

# OS DESAFIOS DA ENGENHARIA

HOTEL VILARICA, 31 DE MARÇO DE 2005

## 1 - PREÂMBULO

O tema proposto pelo nosso amigo João Tocha para esta conversa é para mim, engenheiro civil com um já longo percurso marcado por alegrias e mágoas, um desafio.

O que são, no começo deste século, os “**desafios da engenharia**”?

Numa perspectiva social tem a engenharia responsabilidades acrescidas para propiciar à colectividade graus de comodidade e segurança que o cidadão, vivendo numa sociedade moderna, já incorporou de tal modo no seu dia a dia que eles lhe passam despercebidos. As realizações da engenharia estão quotidianamente presentes: no edifício de apartamentos em que reside, nos sistemas de abastecimento de água e de saneamento de que se serve logo ao acordar, nos arruamentos urbanos e as redes de estradas e de caminhos de ferro que percorre diariamente, na escola onde ensina, no hospital onde cura, na fábrica que sustenta a economia, na grande superfície comercial onde efectua as suas compras, nas pontes que ligam margens. E muito mais.

Tarefas que não se limitam à construção dessas facilidades, envolvendo-se também na sua manutenção, conservação e reparação.

São assim os desafios da engenharia: dar resposta adequada às necessidades existentes e emergentes de uma sociedade. Resposta que deverá satisfazer os três imperativos que o nosso antepassado Marcus Vitrúvius, engenheiro chefe de César, enunciou há já mais de dois mil anos: “**Utilitas, Fortitas e Venustas**”. “**Utilitas**” porque a utilidade justifica a obra pública, escassos os recursos e inúmeras as necessidades a satisfazer. “**Fortitas**”, a robustez que a deve acompanhar, tornando-a durável e duradoura, adequada à sua função, buscando os seus alicerces na sabedoria, nos conhecimentos que aproximam a ideia da realidade. E “**Venustas**”, da beleza de Vénus, que desejamos coroe as realizações do homem. Três vértices de um triângulo que devem presidir à realização de uma obra.

## 2 - A ENGENHARIA CIVIL PORTUGUESA ATÉ AO SÉC XXI

Com o “**Iluminismo**” do séc. XVIII dá a engenharia o grande salto em frente. A tradição da construção, até então feita de um conjunto de regras práticas mais ou menos comprovadas, quantas vezes pelo insucesso demonstrando o que se não devia fazer, é confrontada com o rápido desenvolvimento as ciências. Os novos conhecimentos da matemática e da física cedo são incorporados nas realizações do homem, nasce o novo engenheiro, o homem de engenho. Portugal não lhes fica imune. Mas a dobragem para o séc. XIX traz as campanhas da “Guerra Peninsular”, a que se seguem o consulado britânico continuado pela guerra civil. Em meados de oitocentos Portugal tinha ficado para trás. Nasceram os caminhos de ferro portugueses, e são invariavelmente ingleses, franceses e mesmo espanhóis quem planeia e constrói.

O advento da República não veio modificar significativamente a situação. Não que não houvesse matéria prima potencialmente disponível, que se tratasse de incapacidade nacional. As regras e os interesse eram outros. A uma iniciativa privada sem vislumbres de grandeza contrapunha-se uma administração central dispersa e sem meios.

Nos finais do segundo quartel do séc. XX há finalmente uma viragem. A administração central envereda pelos grandes planos de fomento de obras públicas. A construção de grandes barragens, de pontes, de portos exigiam o domínio das técnicas e das ciências aplicadas.

Entre outras instituições é então criado o Laboratório Nacional de Engenharia Civil, nele se cultivando um espírito de excelência, que não tardou a dar frutos. Em menos de vinte anos começou a dar frutos. Quando nos finais dos anos 60 do século passado o LNEC celebrou os 25 anos de existência, era o seu nome respeitado em todo o mundo e os seus técnicos reputados entre os melhores. Portugal conquistara a sua independência no mundo da engenharia civil. E os seus engenheiros saíam dignificados.

Tive a felicidade de participar nessa marcha vitoriosa. Então jovem engenheiro iniciei-me nas lides profissionais nesses tempos áureos. Nos finais da década de 50 a engenharia europeia e americana davam os primeiros passos num campo da física e matemática aplicadas que, em conjunto com os computadores que então

começavam a entrar na sociedade civil, iria revolucionar as práticas da engenharia. Nascia o que veio a ser designado por “método dos elementos finitos”. E com ele a capacidade de analisar com grande rigor as estruturas mais complexas, técnicas que foram sucessivamente generalizadas a outros problemas, da dissipação do calor ao escoamento de fluidos em meios variados.

À qualidade dos técnicos aliava-se então a exigência de qualidade dos decisores. Decisores que tinham também o grau de conhecimentos e a capacidade de intervir para, sem temores, fazerem a escolha pelo real e concreto e não pelo acessório, privilegiando as melhores soluções porque assim se defende o bem comum.

Se a capacidade de concepção e do desenvolvimento de projectos se afirmava na vanguarda e a administração central a incentivava, por arrastamento a capacidade de construção e realização das obras tendia a acompanhá-la. Dignificava-se a engenharia portuguesa. “Those were the days of wine and roses”.

### 3 - A ENGENHARIA CIVIL PORTUGUESA AGORA

Nas últimas duas décadas o panorama da engenharia portuguesa inverteu-se. É com mágoa profunda que o afirmo, esperando ainda que alguma coisa possa inverter a situação. Não apenas por amor à arte, mas porque é imperioso mantermos a nossa independência.

Da capacidade da engenharia portuguesa muitos são os êxitos que a atestam. Eu próprio fui bafejado pela sorte e com esforço e dedicação lhe dei forma.

Há uma situação que não resisto a contar. Nos finais dos anos 70 fui convidado por uma empresa americana a participar num projecto. Aceitei com a dupla curiosidade não só de conhecer a sociedade americana sem ser como turista ocasional e também para sentir o que seria trabalhar em projecto nos EE UU. E assim cheguei a Houston em princípios de 1979 para passar uns meses.

No início a surpresa. A strange in a strange land. A maioria (ou a totalidade?) dos meus colegas da equipa de projecto olhavam-me com alguma estranheza, nem sequer sabendo onde ficava Portugal. Vencida a reserva inicial, e a desconfiança porque não, duas semanas mais tarde perguntava-me o John Swain, chefe de projecto, com alguma admiração: “António, em Portugal os engenheiros são todos como tu?”.

Na realidade não tinha nada a aprender com eles, salvo uma coisa. Cerca de umas seis semanas depois do início do projecto faz-se uma reunião geral com o Gestor do Projecto. A conclusão que dela saiu foi recomençar o projecto. A via que se estava a seguir não seria a melhor para os objectivos finais da economia da obra. A justificação não podia ser mais simples: “O projecto é barato, é papel. Cara é a obra, e aí não pode haver hesitações, tudo tem de estar bem caracterizado”. Os orçamentos são para cumprir. Era para eles impensável que na concretização dos projectos, as obras pudessem ter desvios como os que tantas vezes vemos referir no nosso País, aumentos por vezes ultrapassando os 100%. O segredo estava apenas nas condições para a elaboração do projecto, condições que tinham em consideração os prazos adequados à maturação das ideias e ao seu desenvolvimento. Quantas vezes não somos nós confrontados com prazos absolutamente irrealistas.

### *3.1 - O Anunciar da Queda*

“Não lhe dê pão. Ensina-o a usar as alfaias e a cozê-lo”. Quantas vezes foi esta frase repetida! E contudo...

Referi já ter tido a fortuna de participar na revolução que consistiu a introdução e generalização da utilização de computadores nos problemas de engenharia de estruturas. O LNEC foi então um dos pioneiros e integrava o pelotão da vanguarda. Na década de 60 nascia uma biblioteca de programas de cálculo dirigida para a análise de estruturas, tarefa para a qual contribuí activamente e com grande prazer. Continuou essa actividade ainda por alguns anos. O desenvolvimento de programas de cálculo estendeu-se mesmo a vários escritórios de engenharia, dando continuidade, ampliando o número de tipos de elementos adequados a situações típicas e acompanhando a vulgarização dos computadores e do aumento exponencial das suas capacidades e velocidade de cálculo.

No LNEC essa actividade de divulgação, que era um serviço prestado à comunidade técnica nacional, extinguiu-se praticamente na década de 90. Os escritórios de engenharia estão actualmente estrangulados, sem recursos para investigação e desenvolvimento, não tendo condições para a prossecução desses objectivos.

No meu gabinete, e com grande pena minha, essa actividade deixou de ser viável,

limitando-nos agora a adaptações de ferramentas entretanto desenvolvidas. E que não foram tão poucas. A cada grande projecto correspondia o desenvolvimento de programas específicos para a sua resolução. Assim aconteceu com o Centro Cultural de Belém. E teve o seu maior expoente com a estrutura da Ampliação da Pista do Aeroporto da Madeira.

Relativamente a estas duas situações se passaram evidenciando a justeza da opção em criar ferramentas próprias e orientadas.

Tinha o dono da obra contratado uma empresa inglesa, das maiores mundiais, para proceder à revisão e certificação do projecto. Estabelecido o protocolo de actuação, a certificação nas fases iniciais do cálculo era feita por comparação de certos valores, sendo aceites se a variação se situasse num intervalo de confiança suficientemente apertado. Nos primeiros dois meses a tensão foi crescendo. Se para alguns valores o intervalo era verificado para outros a variação era inaceitável. Cheguei a entrar em pânico, pensando que era eu que estava errado, mas não conseguia encontrar aonde. Numa feliz inspiração reparei que se criasse uma determinada situação o resultado num determinado ponto da estrutura só poderia ser um único. Simulei a situação no meu modelo e pedi aos ingleses que simulasse a mesma situação no deles, marcando-se uma reunião para daí a duas semanas para comparar resultados. Reunidos relatei a situação simulada, apresentando as minhas conclusões quanto ao valor de uma certa grandeza num certo ponto da estrutura, conclusões que foram corroboradas pelo chefe da equipa de revisão. Quando exibimos os respectivos valores, o meu era o esperado e o deles afastava-se cerca de 20% do valor esperado. A composição da equipa de revisão foi alterada, eu ganhei a confiança do dono da obra e mais importante que isso, ganhei maior confiança na ferramenta que tinha desenvolvido.

A outra situação tinha por origem um consultor de uma das empresas que constituíam o consórcio construtor. Ciente da importância da obra e de como pequenas variações percentuais podiam ter um considerável impacto financeiro, essa empresa encomendou a uma empresa de projectos brasileira, com grande número de obras de arte projectadas, que acompanhasse o desenvolvimento do projecto. Para isso propunham-se usar um pacote de software comercializado, um dos de melhor qualidade e capacidade disponível do mercado. Estava a obra a

começar e ainda não tinham sido capazes de montar o modelo pelas limitações dos computadores disponíveis e do próprio programa.

A situação actual em Portugal passou a ser direi mesmo dramática. Deixou de se desenvolver ferramentas, que passaram a ser adquiridas no mercado internacional. Não posso aceitar como justificação a exiguidade do nosso mercado. Pelo contrário, nas duas ultimas décadas Portugal teve um número de obras proporcionalmente superior ao da maioria dos países europeus.

Quase todos os países europeus desenvolvem software, desde a nossa vizinha Espanha a países de dimensão semelhante à nossa, como a Áustria e a Holanda. Em particular desta última vem um pacote que se está a tornar quase que um “standard” em Portugal para estruturas geotécnicas, complementado com cursos de formação de utilizadores em Delft.

E nas nossas escolas de engenharia ensina-se a utilizá-los. Com todas as suas limitações e com tudo aquilo que nos limitam. Estamos a ser colonizados. E, alegremente, até batemos palmas. Esquecendo que ficamos numa dependência permanente desses fornecedores de software, que vão produzindo novas versões que inviabilizam as anteriores. A factura virá mais tarde.

### *3.2 - O Complexo de Menoridade*

No princípio da década 1990-2000 uma instituição pública procedeu a um concurso de qualificação para serviços de engenharia respeitando a obras portuárias, com a intenção de criar uma bolsa de prestadores de serviços.

Particpei nesse concurso aliando as minhas capacidades na valência de fundações e estruturas com as de outros técnicos nacionais de reconhecida competência, entre eles os engenheiros Daniel Vera Cruz, Pires Castanho e Reis de Carvalho, técnicos de elevada qualificação e reconhecimento mundial no domínio das obras marítimas (muitos se lembrarão ainda da notável intervenção que foi o aterro do Flamengo no Rio de Janeiro). Não foi a equipa qualificada porque lhe faltava componente internacional. Comentários dispensáveis.

Para quem esteja mais familiarizado com o que se passa com a engenharia em Portugal, é um facto que muitas empresas de engenharia internacionais já cá estão. E estão porque têm recursos para investir. A elevada tecnicidade e qualidade dos

seus produtos raras vezes têm sido confirmadas. Mas situam-se num patamar de dimensão e preferência, dominando certas tranches do mercado, recorrendo posteriormente a contratações e subcontratações no mercado nacional a preços aviltados e exportando as confortáveis mais valias. Assim forçosamente será baixa a produtividade de um engenheiro português.

Sendo a engenharia civil menos mediática que muitas outras actividades são as situações menos conhecidas fora dos meios técnicos. Mas podemos socorrer-nos de uma actividade muito mais mediatizada e que durante muitos séculos caminhou se confundiu com a engenharia, partilhando uma herança comum, a arquitectura. Todos conhecemos as vicissitudes por que tem passado recentemente o Parque Mayer e entrega do seu projecto a Frank O Gehry. Não vou questionar essa atribuição, nem sequer se haverá ou não em Portugal quem tenha para tal competência. Todos percebem as razões que estão por trás. O que não entendo é a diferença de tratamento que privilegia um arquitecto internacional enquanto que os portugueses em idênticas circunstâncias são obrigados a concursos, muitas vezes de ideias, e vêm depois os honorários das equipas de projecto balizadas nos máximos por uma tabelas que já só raramente são aplicadas.

E este não é caso único. Só em Lisboa, e recentemente, temos os casos de Jean Nouvel na sua intervenção em Alcântara e de Norman Foster no quarteirão da Boavista, e para mudar a coloração política, em anos anteriores a intervenção de Enzo Piano em Braço de Prata e numa outra versão do Parque Mayer também Norman Foster.

Não pretendo para a engenharia portuguesa um tratamento de excepção, nem defendo posições corporativas. Mas não se pode tratar a engenharia de concepção como se trata qualquer outra mercadoria. As regras de selecção que se generalizaram em Portugal nos últimos anos, de privilegiar o preço mais baixo, estão a matar a engenharia portuguesa. Os valores de que vou tendo conhecimento situam-se em patamares que se situam dez a vinte vezes abaixo dos valores recomendados internacionalmente. As consequências são inevitáveis, ao abastardamento dos projectos seguir-se-á a extinção dos projectistas.

Se é só preços baixos que se pretende, e nisso a administração pública tem uma quota parte importante das responsabilidades, então é tempo de começar a

deslocalizar a produção de projectos para a Índia. Ou para o Vietnam, como já está a suceder.

### *3.3 - A Displícência Portuguesa*

Noutros aspectos é a própria displícência portuguesa a condicionar o contributo da engenharia civil.

Vivemos numa região de reconhecido risco sísmico. Com todos os inconvenientes que isso acarreta. E no entanto...

Há pouco mais de três anos um especialista francês em segurança afirmou que se ocorresse agora um sismo de intensidade semelhante ao que ocorreu há 250 anos cerca de 40% da cidade de Lisboa seria profundamente afectada. Logo o dr. João Soares, à altura presidente da câmara, se manifestou acusando o dito especialista de alarmista. Pelo contrário, eu penso que ele estava a ser optimista, e que se 40% de Lisboa não fosse afectada bem podíamos agradecer aos deuses.

Há um certo facilitismo e displícências que são atávicos. Imaginemos por um instante que essa calamidade ocorria. Esse seria o momento em que uma administração forte mais necessária seria, para coordenar os meios de socorro e as disponibilidades nacionais, para pedir a ajuda internacional que seria com certeza necessária, um governo que pudesse actuar. A lei não recomenda, exige que certas construções tenham uma resistêcia as sismos acrescida, caso de hospitais a quartéis de bombeiros passando pelos centros de controle e comando. Pois bem, a presidência do conselho de ministros está instalada num edifício que começou por ser construído para habitação e que, suponho, nem da resistêcia mínima corrente é dotado.

Em 1994 decorriam os preparativos para a EXPO'98. Dos vários projectos em que participei um deles é emblemático, o Pavilhão de Portugal. Para o local tinha procedido o LNEC a um conjunto de estudos, entre os quais um de caracterização da sismicidade local e do efeito de amplificação criado pelos aluviões do Tejo. Conhecedor do estudo foi esse estudo tido em consideração no projecto, do que resultou uma solução que aparentemente mais possante. Foi esse facto criticado por consultores da administração da Parque Expo, gerando-se uma disputa relativamente ao facto de dever ser ou não considerado a amplificação sísmica,

situação que desembocou no LNEC como árbitro. Os autores do estudo mantiveram a sua posição. Decidiu a Parque Expo que a lei só a obrigava a considerar um dado espectro de energia para o sismo, o que foi assim considerado na versão definitiva do projecto com indicação expressa da responsabilidade assumida.

Meses depois, em Janeiro de 1995, ocorria em Kobe, no Japão, um sismo violento. Parte da cidade de Kobe assenta em duas ilhas e em aterros sobre aluviões, prolongando-se para as encostas da ilha mãe. Ora foi precisamente na zona da cidade edificada sobre os aterros e aluviões que ocorreram os maiores danos e mortes. Consequência da tal amplificação das ondas sísmicas, em formações semelhantes àquelas que ocorrem na zona do Parque das Nações. Dispensam-se comentários adicionais.

Esta atitude relativamente ao risco sísmico e às medidas de segurança que importa implementar tem sido continuamente deixada ao abandono. Desde os anos 60 do século passado, sem irmos aos tempos do Marquês, que Portugal tem das melhores regulamentações sísmicas. Não é aí que repousa o problema. O problema está na sua aplicação.

A consideração dos sismos deve ser encarada desde a própria concepção arquitectónica. Sabe-se e bem qual o tipo de construções que melhor se comporta em caso de sismo e o que se deve evitar.

A situação é agravada pelo facto de os projectos de estruturas não contemplarem em larga percentagem e de forma adequada as medidas de segurança recomendáveis e exigíveis. E isto pelas razões mais variadas – que passam também pela ignorância e pela má fé, pela actuação consciente. O que tem consequências nefastas no desenvolvimento dos projectos com qualidade, dando origem a uma concorrência desleal de duplo efeito – por um lado a não consideração das acções sísmicas representa menos trabalho para quem projecta e por outro a não existência de resistência sísmica adequada conduz a soluções naturalmente mais baratas, rotulando quem pratica a segurança de produzir projectos pouco económicos. E assim se vai condicionando o mercado.

### *3.4 - O Ensino da Engenharia*

Faz parte das nossas obrigações preparar a engenharia do futuro. Com bases

sólidas, com uma visão larga e deixando um campo arroteado para a germinação de novas ideias.

Não me sinto capaz de emitir uma opinião desapaixonada sobre a situação do ensino em Portugal. Mas sei que, e ainda não passaram 40 anos, quando concluí a minha formação universitária na FEUP poderia ter ido para o MIT (à época e ainda agora uma das referências mundiais da engenharia) e ingressar de imediato no PhD, sendo dispensado do mestrado, num reconhecimento que aquela instituição tinha pela escola do Porto. Outros tempos, dir-me-ão.

Tenho por isso fundadas reservas relativamente ao Processo de Bolonha, com a formação 3+2. Não é possível formar profissionais em 3 anos. Pode quando muito, em certas profissões, formar técnicos intermédios, e mesmo em certas áreas da engenharia.

Os institutos politécnicos, cuja função principal já foi a formação de técnicos intermédios, os engenheiros técnicos que tanto contributo deram à construção como excelentes directores de obra, querem passar à força a Universidades.

Em muitas escolas do ensino dito superior, e não estou a falar apenas de universidades privadas, o negócio abriu portas a alunos sem preparação básica, com classificações mais que insuficientes em física e matemática. Alunos que a seu tempo obterão o seu diploma, talvez com classificações mais elevadas que outras escolas reputadas pela qualidade do seu ensino e mais avaras nas notas.

Será que isso é mau? Para mim, em que o critério de escolha é pessoal, não me incomoda. Se precisar de jovens engenheiros sei aonde ir procurá-los. Já o mesmo se não passa nos organismos públicos, em que a admissão será feita por concurso documental, e o critério de escolha entre dois licenciados não será a escola de origem mas o que tiver mais elevada classificação. O risco de em breves anos termos os lugares cimeiros da administração entregues aos mais mal preparados é pois muito grande. E serão eles a definir e impor as regras de escolha, decidindo do que não sabem.

#### 4 - O Futuro

Não ficaria bem terminar assim, numa visão pessimista do por onde anda e para onde vai a nossa engenharia. Num século as ciências e a técnica parecem tudo

poder solucionar. Ainda não é possível construir a ponte que em Gibraltar poderá ligar a Europa a África. Mas lá chegaremos, e nessa altura gostava que os engenheiros portugueses estivessem à altura de dar o seu contributo que não apenas em posição subalterna.

#### *4.1 - O Renascimento da Engenharia*

Para tal objectivo é necessário dar um novo impulso ao LNEC, dando-lhe condições mas também exigindo dele uma contribuição válida, pronta e pragmática. Em particular nas novas tecnologias deveria funcionar como uma bolsa aberta, em que os cidadãos pudessem contribuir com novas ideias e receber outras. Na programação para análise estrutural poderia considerar-se regimes de software abertos, com acesso às fontes.

#### *4.2 - A Selecção de Projectistas*

Não pode a engenharia de concepção ser tratada como qualquer outra mercadoria. Porque simplesmente não há forma de comparação directa, o objecto final é simultaneamente o protótipo.

Desaconselhável é sobretudo o sistema tão adoptado de concepção-construção. Fica caro ao país, porque muita mais soluções têm que ser estudadas sem que a melhor corresponda obrigatoriamente o melhor preço, como no fim alguém terá que pagar a factura. A concepção-construção é típica de países subdesenvolvidos em que os decisores não têm capacidade de ajuizar, e eu quero rejeitar essa qualificação para Portugal.

Selecção de projectistas que deverá ser objecto do maior rigor, com responsabilidades reais e efectivas sobre a qualidade de projecto.

#### *4.3 - O Controle de Qualidade*

É impraticável, nem o País tem recursos para ser efectuado um controle de qualidade e uma revisão a todos os projectos.

Nem as autarquias, por onde entra a maior parte, tem quadros em número e com a qualificação necessárias para certificar os projectos.

No entanto alguma coisa tem que ser feita. Há muitos anos venho propondo que anualmente sejam seleccionados um número limitado de projectos e, com a

intervenção de organismos qualificados, e aqui volto a chamar o LNEC e também a Ordem dos Engenheiros, que esse projectos fossem objecto de auditorias. E que houvesse penalidades para quem não respeitasse as exigências regulamentares (note-se que aqui estão depositadas as economias de muita famílias portuguesas que se sacrificam para comprar uma casa que julgam segura). Os resultados podiam não ser imediatos, mas que funcionava como dissuasor, funcionava.

#### *4.4 - A Reforma do Ensino*

Que haja ponderação nas reformas que vão condicionar os anos futuros, e que tal não sirva apenas para viabilizar o que não tem viabilidade. Que se olhe para as reais necessidades do País, que não se criem mais falsas ilusões à juventude. Já chega de vaidades e de “Caçadores de dinossauros”.

Lisboa, 31 de Março de 2005

A. Segadães Tavares