

### 3

## Gestão da função metrológica segundo uma abordagem integrada

Neste capítulo, discutem-se as contribuições de abordagens teóricas e de referenciais normativos sobre sistemas de medição; competência e aprendizagem; e cultura organizacional. Visa-se a construção de um modelo conceitual que integre novas dimensões de análise, como aprendizagem e cultura organizacional, aos enfoques que predominam na literatura internacional e no referencial normativo sobre sistemas de gestão de medição.

Para fins desse objetivo, destacam-se as abordagens conceituais de Leonard-Barton (1998); Boterf (1999); Sandberg (2000); Zarifian (2001); Argyris e Schön (1996) e Schein (1992, 1999), dentre outros. Salienta-se ainda a contribuição da abordagem sistêmica das atividades de medição pela Norma ABNT NBR ISO 10012, publicada em abril de 2004.

O modelo conceitual proposto neste capítulo integra quatro componentes considerados chave para a eficiência e a eficácia de um sistema de gestão de medição, cujo objetivo maior é gerenciar o risco de que o equipamento de medição e os processos de medição possam produzir resultados incorretos afetando a qualidade dos produtos de uma organização (ABNT, 2004). Os métodos usados para o sistema de gestão de medição variam da verificação básica do equipamento à aplicação de técnicas estatísticas no controle do processo de medição.

Apresentam-se, a seguir, as bases conceituais sobre sistemas físicos, sistema de gestão da medição, competências e aprendizagem, cultura organizacional e desempenho de medição e conformidade com requisitos normativos e regulatórios.

Na seqüência, propõe-se um modelo conceitual que integra esses quatro componentes, inspirado na concepção de Leonard-Barton para um sistema de gestão da inovação, com base nos conceitos de aptidão e limitação estratégica (Leonard-Barton, 1998). A validação empírica do modelo aqui proposto foi conduzida mediante a realização de uma pesquisa *survey* junto a cinco unidades de medição de uma empresa

do setor de petróleo e gás no Brasil, cujos resultados serão apresentados no capítulo 5 desta dissertação.

### **3.1 O modelo inspirador de Leonard-Barton: conceitos de aptidão e limitação estratégica**

Leonard-Barton (1998) aborda a questão de sobrevivência e sucesso das organizações sob a ótica da gestão dos seus bens cognitivos como uma aptidão estratégica, capaz de distinguí-las em competitividade e determinar sua capacidade de sobreviver, adaptar-se e competir.

A autora analisa em especial as empresas nas quais as aptidões estratégicas fundamentam-se na tecnologia, distinguindo-as daquelas empresas que competem com base em outros fatores, como acesso a recursos naturais e direitos de distribuição. Essas aptidões tecnológicas estratégicas são, de acordo com a autora, sistemas orgânicos de dimensões interdependentes que são criados e mantidos ao longo do tempo, não podendo ser facilmente imitadas, transferidas ou redirecionadas no curto prazo.

De acordo com Leonard-Barton, a expressão aptidão estratégica abrange o sistema de atividades, sistemas físicos, bases de qualificações e conhecimentos, sistemas gerenciais de instrução e recompensa e, sobretudo, valores. Cria-se, assim, uma vantagem específica para uma empresa ou um ramo de negócio. No contexto da presente dissertação, defende-se a tese de que a aptidão estratégica bem gerenciada permite que a organização atinja níveis superiores de desempenho em suas atividades de medição, assegurando o cumprimento dos requisitos regulatórios da medição de vazão de óleo e gás natural.

Nesta visão, as aptidões estratégicas compreendem pelo menos quatro dimensões interdependentes, das quais duas podem ser consideradas reservas dinâmicas de saber (ou competências) e as outras duas, mecanismos de controle ou canalização de conhecimentos. São elas:

- (i) sistemas físicos, nos quais se acumula competência técnica ao longo do tempo em equipamentos, bancos de dados e software desenvolvidos, adquiridos e implantados pela organização;
- (ii) sistemas de gestão, que criam os canais pelos quais o conhecimento organizacional flui e é acessado, além de impor barreiras a atividades indesejadas (não-conformidades, por exemplo);
- (iii) competências dos indivíduos e sua capacidade de aprendizagem;

(iv) cultura organizacional, que determina qual tipo de conhecimento deve ser buscado e cultivado e quais atividades geradoras de conhecimento devem ser encorajadas. Valores e crenças organizacionais servem como mecanismos de filtragem e controle do saber (Leonard-Barton, 1998).

Uma importante contribuição do modelo de Leonard-Barton refere-se à descrição das fases cíclicas de seu modelo voltadas para a criação das chamadas aptidões estratégicas, que guardam semelhança com conceitos desenvolvidos por Argyris e Schön (1996) e Nonaka e Takeuchi (1995). São elas: solução compartilhada de problemas; implementação e integração; experimentação e prototipagem; e aquisição de saber tecnológico externo.

Outra contribuição de destaque para esta dissertação refere-se à questão das limitações estratégicas. A autora explica que o reverso de uma aptidão estratégica – que com ela coexiste – é uma limitação estratégica. Sistema tão complexo quanto o da aptidão, uma limitação estratégica compreende as mesmas quatro dimensões organizacionais: sistemas físicos, sistemas de gestão, competências e habilidades e cultura organizacional (valores).

Leonard-Barton (1998) destaca ainda em seu modelo a suscetibilidade das quatro dimensões das limitações estratégicas a mudanças organizacionais, como representado sinteticamente na Figura 3.1.



Figura 3.1 – Limitações estratégicas e suscetibilidade a mudanças

Fonte: Adaptado de Leonard-Barton, 1998, p. 65 e inspirado na pirâmide da estrutura metrológica

Tomando-se os conceitos de aptidão e limitação estratégica de Leonard-Barton como base fundamental para a construção do modelo conceitual proposto neste capítulo,

descrevem-se a seguir as quatro dimensões interdependentes mencionadas pela autora, incorporando-se contribuições de abordagens teóricas e de referenciais normativos sobre sistemas físicos, sistemas de gestão, competências, aprendizagem e cultura organizacional, na perspectiva da gestão eficaz das aptidões estratégicas para medição.

### **3.2. Sistemas físicos**

Conforme a definição de Leonard-Barton, sistemas físicos são sistemas nos quais se acumula competência técnica, ao longo do tempo, em equipamentos, bancos de dados e *software* desenvolvidos, adquiridos e implantados pela organização.

No contexto das atividades de medição, compreendem o conjunto de equipamentos de medição<sup>1</sup> necessários para satisfazer requisitos metrológicos especificados, toda a infraestrutura física adequada para o uso correto desses equipamentos, além de bancos de dados e *software* desenvolvidos, adquiridos e implantados pelas equipes de medição.

Segundo a Norma ABNT NBR ISO 10012 (2004), os equipamentos de medição devem ter uma situação de calibração válida antes de serem comprovados e devem estar disponíveis e identificados no sistema de gestão de medição. Equipamentos de medição devem ser usados em um ambiente que é conhecido ou controlado na extensão necessária para assegurar resultados de medição válidos.

A infraestrutura física deve propiciar condições ambientais segundo faixas especificadas de temperatura, variação da temperatura, umidade, iluminação, vibração, controle de poeira, limpeza, interferência eletromagnética e outros fatores, conforme descrição dos fabricantes ou normas e regulamentos aplicáveis (ABNT, 2004).

Além desses dois componentes, Leonard-Barton refere-se também a banco de dados e *software* desenvolvidos, adquiridos e implantados pela organização.

Na Norma ABNT NBR ISO 10012 (2004), são chamados de recursos de informação e compreendem procedimentos (item 6.2.1 da Norma) e programas de computador ou *software* (item 6.2.2 da Norma). Conforme estabelecido na referida Norma, os procedimentos do sistema de gestão de medição devem ser documentados na extensão necessária e validados para assegurar a implementação adequada, sua

---

<sup>1</sup> instrumento de medição, programa de computador, padrão de medição, material de referência ou dispositivos auxiliares, ou uma combinação deles, necessários para executar um processo de medição (ANBT, 2004).

consistência de aplicação e a validade dos resultados de medição. Novos procedimentos ou alterações em procedimentos documentados devem ser autorizados e controlados. Procedimentos devem estar atualizados, disponíveis e fornecidos quando requeridos.

Já os programas de computador usados nos procedimentos de medição e cálculos de resultados devem ser documentados, identificados e controlados para assegurar sua adequação ao uso continuado. Programas de computador e quaisquer revisões deles devem ser testados e/ou validados antes do uso inicial, aprovados para uso e arquivados. Testes devem ser realizados na extensão necessária para assegurar resultados válidos das medições.

Para fins da presente dissertação, sistemas físicos são definidos como mostrado na caixa de texto abaixo.

**Sistemas físicos:** compreendem as estações de medição (EMED), as condições ambientais e equipamentos de medição da organização, bem como os laboratórios de análises químicas de fluidos e de calibração de medidores.

### 3.3. Sistema de gestão de medição

O sistema de gestão, na visão de Leonard-Barton (1998), cria os canais pelos quais o conhecimento flui e é acessado, além de impor barreiras a atividades indesejadas. Um sistema de gestão de medição é o conjunto de elementos inter-relacionados e interativos, necessários para obter a comprovação metrológica dos equipamentos e o controle contínuo dos processos de medição (ABNT, 2004).

O objetivo é prover mecanismos para gerenciar o risco de que o equipamento de medição e os processos de medição possam produzir resultados incorretos. A Norma ABNT NBR ISO 10012 especifica requisitos genéricos e fornece orientação para a gestão de processos de medição e comprovação metrológica de equipamentos de medição usados para dar suporte e demonstrar conformidade com os requisitos metrológicos. Especifica requisitos de gestão da qualidade de um sistema de gestão de medição que pode ser usado por uma organização que executa medições para assegurar que os requisitos metrológicos sejam atendidos.

Comprovação metrológica, por sua vez, é definida na referida Norma como um conjunto de operações necessárias para assegurar que um equipamento de medição atenda aos requisitos do seu uso pretendido, o que envolve calibração, verificação,

ajuste, reparos, identificação, lacre, verificação e documentação da adequação ao uso do instrumento (equipamento) de medição, dentre outros.

O termo processo de medição é apresentado como o conjunto de operações para determinar o valor de uma grandeza e é aplicado às atividades físicas de medição (por exemplo, em projetos, testes, produção, inspeção). Os processos de medição visam comprovar que a grandeza específica em questão (mensurando) está em conformidade com os requisitos especificados. Necessita-se confiar nessas medições (confiabilidade metrológica) para a tomada de decisões relacionadas aos produtos e processos em questão.

Deve-se garantir que a organização irá criar e sustentar a função metrológica, que segundo a Norma é a função com responsabilidade técnica e administrativa para definir e implementar o sistema de gestão de medição.

A título de ilustração, no ambiente das atividades de exploração e produção (E&P) da Petrobras, a implementação da Norma ABNT NBR ISO 10012 permite gerenciar o risco do não atendimento aos requisitos legais, conforme exigido no Regulamento Técnico de Medição de Petróleo e Gás Natural da Portaria Conjunta nº1 ANP/INMETRO, de 19 de junho de 2000. A Figura 3.2 apresenta o modelo de um sistema de gestão de medição segundo a Norma ABNT NBR ISO 10012 (2004).

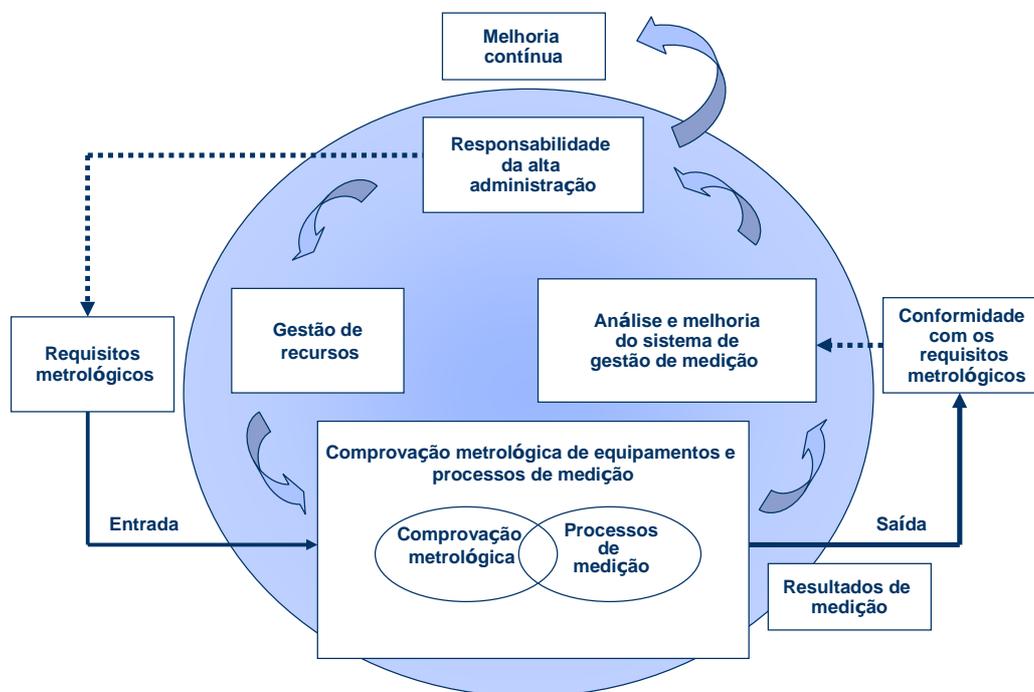


Figura 3.2 – Representação do modelo de sistema de gestão de medição  
Fonte: Adaptado de ABNT (2004).

De acordo com a Figura 3.2, cinco etapas básicas são envolvidas no estabelecimento de um sistema de gestão de medição: (i) a especificação dos processos e equipamentos de medição que estão sujeitos às provisões da Norma; (ii) a definição das responsabilidades da direção; (iii) a gestão dos recursos; (iv) a etapa de comprovação metrológica do equipamento e realização do processo de medição; e (v) a análise e melhoria do sistema de gestão de medição.

Inicialmente, após especificar o escopo e a extensão do sistema de gestão de medição, devem ser levados em consideração os riscos e as conseqüências de falhas no cumprimento dos requisitos metrológicos<sup>2</sup>.

Após a definição das responsabilidades da direção, tem-se a segunda etapa, na qual a alta administração da organização deve assumir o compromisso de criar a função metrológica dentro do sistema de gestão da medição, assegurando os recursos necessários para a manutenção da atividade. A função metrológica pode ser um departamento único ou estar distribuída em toda a organização. Convém avaliar a confirmação metrológica, bem como garantir a definição e o estabelecimento dos objetivos da qualidade para o sistema de gestão da medição. A alta direção também deve assegurar a análise crítica sistemática do sistema de gestão de medição e seus resultados devem ser usados para modificar o sistema quando necessário, incluindo as devidas melhorias.

A terceira etapa compreende a gestão dos recursos, iniciando com os recursos humanos, para o qual deverão ser definidas as responsabilidades de toda a equipe, conscientizando os mesmos para a importância do papel de cada um para o sistema de gestão da medição. Deverá ser assegurada a capacitação de todo o pessoal, mediante treinamentos focados nas habilidades requeridas.

Faz-se necessário assegurar a validação dos procedimentos para o sistema de gestão da medição e garantir que os novos procedimentos ou alterações dos existentes sejam previamente autorizados e controlados. Todos os procedimentos devem estar atualizados, disponíveis e fornecidos quando requeridos.

Esta etapa requer que todo instrumento que faça parte do sistema de gestão da medição deve ser identificado de maneira única para evitar o uso não autorizado. Todo

---

<sup>2</sup> Para o ambiente de E&P da Petrobras, a empresa deve atender aos requisitos do Regulamento Técnico de Medição de Petróleo e Gás Natural da Portaria Conjunta n°1 ANP/INMETRO de 19 de junho de 2000, sob pena, em caso de falha no atendimento, de ser enquadrado nos termos da Portaria ANP n°234 de 12/08/2003, que aprova o Regulamento de Procedimento de Imposição de Penalidades.

equipamento de medição necessário para satisfazer requisitos metrológicos especificados deve estar disponível e identificado no sistema de gestão de medição, com uma situação de calibração válida antes de ser comprovado. Deve-se assegurar que os equipamentos de medição sejam usados em condições controladas e dentro da faixa de operação especificada na comprovação metrológica.

Fator importante e que não pode ser ignorado é a presença de pessoal terceirizado e de prestadores de serviço, para os quais devem ser definidos objetivamente os requisitos para produtos e serviços a serem fornecidos para o sistema de gestão de medição. Critérios de seleção, monitoramento e avaliação dos fornecedores externos e dos produtos e serviços devem ser definidos e os resultados da avaliação devem ser registrados.

Estando disponíveis os recursos necessários, deve-se verificar a adequação e o uso dos mesmos, procedimento chamado de confirmação metrológica, e realizar o processo de medição, o que constitui a quarta etapa do sistema de gestão de medição.

Como já mencionado, a comprovação metrológica compreende a calibração e a verificação do equipamento de medição, sendo importante disponibilizar para o operador as informações sobre a situação do equipamento de medição. Deve-se assegurar a definição e aprovação dos métodos de determinação dos intervalos da comprovação metrológica. Os medidores comprovados devem ser protegidos para prevenir mudanças não autorizadas.

Os processos de medição visam comprovar que a grandeza específica em questão (mensurando) está em conformidade com os requisitos especificados. Todos os processos de medição que façam parte do sistema de gestão de medição devem ser planejados, validados, implementados, documentados e controlados. A especificação completa de cada processo de medição deve incluir a identificação de todos os fatores que afetam a confiabilidade do resultado de medição (equipamentos, procedimentos, condições de uso, habilidades do operador, dentre outros fatores).

Os processos de medição devem ser projetados para satisfazer os requisitos metrológicos, prevenindo resultados de medições errôneos e deve assegurar a detecção de deficiências e ações corretivas em tempo oportuno. A função metrológica deve manter registros para demonstrar conformidade com os requisitos do processo de medição.

Uma das formas de demonstrar a conformidade dos processos de medição é a realização das estimativas de incerteza de medição, que devem ser realizadas para cada

processo de medição abrangido pelo sistema de gestão de medição. A gestão da função metrológica deve assegurar que todos resultados de medição sejam rastreáveis às unidades padrões do Sistema Internacional.

A última etapa é a análise e melhoria do sistema de gestão da medição. A função metrológica deve planejar e implementar o monitoramento, análise e melhorias necessários para assegurar conformidade do sistema de gestão de medição. Devem-se realizar as auditorias do sistema de gestão de medição, assegurando que ações sejam tomadas nos prazos acordados para eliminar não-conformidades detectadas e suas causas. O monitoramento da comprovação metrológica e dos processos de medição é essencial para o atendimento aos requisitos da Norma e deve prevenir os desvios, assegurando a pronta detecção de deficiências e tomando, em tempo oportuno, ações para sua correção.

Os processos e os equipamentos de medição não conformes devem ser identificados e não utilizados até que ações apropriadas tenham sido tomadas. Para que garantir a utilização sem danos, é necessário eliminar as razões para sua não-conformidade e realizar nova comprovação.

A função metrológica deve planejar e gerenciar a melhoria contínua do sistema de medição com base nos resultados das auditorias, análise crítica pela administração e outros fatores pertinentes, tais como, retroalimentação dos clientes. Deve-se analisar criticamente e identificar oportunidades potenciais para melhoria do sistema de gestão de medição e modificá-lo se necessário, assim como determinar ações para eliminar os desvios e as causas potenciais de não-conformidade de medição ou comprovação.

Conforme descrito na Norma, os requisitos gerais do sistema de gestão de medição devem se tornar parte do sistema de gestão global da organização, inseridos após a determinação do nível dos controles necessários e da especificação dos requisitos do sistema de gestão de medição. A Norma inclui tanto requisitos como orientações para implementação de sistemas de gestão de medição e pode ser útil na melhoria de atividades de medição, em geral. Com base neste referencial normativo, define-se para fins da presente dissertação sistema de gestão de medição como apresentado na caixa de texto abaixo.

**Sistema de gestão de medição:** compreende o conjunto de elementos interrelacionados e interativos, necessários para obter a comprovação metrológica e o controle contínuo das medições de vazão de óleo e gás natural na organização.

### 3.4. Competência e aprendizagem

Apresentam-se nesta seção as abordagens conceituais sobre competência e aprendizagem, buscando-se evidenciar a importância desses componentes para um desempenho superior e melhoria contínua da função metrológica de organizações que buscam assegurar que requisitos metrológicos sejam atendidos.

Inicialmente, resumem-se no Quadro 3.1 as principais abordagens conceituais sobre competência, com base em resenhas e estudos conduzidos por pesquisadores brasileiros (Antonello, 2006; Bercher-Costa, 2006; Quelhas, 2006 e Resende, 2004) e nas contribuições teóricas de Durand (2000) e de Prahalad e Hamel (1990).

Quadro 3.1 – Conceituação de competência

Autor	Definição
McClelland (1973)	Competência é uma característica subjacente a uma pessoa que pode ser relacionada com desempenho superior na realização de uma tarefa ou em determinada situação.
Boterf (1999)	Competência é o conjunto de aprendizagens sociais e comunicacionais nutridas a montante pela aprendizagem e formação e a jusante pelo sistema de avaliações. Competência é um saber agir responsável e reconhecido pelos outros (abordagem baseada na mobilização e articulação).
Durand (2000)	Competências representam combinações sinérgicas de conhecimentos, habilidades e atitudes, expressas pelo desempenho profissional, dentro de determinado contexto organizacional.
Mirabile (1997)	Diferencia competência de aptidões, talento natural da pessoa que pode vir a ser aprimorada, de habilidades, demonstração de um talento particular na prática, e de conhecimentos, o que as pessoas precisam saber para desempenhar uma tarefa.
McLagan (1998)	A palavra competência nas organizações adquire vários sentidos, alguns característicos do indivíduo, ou seja, conhecimento, habilidades e atitudes (variáveis de <i>input</i> ), e outros à tarefa, resultados (variáveis de <i>output</i> ).
Prahalad e Hamel (1990)	Introduzem o conceito de competência essencial ou <i>core competence</i> . Competências essenciais integram conhecimentos, tecnologias, habilidades e capacidade de uma organização para inovar sua proposta de valor. As competências essenciais são o aprendizado coletivo da organização, permitindo coordenar diversas habilidades de produção e integrar múltiplas correntes de tecnologias, desenvolvendo novos conhecimentos. Viabilizam ainda a integração entre os ativos físicos da empresa e seu capital intelectual, voltados para a geração de novas vantagens competitivas.
Sandberg (2000)	Os aspectos essenciais da competência humana não podem ser reduzidos a uma lista externa de atributos relacionados ao trabalho. O desenvolvimento de competências deve ser compreendido com base nas práticas organizacionais, focalizando sua análise no enriquecimento de experiências e vivências (abordagem baseada na interação).
Zarifian (2001)	Competência é a inteligência prática para situações que se apóiam sobre os conhecimentos adquiridos e os transformam com tanto mais intensidade, quanto maior for a complexidade das situações.

Fontes: Quelhas (2006); Durand (2000); Antonello (2006); Prahalad e Hamel (1990).

Baseando-se nos conceitos de Boterf (1999), Sandberg (2000) e Zarifian (2001), parte-se do pressuposto de que a competência permite a ação e a resolução de problemas profissionais de maneira satisfatória dentro de um contexto particular ao mobilizar diversas capacidades de maneira integrada. A aprendizagem baseada na ação pode apresentar-se como um processo a ser empregado na geração e desenvolvimento de competências, ao capacitar os profissionais a fazer frente a novas exigências em suas atividades no trabalho.

De acordo com Antonello (2006), as abordagens conceituais baseadas na ação enfatizam menos a informação ou aquisição de habilidades e reforçam, sobretudo, a importância do desenvolvimento de novos e modernos processos cognitivos juntamente com a aquisição de competências. Segundo a autora, a aprendizagem baseada na ação é muito mais do que um simples acumular de experiências. Nessa perspectiva, para que a aprendizagem aconteça torna-se necessário que exista intencionalidade por parte dos atores, tanto no ambiente de aprendizagem formal, quanto nas práticas de trabalho. A aprendizagem, independente de sua forma ou processo, designa ao indivíduo e aos grupos a oportunidade de vivenciar ou experimentar algum tipo de situação ou problema e, isto implica numa ação.

A Figura 3.3 busca mostrar o papel da aprendizagem baseada na ação no ciclo de desenvolvimento de competências e, conforme proposto por Antonello (2006).

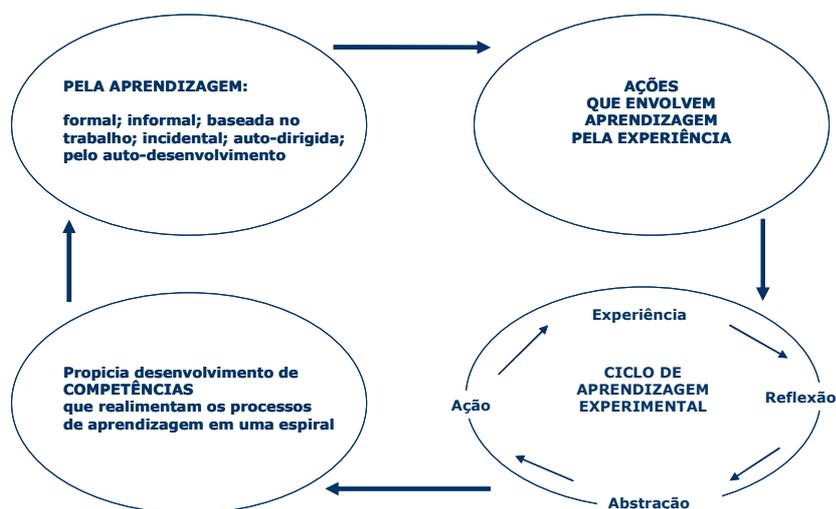


Figura 3.3 – Desenvolvimento de competências e o papel da aprendizagem baseada na ação  
Fonte: Antonello (2006).

Como pode ser observado na Figura 3.3, as ações poderão envolver reflexão antes, durante ou depois do que se vivencia, reportando-se à noção do ciclo de

aprendizagem experimental e resultando no desenvolvimento de competências que retroalimentam os processos de aprendizagem em um espiral. Ao se analisar o processo de adaptação das organizações a situações e contingências inesperadas ou de maior grau de exigência, uma das questões mais difíceis que surgem é a maneira como as organizações aprendem.

Aprendizagem organizacional permeia a estratégia, a estrutura e o conhecimento nas organizações e não constitui processo linear separado dos outros processos organizacionais (Argyris, 1976; Argyris e Schön, 1996; March, 1991; Easterby-Smith, Burgoyne e Araújo, 2001; Fleury e Fleury, 1995). Foi partindo desse pressuposto básico e considerando-se a abordagem de melhoria contínua de Deming (1982), que se decidiu incluir o construto “aprendizagem” na terceira dimensão de análise da gestão da função metrológica (Ver Quadro 3.3).

Assim, conceber uma organização como uma comunidade de aprendizagem organizacional pressupõe que a construção do conhecimento ali vigente ocorre com base na memória coletiva organizacional, mediante adaptações progressivas de novas idéias ou propostas. Partilham-se pressupostos, ocorrendo o desejável intercâmbio de experiências. Vistos sob este ângulo, os processos de aprendizagem apresentam vínculos estreitos com a memória e a cultura da organização. A aprendizagem é o processo que exige ingressar no sistema cultural de significados (Ruas e Antonello, 2003). Os membros de uma organização comunicam-se entre si e assimilam valores, normas, procedimentos, tanto na primeira socialização organizacional, como durante a comunicação formal ou informal no trabalho cotidiano.

Autores e obras que referenciam aprendizagem com esse foco cultural são Simon (1991), Nicoline e Mezner (1995), Argyris e Schön (1996), Jacobson (1996), O'Reilly e Chatman (1996), Weick e Westley (1996), Gherardi et al. (1998); Gherardi e Nicolini (2003); Easterby-Smith, Burgoyne e Araujo (2001); Richter (1999) e Bierly et al. (2000).

Para efeito da proposição de um modelo de gestão com foco na melhoria contínua da função metrológica de uma organização, considera-se importante introduzir também o conceito de reflexividade (Perez, 1983). Esse conceito originou-se nas pesquisas de diversos autores, como Giddens (1984), Sabel (1996), Cooke (1997) e Cooke e Morgan (1998), embora seja o trabalho de Giddens o mais conhecido dentre eles.

Segundo Giddens (1984), reflexividade baseia-se nas estruturas da prática social, sendo atribuída não somente a indivíduos, mas também a instituições. Alguns autores dessa corrente, como Cooke (1997), consideram a reflexividade como a capacidade de automonitoração da organização. Essa capacidade propicia a criação de novos conhecimentos e de adaptação a mudanças frequentes, em ambientes e contextos caracterizados pela incerteza das economias industrializadas. Partindo desse pressuposto básico, Cooke e Morgan (1998) conceituam reflexividade como o processo sistemático que combina aprendizagem e inteligência, dando condições ao sistema para se orientar a partir de um determinado número de ciclos de *feedback*. Esse mecanismo é denominado pelos autores como *learning-by-learning*.

Sabel (1996) ampliou ainda mais o conceito de reflexividade, pela sua análise da aprendizagem por monitoração (*learning by monitoring*). Esse autor argumenta que em situações que apontem a necessidade de cooperação e parcerias, os atores envolvidos podem se beneficiar desse mecanismo, especialmente no cenário atual em que as exigências legais e regulatórias ficam cada vez mais rigorosas. Quando o *learning by monitoring* é institucionalizado com sucesso, ele permite que os atores avaliem de forma reflexiva em que pontos a cooperação intra e interorganizações é vantajosa e mutuamente benéfica (Sabel, 1996).

Para fins da proposição de um modelo integrador para a gestão da função metrológica em organizações que executam medições, definem-se a seguir competência e aprendizagem organizacional.

**Competência:** compreende conhecimentos, habilidades e atitudes (isto é, conjunto de capacidades humanas) que sustentam um alto desempenho em atividades de medição. É nutrida a montante pela aprendizagem e formação e a jusante pelo sistema de avaliações.

**Aprendizagem organizacional:** é o processo pelo qual os grupos de medição de vazão da UO-ES percebem, interpretam e administram sua experiência e seus componentes – metas, rotinas, pressupostos compartilhados e valores organizacionais – no contexto da gestão de seus sistemas de medição.

### 3.5. Cultura organizacional

O tema cultura organizacional vem ganhando mais destaque na literatura de gestão a partir da década de 80, com o objetivo de oferecer estruturas conceituais,

padrões e valores para as organizações operarem em um mundo em constante transformação. Com a globalização e a regulação dos mercados, as organizações passaram a dar mais ênfase ao tema, em função da necessidade de se adaptarem às mudanças do ambiente externo decorrentes de avanços tecnológicos (por exemplo, revisões de marcos regulatórios, novos desafios associados às mudanças climáticas ou adoção de novos estilos de vida).

Nesse contexto de constantes mudanças, as organizações devem se adaptar ao ritmo do ambiente externo e da sociedade para sobreviverem. É nesse sentido que o conceito de cultura organizacional passou a integrar as agendas dos gestores nas últimas décadas. Identificar e conhecer a cultura de seus colaboradores, seus pressupostos, valores e certezas compartilhadas tornou-se imperativo para implementar as mudanças capazes de apoiar as novas estratégias e novos procedimentos no âmbito das organizações.

O Quadro 3.2, a seguir, apresenta uma síntese das principais abordagens conceituais de cultura organizacional.

Quadro 3.2 – Conceituação de cultura organizacional

Autores	Definição
Schein (1992; 1999)	O conjunto de pressupostos básicos que um grupo inventou, descobriu ou desenvolveu ao aprender como lidar com os problemas de adaptação externa e integração interna e que funcionam bem o suficiente para serem considerados válidos e ensinados a novos membros como a forma de perceber, pensar e sentir em relação a esses problemas.
Trompenaars (1994)	É a forma que as atitudes são expressas dentro de uma organização e distinguem-se uma das outras por meio de soluções específicas a determinados problemas.
Fleury e Fleury (1995)	É um conjunto de valores, (...), que em sua capacidade de ordenar, atribuir significações, construir a identidade organizacional, tanto agem como elementos de comunicação e consenso, como expressam e instrumentalizam relações de dominação.
O'Reilly e Chatman (1996)	Mecanismo de construção de significados - <i>sensemaking</i> - que guia e forma os valores, comportamentos e atitudes dos funcionários. Os comportamentos e conhecimentos fluem e são guiados por valores.
Cameron e Quinn (1999)	Valores dados como certos, pressupostos básicos, expectativas, memórias coletivas e definições presentes na organização. A cultura organizacional reflete a ideologia que as pessoas carregam consigo mesmas, um senso de identidade que provém aos empregados, linhas de comportamento e formas de lidar com situações, aumentando a estabilidade do sistema social que eles vivenciam. Conceitua cultura organizacional “como as coisas são feitas por aqui”.
Neves (2000)	É a consistência das práticas e dos símbolos organizacionais, a clareza dos valores organizacionais e o consenso no partilhar dos mesmos, que aliviam a ansiedade resultante da ignorância e confusão, ajudam a conferir sentido às atividades passadas, presentes e futuras e, clarificam as expectativas.

Fontes: Quelhas, 2006; Cruz, 2007; Mendonça (2009); Tomei (2008) e Fleury e Fisher (1996).

A formulação da definição de cultura metrológica adotada na presente pesquisa considerou o conceito básico de cultura organizacional formulado por Edgar Schein (1992; 1999) e resenhas desenvolvidas por pesquisadores brasileiros (Mendonça, 2009; Tomei, 2008; Cruz, 2007 e Quelhas, 2006; Fleury e Fisher, 1996) sobre o tema.

**Cultura organizacional**, com foco em metrologia, compreende um conjunto de crenças e expectativas transformadas em normas e valores que orientam o comportamento dos indivíduos e grupos envolvidos nas atividades de um sistema de medição e conscientes da importância da comprovação metrológica e do controle contínuo das medições.

### 3.6.

#### **Proposição de um modelo integrador para a gestão da função metrológica**

Apresenta-se nesta seção uma visão geral do modelo integrador para a gestão da função metrológica em organizações que executem medições como parte de um sistema de gestão global e sustentável. A gestão eficaz dessa função visa, primordialmente, assegurar que os requisitos metrológicos sejam atendidos.

Antes de se iniciar a descrição do modelo propriamente dita, apresentam-se as características da proposta. As principais características são: (i) abordagem sistêmica; (ii) abordagem dinâmica; (iii) flexibilidade e transparência; (iv) adoção de enfoques qualitativos e quantitativos; (v) abordagem de melhoria contínua (ciclo de Deming).

Em relação à primeira característica – abordagem sistêmica – considera-se que, nesta proposta de modelo, as dimensões sistemas físicos, sistema de gestão de medição, competências/aprendizagem e cultura organizacional deverão ser estudadas no contexto de organizações que executem medições como parte de um sistema de gestão global e sustentável, conforme estabelecido na Norma ABNT NBR ISO 10012 (2004). Reconhece-se, assim, que as dimensões não devem ser tratadas de forma reducionista, analisando-se as partes individualmente, mas interligadas de várias maneiras, como pode ser visto adiante no esquema representativo do modelo (Figura 3.4)

A segunda característica da proposta de modelo – abordagem dinâmica - refere-se especificamente à necessidade de monitorar a evolução do contexto regulatório e de mercado, bem como as mudanças do ambiente de C&T relacionado à metrologia científica e industrial. Um segundo ponto dessa abordagem é a inclusão de indicadores dinâmicos inerentes à natureza das quatro dimensões-foco.

Em relação à terceira característica, a proposta do modelo busca ser ao mesmo tempo transparente e flexível para acomodar futuramente mudanças nas dimensões, nos construtos e indicadores.

A Figura 3.4 representa esquematicamente os componentes do modelo integrador para a gestão da função metrológica e seus interrelacionamentos. Partiu-se do modelo de sistema de gestão de medição, representado na Figura 3.2, ao qual foram incorporadas três dimensões adicionais, segundo os conceitos de aptidão e limitação estratégica introduzidos por Leonard-Barton (1998).

No que tange aos enfoques de análise, considera-se que tanto os enfoques qualitativos, quanto os quantitativos, são importantes para o estudo das cinco dimensões como elementos fundamentais da função metrológica de uma determinada organização. Os de natureza qualitativa são especialmente importantes em função do caráter de sinergia e colaboração entre os atores da referida função.

Quanto à abordagem de melhoria contínua (ciclo PDCA), percebeu-se logo no início do processo de modelagem a necessidade de incluir essa visão, considerando-se que essa pesquisa foi motivada pela necessidade de melhoria da gestão da função metrológica em uma unidade de exploração e produção de óleo e gás natural da Petrobras. Particularmente, no que tange à consolidação da cultura metrológica e ao desenvolvimento de competências associadas a novos requisitos de medição de vazão de óleo e gás natural.

A abordagem de melhoria contínua oferece um referencial didático e mundialmente consagrado pela adoção das Normas ISO referentes a sistemas de gestão. Permite revelar não-conformidades e corrigir erros de processo, além de organizar desafios inerentes à evolução dos cinco componentes do modelo em horizontes de curto, médio e longo prazos. Um dos benefícios da abordagem de melhoria contínua é que a adoção de suas ferramentas propicia aos decisores o exame objetivo das interações entre os contextos de regulação, mercado e tecnologias de medição, face à possibilidade de criação ou revisão de normas, regulamentos técnicos e padrões impulsionadas por mudanças significativas em pelo menos um dos referidos contextos.

Quanto à estrutura analítica, a proposta de modelo incluiu quatro dimensões e vinte e dois construtos, resultantes de um esforço para identificar na literatura e em documentos normativos as questões e conceitos que deveriam ser considerados na pesquisa de campo, segundo a perspectiva de melhoria contínua da função metrológica de organizações que buscam assegurar que os requisitos metrológicos sejam atendidos.

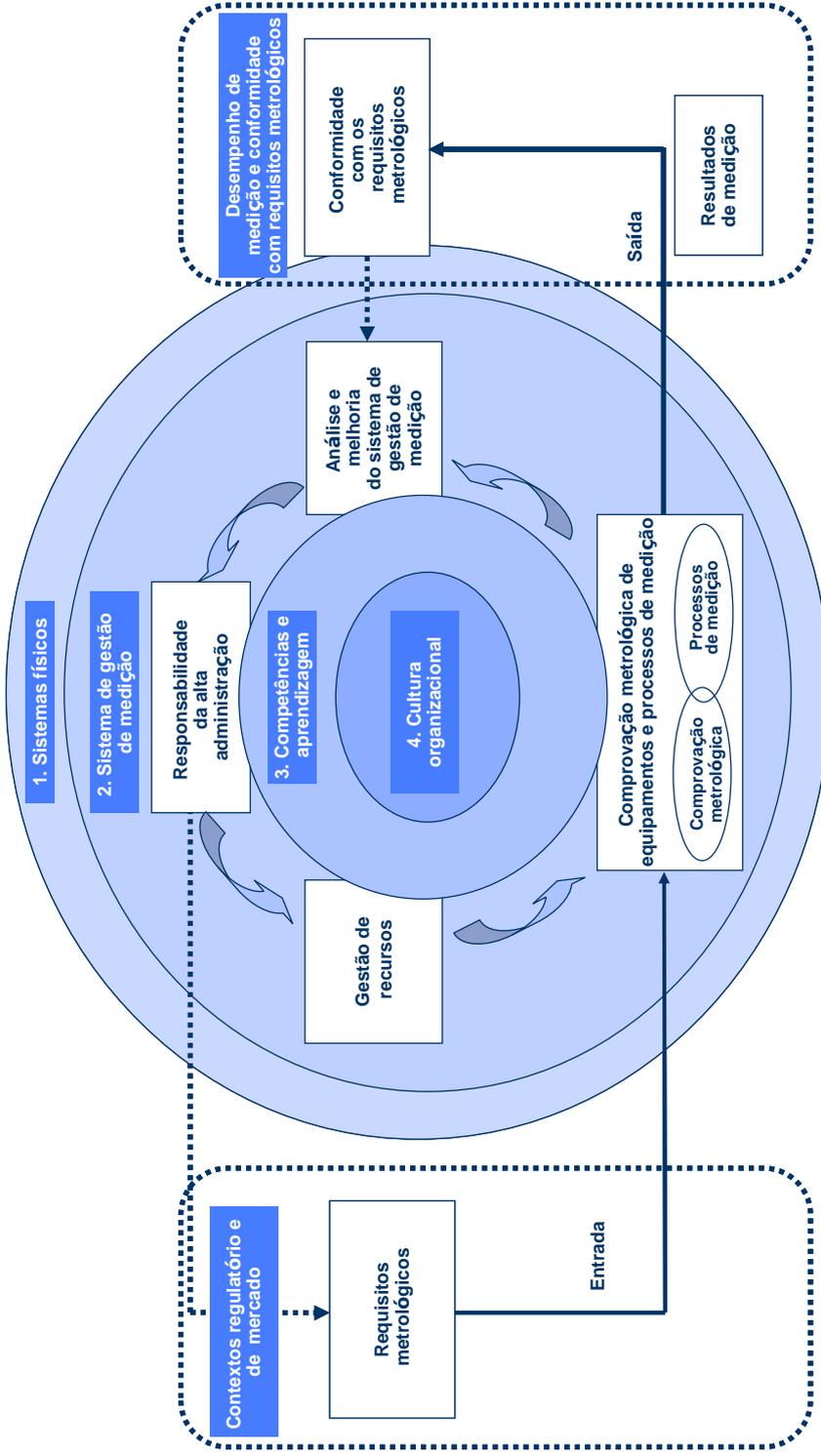


Figura 3.4- Modelo integrador para a gestão da função metrológica  
Fonte: Elaboração própria

Nesse sentido, apresenta-se adiante no Quadro 3.3, a grade analítica que servirá de base para a pesquisa *survey* (capítulo 5), sem a pretensão de que esta seleção seja exaustiva.

Além das dimensões do modelo, inclui-se uma quinta dimensão referente ao desempenho da função metrológica. A grade completa é descrita no item 5.5.2 (Quadro 5.1). Ela é resultante do pré-teste do instrumento de pesquisa, conduzido nos meses de outubro e novembro de 2010, junto a especialistas das unidades do estudo de caso.

Quadro 3.3 - Grade analítica como base para a pesquisa *survey*

Dimensão	Construto	Referências e definições adotadas
1. Sistemas físicos	1.1 Estações de medição (EMED)	Referências: Leonard-Barton (1998); ABNT NBR ISO 10012 (2004). Definição adotada: caixa de texto ao final da seção 3.2.
	1.2 Condições ambientais	
	1.3 Equipamentos de medição	
	1.4 Laboratórios de calibração	
	1.5 Laboratórios de análises químicas	
2. Sistema de gestão de medição	2.1 Responsabilidade da alta administração	Referência: ABNT NBR ISO 10012 (2004) Definição adotada: caixa de texto ao final da seção 3.3
	2.2 Processos de medição	
	2.3 Comprovação metrológica de equipamentos	
	2.4 Incerteza de medição e rastreabilidade	
	2.5 Sistemas de informação e procedimentos	
	2.6 Monitoramento do sistema de medição	
	2.7 Análise e melhoria do sistema de gestão de medição	
3. Competências e aprendizagem	3.1 Responsabilidades	Referências: Autores e conceitos citados no Quadros 3.1 e na seção 3.4. Definições adotadas: caixas de texto ao final da seção 3.4
	3.2 Conhecimentos	
	3.3 Habilidades	
	3.4 Atitudes	
	3.5 Aprendizagem	
4. Cultura organizacional	4.1 Valores	Referências: Autores e conceitos citados no Quadro 3.2. Definição adotada: caixa de texto ao final da seção 3.5.
	4.2 Papel da liderança	
	4.3 Crenças	
	4.4 Atuação comportamental responsável	
	4.5 Comunicação	
5. Desempenho de medição e conformidade com requisitos metrológicos	5.1 Medição de óleo e gás natural	Referências: ABNT NBR ISO 10012 (2004); ANP/Inmetro (2001)
	5.2 Calibração	

Fonte: Elaboração própria.

### 3.7. Considerações finais sobre o capítulo

Com base nos referenciais nacionais e internacionais apresentados nos capítulos 2 e 3 foi possível desenvolver um modelo conceitual que pode ser considerado robusto, por integrar novas dimensões de análise (competências em medição, aprendizagem e cultura organizacional) aos enfoques que predominam na literatura internacional e no referencial normativo sobre sistemas de gestão de medição.

Para a operacionalização do modelo, utilizou-se uma ferramenta de pesquisa *survey*, voltada para o diagnóstico da situação atual da gestão da função metrológica de uma determinada organização e a identificação de desafios de gestão associados a cada uma das dimensões abordadas.

Apresentou-se, na sequência, cada componente do modelo integrador, no contexto institucional da Unidade de Operações de Exploração e Produção da Petrobras no Espírito Santo (UO-ES), da Petrobras. Tem-se como premissa a melhoria contínua da função metrológica dessa Unidade, quando da adoção do modelo propriamente dita.

Nessa perspectiva, sistemas físicos compreendem as Estações de Medição (EMED), as condições ambientais propiciadas pela infraestrutura física e os equipamentos de medição da UO-ES, incluindo banco de dados e *software* utilizados nas atividades de medição. Os laboratórios de análises químicas de fluidos e de calibração de medidores de fornecedores externos são também incluídos.

O sistema de gestão de medição da Unidade consiste do conjunto de elementos interrelacionados e interativos, necessários para obter a comprovação metrológica e o controle contínuo das medições de vazão de óleo e gás natural pelos respectivos grupos de medição de vazão da UO-ES: atividades corporativas do Grupo de Medição de Vazão (GMED-ES) e os Grupos de Medição de quatro ativos que integram a UO-ES.

Competências em medição da UO-ES compreendem conhecimentos, habilidades e atitudes (isto é, conjunto de capacidades humanas) que sustentam um alto desempenho em atividades de medição da Unidade. Já aprendizagem é processo pelo qual os grupos de medição de vazão da UO-ES percebem, interpretam e administram sua experiência e seus componentes – metas, rotinas, pressupostos compartilhados e valores organizacionais – no contexto da gestão de seus sistemas de medição.

Finalmente, a cultura organizacional com foco em metrologia compreende o conjunto de crenças, pressupostos e expectativas transformadas em normas e valores

que orientam o comportamento e o saber dos indivíduos e grupos envolvidos nas atividades de medição da Unidade em questão.

A aplicação do instrumento de pesquisa *survey* demonstra sua importância para: (i) a identificação de pontos fortes, gargalos e desafios de desenvolvimento referentes às cinco dimensões; (ii) a definição de metas referentes aos sistemas físicos, ao sistema de gestão de medição, ao desenvolvimento de competências, aos processos de aprendizagem e ao fortalecimento da cultura metrológica no âmbito de toda a Unidade. A definição de metas constituirá um desdobramento natural dos desafios identificados pela pesquisa *survey*, em um primeiro nível; e (iii) a adoção da sistemática de avaliação da gestão da função metrológica na UO-ES, baseando-se no modelo integrador e na ferramenta de avaliação propostos nesta dissertação.