

## A LIÇÃO MANUEL ROCHA, 1984

A primeira lição Manuel Rocha intitulada «Garantia de Qualidade na Construção» foi proferida pelo Prof. J. Ferry Borges na Fundação Calouste Gulbenkian em 3 de Dezembro de 1984. A apresentação do Prof. Ferry Borges foi feita pelo Prof. Correia Mineiro.

“Julgo importante referir as razões da escolha do tema «Garantia de Qualidade e Segurança em Engenharia Civil» para a primeira lição «Manuel Rocha», tanto mais que a iniciativa é levada a cabo no âmbito da Geotecnia e envolve a universalidade da Engenharia Civil.

Quando se comparam os conceitos básicos utilizados ou propostos nos diversos ramos da Engenharia Civil, no que se refere a segurança e garantia de qualidade, constata-se facilmente que foram feitos poucos esforços para harmonizar os critérios seguidos nesses diferentes ramos.

É, no entanto, claro que os princípios básicos em que se baseiam os projectos de estruturas de Engenharia Civil, no que respeita a garantia de qualidade e segurança, devem ter uma aplicabilidade generalizada.

O Engenheiro Júlio Ferry Borges tem sido pioneiro, quer em Portugal, quer no estrangeiro, a tentar harmonizar os conceitos gerais de segurança para as estruturas de Engenharia Civil, mostrando que os conceitos básicos de utilização e de cenários, sistemas estruturais, exigências e especificações, garantia de qualidade e comportamento, e fiabilidade, estão implícitos na mente dos engenheiros, mas raramente expressos duma maneira conveniente.

Infelizmente, a teoria da fiabilidade é ainda encarada com dúvidas e suspeitas pela grande maioria dos profissionais geotécnicos. A principal razão é uma barreira de linguagem. Como em qualquer disciplina especializada, a teoria da fiabilidade desenvolveu-se com uma linguagem própria, repleta de palavras e frases com pequeno significado para os iniciados.

A agravar esta situação, as licenciaturas em Engenharia Civil, não iniciaram nas Universidades Portuguesas, um ensino coordenado das diversas matérias especializadas, em que os critérios de segurança e qualidade sejam uniformizados sob os mesmos conceitos gerais.

Já, em alguns cursos de mestrado, nomeadamente em Engenharia de Estruturas no Instituto Superior Técnico, em que o Engenheiro Júlio Ferry Borges é docente convidado, e no de Mecânica dos Solos na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, a teoria da fiabilidade está a ser ensinada, numa tentativa, embora restrita, de difusão. Muito recentemente a Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa em colaboração com o Instituto de Soldadura iniciou um curso de especialização em Engenharia de Qualidade onde a teoria da fiabilidade constitui uma disciplina básica.

É pois objectivo principal desta lição, o de alargar o interesse pelos problemas de segurança e qualidade em Engenharia Civil, e motivar os que quiseram e puderam estar presentes nesta sessão.

Esta lição será publicada na revista Geotecnia, editada pela Sociedade Portuguesa de Geotecnia, e nas revistas dos Grupos Português de Pré-esforçado e de Estruturas, para se conseguir uma maior difusão dos conceitos básicos que vão ser apresentados.

Por último, e no que se refere à Engenharia Geotécnica, gostaria de dar o panorama actual do atraso em relação à teoria da fiabilidade e recorrendo ao exposto recentemente por R. V. Whitman (Fev. 1984) na décima sétima lição Terzaghi:

- Há muitas publicações recentes discutindo a aplicação da teoria da fiabilidade a Mecânica dos Solos e das Rochas, embora só envolvendo a transferência de material desenvolvido em outros ramos de engenharia,
- São raras as publicações que discutem a aplicação directa da teoria da fiabilidade a projectos específicos de engenharia,
- Embora a teoria da fiabilidade seja complexa, pode recorrer-se a técnicas simples para compreender as relações entre incerteza e segurança,
- Os resultados numéricos de uma análise de fiabilidade podem não ser melhores que os modelos determinísticos subjacentes e a qualidade dos parâmetros estatísticos dos elementos de base.
- Uma formulação cuidada e detalhada de um problema de sistemas de fiabilidade ajuda a compreender o problema, mesmo que os resultados numéricos sejam de precisão duvidosa,
- Se a única consideração for a economia, as técnicas de optimização são muito úteis para estabelecer factores de segurança,
- Se o risco tem de ser muito reduzido, não parece possível quantificar o risco real só por análise. Porém a estruturação da avaliação do risco pode ajudar como guia para as avaliações subjectivas.

Finalmente, gostaria de lançar um repto aos engenheiros civis portugueses, para publicarem casos de projectos, em que uma análise de fiabilidade tenha influenciado as suas decisões, quer directa quer indirectamente, pois só desta maneira os profissionais serão motivados a tirar um efectivo partido das potencialidades desta poderosa teoria da fiabilidade.

Justificado que foi o tema da lição, cabe-nos agora a honrosa tarefa de apresentar o conferencista.

A extensão de uma apresentação é, em geral, inversamente proporcional à reputação do conferencista e sua distinção, e à expectativa da sua lição.

Assim, a brevidade e concisão da minha apresentação tem de ser interpretada neste contexto. Apresentar, quem é já tão conhecido de todos nós, soa a redundância e

é sem dúvida uma perda de tempo para os presentes que já só anseiam ouvir tão ilustre conferencista.

Deverão os presentes perdoar-me, e em especial o conferencista, se na síntese de um tão brilhante *curriculum vitae* eu tenha transformado uma tão vasta e profunda actividade científica, em apenas alguns números impressionantes de publicações e de participações em reuniões científicas.

Também, pela minha deformação universitária, não espantará que eu tenha dado uma maior ênfase aos títulos académicos e à prestimosa colaboração que o Engenheiro Júlio Ferry Borges tem dado ao ensino da Engenharia Civil.

O Engenheiro Júlio Ferry Borges nasceu em Lisboa, em 1922. É licenciado em Engenharia Civil pelo Instituto Superior Técnico e obteve a mais alta classificação em relação a qualquer dos cursos professados nesse Instituto, no referido ano.

Ainda aluno, a partir de 1943, iniciou a sua colaboração com o Engenheiro Manuel Rocha, no Centro de Estudos de Engenharia Civil.

A partir da fundação do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, desempenha sucessivamente as funções de chefe da Secção de Estruturas, chefe do Serviço de Edifícios e Pontes, subdirector e director, exercendo este cargo desde Maio de 1974 até Abril de 1984.

A partir desta última data é nomeado presidente do Conselho Consultivo do referido Laboratório.

Em 1954, obteve o grau de investigador no LNEC, apresentando uma tese sobre dimensionamento de estruturas. Ao longo da sua carreira de investigação dedica-se sobretudo aos problemas de estudo experimental e análise de estruturas, fiabilidade, engenharia sísmica e betão armado, tendo publicado mais de 130 trabalhos sobre estas matérias.

Regeu vários cursos de especialização no País e no estrangeiro, nomeadamente no Brasil, nos Estados Unidos da América, na Itália e no Japão.

Tem proferido inúmeras conferências em várias instituições portuguesas e estrangeiras envolvendo mais de 20 países.

Participou em mais de uma centena de simpósios e congressos nacionais e estrangeiros, tendo desempenhado em alguns as funções de organizador, relator e presidente das sessões.

Desde 1955, é vogal do Conselho Superior de Obras Públicas, e colabora na elaboração de vários regulamentos de estruturas, sendo incumbido da presidência das subcomissões dos regulamentos de segurança e acções e do betão armado e pré-esforçado.

É autor de vários projectos de estruturas de betão armado, e foi consultor do Gabinete da Ponte sobre o Tejo, tendo desenvolvido a concepção, que foi adoptada, de uma ponte rodoviária adaptável ao tráfego ferroviário.

Em Maio de 1982, é-lhe atribuído o grau de doutor honoris-*causa* da Universidade Técnica de Lisboa, e é nomeado conselheiro da mesma Universidade.

Colabora como professor catedrático convidado, nos cursos de mestrado em engenharia de estruturas do Instituto Superior Técnico.

Participa nos júris para a concessão do grau de doutor em várias Universidades nacionais e estrangeiras, nomeadamente na Bélgica e em França.

Participa activamente em várias associações internacionais, tendo sido eleito para os seguintes cargos:

- Presidente e Presidente Honorário do Comité Euro-Internacional do Betão;
- Director e Vice-Presidente da Associação Internacional de Engenharia Sísmica;
- Vice-Presidente da Associação Europeia de Engenharia Sísmica;
- Vice-Presidente da Federação Internacional do Pré-esforçado;
- Membro de honra do Instituto do Betão Americano;
- Relator Geral do Comité Conjunto de Segurança Estrutural;
- Membro do Conselho e Presidente da Comissão de Programação do Conselho Internacional da Construção;
- Membro do Conselho da Reunião Internacional dos Laboratórios de Ensaio de Materiais.

É membro fundador de várias associações científicas portuguesas, nas quais desempenha funções de direcção.

É membro correspondente da Academia das Ciências de Lisboa e presidente da Secção Portuguesa da Associação dos Engenheiros e Cientistas de França.

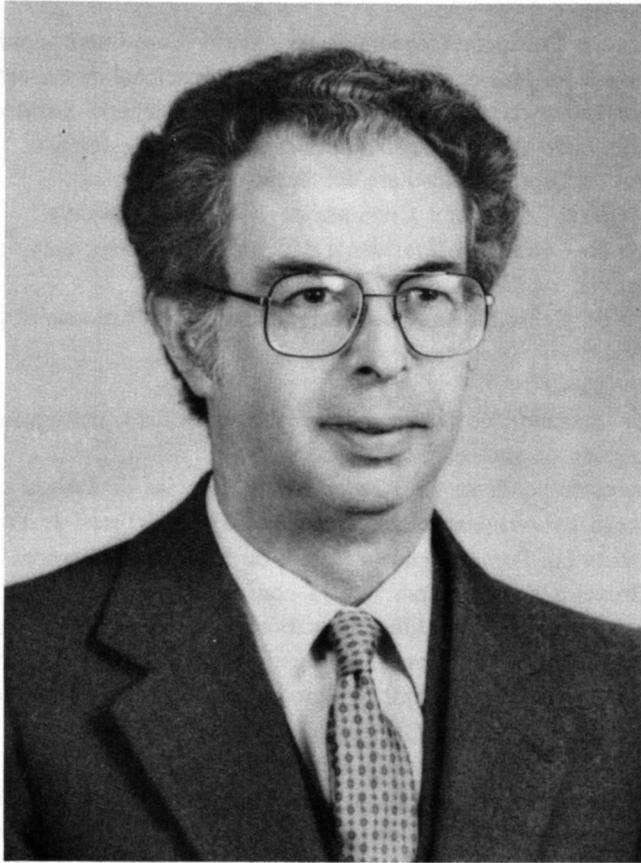
É condecorado em Portugal com a Ordem de Santiago de Espada, no Brasil com a Ordem do Cruzeiro do Sul e em França com a Ordem de Mérito.

Por tudo isto, o Engenheiro Júlio Ferry Borges, tem sido um exemplo da célebre frase anglo-saxónica «The right man, in the right place, at the right time».

E hoje, quando terminar a primeira lição «Manuel Rocha», estou certo que todos iremos concluir e sem melindres, de que o Engenheiro Júlio Ferry Borges foi o homem certo, para a lição certa e no local certo.

Cabe-me pois agradecer, não só ao homem certo por ter acedido a proferir esta lição certa de evocação ao saudoso Engenheiro Manuel Rocha como também, à Fundação Calouste Gulbenkian, na pessoa do seu Presidente Dr. Azeredo Perdigão, e que quis honrar-nos com a sua presença, por ter tornado certo o local da realização desta e das futuras lições anuais «Manuel Rocha».

É pois para mim uma honra, e em nome da organização das lições «Manuel Rocha», solicitar ao Engenheiro Júlio Ferry Borges que profira esta primeira lição.”



# GARANTIA DE QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO

## Quality Assurance in Building

por

J. FERRY BORGES\*

**RESUMO** – A garantia de qualidade na construção corresponde a um justo equilíbrio entre qualidade e economia. O texto que se apresenta discute por forma introdutória os principais aspectos que conduzem à obtenção deste equilíbrio. Note-se que a garantia de qualidade interessa a todos os participantes no acto de construir e, bem assim, a todos os que beneficiam ou são afectados por esse acto.

De entre os principais aspectos tratados, refere-se o comportamento das construções, os cenários de acidente a que essas construções podem estar sujeitas e o aperfeiçoamento da construção, fruto dos ensinamentos da experiência.

Faz-se uma breve introdução no que se refere à situação em Portugal e noutros países da Europa Ocidental. Discutem-se as atribuições, capacidades e responsabilidades dos participantes no acto de construir e, bem assim, o papel desempenhado pela normalização, certificação, homologação, controle de qualidade, etc.

Tratam-se também os aspectos jurídicos e legais e o seguro da construção.

Finalmente, referem-se aspectos deontológicos e de ética profissional e ainda a influência do ambiente e de factores psicológicos nos erros humanos.

**SYNOPSIS** – Quality assurance should lead to a correct balance between quality and economy. The main aspects leading to this balance are introduced. Quality assurance concerns every participant in the building process, as well as those who benefit from or are affected by this process.

Hazard scenarios, real behaviour of construction and implementation of knowledge resulting from past experience are briefly discussed.

The situation in Portugal and other Western European countries is introduced. Tasks, capacities and responsibilities of the participants in the building process are discussed, as well as the rôle played by standardization, certification, agrément, quality control, etc.

Juridic and legal aspects are also dealt with, as well as building insurance.

Finally deontological and professional ethics aspects, and the influence of the environment and of the psychological factors on human error, are pointed out.

---

\* Investigador-coordenador, Presidente do Conselho Consultivo do LNEC.

# 1. O PROCESSO CONSTRUTIVO. GARANTIA DE QUALIDADE

## 1.1 — *Introdução*

Os problemas relativos à construção que nos vão interessar referem-se tanto à construção de edifícios quanto às de obras públicas. Em ambos os casos toma-se como referência os processos construtivos usuais e procura-se averiguar em que medida são influenciados pela procura da qualidade.

Designa-se por garantia de qualidade um conjunto de operações devidamente planeado que contribua para a eficiência do acto de construir. Dentro do conceito de garantia incluem-se, portanto, todos os aspectos organizativos da construção em todas as suas fases.

Participam na actividade de construção numerosos intervenientes com atribuições, competências e responsabilidades variadas, tais como:

- dono da obra — entidade individual ou colectiva proprietária do empreendimento ou funcionando como tal.
- — projectista — entidade individual ou colectiva que elabora o projecto total ou projectos parciais do empreendimento.
- construtor — empresa com a qual o dono da obra contrata a construção do empreendimento, em todo ou em parte.
- utilizador — entidade individual ou colectiva que usufrui do empreendimento.
- poder local, nacional ou internacional — autoridades que têm jurisdição sobre qualquer aspecto relativo ao empreendimento.

As atribuições destes intervenientes dependem do modo segundo o qual se organiza a actividade de construção. Distinguem-se as seguintes fases comuns a todos os tipos de obras:

- Planeamento
- Concepção
- Projecto
- Programação da construção
- Construção
- Utilização

Nas Figs. 1.1 a 1.6 indica-se de forma esquemática os intervenientes nas diferentes fases e as actividades que exercem. Com um tipo de escrita mais carregado distinguem-se as operações de garantia de qualidade.

As fases de estudos prévios e concepção (Figs. 1.1 e 1.2) compreendem as acções a desenvolver desde que surge a ideia de construção do empreendimento até que se inicia o projecto. Inclui-se nos estudos prévios a definição do programa e do plano de garantia de qualidade, a selecção de equipe ou equipas que vão executar o projecto, a análise de riscos e o plano de emergência, (incluindo estudos de custo benefício e plano de protecção) e ainda a aprovação preliminar pelas entidades que superintendem no empreendimento. Inclui-se na fase de concepção a definição geral de obra; que poderá ser sujeita a verificação interna e externa, e a escolha de níveis de segurança.

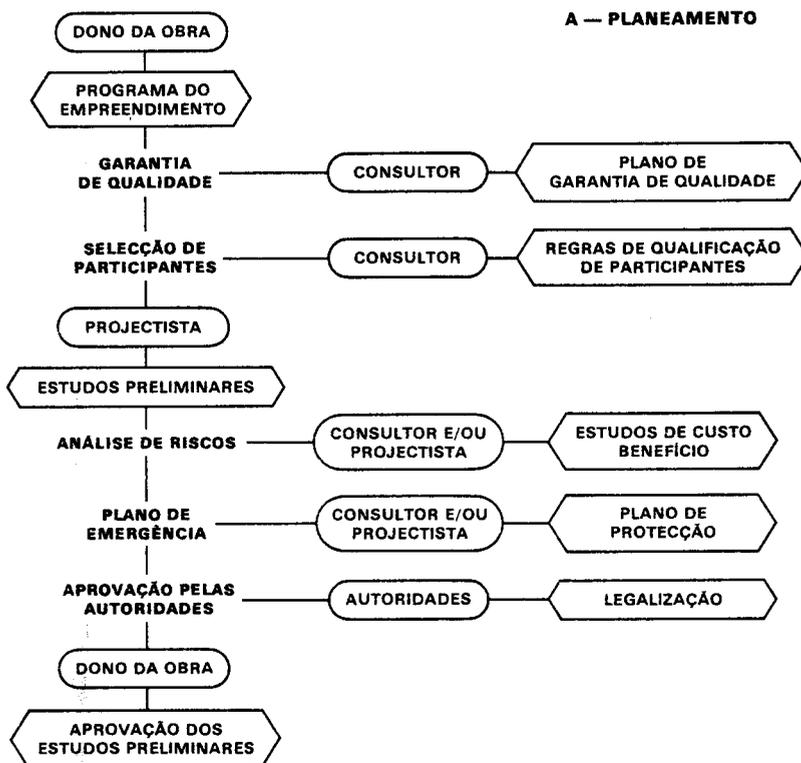


Fig. 1.1 — Participantes e actividades relacionadas com o planeamento.



Fig. 1.2 — *Participantes e actividades relacionadas com a concepção.*

Inclui-se na fase de projecto a programação deste, as decisões acerca do modo por que será efectuada a coordenação entre os diferentes projectistas e estudos preliminares de materiais ou outros estudos necessários para definir as condições em que a obra poderá ser realizada (por exemplo estudos geotécnicos).

Distinguem-se três tipos de verificação do projecto: autoverificação ou verificação interna, verificação externa e aprovação pelas autoridades.

Em relação à execução distingue-se a fase de programação, Fig. 1.3, da fase de construção, Fig. 1.4. Ao programar a obra cabe efectuar nova análise de riscos e elaborar o respectivo plano de protecção. O dono da obra terá de tomar decisões em relação ao seguro do empreendimento e definir as responsabilidades dos diferentes intervenientes.

Durante a fase de construção, Fig. 1.5, há que efectuar ensaios de conformidade, principalmente com vista à recepção de materiais e componentes, proceder a inspecções (pelo construtor, pelo dono da obra e outras entidades). Caberá ainda, nesta fase, realizar os estudos relativos à observação do comportamento da obra e os ensaios de recepção.

Finalmente, na fase de utilização, Fig. 1.6, há que assegurar o adequado uso do empreendimento (controle de utilização) e proceder a inspecções periódicas, a eventuais reparações e à reavaliação da segurança (ligada à modificação das condições do uso ou a eventual deterioração).



Fig. 1.3 — *Participantes e actividades relacionadas com o projecto.*

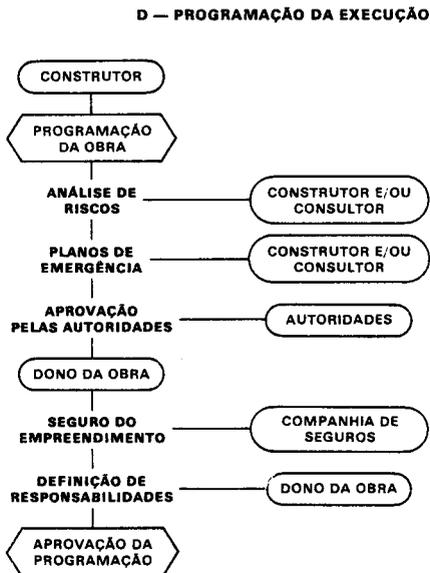


Fig. 1.4 — *Participantes e actividades relacionadas com a programação da execução.*

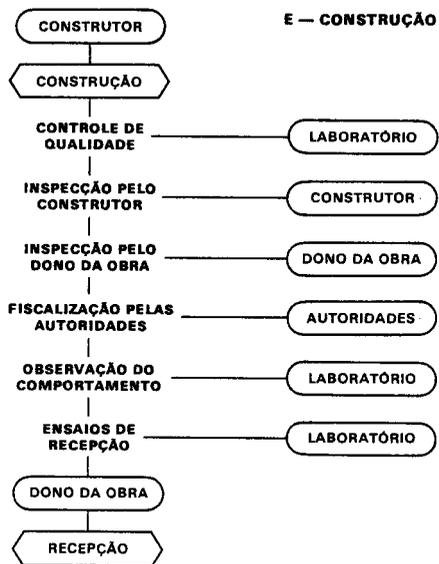


Fig. 1.5 — *Participantes e actividades relacionadas com a construção.*

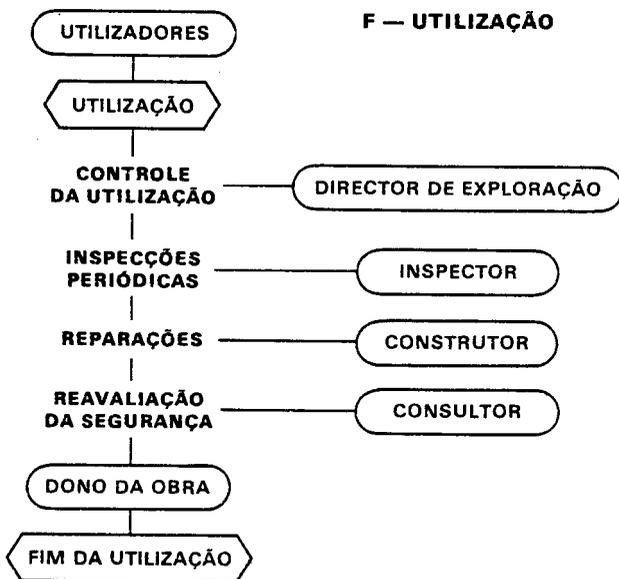


Fig. 1.6 — *Participantes e actividades relacionadas com a utilização.*

As funções do dono da obra podem ser directamente exercidas por este ou por um director de empreendimento que funcionará como um delegado. Também, o projectista poderá ser um técnico, uma empresa ou um conjunto de vários técnicos e empresas, cada uma encarregada da realização duma parte do projecto, em correspondência com os diferentes tipos de trabalho: fundações, estruturas, acabamentos, instalações, etc.

O programa de garantia de qualidade, da competência do dono da obra (ou do director da obra), poderá beneficiar da colaboração de consultor especialmente conhecedor da metodologia para o estabelecimento deste programa. Haverá vantagem que os projectistas colaborem também nesta actividade e a ela adiram.

Os elementos fundamentais do programa de garantia de qualidade são a análise de riscos, estabelecida com base em cenários de utilização e de acidente, e a definição das medidas de protecção contra os riscos. Para o estabelecimento dos cenários de acidente interessa ter conhecimento do comportamento de obras análogas, assunto que será oportunamente tratado.

O Comité Conjunto de Segurança Estrutural publicou em 1981 princípios básicos da garantia da qualidade aplicados à engenharia estrutural (1). Neste documento consideram-se como conceitos básicos de garantia da qualidade: as exigências funcionais, os cenários de utilização e de acidente, a concepção estrutural, o dimensionamento, as medidas para evitar erros, a responsabilidade e o controle.

Ao discutir o problema das competências e responsabilidades dos intervenientes na construção, apresentam-se regras gerais, as quais são divididas em dois grandes grupos: o primeiro, relativo à concepção, projecto e execução das estruturas; o segundo, relativo à sua utilização.

Neste documento identificam-se como tendo funções inerentes ao acto de construir: o dono da obra, o director do empreendimento, o projectista, o director de abastecimentos (materiais e componentes), o director do estaleiro e o construtor.

Considera-se que ao director do empreendimento, actuando como delegado do dono da obra, compete a responsabilidade global do empreendimento, a qual por sua vez poderá ser parcialmente delegada em pessoas ou entidades com funções bem definidas.

Segundo os documentos em referência, à direcção do empreendimento compete a organização e coordenação das actividades dos diferentes intervenientes de tal modo que:

- fiquem claramente definidas as responsabilidades de cada um, tendo em particular atenção as interfaces e os problemas de comunicação.
- sejam minimizadas as dificuldades de programação, organização e solução de aspectos técnicos.
- sejam consistente e responsavelmente aplicados os conceitos de garantia da qualidade nas fases de concepção, projecto e execução da obra.

O documento define também as funções do projectista, do director de abastecimento e do director do estaleiro. Em relação a este último indica que a gestão do estaleiro deve ter a responsabilidade de organizar e coordenar as actividades de todo o pessoal trabalhando na obra e, bem assim, a responsabilidade pelo controle da qualidade dos materiais e componentes produzidos no estaleiro. Ao director de abastecimento compete o controle da qualidade dos materiais e dos componentes de construção por ele adquiridos.

Os problemas de garantia de qualidade na construção foram largamente debatidos num simpósio organizado pela Associação Internacional de Pontes e Estruturas o qual teve lugar em Rigi (2) em 1983. Um segundo simpósio sobre este tema realizou-se-á em Tóquio em Setembro de 1986.

Os conceitos de garantia de qualidade têm vindo a desenvolver-se ao longo dos últimos trinta anos como resultado da evolução do controle da qualidade. A sua utilização encontra-se bem estabelecida em relação a indústrias avançadas tais como a electrónica, a construção de centrais nucleares e a indústria aero-espacial. A aplicação à engenharia civil é relativamente recente.

Burgess (3) sintetiza as exigências básicas na garantia de qualidade do seguinte modo:

- Planeie o que vai efectuar (especificação escrita)
- Proceda como planeou (actuação)
- Registe o que fez (registo)

De facto, a implementação dum plano de garantia de qualidade implica todo um sistema de documentação, que compreende especificações, instruções, normas, autorizações, registos, etc. Existe a tendência para complicar este sistema e transformar as técnicas de garantia de qualidade em um conjunto de formalismos complexos. Por outro lado, a imposição de especificações – normas pode constituir uma protecção injustificada, instituída com o objectivo de beneficiar alguns fornecedores ou produtores. Este perigo foi evidenciado por Bosshard (2) apelidando todas estas restrições de “tigres de papel”.

Os técnicos ligados à construção de centrais nucleares com frequência tecem críticas aos sistemas de garantia de qualidade impostos em construções destas centrais considerando-os excessivamente complexos, caros e até ineficientes.

A Organização Europeia para o Controle de Qualidade (European Organization for Quality Control, EOQC) publicou um glossário de termos relativos a Garantia de Qualidade (4) donde se extraem as definições seguintes:

Garantia de Qualidade — Todas as acções planeadas ou sistemáticas necessárias para garantir que um produto ou serviço satisfaz dadas exigências.

Controle de Qualidade — As técnicas operacionais e as actividades que apoiam a qualidade dum produto ou serviço a qual satisfará dadas exigências; também o uso dessas técnicas e exercício dessas actividades.

Fiscalização da Qualidade (Quality Surveillance) — Supervisão da organização e métodos de garantia de qualidade a cargo do empreiteiro ou fornecedor efectuada pelo dono da obra, seu representante ou por uma organização independente.

Inspeção — O acto de medir, examinar, ensaiar, calibrar ou de qualquer modo comparar qualquer elemento em relação a exigências que lhe são aplicáveis.

### 1.2. — *A promoção da garantia da qualidade da construção em Portugal.*

Em Portugal as acções tendentes à garantia da qualidade das construções têm vindo a merecer interesse crescente. Pelo seu pioneirismo merece especial referência o simpósio sobre as atribuições do engenheiro no projecto e na execução dos edifícios, organizado pela Ordem dos Engenheiros em 1965 (5).

O assunto foi posteriormente retomado no primeiro congresso nacional de projectistas e consultores, em Maio de 1973 (6), no Painele da Ordem dos Engenheiros sobre competências e responsabilidades dos intervenientes no acto de construir, 1979 (7) e no VII Colóquio de Qualidade da Associação Portuguesa para a Qualidade Industrial (8).

A nível legislativo há que referir o Decreto n.º 73/73, de 28 de Agosto (9), o qual define a qualificação dos técnicos responsáveis pelos projectos e obras sujeitas a licenciamento municipal. Este documento, se bem que tenha representado um progresso no sentido da definição de competência, é insuficiente não só pelo seu carácter muito genérico, mas também porque cobre somente uma parte dos tipos de obras (as com licenciamento municipal) e não abrange a execução.

O Laboratório Nacional de Engenharia Civil publicou em 1981 os resultados de um inquérito sobre a intervenção municipal no que se refere à garantia de qualidade das obras particulares (10). Na parte final deste relatório sintetizam-se as sugestões apresentadas por diferentes municípios quanto às medidas que poderão ser tomadas no sentido de melhoria da qualidade das obras particulares, em especial no tocante à intervenção municipal.

Como se sabe, dum ponto de vista legal, as responsabilidades dos donos das obras e dos construtores são tratadas no Código Civil, em especial no Capítulo XII, relativo a empreitadas.

### 1.3 — *Evolução da garantia da qualidade da construção da Europa Ocidental*

Na Europa Ocidental, a acção mais importante com vista a garantir a qualidade dos materiais e componentes da construção e o reconhecimento mútuo da sua aptidão

para o uso pelos diferentes países, resultou da constituição há cerca de 20 anos, da União Europeia para a Homologação Técnica na Construção, UEATc. Esta União cobre com as suas directivas de homologação técnica uma vasta gama de produtos.

As Comunidades Europeias têm em curso duas iniciativas que terão importância relevante para a garantia de qualidade das construções.

Assim, encontra-se em elaboração uma directiva para a certificação de produtos para a construção, de certo modo baseada nos trabalhos da UEATc, mas de âmbito mais vasto. Esta directiva visa, sobretudo, a redução dos obstáculos ao livre comércio, nos termos do Tratado de Roma.

Encontra-se em publicação um conjunto de regulamentos estruturais – Eurocodes – que pretendem cobrir os princípios gerais de segurança, o betão estrutural, as estruturas metálicas, as estruturas mistas de aço-betão, as estruturas de madeira e a construção em alvenaria. Um documento específico tratará dos problemas de resistência das construções aos sismos.

Um panorama recente acerca da garantia da qualidade das construções, em alguns países europeus, foi traçado no Colóquio “Garantias en la Edificación” promovido pela Organização Europeia para o Controle de Qualidade, EOQC (11).

Neste colóquio foram apresentadas comunicações relativas à evolução da situação em França, Alemanha, Inglaterra e Espanha. A nota mais saliente é a ampliação do papel desempenhado pelos seguros, não só na protecção dos intervenientes na construção: donos da obra, projectistas construtores e utilizadores, mas também como via de introdução de progresso técnico.

Merece especial referência a evolução da situação em França, onde, por efeitos da lei n.º 78/12 de 4 de Janeiro de 1978 o seguro das construções passou, na generalidade dos casos, a ser obrigatório. Por efeito da responsabilidade decenal a França detinha grande experiência da aplicação dos seguros na construção, contudo a nova lei representa uma considerável evolução no sentido da generalização do seguro.

A característica fundamental da nova lei é a introdução dum duplo mecanismo de seguro. Verificados os danos, a companhia de seguro repara-os e indemniza o segurado em tempo curto e independentemente da averiguação das responsabilidades. Em segunda fase averigua quais os responsáveis e actua sobre estes.

O seguro é obrigatório para o dono da obra e para os projectistas e construtores, cobrindo para o primeiro os defeitos da construção e para os últimos os riscos relativos a eventuais erros.

O estudo da situação da garantia da qualidade nos países da Europa evidencia que as soluções encontradas são muito variadas. Se bem que diferentes, os mecanismos estabelecidos, na grande maioria dos casos, atingem eficientemente os seus objectivos. O mesmo não se pode afirmar em relação a Portugal, onde os mecanismos são insatisfatórios e os resultados também o são.

Teixeira Trigo (12) apresentou em 1983 um programa de investigação relativo a “Industrialização na Construção de Edifícios. Contribuição para uma política de qualidade”. Na introdução a este trabalho afirma: “Existem certamente entre nós, como na generalidade dos países evoluídos, acções tendentes a assegurar a qualidade da construção. Não há no entanto um sistema completo de gestão da qualidade na construção”. “Sistemas destes só em condições muito especiais estarão instituídos e em funcionamento, particularmente em certas obras públicas especiais, como é o caso das centrais nucleares”.

“Tem de se reconhecer que não será fácil instituir entre nós um tal sistema, como aliás não será fácil fazê-lo noutros países. A atenção à qualidade é uma característica das sociedades avançadas e a sua implementação depende do respectivo estágio de desenvolvimento”.

“O que se pode e deve desde já fazer é criar horizontes nos quais caiba a implementação dum sistema nacional de gestão de qualidade na construção, para o qual já existem as bases legais”

Teixeira Trigo, neste seu programa, faz uma análise geral das características da indústria da construção, com particular atenção aos aspectos que influem na qualidade. Aprecia os estudos e a experiência no domínio da qualidade de construção. Refere mais em pormenor os instrumentos dispensáveis e os que convirá incentivar com vista à instituição dum sistema nacional de gestão e qualidade.

## 2. COMPORTAMENTO DA CONSTRUÇÃO. CENÁRIOS DE ACIDENTE. ENSINAMENTOS DA EXPERIÊNCIA

### 2.1. — *Comportamento das construções*

Na maior parte dos estudos e projectos relativos aos diferentes tipos de construção não se consideram explicitamente os ensinamentos da experiência resultantes da observação de construções análogas. Procedese como se não se esperasse que a construção em causa venha apresentar defeitos análogos aos de outras construções semelhantes anteriormente construídas.

A listagem de cenários de acidente, envolvendo a definição de riscos, tem a maior utilidade e permite reduzir muito a probabilidade da repetição de erros anteriormente praticados.

Infelizmente, apesar de os números de acidentes verificados durante e após a construção serem relativamente elevados, a literatura mundial sobre esta matéria é bastante escassa.

São recentes as iniciativas para a constituição de bancos de dados relativos ao comportamento das construções.

A actividade que se afigura como mais promissora vem dos Estados Unidos da América, onde foi criado um centro com o objectivo de colher, armazenar e pôr à disposição dos seus associados informações relativas ao comportamento das construções. Este centro designa-se: Architecture and Engineering Performance Information Center (AEPIC) e está sediado na Universidade de Maryland. O seu campo de acção é muito vasto pois cobre todo o domínio da construção, tanto no que se refere a edifícios, incluindo os seus acabamentos e equipamentos, como às obras públicas, tais como: estradas, pontes, barragens, outras estruturas hidráulicas e túneis.

Em França, em 1982, foi criada uma “Agência para a Prevenção de Acidentes e Melhoria da Qualidade de Construção” (13).

No domínio das estruturas de betão a Comissão IX do Comité Euro-Internacional do Betão ocupa-se de “Comportamento, Manutenção e Reparação” e publicou dois boletins em 1980 e 1983 relativos ao comportamento em serviço, manutenção e reparação de edifícios e pontes (Bulletin n.º 138 e 163 do CEB).

Na primeira destas publicações descrevem-se 80 casos de acidentes (40 pontes, 1 túnel e 39 edifícios) e na segunda mais 20 acidentes todos em pontes. A descrição dos acidentes é completada pela indicação das reparações efectuadas, sendo extraídas informações tendo em vista evitar a repetição de situações análogas.

Especificamente no que se refere a pontes, Ingles (14) estima as percentagens de acidentes em relação ao número total de obras dos diferentes tipos. Conclui que na Austrália se verificam por ano roturas na proporção de  $3 \times 10^{-3}$ , e indica como conclusão ser o erro humano o principal factor de risco. Reiss e Brown (15) estimam para os Estados Unidos da América frequência de rotura de pontes da ordem de  $3 \times 10^{-4}$  por ano.

König e Wittke num estudo conduzido na Alemanha relativo a pontes rodoviárias de betão pré-esforçado (16) identificam 6 classes de dano: S1 – dano muito limitado; S2 – dano afectando as condições de serviço; S3 – dano que afecta a durabilidade; S4 – dano que afecta as condições de serviço e a durabilidade; S5 – dano importante que afecta a segurança e põe em risco a vida humana e S6 – dano muito importante que afecta a durabilidade e a resistência, envolvendo desastres pessoais. Estimam as taxas de acidentes da classe mais elevada para pontes de grandes dimensões em  $6 \times 10^{-3}$  por ano e para pontes de pequena dimensão em  $3 \times 10^{-4}$  por ano.

Neste estudo comparam a probabilidade de rotura técnica, obtida pela teoria da fiabilidade com a probabilidade de ruína efectiva. Concluem que a probabilidade de

ruína efectiva é pouco influenciada por variações da probabilidade de ruína teórica, sendo normalmente a primeira superior à segunda.

Feld (17) no seu livro acerca de acidentes na construção descreve numerosos casos de roturas em fundações, outras obras geotécnicas, construções de alvenaria, madeira, aço, betão armado e pré-esforçado, procurando sempre extrair ensinamentos para evitar os erros. Termina o seu livro com um capítulo acerca de responsabilidades legais.

Em (18) é feita uma compilação de acidentes estruturais (modos, causas e responsabilidades) que foi apresentada numa reunião da Sociedade Americana dos Engenheiros Civis.

Estudos acerca de acidentes estruturais foram publicados por Blockley (19 e 20). Recorrendo ao conceito de conjuntos difusos (fuzzy sets) estima a verosimilhança da verificação de acidentes. Analisa 23 casos de roturas estruturais (pontes, edifícios e plataformas). As razões das roturas são julgadas a partir de listas de verificação sendo apreciado o grau de confiança na justeza de cada afirmação e na sua relevância. Estes estudos evidenciam que as roturas são em geral devidas a uma multiplicidade de causas e combinação de circunstâncias sendo os erros humanos a causa fundamental dos acidentes considerados.

Ditlevsen (21) usa também a teoria dos conjuntos difusos para analisar os erros na construção.

A Associação Internacional das Grandes Barragens criou em 1972 um Comité para estudar a deterioração de barragens e albufeiras, com vista a obter informação acerca do comportamento efectivo deste tipo de obras. Este comité, que foi presidido por Manuel Rocha, publicou em 1979 um relatório em que descreve 1014 casos de deterioração. Esta informação foi recolhida por um inquérito que abrangeu 14 680 barragens em 33 países (22). Esta informação é sintetizada na "Nota Básica" acerca do comportamento de barragens elaborada por Borges e Silveira (23).

Segundo essa nota 108 das deteriorações corresponderam a roturas. Destas 108 roturas, 13 ocorreram em barragens de betão e 6 em barragens de alvenaria. Das 2000 barragens de betão ou alvenaria construídas antes de 1939, ruiam 19, o que corresponde a uma proporção de  $7 \times 10^{-3}$ . Das 3100 barragens construídas de 1940 a 1975 ruiam 6, o que corresponde a uma proporção de  $1,9 \times 10^{-3}$ .

Em Abril de 1984, Laginha Serafim organizou em Coimbra uma Conferência Internacional sobre "Segurança de Barragens" (23). As comunicações apresentadas nesta conferência tratando os temas roturas e acidentes, observação do comportamento e controle de segurança, são de muito interesse.

A bibliografia acerca de acidentes em obras que se apresentou é incompleta. Servirá no entanto para situar o problema.

### 3. ATRIBUIÇÕES, COMPETÊNCIAS E RESPONSABILIDADES DOS INTERVENIENTES NA CONSTRUÇÃO

#### 3.1. — *Introdução*

As atribuições, competências e responsabilidades dos intervenientes na construção são definidas pelos usos, por contratos (verbais ou escritos, individuais ou colectivos), por regulamentos e pela legislação geral ou específica. Em termos gerais a situação dos profissionais da construção é análoga à dos profissionais de outros domínios, sendo regida a sua acção pela legislação geral do trabalho.

Para tratar este problema, as fases principais comuns a todos os tipos de construção são agrupadas do seguinte modo:

- 1) Planeamento e projecto
- 2) Programação e execução
- 3) Recepção e utilização

Os interessados em cada uma destas fases variam, verificando-se pois alteração de competências e transferências de responsabilidades. Além das fases anteriores, outras intermédias poderiam ser indentificadas: aprovações, licenciamentos, etc. Prefere-se, no entanto, por comodidade de exposição, considerar somente os três grupos anteriores.

#### 3.2 — *Planeamento e projecto*

Os principais intervenientes nesta fase são o dono da obra e os projectistas.

A entidade “dono da obra” é correntemente designada na literatura anglo-saxónica por “cliente”. Define-se como “dono da obra” a entidade que, sendo detentora dos meios necessários à realização dos trabalhos, contrata com os projectistas a elaboração dos projectos.

Constitui atribuição do dono da obra a definição dos programas em que se devem basear os projectos.

Constitui atribuição dos projectistas a elaboração dos projectos, os quais devem definir o conjunto de obras a realizar. Estes projectos podem ter autorias diferentes por partes da obra, ou segundo os tipos de trabalho. Assim sendo, impõe-se a compatibilidade dos projectos de especialidade de modo a que no seu conjunto constituam um todo harmónico, sem omissões de parte dos trabalhos ou incompatibilidades entre estes.

A necessidade de eliminar estas omissões e incompatibilidades leva a definir a entidade “coordenador de projectos”, cuja atribuição principal é exactamente o relacionamento entre projectistas com os fins mencionados (1).

Nos diferentes países é muito variada a legislação acerca da competência dos projectistas. Compreende-se que a solução corrente estabeleça uma correspondência entre a importância das obras e o nível de formação, especialização, experiência e modos de organização dos projectistas. Assim sendo, para definição legal de competências seria necessário classificar os tipos de obras e graduar a sua importância.

O nosso País é particularmente pobre em legislação deste tipo. Encontra-se em vigor o Decreto-Lei n.º 73/73, de 28 de Fevereiro, que define a qualificação a exigir a técnicos responsáveis pelo projecto de obras sujeitas a licenciamento municipal. O Decreto Regulamentar n.º 31/83, de 18 de Abril, define a qualificação dos técnicos responsáveis pelo projecto de instalações eléctricas.

Encontra-se nomeada e funciona no Conselho Superior de Obras Públicas e Transportes uma comissão encarregada de rever a legislação relativa à competência dos autores dos projectos, em função da sua formação e especialização.

Em muitos países as associações profissionais têm papel de relevo na qualificação dos técnicos. Tal é, por exemplo, o caso no Reino Unido, em que as associações profissionais examinam os pretendentes a obter licença para projectar.

No nosso País, a Ordem dos Engenheiros instituiu a qualificação profissional aos engenheiros. No entanto, o meio técnico nacional foi pouco receptivo a esta qualificação, não tendo sido publicada legislação que a impusesse. Os donos de obras também não têm baseado a escolha de projectistas em função da especialidade conferida pela Ordem dos Engenheiros.

No que se refere a responsabilidades, na fase de projectos, elas são estabelecidas não só por via contratual, mas emergem também dos códigos de ética profissional e da legislação civil e criminal para os aspectos dos respectivos foros.

Nos países tecnicamente mais avançados é corrente que o contrato entre o dono da obra e o projectista estabeleça que este tem de indemnizar aquele pelos prejuízos causados por erros no projecto. Para que as remunerações auferidas pela realização dos projectos possam cobrir as responsabilidades inerentes ao pagamento destes prejuízos, os projectistas são levados a efectuar o seguro da sua actividade.

As responsabilidades deontológicas são normalmente discriminadas em códigos de ética profissional relativos à actuação como projectista ou como consultor. Este aspecto é tratado no capítulo 7.

### 3.3 — *Programação e execução*

Os principais intervenientes na fase de execução são o dono da obra, as entidades construtoras e os fornecedores de materiais e componentes para a construção.

Os documentos que regulam a execução dos trabalhos são designados por cadernos de encargos. Os cadernos de encargos definem as obrigações do dono da obra, dos construtores e dos fornecedores de materiais e componentes.

Quando os trabalhos são executados por empreitada e as empreitadas envolvem vários empreiteiros interessa identificar a entidade coordenadora que se designa por “direcção da obra”

A tendência actual consiste em criar a entidade “director de empreendimento” que actua como delegado do dono da obra, tanto na fase de projecto como de construção (1). Compete, em especial, ao director do empreendimento, cuidar da programação dos trabalhos, em colaboração com os diferentes empreiteiros e coordenar a sua acção. Dentre as atribuições do director do empreendimento cabe também a fiscalização do modo como são executados os trabalhos.

Note-se, no entanto, que a acção verificadora ou de fiscalização não é unicamente exercida pelo director do empreendimento. O construtor deve exercer acção de verificação e a mesma também compete às autoridades que têm jurisdição sobre a obra: municípios e/ou administração regional ou central.

Em Portugal existe tradicionalmente a figura de “técnico responsável”, cujas atribuições são fixadas em relação às obras sujeitas ao licenciamento municipal pelo Decreto-Lei n.º 166/70, de 15 de Abril.

Afigura-se inconveniente o uso da qualificação de responsável para designar os autores dos projectos (técnicos responsáveis pelos projectos) e os directores das obras. Todos os intervenientes no acto de construir são “responsáveis” em função das atribuições que lhes estão cometidas.

As actividades de programação e fiscalização são por vezes atribuídas a organizações especializadas que exercem essas actividades por mandato do dono da obra. Em países como, por exemplo, a França e a Bélgica, a expansão das empresas fiscalizadoras resulta da obrigatoriedade do seguro das obras. As companhias de seguros somente praticam seguros com condições aceitáveis, desde que o projecto e a execução sejam verificadas por empresas especializadas da sua confiança.

### 3.4 — *Recepção e utilização*

Os principais intervenientes nesta fase são: o dono da obra, as entidades construtoras e os utilizadores.

Normalmente a recepção das obras é efectuada em duas etapas: recepção provisória e recepção definitiva. Os cadernos de encargos estipulam o “modus faciendi” da recepção. O caderno de encargos tipo aprovado pela portaria n.º 385/76, de 25 de Junho, refere as obrigações do empreiteiro durante o prazo de garantia e, nos casos correntes, fixa este prazo em um ano contado a partir da data da recepção provisória.

No decorrer deste prazo o empreiteiro é obrigado a fazer, imediatamente e à sua custa, as substituições de materiais ou equipamentos e a executar todos os trabalhos de reparação que sejam indispensáveis para assegurar a perfeição e o uso normal da obra nas condições previstas.

Para que o utilizador explore a construção dentro das condições previstas, deveria ser informado de quais são essas condições. Infelizmente tal não constitui prática corrente. Assim ficam mal definidas as suas responsabilidades e sobretudo a partilha destas com o dono da obra.

#### 4. NORMALIZAÇÃO, CERTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE MATERIAIS E PROCESSOS DE CONSTRUÇÃO. REGULAMENTAÇÃO. HOMOLOGAÇÃO.

##### 4.1 — *Introdução*

A norma portuguesa NP – 1620 (1971) indica os termos fundamentais e as respectivas definições, relativas à normalização e certificação. Trata-se da adaptação de uma norma ISO sobre a mesma matéria.

Indicam-se alguns termos e definições contidas nesta norma.

— *Especificação técnica* — Documento que estabelece as características dum produto ou de um serviço, tais como, os níveis de qualidade e padrão de comportamento, a segurança e as dimensões. Este tipo de documento pode também, ou apenas, estabelecer terminologia, simbologia, ensaios a realizar e técnica de ensaio e prescrições relativas à embalagem, marcação e rotulagem. Uma especificação técnica pode também tomar a forma de código de boa prática.

— *Norma* — Especificação técnica ou outro documento do domínio público preparado com a colaboração, o consenso ou a aprovação geral de todas as partes interessadas, baseado em resultados conjugados da ciência, da tecnologia e da experiência, visando a optimização de benefícios para a comunidade no seu conjunto, e aprovado por um organismo para tal juridicamente qualificado a nível nacional, regional ou internacional.

— *Código de boa prática* — Documento que descreve as práticas recomendadas em matéria de projecto, produção, instalação, manutenção e utilização dos equipamentos, das instalações, das construções ou dos produtos.

— *Regulamento* — Documento de carácter obrigatório que contém disposições legislativas, regulamentares ou administrativas e que é adoptado e publicado por um órgão legalmente investido dos necessários poderes.

— *Certificado de conformidade* — Acção de verificar, através de um certificado de conformidade ou de uma marca de conformidade, que um produto ou serviço está em conformidade com determinadas normas ou especificações técnicas.

Interessa ainda referir dois conceitos, não incluídos na referida norma, mas relevantes para a matéria a tratar.

— *Homologação* — Acção pela qual se certifica que um material ou processo de construção, em geral não tradicional, pode ser usado na construção. O documento de homologação especifica as condições de uso.

— *Caracterização* — Documento que indica as características, e em geral as condições de uso, dum material ou processo de construção.

A normalização em Portugal data de 1952 e conduziu, nos últimos trinta anos, à produção de cerca de 2000 normas nacionais (24).

Em 1983 foi publicado o Decreto-Lei n.º 165/83, de 27 de Abril, que organizou o sistema nacional de gestão de qualidade. Este sistema, apoiado na Direcção-Geral da Qualidade do Ministério da Indústria e Energia, compreende como principais instrumentos: a normalização e regulamentação técnica, a metrologia, a qualificação e, ainda, a informação e formação.

O sistema instituído, em implementação, integra-se na conceptualização geral da garantia da qualidade.

#### 4.2 — *Actividade Internacional de Regulamentação da Construção*

A diversidade dos organismos internacionais e regionais que se ocupam de forma mais ou menos directa com os problemas de regulamentação da construção torna difícil obter uma visão de conjunto da acção que exercem.

Por outro lado, são imprecisos os campos a tratar, pois que sob a designação de construção se engloba uma multiplicidade de infra-estruturas que apoiam actividades muito variadas, tais como, habitar, produzir e transportar. As considerações que seguem referem-se, sobretudo, à construção de edifícios e obras análogas, se bem que possam também ser generalizadas a obras de outros tipos: pontes, barragens, etc.

Os organismos internacionais cujas actividades se referem são:

- 1) — United Nations — Economic and Social Council — Economic Commission for Europe (ECE).
- 2) — International Organization for Standardization (ISO).
- 3) — Comité Européen de Normalisation (CEN).
- 4) — European Communities (EC).
- 5) — Council for Mutual Economic Assistance (CMEA).
- 6) — Nordic Committee on Building Regulations (NKB).
- 7) — Conseil International du Bâtiment (CIB).
- 8) — Comité Euro-International du Béton (CEB).
- 9) — Fédération Internationale de la Précontrainte (FIP).
- 10) — Convention Européenne pour la Construction Métallique (CECM).
- 11) — Réunion Internationale des Laboratoires d'Essais et de Recherches sur les Matériaux et les Constructions (RILEM).

Em linhas muito gerais as principais actividades destes organismos internacionais ligadas à Regulamentação técnica são as seguintes.

#### 4.2.1 — *United Nations – Economic and Social Council* — *Economic Commission for Europe (ECE)*

Este organismo, com sede em Genève, tem procurado contribuir, por intermédio do “Committee on Housing, Building and Planning”, para a harmonização do conteúdo técnico dos regulamentos de construção. Entre outros objectivos, procura assim obviar aos obstáculos técnicos ao comércio internacional na indústria da construção.

O programa de actividade da ECE compreende:

- i) Medidas para assegurar a troca de informação relativa à regulamentação na construção;
- ii) Medidas para verificar os princípios em que se fundamentam os regulamentos;
- iii) Medidas para uniformizar as exigências relativas à aprovação e controle de qualidade dos componentes da construção;
- iv) Medidas para harmonizar o conteúdo técnico dos regulamentos de construção.

Com vista a atingir estes objectivos, diversos organismos internacionais e países participantes são encarregados de produzir projectos especializados. O programa de trabalhos em curso compreende: repertório de regulamentos dos países participantes, catálogos de sistemas de construção, definição de exigências funcionais, vocabulários técnicos, regras de aprovação e controle de qualidade com vista ao comércio internacional, exigências estruturais e de protecção contra o fogo, etc.

#### 4.2.2 — *International Organization for Standardization (ISO)*

O objectivo fundamental da ISO é a produção de normas internacionais em todos os campos de actividade humana. As normas no domínio das estruturas são fundamentalmente estudadas sob a orientação da Direcção Técnica 3 do Secretariado Geral de Genève, pelos seguintes comités técnicos:

- ISO/TC/17 – Aço e construção metálica.
- ISO/TC/59 – Construção de edifícios.
- ISO/TC/71 – Betão e construções de betão.
- ISO/TC/98 – Bases para a concepção de estruturas.

Se bem que a actividade destes comités se desenvolva há já vários anos, o número de documentos publicados é relativamente restrito. Por outro lado, atendendo ao âmbito mundial da organização, só chegam a ser aprovados documentos de índole muito geral, por vezes pobres de conteúdo.

Falta também à ISO uma política geral comum aos diferentes grupos de trabalho no que se refere a princípios fundamentais e, em particular, em relação aos conceitos de segurança estrutural. O comité ISO/TC/98, ao elaborar a norma ISO 2394 “Princípios gerais para verificar a segurança das obras”, tomou como base para seu trabalho as recomendações publicadas pelo Comité Conjunto de Segurança Estrutural.

#### 4.2.3 — *Comité Européen de Normalisation (CEN)*

Pertencem ao CEN os países do “Mercado Comum” e da “EFTA”. Constitui objectivo desta organização a publicação de normas europeias as quais são obrigatórias, e devem forçosamente ser transformadas em normas nacionais, em todos os países que as tenham aprovado. Aliás, está em estudo uma modificação de estatutos segundo a qual as normas europeias viriam a ser obrigatórias em todos os países aderentes, independentemente de as terem aprovado ou não.

A actividade da CEN no domínio da construção é relativamente reduzida. A dificuldade de elaboração das normas da CEN resulta do seu carácter de obrigatoriedade. Sucede também que a convenção entre a CEN e a ISO relativa à aprovação recíproca de normas não é bem clara e levanta dificuldades práticas, o que tem contribuído para uma indefinição de situações.

#### 4.2.4 — *European Communities (EC)*

Esta organização com sede em Bruxelas agrega os países do “Mercado Comum”. A sua Direcção-Geral III “Affaires Industrielles et Technologiques” está procurando alcançar a abolição das barreiras à livre troca de produtos e, conseqüentemente, interessada no estabelecimento da regulamentação europeia unificada.

Como se referiu no Capítulo 1, encontra-se em fase de inquérito um conjunto de regulamentos cobrindo os princípios de segurança estrutural e betão armado, as estruturas metálicas, as estruturas mistas, as acções sísmicas, etc., designadas por Eurocodes.

Para esta sua actividade tem-se baseado nos trabalhos de organismos internacionais especializados e, nomeadamente, o CEB, a FIP, a CECM, o CIB e a RILEM.

#### 4.2.5 — *Council for Mutual Economic Assistance (CMEA)*

Este conselho, por vezes também designado pela abreviatura de COMECON, agrega os países do leste da Europa. Tem tido actividade intensa no domínio dos regulamentos de estruturas. Encontram-se publicadas várias normas, nomeadamente no que se refere à definição de solicitações e a cálculo de estruturas de betão.

#### 4.2.6 — *Nordic Committee for Building (NKB)*

Esta comissão é de constituição relativamente recente e integra os países do norte da Europa (Dinamarca, Finlândia, Noruega e Suécia). Encontram-se elaborados regulamentos relativos à definição de solicitações e regras de verificação de segurança.

#### 4.2.7 — *Conseil International du Bâtiment (CIB)*

O conselho é composto por cerca de três dezenas de comités técnicos que se dedicam aos vários problemas da construção.

No campo das estruturas merecem especial referência as comissões relativas ao fogo (W14), madeiras (W18) e paredes (W23).

#### 4.2.8 — *Comité Euro-international du Béton (CEB)*

O CEB tem desempenhado um papel de relevo na regulamentação técnica no domínio do betão estrutural. A primeira edição das recomendações internacionais foi publicada em 1964, a segunda em 1970 e a terceira em 1978. A última edição inclui princípios unificados para o projecto de estruturas e regras de dimensionamento de estruturas de betão armado e pré-esforçado.

Os objectivos fundamentais do CEB têm consistido em pôr ao serviço da técnica os progressos alcançados nos domínios de que se ocupa. Tal é conseguido mediante a actividade de cerca de dezena e meia de comissões técnicas. Estas comissões têm como encargos a elaboração de recomendações nos domínios respectivos e, bem assim, de manuais de aplicação os quais justificam e implementam as recomendações.

Em ligação com as comissões do CEB, têm sido criadas comissões inter-associações nomeadamente relativas ao controle de qualidade e aos conceitos de segurança. Esta última “Joint-Committee on Structural Safety CEB-CECM-CIB-FIP-IABSE-RILEM”<sup>(+)</sup> tem como objectivo o progresso dos conceitos básicos da segurança e a definição aperfeiçoada das solicitações (1).

#### 4.2.9 — *Fédération Internationale de la Précontrainte (FIP)*

Esta associação internacional ocupa-se do pré-esforçado como técnica construtiva. A sua actividade consiste principalmente na organização de congressos internacionais, de quatro em quatro anos. Dispõe também de comissões especializadas que elaboram códigos de boa prática relativo a materiais utilizados em pré-esforçado e a técnicas construtivas.

---

<sup>(+)</sup> IABSE – International Association for Bridge and Structural Engineering.

A colaboração técnica existente entre o CEB e a FIP fez com que as recomendações de 1970 e 1978 anteriormente referidas fossem apresentadas como recomendações conjuntas CEB-FIP.

#### 4.2.10 — *Convention Européenne pour la Construction Métallique (CECM)*

Trata-se duma associação internacional que, conforme o seu nome indica, se ocupa da construção metálica. Funciona também por comissões especializadas e tem como objectivo, entre outros, a elaboração de recomendações para o objectivo e a construção de estruturas de aço.

#### 4.2.11 — *Réunion Internationale des Laboratoires d'Essais et de Recherches sur les Matériaux et les Constructions (RILEM)*

Constitui principal objectivo desta associação a elaboração de especificações de ensaio para os materiais e para as construções.

À lista anterior de organismos internacionais haveria ainda que acrescentar algumas outras associações as quais, se bem que centradas num país, exercem actividade regional ou mesmo internacional. Tal é por exemplo o caso do American Concrete Institute (ACI) o qual desempenha papel importante no domínio do betão armado.

### 4.3 — *Regulamentação da Construção a Nível de Países*

Os modos segundo os quais se processa a elaboração, discussão e aprovação da regulamentação técnica nos diferentes países são muito variados. No entanto, existem fundamentalmente três tendências principais de apresentação da regulamentação: i) sob a forma de normas, tendo papel activo os organismos normalizadores; ii) sob a forma de regulamentos, tendo papel activo comissões ou organismos estatais e; iii) sob a forma de recomendações, tendo papel activo associações técnicas.

A primeira forma de proceder é principalmente seguida na Alemanha, Áustria, Brasil, Dinamarca, Grã-Bretanha, etc. A segunda, por exemplo, na França, Itália, Portugal e União Soviética. A terceira nos Estados Unidos. Note-se que nos Estados Unidos coexistem prescrições regulamentares de várias proveniências: organismos normalizadores, associações técnicas (como por exemplo o ACI), governos federal e estaduais, e municípios.

A diversidade de constituição dos órgãos que elaboram os regulamentos reflecte-se numa variedade de conceitos e consequentemente de regras de projecto e execução. Esta variedade está em franca oposição com a unicidade desejada pelos organismos internacionais.

Unificar os regulamentos técnicos é tarefa difícil, muitas vezes prejudicada por nacionalismos, por atitudes rotineiras e sobretudo por falta de formação e informação.

Por outro lado, pretende-se que os regulamentos, sem cercearem as capacidades de concepção e de inovações individuais, sedimentem de forma directamente acessível os conhecimentos disponíveis. A multiplicidade dos problemas técnicos e o esforço teórico e experimental necessário ao aprofundamento de cada um deles fazem com que não seja possível ao nível nacional, mesmo nos países de maior dimensão, reunir o conjunto de especialistas capazes de fazerem a síntese de conhecimentos para a elaboração de regulamentos técnicos. Este objectivo somente pode ser atingido por via de colaboração internacional. Por outro lado, apesar das facilidades de deslocação, é extremamente difícil reunir em assembleias únicas todos os especialistas mundiais. A forma de trabalhar que se tem mostrado eficiente consiste em criar organismos cobrindo grandes regiões, em geral continentes, e interligar esses organismos por observadores.

A colaboração dos diferentes países na regulamentação deve efectuar-se sobretudo por colaboração técnica nas comissões de base e não pela apreciação, na fase final, dos documentos elaborados por essas comissões. Evidentemente que as recomendações internacionais devem sempre deixar capacidade de manobra que permita adequá-las às condições específicas de cada país. As discussões a nível nacional devem debater essa adequação.

Em Portugal, o LNEC tem desempenhado importante papel na elaboração de documentos normativos relativos à construção. Uma síntese dessa acção, visando sobretudo a produção e certificação dos materiais de construção, é apresentada por Afonso Fernandes (25).

#### 4.4 — *Homologação Técnica*

No que se refere à homologação técnica em Portugal tem sido praticada ao abrigo do Artigo 17.º do Regulamento Geral de Edificações Urbanas (Decreto-Lei n.º 38 382, de 7 de Agosto de 1951). Este artigo indica que a aplicação de novos materiais ou processos de construção para os quais não existam especificações oficiais nem suficiente prática de utilização será condicionada ao prévio parecer do Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

No período de 1974 a 1983 o LNEC concedeu homologação a 6 sistemas de construção, 83 tipos de pavimentos pré-fabricados, 1 sistema de paredes divisórias, 4 tipos de telhas de betão, 3 sistemas de revestimento de paredes, 4 de revestimento de pisos, 17 tipos de tubos de plástico para canalização de água, 5 tipos de ligadores para madeira, e 4 produtos e preservadores de madeiras (26).

Toda a acção de homologação técnica tem sido exercida em íntima ligação com a Union Européenne pour l'Agrément Technique dans la Construction, UEATc.

## 5. CONTROLE DE QUALIDADE

### 5.1 — *Tipos de controle*

O programa de garantia de qualidade deve especificar quais os tipos de controle a executar nas diferentes fases do projecto e da construção (ver capítulo 1).

Há que distinguir dois tipos principais de controle de qualidade:

O controle de produção, CP, exercido por agentes ou mandatários da entidade produtora.

O controle de conformidade, CC, exercido por agentes ou mandatários de quem recebe o produto (em geral o dono da obra).

A eficiência do controle depende da forma pela qual ele é praticado, nomeadamente:

- do grau de independência de quem efectua o controle em relação à entidade controlada.
- do tipo e intensidade com que é exercido.
- dos critérios de aceitação e rejeição utilizados.

Ao definir o tipo e intensidade do controle há que ponderar o seu custo, e julgá-lo face aos benefícios que se espera colher da sua realização.

Em (27) apresenta-se uma síntese da situação relativa ao controle de construções de betão na Alemanha, Espanha, França, Holanda e Reino Unido, indicando os tipos de controle correntemente praticados para os diferentes materiais (cimento, agregados, armaduras ordinárias e de pré-esforçado, adjuvantes, betão preparado), para a execução (*in situ* e pré-fabricação), para o projecto, planeamento e conservação. Consideram-se 4 situações: nenhum controle de qualidade, (NCQ), controle de conformidade, (CC), controle de conformidade ou controle de produção (CC ou CP) e controle de conformidade e controle de produção (CC e CP). Julgando globalmente a situação em Portugal, verifica-se que a situação nacional é próxima da situação em Espanha e muito diferente das situações em França e na Alemanha.

### 5.2 — *Aspectos estatísticos*

A definição e planos de amostragem e de critérios de aceitação-rejeição devem basear-se em conceitos estatísticos claros.

Um dos problemas principais é o do controle estatístico duma produção. Definida uma propriedade, por exemplo a resistência mecânica, os regulamentos de construção baseiam-se na hipótese de que a produção tem uma variabilidade tal que a probabilidade de um provete extraído dessa produção não atingir um dado valor, valor característico,  $f_k$ , é de  $x\%$ , por exemplo  $5\%$ .

Para tomar decisões acerca de aceitação ou rejeição dum lote de que se colheram  $n$  amostras, há que definir um plano de actuação que consiste em (28):

- ensaiar as amostras, o que conduz à obtenção de  $n$  valores,  $x_1 \dots x_n$
- calcular uma variável de decisão  $Z = f(x_1 \dots x_n)$
- aceitar ou rejeitar o lote em função do valor assumido por essa variável de decisão comparada com o valor  $f_k$  especificado (valor característico).

Para julgar a adequação do critério de decisão, interessa constituir, a partir da variável da decisão, a função potência (operation characteristic, O – C) a qual indica a probabilidade de o lote ser aceite (ou rejeitado) em função da percentagem real de defeituosos de amostra.

A função potência permite calcular a probabilidade de aceitação para toda a gama de valores de percentagem real de defeituosos, Fig. 5.1.

Supondo que os valores  $x_i$  têm distribuição normal, a definição da função potência é feita nas duas hipóteses seguintes:

- i) O desvio padrão é conhecido e tem o valor  $\sigma$ .
- ii) O desvio padrão é desconhecido, sendo estimado pela expressão

$$s_n = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x}_n)^2}{n - 1}} \dots \dots \dots (5.1)$$

As formas correntes de função decisória, nos dois casos anteriormente identificados é a seguinte:

$$Z(x) = \bar{x}_n - \lambda \sigma \dots \dots \dots (5.2)$$

para o caso de o desvio padrão ser conhecido, e

$$Z(x) = \bar{x}_n - \lambda' s_n \dots \dots \dots (5.3)$$

para o caso de desvio padrão ser estimado pela expressão (5.1).

$\lambda$  e  $\lambda'$  são valores numéricos que em conjunto com  $n$  permitem obter a curva característica.

A posição assumida por quem produz e por quem aceita baseia-se nas probabilidades definidas pela curva característica em diferentes regiões. Assim o produtor está interessado em que os lotes que produz sendo de qualidade específica só sejam rejeitados com uma probabilidade pequena. Quem recebe está interessado em que, no caso de o produto ser de qualidade insatisfatória, o lote seja rejeitado com probabilidade muito elevada (só seja aceite com probabilidade muito baixa). A curva característica ideal seria uma recta vertical como se indica na Fig. 5.1.

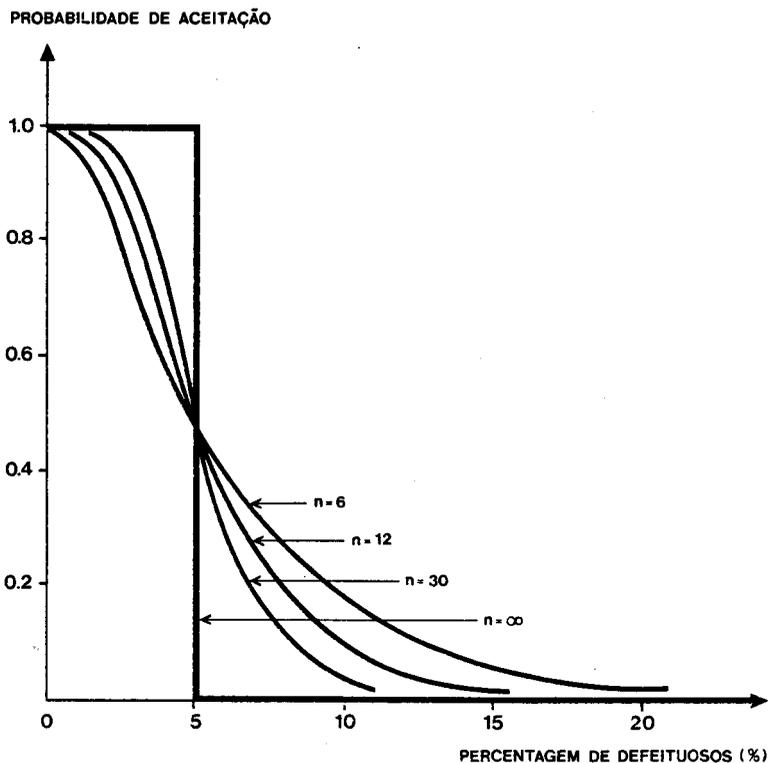


Fig. 5.1 = Probabilidades de aceitação em função da percentagem real de defeituosos.

Para uma regra de decisão do tipo:

- a) se  $Z = \bar{x} - \lambda\sigma \geq f_k$ , aceita o lote,
- b) se  $Z = \bar{x} - \lambda\sigma < f_k$ , rejeita o lote.

correspondente ao ensaio de  $n$  amostras, verifica-se que quando  $n$  aumenta, mantendo-se o valor de  $\lambda$ , aumenta a pendente da linha característica. Se se mantiver o valor de  $n$  e se se aumentar  $\lambda$ , a linha característica sofre uma translação para a direita. Esta translação corresponde a aumentar a probabilidade de aceitação para a mesma percentagem de defeituosos, Fig. 5.2

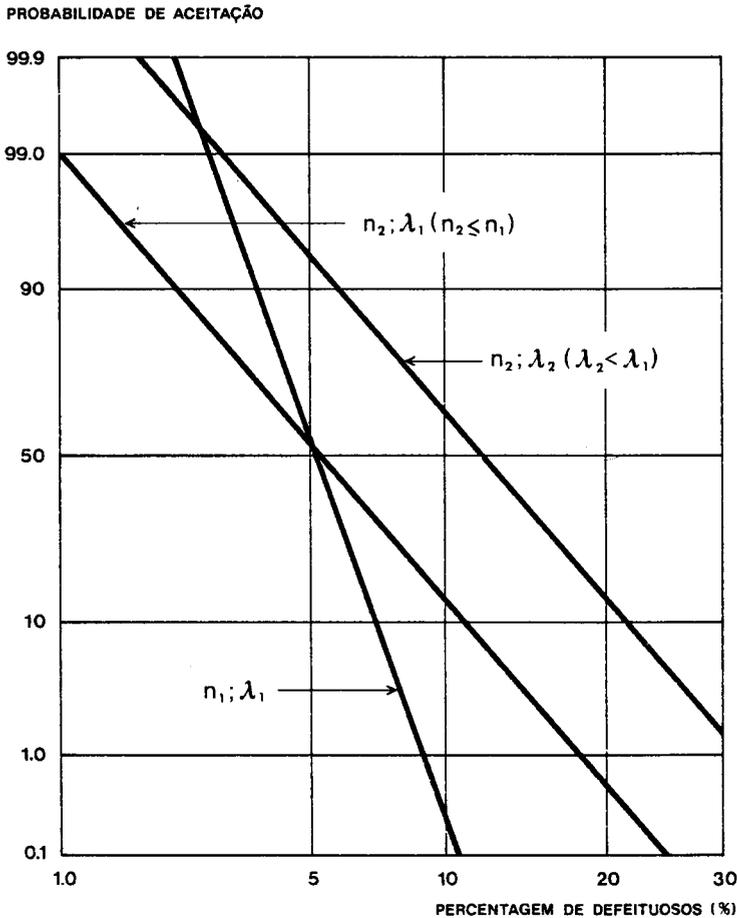


Fig. 5.2 = Influência de variações de  $\lambda_n$  na probabilidade de aceitação.

As funções decisórias 5.2) e 5.3) correspondem às regras de decisões seguintes:

- i) se  $Z = \bar{x} - \lambda\sigma \geq f_k$ , o lote é aceite  
se  $Z = \bar{x} - \lambda\sigma < f_k$ , o lote é rejeitado
  - ii) se  $Z = \bar{x} - \lambda's_n \geq f_k$ , o lote é aceite  
se  $Z = \bar{x} - \lambda's_n < f_k$ , o lote é rejeitado,
- em que  $f_k$  é a tensão característica.

Na Fig. 5.2 indica-se a influência nas funções potência de variações de  $\lambda$  e de  $n$ . Assim, considerando o ensaio de  $n$  amostras, a pendente da linha característica, representativa da função potência, aumenta sempre que  $n$  aumenta, mantendo-se o valor de  $\lambda$ . Se se mantiver o valor de  $n$  e se  $\lambda$  aumentar, a linha característica sofre uma translação para a direita. Esta translação corresponde a aumentar a probabilidade de aceitação para uma mesma percentagem de defeituosos. Nota-se que na Fig. 5.2 as linhas características são representadas por rectas. Tal resulta da hipótese da variável  $x_i$  ter distribuição normal e do facto de se terem usado, tanto em abcissas como em ordenadas, escalas também normais.

Qualquer que seja a função de decisão, mesmo aumentando muito o número de ensaios, haverá sempre uma probabilidade, se bem que pequena, de rejeitar lotes em que a percentagem de defeituosos é inferior à especificada. Do mesmo modo, haverá probabilidade pequena, mas não desprezível, de aceitar lotes com percentagem de defeituosos superior à fixada.

A definição do número de amostras a ensaiar é fundamentalmente um problema económico. A linha característica relativa à regra de decisão fornece um esclarecimento útil para a solução do problema global, o qual envolve a escolha da regra de decisão e dos valores  $\lambda$  e  $n$ .

A dedução da expressão analítica é obtida formulando o problema anterior como um problema de ensaio de hipóteses, corrente em estatística (29). O ensaio de recepção pode considerar-se como um ensaio em que se compara a hipótese  $H_1$ : o lote é normal, com a hipótese  $H_2$ : o lote é deficiente. O risco do consumidor é medido por  $\alpha$ , probabilidade de se concluir por  $H_1$  (o lote é normal) sendo verdadeira  $H_2$  (o lote é deficiente). O risco do produtor é medido por  $\beta$ , probabilidade de se concluir  $H_2$  (o lote é deficiente), sendo verdadeira  $H_1$  (o lote é normal).

A função potência, permitindo relacionar a percentagem efectiva de deficientes no lote com a percentagem de lotes aceites (ou rejeitados) contém todo o significado estatístico do ensaio.

Apresenta-se em (30) a dedução da expressão analítica de função potência, nas hipóteses de ser conhecido o desvio padrão  $\sigma$  e de este ser estimado a partir dos valores individuais da própria amostra.

## 6. ÉTICA EM ENGENHARIA. CÓDIGOS PROFISSIONAIS DE ÉTICA

### 6.1 — *Introdução*

A discussão das regras que servem de guia a decisões em problemas de engenharia conduz à procura de motivações dessas decisões mais aprofundadas do que os simples critérios económicos ou utilitaristas (31).

De facto, como se verá, a optimização da relação custo/benefício, ou mesmo da utilidade ou da felicidade (32), não deverá ser tomada como objectivo último e permanente das sociedades humanas (33).

Os imperativos de justiça, expressos sob forma de ética, devem sobrepor-se e condicionar as formulações utilitaristas. Evidentemente que não existe uma ética da engenharia, como matéria destacável das formulações éticas gerais; existe, no entanto, a premente necessidade de considerar as motivações éticas na formulação e resolução dos problemas que à primeira vista se afiguram como puramente técnicos e/ou económicos.

### 6.2 — *A motivação económica*

As decisões relativas ao acto de construir baseiam-se correntemente em considerações económicas, dentre as quais ressalta a formulação de custos/benefícios. Assim, definido um problema e identificadas as diferentes soluções alternativas, estimam-se os custos e os benefícios que lhes correspondem, e elege-se como solução aquela alternativa para a qual a diferença (ou a relação) entre benefícios e custos toma valores máximos. Efectua-se assim uma optimização em termos económicos.

Esta regra de enunciado simples merece múltiplos comentários e apresenta numerosas dificuldades.

De facto, os custos e os benefícios distribuem-se ao longo do tempo. Pretendendo-se operar sobre custos e benefícios relativos a diferentes datas, torna-se indispensável convertê-los a uma data comum, em geral a data de início do empreendimento. Esta conversão é efectuada mediante um factor correctivo — factor de actualização —, em princípio constante, mas que poderá também ser tomado variável no tempo. Note-se que este factor de actualização deve ser aplicado a valores monetários estáveis ou corrigidos dos efeitos de inflação.

Nos casos usuais, para estimar adequadamente custos e benefícios é necessário recorrer a idealizações probabilísticas. De facto, os custos e os benefícios raramente podem ser assumidos como grandezas determinísticas. A optimização custo/benefício baseia-se normalmente em valores esperados obtidos, para acontecimentos independentes, somando os produtos das diferenças entre os benefícios e os custos que lhes correspondem.

O critério anterior, formulado em termos monetários, pode ser aperfeiçoado mediante a introdução do conceito de utilidade, o qual permite racionalizar as escolhas de acordo com uma escala de preferências. A introdução do conceito de utilidade permite idealizar comportamentos envolvendo, por exemplo, a escolha da decisão de participar num jogo aleatório no qual o valor esperado do ganho seja inferior ao valor correspondente à escolha de não jogar.

Uma das mais importantes dificuldades de aplicação dos critérios anteriores resulta do facto de ser difícil estimar todas as consequências duma dada decisão, e ponderá-las em termos de custo e benefício. Aspectos correntemente designados como intangíveis, contrapõem-se à simples formulação em termos económicos.

Classificam-se de intangíveis aspectos de fruição dos bens básicos da vida que o acto de construir pode alterar. Não existe uma fronteira nítida entre tangíveis, expressos em valores monetários correntes, e intangíveis. Assim um dos modos de solucionar o problema de não consideração dos intangíveis, numa análise custo/benefício, consiste exactamente em atribuir-lhes valor monetário (34).

Esta solução é contrariada pelos casos em que as consequências da decisão têm aspectos puramente éticos, os quais não podem ser medidos pela atribuição de valores económicos.

Fica-se pois perante o dilema: ou alargar o âmbito de aplicação dos esquemas económicos, ou efectuar análises separadas dos aspectos económicos e éticos. Qualquer destas soluções é preferível à de simples omissão da consideração dos intangíveis.

Em íntima ligação com a dificuldade anterior, surge o problema mais geral de custos e benefícios não serem atribuídos a uma única entidade, individual ou colectiva, mas serem suportados e distribuídos por diferentes entidades. Levantam-se assim problemas de justiça distributiva, que podem envolver controversos aspectos sociais e políticos.

Uma dada realização, ou em termos mais gerais qualquer decisão, conduzirá a benefícios para determinados indivíduos ou grupos sociais e poderá aumentar os riscos a que outros indivíduos ou grupos vão ficar sujeitos. A distribuição equitativa dos riscos e dos benefícios deverá estar incluída numa análise generalizada dos problemas.

Meseguer (35) introduz o conceito de adequação ao ambiente como modo de considerar os interesses de todos aqueles que são afectados por uma dada realização. Propõe-se assim alargar as exigências humanas, coerentemente formuladas em relação aos utilizadores da construção, pela extensão de exigências relativas tanto a utilizadores (incluindo o dono da obra caso ele não seja utilizador directo), como a não utilizadores, ou à comunidade em geral, se esta puder vir a ser afectada pela realização. Apesar de todo o seu interesse, o conceito de adequação ao ambiente afigura-se de amplidão insuficiente para tratar com generalidade o problema dos intangíveis. Formulações satisfatórias têm de ser obtidas pela implementação de princípios éticos (36).

Conclui-se assim que a consideração explícita de aspectos éticos deve combinar-se com a utilização das técnicas de optimização, baseadas nos conceitos de custo e benefício.

### 6.3 — *Leis naturais e justiça*

Sem pretender debater problemas filosóficos de base, considera-se útil apresentar algumas reflexões acerca dos objectivos fundamentais das sociedades humanas.

Pretende-se extrair, destas reflexões, regras de conduta que orientem na escolha das soluções adequadas dos vários tipos de problemas, nomeadamente, os problemas correntemente designados por técnicos.

Como se disse, nas teorias utilitaristas procura-se maximizar o valor esperado global da soma das utilidades. Esta maximização da utilidade, ou da felicidade, não deverá constituir o único objectivo das sociedades humanas.

Segundo Finnis (37), esses objectivos devem ser múltiplos e encontrar-se na participação nas diferentes formas do bem, segundo os seguintes aspectos que assumem os seus valores básicos; “vida”, “conhecimento”, “diversão”, “experiência estética”, “amizade”, “senso prático” e “religião”. Todos os restantes valores das leis naturais se podem obter por associação destes valores básicos. De acordo com esta concepção perde sentido procurar que a linha da vida seja guiada por um único dos valores mencionados.

A realização dos objectivos das leis naturais deve submeter-se ao imperativo fundamental da justiça. Segundo Rawls (38) a teorização da justiça conduz a dois princípios fundamentais.

O primeiro princípio, de “máxima liberdade igual”, afirma que cada um deve usufruir igual direito à mais ampla liberdade básica, compatível com análoga liberdade da parte dos outros.

O segundo princípio, de “justa igualdade de oportunidade”, afirma que as desigualdades sociais e económicas devem ser limitadas de modo a que: a) seja razoavelmente de esperar que todos beneficiem da justa igualdade de oportunidade, e b) que as diferentes posições e ocupações estejam abertas a todos.

Rawls apresenta, em alternativa a este segundo princípio, o princípio das diferenças, o qual visa reduzir as diferenças, na distribuição da riqueza, beneficiando os mais desfavorecidos.

A ligação entre os princípios de justiça e as concepções sociais e políticas é muito directa. Os princípios de justiça pretendem, contudo, ter âmbito mais largo e assim alcançar uma aceitação mais generalizada do que a de cada uma das diferentes concepções políticas.

Os precursores da explicitação dos conceitos de justiça, dentro do pensamento do Ocidente, são principalmente Aristóteles e S. Tomás de Aquino. Numerosos filósofos modernos têm-se ocupado do esclarecimento desses conceitos. Este esclarecimento conduz à classificação dos problemas de justiça em duas categorias: justiça distributiva e justiça comutativa. Fundamentalmente, a primeira categoria refere-se à partilha de bens; a segunda categoria trata das relações entre pessoas, individuais ou colectivas. Esta classificação reflecte-se, de certo modo, nos problemas que vão ser abordados. Assim os aspectos de ética nos empreendimentos vão dizer respeito, sobretudo, a justiça distributiva enquanto os problemas de ética no comportamento profissional dirão sobretudo respeito a justiça comutativa.

#### 6.4 — *Códigos profissionais de ética*

São numerosas as associações profissionais de engenheiros que dispõem de códigos deontológicos. As considerações que se seguem baseiam-se fundamentalmente no Código de Ética da Associação Americana dos Engenheiros Civis, ASCE (38) e no Código Deontológico da Ordem dos Engenheiros, O.E., (39).

O código da ASCE está organizado em princípios fundamentais, canones e directrizes.

Os princípios fundamentais são os seguintes:

Os engenheiros devem sustentar e promover a integridade, honra e dignidade da profissão de engenheiro:

- 1) usando o seu saber e competência para o progresso do bem estar da humanidade;
- 2) sendo honestos e imparciais e servindo fielmente o público, os seus empregadores e clientes;
- 3) esforçando-se por aumentar a competência e prestígio da profissão de engenheiro, e
- 4) apoiando as associações profissionais e técnicas nos seus domínios.

O canon 1 afirma:

“Os engenheiros deverão considerar acima de tudo a segurança, a saúde e o bem estar das populações aquando do desempenho das suas obrigações profissionais”.

As directrizes relativas a este canon são as seguintes:

- a) Os engenheiros deverão reconhecer que a vida, a segurança, a saúde e o bem estar do público dependem do julgamento técnico, das decisões e das aplicações relativas a estruturas, máquinas, produtos, processos e dispositivos.
- b) Os engenheiros somente devem aprovar ou subscrever os documentos de projecto de sua autoria, ou por eles revistos, que sejam considerados seguros para a saúde e bem estar do público, de acordo com regulamentos e normas geralmente aceites.

- c) Os engenheiros cuja actuação profissional seja prejudicada pondo em perigo a segurança, saúde e bem estar do público deverão informar os seus clientes ou empregadores das consequências previsíveis.
- d) Os engenheiros que saibam, ou tenham razão para supor, que uma pessoa ou empresa actua em violação do especificado no canon 1 devem transmitir essa informação à autoridade competente, por escrito, e deverão colaborar com essa autoridade, fornecendo-lhe a necessária informação complementar ou assistência.
- e) Os engenheiros devem procurar oportunidades para serem úteis à sociedade e devem contribuir para o progresso da segurança, saúde e bem estar das comunidades em que se integram.

Os canones 2 a 7 afirmam:

- 2 – “Os engenheiros somente devem actuar dentro dos domínios da sua competência.
- 3 – Os engenheiros somente devem prestar declarações públicas objectivas e fiéis.
- 4 – Os engenheiros devem proceder profissionalmente em relação aos seus clientes ou empregadores como agentes ou delegados fiáveis, evitando conflitos de interesses.
- 5 – Os engenheiros devem construir a sua reputação profissional com base no mérito dos seus serviços não competindo entre si de forma desleal.
- 6 – Os engenheiros devem actuar de modo a promover e ampliar a honra, integridade e dignidade da profissão de engenheiro.
- 7 – Os engenheiros devem dar continuidade à sua promoção profissional e favorecer as oportunidades de promoção profissional dos engenheiros sob sua supervisão”.

Consta do código em referência um conjunto de directrizes em relação a estes últimos canones as quais se considerou dispensável transcrever.

O código deontológico da Ordem dos Engenheiros está organizado num preâmbulo e nove capítulos que tratam respectivamente de:

- 1 – Responsabilidade geral no exercício da profissão
- 2 – Relações com colegas
- 3 – Relações com entidades patronais, clientes, empreiteiros e fornecedores
- 4 – Relações com colaboradores e subordinados
- 5 – Segredo profissional
- 6 – Propriedade intelectual
- 7 – Remuneração
- 8 – Peritagem e arbitragem
- 9 – Actividade associativa profissional

A análise destes dois códigos evidencia a obrigação do engenheiro de contribuir para o bom nome da profissão. Trata-se dum princípio moral genérico esclarecido pela explicitação de actos reprováveis.

O princípio ético mais controverso é aquele que afirma que o engenheiro deve evitar conflitos de interesses. De facto conflitos de interesse existem quase sempre, pois que os objectivos do dono da obra não são idênticos aos do utilizador, quando este é distinto do dono da obra, e diferem também dos interesses das autoridades.

A solução para a qual se tende consiste em explicitar os interesses da sociedade mediante regulamentos que defendem o utilizador e o público em geral contra a perda de vidas e bens (canon 1 da ASCE). Estes regulamentos devem indicar os requisitos a que a construção deve satisfazer, expressos em critérios de desempenho e, por outro lado, não devem cercear indevidamente a liberdade do projectista. A directriz da alínea *d*) do canon 1 da ASCE afigura-se de âmbito excessivamente lato, pois implica a denúncia de irregularidades cometidas por terceiros. A sua substituição por uma directriz que recomendasse a adequada difusão por órgão de informação especializada na análise, arquivo e recuperação de informação sobre acidentes ou incidentes ocorridos nas obras teria um objectivo directo de evitar a repetição de erros análogos como se referiu no Capítulo 2.

Os códigos profissionais de ética regulam não só a prestação de serviços (acção individual), mas também as relações profissionais entre os intervenientes no acto de construir e os modos de publicidade.

Assim a Associação Suíça de Engenheiros e Arquitectos dispõe de um código de honra (40) que é um regulamento disciplinar para salvaguarda da dignidade profissional dos seus filiados e de um regulamento acerca de publicidade (41) que estabelece as regras em que esta se deve basear.

A rápida evolução da técnica e o seu enorme impacto na vida das sociedades modernas impõe a consideração de aspectos éticos para além dos aspectos de índole sobretudo profissional anteriormente referidos. De facto, problemas tais como a preservação do ambiente, a conservação dos recursos naturais, a distribuição equitativa de custos, benefícios e riscos e, em geral, a implementação dos progressos técnicos assumem tal importância que a sua solução não se pode limitar aos foros da técnica, economia, sociologia e política devendo ser tratados, também, como problemas de ética.

O primeiro princípio de justiça que afirma igual direito à mais ampla liberdade compatível com igual liberdade por parte dos outros deve ser completado pela explicitação de que essas liberdades devem ser gozadas num mundo não deteriorado pelo homem.

## 7. RESPONSABILIDADE CIVIL E LEGISLAÇÃO. SEGUROS

### 7.1 — *Responsabilidade civil e legislação*

O Código Civil Português no artigo 483.º especifica em relação à responsabilidade civil: “Aquele que com dolo ou mera culpa, violar ilicitamente o direito de outrem ou qualquer disposição legal destinada a proteger interesses alheios fica obrigado a indemnizar o lesado pelos danos resultantes da violação”.

No artigo 798.º indica: “O devedor que falta culposamente ao cumprimento da obrigação torna-se responsável pelo prejuízo que causa ao credor”.

Ao tratar da obrigação de indemnização, determina no art.º 562.º “Quem estiver obrigado a reparar um dano deve reconstituir a situação que existiria, se não se tivesse verificado o evento que obriga à reparação”.

O Código Civil é pouco detalhado quando trata o problema das responsabilidades inerentes ao acto de construir. Legisla em geral sobre responsabilidades contratuais, danos causados por coisas, animais ou actividades (art. 493.º) e indemnização a terceiros. Trata em artigos específicos os danos causados em edifícios ou outras obras (art. 492.º) e os danos causados por instalação de energia eléctrica ou gás (art. 509.º). Diz o artigo 492.º (Danos causados por edifícios ou outras obras):

- “1. O proprietário ou possuidor de edifício ou outra obra que ruiu, no todo ou em parte, por vício de construção ou defeito de conservação, responde pelos danos causados, salvo se provar que não houve culpa da sua parte ou que, mesmo com a diligência devida, se não teriam evitado os danos.
2. A pessoa obrigada, por lei ou negócio jurídico, a conservar o edifício ou obras responde, em lugar do proprietário ou possuidor, quando os danos são devidos exclusivamente a defeito de conservação.”

Estabelece o art. 509.º (Danos causados por instalação de energia eléctrica ou gás):

- “1. Aquele que tiver a direcção efectiva de instalação destinada à condução ou entrega da energia eléctrica ou do gás, e utilizar essa instalação no seu interesse, responde tanto pelo prejuízo que derive da condução ou entrega da electricidade ou do gás, como pelos danos resultantes da própria instalação, excepto se ao tempo do acidente esta estiver de acordo com as regras técnicas em vigor e em perfeito estado de conservação.
2. Não obrigam a reparação os danos devidos a causa de força maior; considera-se de força maior toda a causa exterior independente do funcionamento e utilização da coisa.
3. Os danos causados por utensílios de uso de energia não são reparáveis nos termos desta disposição.”

A legislação acerca de empreiteiros consta do Capítulo 12, do Título II do Livro II do Código Civil. Segundo este texto o empreiteiro deve realizar a obra segundo o que foi convencionado e sem vícios que excluam ou reduzam o valor dela, ou a sua aptidão para o uso ordinário ou previsto no contrato. No que se refere aos materiais afirma-se que “no silêncio do contrato” devem corresponder às características da obra e não devem ser de qualidade inferior à média.

Esta última prescrição julgada em termos de probabilidade das propriedades mecânicas perde sentido pois corresponderia a rejeitar metade dos fornecimentos. É patente que todo o código peca por falta duma visão moderna do problema das empreitadas, o que não é de estranhar, pois o texto base data de há mais de cem anos.

As responsabilidades dos empreiteiros por erros de execução e de concepção de obras são tratadas nos art. 34.º a 36.º do Regime Jurídico para as Empreitadas de Obras Públicas (42).

Muita outra legislação (43 e 44) contém determinações a respeitar pelos intervenientes na construção. Refere-se, em particular, o Regulamento Geral das Edificações Urbanas, Decreto-Lei n.º 38 882, de 7 de Agosto de 1951, e o Regulamento de Segurança no Trabalho da Construção Civil, Decreto-Lei n.º 41 821, de 11 de Agosto de 1958. Estes regulamentos estão sendo revistos por comissões que funcionam, respectivamente, no Conselho Superior de Obras Públicas e Transportes e no Ministério do Trabalho.

## 7.2 — *Seguros*

As principais modalidades de seguro que interessam no processo construtivo são (45):

- Os seguros de caução
- Os seguros de responsabilidade
- Os seguros de indemnização de bens

### 7.2.1 — *Os seguros de caução*

Em várias situações ligadas à execução de obras são exigidas cauções. Uma forma de prestação destas cauções é por via do seguro. A COSEC, Companhia de Seguros de Crédito, E.P. oferece os tipos de apólices a seguir indicadas:

*Seguro de Caução Provisória* (Bid Bond) — Garante que um concorrente à realização duma obra não desistirá da sua proposta e aceitará a execução dos trabalhos de acordo com a mesma.

*Seguro de Caução Definitiva (Performance Bond)* – Garante que um adjudicatário cumprirá o contrato de empreitada. Se o adjudicatário não cumprir, a seguradora indemnizará o dono da obra pelos prejuízos sofridos pelo não cumprimento do contrato e pagará os agravamentos de custos com a contratação de outra empresa para a conclusão dos trabalhos.

*Seguro de Caução de Adiantamentos (Advanced Payment Bond)* – Por este seguro o dono da obra ficará garantido da recuperação de importâncias adiantadas para fazer face a gastos com a aquisição de materiais, equipamento, instalação de estaleiro, etc., caso a utilização das verbas não seja a prevista e não sejam executados os trabalhos a que as mesmas se destinavam.

*Seguro de Caução por Reforço de Caução Definitiva (Retention Money Bond)* – A retenção por parte do dono da obra de parte do valor das obras executadas, como garantia contra eventuais defeitos, causa ao empreiteiro dificuldades financeiras. Este seguro permite obviar a estas dificuldades.

### 7.2.2 — Seguros de responsabilidade

Os seguros de responsabilidade interessam ao dono da obra, ao projectista ou ao empreiteiro.

Face à definição da legislação portuguesa relativa a responsabilidades, as companhias de seguros não facultam apólices uniformes e bem estruturadas.

A responsabilidade civil divide-se em dois grandes ramos: a responsabilidade civil contratual e a responsabilidade civil não contratual.

A responsabilidade contratual resulta do não cumprimento de contratos celebrados.

Como exemplos de actos que envolvem responsabilidade contratual pode citar-se o fornecimento pelo dono da obra de dados de base inexactos para a elaboração do projecto, o desrespeito pelo projectista de regulamentos ou normas aplicáveis, o não cumprimento pelo empreiteiro do contrato acordado.

A responsabilidade civil extra-contratual resulta da violação de deveres jurídicos gerais correspondentes a direitos absolutos, que afectam a propriedade, a vida, etc.

Como exemplos, a escavação que causa o colapso dum prédio vizinho, a queda de materiais que vão atingir um transeunte, a movimentação dum grua que proceda a corte de energia, etc.

O seguro da responsabilidade na construção mais praticado é o da responsabilidade extra-contratual inerente à execução dum empreitada ou em geral para toda a actividade do segurado.

Verifica-se que os danos provocados em prédios vizinhos devido a escavações, são muitas vezes excluídos destes seguros, sendo somente incluídos mediante prémio

adicional. Face à frequência com que se verificam acidentes deste tipo, afigura-se que, bem ao contrário, o seguro deveria ser obrigatório, por analogia com o que sucede no ramo automóvel.

Em relação aos projectistas constituem exclusões usuais deste tipo de seguros:

- as perdas ou danos resultantes de atrasos na entrega do projecto
- desrespeito por regulamentação aplicável
- insuficiente conhecimento técnico
- danos previsíveis para os quais não foram tomadas as devidas precauções, etc.

Em relação aos empreiteiros, constituem exclusões usuais:

- violação consciente das leis e regulamentos
- actos dolosos do empreiteiro
- danos causados pelo uso, por exemplo deterioração dum pavimento de estrada
- danos causados pela utilização de explosivos (podem ser incluídos mediante sobreprémios).

### 7.2.3 — Seguros de indemnização de bens

Dentre os seguros de indemnização de bens merece especial atenção o *seguro de construção* o qual por si só ou conjugado com o seguro de montagens protege contra os danos por causas imprevisíveis num empreendimento de engenharia.

O seguro pode ser subscrito pelo dono da obra, por entidades financiadoras do empreendimento, pelos projectistas ou pelos construtores.

Constitui objecto do seguro os danos que ocorram relacionados com a construção tais como: material defeituoso ou inadequado, erros de projecto ou de construção, imperícia ou negligência do pessoal, sabotagem, roubo, incêndio, raio ou explosão, danos na carga, descarga ou transporte de materiais e componentes de construção.

Pode facultativamente compreender também acções da natureza, tais como tempestades, inundações, tremores de terra, efeitos das vagas, aluimentos de terras, etc., danos nos equipamentos de construção (gruas, betoneiras, instalações provisórias, etc.), erros de concepção, de cálculo ou de planeamento, encargos com remoção de destroços, responsabilidade civil (danos materiais ou corporais a terceiros), danos em outros bens propriedade dos segurados, trabalhos executados no local seguro por outros empreiteiros e extensão a um período de manutenção e/ou garantia da obra.

Estão fora do âmbito de cobertura deste seguro riscos devidos a greves, assaltos e tumultos, danos ocasionados por operações militares ou de guerra, actos intencionais do segurado e/ou seus responsáveis, riscos nucleares, multas ou penalidades por falta

de cumprimento de prazos ou de outras condições de contrato, perdas devidas a suspensão de trabalho, perdas ou danos em veículos licenciados para circulação na via pública e avarias internas nos equipamentos auxiliares.

A indemnização é efectuada com base nos custos de reparação ou substituição dos bens danificados.

O valor seguro é o valor orçamentado de obra, os montantes máximos das indemnizações acordadas por responsabilidade civil por acidentes ou conjunto de acidentes, e o valor de equipamentos e meios auxiliares de construção.

A grande vantagem deste seguro é cobrir o conjunto dos intervenientes na obra, reduzindo eventuais litígios entre participantes e permitindo rápido reembolso à entidade que sofre os danos.

#### 7.2.4 — *Consequências da actividade seguradora*

A difusão da actividade seguradora na construção traz benefícios directos e indirectos. O seguro impõe obrigações que se traduzem na eficaz qualificação dos projectistas e construtores, no desenvolvimento do controle da qualidade dos materiais e processos da construção, na efectiva verificação do projecto e acompanhamento da obra e na recolha e apuramento de dados estatísticos relativos a acidentes na construção (46).

Por outro lado o seguro protege os intervenientes no acto de construir reduzindo os riscos a que estão sujeitos. Por outro lado, fomenta o estabelecimento de empresas de controle que contribuem para a elevação do nível técnico da construção.

## 8. PSICOLOGIA DO TRABALHO. INFLUÊNCIA DE FACTORES AMBIENTAIS E PSICOLÓGICOS NO ERRO

### 8.1 — *Introdução*

São pouco abundantes os estudos de psicologia do trabalho no domínio da engenharia civil. A análise sumária dos conhecimentos genéricos relativos a este assunto mostra que os aspectos sociopsicológicos são muito importantes para o rendimento e fiabilidade não só das actividades de concepção e cálculo, mas também das actividades de execução das obras.

Os primeiros estudos de racionalização de trabalho por Taylor (1881) e Gilbreth (1910), conduzidos nos Estados Unidos da América, analisaram as características do comportamento humano segundo dois aspectos: a qualidade do trabalho efectuado e as consequências para o trabalhador resultantes desse trabalho.

Poulton (47) estuda as influências das condições psicológicas e físicas (frio, calor, compressão e descompressão, aceleração e desaceleração, vibração, ruído, visibilidade, radiação, drogas e venenos, etc.) na realização de diferentes tarefas.

Glass e Singér (48) descrevem e analisam vários estudos experimentais realizados tendo em vista averiguar a influência do ruído e da tensão psicológica, inerentes à vida urbana, sobre o comportamento individual.

## 8.2 — *Motivação e condições de trabalho*

A motivação individual, ou de um grupo, é muito influenciada pela qualidade da gestão. Os factores de motivação positiva mais importantes são: benefícios económicos, promoção ou melhoria de situação, apreço, responsabilidade adicional, satisfação profissional, desafio ou interesse intelectual. Os factores negativos são: má gestão, trabalho insuficiente ou sem interesse, más condições de trabalho, retribuição insuficiente (salários, etc.).

Devem ser consideradas como condições do ambiente de trabalho: horário adequado, ausência de factores perturbadores, (e. g. ruído, má iluminação, calor ou frio, vibrações, cheiros), espírito de equipa e ambiente socialmente agradável.

A utilização por parte da gestão de incentivos negativos, por exemplo, a ameaça de redução de qualquer dos factores positivos indicados, pode ser interpretada como coacção e poderá portanto ser contraproducente.

Reconhece-se que em muitos casos, esquemas motivadores bem imaginados têm conduzido a óptimos resultados. A experiência japonesa é correntemente invocada. O sucesso de tais medidas beneficia a empresa que a pratica e a sociedade em geral.

O uso adequado de meios de motivação é benéfico não só para a qualidade do trabalho produzido, mas também para a imagem da empresa ou instituto e para quem aí trabalha.

Em engenharia civil pouco se tem utilizado os conceitos e resultados obtidos em psicologia aplicada à engenharia e em psicologia da organização.

## 8.3 — *Grupos de qualidade*

Com vista a melhorar a organização e rendimento do trabalho generalizou-se no Japão a instituição dentro das empresas de grupos de qualidade. O sistema consiste em reunir, uma a duas vezes por semana, pequenos grupos constituídos por trabalhadores e gestores que discutem como melhorar a eficiência e produtividade.

A ideia tem vindo a ser também implementada nos Estados Unidos da América e na Europa tendo levado à criação duma associação internacional dos grupos de qualidade (International Association of Quality Circles).

Se bem que seja discutível a eficiência destes grupos de qualidade, é bem claro que a motivação é um factor extremamente importante para a qualidade e rendimento do trabalho.

## 9. IMPLEMENTAÇÃO DA GARANTIA DE QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO

### 9.1 — *Benefícios e custos*

Dum ponto de vista estritamente económico, o planeamento das acções de garantia de qualidade deverá ser efectuado julgando e comparando os custos e benefícios a ela inerentes. No entanto, também neste caso (ver capítulo 6), existem benefícios indirectos dificilmente quantificáveis. Assim a implementação das metodologias descritas implica uma racionalização e disciplina das actividades construtivas conducentes à eficácia destas mesmas actividades. Este aspecto é particularmente importante quando, por efeito de decisões políticas, há que preparar a adesão a mercados em que essa organização e disciplina estão já implementadas.

No quadro geral da construção metálica soldada, Burgess (3) compara os custos que correspondem à prática corrente (sem plano de garantia de qualidade explícito) e os custos na hipótese de ser estabelecido um sistema de garantia de qualidade desenvolvido. Decompõe os custos em três parcelas: prevenção, avaliação e acidentes. Estima que, seguindo a prática corrente, se obtém um custo inerente a estas três parcelas que representa 4 a 20% do custo total da obra, correspondendo à prevenção, avaliação e acidentes, respectivamente 5, 30 e 65% do total.

Implementado um plano de garantia de qualidade adequado, obtêm-se economias que se cifram em 1,5 a 5% do dispêndio total, correspondendo agora à prevenção, avaliação e acidentes, respectivamente 10, 20 e 35% desse total. Assim aumentando de 5 para 10% o custo das acções de prevenção, é possível fazer alguma economia na avaliação. A redução de custos mais importantes resulta, porém, da menor probabilidade de verificação de acidentes e portanto a redução do seu custo esperado.

No planeamento das acções de garantia de qualidade é habitual distinguir quatro níveis das acções a exercer, correspondendo às seguintes categorias:

- Nível 1 – Controle do produto acabado
- Nível 2 – Controle do processo de produção
- Nível 3 – Controle da organização de produção, incluindo programação, responsabilidades, documentação e pareceres
- Nível 4 – Controle de toda a gestão, incluindo comunicação interna, motivação, promoção profissional, etc.

A cada nível, além da actividade indicada para esse nível, incluem-se todos os tipos de actividade referidos para os níveis anteriores. A escolha do nível da garantia de qualidade deve ter em atenção a importância dos riscos a prevenir.

## 9.2 — *Modos de implementação*

As técnicas de garantia de qualidade deverão ser introduzidas na resolução dos vários problemas ligados à construção.

No que se refere a investimentos, sejam eles em obras públicas ou em edifícios, é de especial interesse incluir a garantia de qualidade em todas as grandes realizações: edifícios, pontes, obras hidráulicas, estradas, pontes, centrais térmicas e nucleares, etc. Para que isto venha a ser possível é indispensável uma campanha de motivação das entidades que actuam como donos das obras, sejam estas públicas ou privadas, e bem assim de todos os outros intervenientes nestas realizações.

Por outro lado todos os intervenientes no acto de construir (ver capítulo 1) devem ser esclarecidos acerca das consequências do adopção deste enfoque na organização da sua própria actividade. Assim os gabinetes de projecto e as empresas de construção deverão ser geridas dentro da concepção de garantia de qualidade. O mesmo se aplica aos fornecedores de materiais e componentes, às companhias de seguros e aos organismos de controle e laboratórios de investigação.

A actividade de investigação deverá ser duplamente afectada. Por um lado, os planos de investigação deverão incluir temas dos diferentes campos abordados. Por outro lado, a metodologia da garantia de qualidade deverá ser aplicada à gestão de investigação.

A própria acção governativa deverá ter bem presente os aspectos referidos no texto. Será assim possível reduzir muito a probabilidade de insucessos e os custos a eles inerentes.

Por exemplo, é bem possível que o dispendioso acidente havido no molhe de Sines tivesse sido evitado se desde o arranque do planeamento dos investimentos neste empreendimento se tivessem respeitado as regras básicas impostas pela garantia de qualidade.

Por outro lado, considera-se que o elevado nível de segurança que tem sido alcançado nos empreendimentos hidro-eléctricos construídos em Portugal é uma consequência directa do cuidado posto na avaliação da sua segurança e na prevenção de incidentes, o que está de acordo com as metodologias da garantia de qualidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) – JOINT-COMMITTEE ON STRUCTURAL SAFETY (1981) – *General Principles on Quality Assurance for Structures, General Principles on Reliability for Structural Design, Report*, vol. 35, International Association for Bridge and Structural Engineering, April.
- (2) – QUALITY ASSURANCE IN THE BUILDING PROCESS (1983) – *International Association for Bridge and Structural Engineering*, Rigi.
- (3) – BURGESS, N. T. (1983) – *Quality Assurance of Welded Construction*, Applied Science Publishers, London and New York.
- (4) – EUROPEAN ORGANIZATION FOR QUALITY CONTROL (1981) – *Glossary of Terms*, 5.<sup>th</sup> Edition, EOQC, Berne.
- (5) – ORDEM DOS ENGENHEIROS (1965) – *Simpósio sobre as Atribuições do Engenheiro Civil no Projecto e na Execução de Edifícios*, Lisboa.
- (6) – ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DE PROJECTISTAS E CONSULTORES (1973) – *1.º Congresso Nacional de Projectistas e Consultores*, Lisboa, Maio.
- (7) – ORDEM DOS ENGENHEIROS (1979) – *Competências e Responsabilidades dos Intervenientes no Acto de Construir*, Painel, Dezembro.
- (8) – TRIGO, J. TEIXEIRA e BACALHAU, J.E. GASPAR (1980) – *O Desafio da Qualidade na Construção de Edifícios*, VII Colóquio da Qualidade, Associação Portuguesa para a Qualidade Industrial, Lisboa.
- (9) – LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL (1973) – *Qualificação dos Técnicos Autores de Projectos de Obras Sujeitas a Licenciamento Municipal*, Preparação do Diploma, Decreto n.º 73/73, Relatório, Lisboa, Março.
- (10) – LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL (1981) – *O Sistema de Garantia da Qualidade das Obras Particulares em Portugal*. Inquérito sobre a Intervenção Municipal, Relatório, Lisboa, Outubro.
- (11) – EUROPEAN ORGANIZATION FOR QUALITY CONTROL (1979) – *Garantias en la Edificación*, II Colóquio Europeo de la EOQC. Madrid, Noviembre.
- (12) – TRIGO, J. TEIXEIRA (1983) – *Industrialização da Construção de Edifícios. Contribuição para uma Política de Qualidade*, Programa de Investigação, LNEC, Setembro.
- (13) – ASSURANCE (1983) – *L'Agence pour la Prévention des Désordres et l'Amélioration de la Qualité de la Construction*, Paris.
- (14) – INGLES, O. G. (1979) – *Safety in Civil Engineering – Its Promotion*, INICIV Report n.º R-188, The University of New South Wales, Kensington, July.
- (15) – REISS and BROWN, C. B. (1977) – *A Fuzzy Safety Measure*, Journal of Structural Division, American Society of Civil Engineers, p. 103.
- (16) – KÖNIG, G. and WITKE, B. (1984) – *Basic Note on Structural Behaviour of Concrete Bridges*, Joint-Committee on Structural Safety, Darmstadt, April.
- (17) – FELD, J. (1968) – *Construction Failures*, John Wiley and Sons, New York.
- (18) – AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS (1973) – *Structural Failures: Modes, Causes and Responsibilities*, New York.
- (19) – BLOCKLEY, D. I. (1977) – *Analysis of Structural Failures*, Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Part I, Volume 62, February.

- (20) – BLOCKLEY, D.I. (1981) – *Reliability Theory Incorporating Gross Error*. Structural Safety and Reliability, Proceedings of the 3.<sup>rd</sup> ICOSSAR Conference, Trondheim, June.
- (21) – DITLEVSEN, O. (1980) – *Formal and Real Structural Safety, Influence of Gross Errors*, Periodica, International Association for Bridge and Structural Engineering, Volume 4, Zürich.
- (22) – INTERNATIONAL COMMISSION ON LARGE DAMS – COMMITTEE ON DETERIORATION OF DAMS AND RESERVOIRS (1979) – *Deterioration Cases Collected and their Preliminary Assessment*, Lisbon, October.
- (23) – SERAFIM, J. LAGINHA (1984) – *Safety of Dams*, Proceedings of the International Conference on Safety of Dams, Published by A. A. Balkeme, Rotterdam, Boston.
- (24) – GONÇALVES, A. S. (1984) – *A Organização do Sistema Nacional de Gestão da Qualidade*, Boletim DGQ 22, Direcção-Geral da Qualidade, Lisboa, Maio/ Junho.
- (25) – FERNANDES, A. (1983) – *O Apoio do Laboratório Nacional de Engenharia Civil à Produção e Certificação de Materiais de Construção*. Boletim de Informação Técnica, LNEC, 4.º Trimestre.
- (26) – BORGES, J. FERRY (1984) – *Dez Anos de Actividade do LNEC, 1974-1983* – Boletim de Informação Técnica, LNEC, 1.º Trimestre.
- (27) – COMITÉ EURO-INTERNATIONAL DU BÉTON (1983) – *Quality Control and Quality Assurance for Concrete Structures*. Bulletin d'Information n.º 157, Lausanne, Mars.
- (28) – COMITÉ EURO-INTERNATIONAL DU BÉTON (1975) – *Recommended Principles for the Control of Quality and the Judgement of Acceptability of Concrete*. Joint-Committee CEB, CIB, FIP and RILEM, Bulletin d'Information n.º 110, Paris, May.
- (29) – CASTRO, GUSTAVO (1953) – *Teoria da Amostragem e Estatística Matemática. Ensaio de Recepção e Ensaio de Hipóteses*. Publicação n.º 47, LNEC.
- (30) – RACKWITZ, R. (1973) – *Statistical Control in Concrete Structures*. CEB International Course on Structural Concrete, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisbon, August.
- (31) – BORGES, J. FERRY and CASTANHETA, M. (1984) – *Structural Safety*, 3.<sup>rd</sup> Edition, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa.
- (32) – ROSENBLUETH, E. (1973) – *Ethical Optimization in Engineering*. Engineering Issues, Journal of Professional Activities, American Society of Civil Engineers, ASCE, April.
- (33) – RAWLS, J. (1973) – *A Theory of Justice*, Oxford University Press, London.
- (34) – NELSON, C. and PETERSON, SUSAN R. (1982) – *A Moral Appraisal of Cost Benefit Analysis*. Issues in Engineering, ASCE, Vol. 108, n.º EI 1, pg. 13, January.
- (35) – MESEGUER, A. G. (1983) – *Ambient Adequacy. A Missing Requirement*. Introductory Paper, International Association for Bridge and Structural Engineering, IABSE Workshop Quality Assurance within the Building Process, Rigi, June.
- (36) – BORGES, J. FERRY (1983) – *Ethics in the Building Process*. Introductory Paper, IABSE Workshop Assurance within the Building Process. Rigi, June.
- (37) – FINNIS, J. (1980) – *Natural Law and Natural Rights*, Clarendon Law Series, Clarendon Press, Oxford.
- (38) – ASCE CODE OF ETHICS AMENDED (1976) – *American Society of Civil Engineers*, Civil Engineering, November.
- (39) – ORDEM DOS ENGENHEIROS – *Código Deontológico da Ordem dos Engenheiros*, Lisboa.

- (40) – SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES, SIA (1962) – *Code d'Honneur*, Publication n.º 151, Zürich.
- (41) – SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES, SIA (1973) – *Règlement sur la Publicité*, Publication n.º 154, Zürich.
- (42) – *Regime Jurídico para os Engenheiros de Obras Públicas* – Decreto-Lei n.º 48 871, de 19 de Fevereiro de 1969, rectificado pelo Decreto-Lei n.º 232/80 de 16 de Julho.
- (43) – LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL – *Relação das Disposições Legais a Observar pelos Técnicos Responsáveis dos Projectos de Obras e sua Execução*, Relatório de Actualização 9, Abril de 1984, publicado no Diário da República II Série, n.º 150, de 30 de Junho de 1984.
- (44) – CARDOSO, A. (1982) – *Disposições Portuguesas Aplicáveis à Construção e Engenharia Civil*, Boletim do Gabinete Técnico de Habitação da Câmara Municipal de Lisboa, Vol. 6, n.º 43.
- (45) – CARRANCA, A., VIEIRA, E., VALADAS FERNANDES, e F. MADEIRA, M. (1981) – *Responsabilidades dos Intervenientes no Acto de Construir e o Seguro*, Congresso 81, Ordem dos Engenheiros, Tema 2, Comunicação 8, Lisboa, Dezembro.
- (46) – COMITÉ DE CONSTRUCCIÓN, ASOCIACIÓN ESPAÑOLA PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD (1983) – *La Calidad de la Construcción en España*, Madrid, Mayo.
- (47) – POULTON, E. C. (1972) – *Environment and Human Efficiency*, Charles C. Thomas, Publisher, Springfield, Illinois.
- (48) – GLASS, D. C. and SINGER, J. E. (1972) – *Urban Stress. Experiments on Noise and Social Stressers*, Academic Press, New York.