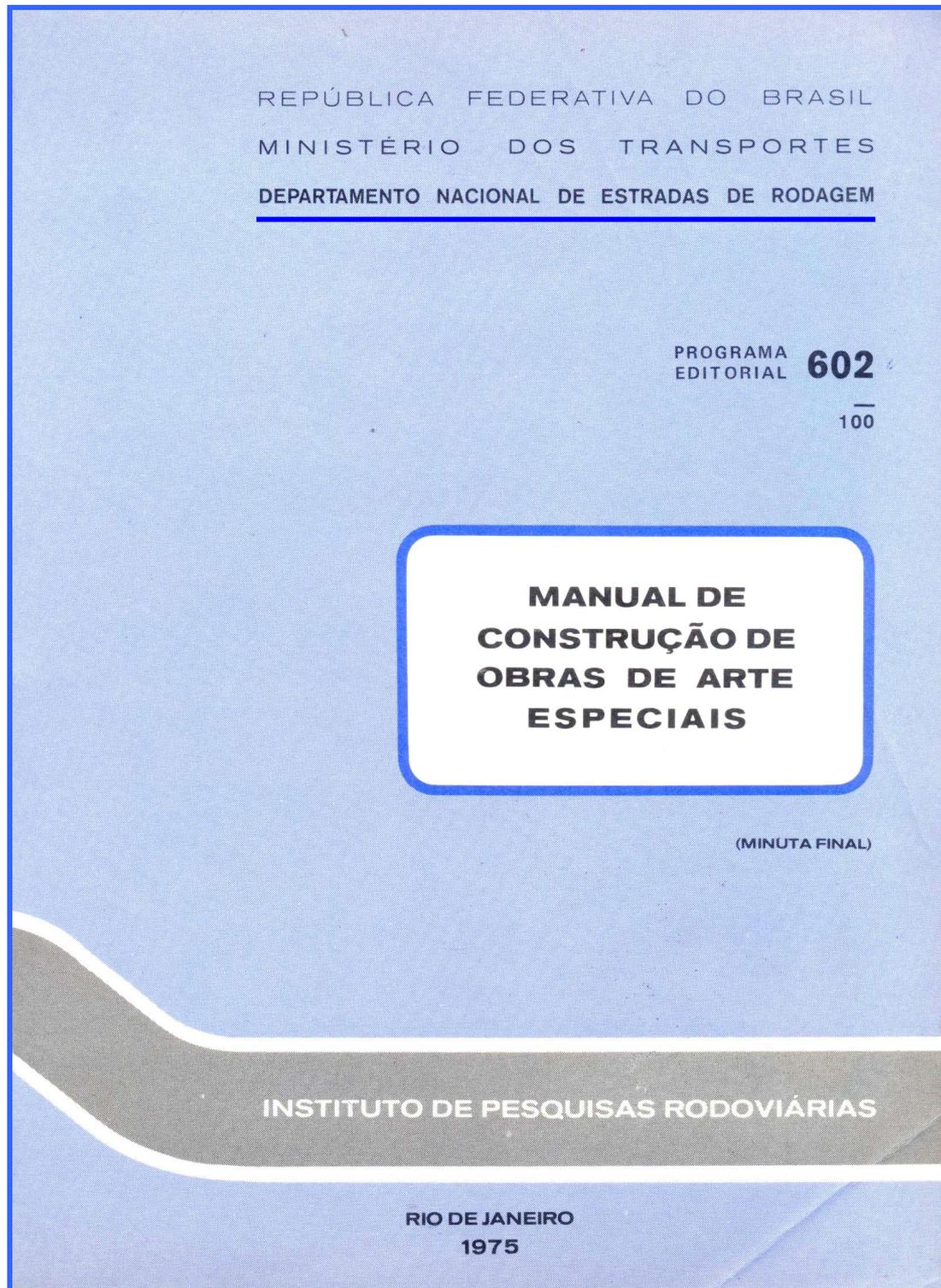




Amostras do concreto – Esclerômetro – Prova de Carga
Prof. Fernando Luiz Lobo B. Carneiro

Prof. Eduardo C. S.
Thomaz
Notas de aula

Prof. Fernando L. Lobo B. Carneiro



DNER (1975) ≡ DNIT (2013)

...

O presente Manual foi elaborado pelos Engenheiros abaixo relacionados, seguindo-se ao nome de cada um a indicação do órgão por ele representado:

7.1 Comissão de redação geral

Eng^o Fernando Luiz Lobo Barbosa Carneiro
(Instituto Nacional de Tecnologia)

Major Eng^o Hermann Cavalcante Suruagy
(Diretoria de Vias de Transporte —
Ministério do Exército)

Eng^o João Baptista Simões Corrêa
(Departamento Nacional de Estradas de Rodagem)

Eng^o João de Lima Acioli
(Sindicato Nacional de Indústria de Construção de Es-
tradas, Pontes, Portos, Aeroportos, Barragens e Pavi-
mentação)

Eng.^a Maria de Lourdes Campos Campello
(Instituto de Pesquisas Rodoviárias)

Eng^o Mário Jaime dos Reis Vilaverde
(Associação Brasileira de Pontes e Estruturas)

Cel. Eng^o Newton Cyro Braga
(Instituto de Pesquisas Rodoviárias)

Eng^o Nilo Mitke Barroso
(Departamento Nacional de Estradas de Rodagem)

16.1 Ensaios não destrutivos

16.1.1 Objetivo

Sempre que houver dúvida sobre a segurança de uma obra de arte do concreto armado ou protendido ou sobre a representatividade dos ensaios de corpos de prova de concreto, deverão ser realizados ensaios não destrutivos ou provas de carga, supervisionados pelo órgão responsável pela elaboração do projeto ou por sua aprovação.

Geralmente, não se justifica a exigência obrigatória de execução de provas de carga, que são sempre dispendiosas e demoradas, quando não haja motivo para dúvida sobre a segurança da obra, desde que o controle de qualidade dos materiais e da execução tenha sido procedido de modo rigoroso, obedecendo ao prescrito pelo presente Manual e pelas normas brasileiras próprias.

16.1.2 Extração de amostras de concreto na estrutura já executada

O método mais seguro de comprovar a qualidade do concreto da obra, na falta de ensaios de corpos de prova dignos de confiança, é a extração de corpos de prova da estrutura já executada. Esses corpos de prova deverão ser extraídos, de preferência, por meio de sondas rotativas com, pelo menos, 7,5 cm de diâmetro; em caso de dificuldade de satisfação dessa exigência, pode ser tolerada a extração com sondas de 5 cm de diâmetro.

Os testemunhos cilíndricos extraídos da estrutura deverão ser enviados a laboratório para ensaio. As amostras a ensaiar, confeccionadas com segmentos desses testemunhos, deverão, normalmente, ter comprimento igual ao dobro do diâmetro e os extremos adequadamente capeados. Na impossibilidade de serem obtidas amostras com a referida relação entre comprimento e diâmetro, serão toleradas outras relações, desde que se apliquem coeficientes corretivos aos resultados dos ensaios.

Os furos deixados na estrutura pela extração de testemunhos deverão ser preenchidos com argamassa de alta resistência, que deverá ser adensada energeticamente. Poderá ser empregada, por exemplo, argamassa de traço 1:2,5 em peso, com fator água/cimento igual a 0,4. Os locais a perfurar devem obedecer a uma prévia programação, que considere, especialmente, a disposição da armadura.

16.1.3 Esclerometria

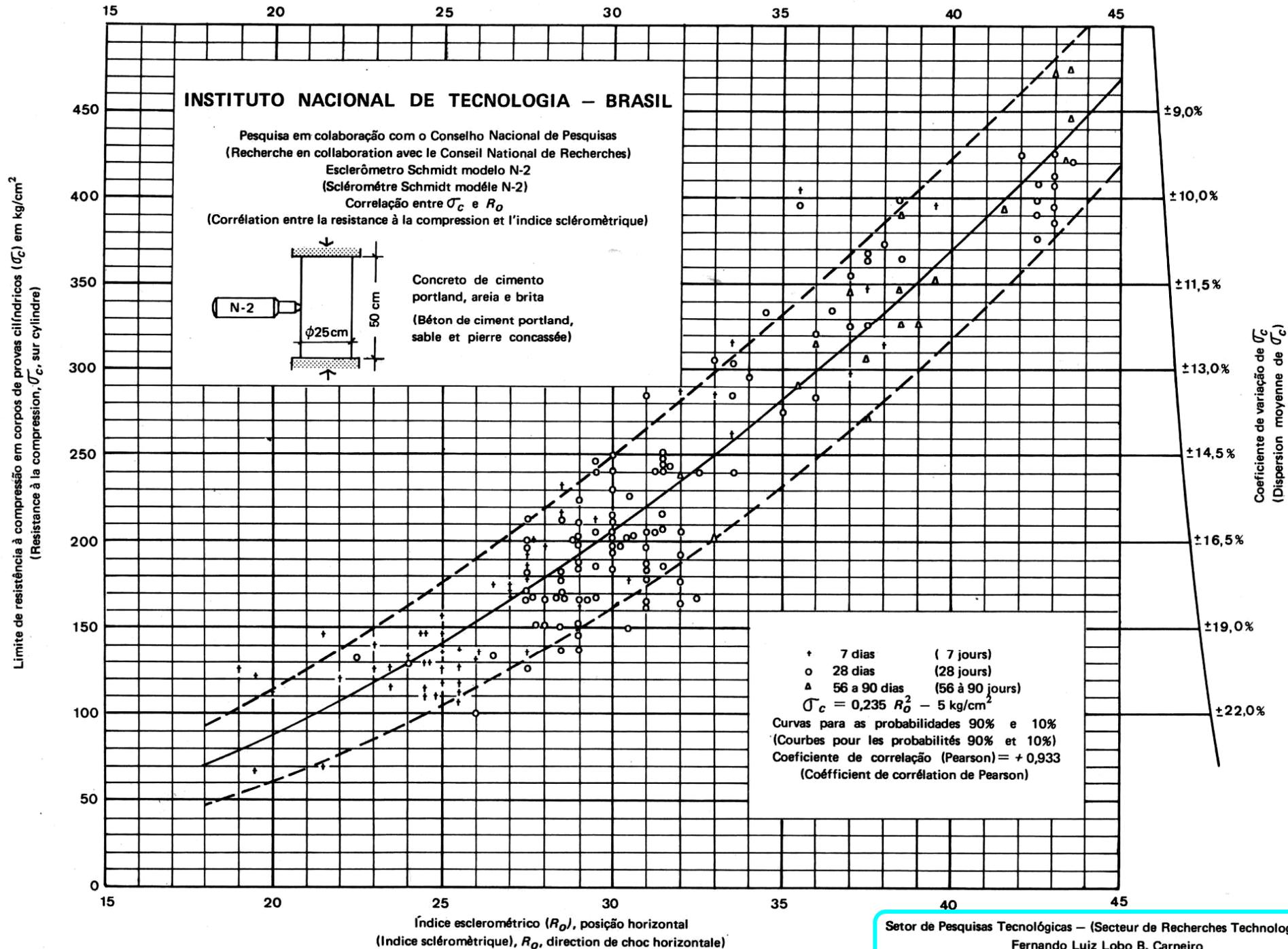
A esclerometria permite uma estimativa da qualidade do concreto, sem pretender chegar à determinação da resistência à compressão com erro comparável a dos ensaios de corpos de prova. A esclerometria apresenta a vantagem de poder ser aplicada a numerosos pontos da estrutura, com grande rapidez e economia.

O sistema mais aconselhável para o controle do concreto por meio de ensaios não destrutivos é o que combina a aplicação de esclerômetro em um grande número de pontos, com a extração de corpos de prova em alguns desses pontos, realizada de acordo com o recomendado no item anterior. O confronto dos resultados obtidos pelos dois métodos possibilitará a avaliação do grau de aplicabilidade da curva de aferição do esclerômetro ao concreto em causa e, eventualmente, a correção dessa curva.

Em cada ponto da estrutura a ser examinada com o auxílio do esclerômetro deverão ser realizadas dez a quinze aplicações do instrumento, espaçadas de, pelo menos, 3 cm. A pequena área em que se fizeram essas aplicações deverá ter sido previamente limpa de impurezas por meio de fricção com esmeril. As indicações do esclerômetro são válidas apenas quando este tiver sido aplicado em regiões de estrutura que tenham estado em contacto com as formas. As determinações feitas em superfícies livres como, por exemplo, face superior de lajes, induzem a resultados errôneos.

Das dez a quinze leituras obtidas deverão ser desprezadas até um terço das que discreparem dos valores mais freqüentes. As leituras muito elevadas correspondem a golpes dados diretamente sobre grãos de agregado graúdo; as muito baixas, a golpes dados na proximidade de vazios ou de bolhas de ar, situados sob a camada superficial de argamassa. Eliminados, assim, os resultados discrepantes, será calculado, com os demais, o valor médio do índice esclerométrico. Com esse valor médio, obtém-se, nas curvas de aferição, a estimativa de resistência à compressão.

Deve ser adotada a curva de aferição correspondente à probabilidade de 90 % (90 % de probabilidade de ser a resistência do concreto supe-



rior à resistência estimada). Pode ser, também, adotada a curva de aferição média, correspondente à probabilidade de 50 %, deduzindo-se, neste caso, do valor lido, a correção de 50 kgf/cm². Na falta de curva determinada, experimentalmente em laboratório, com concretos executados com os materiais da obra, poderão ser adotadas como curvas de aferição as curvas constantes das instruções de emprego do instrumento, ou as curvas anexas a este item, determinadas no Instituto Nacional de Tecnologia, do Rio de Janeiro.

O esclerômetro deve ser aplicado, de preferência, sobre superfícies verticais; quando tiver que ser aplicado em superfícies inclinadas, devem ser feitas as correções indicadas nas instruções de emprego do instrumento.

São sujeitos a grandes erros os resultados de aplicação de esclerômetro a concretos com mais de noventa dias de idade ou com adensamento insuficiente.

Os resultados da esclerometria, de um modo geral, devem ser interpretados com grande prudência, pois os erros são, quase sempre, contra a segurança, isto é, tendentes a conduzir a uma superestimação da resistência do concreto. Entretanto, a esclerometria pode fornecer boas indicações sobre o grau de homogeneidade do concreto, isto é, sobre seu coeficiente de variação. A combinação da esclerometria com a extração de testemunhos da estrutura já executada (item 16.1.2) pode corrigir, em grande parte, os riscos acima indicados de uma superestimação da resistência do concreto.

Os métodos não destrutivos baseados na velocidade de propagação das ondas elásticas são, também, sujeitos a grandes erros e de difícil aplicação nas obras.

16.2 Provas de carga

As provas de carga são operações de grande complexidade, que dependem do tipo da estrutura e das condições locais. Sua realização depende de instrumentação delicada, normalmente inexistente nos laboratórios de campo.

Não se enquadram nas atribuições deste Manual indicações detalhadas sobre a realização de provas de carga.

A execução de uma prova de carga deve obedecer a uma programação especial, variável em cada caso. Em geral, as medidas a serem feitas numa prova de carga compreendem flechas e rotações e, mais raramente, deformações unitárias. As provas podem ser de resistência, com carga equivalente a carga máxima de projeto ou de simples verificação de comportamento estático, com carga menor que a carga de projeto, mas compatível com a sensibilidade dos instrumentos de medida. Nunca deverão ser feitas provas de carga com carga superior à de projeto.

Nas provas de resistência, o critério geral de verificação das condições de segurança da obra consiste em comprovar o comportamento elástico da estrutura. Para tal fim, procede-se da seguinte maneira: ligam-se os aparelhos de medida aos pontos presumivelmente mais representativos da estrutura e começa-se seu carregamento, vagarosamente e por etapas, até ser atingida a carga total, lendo em cada etapa as indicações dos aparelhos. Para ser verificada a influência do tempo sobre o comportamento da estrutura, esta deve suportar a carga máxima, durante, no mínimo, vinte e quatro horas. Após esse período de carga, deverá ser iniciado o descarregamento, que deve obedecer às mesmas etapas de acréscimos de carga, com idênticas leituras nos aparelhos. Decorridas vinte e quatro horas após o descarregamento total da estrutura, deverão ser registradas suas deformações residuais. As flechas residuais, obtidas com o ensaio de forma acima descrita, raramente atingem, para uma estrutura normal, mais de 20 % das flechas totais observadas.

Nas provas realizadas para simples verificação do comportamento estático, deverão ser determinadas, experimentalmente, linhas de influência das flechas, rotações ou deformações unitárias, para posterior confronto com as linhas de influência teóricas.

Durante as provas de carga não deverão surgir fissuras com abertura exagerada (no máximo 0,2 mm ou 0,3 mm) nem esfoliações ou estilhaçamento do concreto.

A análise dos resultados de uma prova de carga, a ser feita, obrigatoriamente, em instituto especializado é, em geral, laboriosa e pode ser mais difícil e demorada que os próprios cálculos realizados na execução do projeto.

16.3 Observação de obras

Toda obra de arte depois de entregue ao tráfego deve ser submetida a observações e exames periódicos, feitos a intervalos regulares, dependentes das condições da obra, os quais poderão permitir execução de reparos e reforços indispensáveis e evitar, assim, prejuízos, às vezes grandes, até acidentes. Como indicação muito geral, é recomendável, pelo menos, uma inspeção anual, de preferência após a época de cheias dos cursos d'água.

É muito útil que se deixem referências na estrutura para determinação de deslocamentos topográficos. Em estruturas muito importantes, é recomendável a colocação de sistemas de medição de deformações unitárias, seja na superfície (pontos de referência para deformetros ou tensômetros amovíveis), seja no interior da massa do concreto (tensômetros de cordas vibrantes e outros tipos especiais).

Além dos deslocamentos e deformações da estrutura, devem ser observadas e registradas as fissuras e suas aberturas, bem como possíveis sinais de corrosão das armaduras ou de esfoliação do concreto.

Todas as observações devem ser registradas e descritas em relatórios minuciosos para análise e providências dos órgãos técnicos competentes.

+ + +