



**A verdade sobre o estado  
da sua estrutura**  
**The facts about the condition  
of your structure**



**Oz**

**levantamento, diagnóstico e controlo de qualidade de estruturas de betão**  
**survey, diagnostics and quality control of concrete structures**

## **levantamento, diagnóstico e controlo de qualidade de estruturas de betão**

Nos últimos anos tem-se assistido a uma intensificação do esforço de investigação para ampliar o alcance e a eficácia dos ensaios não-destrutivos ou semi-destrutivos na inspecção, observação, monitoragem e controlo de qualidade das construções, em particular, das de betão armado.

Estas técnicas podem proporcionar dados importantes aos técnicos responsáveis pelas intervenções da conservação, reparação e recuperação de estruturas de betão armado, ajudando a:

- determinar as causas de danos e anomalias existentes nessas estruturas, possibilitando, assim, uma intervenção mais adequada;
- avaliar correctamente a importância e a extensão das degradações existentes;
- adoptar medidas correctivas menos intrusivas e mais adequadas;
- definir e planear atempadamente as intervenções, actuando preventivamente;
- monitorar o comportamento dessas intervenções.

Paralelamente, essas técnicas podem constituir um auxiliar precioso no controlo de qualidade das estruturas, quer durante a fase de construção, quer, mais tarde, quando submetidas a uma intervenção correctiva, a fim de garantir a conformidade com as especificações, em particular, as que visam assegurar a necessária durabilidade.

A OZ, constituída em 1988, disponibiliza actualmente um conjunto diversificado de técnicas de inspecção, monitoragem e controlo de qualidade, que permitem a recolha da informação, necessária para a tomada de decisão quanto à selecção dos tipos de intervenção mais adequados. Dispõe de um profundo conhecimento no domínio dos ensaios não-destrutivos ou reduzidamente intrusivos, de um conjunto de equipamentos de ensaio e instrumentos de observação e de uma equipa técnica competente e motivada.

Para atingir e manter estes objectivos, de forma consistente e durável, a empresa procedeu à implementação de um Sistema de Garantia de Qualidade, baseado na norma NP EN ISO 9002, certificado.

### **diagnostics, survey and quality control of concrete structures**

*In recent years there has been a growing research effort to extend the range and efficacy of non-destructive and semi-destructive tests in the inspection, survey, monitoring and quality control of structures, in particular those in reinforced concrete.*

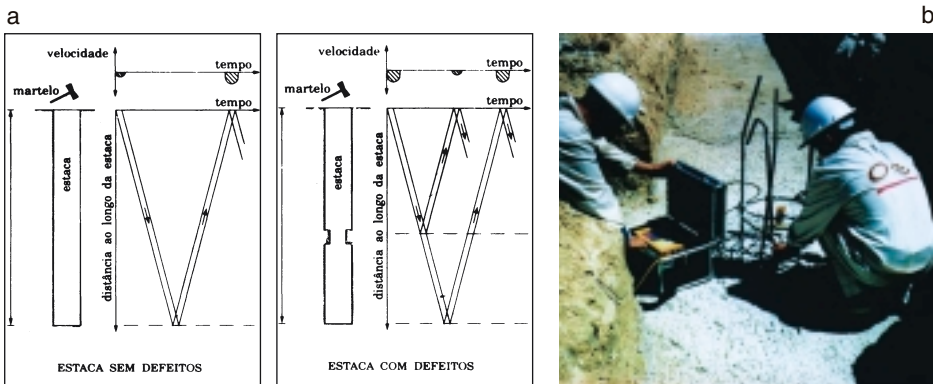
*Such new techniques may provide the professionals in charge of conservation, repair and rehabilitation interventions with important data, assisting them in:*

- determining the reasons for damage and anomalies presented by the structures;*
- evaluating correctly the importance and range of the existing damage;*
- adopting less intrusive and more adequate corrective measures;*
- specifying and scheduling the interventions in due time, acting preventively;*
- monitoring the behaviour of such interventions.*

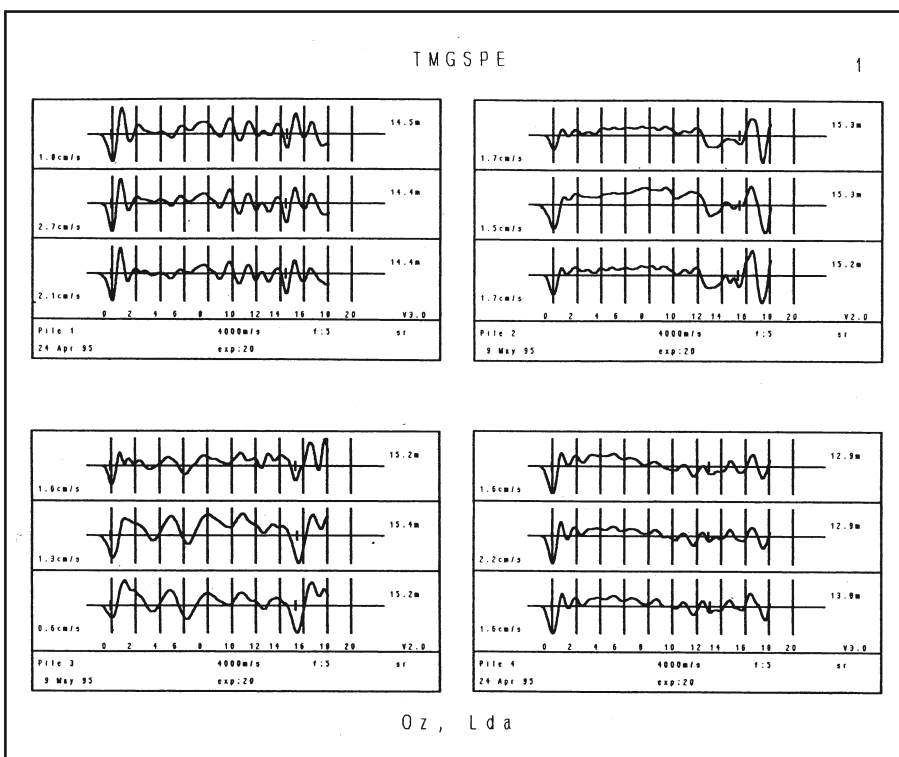
*These techniques may be, as well, a precious aid in the quality control of structures, both during the construction stage and, later, when submitted to corrective interventions, in order to insure conformity with the specifications, particularly those concerned with the durability.*

*Oz has been set up with the scope of making available the techniques for inspection, survey, monitoring and quality control of structures to the professionals in charge of this type of interventions and possesses today a substantial expertise in the field of non-destructive and low intrusive tests, a large inventory of test equipment and survey instruments and a technical team skilled and motivated.*

*To accomplish and maintain these objectives, in a consistent and sustained manner, the company set up a Quality Management System, in accordance with ISO 9002, certified.*



**Ensaio de integridade de estacas de betão utilizando o método sónico.**  
**Integrity test of concrete piles using the sonic method.**



a - Esquema da propagação da onda elástica numa estaca sem defeitos e numa estaca com um defeito.  
 Diagram showing the elastic wave propagation in a pile without defects and in a pile with a defect.

b - Ensaio de estacas de fundação de ponte.  
 Testing concrete piles in a bridge foundation.

c - Registo do ensaio de quatro estacas.  
 Four concrete piles test records.

**Detecção e avaliação da corrosão das armaduras.**  
**Detection and evaluation of reinforcement corrosion.**

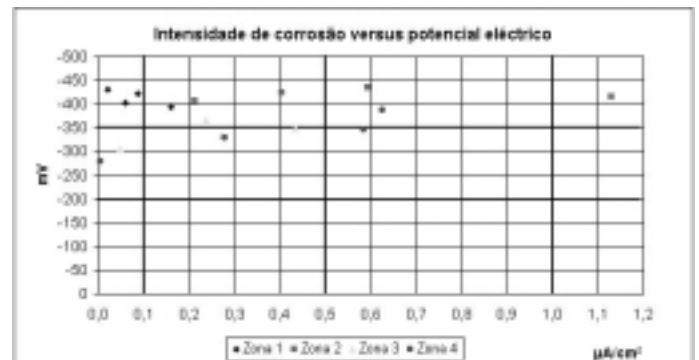
a - Vista parcial da estrutura de uma ponte com corrosão de armaduras.  
*General view of a structure with corroded reinforcement.*



b - Medição da resistividade eléctrica do betão.  
*Assessment of the electric resistivity of concrete.*



c - Representação gráfica dos resultados da intensidade de corrosão versus potencial eléctrico.  
*Plot of corrosion intensity results against electric potential.*



d - Aspecto da armadura de uma parede em curso de reparação, após remoção do betão superficial. O varão mais perto da superfície denota corrosão avançada, devida ao ingresso de cloretos.  
*View of the reinforcement of a wall in course of repair, after removal of surface concrete. The bar closer to the wall face shows deep corrosion, due to chloride ingress.*



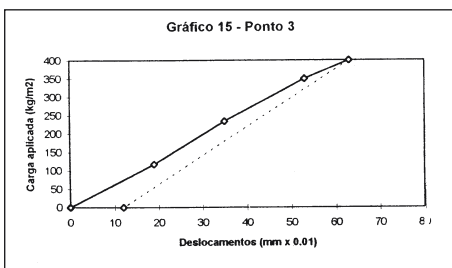
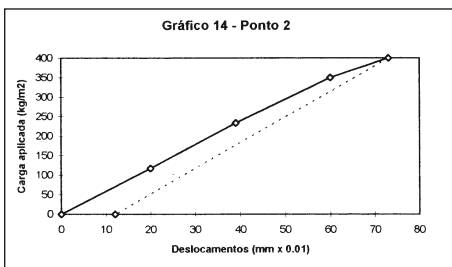
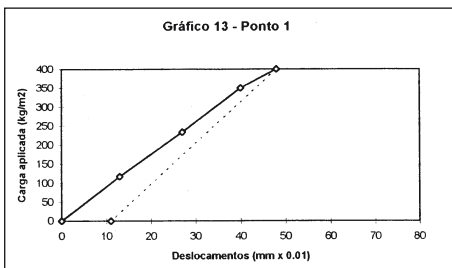
a

b

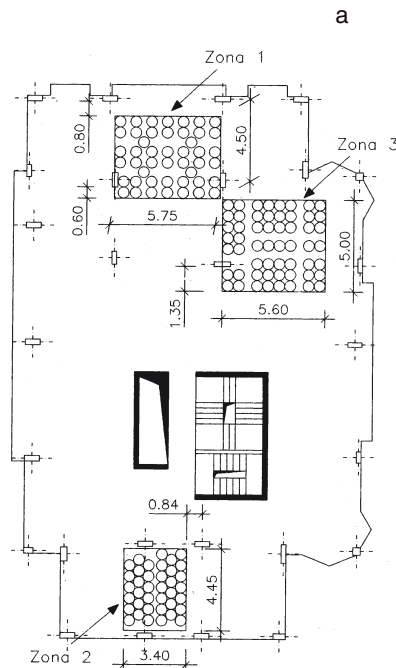
d

c

e **CICLOS DE CARGA E DESCARGA**  
Zona 3



d



b



c

**Ensaio de carga dum pavimento de betão armado de um edifício.**  
**Load test of a reinforced concrete floor in a building.**

a - Zonas ensaiadas.  
*Tested areas.*

b - Sistema de leitura, mostrando, também, o padrão de fendilhação.  
*Measuring system, showing also the cracking pattern.*

c - Medição da variação da abertura de uma fissura.  
*Measuring movement at a crack.*

d - Sistema de carga.  
*Load system.*

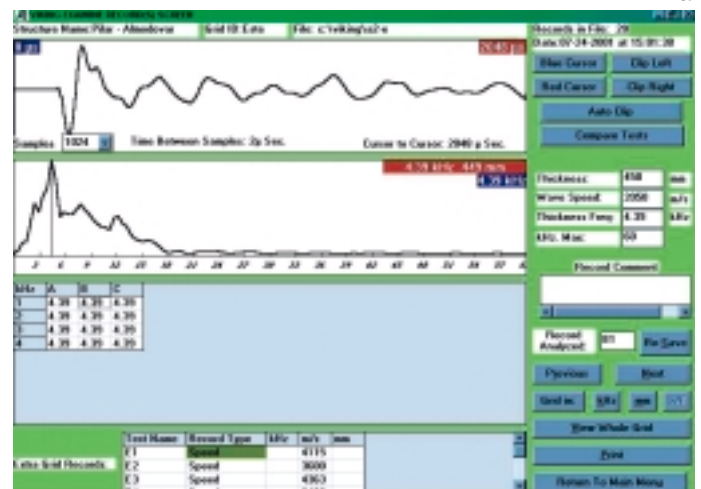
e - Diagramas Carga-Deformação em alguns dos pontos.  
*Load-Deflection diagrams at some of the points.*



**Detecção de defeitos com o método “impacto-eco”.**  
**Defect detection using the “impact-echo” method.**

a - “Display” típico com o registo do sinal de deslocamento e respectivo espectro (frequência sólida).

*Typical display of a displacement record and corresponding spectrum (solid frequency).*



b – Controlo de qualidade da reparação de um pilar armado.  
*Quality control of a reinforcement concrete column.*

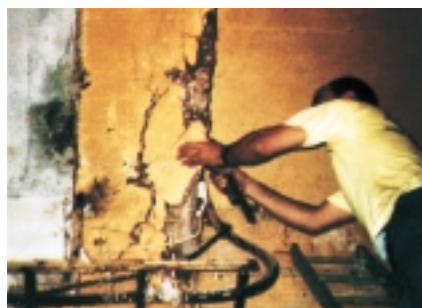
c - Detecção de descontinuidades num pilar em construção de um obra de arte.  
*Defect detection in a column at an overpass jobsite.*



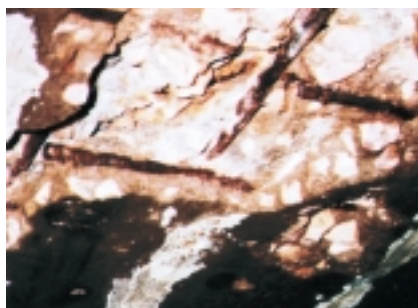
c



b



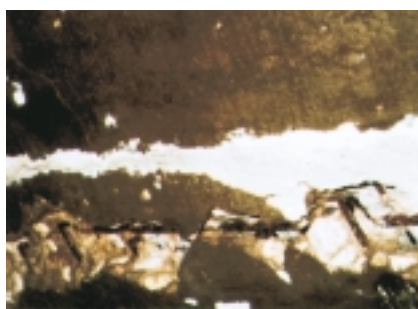
a



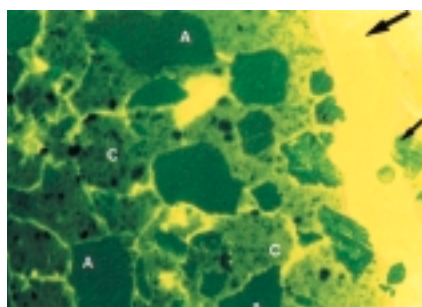
b



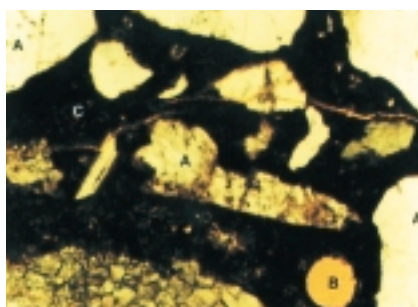
f



c



e



d

**Corrosão do betão armado em ambiente quimicamente agressivo, numa fábrica de adubos. Reinforcement corrosion in a chemically aggressive environment, in a fertilizer plant.**

a - Corrosão numa viga. Note-se que o betão se destaca muito facilmente.

*Corrosion in a beam. Notice that concrete has become so poor, it can be removed by hand scratching.*

b, c - Pormenor da degradação química do betão e armaduras numa laje.

*Details of concrete and reinforcement deterioration in a slab.*

d - Análise petrográfica do mesmo betão. Fissuras na pasta de cimento, que atravessam os agregados. Os agregados estão marcados com "A", os vazios com "B" e a pasta de cimento com "C". Lado inferior da foto: 1,7 mm. *Petrographic analysis of same concrete. Cracks in the cement paste, cutting through the aggregate. Aggregates are marked "A", voids with "B" and the cement paste with "C". Lower side of the photo: 1,7 mm.*





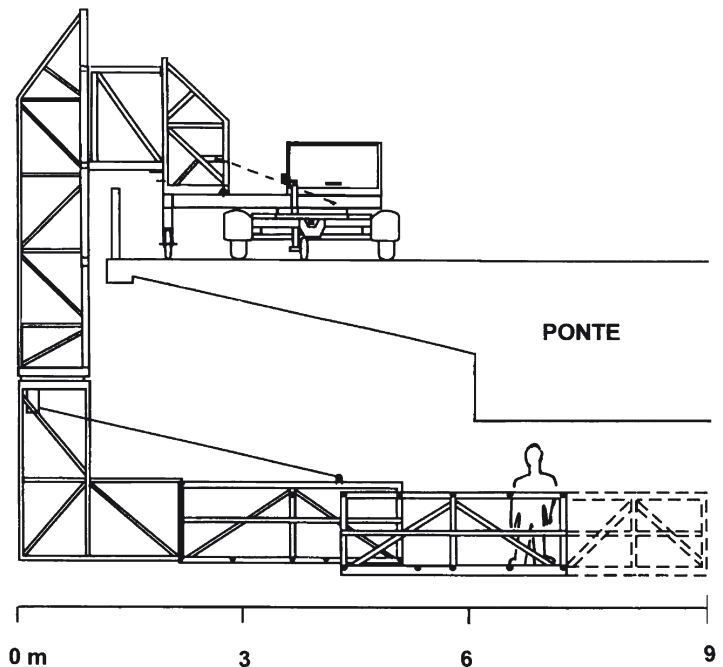
e - Fotomicrografia com luz fluorescente. Presença de microfissuras e grandes fissuras na pasta de cimento, que atravessam o agregado "A". Lado inferior da foto: 4 mm.

*Photomicrography with fluorescent light. Microcracks and large cracks can be seen in the cement paste, cutting through aggregate "A". Lower side of the photo: 4 mm.*

f - Fotomicrografia com polarizadores cruzados e filtro de gesso. Observa-se uma alteração (seta), da pasta de cimento ("B"), desenvolvida, provavelmente, pelo ataque de sais. Os agregados estão marcados com "A". Lado inferior da foto: 4 mm.

*Photomicrography with crossed nicols and gypsum filter. Alteration of the cement paste ("B") can be observed, caused, probably, by salt attack. Aggregates are marked with "A". Lower side of the photo: 4 mm.*

### Meios de acesso. Access media.



a – Esquema da plataforma de acesso rápido à face inferior do tabuleiro de viadutos e pontes para inspeção, diagnóstico e reparação.

*Sketch of quick access platform for the inspection, diagnostics and repair of the underside of bridges and overpasses.*

b – A plataforma em curso de montagem.

*The platform during set up.*



a

b

a



b



a – Inspeção de uma passagem desnivelada.  
*Inspection of an overpass.*

b – Detecção de armaduras e medição do recobrimento.  
*Rebar detection and cover assessment.*

c



c – Inspeção videográfica do interior de uma construção.  
*Videographic inspection of a hollow structure.*

d – Recolha de pó para determinação do teor de cloretos.  
*Collecting concrete powder for chloride content evaluation.*

d



e – Ensaio de arrancamento em zonas reparadas.  
*Pull-off test.*

f – Recolha de carotes do betuminoso.  
*Core sampling at Vasco da Gama bridge, Lisbon.*

e



f



## **Algumas das técnicas e serviços disponíveis** **Some available techniques and services**

Avaliação das propriedades mecânicas do betão: Extração de carotes, ensaios esclerométricos, ensaios de penetração (avaliação da resistência de betões jovens e argamassas de assentamento).  
*Evaluation of mechanical characteristics of concrete: Coring, rebound hammer tests, penetration test (evaluation of the strength of young concretes and laying mortars).*

Diagnósticos da corrosão das armaduras: Avaliação da carbonatação por meio da reacção à fenolftaleína, determinação “in situ” do teor de cloretos do betão, avaliação da corrosão activa das armaduras por mapeamento de potenciais electroquímicos e medição da intensidade de corrosão.  
*Reinforcement corrosion assessment: Carbonation control by the phenolphthalein reaction, “in situ” determination of the chloride content of concrete, evaluation of active corrosion of reinforcement by electrochemical potential mapping and corrosion intensity evaluation.*

Avaliação da qualidade e da durabilidade: Ensaio de arrancamento de revestimentos e materiais de reparação, ensaio BRE (British Research Establishment) de pavimentos de cimento, execução expedita de perfis de pavimentos, detecção de armaduras e medição de recobrimento, avaliação “in situ” da permeabilidade de betões e argamassas ao ar e à água.  
*Quality and durability assessment: Pull out tests of coatings and repairs materials, BRE tests for cement pavements, quick profiling of reinforced concrete pavements, detection of rebars and cover evaluation, “in situ” evaluation of concrete and mortar permeability to air and water.*

Avaliação da integridade e homogeneidade de elementos estruturais: Ensaio de impacto-eco, ultrassons.  
*Assessment of the integrity and homogeneity of structural members: Impact-echo, ultrasonic pulse.*

Levantamento de edifícios e estruturas existentes, incluindo fotogrametria.  
*Survey of existing buildings and structures, including photogrammetry.*

Levantamento das anomalias de edifícios e estruturas existentes (padrão de fendilhação, estado de deformação de paredes e pavimentos, presença de humidade e alterações dos materiais).  
*Condition and pathology survey of existing buildings and structures (cracking pattern, deformation state of walls and pavements, presence of moisture and alterations of materials).*

Monitoragem da evolução de fendas e outros movimentos estruturais (inclinações, assentamentos).  
*Monitoring of the evolution of cracks and other structural movements (tilting settlements).*

Observação boroscópica de cavidades e fendas.  
*Boroscopic inspection of cavities and cracks.*

Ensaio de carga “in situ” de elementos estruturais e de fundação.  
*“In situ” load tests of structural and foundation elements.*

Análise petrográfica de betões e argamassas (materiais utilizados e suas proporções, qualidade dos métodos de trabalho, reacções secundárias (ex.: alcali-agregado) e outras anomalias ao nível da microestrutura do betão).  
*Petrographic examination of concretes and mortars (materials used and their proportions, workmanship, secondary reactions (ex.: alkali-aggregate) and other anomalies at the level of the micro-structure of concrete).*

Medição das características dinâmicas de estruturas e detecção de anomalias estruturais.  
*Evaluation of the dynamic characteristics of structures and detection of structural anomalies.*

Termografia (estado de conservação e integridade de construções, detecção de descontinuidades, vazios e presença de humidade).  
*Thermography (condition and aging of buildings, detection of defects, voids and presence of moisture).*

Avaliação da integridade de estacas de betão por meio de ensaios sónicos.  
*Evaluation of the integrity of concrete piles by sonic tests.*

**Oz**



**Membro de  
Member of**

**APPC - Associação Portuguesa de Projectistas e Consultores  
Portuguese Association of Engineering and Management Consultants**

**APQ - Associação Portuguesa para a Qualidade  
Portuguese Association for Quality**

**ASTM - American Society for Testing and Materials**

**CEB - Comité Euro - International du Béton**

**RILEM - The International Union of Testing and Research Laboratories  
for Materials and Structures**

**e  
and**

**Gestor geral da qualidade da Marca de Qualidade LNEC.  
General quality manager of LNEC Quality Mark.**

**OZ - diagnóstico, levantamento e controlo de qualidade em estruturas e fundações, lda.  
rua pedro nunes, 45, 1º - esq. • 1500-170 lisboa • portugal • tel: 213 563 371 • fax: 213 153 550**

**Nº pessoa colectiva 502 027 258 • Capital Social: 200.000€  
Conservatória do Registo Comercial de Lisboa nº 68966 a fls. 83 do livro C 173**

**[www.oz-diagnostico.pt](http://www.oz-diagnostico.pt)**