

## IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE NO LABORATÓRIO DE ANÁLISE POR ATIVAÇÃO NEUTRÔNICA DO IPEN-CNEN/SP

Rosemeire P. Paiva, Mitiko Saiki

Laboratório de Análise por Ativação Neutrônica – IPEN-CNEN/SP, São Paulo, SP, Brasil.

**Resumo:** Este trabalho apresenta as principais etapas da implantação do Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ), seguindo os critérios da norma NBR ISO/IEC 17025: 2001, no Laboratório de Análise por Ativação Neutrônica (LAN) do IPEN-CNEN/SP, a saber: sensibilização e mobilização, treinamento/capacitação, definição da estrutura do SGQ, definição de responsabilidades, preparação da documentação, melhoria na infraestrutura dos laboratórios, validação da metodologia (por meio da utilização de materiais de referência e participação em testes de proficiência e intercomparações), implantação dos procedimentos e auditorias internas, relatando as dificuldades e os resultados obtidos no processo.

**Palavras chave:** sistema de gestão da qualidade, análise por ativação neutrônica, credenciamento.

### 1. INTRODUÇÃO

Um fator importante para competir, com bases tecnológicas, no mercado nacional e internacional é a garantia de qualidade dos produtos e serviços oferecidos. O não atendimento aos requisitos de qualidade dos produtos constitui uma barreira no intercâmbio e comércio nacionais e internacionais no mundo globalizado.

Desta forma, as organizações públicas e privadas têm exigido que as análises para caracterização de seus produtos sejam efetuadas por laboratórios capazes de demonstrar a confiabilidade de seus resultados analíticos, de maneira que as decisões tomadas a partir destes resultados sejam aceitas mundialmente.

Este fato pode ser observado pela nítida preferência por resultados emitidos por laboratórios credenciados, cujos resultados apresentados são confiáveis, acompanhados por valores de incerteza e rastreáveis a padrões internacionais.

O credenciamento é o reconhecimento formal de que o laboratório está operando um sistema de qualidade documentado e é tecnicamente competente para realizar ensaios específicos, avaliados segundo critérios de organismos credenciadores, baseados em normas internacionais.

O Laboratório de Análise por Ativação Neutrônica (LAN), vem buscando a melhoria de sua capacidade analítica do ponto de vista de exatidão, precisão, sensibilidade com o objetivo de solucionar problemas reais de análise, tanto relacionados a atividades de pesquisa, em colaboração com universidades e centros de pesquisa, quanto à prestação de serviço a empresas e instituições privadas.

Neste contexto, o LAN iniciou a implantação de um Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ), dentro de um Programa da Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) para a América Latina e Caribe (ARCAL XXVI) intitulado 'Quality Assurance in Analytical Laboratory' que teve por objetivo a implantação de sistemas de gestão da qualidade nos laboratórios da região.

No final de 2000, a Coordenação da Qualidade, Segurança e Meio Ambiente (CQAS) do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) considerou adequada a integração dos Sistemas dos Laboratórios envolvidos no Projeto da AIEA ao SGQ do IPEN, uma vez que estes tinham vários processos em comum, tais como: Gestão de Compras, Vendas, Atendimento ao Cliente, Auditorias, Gestão de Pessoas, e que as diretrizes estabelecidas atendiam aos requisitos das normas aplicáveis.

Entre 2000 e 2002, várias razões, entre elas a revisão da norma de conformidade, mudanças na estrutura organizacional do IPEN e alteração de suas diretrizes internas, levaram a uma série de revisões no sistema e conseqüentemente na documentação que o suporta.

O SGQ em implantação no LAN abrange a determinação de elementos diversos em matrizes de diferentes origens, tais como: materiais de origem geológica (solos, sedimentos, rochas, minérios, cerâmicas, suplementos minerais), biológica (cabelos, unhas, ossos, alimentos, dietas, plantas, forragens, tecidos animais), industrial (plásticos, ligas, materiais de alta pureza), ambiental (aerossóis coletados em filtros), pela técnica de análise por ativação neutrônica (AAN). Estas amostras estão relacionadas a diferentes estudos: geoquímicos, arqueológicos, nutricionais, agropecuários, ambientais, industriais e saúde. Os princípios do método e metodologia empregada pelo LAN estão disponíveis na literatura [1-11].

PRODUÇÃO TÉCNICO CIENTÍFICA  
DO IPEN  
DEVOLVER NO BALCÃO DE  
EMPRÉSTIMO

9188  
9193

O objetivo deste trabalho é relatar os resultados obtidos no processo de implantação deste Sistema de Gestão da Qualidade, visando o credenciamento dos ensaios realizados pelo Laboratório junto ao INMETRO, seguindo os critérios da norma NBR ISO/IEC 17025: 2001.

## 2. METODOLOGIA E RESULTADOS ATINGIDOS

A seguir são apresentados a metodologia e os resultados atingidos nas várias etapas que envolveram a implantação do SGQ no LAN.

### 2.1. Sensibilização

Um SGQ não pode ser implantado sem que as pessoas envolvidas estejam sensibilizadas e motivadas para suas vantagens. Esta sensibilização tem sido feita por meio de reuniões formais e conversas informais, onde se procura esclarecer as vantagens da implantação de um SGQ. Inicialmente houve uma tendência negativa, pois se temia a burocratização das atividades, a inibição da criatividade e outros aspectos prezados nas áreas de pesquisa. Entretanto, com a obtenção dos primeiros resultados positivos houve uma inversão nesta tendência.

### 2.2. Treinamento/capacitação

A implantação de um SGQ utiliza uma série de ferramentas para as quais as pessoas devem ser capacitadas. Estes treinamentos e capacitação focalizaram as ferramentas para implantação do SGQ, com treinamentos na Norma NBR ISO/ IEC 17025, capacitação em metrologia e calibração em técnicas analíticas e curso sobre cálculo de incerteza de medição.

Duas visitas de especialista da AIEA, com experiência na implantação de SGQ em laboratório analítico, também foram de fundamental importância para a implantação do sistema.

### 2.3. Definição da Estrutura do SGQ

Como descrito acima, a estrutura do SGQ do LAN passou por várias modificações, sendo necessárias várias reuniões e discussões, tanto entre os integrantes do LAN, como com as lideranças do Centro do Reator de Pesquisas (CRPq) e do IPEN, para estabelecer a estrutura do SGQ do LAN e suas interfaces com os sistemas setorial e corporativo, de forma a garantir a coerência entre eles.

O SGQ do LAN, hoje, obedece a diretrizes estabelecidas em três diferentes níveis: corporativo (IPEN), setorial (CRPq) e do Laboratório (LAN). Em nível corporativo foi definida como norma de conformidade a NBR ISO 9004: 2000, setorialmente a NBR ISO 9001: 2000 e para o Laboratório a NBR ISO / IEC 17025: 2001, sempre considerando a consistência existente entre estas normas.

### 2.4. Definição de Responsabilidades

Para o bom andamento do SGQ é fundamental a definição clara das responsabilidades daqueles que atuam diretamente no sistema, principalmente quando há envolvimento de outros setores da organização, como é o caso dos processos corporativos no IPEN.

### Organização

O LAN pertence ao Centro do Reator de Pesquisas (CRPq) do IPEN, sendo assistido pelos vários setores do IPEN, nos chamados processos corporativos: Compra, Vendas, Atendimento a Clientes, Auditorias, Treinamento.

### Responsabilidade

A Alta Direção do IPEN estabeleceu que cada uma das áreas onde esteja sendo implantado um SGQ possua um Representante da Direção (RD), que além de ser responsável pela implantação na sua área, também é a interface com os setores corporativos e com a Coordenação da Qualidade. As demais responsabilidades foram estabelecidas e documentadas em procedimentos específicos.

### 2.5. Preparação da Documentação

Para a preparação da documentação relativa aos processos, principalmente os corporativos e setoriais (CRPq), foram formados grupos tarefa, compostos por representantes dos setores afetados pelos respectivos processos. Os documentos operacionais do LAN têm sido elaborados/ revisados pelas pessoas que executam as atividades, com a supervisão do Representante da Direção (RD) do LAN.

O Sistema de documentação adotado utiliza documentos gerados nos três níveis, como mostrado na Figura 2, tendo como ponto de partida o Planejamento Estratégico do IPEN, descrito no seu Plano Diretor:

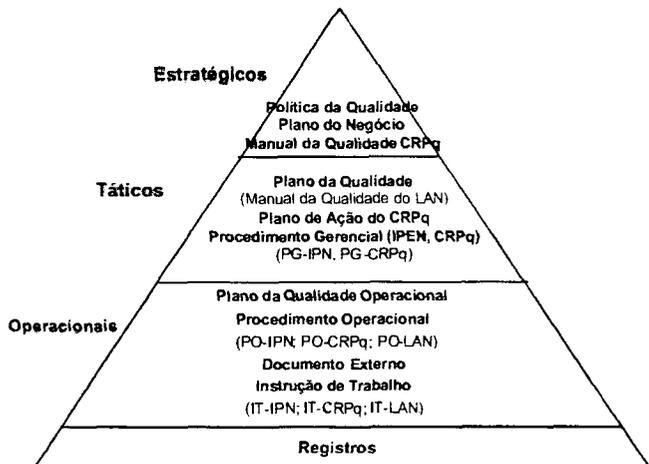


Figura 2 – Estrutura de documentação do SGQ do LAN

**Política e Objetivos da Qualidade** - A política e os objetivos da qualidade estabelecidos para o CRPq pela sua Gerência, baseiam-se no compromisso de atendimento aos requisitos dos clientes e partes interessadas, com a qualidade dos serviços executados e com melhoria contínua, sendo válidos

para todas as atividades executadas pelo Centro, e estão apresentadas no Plano do Negócio do CRPq.

**Plano do Negócio e Plano de Ação** – A Gerência do CRPq, juntamente com a chefia do LAN, incluíram nos Plano do Negócio e de Ação do Centro os objetivos e metas a serem atingidas pelo LAN, bem como as estratégias a serem adotadas para que estas sejam atingidas. Estes objetivos e metas têm sido analisados periodicamente.

**Manual da Qualidade do CRPq** – Fornece as diretrizes gerais para todas as atividades desenvolvidas no CRPq, incluindo as executadas pelo LAN. Sua elaboração / revisão tem sido feita com estreita colaboração entre os RD do Centro e do LAN, de forma que seja mantida a coerência entre os dois sistemas.

**Manual da Qualidade do LAN** – Na estrutura da documentação adotada pelo CRPq, o MQ-LAN é considerado um Plano da Qualidade do Centro que fornece diretrizes específicas para as atividades de ensaio realizadas pelo LAN, de forma a atender aos requisitos da norma NBR ISO/IEC 17025. A revisão vigente (número 4) deste documento encontra-se em processo de revisão em virtude de oportunidades de melhoria detectadas na última auditoria interna.

**Procedimentos Gerenciais** – São documentos estratégicos que fornecem as diretrizes a serem seguidas. A elaboração e revisão dos procedimentos gerenciais tanto em nível corporativo, como do CRPq, tiveram a participação efetiva de integrantes do LAN nos grupos tarefas, uma vez que as diretrizes estabelecidas nestes documentos devem ser atendidas pelo LAN.

**Procedimentos Operacionais e Instruções de Trabalho** – Foram elaboradas pelas pessoas que realizam as atividades descritas com supervisão do RD do LAN.

**Registros** – são gerados em todas as atividades como forma de evidenciar a conformidade com as diretrizes e os requisitos estabelecidos.

Toda a documentação do SGQ está disponível em meio eletrônico, podendo ser acessada por meio da rede interna de computadores do IPEN (Intranet). Esta documentação é controlada por meio de listas mestras, que apresentam o título do documento, sua codificação no sistema, o número e data de entrada em vigor da revisão vigente.

## 2.6. Melhoria de Infraestrutura

Para o atendimento de requisitos legais, principalmente os ligados à legislação ambiental, estão sendo utilizados recursos orçamentários e verbas de agências de fomento para a melhoria da infra-estrutura do LAN, no que se refere à aquisição, manutenção e calibração de equipamentos, aquisição de materiais de referência (MR) e soluções padrão.

## 2.7. Validação

A validação do método é um processo usado para confirmar se um procedimento analítico é apropriado para o uso

pretendido. Os parâmetros que devem ser avaliados em um processo de validação são: exatidão, precisão (repetibilidade e reprodutibilidade), seletividade, especificidade, linearidade, limites de detecção e determinação e robustez.

A validação de uma metodologia é trabalhosa, mas bastante vantajosa se realizada adequadamente, pois evita perda de tempo e recursos para resolver problemas descobertos durante a utilização do método.

Uma dificuldade encontrada neste processo é a não disponibilidade de MR que apresentem valores certificados para os elementos nas matrizes de interesse. O custo e a necessidade de importação são outras dificuldades encontradas. Neste aspecto, os recursos provenientes dos projetos de pesquisa são fundamentais para a continuidade desta atividade.

### Exatidão e precisão

Os parâmetros exatidão e precisão têm sido validados por meio da análise de materiais de referência e participação em testes de proficiência e exercícios de intercomparação.

### Análise de Materiais de Referência

Têm sido analisados materiais de referência com matrizes similares à das amostras normalmente analisadas pelo Laboratório. São utilizados, normalmente, materiais preparados pelo NIST (National Institute for Standards and Technology), NIES (National Institute for Environmental Studies), IAEA (International Atomic Energy Agency).

Os resultados são avaliados por meio da construção de gráficos de índice  $z$  (' $z$ -score'). O gráfico de  $z$ -score é uma ferramenta que permite avaliar o desempenho do método em relação a sua exatidão. O valor de  $z$  pode ser obtido por meio da seguinte equação:

$$z = (x - X) / \sigma_p$$

Onde  $x$  é o resultado obtido,  $X$  é a melhor estimativa do valor verdadeiro e  $\sigma_p$  é o desvio padrão esperado.

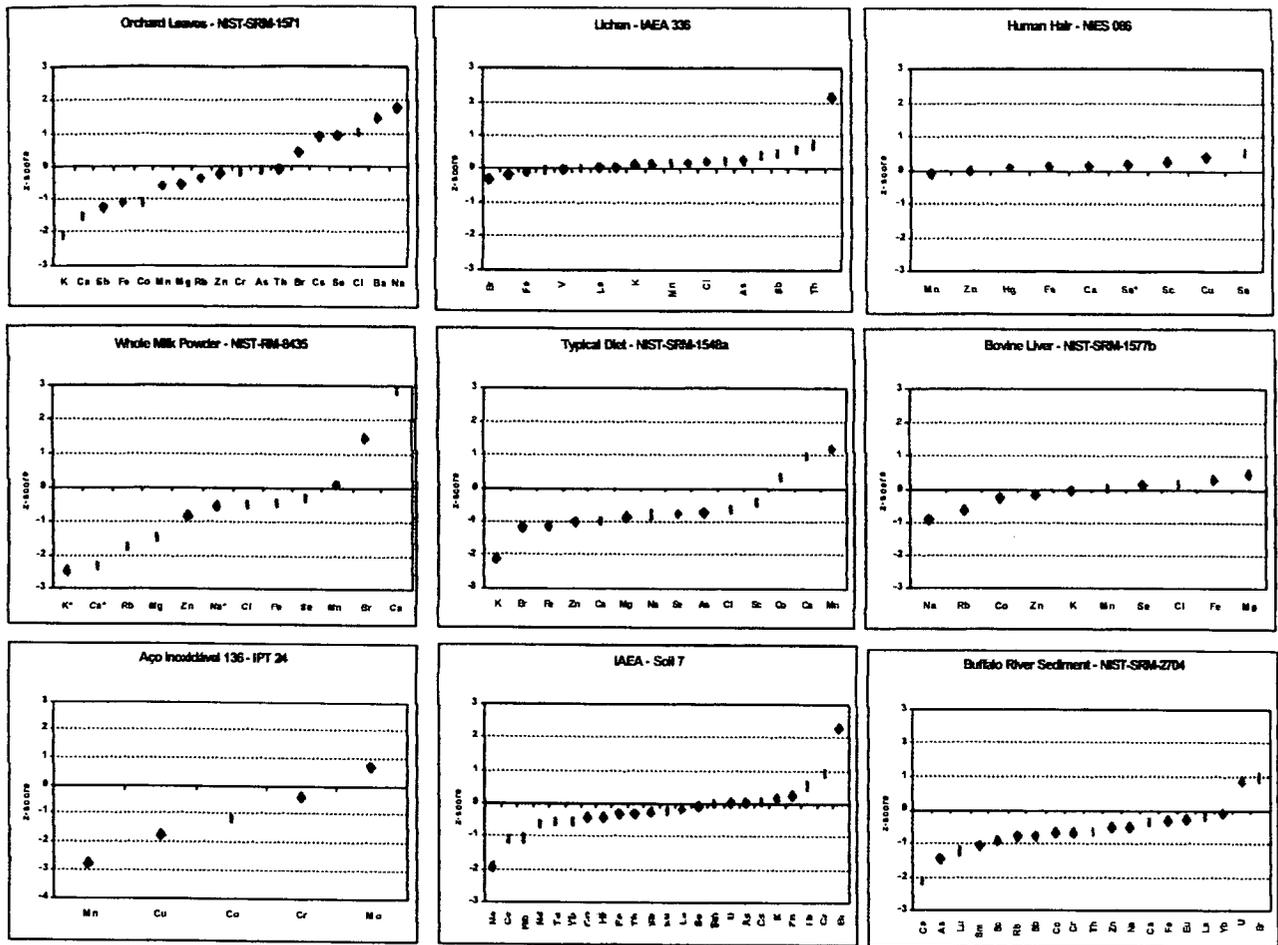
O desvio padrão esperado pode ser calculado por meio da equação de Horwitz[12], que analisando os resultados obtidos por uma série de laboratórios verificou uma relação entre o desvio padrão obtido e a concentração do analito. Esta relação independe do analito, da matriz e do método analítico empregado e pode ser expressa como segue:

$$\sigma_p = 0,02 c^{-0,8495}$$

onde  $c$  é a concentração do analito.

A vantagem deste tratamento é a tendência de obter valores de  $z$  dentro de um intervalo previsível e conveniente. Valores de  $|z|$  menores ou iguais a 2 são considerados satisfatórios, valores  $2 < |z| < 3$  são considerados questionáveis e valores de  $|z|$  maiores ou iguais a 3 indicam a existência de um problema no sistema analítico que precisa ser investigado e ações corretivas tomadas.

Na Figura 3, são apresentados os gráficos de  $z$ -score para alguns materiais normalmente analisados pelo LAN.



Obs.: Os elementos marcado com \* indicam a utilização de irradiações de curta duração (< 5 min) para sua determinação.

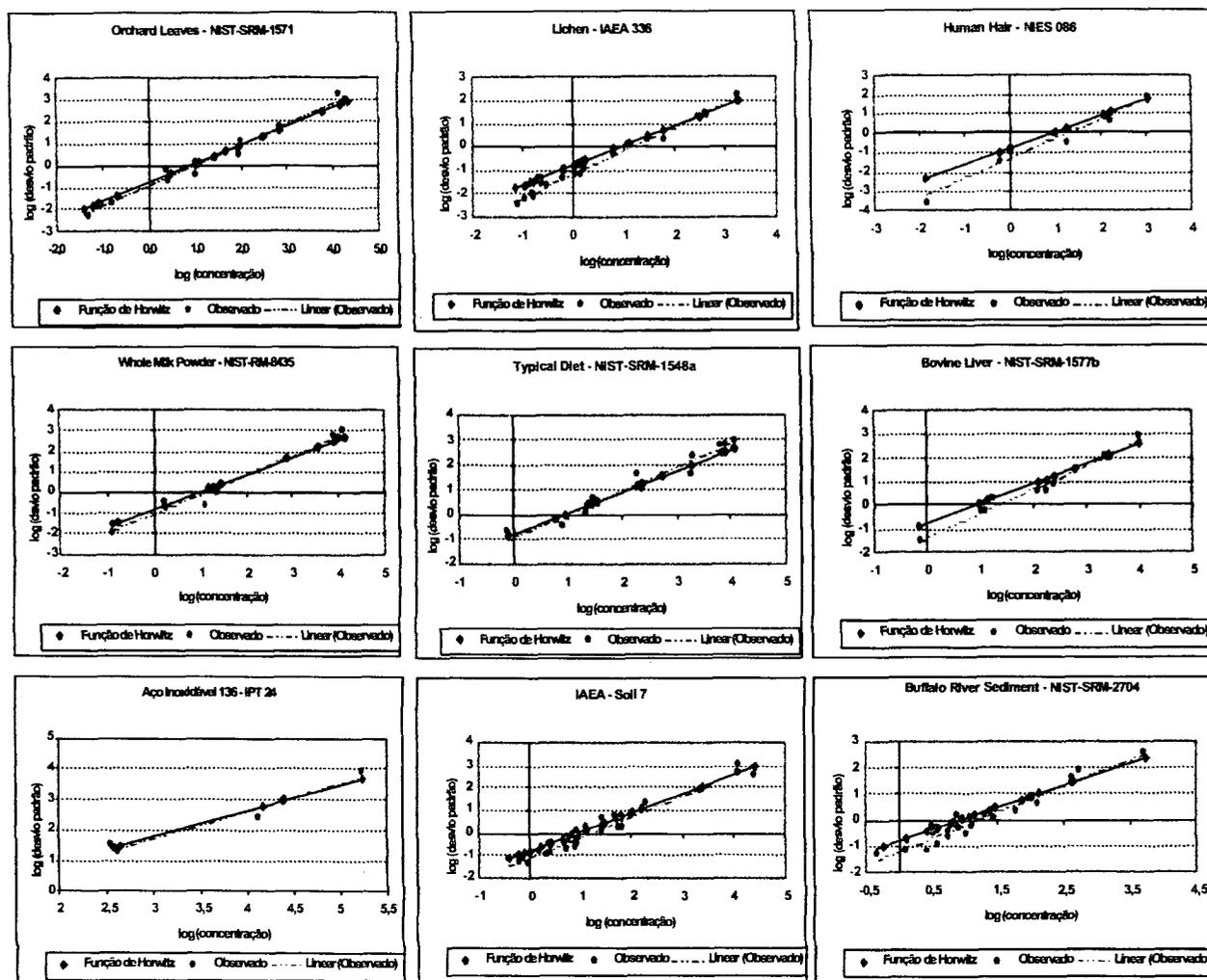
Figura 3 – Gráficos de z-score para os materiais de referência analisados.

Observa-se que para a maioria dos materiais analisados os z-score estão no intervalo de -1 e 1, sendo, portanto, considerados satisfatórios.

Comparando-se os valores  $\sigma_p$  esperados (pela Função de Horwitz) com os efetivamente obtidos pode-se avaliar a precisão o método analítico.

Na Figura 4 são apresentados os gráficos dos desvios padrão esperados e obtidos em função da concentração do analito.

Pode-se observar que os desvio padrão obtidos são, em geral, menores que os previstos pela Função de Horwitz, demonstrando que a técnica de AAN apresenta um nível de precisão e reprodutibilidade melhor que o estabelecido pela referida função, que é geralmente usada como critério de qualidade em avaliações de desempenho e testes de proficiência.



Obs.: Os elementos marcado com \* indicam a utilização de irradiações de curta duração (< 5 min) para sua determinação.

Figura 4 – Gráficos de desvio padrão (esperado e obtido) em função da concentração para os materiais de referência.

### Testes de Proficiência

A participação em testes de proficiência e em exercícios de intercomparação também tem sido ferramentas bastante úteis para a validação da exatidão dos resultados.

Testes de proficiência são testes regulares de desempenho (exatidão) de laboratórios por organismos externos. Geralmente são realizados por meio do envio de amostras retiradas de um material estável e homogêneo. Os laboratórios participantes retornam ao organizador os resultados obtidos até uma data estabelecida. O organizador interpreta estes dados e relata o resultado aos participantes.

O principal objetivo destes testes é fornecer aos participantes uma ferramenta para detectar problemas na exatidão dos dados e tomar as medidas corretivas necessárias.

O LAN participou, recentemente, da certificação de quatro materiais candidatos a Materiais de Referência preparados pelo Marine Environmental Laboratory - Monaco -AIEA

(IAEA - 407), pela Comissão Chilena de Energia Nuclear (MR-CCHEN-002) e pelo Departamento de Química Analítica do Institute of Nuclear Chemistry and Technology (INCT-TL-1 e INCT-MHP-2). A seguir são discutidos os resultados obtidos.

IAEA - 407 - Trace Elements and Methylmercury in Fish Tissue: Este material foi preparado pelo Analytical Quality Control Service do Marine Environmental Laboratory - Monaco -AIEA a partir de peixes coletados no Mar do Norte em 1999. Detalhes sobre sua preparação e os valores de referência obtidos a partir deste estudo interlaboratorial são apresentados no Certificado do Material.

O LAN determinou os seguintes elementos neste material: **As, Br, Ca, Cr, Cs, Fe, K, La, Rb, Sb, Sc, Se e Zn**, por AAN. Na Tabela 1 são apresentados os valores de consenso, os intervalos de confiança e os valores informados pelo LAN para este exercício.

Tabela 1 - Resultados relativos ao Material de Referência IAEA - 407 (mg Kg<sup>-1</sup>).

Elemento	Valor recomendado	Intervalo de Confiança (95%)	Valores Informados pelo LAN
As	12,6 ± 1,2	12,3 - 12,9	13,0 ± 0,7
Br	94 ± 9	86 - 102	98 ± 3
Ca	27000 ± 1800	25700 - 28300	29000 ± 1000
Cr	0,73 ± 0,22	0,67 - 0,79	0,90 ± 0,06
Fe	146 ± 14	143 - 149	151 ± 14
K	13100 ± 1200	12200 - 14000	13317 ± 370
Na	13100 ± 600	12400 - 13800	12466 ± 376
Rb	2,86 ± 0,40	2,45 - 3,27	2,9 ± 0,1
Sb	0,011 ± 0,002	0,010 - 0,012	0,027 ± 0,004
Se	2,83 ± 0,38	2,70 - 2,96	3,18 ± 0,08
Zn	67,1 ± 3,8	66,3 - 67,9	76 ± 1

Verifica-se que os resultados informados para **Br, K, Na e Rb** encontram-se dentro dos intervalos de confiança estabelecidos, portanto satisfatórios. Para os elementos **As, Ca, Cr, Fe e Se**, os resultados informados encontram-se dentro do intervalo da média ± desvio padrão, porém ligeiramente acima dos intervalos de confiança. Os resultados informados para **Sb e Zn** encontram-se bem acima dos valores de consenso. Ambos os resultados podem ser explicados por interferência espectral: o **Sb** (quantificado pelo <sup>122</sup>Sb, E<sub>γ</sub> = 524 keV) pode ter sofrido interferência do <sup>76</sup>As (E<sub>γ</sub> = 559 keV). O **Zn** (<sup>65</sup>Zn - E<sub>γ</sub> = 1115 keV) pode ter sofrido interferência do <sup>46</sup>Sc (E<sub>γ</sub> = 1120 keV).

**MR-CCHEN-002 - Elementos em Almeja (*Venus antiqua*):** Este material foi preparado pela Comissão Chilena de Energia Nuclear a partir de amostras de *Venus antiqua* coletada numa baía sem atividade industrial ou de mineração e livre de descarga de poluentes a 100 m da costa.

Neste material foram determinados pelo LAN os seguintes elementos: **As, Ba, Br, Ca, Co, Cr, Cs, Eu, Fe, K, Na, La, Rb, Sb, Sc, Se, Sm, U, Th e Zn**, por AAN. Na Tabela 2 são apresentados os valores de consenso, os intervalos de confiança e os valores informados pelo LAN para este exercício.

Os resultados informados para **Br, Co, K, Na, Sc, Se, Eu e Rb** foram considerados satisfatórios, pois se encontram dentro dos intervalos de confiança estabelecidos. Para **As, Ca e Zn** os valores informados encontram-se ligeiramente acima dos intervalos de confiança enquanto os valores para **Cr, La e Fe** encontram-se bem acima dos valores de consenso.

Tabela 2 - Resultados relativos ao Material de Referência MR-CCHEN-002 (mg Kg<sup>-1</sup>).

Elemento	Valor recomendado	Intervalo de Confiança (95%)	Valores Informados pelo LAN
As	6,05	5,88 - 6,22	6,3 ± 0,2
Br	104,6	97,1 - 112,0	108 ± 2
Ca	0,1451	0,1229 - 0,1673	0,1732 ± 0,0081
Co	0,68	0,64 - 0,72	0,72 ± 0,03
Cr	4,35	3,98 - 4,72	5,1 ± 0,2
K	10660	10080 - 11250	10941 ± 1119
Eu	0,021	0,017 - 0,025	0,020 ± 0,001
Fe	607	498 - 716	827 ± 26
La	0,35	0,30 - 0,41	0,51 ± 0,05
Na	13016	12530 - 13500	13190 ± 362
Rb	5,23	5,1 - 5,4	5,1 ± 0,2
Sc	0,25	0,24 - 0,25	0,248 ± 0,005
Se	1,07	0,99 - 1,16	1,16 ± 0,03
Zn	35,35	34,42 - 36,29	36,8 ± 0,6

**INCT-TL-1 - Tea Leaves e INCT-MHP-2 - Mixed Polish Herbs:** Estes materiais foram preparados pelo Departamento de Química Analítica do Institute of Nuclear Chemistry and Technology (ICHTI), Polónia.

A técnica de AAN foi empregada para a determinação dos elementos **Ba, Br, Ca, Ce, Cl, Co, Cr, Cs, Eu, Fe, K, La, Mn, Na, Rb, Sb, Se, Sm, Th, V, Yb e Zn**.

Os valores médios informados pelo LAN foram avaliados em relação aos valores certificados, a partir do cálculo de z-score, como apresentado na Figura 5:

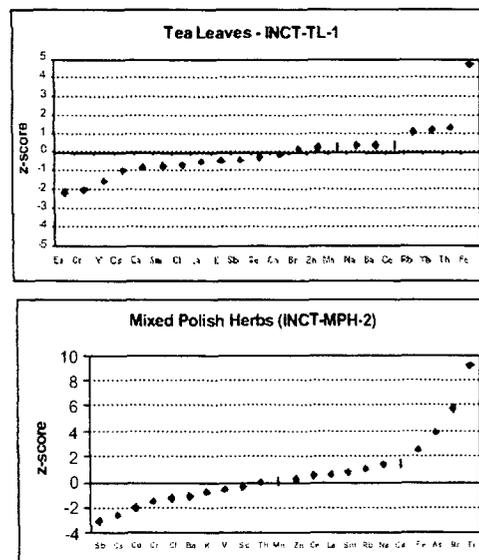


Figura 5 - Gráficos de z-score para os resultados obtidos pelo LAN em relação aos valores de consenso do exercício interlaboratorial que resultou na Certificação dos Materiais.

Pode-se observar na Figura 5 que os valores de z-score determinados para a maioria dos elementos nos dois materiais de referência encontram-se no intervalo  $-2 < z < 2$ , exceto para os elementos **Fe** e **Ti**, que apresentam valores informativos e **Sb**, **Cs** e **As** no material Mixed Polish Herbs, cujas concentrações estão na faixa de  $\mu\text{g Kg}^{-1}$ .

### Outros Parâmetros de Validação

Os demais parâmetros mencionados: sensibilidade, seletividade e especificidade, linearidade, limite de detecção e robustez estão em processo de levantamento e análise de dados.

### 2.7 Cálculo de incerteza

A norma NBR ISO / IEC 17025, dá ênfase especial ao cálculo de incerteza de medição. Por se tratar de assunto relativamente novo em química analítica, tem se verificado uma certa dificuldade na aplicação dos conceitos relacionados, conforme recomendado em Guia específico[13].

Uma investigação das possíveis fontes de incerteza levou ao diagrama de causa e efeito para o método de análise por ativação apresentado na Figura 6.

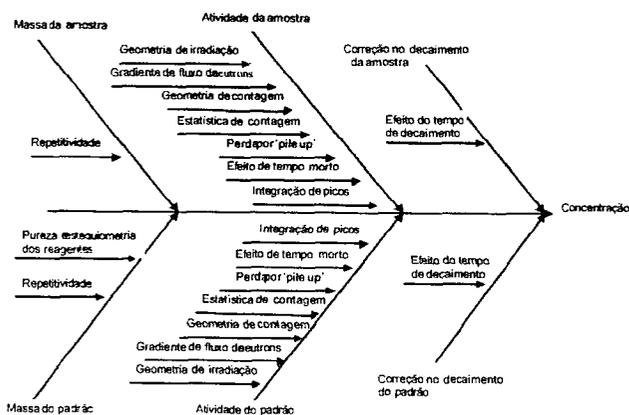


Figura 6. Diagrama de causa e efeito em análise por ativação neutrônica.

A contribuição da incerteza de cada um dos fatores encontra-se em fase de avaliação. Sabe-se, entretanto, que se controlando as condições analíticas pode-se minimizar a influência da maioria destes fatores. Como estes estão em andamento, a incerteza do resultado está sendo informada considerando a propagação da incerteza devido à estatística de contagem das amostras e padrões.

### 2.8 Rastreabilidade metrológica

A forma de garantir que os resultados obtidos por um laboratório sejam internacionalmente comparáveis é assegurar que estes resultados sejam rastreáveis a padrões internacionais. Isto tem sido realizado por meio da utilização de equipamentos calibrados, preferencialmente na Rede Brasileira de Calibração (RBC) e soluções padrão certificadas.

### 2.9 Implantação

A partir da definição e documentação dos procedimentos, as pessoas envolvidas são treinadas nos mesmos e passam a executá-los, segundo as diretrizes estabelecidas.

### 2.10 Auditorias

Como previsto em norma, são executadas auditorias internas no SGQ para verificar o cumprimento aos requisitos, eventuais não conformidades ou pontos de melhoria de forma a garantir a melhoria contínua. Estas auditorias seguem procedimento corporativo específico e são realizadas por pessoal treinado e independente às áreas auditadas. Dois funcionários do LAN receberam este treinamento, tendo atuado como auditores internos no IPEN e mais recentemente como líderes em auditorias internas.

O SGQ-LAN passou por 3 auditorias internas desde o início de sua implantação. Nestas auditorias foram apontadas algumas oportunidades de melhorias na forma de não conformidades ou observações.

Para estas não conformidades foram ou estão sendo aplicadas ações corretivas, que dependem de sua complexidade e abrangência.

### 2.11 Análise Crítica pela Direção

Os resultados alcançados, os pontos de melhoria identificados e a definição dos pontos a serem abordados no futuro têm sido analisados pela Direção do Centro, nas reuniões de análise crítica do CRPq.

Foram realizadas 3 reuniões de Análise Crítica pela Direção. Estas reuniões foram presididas pelo Gerente do CRPq e conduzidas pelo RD do Centro. Participaram os Diretores responsáveis pelos assuntos em pauta, os chefes das áreas que compõem o Centro, os responsáveis pelos processos considerados corporativos e os RD dos laboratórios que compõem o Centro. Atas destas reuniões são mantidas como registro.

### 3. CONCLUSÃO

Uma das maiores dificuldades encontradas na implantação do SGQ no LAN foi a adaptação das pessoas à nova rotina, com a sistematização de procedimentos e das formas de registros. Com o passar do tempo, no entanto, verificou-se um aumento na conscientização e envolvimento das pessoas, resultando em melhoria do Laboratório, principalmente no que diz respeito à sua organização interna e nos conceitos mais recentes de validação de metodologia e cálculo de incerteza.

Existe ainda a dificuldade de aplicação destes conceitos na prática, que se espera possam ser resolvidas em curto prazo.

As melhorias introduzidas no LAN, por meio da implantação do SGQ, estão sendo importantes tanto para as atividades ligadas à prestação de serviço de análise como àquelas ligadas à Pesquisa, executadas pelo LAN.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Proc. 02/ 00419-7) e à Agência Internacional de Energia Atômica (ARCAL XXVI) pelo suporte financeiro. À Coordenação da Qualidade, Segurança e Meio Ambiente e aos funcionários do LAN e dos setores corporativos do IPEN na implantação do SGQ.

## REFERÊNCIAS

- [1] Saiki, M.; Vasconcellos, M.B.A.; Arauz, L.J.; Fulfaro, R. Determination of trace elements in human head hair by neutron activation analysis. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, v. 236, p. 25-28, 1998.
- [2] Machado Jr, C.N.; Maria, S.P.; Saiki, M. Determination of rare earth elements in the biological materials Pine Needles and Spruce Needles by neutron activation analysis. *J. Radioanal. Nucl. Chem.* V.233, n.1-2, p. 59-61, 1998.
- [3] Munita, C.S.; Paiva, R.P.; Oliveira, P.M.S.; Momose, E.F.; Pla, R.; Moreno, M.; Andonie, O.; Falabella, F.; Munõz, L.; Konenkap, I. Intercomparison among three activation analysis laboratories in South America. *J. Trace Micr. Techn.*, v.19, n.2. p.189-197, 2001.
- [4] Munita, C.S.; Paiva, R.P.; Alves, M. A.; Oliveira, P.M.S.; Momose, E.F. Major and trace element characterization of prehistoric ceramic from Rezende archaeological site. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*v.248, n.1, p.93-96, 2001.
- [5] Larizzatti, F.E.; Favaro, D.I.T.; Moreira, S.R.; Mazzilli, B.P.; Piovano, E.L. Multielemental determination by instrumental neutron activation analysis and recent sedimentation rates using  $^{210}\text{Pb}$  dating method at Laguna del Plata, Cordoba, Argentina. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*; v. 249, n.1, p. 263-268, 2001.
- [6] Favaro, D.I.T.; Chicoured, E.L.; Maihara, V.A.; Zangrande, K.C.; Rodrigues, M.I.; Barra, L.G.; Vasconcellos, M.B.A.; Cozzolino, S.M.F. Evaluation of some essential and trace elements in diets from nurseries from Juiz de Fora, M.G., Brazil, by neutron activation analysis. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, v.249, n.1. p. 15-19, 2001.
- [7] Piasentin, R.M.; Armelin, M.J.A.; Primavesi, O.; Cruvinel, P.E. Study on the mineral extraction of legume and grass species from various soil types, by instrumental neutron activation analysis. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*; v. 238, n. 1-2, p. 7-12, 1998.
- [8] Aguiar, A.R.; Saiki, M. Determination of trace elements in human nail clippings by neutron activation analysis. *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, v.249, n.2, p. 413-416, 2001.
- [9] Moreira, E.G.; Vasconcellos, M.B.A.; Saiki, M. *Instrumental neutron activation analysis applied to the chemical composition of steel*. In: Anais do VI Encontro Nacional de Aplicações Nucleares, V ENAN, 15-20 de outubro de 2000, em CD-ROM, 2001.
- [10] Soares, E.P.; Nunes, E.C.D.; Saiki, M.; Wiebeck, H. Caracterização de polímeros e determinação de constituintes inorgânicos em embalagens plásticas metalizadas. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, v.12, n.3, p. 206-212, 2002.
- [11] Pellegatti, F.; Figueiredo, A.M.G.; Wasserman, J. Neutron activation analysis applied to the determination of heavy metals and other trace elements in sediments from Sepetiba bay (RJ), Brazil. *Geost. Newslet.*, v. 25, n.2-3, p. 307-315, 2001.
- [12] Horwitz, W. Evaluation of analytical methods used for regulation of foods and drugs. *Anal. Chem.*, v. 54, n. 1, p. 67A-76A, 1982.
- [13] Eurachem/ Citac Guide quantifying uncertainty in analytical measurement, 2<sup>nd</sup> Edition. QUAM: 2000. p1, 2000.

---

**Autores:** Rosemeire P. Paiva, Laboratório de Análise por Ativação Neutrônica: Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – CNEN/SP, Av Lineu Prestes, 2242, CEP 05508-000, São Paulo, Brasil, F. (11) 3816.9182, Fax (11) 3816.9188, rppaiva@ipen.br.

Mitiko Saiki, Laboratório de Análise por Ativação Neutrônica: Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – CNEN/SP, Av Lineu Prestes, 2242, CEP 05508-000, São Paulo, Brasil, F. (11) 3816.9288, Fax (11) 3816.9188, mitiko@curiango.ipen.br.

IPEN/CNEN-SP  
BIBLIOTECA  
"TEREZINE ARANTES FERRAZ"

TC  
repete

Formulário de envio de trabalhos produzidos pelos pesquisadores do IPEN para inclusão na  
Produção Técnico Científica

AUTOR(ES) DO TRABALHO:

ROSEMEIRE P. PAIVA E MITIKO SAIKI

LOTAÇÃO: CRN

RAMAL: 9182

TIPO DE REGISTRO:

art. / períod.:  
cap. de livro

Publ. IPEN  
art. conf

resumo  
outros  
(folheto, relatório, etc...)

TÍTULO DO TRABALHO:

IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE  
NO LABORATÓRIO DE ANÁLISE POR ATIVAÇÃO NEUTRÔ-  
NICA DO IPEN-CNEN/SP

APRESENTADO EM: (informar os dados completos - no caso de artigos de conf., informar o título  
da conferência, local, data, organizador, etc..)

METROLOGIA - 2003 - Sociedade Brasileira de Metrologia (SBM),  
Recife, Pernambuco, 01 a 05/ setembro/ 2003 - título acima

PALAVRAS CHAVES PARA IDENTIFICAR O TRABALHO:

sistema de gestão da qualidade, análise por ativação  
neutrônica, credenciamento

ASSINATURA: Rosemeire Petranhos Paiva

DATA: 08/09/2003

19/9/2003