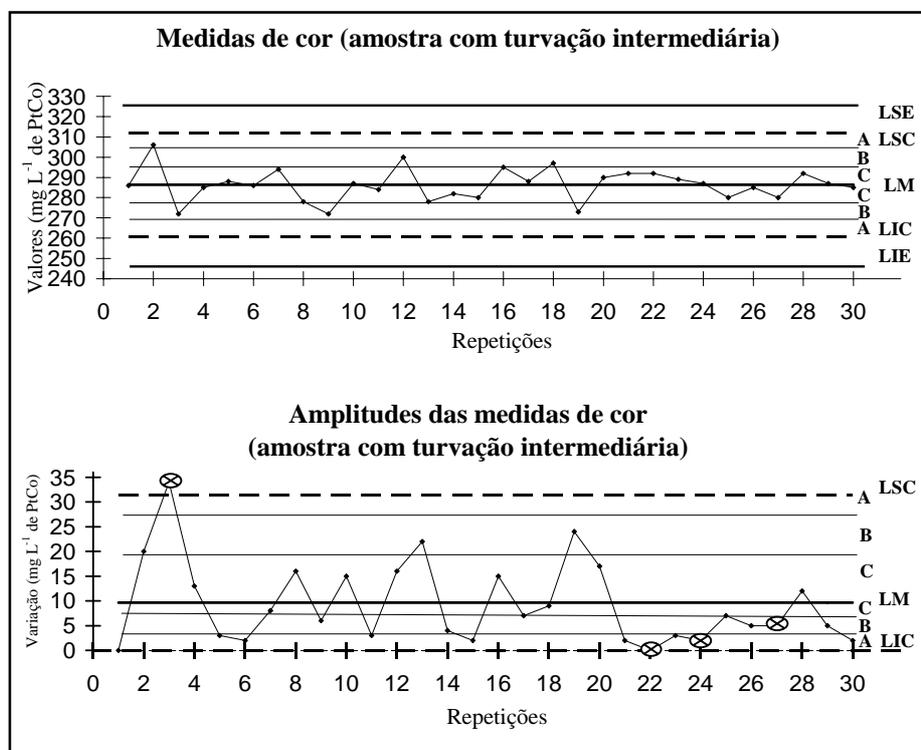


Figura 43 Gráficos de controle das medidas e amplitudes da variável cor obtidas da amostra com turvação intermediária no espectrofotômetro

Observa-se no gráfico de controle das medidas de cor (FIGURA 43), que a média das trinta repetições é de $286,3 \text{ mg L}^{-1}$ de PtCo e a tolerância estimada de projeto de 80 mg L^{-1} de PtCo é necessária para atingir os índices Cp e Cpk de 1,56 porém é muito alta para a medição da cor, devendo adotar a mesma recomendação sugerida no estudo da Figura 41. Observa-se também que a partir da repetição 20, o gráfico possui maior estabilidade, ou seja, menor variação entre as repetições, que é uma situação a ser analisada, pois neste caso o instrumento melhorou a sua repetibilidade a partir da repetição 20. Não há evidências de padrões não aleatórios no gráfico das medidas de cor.

Analisando o segundo gráfico das amplitudes (FIGURA 43), na repetição 3 observa-se o padrão não aleatório de pelo menos um ponto fora dos limites de controle, sendo uma amplitude muito alta entre as repetições 2 e 3 do gráfico das medidas de cor. Observa-se também o padrão não aleatório de pelo menos dois em três pontos consecutivos localizados na faixa A do gráfico, nas repetições 22 e 24 e o padrão de sete pontos consecutivos abaixo do Limite médio na repetição 27, justificados pela pequena variação entre as repetições no gráfico das medidas de cor a partir da repetição 20.

O início do gráfico das medidas de cor (FIGURA 43) é caracterizado por uma grande variação entre as suas repetições e consequentemente altos valores também no início do gráfico das amplitudes

Enfim apresentam-se os gráficos construídos para a variável cor obtidas do espectrofotômetro (FIGURA 44), com repetição de trinta medições da amostra preparada para maior turvação.

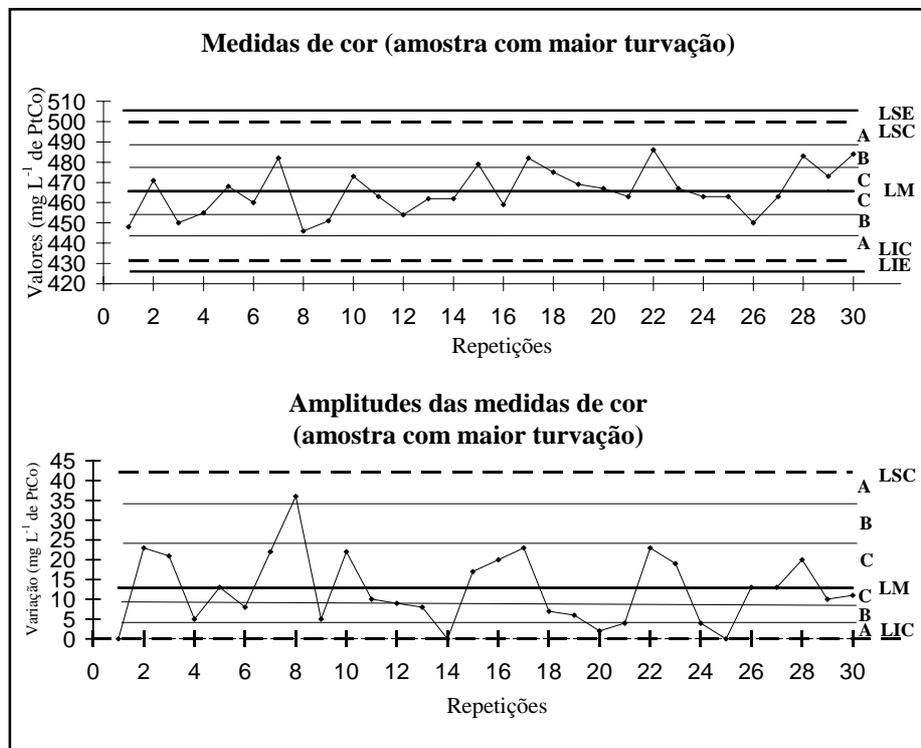


Figura 44 Gráficos de controle das medidas e amplitudes da variável cor obtidas da amostra com maior turvação no espectrofotômetro

Observa-se no gráfico de controle das medidas de cor (FIGURA 44), que a média das trinta repetições é de $465,7 \text{ mg L}^{-1}$ de PtCo e a tolerância estimada de projeto de 80 mg L^{-1} de PtCo não foi suficiente para que os índices de capacidade atingissem um valor maior que 1,33 (C_p e C_{pk} de 1,17). Essa tolerância estimada de projeto, já é muito alta para a medição da cor, devendo adotar a mesma recomendação sugerida no estudo da Figura 41.

Não há evidências de padrões não aleatórios nos gráficos de controle da Figura 44.

A partir das análises dos gráficos e índices estatísticos, foi possível identificar a necessidade de implementação de um programa de manutenção preventiva dos instrumentos e equipamentos de medição e também, um efetivo acompanhamento utilizando-se de estudos estatísticos para o monitoramento dos instrumentos e a garantia da qualidade dos resultados laboratoriais. É necessário que o LAADDEG implemente e mantenha os programas de melhorias propostos nesta dissertação.

5 CONCLUSÃO

Conclui-se que é imprescindível a efetivação de um técnico no LAADEG, para implementar e manter o SGQ proposto, inclusive quando necessário, para substituição do técnico que realiza as análises laboratoriais. Foi possível propor um SGQ para o LAADEG baseado nos principais requisitos da norma NBR ISO/IEC 17025. A disponibilidade de recursos financeiros e o engajamento da direção com o SGQ são fatores necessários para a obtenção do certificado em NBR ISO/IEC 17025.

A recomendação para iniciar o processo de homologação do LAADEG em NBR ISO/IEC 17025 pela RMMG é descrita nas dez etapas a seguir:

- a) afiliar o LAADEG à RMMG;
- b) iniciar o processo de homologação junto à RMMG;
- c) remeter à FEAM, comprovante do início da homologação;
- d) oferecer treinamentos para 30% dos colaboradores do SGQ;
- e) implementar os requisitos 4 e 5 da norma NBR ISO 17025;
- f) realizar auditoria interna e análise crítica pela alta direção;
- g) remeter documentação à RMMG para avaliação;
- h) solicitar auditoria externa da RMMG;
- i) implementar as ações corretivas e oportunidades de melhorias;
- j) solicitar auditoria externa nas ações corretivas.

A partir dessa dissertação foi possível o estabelecimento de um manual de regras práticas que facilitará o processo de implementação e manutenção do SGQ em NBR ISO/IEC 17025 para outros laboratórios que se fizerem necessárias à implementação do SGQ proposto.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J. A. S.; PIRES, A. C. **Acreditação**: vantagens e dificuldades da implementação de um sistema da qualidade num laboratório de ensaio e /ou calibração. **Química**, São Paulo, v. 101, p. 34-39, abr./jun. 2006.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater** . 20th ed. Washington, 1998.
- ARANTES, W. F. **Avaliação metrológica da comparação interlaboratorial da calibração de medidores ultra-sônicos**. 142 p. Dissertação (Mestrado em Metrologia para Qualidade e Inovação) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO/IEC 17025:2005**: requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração. Rio de Janeiro, 2005. 30 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS . **NBR ISO 9001:2008**: sistema de gestão da qualidade – requisitos. Rio de Janeiro, 2008. 28 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 10012:2004**: sistemas de gestão de medição – requisitos para os processos de medição e equipamentos de medição. Rio de Janeiro, 2004a. 20p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14001:2004**: sistemas da gestão ambiental – requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro, 2004b. 27p.
- BAHIA FILHO, O. Implantação de sistemas de qualidade em laboratórios de ensaio. **Revista Analytica**, São Paulo, n. 3, p. 24-28, fev. 2003.
- BATISTA, M. M. **Contribuição ao processo de credenciamento de laboratórios de ensaios de equipamentos de eletrodomésticos**. 2003. 121 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Unversidade Federal de santa Catarina, Florianópolis, 2003.

BICHO, G. G.; VALLE, B. ISO/IEC 17.025: a nova norma para laboratórios de ensaio e calibração. **Revista Metrologia & Instrumentação – Laboratórios & Controle de Processos**, São Paulo, v. 1, n. 5, abr. 2001. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/divulga/artigos/metrologia.htm>>. Acesso em: 22 dez. 2011.

BITTAR, O. J. N. V. Cultura & qualidade em hospitais. In: QUINTO NETO, A.; BITTAR, O. J. N. V. **Hospitais: administração da qualidade e acreditação de organizações complexas**. Porto Alegre: Da Casa, 2004. Cap.1.

BITTAR, O. J. N. V. Gestão de processos e certificação para qualidade em saúde. **Revista da Associação Médica Brasileira**, São Paulo, v. 46, n. 1, p. 70-76, 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. **Comentários sobre a Portaria MS nº 518/2004: subsídios para implementação**. Brasília, 2005. 92 p. (Série E. Legislação em Saúde).

BVQI BUREAU VERITAS QUALITY INTERNATIONAL. **GP01-BR: procedimento para certificação de sistemas de gerenciamento da qualidade**. fev./2008. 17 p. Disponível em: <<http://www.bvqi.com.br/arquivos/documentos/gp%2001%20br%20certifica%C3%A7%C3%A3o%20qualidade.pdf>>. Acesso em: 23 dez. 2011.

CARVALHO, A.; NEVES, J. Causas fundamentais das dificuldades na implantação da NBR ISO/IEC 17025:2001 em laboratórios de calibração. In: ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE METROLOGIA, 1., 2003, Recife. **Anais...** Recife: [s. n.], 2003. 1 CD ROM.

CASSANO, D. Credenciamento: solução para quem usa ou oferece serviços de ensaio e calibração. **Revista Metrologia & Instrumentação**, São Paulo, v. 3, n. 25, p. 18-22, 2003.

CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL/ CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (Minas Gerais). **Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01, de 05 de maio de 2008.**

Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8151>>. Acesso em: 30 dez. 2011.

CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL (Minas Gerais).

Deliberação normativa nº 89, de 15 de setembro de 2005. Estabelece normas para laboratórios que executam medições para procedimentos exigidos pelos órgãos ambientais do Estado de Minas Gerais. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=5180>>. Acesso em: 30 dez. 2011.

CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL (Minas Gerais).

Deliberação Normativa nº 120, de 8 de agosto de 2008. Altera o prazo de atendimento a deliberação normativa COPAM nº 89, de 15 de setembro de 2005, e dá outras providências. **Diário do Executivo de Minas Gerais**, Belo Horizonte, 9 ago. 2008. Disponível em: <http://www.abralam.org.br/arquivos/copam_120.pdf>. Acesso em: 21 dez. 2011.

CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL (Minas Gerais).

Deliberação Normativa nº 140, de 28 de outubro de 2009. Prorrogação de prazo das DN's 89 e 120. out./2009. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=11491>>. Acesso em: 30 dez. 2011.

CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL (Minas Gerais).

Deliberação Normativa nº 165, de 11 de abril de 2011. Prorrogação de prazo das DN's 89, 120 e 158. abr./2011. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=16795>>. Acesso em: 30 dez. 2011.

CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL (Minas Gerais).

Deliberação Normativa nº 167, de 29 de junho de 2011. Revisa e consolida as exigências para laboratórios que emitem relatórios de ensaios ou certificados de calibração referentes a medições ambientais, revoga as DN's 89, 120, 140, 158 e os art. 1º e 2º da DN 165, jun./2011. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=18656>>. Acesso em: 30 dez. 2011.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Resolução CONAMA n° 357**, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, 2005. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 22 nov. 2011.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). **Resolução CONAMA n° 430**, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Brasília, 2011. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 21 nov. 2011.

CORDEIRO, J. S. Importância do tratamento e disposição adequada dos lodos de ETAs. In: REALI, M. A. P. (Org.). **Noções gerais de tratamento e disposição final de lodos de estações de tratamento de água**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2000. p. 1-19.

COVA, W. C. R. M. **Acreditação de laboratórios de ensaios de construção civil segundo a NBR ISO/IEC 17025**: avaliação das dificuldades e não conformidades envolvidas no processo. 2001. 106 p. Dissertação (Mestrado Interinstitucional em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

FERREIRA, S. V. C. S.; GOMIDE, T. M. M.; QUILICI, V. **Curso NBR ISO/IEC 17025:2001**: requisitos gerais para competência de laboratórios de ensaio e calibração. [S. l.: s. n.], 2003.

GRAÇA, R. M. T. **A qualidade no laboratório clínico: uma tecnologia de gestão com ênfase na acreditação**. 100 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia em Saúde) - Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2005.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. **Fluxograma básico do processo de acreditação de laboratórios de ensaios e calibração**. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/credenciamento/fluxograma.asp>>. Acesso em: 10 out. 2011.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. DOQ-CGCRE-020. **Definições de termos utilizados nos documentos relacionados à acreditação de laboratório.** fev./2009. 8 p.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. DOQ-CGCRE-001. **Orientação para a acreditação de laboratórios de calibração e de ensaio.** fev./2011. 18 p.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA, *NIT-DICLA-011*. **Preços das atividades de acreditação de laboratórios.** out./2009.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. **Vocabulário Internacional de Termos Fundamentais e Gerais de Metrologia.** Duque de Caxias, 1995. 52 p.

MAGALHÃES, J. G.; NORONHA, J. L. **Implantação do sistema de gestão da qualidade para laboratório de metrologia de acordo com a NBR ISO/IEC 17025:2005.** 2008. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_TN_WIC_070_500_11787.pdf>. Acesso em: 8 mar. 2012.

MAGALHÃES, J. G.; NORONHA, J. L. **Sistema de gestão da qualidade para laboratório de metrologia de acordo com a NBR ISO/IEC 17025:2005.** 2006. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2006_TR470322_7791.pdf>. Acesso em: 13 out. 2011.

MARQUES, L. Acreditação de laboratórios: um desafio na Brasil. **Revista Metrologia & Instrumentação**, São Paulo, v. 5, n. 40, p. 34-39, 2006.

MIL-STD-45662, version A. 1988. Disponível em: <[http://www.everyspec.com/MIL-STD/MIL-STD+\(10,000+and+Up\)/MIL-STD-45662A_21949/](http://www.everyspec.com/MIL-STD/MIL-STD+(10,000+and+Up)/MIL-STD-45662A_21949/)>. Acesso em: 21 dez. 2011.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. **Regularização ambiental integrada:** orientação ao empreendedor. Belo Horizonte: SEMAD, 2008. 25 p.

NAVAIR 17-35-MTRL-1 SPAWARS P4734-310-0001, U.S Navy Metrology requirements List (MTRL). USA, 1994.

OLIVEIRA, M. S.; MUNIZ, J. A. **Controle estatístico e gestão da qualidade**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. 129 p.

OLIVEIRA, M. S. **ISO 14000**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2003. 103 p.

OLIVARES, I. R. B. **Gestão de qualidade em laboratórios**. São Paulo: Conselho Regional de Química IV, 2008. 172 p. Minicurso.

PRAZERES, P. M. **Dicionário de termos da qualidade**. São Paulo: Atlas, 1996.

SARAIVA, C. P. Ferramentas para ajustar a periodicidade de calibração. **Metrologia e Instrumentação**, n. 37, p. 16-19, set. 2005.

SARAIVA, C. P.; COUTINHO, M. A. O. O que, quando, como e onde calibrar equipamentos. In: CONGRESSO E FEIRA DA QUALIDADE EM METROLOGIA, 1., 2006, São Paulo. **Artigos...** São Paulo: REMESP, 2006. Disponível em: <www.grupocalibracao.com.br/download.aspx?idAttribute=artigo>. Acesso em: 21 nov. 2011.

SILVA, J. R. B. **CGCRE/INMETRO**: acreditação de laboratórios. (Palestra). Disponível em: <http://www.cnen.gov.br/hs_Forum_Quali_Gestao/palestras/bardellini_inmetro.pdf>. Acesso em: 6 out. 2011.

SOUZA, L. P. F.; OLIVEIRA, M. S.; CAMPOS, C. M. M. Utilização de software de controle estatístico de processo (CEP) para laboratórios de controle da poluição. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, p. 1597-1606, 2003. Especial.

VLACHOS, N. A.; SOTIROPOULOU, D. Is ISO/IEC 17025 accreditation a benefit or hindrance to testing laboratories? The greek experience. **Journal of food composition and analysis**, San Diego, v. 15, p. 749-757, 2002.

WAENY, J. C. C. **Repetibilidade e reprodutibilidade**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1980.

ZAGO, E. A. G. Estudo da implementação da Norma ISO-IEC 17025:2005 numa organização certificada pela Norma ISO 9001:2000. 2009. 141 p.
Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

ANEXOS

ANEXO A - Valores aplicados nos estudos estatísticos

| Turbidímetro "A" | | Turbidímetro "B" | | | |
|---------------------------|----------------|---------------------------|----------------|-------------|-------------|
| Medição de turbidez - NTU | | Medição de turbidez - NTU | | | |
| n° | Solução padrão | n° | Solução padrão | | |
| | 203 ± 7% | | 0,80 ± 0,25 | 8,00 ± 0,25 | 80,0 ± 0,25 |
| 1 | 190,40 | 1 | 0,80 | 8,00 | 80,0 |
| 2 | 190,69 | 2 | 0,85 | 8,00 | 80,0 |
| 3 | 190,83 | 3 | 0,75 | 8,00 | 80,0 |
| 4 | 190,83 | 4 | 0,80 | 8,00 | 80,0 |
| 5 | 190,83 | 5 | 0,73 | 8,00 | 80,0 |
| 6 | 190,69 | 6 | 0,86 | 8,00 | 80,0 |
| 7 | 190,69 | 7 | 0,80 | 8,00 | 80,0 |
| 8 | 190,69 | 8 | 0,76 | 8,00 | 80,0 |
| 9 | 190,83 | 9 | 0,80 | 8,00 | 80,0 |
| 10 | 190,69 | 10 | 0,80 | 8,00 | 80,0 |
| 11 | 190,69 | 11 | 0,86 | 8,00 | 80,0 |
| 12 | 190,69 | 12 | 0,84 | 8,00 | 80,0 |
| 13 | 190,69 | 13 | 0,70 | 8,00 | 80,0 |
| 14 | 190,54 | 14 | 0,76 | 8,00 | 80,0 |
| 15 | 190,69 | 15 | 0,74 | 8,00 | 80,0 |
| 16 | 190,54 | 16 | 0,83 | 8,00 | 80,0 |
| 17 | 190,40 | 17 | 0,79 | 8,00 | 80,0 |
| 18 | 190,54 | 18 | 0,80 | 8,00 | 80,0 |
| 19 | 190,54 | 19 | 0,75 | 8,00 | 80,0 |
| 20 | 190,40 | 20 | 0,84 | 8,00 | 80,0 |
| 21 | 190,69 | 21 | 0,72 | 8,00 | 80,0 |
| 22 | 190,69 | 22 | 0,79 | 8,00 | 80,0 |
| 23 | 190,54 | 23 | 0,80 | 8,00 | 80,0 |
| 24 | 190,69 | 24 | 0,76 | 8,00 | 80,0 |
| 25 | 190,40 | 25 | 0,82 | 8,00 | 80,0 |
| 26 | 190,83 | 26 | 0,75 | 8,00 | 80,0 |
| 27 | 190,54 | 27 | 0,81 | 8,00 | 80,0 |
| 28 | 190,40 | 28 | 0,77 | 8,00 | 80,0 |
| 29 | 190,54 | 29 | 0,83 | 8,00 | 80,0 |
| 30 | 190,69 | 30 | 0,81 | 8,00 | 80,0 |

| Espectrofotômetro Medição de cor - PtCo | | | | Turbidímetro "A" Medição de turbidez - NTU | | | Turbidímetro "B" Medição de turbidez - NTU | | | | |
|--|----------|--------|---------|---|----------|--------|---|----|----------|--------|---------|
| n° | Amostras | | | n° | Amostras | | | n° | Amostras | | |
| | pH 1,9 | pH 7,0 | pH 13,4 | | pH 1,9 | pH 7,0 | pH 13,4 | | pH 1,9 | pH 7,0 | pH 13,4 |
| 1 | 22 | 44 | 356 | 1 | 0 | 0,58 | 0,29 | 1 | 3,21 | 2,33 | 1,18 |
| 2 | 23 | 38 | 342 | 2 | 0 | 0,43 | 0,29 | 2 | 3,19 | 2,38 | 1,28 |
| 3 | 25 | 33 | 349 | 3 | 0 | 0,58 | 0,29 | 3 | 3,20 | 2,26 | 1,28 |
| 4 | 17 | 35 | 348 | 4 | 0 | 0,58 | 0,43 | 4 | 3,17 | 2,25 | 1,20 |
| 5 | 23 | 34 | 345 | 5 | 0 | 0,43 | 0,29 | 5 | 3,22 | 2,23 | 1,23 |
| 6 | 24 | 31 | 345 | 6 | 0 | 0,43 | 0,14 | 6 | 3,20 | 2,23 | 1,19 |
| 7 | 20 | 47 | 350 | 7 | 0 | 0,58 | 0,29 | 7 | 3,16 | 2,21 | 1,17 |
| 8 | 23 | 48 | 356 | 8 | 0 | 0,43 | 0,29 | 8 | 3,19 | 2,39 | 1,12 |
| 9 | 28 | 40 | 364 | 9 | 0 | 0,58 | 0,14 | 9 | 3,11 | 2,20 | 1,18 |
| 10 | 22 | 32 | 349 | 10 | 0 | 0,43 | 0,29 | 10 | 3,18 | 2,21 | 1,17 |
| 11 | 27 | 48 | 352 | 11 | 0 | 0,43 | 0,43 | 11 | 3,18 | 2,22 | 1,22 |
| 12 | 27 | 51 | 359 | 12 | 0 | 0,29 | 0,29 | 12 | 3,16 | 2,20 | 1,14 |
| 13 | 21 | 48 | 357 | 13 | 0 | 0,43 | 0,14 | 13 | 3,19 | 2,23 | 1,20 |
| 14 | 23 | 36 | 350 | 14 | 0 | 0,72 | 0,29 | 14 | 3,24 | 2,33 | 1,25 |
| 15 | 21 | 46 | 362 | 15 | 0 | 0,29 | 0,29 | 15 | 3,13 | 2,17 | 1,20 |
| 16 | 28 | 44 | 355 | 16 | 0 | 0,29 | 0,43 | 16 | 3,17 | 2,17 | 1,16 |
| 17 | 22 | 47 | 361 | 17 | 0 | 0,14 | 0,14 | 17 | 3,23 | 2,18 | 1,15 |
| 18 | 24 | 46 | 351 | 18 | 0 | 0,14 | 0,14 | 18 | 3,11 | 2,14 | 1,21 |
| 19 | 16 | 45 | 356 | 19 | 0 | 0,43 | 0,14 | 19 | 3,18 | 2,23 | 1,22 |
| 20 | 29 | 53 | 355 | 20 | 0 | 0,14 | 0,29 | 20 | 3,18 | 2,14 | 1,24 |
| 21 | 27 | 47 | 362 | 21 | 0 | 0,29 | 0,14 | 21 | 3,20 | 2,20 | 1,29 |
| 22 | 30 | 49 | 356 | 22 | 0 | 0,43 | 0,43 | 22 | 3,15 | 2,23 | 1,15 |
| 23 | 18 | 45 | 357 | 23 | 0 | 0,58 | 0,14 | 23 | 3,21 | 2,11 | 1,20 |
| 24 | 16 | 45 | 359 | 24 | 0 | 0,14 | 0,14 | 24 | 3,19 | 2,17 | 1,24 |
| 25 | 31 | 43 | 362 | 25 | 0 | 0,14 | 0,14 | 25 | 3,18 | 2,22 | 1,20 |
| 26 | 27 | 45 | 358 | 26 | 0 | 0,43 | 0,29 | 26 | 3,20 | 2,21 | 1,21 |
| 27 | 16 | 53 | 357 | 27 | 0 | 0,14 | 0,29 | 27 | 3,22 | 2,29 | 1,22 |
| 28 | 18 | 47 | 357 | 28 | 0 | 0,14 | 0,14 | 28 | 3,18 | 2,34 | 1,27 |
| 29 | 18 | 46 | 362 | 29 | 0 | 0,29 | 0,14 | 29 | 3,20 | 2,16 | 1,27 |
| 30 | 31 | 40 | 358 | 30 | 0 | 0,29 | 0,14 | 30 | 3,16 | 2,19 | 1,19 |

| Espectrofotômetro Medição de cor - PtCo | | | | Turbidímetro "A" Medição de turbidez - NTU | | | Turbidímetro "B" Medição de turbidez - NTU | | | | |
|--|----------|-----------------|---------|---|----------|-----------------|---|----|----------|-----------------|---------|
| n° | Amostras | | | n° | Amostras | | | n° | Amostras | | |
| | < turv. | \bar{x} turv. | > turv. | | < turv. | \bar{x} turv. | > turv. | | < turv. | \bar{x} turv. | > turv. |
| 1 | 131 | 286 | 448 | 1 | 20,72 | 44,34 | 69,84 | 1 | 19,0 | 35,3 | 60,0 |
| 2 | 113 | 306 | 471 | 2 | 20,58 | 44,48 | 70,13 | 2 | 19,0 | 35,7 | 59,9 |
| 3 | 113 | 272 | 450 | 3 | 20,87 | 44,77 | 69,84 | 3 | 19,5 | 35,3 | 60,2 |
| 4 | 96 | 285 | 455 | 4 | 21,16 | 44,48 | 69,55 | 4 | 19,2 | 35,0 | 60,3 |
| 5 | 100 | 288 | 468 | 5 | 21,01 | 45,21 | 70,13 | 5 | 19,6 | 34,7 | 60,0 |
| 6 | 126 | 286 | 460 | 6 | 20,87 | 44,77 | 69,84 | 6 | 19,4 | 35,2 | 60,1 |
| 7 | 105 | 294 | 482 | 7 | 20,87 | 44,77 | 69,99 | 7 | 19,3 | 35,4 | 60,4 |
| 8 | 119 | 278 | 446 | 8 | 21,01 | 44,19 | 69,70 | 8 | 19,3 | 35,5 | 60,7 |
| 9 | 103 | 272 | 451 | 9 | 21,30 | 44,48 | 69,99 | 9 | 19,1 | 34,9 | 60,3 |
| 10 | 98 | 287 | 473 | 10 | 20,72 | 44,48 | 70,28 | 10 | 19,0 | 35,1 | 60,8 |
| 11 | 95 | 284 | 463 | 11 | 21,01 | 44,63 | 70,28 | 11 | 19,4 | 35,4 | 60,1 |
| 12 | 106 | 300 | 454 | 12 | 20,87 | 44,34 | 69,70 | 12 | 19,2 | 35,2 | 60,1 |
| 13 | 101 | 278 | 462 | 13 | 21,16 | 44,34 | 70,13 | 13 | 19,2 | 35,0 | 60,4 |
| 14 | 122 | 282 | 462 | 14 | 21,01 | 45,06 | 69,26 | 14 | 19,3 | 35,1 | 60,2 |
| 15 | 124 | 280 | 479 | 15 | 20,72 | 44,48 | 69,12 | 15 | 19,4 | 35,1 | 60,1 |
| 16 | 103 | 295 | 459 | 16 | 20,58 | 44,63 | 69,70 | 16 | 19,3 | 34,8 | 60,0 |
| 17 | 98 | 288 | 482 | 17 | 20,58 | 44,34 | 69,41 | 17 | 19,4 | 35,4 | 60,0 |
| 18 | 109 | 297 | 475 | 18 | 20,87 | 44,19 | 69,41 | 18 | 19,7 | 34,9 | 60,4 |
| 19 | 114 | 273 | 469 | 19 | 21,16 | 44,34 | 69,70 | 19 | 19,3 | 35,3 | 60,3 |
| 20 | 114 | 290 | 467 | 20 | 21,16 | 44,63 | 69,41 | 20 | 19,4 | 35,1 | 59,8 |
| 21 | 100 | 292 | 463 | 21 | 21,30 | 44,48 | 69,12 | 21 | 19,2 | 35,7 | 60,1 |
| 22 | 95 | 292 | 486 | 22 | 21,16 | 44,34 | 69,26 | 22 | 19,3 | 35,5 | 60,3 |
| 23 | 109 | 289 | 467 | 23 | 20,87 | 44,34 | 69,26 | 23 | 19,2 | 35,2 | 60,0 |
| 24 | 94 | 287 | 463 | 24 | 20,87 | 44,19 | 69,12 | 24 | 19,4 | 35,3 | 59,9 |
| 25 | 104 | 280 | 463 | 25 | 21,16 | 44,63 | 69,26 | 25 | 19,7 | 35,3 | 60,5 |
| 26 | 113 | 285 | 450 | 26 | 20,58 | 44,92 | 69,26 | 26 | 19,1 | 35,2 | 60,1 |
| 27 | 107 | 280 | 463 | 27 | 20,58 | 44,63 | 69,41 | 27 | 19,6 | 35,4 | 60,0 |
| 28 | 96 | 292 | 483 | 28 | 20,72 | 44,48 | 69,12 | 28 | 19,3 | 35,1 | 59,8 |
| 29 | 98 | 287 | 473 | 29 | 20,58 | 44,63 | 69,26 | 29 | 19,5 | 35,6 | 60,3 |
| 30 | 123 | 285 | 484 | 30 | 20,72 | 44,63 | 69,84 | 30 | 19,3 | 35,6 | 59,9 |

ANEXO B - Equacionamento dos estudos estatísticos

Limites de Controle

Na aplicação do Controle Estatístico do Processo (CEP), como uma ferramenta da qualidade para a construção de gráficos de controle das medidas e amplitudes, torna-se necessário a determinação de limites de controle. Na determinação do Limite superior de controle (LSC) para o gráfico das medidas, tem-se como base a seguinte equação:

$$LSC = \bar{x} + E_2 \cdot \bar{R} \quad (1)$$

Onde:

LSC = Limite superior de controle (UNT “turbidez” ou mg L⁻¹ de PtCo “cor”);

\bar{x} = média aritmética dos valores observados (UNT ou mg L⁻¹ de PtCo);

E_2 = fator utilizado para o gráfico das medidas “2,660” (adimensional);

\bar{R} = média aritmética das amplitudes (UNT ou mg L⁻¹ de PtCo).

Na determinação do Limite inferior de controle (LIC) para o gráfico das medidas, tem-se como base a seguinte equação:

$$LIC = \bar{x} - E_2 \cdot \bar{R} \quad (2)$$

Onde:

LIC = Limite inferior de controle (UNT ou mg L⁻¹ de PtCo);

\bar{x} = média aritmética dos valores observados (UNT ou mg L⁻¹ de PtCo);

E_2 = fator utilizado para o gráfico das medidas “2,660” (adimensional);

\bar{R} = média aritmética das amplitudes (UNT ou mg L⁻¹ de PtCo).

Na determinação do Limite superior de controle das amplitudes (LSC_{RM}), tem-se como base a seguinte equação:

$$LSC_{RM} = D_4 \cdot \bar{R} \quad (3)$$

Onde:

LSC_{RM} = Limite superior de controle das amplitudes (UNT ou mg L⁻¹ de PtCo);

D_4 = fator utilizado para o gráfico das amplitudes = 3,267 (adimensional);

\bar{R} = média aritmética das amplitudes (UNT ou mg L⁻¹ de PtCo).

Na determinação do Limite inferior de controle das amplitudes (LIC_{RM}), tem-se como base a seguinte equação:

$$LIC_{RM} = D_3 \cdot \bar{R} \quad (4)$$

Onde:

LIC_{RM} = Limite inferior de controle das amplitudes (UNT ou mg L⁻¹ de PtCo);

D_3 = fator utilizado para o gráfico das amplitudes “zero” (adimensional);

\bar{R} = média aritmética das amplitudes (UNT ou mg L⁻¹ de PtCo).

Índices de Capacidade do Processo

Para a realização dos estudos estatísticos em instrumentos de medição, torna-se necessário a determinação dos índices de capacidade potencial (C_p) e capacidade de desempenho (C_{pk}) do processo. Na determinação do C_p , tem-se como base a seguinte equação:

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6 \cdot \hat{\sigma}} \quad (5)$$

Onde:

C_p = capacidade potencial (adimensional);

LSE = Limite superior de especificação “projeto” (UNT ou mg L^{-1} de PtCo);

LIE = Limite inferior de especificação “projeto” (UNT ou mg L^{-1} de PtCo);

$\hat{\sigma}$ = desvio padrão (UNT ou mg L^{-1} de PtCo).

Na determinação do desvio padrão, tem-se como base a seguinte equação:

$$\hat{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2} \quad (6)$$

Onde:

$\hat{\sigma}$ = desvio padrão (UNT ou mg L^{-1} de PtCo);

\bar{R} = média aritmética das amplitudes (UNT ou mg L^{-1} de PtCo);

d_2 = fator de estimativa do desvio padrão “1,128” (adimensional).

Na determinação do Cpk, tem-se como base a seguinte equação:

$$C_{pk} = \frac{Z_{\min}}{3} \quad (7)$$

Onde:

Cpk = capacidade de desempenho (adimensional);

Z_{\min} = menor valor de Z entre “ Z_s e Z_i ”.

Na determinação dos parâmetros Z_s e Z_i , tem-se como base a seguinte equação:

$$Z_s = \frac{LSE - \bar{x}}{\sigma} \quad (8)$$

$$Z_i = \frac{\bar{x} - LIE}{\sigma} \quad (9)$$

Onde:

Z_s = variação entre o LSE e a média aritmética das repetições em relação ao desvio padrão (adimensional);

LSE = Limite superior de especificação “projeto” (UNT ou mg L⁻¹ de PtCo);

\bar{x} = média aritmética dos valores observados (UNT ou mg L⁻¹ de PtCo);

$\hat{\sigma}$ = desvio padrão (UNT ou mg L⁻¹ de PtCo);

Z_i = variação entre a média aritmética das repetições e o LIE, em relação ao desvio padrão (adimensional);

LIE = Limite inferior de especificação “projeto” (UNT ou mg L⁻¹ de PtCo).