

## **CONTROLE TECNOLÓGICO E CONTROLE DE QUALIDADE – UM ALERTA SOBRE SUA IMPORTÂNCIA**

**Rita Moura Fortes** – rmfortes@mackenzie.com.br

Universidade Presbiteriana Mackenzie, Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia Civil

Rua da Consolação, 896 – Prédio 6

01302-907 – São Paulo – SP – Brasil

**João Virgílio Merighi** – jvmerighi@mackenzie.com.br

Universidade Presbiteriana Mackenzie, Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia Civil

Rua da Consolação, 896 – Prédio 6

01302-907 – São Paulo – SP – Brasil

*Resumo: Este trabalho busca resgatar e alertar para a importância do item controle tecnológico e controle de qualidade a ser abordado e ressaltado nos conteúdos dos ensinamentos de engenharia civil, uma vez que no nosso país, estes assuntos têm sido delegados ao esquecimento e infelizmente o engenheiro, principalmente o recém formado, não possui um conhecimento da importância desse tema para um desempenho profissional consciente e em particular no que se refere à segurança das estruturas e responsabilidade civil. Também é apresentado um panorama de como tem sido realizada esta atividade, bem como que a causa principal dos insucessos na execução de obras de engenharia civil, reside no fato da aplicação deficiente ou não idônea do controle tecnológico e de qualidade. Finalmente, é apresentado um relato dos diversos trabalhos que têm sido desenvolvidos para resgatar a credibilidade desse assunto, bem como recomendações de como deve ser exercido, de uma maneira isenta, pela fiscalização das obras que na maioria das vezes são de propriedade pública, além de que os custos envolvidos na sua implementação cobrem os benefícios obtidos.*

**Palavras-chave:** *Controle de qualidade, Controle tecnológico, Ensaios.*

### **1. INTRODUÇÃO**

A execução de uma obra demanda inicialmente a escolha de materiais adequados, que devem atender especificações vigentes, as quais determinam os índices mínimos de qualidade necessários.

Estes materiais devem ser escolhidos levando-se em consideração as razões técnicas, econômicas, ambientais e também a estética (beleza exterior) sendo que do ponto de vista técnico eles devem atender principalmente aspectos quanto:

- a) a resistência a qual serão solicitados (compressão, tração, flexão, cisalhamento, torção...);
- b) da sua trabalhabilidade que responde pela facilidade de manusear;
- c) da sua durabilidade que está relacionada com aspectos tais como obras temporárias e definitivas;
- d) higiene que se torna hoje em dia cada vez mais importante, envolvendo o ser humano e o meio ambiente.

O aspecto econômico é de suma importância, pois se deve ter noção do capital disponível para a execução da obra. Deve ser feito um orçamento detalhado onde deverá ser considerado

o preço do material, de sua aplicação, de conservação, transporte e demais atividades envolvidas e de futuras manutenções e reabilitações.

Cabe salientar que nenhum dos itens (técnico, econômico e estético) trabalha independentes dos outros. Deve ocorrer uma harmonização levando em consideração o fim a que se destina a obra. Assim sendo, ter-se-á para cada obra a otimização das condições técnicas, econômicas e estéticas.

O desempenho de um determinado material, de uma mistura ou mesmo de sua aplicação pode ser realizada de maneira direta, o que demanda tempo uma vez que a observação é realizada considerando-se as situações naturais, embora o resultado seja direto. Este tipo de observação possui como ponto positivo o desenvolvimento da prática. Porém, embora esta situação seja a ideal, não é possível aplicar-se um determinado material ou mistura deles e esperar para verificar se este é adequado ou não. Por esta razão, desenvolveu-se a observação indireta através da realização de ensaios nos laboratórios.

Os ensaios têm sido desenvolvidos para que através de situações artificiais, utilizando-se amostras representativas, possa-se avaliar e prever o comportamento do material ou mistura, seja através de ensaios destrutivos ou não.

Esta realidade tem sido uma constante na vida do engenheiro civil que desde os tempos acadêmicos tem convivido com aulas de laboratório e disciplinas, tais como materiais de construção civil, onde é dada ênfase ao conhecimento dos mesmos, bem como os ensaios adequados para a avaliação do seu desempenho.

## **2. UMA VISÃO DA IMPORTÂNCIA DO QUESITO QUALIDADE NAS OBRAS**

A importância da qualidade nas obras de engenharia é muito grande e a ausência desse tópico no conteúdo das disciplinas da Engenharia Civil ou a falta de um cuidado maior em alertar o educando de sua importância, têm trazido um certo constrangimento, uma vez que toda obra possui um responsável técnico, o que se tornaria antiético se apresentadas em um Congresso. Dessa forma, os autores preferem ilustrar com a figura 1 a problemática que a ausência do controle de qualidade implica no dia a dia do cidadão. Nesta foto pode-se observar a importância de um bom revestimento, ou mesmo do controle tecnológico da compactação do solo, uma vez que a estrada é de terra.

Este figura ressalta a importância que o progresso possui para a melhoria da qualidade de vida, diminuindo o desconforto do usuário.

Pode parecer que esta foto é um passado já “morto”, porém essa situação continua trazendo desconforto, não pela falta de tecnologia e nem muitas vezes pela falta de recursos, mas quase sempre por falta de responsabilidade técnica e descaso no controle de qualidade das obras de engenharia.

Buscando uma melhor compreensão do tema abordado, será apresentada uma visão da organização e função das normas.

## **3. NORMAS TÉCNICAS – ASPECTOS IMPORTANTES A SEREM ABORDADOS**

Assim como nos bancos escolares os alunos tomam o seu primeiro contato com os materiais de construção, bem como da existência de diversas normas técnicas, sejam elas os métodos de ensaio, especificação, normas para cálculo, terminologia, simbologia ou classificação, alguns aspectos no entanto tem ficado a desejar.

O educando deve compreender que as normas técnicas são constantemente revisadas e alteradas, buscando-se sua aderência com as situações reais. Assim sendo, qualquer norma que se utilize, é necessário verificar se a mesma não perdeu sua validade (não está obsoleta) pois toda vez que é editada uma nova norma, esta cancela e substitui as anteriores referentes ao mesmo assunto.



Figura 1 imagem extraída do periódico Transportation Research Board (TR NEWS, 2003)

No ensino das disciplinas que envolvem ensaios de laboratórios, é importante que o educando tome conhecimento de que os métodos, especificações e normas mais utilizados no Brasil, são elaborados pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas com *homepage*: <http://www.abnt.org.br>). De que existem normas elaboradas pelo DNER (Departamento Nacional de Estradas de Rodagem) (atual DNIT – Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes com *homepage*: <http://www.dner.gov.br>), pelo DER-SP (Departamento de Estradas de Rodagem de São Paulo com *homepage*: <http://www.der.sp.gov.br>); DER-PR (Departamento de Estradas de Rodagem do Paraná com *homepage*: <http://www.pr.gov.br/derpr/>), PMSP (Prefeitura do Município de São Paulo); entre outros órgãos, recomenda-se que sempre se devem utilizar as normas e procedimentos técnicos do respectivo órgão quando se está executando serviço para o mesmo ou qual ele recomendar. Deve ser conscientizado sobre o seu papel como cidadão e como engenheiro da importância em participar como profissional na atualização das normas, tarefa a qual geralmente é coordenada através de comitês constituídos por profissionais que graciosamente contribuem para o seu aprimoramento.

O estudante deve ser formado sabendo que hoje o país caminha para a globalização e que com a criação do MERCOSUL, tem sido realizado um trabalho com a participação dos países membros para uniformização das normas. Essas normas tem sido denominadas pela sigla NM e devem atender a NM1 - Diretivas para redação e apresentação de normas Mercosul. A tendência é de que todas as normas passem a ser NM.

Devem possuir plena consciência de que existem diversos tipos de normas, sejam elas: MB – Métodos: que fixam o procedimento para ensaio do material; EB – Especificação: que fixam as condições que o material deve satisfazer; NB – Norma: que trazem recomendações das condições e exigências que devem ser obedecidas na execução de uma obra; TB – Terminologia: que apresentam a definição e os termos técnicos adequados a serem utilizados em uma determinada área; SB – Simbologia: regulariza a representação gráfica e os símbolos a serem utilizados em uma determinada área; CB – Classificação: classifica o material para sua utilização.

É essencial que os alunos dos cursos de engenharia saibam que os ensaios são normalizados e que os seus resultados devem atender uma determinada especificação, mas além disso, que qualquer ensaio deve ser realizado de maneira normalizada, utilizando-se aparelhagem e equipamentos adequados, além de que a amostra a ser ensaiada deve ser representativa e adequada, tanto na verificação de que se a quantidade é suficiente para a realização dos ensaios e repetição se necessário, bem como se a amostra coletada está isenta de materiais estranhos que possam desvirtuar os resultados.

Essa abordagem conduz ao entendimento de que o ensaio só possui validade dentro de um contexto maior que é o controle tecnológico e o controle de qualidade.

#### 4. CONTROLE TECNOLÓGICO E DE QUALIDADE

O controle tecnológico e de qualidade se constitui na amostragem dos serviços que estão sendo realizados além da realização de ensaios para verificar nas diversas fases de execução, desde a seleção dos materiais, misturas ou aplicação desses materiais, e fases posteriores.

A verificação de se os serviços estão sendo realizados atendendo as especificações vigentes e apontadas no projeto, deve ser feita de maneira adequada, para que seja possível corrigir em tempo hábil, as distorções ou erros que porventura tenham ocorrido em uma determinada obra, garantindo o seu desempenho.

O controle da qualidade dos materiais e processos de uma construção é uma importante ferramenta para a verificação da conformidade e do atendimento às especificações de um empreendimento. No entanto, ela não deve se restringir somente a esta função, mas também, fornecer elementos ao construtor e ao proprietário, que permitam, com segurança, monitorar o processo, introduzir melhorias e reduzir custos.

O controle tecnológico engloba o conhecimento e a experiência tecnológica, devendo ser realizado por técnicos especializados, com experiência técnica comprovada. Porém não basta somente isto para garantir a eficácia de um ensaio, as rotinas do controle devem ser específicas e orientadas por normalização, requerendo dos técnicos e auxiliares um treinamento adequado e atualização constante. O laboratório deve possuir instalações e equipamentos calibrados atendendo os requisitos de confiabilidade.

Enquanto o controle tecnológico visa verificar se estão sendo atendidas as especificações tanto do material como da mistura ou aplicação, o controle de qualidade é mais abrangente, uma vez que envolve além da verificação dos resultados dos ensaios realizados para controle, a sua referência normativa e análise quanto ao atendimento ou não das especificações do empreendimento, também o acompanhamento da adequação das instalações, da devida calibração dos instrumentos ou equipamento utilizados para medição de qualquer propriedade, dos métodos e documentação utilizados, da competência técnica e da experiência profissional dos envolvidos, enfim, todos as condicionantes para garantir confiabilidade e adequação aos resultados obtidos.

O controle de qualidade procura verificar de maneira sistêmica o controle tecnológico, retroalimentando os processos, buscando a melhoria contínua, garantindo a rastreabilidade de cada ensaio, que não permitem anomalias originadas pela queda de qualidade dos materiais ou processos executivos.

Os resultados de ensaio, devem ser analisados, de maneira a verificar se estão condizentes aos parâmetros estabelecidos, verificando sua rastreabilidade desde quando a amostra deu entrada no laboratório até a confecção do relatório de ensaio. O laboratório deve possuir procedimento que visem a melhoria contínua, além de fornecerem parâmetros para que através de mecanismos utilizados pela qualidade, tais como a auditoria, seja possível detectar quaisquer não conformidades, desenvolver-se um plano de ação corretiva e preventiva, para evitar e prevenir qualquer não conformidade.

A atividade de controle da qualidade deve ser desenvolvida pelo construtor ou pela fiscalização da obra, ainda que o proprietário ou seu representante seja responsável pela supervisão da atividade.

Infelizmente, principalmente em obras públicas, esta atividade tem sido desenvolvida somente pelo executor da obra. Não que o empreiteiro não deva realizá-la. É importante que ele verifique tanto a qualidade dos materiais como sua aplicação, mas não somente ele. É fundamental que a fiscalização também exerça o seu papel avaliando a qualidade dos materiais assim como de sua aplicação, utilizando recursos próprios, de maneira idônea.

O recebimento de qualquer etapa de uma obra deve ser embasado em resultados concretos, em documentação que comprove a eficácia do controle tecnológico e da qualidade. É importante que tanto o empreiteiro como a fiscalização, desvinculem as suas verificações, para que os resultados sejam livres de qualquer pressão e espelhem a realidade da obra.

Pelo fato de não se ter dado a importância devida ao assunto, é que a imprensa tem destacado insucessos na execução de obras que tem apontado para o grande vilão da história: ausência de controle tecnológico e de qualidade adequados.

O Controle de qualidade quando exercido de maneira adequada evita problemas patológicos da construção, bem como evita a perda prematura da serventia de obras tais como pontes ou

estruturas que devido a colocação e fixação inadequada de sua ferragens apresentam as mesmas expostas, sofrendo degradações quando poderiam estar protegidas se houvesse sido exercido um controle de qualidade adequado.

## 5. FATORES IMPORTANTES PARA O SUCESSO DE UMA OBRA

O educando deve ser orientado de que existe a necessidade de um plano de qualidade para cada obra, onde devem ser definidos os controles tecnológicos e de qualidade apropriados, envolvendo todas as atividades, como no caso da concretagem, contemplando desde a escolha dos materiais, sua mistura, a verificação da fixação das formas e ferragens, o transporte do concreto e lançamento, como o adensamento, a cura e a desforma.

Hoje, o Código de Defesa do Consumidor tem sido uma importante alavanca para que cada um assuma sua responsabilidade, cobrando de todos os intervenientes de uma obra, do produtor ao proprietário, o seu papel.

Este panorama deixa claro que o proprietário e o construtor de um empreendimento devem envolver-se com aspectos de qualidade de sua obra.

Outra sugestão para a realização do controle de qualidade da execução dos serviços é que o plano da obra contemple a utilização de planilhas a serem preenchidas pelas equipes de campo, planilhas nas quais são descritos os procedimentos construtivos adotados e os equipamentos utilizados, as características dos materiais empregados, os resultados dos ensaios efetuados, etc., para os principais serviços a serem executados nas obras como, por exemplo, a execução da pavimentação.

As planilhas para acompanhamento dos ensaios a serem realizados podem possuir a formatação apresentada na tabela 1, que é um exemplo para um dos itens de um serviço de pavimentação .

Tabela1 - Controle Tecnológico da Pintura de Ligação de Imprimação

| PROCEDIMENTO  | METODOLOGIA  | FREQÜÊNCIA | ESPECIFICAÇÃO |
|---|--|------------|---------------|
| <p>A. DURANTE A EXECUÇÃO</p> <p>1. Material</p> <p>1.1 Emulsão Asfáltica (RR-2C)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Viscosidade Saybolt Furol a 50° C</li> <li>• resíduo por evaporação</li> <li>• peneiramento</li> </ul> <p>1.2 Asfalto Diluído CM-30</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• viscosidade Saybold Furol a 25°C</li> <li>• ponto de fulgor</li> <li>• curva viscosidade x temperatura</li> <li>• destilação até 360°C</li> </ul> <p>2. Controle de Execução</p> <p>2.1 Emulsão Asfáltica (RR-2C)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• controle de qualidade</li> <li>• controle de temperatura</li> </ul> | <p>DNER –ME-04/94</p> <p>ABNT –NBR 6569<br/>DNER –ME-05/94</p> <p>DNER –ME-04/94</p> <p>DNER –ME-06/94</p> |            |               |

É importante que sejam criadas planilhas para cada item do serviço, especificando qual tipo de controle deve ser exercido, os métodos de ensaio, especificações e valores admissíveis, como no exemplo apresentado na tabela 2.

Tabela 2 - Controle Tecnológico de Concreto e seus Componentes

| ITENS | CONTROLES/ENSAIOS | MÉTODO | ESPECIFIC. | ITENS | CONTROLES/ENSAIOS | MÉTODO | ESPECIFIC. |
|-------|-------------------|--------|------------|-------|-------------------|--------|------------|
|-------|-------------------|--------|------------|-------|-------------------|--------|------------|

|   |                             |                                |                                  |         |                                    |                          |                       |
|---|-----------------------------|--------------------------------|----------------------------------|---------|------------------------------------|--------------------------|-----------------------|
| Controle tecnológico do Concreto e seus componentes | Amostragem<br>Granulometria | DNER-ME 01/94<br>DNER-ME 83/94 | NBR 7211<br>Tabela 2<br>NBR-7211 | Cimento | Amostragem<br>Finura Pen. 0,075 mm | NBR<br>XXX<br>NBR<br>YYY | Granul./Sacos<br>< 12 |
|---|-----------------------------|--------------------------------|----------------------------------|---------|------------------------------------|--------------------------|-----------------------|

Também devem ser elaborados macro planilhas com a equipe técnica: qualificação, funções, responsabilidades e subordinação para que esteja definidas de uma maneira clara e transparente, qual a função e responsabilidade de cada profissional envolvido no serviço.

Essas planilhas constituem a memória técnica de construção e devem induzir a equipe de campo a realizar com maior rigor e mais eficientemente o controle de cada serviço, uniformizando-se os procedimentos de controle ao longo das várias frentes da obra.

Nessas planilhas os técnicos de campo devem descrever as condições físicas dos serviços que antecederam o em questão, como no caso da execução de uma determinada camada de um pavimento, seria as condições da camada de apoio, principalmente para que sejam tomadas as devidas providências caso a execução do serviço seguinte (no exemplo, a camada seguinte) não se efetue logo após o término da camada subjacente, em especial quando este serviço pode sofrer prejuízo devido à espera (no exemplo, a esta camada pode ficar exposta a chuvas). Neste caso devem ser refeitos os ensaios de recebimento do serviço (no exemplo, da camada de apoio, que seriam a determinação do grau de compactação e do teor de umidade).

Em atividades de implementação de qualquer atividade de engenharia, apresentam-se três fases muito importantes e imediatamente inter-relacionadas: o planejamento, os prazos e o controle de qualidade da execução das tarefas necessárias para a obtenção do resultado final com o padrão de qualidade requerido. Esses conceitos devem ser ensinados ao engenheiro, de maneira que este possua uma visão global e plena consciência da importância do plano de uma obra para o sucesso da mesma e da responsabilidade civil envolvida.

O planejamento e os prazos são atividades geralmente sob a responsabilidade da empreiteira, que deve desenvolvê-las de acordo com as soluções projetadas, levando em consideração não somente seus interesses mas principalmente os de seu cliente e de acordo com o ambiente que a obra se desenvolve. Já as atividades de controle, apesar de serem também exercidas em parte pela empreiteira, são uma prerrogativa do “dono da obra”, que pode exercê-las diretamente ou através de empresas especializadas na prestação desse tipo de serviço.

## 6. REDE BRASILEIRA DE LABORATÓRIOS DE ENSAIO (RBLE)

No Brasil, o organismo certificador de laboratórios é o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO), agência executiva do Ministério da Indústria, Comércio e do Turismo (MICT), é o órgão executivo central do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (SINMETRO).

O INMETRO, autarquia federal, é o órgão executivo do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. O INMETRO garante a confiabilidade dos serviços prestados pelas empresas que compõem a RBLE – Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio.

As empresas com laboratórios credenciados junto ao INMETRO constituem a RBLE – Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio. Devido à importância da implementação da qualidade em empresas de laboratórios de ensaios que efetuam o controle tecnológico e de qualidade em obras, foi criada em 1994, uma “Comissão Técnica de Laboratórios de Ensaios em Construção Civil – CTLE-01” constituída por laboratórios credenciados e em fase de credenciamento.

Entre os objetivos da RBLE do INMETRO está o aperfeiçoamento de padrões de ensaio e gerenciamento das empresas de serviços de controle tecnológico e de qualidade que prestam serviços no Brasil, identificação e reconhecimento oficial destas, promoção da aceitação dos dados de controle, tanto nacional quanto internacionalmente bem como utilizar de modo racional a capacitação laboratorial e de controle do país.

Esta comissão tem realizado reuniões mensais, com o objetivo de incentivar o credenciamento de novos laboratórios e possui atualmente três grupos de trabalho atuantes:

- GT-2 – Programas Interlaboratoriais (PI), que tem promovido e coordenado desde 1995, diversos programas interlaboratoriais dos seguintes produtos: asfalto, cimento, concreto endurecido, blocos de concreto, solos e MCT, agregados, argamassa industrial, argamassa

colante industrializada, aço, telas soldadas de aço, placas cerâmicas, telhas, blocos cerâmicos e tijolo maciço. A cada ano é acrescentado, pelo menos, um novo material ao PI.

Anualmente são programados ensaios coordenados por empresas integrantes da RBLE – Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio do INMETRO, composto por empresas com laboratórios credenciados, dos quais participam as credenciadas ou não, de maneira a se avaliar o desempenho das mesmas, garantido o caráter confidencial dos resultados, corrigindo eventuais desvios de natureza sistêmica ou aleatória (FORTES et al., 2001; FORTES et al., 2003);

A realização de programas de ensaios de proficiência é um dos mecanismos de controle da qualidade dos resultados previsto na NBR ISO/IEC 17025. A denominação dada a este programa é de programa interlaboratorial, que é desenvolvido com vários produtos. Os benefícios advindos da participação são entre outros, que as empresas participantes que possuem laboratório de ensaio dispõem de uma avaliação externa regular e independente. O fato de um laboratório poder comparar o seu desempenho com o de outros laboratórios semelhantes serve para a implementação de ações preventivas visando a melhoria dos seus procedimentos, além de que também alguns estudos podem fornecer informação sobre as características de desempenho de métodos analíticos além de que o laboratório pode obter do coordenador do programa uma fonte de assessoria técnica e orientação sobre problemas analíticos.

- GT-4 – Normalização, que vem atuando junto à Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) com a função de revisar e aprimorar os métodos de ensaio.
- GT-5 – Incerteza de Medição, que tem procurado estudar, esclarecer dúvidas e desenvolver este assunto que é um requisito obrigatório que vem sendo cobrado pelo INMETRO e ao qual as empresas da RBLE deverão atender em prazo estabelecido.

## **7. RECOMENDAÇÕES PARA IMPLEMENTAÇÃO DE UM PROGRAMA DE CONTROLE DE QUALIDADE EFETIVO**

A implementação de um Programa de Garantia de Qualidade nos Serviços de Controle Tecnológico e de Qualidade é fundamental para promover a confiança nos resultados e certificados de ensaios. Com essa finalidade, no Brasil e em outros países, os procedimentos adotados como orientação para a capacitação de laboratórios de ensaios de controle tecnológico seguem os padrões internacionais de qualidade constantes na NBR ISO/IEC 17025 – “Requisitos Gerais para Competência de Laboratórios de Ensaio e Calibração”. Os laboratórios pertencentes a RBLE devem manter implementados os seguintes itens (FORTES e ZUPPOLINI NETO, 1993; FORTES et al., 1996): organização do laboratório; procedimentos de referência; coleta, transporte, manuseio e armazenamento de itens; apresentação de resultados; análise de desempenho (auditorias).

### **a) Organização do Laboratório**

O laboratório, seu pessoal técnico e seus equipamentos devem estar adequados e obedecer aos requisitos da norma anteriormente citada no que diz respeito, principalmente, aos seguintes itens:

- **“Lay-Out”**: o laboratório deve estar adequado, quanto às suas instalações, isto é, espaço, iluminação, aterramento da rede elétrica, nível de ruído, temperatura, umidade relativa, vibrações, limpeza, etc., para o bom desempenho da qualidade de seus serviços.
- **Controle de Equipamentos de Ensaio e de Calibração**: os equipamentos utilizados nos ensaios deverão atender ao especificado na norma, sendo inventariados e controlados com dados tais como o nome do fabricante, datas de manutenção preventiva e certificados de calibração (dos equipamentos que possam afetar a qualidade dos serviços, rastreáveis a padrões nacionais ou internacionais).
- **Controle Ambiental**: quando aplicável, o laboratório deve providenciar sistemática apropriada, como no caso de ensaios de cimentos.
- **Controle de Acesso**: o acesso ao laboratório só é permitido ao pessoal do laboratório devidamente identificado ou com permissão do engenheiro responsável pelo mesmo.

- **Segurança pessoal e dos Equipamentos:** os laboratórios devem possuir, disponíveis em suas instalações, dispositivos de segurança coletivos (equipamentos de proteção coletiva – EPC) e individuais (equipamentos de proteção individual – EPI).

#### **b) Procedimentos de Referência**

O laboratório deve possuir procedimentos de referência, onde estejam especificados e esclarecidos os requisitos necessários para:

- **Normas Internas e Técnicas:** com a finalidade de controle e manutenção da documentação;
- **Métodos e Registros:** para o uso e operação de todos os equipamentos pertinentes, sobre o manuseio e preparação de itens e sobre a calibração e/ou ensaio, de maneira a garantir a confiabilidade dos resultados dos ensaios. Os registros dos resultados dos ensaios (originais), cálculos, etc., deverão ser mantidos em local protegido, em segurança e em confiança do cliente;
- **Controle de Equipamento de Ensaio e Calibração:** os equipamentos deverão ser controlados quanto ao status de utilização: dentro da validade de calibração ou "fora de utilização";
- **Manutenção / Calibração:** o laboratório deve manter procedimentos para manutenção / calibração de equipamentos que possam afetar a qualidade dos ensaios, rastreáveis a padrões nacionais ou internacionais;
- **Rastreabilidade:** procedimentos para obtenção da rastreabilidade dos resultados dos ensaios;
- **Treinamento e Qualificação Técnica do Pessoal:** para garantir o adequado treinamento e reciclagem do pessoal que realize trabalho que afete a qualidade dos ensaios e o registro das qualificações, treinamento, capacitações e experiência do pessoal técnico;
- **Prevenção de Sobrecarga:** para garantir que os equipamentos que tiverem sido submetidos a sobrecarga, mau uso, ou com resultados suspeitos, sejam colocados fora de operação;
- **Confidencialidade e Direito de Propriedade:** para preservar a confidencialidade e os direitos de propriedade;
- **Suprimentos:** para contratação de serviços e fornecimentos externos de apoio à realização dos ensaios, de forma que os itens adquiridos não sejam utilizados antes de serem verificados quanto à conformidade do especificado;
- **Técnicas Estatísticas:** procedimentos documentados para utilização de técnicas estatísticas, quando apropriado;
- **Tratamentos de efluentes:** para garantir a proteção ao meio ambiente, à saúde e à segurança dos funcionários.
- **Método de Identificação, registro e avaliação de Não-Conformidade:** para descrever a metodologia de identificação, registro e avaliação de não-conformidade por pessoal qualificado.
- **Implementação de Ações Corretivas:** descrição da sistemática empregada para verificar a implementação da ação corretiva, de maneira a assegurar a qualidade e prevenir a repetição da não-conformidade detectada.

#### **c) Coleta, Transporte, Manuseio e Armazenamento de Itens**

É extremamente importante, quando se objetiva garantir a qualidade dos serviços, que o laboratório possua total controle sobre a coleta, o transporte, o manuseio e o armazenamento de amostras. Para tanto devem estar formalizados e serem seguidos procedimentos para as seguintes atividades:

- **Controle de Solicitação de Ensaio:** o laboratório deve possuir sistemática formalizada, através de procedimento, para solicitação de ensaios, de maneira a ser gerenciado pelo engenheiro responsável pelo laboratório e cumprir os prazos estabelecidos;
- **Controle da Coleta/Amostragem:** utilização de técnicas estatísticas apropriadas para selecionar a amostra de maneira que seja representativa.
- **Controle de Transporte e Manuseio de Amostras:** para proteção, evitando contaminação e/ou deterioração;



- **Controle de Recepção/Protocolo de Amostras:** as amostras recebidas deverão ser protocoladas para sua devida rastreabilidade e, ao mesmo tempo, sua descaracterização evitando-se o envolvimento do técnico com as empreiteiras;
- **Controle de Execução/Ordem de Serviço (OS):** onde são discriminados os itens a serem ensaiados, os ensaios, prazos, normas, etc., e que deve fornecer o status da situação da amostra.

#### d) **Apresentação de Resultados**

Para garantir o devido controle de qualidade sobre os serviços executados, deve haver procedimentos também no que se refere à apresentação dos resultados obtidos. Esses procedimentos referem-se a:

- **Controle dos Resultados - Confiabilidade:** sistemática para liberação dos resultados dos ensaios;
- **Certificado de Ensaio (CE):** devem conter as informações necessárias de maneira precisa, clara e objetiva, possibilitando a interpretação dos resultados. Recomenda-se que, segundo a norma NBR ISO/IEC 17025 – “Requisitos Gerais para Competência de Laboratórios de Ensaio e Calibração”, o CE contenha no mínimo as seguintes informações: título do certificado, identificação completa do laboratório onde foi realizado o ensaio e, se necessário, do cliente, identificação individual do CE, com a numeração de cada página e a total, descrição, identificação, caracterização e condição da amostra ensaiada, datas de realização do ensaio e de emissão do CE, identificação do método/norma utilizado e do procedimento de amostragem, quanto pertinente, referências a quaisquer observações que estejam fora da norma utilizada, assinatura do responsável pelo serviço e declaração de que os resultados se referem somente à amostra ensaiada;
- **Relatório Técnico:** é resultante da compilação, apresentação e análise dos resultados, se pertinente, dos CE constituintes de uma ordem de serviço.

#### e) **Auditorias**

Auditorias devem ser periodicamente realizadas e com o objetivo principal de verificar a eficiência do sistema implantado, a devida obediência aos procedimentos adotados pelo laboratório e se suas atividades atendem às exigências do Sistema de Garantia da Qualidade. O Sistema de Garantia da Qualidade interno deve ser devidamente documentado e, periodicamente a administração do laboratório (Engenheiro sênior, Engenheiro Júnior responsável pelo laboratório, laboratorista Chefe) e o Consultor em Qualidade devem se reunir para analisar o Sistema de Garantia da Qualidade, verificando, entre outros itens: auditorias internas e externas, reclamações de clientes, relatórios de não-conformidade e ações corretivas implementadas. A partir desta análise pode-se tomar decisões no sentido de aprimorar o Sistema de Garantia da Qualidade.

Tais procedimentos garantem a qualidade e execução dos serviços em conformidade com as Normas Técnicas de ensaios, conferindo maior confiabilidade e segurança ao contratante dos serviços na execução e controle dos empreendimentos por estes realizados.

## **8. CUSTO DA QUALIDADE**

A implantação de serviços de controle tecnológico e de qualidade em obras de construção civil importa investimentos que variam de 0,5% a 1,5% do seu custo total. Variáveis como o tipo de obra, padrão, acabamento e abrangência do controle influenciam no seu custo final.

Ao se comparar tais custos com os gastos decorrentes da manutenção corretiva, recuperação e substituição de materiais decorrentes do emprego e aplicação de produtos não conforme, estimados em até 12% do valor da construção, para os primeiros cinco anos de vida útil de uma edificação, observa-se que os investimentos iniciais no controle são irrelevantes.

No caso de estruturas de concreto, os custos iniciais de estudos para definição dos constituintes, estudos de dosagens e acompanhamento tecnológico da obra, no qual se inclui a observação dos requisitos normativos dos processos produtivos empregados, são prontamente absorvidos pela eliminação dos custos de manutenção e recuperação, garantindo a durabilidade prevista no projeto a tais estruturas.

A melhoria da imagem do responsável técnico pela obra e da empresa no mercado pela qualidade das obras entregues e a satisfação de seus clientes proporcionam ganhos que não podem ser avaliados, pois gerarão ambientes positivos para a realização de novos e bem-sucedidos negócios.

Enquadrando-se na tendência mundial da busca da qualidade, em produtos, processos e serviços, e com a finalidade de melhorar a qualidade das obras e garantir o bom desempenho ao longo de toda sua vida útil, deve-se implementar procedimentos de um sistema de gestão da qualidade total dentro dos serviços de supervisão de obras, principalmente no que se refere aos serviços de controle tecnológico.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como bem relata GOMES (2003) o conhecimento é a apreensão de qualquer "coisa" por meio do pensamento e a capacidade de tornar presente ao pensamento "aquilo" que se apreendeu. Portanto, pressupõe-se que alguém somente irá aprender se tiver oportunidade de ter acesso ao conhecimento. Por outro lado, TEIXEIRA FILHO (2003) afirma que a gestão do conhecimento é uma certa forma de olhar a organização, em busca de pontos dos processos de negócio em que o conhecimento possa ser usado como vantagem competitiva. Conhecimento útil, oriundo da experiência, da análise, da pesquisa, do estudo, da inovação, da criatividade, enfim. Conhecimento sobre o mercado, a concorrência, os clientes, os processos de negócio, a tecnologia e tudo mais que possa trazer vantagem competitiva para a organização. Pois bem, a formação de um engenheiro num mundo caminhando para a globalização total como o Brasil, a passos largos, pressupõem a formação de um indivíduo capaz de ser competitivo no mercado de trabalho no entanto, sente-se na prática a escassez de formandos com competência para gerenciar um projeto ou uma obra no tocante à qualidade da mesma.

Fazendo uma reflexão, como nos sentiríamos ao deitarmos numa maca hospitalar, em particular numa sala de operações sabendo que o anestesista não tem noção do desempenho de sua injeção e, o médico que irá fazer a operação jamais se envolveu com os resultados pós-operatório?

De igual intensidade está se discutindo a questão do engenheiro que não tem conhecimento da qualidade e desempenho dos materiais.

Um exemplo simples pode ser simulado com a questão pavimentação. Dados da imprensa escrita e falada mostram que mais uma vez o Brasil tem obtido recordes na produção de grãos. Mais ainda, de acordo com a Confederação Nacional dos Transportes (CNT), 80% das rodovias brasileiras estavam em 2003, em condições de ruim a péssima.

Fazendo-se um exercício mental de suposição e imaginando que as autoridades governamentais dotassem os gestores viários de verbas para fazer a recuperação dessas rodovias, qual seria o parâmetro qualidade que os engenheiros proporiam? Certamente 20% deles formulariam ensaio de dosagem Marshall das misturas asfálticas e, 80% infelizmente nem saberiam o que formular por total falta de conhecimento. Bem, desses 20% certamente não especificariam parâmetros de qualidade pois notadamente, a dosagem Marshall não fornece parâmetros de qualidade. Conseqüência: parte do dinheiro governamental seria desperdiçado em obras com durabilidade comprometida em um ano de uso.

Poucas unidades de ensino de engenharia fomentam entre os acadêmicos a qualidade e o controle do desempenho dos materiais que são a matéria prima das obras civis.

É essencial para o sucesso de uma obra, que além do projeto seja elaborado de maneira adequada, que seja exercido o controle de sua execução, e que isso só será possível executando-se de maneira correta, consciente e idônea.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FORTES, R.M.; ZUPPOLINI NETO, A. - **“Sistema de Garantia da Qualidade - Experiência da LENC.”**, 27ª Reunião Anual de Pavimentação, ABPv - Associação Brasileira de Pavimentação, Teresina-PI, 1993, vol. 1, p. 160-173. - **TRABALHO PREMIADO NA III COMISSÃO TÉCNICA.**
- FORTES et al. - **“Proposta para Implementação da Qualidade Total em Laboratórios de Ensaios para Controle Tecnológico.”**, XXIXª Reunião do Asfalto, Mar del Plata - Argentina, 1996.
- FORTES, R.M.et al. **“Evaluation of the two years of the inter-laboratory asphalt program in Brazil”** – SECOND INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON

- MAINTENANCE AND REHABILITATION OF PAVEMENTS AND TECHNOLOGICAL CONTROL, Alabama, USA, julho de 2001.
- FORTES, R.M et al. *“Assessment of the first five years of the inter-laboratory tropical soils program in Brazil”* THIRD INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON MAINTENANCE AND REHABILITATION OF PAVEMENTS AND TECHNOLOGICAL CONTROL, Guimarães, Portugal, 06 a 10 de julho de 2003.
- GOMES, A.R. (2003) LEXICON VOCABULÁRIO DE FILOSOFIA - <http://www.terravista.pt/ancora/2254/lexe.htm>
- TEIXEIRA FILHO (2003) Jayme. Gerenciando o Conhecimento <http://www.gerenciandoconhecimento.com.br/>
- TR NEWS - TRANSPORTATION RESEARCH BOARD OF THE NATIONAL ACADEMIES, NUMBER 227, AUGUST-SEPTEMBER 2003, Washington, D.C., E.U.A., 2003.

**Abstract:** *This paper searches to rescue and to alert for the importance of the technological control and boarded and salient the quality control them, which is the civil engineering contents, a time that in our country, these subjects have been forgotten and unfortunate the engineer, mainly just formed, does not has a knowledge of the importance of this subject for a conscientious professional performance and in particular in that if it relates to the security of the structures and civil liability. Also a panorama is presented how been carried through this activity, as well as that the root cause of failures in the execution of civil constructions, inhabits in the fact of the deficient or not idoneous application of the technological and quality control. Finally diverse works is presented that have been developed to rescue the credibility of this subject, as well as recommendations how it must be exerted, in an exempt way, for the construction fiscalization that many times belongs of public property, beyond that the involved costs in its implementation cover the gotten benefits.*

**Key-Words:** *Quality control, technological Control, Tests.*