



IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO
DOCENTE
DEL ÁREA
MECÁNICA
DE LAS
INGENIERÍAS

FoDAMI

DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE SQUAL PARA GESTÃO DE ATIVIDADES METROLÓGICAS

Amadeus Július Costa Xavier¹, Wisklley Guimarães da Silva Arão¹, Lucas Domingos Cardoso¹, Nelson Gonçalves da Silva¹, Eduardo José Alcício de Oliveira¹, Helton Layon dos Santos¹, José Eduardo Ferreira de Oliveira¹

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco – Campus Recife
Av. Professor Luiz Freire, 500, Cidade Universitária, CEP 50740-540, Recife – PE, Brasil
E-mail: ¹jefocefetpe@yahoo.com.br

RESUMO

Atualmente, ainda é comum no setor industrial se deparar com problemas relacionados à correta seleção do sistema de medição adequado a uma dada aplicação e como estabelecer um resultado realístico para os intervalos entre calibrações para as mais variadas grandezas. Por outro lado, as empresas que possuem um sistema de qualidade implementado, como por exemplo, as que possuem certificação ISO 9001 (2008) [1] necessitam gerenciá-lo de maneira rápida, fácil e confiável, face à grande quantidade de documentos que o compõem. Visando dar um suporte computacional para a gestão metrológica foi desenvolvido, no âmbito deste trabalho, o software SQUAL (Sistema de suporte à qualidade), o qual é composto pelos seguintes módulos: gestão da qualidade, seleção do sistema de medição e gerenciamento dos intervalos entre calibração. O presente trabalho mostra, através de uma aplicação experimental, a metodologia e o algoritmo do software utilizado para a seleção do sistema de medição mais adequado a uma dada aplicação, levando em consideração variáveis, tais como, a incerteza expandida do sistema de medição, a resolução e o erro de indicação do mesmo, além da análise do mensurando em questão. Para o sistema de medição escolhido nesta aplicação, é apresentado o intervalo entre calibrações sugerido pelo software, através da aplicação do algoritmo de dois métodos. Por fim, é apresentado também, o algoritmo para gerenciamento do sistema de gestão da qualidade, o qual teve como objetivo um controle de documentos em diversos níveis, envolvendo uma interface amigável com o usuário, além de uma facilidade de utilização deste módulo.

Palavras-chave: *Gestão da qualidade, intervalos de calibração, sistema de medição.*



IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO
DOCENTE
DEL ÁREA
MECÁNICA
DE LAS
INGENIERÍAS

FoDAMI

1. INTRODUÇÃO

Com a intenção de oferecer um suporte computacional para solução das dificuldades, foi desenvolvido, o software SQUAL (Sistema de suporte à qualidade), o qual é composto pelos seguintes módulos: gestão da qualidade, seleção do sistema de medição e gerenciamento dos intervalos entre calibração. O presente trabalho apresenta, através de uma aplicação experimental, a metodologia e o algoritmo do software responsável pela seleção do sistema de medição mais adequado a uma dada aplicação, concordando com variáveis, tais como a incerteza expandida do sistema de medição, a resolução e o erro de indicação do mesmo, além da análise do mensurando em questão. Para o sistema de medição escolhido nesta aplicação, é apresentado o intervalo entre calibrações sugerido pelo software, através da aplicação do algoritmo de dois métodos utilizados para este fim. Por fim, é apresentado o algoritmo para gerenciamento do sistema de gestão da qualidade, baseado na norma ISO 17025 (2005) [2], o qual tem como objetivo o controle de documentos em diversos níveis, envolvendo uma interface amigável com o usuário, além de uma facilidade de utilização deste módulo.

2. O SQUAL

O software SQUAL, cuja tela de abertura está apresentada na Figura 1, foi subdividido em 3 (três) módulos:

- Módulo de seleção de sistema de medição
- Módulo de gerenciamento dos intervalos de calibrações
- Módulo de gerenciamento do sistema de gestão

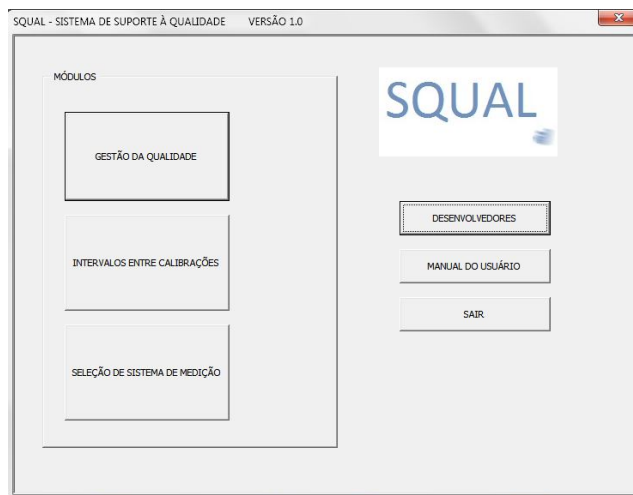


Figura 1 Tela de abertura do programa



IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO
DOCENTE
DEL AREA
MECANICA
DE LAS
INGENIERIAS

FoDAMI

2.1. Módulo de seleção de sistema de medição

Para a seleção do sistema de medição mais adequado, devem-se considerar os aspectos técnicos, econômicos e logísticos. Dentro desse contexto, o objetivo do módulo de um programa computacional na linguagem VBA (*Visual Basic for Application*) é de selecionar o instrumento de medição ou o sistema de medição mais adequado a uma dada medição, levando em consideração os critérios supracitados e apresentando os resultados com uma interface amigável ao usuário e de maneira bem objetiva. Este programa possui ainda uma ferramenta que determina os índices de capacidade de processo C_p e C_{pk} .

2.2. Módulo de gerenciamento dos intervalos de calibrações

O gerenciamento dos intervalos entre calibrações leva em consideração algumas variáveis, tais como: o tempo de utilização diária do equipamento, a severidade de uso, classe de exatidão, resolução, faixa nominal, estabilidade, histórico de calibrações, os possíveis laboratórios executantes do serviço de calibração, entre outros. Neste contexto, o trabalho segue com o desenvolvimento de um módulo computacional para o programa computacional SQUAL – Sistema de Suporte à Qualidade, responsável pelo gerenciamento do intervalo entre calibrações para instrumentos de medição, sistemas de medição.

2.3. Módulo de gerenciamento do sistema de gestão

Para uma empresa ou laboratório se manter na ativa é necessário ter um controle do sistema da qualidade muito bem estruturado. Sabe-se que o setor da qualidade gera um volume diário de documentos muito grande e controlar esse volume é árduo e difícil. Mas com essa ferramenta esse controle vai ser mais fácil e objetivo, feito em uma linguagem simples, VBA (*Visual Basic for Application*), existente no excel possibilita o controle de normas e documentos e ainda permite rastrear tais documentos.

3. ESTRUTURA

Como apresentado anteriormente, o software constitui-se de três módulos e um manual do usuário. Contudo, é necessário citar particularidades de cada módulo.

3.1. Estrutura do módulo de seleção de sistema de medição

O objetivo deste trabalho foi desenvolver um módulo computacional para a correta seleção do instrumento de medição ou sistema de medição mais adequado a uma dada aplicação, considerando a tolerância do mensurando, a incerteza expandida, o erro de indicação e o custo de

aquisição e de operação do instrumento ou sistema de medição. Este programa possui ainda uma ferramenta que determina os índices de capacidade do processo. A figura 2 e 3 apresentam a estrutura básica e a tela principal do módulo de seleção do sistema de medição, respectivamente.

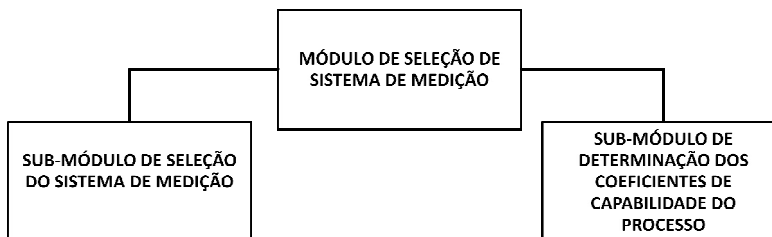


Figura 2 Diagrama da estrutura do módulo de seleção de sistema de medição

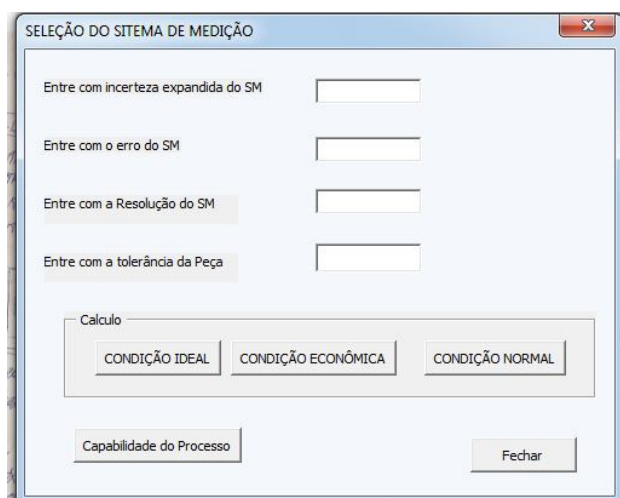


Figura 3 Tela inicial do módulo de seleção de sistema de medição

3.1.1. Sub-Módulo de seleção de sistema de medição

O instrumento de medição ou o sistema de medição mais adequado a uma dada aplicação industrial é determinado, seguindo-se as etapas, de acordo com o fluxograma da figura 4.

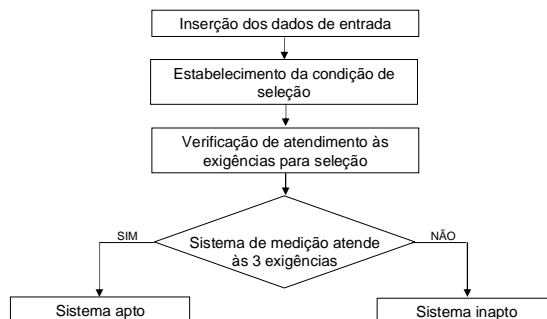


Figura 4 Etapas para seleção do sistema de medição



IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO
DOCENTE
DEL ÁREA
MECÁNICA
DE LAS
INGENIERÍAS

FoDAMI

A etapa inicial consiste na inserção dos seguintes dados:

- Incerteza expandida do sistema de medição, a qual é obtida diretamente no certificado de calibração do mesmo;
- Erro de indicação do sistema de medição, onde considera-se o maior erro apresentado no certificado de calibração;
- Resolução do sistema de medição e
- A tolerância da característica a ser medida.

Em seguida, deve-se estabelecer a condição para esta seleção. É importante salientar que esta condição foi estabelecida no âmbito deste trabalho.

A condição ideal é a mais rigorosa entre as três. Para um sistema ser considerado apto nesta condição, o valor da incerteza de medição precisa ser pelo menos dez vezes menor ou igual ao valor da tolerância dimensional da peça, o valor do erro do sistema de medição precisa ser pelo menos quatro vezes menor ou igual ao valor da tolerância dimensional da peça e a resolução do sistema de medição precisa ser pelo menos- dez vezes menor ou igual ao valor da tolerância dimensional da peça. Caso contrario, o sistema é considerado inapto.

Para o sistema de medição ser considerado apto na condição econômica, o valor de sua incerteza deverá ser três vezes menor ou igual ao valor da tolerância dimensional da peça, o valor do erro de indicação desse sistema de medição precisa ser quatro vezes menor ou igual à tolerância dimensional da peça, e o valor da resolução precisa ser três vezes menor ou igual à tolerância dimensional da peça.

Considerando-se a condição normal, para o sistema de medição ser considerado apto, o valor de sua incerteza de medição deverá ser seis vezes menor ou igual à tolerância dimensional da peça, o erro de indicação desse sistema precisa ser quatro vezes menor ou igual à tolerância dimensional da peça e a sua resolução precisa ser seis vezes menor ou igual ao valor da tolerância dimensional da peça.

Uma vez atribuída a condição, o programa compara, simultaneamente a tolerância com a incerteza do sistema de medição, resolução e erro de indicação.

3.1.2. Sub-Módulo de determinação dos coeficientes de capacidade do processo

Outra ferramenta do programa diz respeito à determinação dos coeficientes de capacidade do processo C_p e C_{pk} , com o intuito de se verificar se o processo é capaz de produzir peças dentro

dos limites de especificação de projeto. As equações (1) e (2) representam, respectivamente, tais coeficientes [3]. A figura 5 apresenta a tela do programa para o cálculo destes coeficientes.

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6\sigma} \quad (1)$$

Onde:

LSE - Limite superior de especificação é o maior valor que a dimensão poderá se encontrar, a fim de atender aos requisitos de projeto (qualidade);

LIE - Limite inferior de especificação é o menor valor que a dimensão poderá se encontrar, a fim de atender aos requisitos de projeto (qualidade) e

σ – desvio padrão amostral.

$$C_{pk} = \min imo \left(\frac{\bar{X} - LIE}{3\sigma}, \frac{LSE - \bar{X}}{3\sigma} \right) \quad (2)$$

Onde: \bar{X} - é a média aritmética.

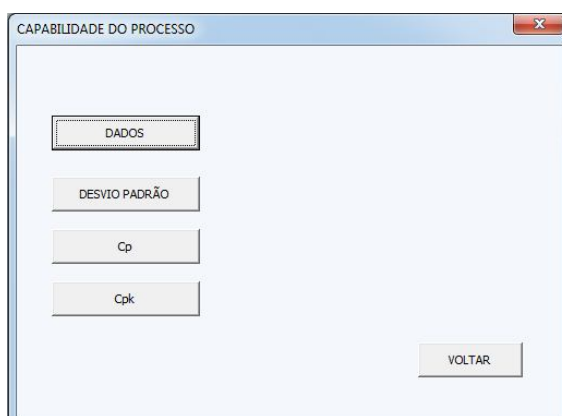


Figura 5 Tela do programa para a determinação dos coeficientes de capacidade de processo

A diferença entre os dois coeficientes é que o *C_{pk}*, ao contrário do *C_p*, leva em consideração o quanto a média aritmética se distancia dos limites de especificação. Para cada um destes coeficientes, o valor mínimo estabelecido pelo programa é 1,33. Especificamente com relação ao coeficiente *C_{pk}*, o programa atribui o valor mínimo dos dois valores determinados, conforme equação (2). Uma vez que os dois coeficientes apresentem valores iguais ou superiores a 1,33, o programa apresenta a mensagem “Sistema Apto”. Caso contrário, aparecerá a mensagem “Sistema Inapto”.

3.2. Estrutura do módulo de gerenciamento dos intervalos de calibrações

A estrutura do módulo, de forma simplificada mostrada na figura 6, é baseada no sistema de cadastro de equipamentos e busca de equipamentos cadastrados, onde nesta, existe a possibilidade de alteração do intervalo entre calibrações de acordo com métodos pesquisados [4] que fornece ao usuário do equipamento uma melhor confiabilidade de seu produto.

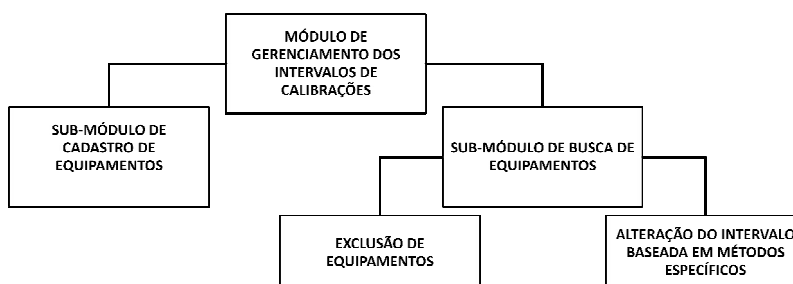


Figura 6 Diagrama da estrutura do módulo de gerenciamento dos intervalos de calibrações

3.2.1. Sub-Módulo de cadastro de equipamentos

No cadastro de equipamentos o usuário deve saber alguns aspectos principais [5] do mesmo e preencher o formulário, assim como mostrado na figura 7. Sendo assim, o equipamento estará devidamente cadastrado, e terá a data da próxima calibração para aviso prévio.

CADASTRO DE EQUIPAMENTOS

EQUIPAMENTO:

FABRICANTE:

MODELO:

ÚLTIMA CALIBRAÇÃO: DD/MM/AAAA

LOCAL DA CALIBRAÇÃO:

INTERVALO DE CALIBRAÇÃO: DIAS

PRÓXIMA CALIBRAÇÃO:

CÓDIGO:

NP DE IDENTIFICAÇÃO:

Faixa NOMINAL:

NP DO CERTIFICADO:

MEIOR DIVISÃO:

Figura 7 Tela de cadastro de equipamentos

3.2.2. Sub-Módulo de busca de equipamentos

Entrando na busca dos equipamentos cadastrados, o usuário deve selecionar o equipamento para ver todo o detalhamento do mesmo.

A figura 8 mostra a tela de seleção dos equipamentos cadastrados para detalhamento, onde aparecerá uma lista de todos os equipamentos cadastrados, podendo esta lista ser salva também como *PDF* e pode-se filtrar a busca pelo nome do equipamento.

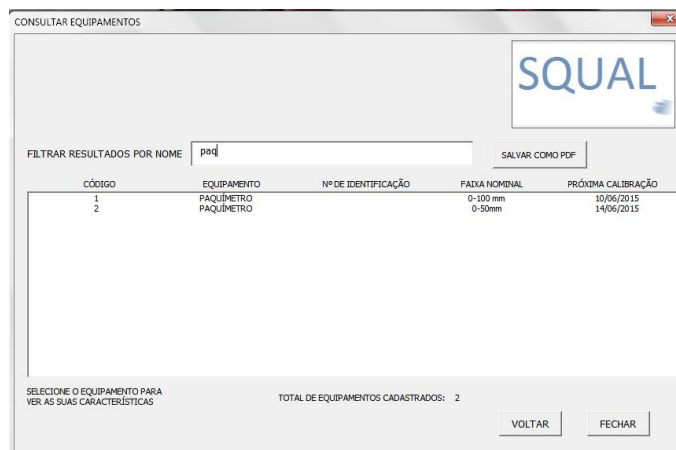


Figura 8 Seleção de equipamentos cadastrados

Após a seleção do equipamento (dar dois cliques sobre o equipamento), uma tela de detalhamento aparecerá, com todos os dados previamente cadastrados.

Há nesta tela (figura 9) a opção de excluir o equipamento selecionado ou editá-lo, onde pode ser alterado também, de forma que seja baseado nos métodos estudados, o intervalo entre calibrações.

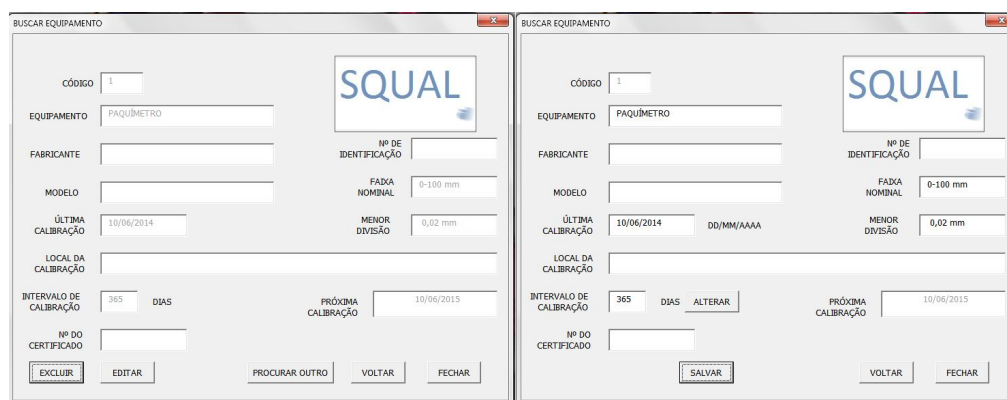


Figura 9 Tela de detalhamento e edição do equipamento

Ao clicar no botão **ALTERAR**, o usuário opta pelo uso dos métodos [4] para determinar o próximo intervalo de calibração.

3.3. Estrutura do módulo de gerenciamento do sistema de gestão

Como o controle do sistema da qualidade [2] é muito trabalhoso, e geralmente um processo manual e lento, além dos softwares comerciais para gerenciamento de documentos serem dispendiosos (www.qualiex.com.br/produtor, www.qualityteam.com.flag, www.iqa.pt) que cobram uma taxa mensal por tais serviços que vem separado em vários softwares. Por essa razão foi elaborada um software objetivo, de fácil uso, amigável para o usuário, com capacidade de auxiliar o sistema da qualidade e de baixo custo.

O modelo do programa, módulo para o gerenciamento do sistema da qualidade, é objetivo e fácil de usar e está passando por melhorias para ficar ainda mais fácil e objetivo para o usuário. Terá ainda um aviso de alertar ao usuário para verificar se a norma ainda é validade ou se sofreu alteração, uma vez que o módulo não trabalha conectado. Esse alerta será dado a cada dois ou três meses.

O módulo de consulta lista todas as normas cadastradas, onde o usuário pode filtrar os resultados pelo nome e a tela ainda mostra a quantidade de normas cadastradas permitindo ainda que se possa imprimir a relação, uma vez que, facilita muito quando se quer saber quantas e quais normas estão cadastradas.

Dando-se um duplo clique na norma abri-se outra tela (figura 10) com os detalhes onde possibilita a visualização, atualização ou a exclusão, esses últimos só com autorização com o usuário logado.

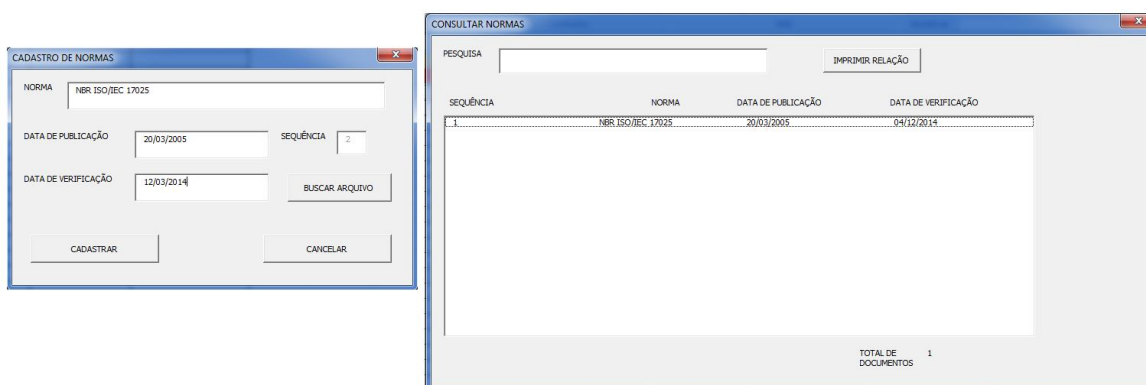


Figura 10 Telas de cadastro e consulta de normas

4. CONCLUSÃO

Com o programa apresentado, será mais fácil o gerenciamento dos equipamentos, sua escolha ideal e do sistema de gestão da qualidade de qualquer laboratório ou empresa, independente da grandeza a ser trabalhada. As vantagens serão inúmeras, e dentre elas pode-se citar uma maior agilidade e segurança sem a necessidade de estar conectado à internet. A etapa final do trabalho será a aplicação em organizações privadas, as quais se comprometerão a nos dar *feedbacks* para



IV CAIM 2014

Cuarto Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE
FACULTAD DE INGENIERÍA
Resistencia Chaco - Rep. Argentina

FORO
DOCENTE
DEL AREA
MECANICA
DE LAS
INGENIERIAS

FoDAMI

sua melhoria até o final do projeto. Atualmente, cinco organizações já expressaram interesse em adotar este programa para a gestão da qualidade de seus laboratórios.

5. REFERÊNCIAS

- [1] ISO 9001:2008/Cor 1:2009; Sistemas de Gestão da qualidade
- [2] ISO/IEC 17025:2005; Requerimentos gerais para Laboratórios de Ensaio e Calibração
- [3] DAVIS, M.; AQUILANO, N. & CHASE, R. Fundamentos da Administração da Produção. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- [4] NOVASKI, O. ; FRANCO, S. M. . Os métodos para ajustar os intervalos de calibração. Revista Metrologia e Instrumentação, São Paulo, n.17, p. 6-13, 2003.
- [5] OLIVEIRA, J. E. F. . A metrologia aplicada aos setores industrial e de serviços. 1. Ed. Brasília: Mais Gráfica e Editora, 2008. v. 1. 200p .