

QUALIDADE EM GEOTECNIA

QUALITY IN GEOTECHNIC

Machado, Ana Paula, *Dep. de Engenharia Civil do IPT, Portugal, anamachado@ipt.pt*
Oliveira, Ricardo, *COBA, SA, Lisboa, Portugal, ricardo.oliveira@coba.pt*
Lemos, Luís Joaquim Leal, *Dep. de Engenharia Civil da FCTUC, Portugal, llemos@dec.uc.pt*

RESUMO

Esta comunicação tem como objectivo a reflexão sobre o conceito de “qualidade” em Geotecnia e a análise de alguns factores fundamentais para a sua implementação.

O levantamento das dificuldades encontradas no cumprimento de requisitos das normas de referência para a implementação de sistemas de gestão da qualidade conjugado com informação recolhida na análise de projectos, visitas a obras e contactos com profissionais permitiu elaborar um conjunto de sugestões para a implementação de acções de melhoria.

ABSTRACT

This paper attempts to reflect on the concept of quality in Geotechnics and to analyse some of the major factors for its implementation.

A survey on the difficulties to meet reference standards upon implementing quality management systems articulated with project analysis, work visits and contacts with professionals allowed to develop a series of suggestions for the development of improvement actions.

1. INTRODUÇÃO

No sector da construção, assim como nos diferentes sectores de actividade, a organização e o controlo resultam de necessidades internas ou de imposições do mercado. Numa situação ou outra as solicitações variam ao longo do tempo com a maior informação dos clientes, com os resultados da investigação científica, com a evolução da tecnologia mas também com as contingências financeiras. A implementação de um sistema de gestão da qualidade surge da necessidade de planear e sistematizar todas as acções para garantir que um produto ou serviço satisfaz os requisitos técnicos e os custos previstos na fase de concepção. O conceito de progressão e melhoria está explícito nos referenciais normativos que suportam os sistemas de gestão da qualidade. No entanto, a implementação destes princípios requer das organizações a definição de objectivos e indicadores aplicáveis aos domínios interno e externo para que seja possível a tomada de decisões. No caso particular da Geotecnia, em que há factores que variam de forma aleatória, a aplicabilidade destes princípios requer uma análise cuidada e a definição de metodologias ajustadas às diferentes situações para que as acções propostas para melhoria sejam viáveis e eficazes evitando os investimentos com benefícios pouco significativos ou nulos.

2. CONCEITOS GERAIS

2.1 Qualidade

O termo “qualidade”, aparentemente simples e ligado tradicionalmente à noção de excelente, extraordinário e ótimo, encerra alguma subjectividade quando aplicado a serviços ou produtos. Nestes casos, a posição relativa de cada um dos intervenientes no processo terá um conceito de “qualidade” que se ajusta aos seus interesses ou à informação de que dispõe. Pode ser entendido como aptidão ao uso, conformidade com os requisitos ou conjunto de características intrínsecas a um produto, sistema ou processo. Por vezes, assume uma conotação associada aos custos ou aos prejuízos, na compra ou na produção.

2.2 Função qualidade

A função qualidade envolve o conjunto de actividades que permitem obter a aptidão ao uso independentemente do local onde elas são executadas. O seu campo de acção tornou-se bastante amplo e actualmente aplica os métodos da gestão ao conjunto das actividades das organizações. Esta evolução surge da constatação que a aptidão ao uso se atinge com uma sucessão lógica de actividades desenvolvidas pelos diferentes departamentos ou pelos diferentes intervenientes no processo. Considera o factor humano fundamental porque o pleno envolvimento das pessoas permite a utilização das suas aptidões em benefício dos objectivos da organização.

2.3 Sistemas de suporte à qualidade

A gestão da qualidade tem como suporte subsistemas que se designam por normalização, qualificação e metrologia.

As normas constituem referenciais credíveis para assuntos com carácter repetitivo. Permitem estabelecer parâmetros objectivos que são úteis para a comprovação da conformidade decorrente de obrigações legislativas ou exigências técnicas.

O subsistema de qualificação enquadra as actividades de certificação, de acreditação e outras actividades de reconhecimento de competências e de avaliação da conformidade.

A metrologia tem como actividade o domínio das medições. Diz respeito ao desenvolvimento, conservação e manutenção de padrões, controlo dos dispositivos de medição existentes nas organizações, vigilância dos padrões e medidas de uso comum e calibrações.

3. IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMAS DE GESTÃO DA QUALIDADE

Em Portugal a implementação de sistemas de gestão da qualidade em organizações do sector da construção civil e obras públicas é uma realidade, desde a década de 80 do século XX, tendo-se verificado maior incremento desde o ano 2000.

Da década de 80 destaca-se dois trabalhos que revelam a preocupação dos autores e a tentativa de sistematização dos aspectos relacionados com a garantia da qualidade, na construção (Borges, 1985) e nas obras geotécnicas (Oliveira, 1986). Algumas das questões, tratadas nestes trabalhos, mantêm-se e devem constituir matéria para reflexão.

Apesar das dificuldades que ainda se verificam na implementação, reconhece-se que as vantagens associadas a esta nova metodologia de trabalho se devem à melhor organização funcional, à gestão dos vários factores que constituem o quotidiano das organizações, à aplicação de técnicas de controlo às diferentes variáveis, ao investimento nos recursos humanos e materiais e conseqüente mais valia e à adopção de políticas que visam a melhoria continua. Esta filosofia aparece expressa sob a forma de ciclo “Planear-Fazer-Verificar-Agir” (PDCA). Actualmente é possível a compatibilização da norma de referência para sistemas de gestão da qualidade, NPENISO 9001:2000, com os referenciais normativos aplicáveis aos sistemas de gestão ambiental e de higiene e segurança no trabalho, respectivamente NPENISO 14001:1999 e NP 4397:2001. Estes sistemas de gestão são aplicáveis a organizações de diferentes sectores de actividades independentemente da sua dimensão.

No que se refere aos laboratórios os princípios da qualidade são os aplicáveis às restantes actividades expressos sob a forma de cláusulas específicas, como as que se incluem na norma de referência NPENISO/IEC 17025:2000 e na sua nova edição.

O sector da construção apresenta alguma especificidade que decorre da natureza do produto que comercializa, do processo de produção, da natureza itinerante das instalações de produção e do envolvimento de intervenientes de organizações distintas. Esta particularidade é agravada pela agressividade das condições de trabalho, pela natureza do vínculo contratual, pela qualificação de parte significativa do pessoal interveniente na produção e pela conjuntura económica. Por isso, requer uma metodologia de trabalho ajustada à sua realidade. A consciência desta realidade ditou a necessidade de avaliar as dificuldades sentidas pelas empresas no cumprimento das cláusulas da norma de referência. Em 2002 foi elaborado e enviado a algumas empresas do sector da construção, certificadas, um questionário. A selecção das empresas teve como critério o âmbito da certificação. Com base numa lista de empresas certificadas foram seleccionadas as indústrias que se seguem com os respectivos códigos de actividade económica (EA) e o número de empresas registadas.

1. indústria extractiva, (EA: 2) – 7
2. consultores e projectistas (EA: 34) – 39
3. fabricação de cal, gesso e produtos de betão (EA: 16) – 34
4. empreiteiros, incluindo empresas de specção (EA: 28) – 126

O inquérito foi enviado a 75 empresas tendo-se recebido 26 respostas. O questionário foi elaborado de forma a obter informação sobre as dificuldades sentidas na implementação dos diferentes requisitos das normas de referência, oferta formativa disponível e vantagens obtidas com a implementação de um sistema de gestão da qualidade. Embora a amostra seja reduzida permitiu validar algumas das constatações resultantes de visitas a obras, estaleiros e fábricas.

As empresas que responderam ao questionário distribuem-se pelos ramos de actividade que constam no gráfico da figura 1-A. Apresentam uma dimensão determinada pelo número de trabalhadores cuja distribuição se apresenta na figura 1-B. Pode-se verificar que predominam as respostas de empresas com número de trabalhadores entre 50 e 250.

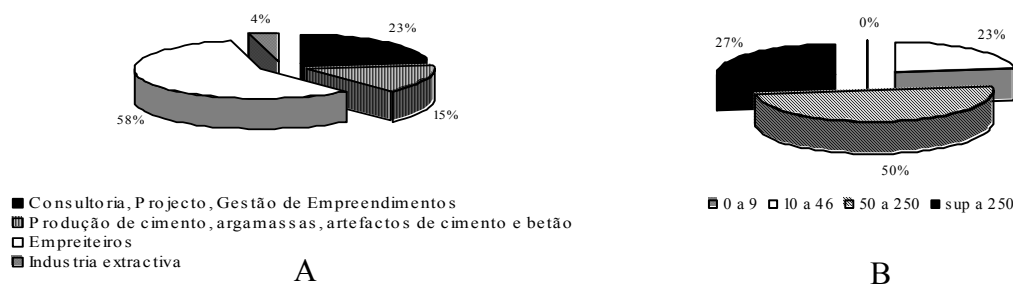


Figura 1 – Ramos de actividade das empresas (A), número de trabalhadores (B).

A implementação de sistemas de gestão da qualidade e a certificação de uma empresa pode limitar-se apenas a algumas das suas actividades ou processos. Na figura 2 pode ver-se a distribuição percentual das empresas pelo âmbito da certificação. A construção civil e obras públicas são predominantes.

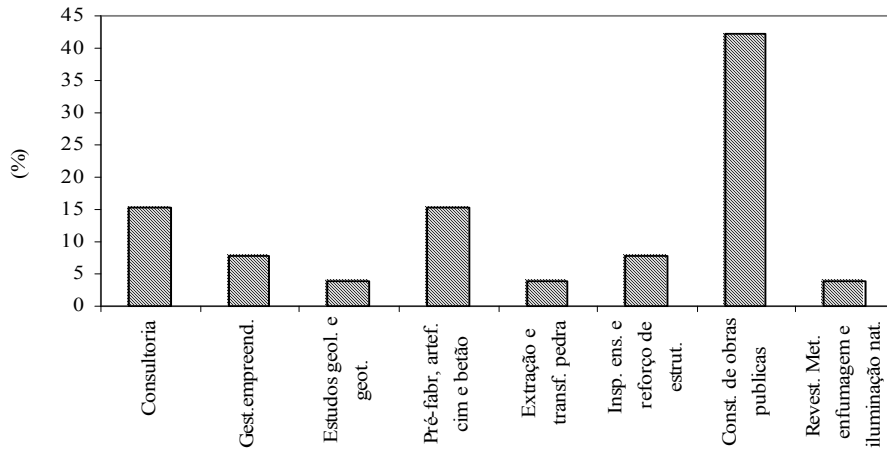


Figura 2 – Distribuição percentual das empresas pelo âmbito de certificação.

Entre os requisitos considerados mais difíceis de cumprir, com respostas de apenas quinze empresas, encontram-se os que se seguem e correspondem ao gráfico da figura 3.

- monitorização e controlo de produtos e processos;
- identificação de objectivos mensuráveis;
- planeamento;
- responsabilidade da gestão
- controlo de documentos e registos;
- controlo de equipamentos de medição e ensaio;
- realização do produto.

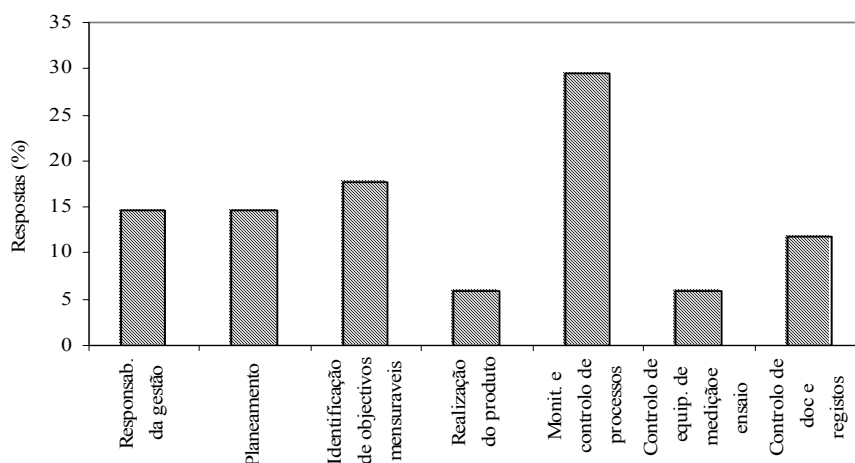


Figura 3 – Requisitos mais difíceis de cumprir.

Os resultados dos relatórios de auditorias a diversas empresas, as respostas aos inquéritos e as constatações registadas em obras e estaleiros, até 2003, revelam também dificuldades no cumprimento das seguintes cláusulas:

- requisitos gerais do sistema de gestão da qualidade;
- compras;
- recursos humanos.

As respostas às questões que visavam o registo de opiniões relacionadas com a formação permitiram concluir que 65% das empresas que responderam ministravam formação a técnicos superiores e profissionais da área de gestão e administração. Na produção, apenas em 50% das empresas a formação era extensiva aos operários. Nos serviços de apoio, 58% das empresas ministravam formação mas apenas a recepcionistas e telefonistas.

Entre as acções de formação ministradas destacaram-se os módulos relacionados com conceitos gerais em qualidade, gestão de processos, higiene e segurança, formação técnica específica e Norma NPENISO 9001:2000. Nos temas relacionados com a monitorização e ensaio, registados entre as principais causas de desvios, tanto em obra como em auditorias, apenas 2% das empresas investiram em formação.

A questão relacionada com a oferta formativa foi dividida em dois grupos:

- qualidade;
- técnica e tecnológica.

Em relação ao primeiro grupo, 80% das respostas classificam a oferta como suficiente e 67% consideram os programas adequados. Quanto à formação técnica e tecnológica 57% classificam a oferta como insuficiente e 61% consideram os programas inadequados.

São reconhecidas as seguintes vantagens na implementação de sistemas de gestão da qualidade:

- apoio na gestão e organização;
- ajuda na definição de objectivos;
- ajuda na identificação de processos;
- possibilidade de envolvimento de todos os níveis da organização.

Os inconvenientes apontados e que devem ser minimizados através de adequada formação e orientação por parte de entidades formadoras e consultores são os seguintes:

- demasiado generalista, não adaptada ao sector;
- torna o sistema dispendioso;
- excessivamente rígida;
- burocratiza os processos produtivos.

Embora a implementação de sistemas de gestão da qualidade não deva ter como objectivo apenas a certificação, as respostas ao questionário salientam como vantagens, obtidas com a certificação, a maior organização e o reconhecimento por terceiros, figura 4.

Os indicadores de desempenho utilizados nas empresas que responderam ao questionário podem considerar-se representativos do que é comum no sector. Destaca-se o número de não conformidades, cumprimento de prazos, tempo entre avarias de equipamentos, manutenção e utilização de equipamentos e o cumprimento de acções de formação previstas. Como se pode constatar, já se começavam a estudar indicadores relacionados com a produtividade (disponibilidade de equipamentos) mas ainda estavam em primeiro plano as questões relacionadas com a implementação e controlo do sistema de gestão da qualidade.

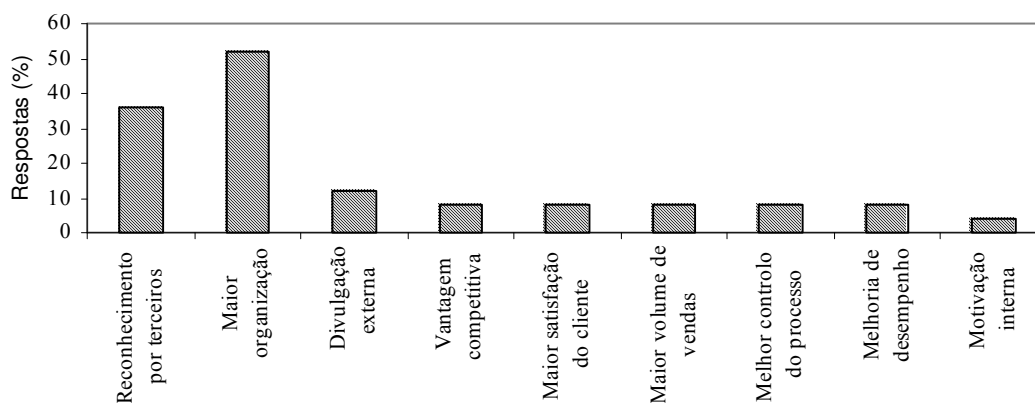


Figura 4 – Vantagens obtidas com a certificação do sistema de gestão da qualidade.

Foram também enviados questionários a 15 laboratórios de ensaio de materiais que realizavam trabalho no âmbito da Geotecnia. Receberam-se apenas três respostas de empresas que realizam trabalhos de prospecção e ensaios. Atendendo à dimensão das empresas, integradas no grupo de 10 a 49 trabalhadores, nesse serviço e uma com mais de 50 e ao volume de trabalho, considera-se importante apresentar a análise das respostas. Quanto ao investimento necessário em equipamento para obter amostras classe I as três empresas são unânimes em responder que a procura não compensa o investimento. O custo relativo a produto/serviço não conforme é classificado como baixo por duas empresas e médio por uma. Em relação ao volume de negócios, os custos envolvidos nas calibrações do equipamento são considerados acessíveis para duas empresas e muito altos para uma. Duas das empresas consideram que o mercado nacional de fornecedores de equipamentos não responde às necessidades das empresas. As empresas concordam que a informação técnica nacional nesta área, no que se refere a normas e procedimentos, é insuficiente. Duas empresas classificam os programas de formação técnica como inadequados.

4. QUALIDADE EM GEOTECNIA

4.1 Normalização

Os estudos para a caracterização geotécnica incluem um vasto conjunto de actividades que têm como objectivos obter informação relativa à Geologia e a determinação de parâmetros geotécnicos. Algumas destas actividades são difíceis de normalizar porque envolvem uma forte contribuição intelectual. Embora existam procedimentos, qualquer trabalho de prospecção pressupõe o recurso a vários equipamentos, técnicas e métodos cuja gestão e compatibilização são da responsabilidade do técnico. A distribuição das diferentes formações geológicas, a sua heterogeneidade, a orografia, a localização dos níveis freáticos, o tipo de obra e o risco que envolve são apenas algumas das variáveis que tornam difícil a utilização de especificações neste domínio. Por outro lado, a inexistência de normas portuguesas aplicadas aos métodos de prospecção e a alguns ensaios tem dificultado a uniformização dos procedimentos de trabalho. A publicação de normas portuguesas para a execução dos trabalhos de prospecção, para a realização de ensaios de campo e de laboratório e para a execução de trabalhos especiais em Geotecnia, conjugadas com a definição de critérios para a qualificação de empresas e pessoal, permitirão um melhor desempenho nestas actividades.

4.2 Responsabilidade e qualificação

De acordo com a especificação LNEC E 217, 1968 “Dada a interdependência do projecto da estrutura e das características do terreno, é indispensável que os trabalhos de prospecção sejam orientados pelo projectista da obra ou com o seu acordo. Quando o projectista não conduzir directamente a prospecção, a responsabilidade da sua condução de acordo com os objectivos que ao projectista compete definir, será da entidade ou entidades dela encarregadas”

Este documento é explícito no que se refere à responsabilidade. Qualquer que seja a entidade responsável pelos trabalhos de prospecção, é fundamental o conhecimento prévio de algumas características essenciais do projecto, como as características geométricas, orientação e distribuição em planta, cargas a transmitir ao terreno, exigências funcionais, técnicas e contratuais. Na posse desta informação e dos resultados do estudo preliminar o trabalho de prospecção e ensaio pode ser rentabilizado. Este é um dos exemplos em que os dados de entrada num processo podem determinar a sua eficácia.

O pessoal cujo desempenho tem influência na qualidade em Geotecnia realiza trabalho de prospecção e ensaios, tratamento de dados, desenho, cálculo, processamento de dados e documentos. A formação específica no trabalho de prospecção e ensaio, de forma a alcançar o “saber fazer”, é um investimento das empresas e dos próprios técnicos porque envolve prática de campo com a utilização de um grande número de equipamentos e ferramentas que são utilizados em situações muito variadas e difíceis de simular em qualquer escola ou centro de formação. Nos casos em que os profissionais ainda não atingiram a experiência e a competência necessárias a organização deve promover a supervisão dos trabalhos. O acompanhamento e a avaliação dos trabalhos desenvolvidos por cada um dos profissionais permitem manter registos da experiência adquirida. A esta formação deve acrescentar-se formação em qualidade nas áreas que interessam para o desenvolvimento da actividade. É importante a organização e controlo de documentos e registos, a gestão e manutenção de equipamentos, a recolha e tratamento de amostras até à fase de ensaio, a realização de ensaios, o cálculo de incertezas e a análise de risco. Para os supervisores ou responsáveis de equipa acresce o conhecimento da norma de referência em gestão da qualidade e formação em auditorias. Os princípios de organização e gestão tornam mais fácil o planeamento dos trabalhos, a optimização dos meios e o controlo dos erros.

Tem havido uma grande evolução em termos de legislação e normalização e conseqüentemente alterações na metodologia de trabalho. É necessário que os profissionais e os estudantes deste ramo de actividade adquiram as novas competências exigidas pelo mercado de trabalho.

4.3 Prospecção, amostragem e ensaio

A implementação dos princípios que regem a gestão da qualidade pressupõe a organização e controlo de todos os factores intervenientes num processo e a informação objectiva ao cliente. O planeamento dos estudos e ensaios geotécnicos pressupõe um trabalho prévio de análise em que se procura conjugar os objectivos definidos com as exigências técnicas e comerciais. No entanto, os fenómenos geológicos e a sucessão e organização espacial das formações podem originar perfis muito complexos que dificultam todo o trabalho de planeamento e orçamentação em fase de projecto. Por outro lado, os recursos a utilizar na construção são do empreiteiro o que requer o ajuste ao previsto após a adjudicação.

A prospecção, a amostragem, os ensaios e a interpretação de resultados são operações que estão interligadas. Cada uma destas operações depende da anterior ou condiciona-a. Os resultados obtidos em cada fase são fundamentais para a fase seguinte, daí a importância do controlo e da validação de dados e resultados para evitar a propagação dos erros.

Do ponto de vista da estatística, a validade das conclusões sobre uma população depende dos seguintes factores:

- adequação da amostra;
- procedimentos utilizados no estudo;
- análise de resultados, isto é, estatística adoptada.

Em Geotecnia o local para recolha da amostra ou ensaio assim como a quantidade de material necessário resultam de um estudo prévio do terreno o que torna este processo dependente da interpretação do autor do estudo.

Uma população é considerada conhecida quando se conhece a distribuição de probabilidade ($f(x)$) da variável aleatória associada e consequentemente os parâmetros que a caracterizam. Quanto maior é a dimensão da amostra menor é o desvio entre os parâmetros obtidos na amostra e os estimados para a população. Em Geotecnia, em especial no caso de obras correntes, a quantidade de dados é reduzida e por isso nem sempre é possível o tratamento estatístico.

As questões relacionadas com a representatividade da amostra estão contempladas no eurocódigo 7 e é necessário sensibilizar os interessados para o seu cumprimento. Por outro lado, em qualquer das etapas do processo que vai desde a amostragem até ao ensaio podem surgir perturbações que alteram a sua representatividade. Estas situações podem ser minimizadas com a formação e sensibilização do pessoal, com o recurso a equipamentos adequados e a procedimentos ajustados a cada situação, ao longo de todo o processo.

A validação de métodos e resultados é actualmente uma exigência normativa quando se trata de qualidade. Consiste na confirmação e apresentação de evidência objectiva, de que os requisitos específicos relativos a uma dada utilização são cumpridos.

Quando não existem normas portuguesas os ensaios são realizados com recurso a normas de outros países ou a procedimentos elaborados pelos laboratórios, com base em algumas dessas normas. Os procedimentos que seguem documentos oficialmente reconhecidos dispensam a validação. As actualizações da normalização, ao longo dos anos, permitem introduzir correcções consideradas necessárias com base na análise dos resultados de ensaios e estudos realizados pelos diferentes utilizadores. Por esta razão, é importante a garantia de que se está a utilizar a edição em vigor e o registo das dificuldades, desvios, incongruências ou omissões que se vão verificando no decorrer dos trabalhos para que essa matéria seja alvo de estudo quando da actualização das normas. Afirmar que se segue uma determinada norma apenas com o objectivo de considerar o ensaio validado não é evidência suficiente. Evidenciar o cumprimento de uma norma impõe a demonstração de que todos os seus requisitos são cumpridos. Incluem o equipamento e o respectivo estado de conservação, manutenção e calibração.

A validação dos resultados mas também a adequação do procedimento ao objectivo do ensaio pode ser feita com recurso a alguns dos seguintes métodos:

- comparação com resultados obtidos por outros métodos;
- avaliação sistemática dos factores que influenciam os resultados;
- avaliação da incerteza dos resultados, com base na compreensão científica dos princípios teóricos do método e na experiência prática;
- comparações interlaboratoriais.

4.4 Projecto e construção

Os projectistas, empreiteiros, fiscalização e laboratórios enquadram-se no grupo de prestadores de serviços. A qualidade dos serviços prestados por aqueles profissionais depende da experiência das empresas na realização de obras semelhantes e dos currículos profissionais dos seus quadros de pessoal. A interacção de processos e a intervenção de equipas de diferentes especialidades exigem um trabalho de compatibilização e coordenação, muito cuidado, tanto na fase de projecto como na construção. É fundamental a selecção de profissionais com qualificação e experiência adequadas.

Na fase de construção os atrasos e os acréscimos de custos são, frequentemente, justificados pelas omissões ou falta de objectividade das especificações técnicas. O rigor na elaboração das cláusulas técnicas é um dos factores principais para a garantia da qualidade nas obras.

Em algumas obras geotécnicas a actividade do projectista é fundamental na fase de construção para que seja possível o ajuste das opções da fase de projecto às condições encontradas na fase de construção, optimizando as soluções.

O dono da obra tem um papel fundamental na promoção da qualidade nas obras geotécnicas. A pré-qualificação e a avaliação de fornecedores são procedimentos que permitem a seriação e a exclusão em função da capacidade demonstrada no cumprimento de contratos.

4.5 Monitorização e controlo

A observação do comportamento das obras geotécnicas durante as fases de construção e utilização visa confirmar o previsto na fase de projecto e detectar atempadamente eventuais anomalias nos trabalhos. É fundamental para a garantia da qualidade e da segurança da obra e recorre, frequentemente, a equipamentos destinados à inspecção, medição e ensaio. Os dados projectados na secção 3 deste trabalho e as visitas a obras permitiram constatar que há dificuldade na aquisição, selecção e utilização de equipamentos. Grande parte dos equipamentos são importados e raramente se encontram técnicos com disponibilidade ou conhecimentos para esclarecer o elevado número de dúvidas e solucionar as avarias que frequentemente ocorrem. Por dificuldades relacionadas com a comunicação, falta de formação sobre o funcionamento dos equipamentos, mecânica e electrónica mas também o desconhecimento da normalização associada aos ensaios, o aconselhamento é, frequentemente, deficiente e as soluções para as avarias são demoradas e por vezes ineficazes. Os critérios errados na selecção dos equipamentos, a utilização inadequada e o estado de conservação e calibração constituem as principais causas dos desvios nas medições e ensaios. Muitos destes desvios tornam-se sistemáticos.

5. CONCLUSÃO

A Geotecnia tem sido referida em vários documentos de obra, auditorias, inspecções, peritagens, entre outros, como factor responsável por trabalhos a mais, atrasos, patologias precoces e acréscimos de custos. As causas apontadas são, geralmente, inexistência de estudos ou deficiências nos estudos realizados. A sistematização dos desvios detectados pelas diferentes fontes de informação permitiria a identificação das causas associadas aos desvios mais significativos e a conseqüente implementação de acções correctivas. No entanto, a informação disponível permite identificar os seguintes aspectos, essenciais, para a melhoria da qualidade nos trabalhos do âmbito da Geotecnia:

- adequação da oferta formativa à realidade do mercado de trabalho;
- formação contínua de todo o pessoal envolvido nos processos;
- actualização e cumprimento dos referenciais normativos;
- aquisição de equipamentos que cumpram os requisitos das normas, incluindo o estado de conservação, manutenção e calibração;
- constituição de equipas de trabalho multidisciplinares que permitam a análise conjunta das diferentes condicionantes e a definição de soluções consensuais e optimizadas;
- elaboração de especificações técnicas objectivas relativas a materiais, e equipamentos mas também métodos, procedimentos e tolerâncias nas actividades de controlo;
- elaboração e implementação de planos da qualidade que permitam o controlo e aferição das diferentes actividades ao longo dos processos;
- sensibilização dos donos de obra, entidades financiadoras, entidades fiscalizadoras e técnicos.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às empresas a disponibilização de documentos de projecto e relatórios de auditorias, assim como a autorização para visitas a obras, estaleiros, laboratórios e fábricas com consulta dos respectivos documentos. Agradecem também às empresas que responderam ao questionário e aos técnicos das diferentes especialidades, pela disponibilidade para esclarecimento de dúvidas e para o acompanhamento em visitas.

7. REFERÊNCIAS

E 217 (1968) – Fundações Directas Correntes. Recomendações. LNEC. Lisboa.

BORGES, J. Ferry (1985) – Garantia da Qualidade na Construção. Trabalho publicado na Revista da Sociedade Portuguesa de Geotecnia, nº 44, Julho.

MACHADO, Ana Paula Gerardo (2004) – Qualidade na Construção, Aplicação à Geotecnia. Dissertação apresentada à Universidade de Coimbra para obtenção do grau de Doutor em Ciências de Engenharia, na especialidade de Geotecnia e Fundações. Coimbra.

OLIVEIRA, Ricardo A. M. (1986) – Garantia da Qualidade em Obras Geotécnicas. Memória nº 664 do LNEC. Lisboa.