



**História da Norma NB1/1940
de Concreto Armado
Relato do Professor Fernando
Lobo Carneiro**

Notas de
Aula

Prof. Eduardo C.
S. Thomaz

" *E QUE ESTA SEMANA EM QUE SE REALIZA A TERCEIRA REUNIÃO DOS LABORATÓRIOS NACIONAIS DE ENSAIOS DE MATERIAIS SEJA LEMBRADA NO FUTURO COMO O PRINCÍPIO DE UMA NOVA ERA NO PROGRESSO INDUSTRIAL NO BRASIL....* "

- **Introdução**
- **Relato do Professor Fernando Lobo Carneiro**
- **Normas Brasileiras estabelecidas por Decreto-Lei em 1940 , seguindo as recomendações das 3 Reuniões dos Laboratórios Nacionais de Ensaios de Materiais (1937 / 1939 / 1940)**
- **Notícias na Imprensa**



Senado Federal

Secretaria de Informação Legislativa

Este texto não substitui o original publicado no Diário Oficial.

DECRETO-LEI N. 2.773 – DE 11 DE NOVEMBRO DE 1940

<http://legis.senado.gov.br/legislacao/ListaPublicacoes.action?id=42541>

<http://legis.senado.gov.br/legislacao/ListaPublicacoes.action?id=42541>

Determina as normas brasileiras para cálculo e execução das obras de concreto armado

O presidente da República, atendendo ao que lhe expôs o ministro de Estado dos Negócios do Trabalho, Indústria e Comércio e usando da atribuição que lhe confere o art. 180 da Constituição,

decreta:

Art. 1º Todas as obras de concreto armado que forem realizadas para o governo federal ou para governos estaduais, ou municipais, deverão obedecer às normas de cálculo e execução que vão anexas ao presente decreto-lei, assinadas pelo ministro de Estado dos Negócios do Trabalho, Indústria e Comércio.

Art. 2º Revogam-se as disposições em contrário.

Rio de Janeiro, 11 de novembro de 1940, 119º da Independência e 52º da República.

Getúlio Vargas.

Presidente da República

Waldemar Falcão.

Ministro de Estado dos Negócios do Trabalho, Indústria e Comércio.

AS NORMAS BRASILEIRAS DE PROJETO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO: HISTÓRIA E EVOLUÇÃO

CARNEIRO, Fernando Luiz L. B
Professor de Engenharia Civil, COPPE/UFRJ
Av. Sernambetiba, 6400 Aptº. 403
22795-000 - Rio de Janeiro-RJ

1. HISTÓRIA DO SURGIMENTO DA NORMA BRASILEIRA NB-1

A pre-história da normalização técnica no Brasil tem como marco, sem dúvida, as "Cadernetas de Instruções e Especificações para a Construção de Esgotos", elaboradas em 1905 pelo notável engenheiro Francisco Saturnino Rodrigues de Brito para as obras de Saneamento de Santos. A caderneta nº 6 tinha o título "Concreto armado e cimento armado"(6,pg.57). A partir da década de 20 o principal campo de atuação dos engenheiros brasileiros, que era a engenharia ferroviária e portuária e as obras de saneamento, deslocou-se para o concreto armado. Foi o desenvolvimento vertiginoso das construções de concreto que deu origem, por um lado à indústria do cimento e das barras de aço, e, por outro lado, à pesquisa tecnológica e à normalização técnica.

A partir de 1925, graças principalmente à atividade pioneira de Emilio Baumgart, foi utilizada no Brasil a norma alemã DIN-1045, com inovações introduzidas por esse engenheiro. É interessante observar que, daí por diante, foi quase nula, entre nós, a influência das normas norte-americanas para projeto de estruturas de concreto, ao contrário do que se passou em outros países latino-americanos, como o México. Predominou até hoje a influência européia, a princípio a das normas alemãs, e, após 1960, a do Comitê Europeu do Concreto - CEB. Já para os métodos de ensaios foi dominante a influência das normas norte-americanas: adotaram-se, no Brasil, corpos de prova cilíndricos para ensaios de concreto, e não os cúbicos, em uso na Europa. Aliás o próprio CEB, também sofreu essa influência, tomando como base os corpos de prova cilíndricos, e adaptando suas notações às norte-americanas. E passou a denominar-se Comitê Euro-internacional do Concreto.

A primeira norma técnica adotada oficialmente por um organismo governamental foi o chamado "Código de Obras Arthur Saboya" de 1929, em São Paulo. Em 1931 surgiu a norma da Associação Brasileira de Concreto, elaborada sob a orientação do engenheiro José Furtado Simas. Essa norma foi incorporada ao Código de Obras da Prefeitura do Distrito Federal (Município do Rio de Janeiro) em 1931, e revista em 1935 e 1937. Foi também adotada oficialmente pelo Estado do Paraná e pelo Município de Belo Horizonte.

Em 1937 a Associação Brasileira de Cimento Portland, recém-fundada, publicou uma norma para Execução e Cálculo de Concreto Armado, elaborada sob a orientação do professor Telemaco Van Langendonch.

Os meios de engenharia estrutural do Rio de Janeiro e de São Paulo ficaram divididos entre essas normas, sendo que, além disso, muitos preferiam a norma alemã DIN - 1045.

A necessidade de uma unificação, através de uma norma nacional brasileira consensualmente aceita, tornou-se cada vez mais imperiosa. E coube então aos Institutos de Pesquisas Tecnológicas o papel conciliador, por iniciativa do engenheiro Paulo Sá, do Instituto Nacional de Tecnologia.

Os Institutos de Pesquisas Tecnológicas brasileiros surgiram em meados da década de 20. No Rio de Janeiro a Estação Experimental de Combustíveis e Minérios, criada em 1922 com o objetivo principal de fazer pesquisas sobre a utilização do carvão nacional e formas alternativas de energia, como o álcool motor, transformou-se em 1934 no Instituto Nacional de Tecnologia, sob a direção de Ernesto Lopes da Fonseca Costa. Em São Paulo, o Laboratório de Ensaios de Materiais, criado em 1926 com base no antigo Gabinete de Ensaios de Materiais da EPUSP, transformou-se em 1934 no Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo, sob a direção de Ary Torres. Em ambos os Institutos desenvolveram-se, especialmente a partir da década de 30, as pesquisas sobre a tecnologia do material - concreto. Os exemplos de São Paulo e Rio de Janeiro, foram posteriormente seguidos por outras unidades da Federação, a começar pela criação dos Institutos Tecnológicos de Pernambuco e do Rio Grande do Sul.

Foi então que Paulo Sá tomou a iniciativa de convocar as Reuniões dos Laboratórios Nacionais de Ensaios, a primeira das quais, realizada em 1937, aprovou as primeiras normas brasileiras: a especificação EB 1 para Cimento Portland, e os métodos de ensaio de cimento e concreto, MB-1 e MB-2. Essas normas haviam sido propostas pelo IPT de São Paulo.

Em 1939 a 2ª Reunião dos Laboratórios Nacionais de Ensaios de Materiais nomeou uma comissão para elaborar uma norma nacional única para Cálculo e Execução de obras de Concreto Armado.

Peço venia para apresentar aqui um testemunho pessoal. Como auxiliar direto de Paulo de Sá, e encarregado no INT dos ensaios e pesquisas sobre aglomerantes e concretos, tive participação ativa em todo processo de normalização técnica no Brasil, exceto exatamente no período de meados de 1939 a 1942, durante o qual fui requisitado do INT para o Conselho Nacional de Petróleo, tendo feito, em 1939, um estágio técnico na refinaria de petróleo ANCAP, do governo uruguaio.

Tive, apesar disso, uma curiosa participação no processo de elaboração da NB-1/40: fui encarregado por Paulo Sá de tentar convencer o engenheiro José Furtado Simas a abandonar sua atitude intransigente a favor da norma da ABC e contrária à norma da ABCP. Fui procurá-lo em seu escritório, e recebeu-me com a seguinte declaração: "Não posso concordar em que uma norma brasileira sobre concreto seja elaborada pelo "truste do cimento". Somente profissionais da área e professores universitários deveriam participar dessa elaboração". Expliquei então ao engº Furtado Simas que, como ele, eu tinha uma atitude de desconfiança e oposição a todos os trustes ou cartéis, mas que no caso da norma sobre concreto não cabia essa desconfiança, pelo simples fato do projeto ter sido coordenado pelo professor Telemaco van Langendonk. Além disso, segundo declaração da própria ABCP, seu interesse não era o de promover um aumento de consumo de cimento, como temia o engº Simas, mas o de promover uma utilização tecnicamente correta e segura, evitando-se assim uma má utilização que o desmoralizasse. Parece que tive êxito, pois o engº Furtado Simas terminou por



3ª Comissão: Concreto Armado, da 3ª Reunião dos L.E.M. Nacionais (1940-Rio [102]). Da esquerda para a direita – Sentados: Furtado Simas, H. Fonseca, – Adeodato Botelho. Em pé: –,

Murilo Coutinho, –, Gumerindo Penteado, J. Burlamaqui, T. van Langendonck, –, Paulo Frago, Aderson M. Rocha, Leopoldo SONDY, Miguel Calmon, Kelsch, Paulo Franco Rocha, Raul Albuquerque.

1 = Furtado Simas ; 2 = Humberto Fonseca ; 3 = Telemaco van Langendonck ; 4 = Aderson Moreira da Rocha

concordar com a unificação das normas, e prova disso é a fotografia estampada na pg. 61 do Volume I da obra "O Concreto no Brasil", de A. C. Vasconcelos, na qual, sob a presidência de Humberto Fonseca, o eng^o Simas aparece, sentado a seu lado, entre os membros da comissão, com Telemaco van Langendonk entre os presentes.

E assim surgiu a NB-1.

2 - A NORMA NB-1 DE 1940

A norma NB-1 foi aprovada pela 3ª Reunião dos Laboratórios Nacionais de Ensaios, na qual foi fundada a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, por iniciativa de Paulo Sá.

Embora ainda fortemente influenciada pela norma alemã DIN-1045, a norma brasileira NB-1/40, além de precisar o cálculo da resistência de pilares à compressão axial tomando como base o "estadio III", permitia, como alternativa, o cálculo da resistência à flexão no estado limite último, isto é, na ruptura, por sugestão do professor Telemaco van Langendonk. Foi a primeira norma a admitir esse tipo de cálculo que, embora já debatido entre pesquisadores, ainda não era utilizado na prática profissional. A NB-1/40, ao permitir essa alternativa, não levava suficientemente em conta, no entanto, a consideração das deformações do concreto e do aço, sendo assim só aplicável aos casos posteriormente designados como de peças "sub-armadas".

Durante toda a década de 40 foram feitos numerosos estudos estatísticos sobre a variabilidade das características dos materiais e sua influência sobre a fixação dos chamados "coeficientes de segurança, questão esta levantada de modo pioneiro por Paulo Sá em seu artigo "Os números representativos das características de um material", de 1936. Entre esses estudos destaca-se o apresentado por A. E. Pastor de Oliveira em seu artigo "O controle do concreto numa construção (1, pg. 94 a 97). Foi sendo assim preparada a futura adesão das normas brasileiras aos critérios "semi-probabilísticos" de segurança, já em estudos no CEB.

A norma NB-1 foi emendada em 1943, por ocasião a 5ª Reunião dos Laboratórios Nacionais de Ensaios de Materiais, já agora designada como 5ª Reunião de Associação Brasileira de Normas Técnicas, e revista em 1950. A 4ª Reunião, realizada em 1941, aprovou o complemento da NB-1 relativo às pontes de concreto armado, a NB-2.

3 - COOPERAÇÃO COM O CEB

Em 1955 teve a ABNT o primeiro contacto com o CEB, através de um encontro que tive com o Secretário-Geral Yves Saillard em Viena, durante uma reunião do Comité da ISO encarregado das normas sobre ensaios de concreto. Em 1960, logo após a realização da 1ª Jornada Luso-brasileiras de Engenharia Civil, e por incumbência de Paulo Sá, acertei com Saillard a entrada da ABNT no CEB. A partir dessa data, e até hoje, manteve o Brasil uma delegação oficial junto a essa organização, a principio com

Telemaco van Langendonk e eu próprio, como delegados, e mais tarde com mais dois suplentes, os engenheiros A. C. de Vasconcelos e José Luiz Cardoso, sendo este último substituído, a partir do ano corrente, pela professora Lídia Shehata.

Posso afirmar, sem exagero, que foi significativa a colaboração da ABNT com o CEB durante todos esses anos. Inicialmente foi o professor Telemaco van Langendonk incumbido pela direção do CEB de organizar um projeto de notações internacionais para o cálculo de estruturas de concreto. Elaborou uma proposta interessantíssima, a meu ver muito superior às notações atuais, que decorreram de um acordo com o American Concrete Institute visando a uma ampliação do reconhecimento internacional do CEB. Quanto a mim, fui, também inicialmente, incluído na Comissão de Estruturas Hiperestáticas e de Cortante, na qual contribuí com sugestões sobre a limitação da redistribuição de momentos em análise plástica e sobre a capacidade de rotação do rótulas plásticas.

O professor Telemaco van Langendonk foi a seguir incluído na comissão principal do CEB, - a que elabora os textos finais, após as conclusões das diversas comissões de trabalho, e também nas comissões de lajes, flexão e torsão.

Permito-me aqui relatar mais um fato pitoresco, ocorrido durante uma reunião do CEB em Viena, em 1968, para tratar do esforço cortante. Em meio a uma intensiva tempestade de neve, discutiu-se durante horas a fio o problema da fixação do limite superior da tensão convencional de cisalhamento, correspondente ao esmagamento das bielas de concreto, na treliça de Mörsch. Leonhardt defendia uma fórmula linear, de proporcionalidade entre esse limite e a resistência à compressão do concreto. Robinson apresentava resultados que correspondiam a uma fórmula parabólica. Leonhardt apresentava resultados de ensaios em concreto de resistências usuais, ao passo que os de Robinson eram de concretos de alta resistência. Após cerca de 4 horas de impasse, o presidente da sessão aproximou-se de mim, por trás, e disse-me em voz baixa: "Vous qui venez de là bas...", isto é, "você que vem lá de longe, do hemisfério sul, não poderia sugerir alguma fórmula, que acabasse com essa polêmica entre as escolas alemã e francesa?". Concordei, e propuz uma linha quebrada, a linha inclinada de Leonhardt limitada por um teto superior. A proposta foi aceita, embora com alguma relutância, pelos dois referidos professores, e passou a constar das Recomendações Práticas de 1970 do CEB (R43.141).

Lembro-me também que participei, em 1964, de uma reunião em Juan-Lés-Pins, na qual os presentes aprovaram uma sugestão minha relativa a critérios simplificados aplicáveis a estados múltiplos de tensão no concreto.

Mais recentemente Vasconcelos e Lídia Shehata colaboraram respectivamente, nas Comissões de Aços para Armaduras e de Projeto de Elementos Estruturais de Concreto.

4 - A NORMA NB-1 DE 1960

Foi forte da influência do CEB na revisão da NB-1, aprovada em 1960. Ainda estava em estudos no CEB a definição de "valor característico da resistência à compressão". A norma NB-1/60 antecipou-se ao primeiro texto, de 1963, da norma do CEB, adotando

um critério estatístico para a definição desse valor, nela designado como "resistência mínima provável". Foi adotado um "fractil" de 1%, e a resistência mínima provável", com a notação σ_R foi feita igual à resistência média diminuída de 2,33 vezes o desvio padrão. O CEB, em 1963, abrandou no entanto essa exigência, adotando o fractil de 5% e designando como "resistência característica" a resistência média diminuída de 1,65 vezes o desvio padrão.

A norma NB-60 prescreveu como método prioritário, para todos os tipos de solicitação, o chamado "cálculo no estádio III", ou "na ruptura", e adotou, em toda a altura da zona comprimida, um diagrama retangular de tensões. Para corrigir, em parte, essa simplificação, fixou em apenas 0,15% o encurtamento de ruptura de concreto. O CEB, posteriormente, adotou o "diagrama parábola retângulo", permitindo também um diagrama retangular em apenas 0,8 da altura da zona de compressão, e fixou em 0,35% o encurtamento de ruptura do concreto no caso da flexão, e em 0,2% no caso da seção totalmente comprimida.

Tive a honra de ser o relator da comissão da ABNT que elaborou a NB-1/60. Essa comissão era dividida em 2 subcomissões, uma no Rio, outra em São Paulo, e eu participava das reuniões de ambas, como elemento de ligação. Por incumbência de Paulo de Sá tive ocasião de apresentar publicamente as bases e dispositivos do ante-projeto elaborado pela comissão (2,3).

Em 1967 já foi aprovado pela ABNT um "anexo" às especificações EB-130, para aços especiais, que modificava provisoriamente a NB-1/60 limitando o diagrama retangular a 3/4 da altura da zona comprimida e fixando em 0,35% o encurtamento de ruptura do concreto na flexão. Em 1964, ainda por incumbência da ABNT, coube-me publicar um estudo sobre a resistência ao esforço cortante, como contribuição a uma futura revisão da NB-1/60, já que esta última preconizava o cálculo clássico segundo a treliça de Mönsch, sem considerar a minoração devida, seja a uma contribuição da zona comprimida, seja a uma inclinação das bielas diferente de 45°.

5 - A NORMA NB-1/78

Em 1970 foi publicado o segundo texto de norma CEB/FIP, que, enquanto se esperava uma nova revisão da NB-1, passou a ser adotado extraoficialmente por muitos projetistas de concreto armado e protendido.

A partir de 1975, a ABNT instalou em São Paulo uma comissão para uma nova revisão da NB-1, já agora seguindo de perto a norma do CEB de 1970. Essa Comissão, da qual infelizmente não pude participar, foi inicialmente presidida pelo prof. Nilo Andrade do Amaral, e posteriormente, após o seu falecimento, pelo professor Pericles Brasiliense Fusco. Dos trabalhos dessa comissão resultou a norma NB-1/78, depois designada como NBR 6118/78, que está atualmente em vigor.

Após a norma de 1970, do CEB, foi publicada, em 1978, uma nova versão, agora intitulada "Código Modelo", que aperfeiçoa alguns pontos da norma de 1970, introduzindo inclusive modificações no cálculo da resistência ao esforço cortante e à

análise de estruturas na fase plástica. E em 1992 foi finalmente publicada a mais recente versão, intitulada Código Modelo CEB-FIP/90.

Em face dessa situação, decidiu a ABNT pôr em ação o COBRACON, que está realizando a revisão da norma, com ampla consulta a todos os profissionais interessados. De acordo com a "filosofia" do CEB, essa norma deverá abranger tanto o concreto armado como o concreto protendido e o concreto simples.

segue

ANEXO

CRONOLOGIA

EVOLUÇÃO DAS NORMAS DE CONCRETO ARMADO E PROTENDIDO UTILIZADAS NO BRASIL

- 1905 - SATURNINO DE BRITO: "CADERNETAS DE INSTRUÇÕES E ESPECIFICAÇÕES PARA A CONSTRUÇÃO DE ESGOTOS", OBRAS DE SANEAMENTO DE SANTOS.
- 1925 - 1931 - UTILIZAÇÃO PARCIAL DA NORMA ALEMÃ DIN 1045, COM INOVAÇÕES DEVIDAS PRINCIPALMENTE A EMILIO BAUMGART. BAUMGART FOI AUTOR DOS PROJETOS DE ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO DO EDIFÍCIO DA "A NOITE" (E DA PONTE DO HERVAL, SOBRE O RIO DO PEIXE (1930), QUE FORAM RECORDS INTERNACIONAIS.
- 1929 - CÓDIGO DE OBRAS ARTHUR SABOYA, ADOTADO EM 1934 PELO ESTADO DE SÃO PAULO.
- 1931 - NORMA DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CONCRETO (A.B.C.), ORIENTADA POR JOSÉ FURTADO SIMAS, E ADOTADA PELA PREFEITURA DO DISTRITO FEDERAL (MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO). REVISTA EM 1935 E 1937. TAMBÉM ADOTADA PELO ESTADO DO PARANÁ E PELA PREFEITURA DE BELO HORIZONTE.
- 1937 - NORMA PARA EXECUÇÃO E CÁLCULO DE CONCRETO ARMADO, DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (A.B.C.P.), ORIENTADA POR TELEMACO VAN LANGENDONCK.
- 1938 - REALIZAÇÃO POR INICIATIVA DE PAULO SÁ DA 1ª REUNIÃO DOS LABORATÓRIOS NACIONAIS DE ENSAIOS DE MATERIAIS, NA QUAL FORAM APROVADAS AS PRIMEIRAS NORMAS BRASILEIRAS (EB-1, ESPECIFICAÇÃO PARA CIMENTO PORTLAND, E MB-1 E MB-2, MÉTODOS DE ENSAIO DE CIMENTO E DE CONCRETO).
- 1939 - NOMEAÇÃO DE UMA COMISSÃO PARA ELABORAR UM PROJETO DE NORMA ÚNICA, NA 2ª REUNIÃO DOS LABORATÓRIOS NACIONAIS DE ENSAIOS DE MATERIAIS, PRESIDIDA POR HUMBERTO FONSECA E COM PARTICIPAÇÃO DE JOSÉ FURTADO SIMAS E TELEMACO VAN LANGENDONCK.
- 1940 - FUNDAÇÃO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, POR INICIATIVA DE PAULO SÁ, NA 3ª REUNIÃO DE LABORATÓRIOS NACIONAIS DE ENSAIOS DE MATERIAIS.

- 1940 - NORMA BRASILEIRA NB-1/1940, PARA CÁLCULO E EXECUÇÃO DE CONCRETO ARMADO, RESULTANTE PRINCIPALMENTE DA FUSÃO DAS NORMAS PROPOSTAS PELA A.B.C. (1931/35/37) E PELA A.B.C.P. (1937). ESSA NORMA, EM INICIATIVA PIONEIRA, JÁ PRESCREVA O 'MÉTODO DE CÁLCULO NA RUPTURA - ESTÁDIO III' PARA O CÁLCULO DE PEÇAS SOLICITADAS POR COMPRESSÃO AXIAL, E PERMITIA, COMO ALTERNATIVA, A UTILIZAÇÃO DESSE MÉTODO PARA A FLEXÃO, INOVAÇÕES ESTAS SUGERIDAS POR TELEMACO VAN LANGENDONCK. EMENDADA EM 1943, NA 5ª REUNIÃO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS
- 1941 - APROVAÇÃO DA NORMA BRASILEIRA NB-2 PELA 4ª REUNIÃO DA A.B.N.T.
- 1950 - NORMA BRASILEIRA NB- 1/1950, TEXTO REVISTO DA NB-1/1940.
- 1951 - PROJETO DE NORMA BRASILEIRA PEB-130 - 'ESPECIFICAÇÃO PARA BARRAS DE AÇO TORCIDAS A FRIO PARA CONCRETO ARMADO' ESTE PROJETO DEU INÍCIO ÀS DISCUSSÕES SOBRE AS MODIFICAÇÕES DA NB-1, QUE VIRIAM A SER ADOTADAS EM 1960. POSTERIORMENTE FORAM INCLUÍDAS AS BARRAS DE AÇO DE ALTA RESISTÊNCIA NÃO-ENCRUADAS, CATEGORIA A.
- 1956 - PRIMEIROS CONTACTOS DA A.B.N.T. COM O COMITÊ EUROPEU DO CONCRETO (C.E.B.), REALIZADOS POR FERNANDO L. CARNEIRO, POR INCUMBÊNCIA DE PAULO DE SÁ, COM YVES SAILLARD, SECRETÁRIO DAQUELA ORGANIZAÇÃO (REUNIÃO DA I.S.O., EM VIENA)
- 1960 - NORMA BRASILEIRA NB-1/1960, CUJOS FUNDAMENTOS SÃO EXPOSTOS, NAS REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 1, 2 E 3, POR FERNANDO L. CARNEIRO, RELATOR DA COMISSÃO INCUMBIDA PELA A.B.N.T. DA REVISÃO DA NB-1. A NB-1/1960, AO PRESCREVER COMO MÉTODO PRIORITÁRIO, PARA TODOS OS TIPOS DE SOLICITAÇÃO, O "CÁLCULO NA RUPTURA - ESTÁDIO III", ANTECIPOU-SE ÀS "RECOMENDAÇÕES PRÁTICAS/1963" DO C.E.B. NA DEFINIÇÃO DE UMA "RESISTÊNCIA CARACTERÍSTICA", BASEADA EM PRINCÍPIOS ESTATÍSTICOS. ESSA RESISTÊNCIA CARACTERÍSTICA" É DENOMINADA NA NORMA "TENSÃO MÍNIMA NA RUPTURA À COMPRESSÃO" PARA UM "FRACTIL" DE 1%, EM DISTRIBUIÇÃO GAUSSIANA. MAIS TARDE O C.E.B. ALTEROU ESSE FRACTIL, QUE PASSOU A 5%, E ADOTOU A DENOMINAÇÃO "RESISTÊNCIA CARACTERÍSTICA". NA ZONA COMPRIMIDA DAS PEÇAS FLETIDAS É ADOTADO UM DIAGRAMA DE TENSÕES RETANGULAR, O ENCURTAMENTO DE RUPTURA DO CONCRETO É FIXADO EM 0,15%, VALOR CONVENCIONAL.

- 1960 - INÍCIO DA COLABORAÇÃO EFETIVA DA A.B.N.T. COM O C.E.B., SENDO DELEGADOS DO BRASIL TELEMACO VAN LANGENDONCK E FERNANDO L. CARNEIRO, (SUPLENTES A.C. VASCONCELOS E J.L. CARDOSO, ESTE ATUALMENTE SUBSTITUÍDO POR LIDIA SHEHATA.
- 1963 - PROJETO DE NORMA BRASILEIRA PNB-116/1963, PARA CONCRETO PROTENDIDO, INSPIRADA NA NORMA ALEMÃ DIN 4227/1951.
- 1963 - PUBLICAÇÃO DO PRIMEIRO TEXTO DA NORMA DO C.E.B. PARA CÁLCULO E EXECUÇÃO DE OBRAS DE CONCRETO, INTITULADA "RECOMENDATIONS PRATIQUES".
- 1964 - SÃO SUGERIDAS MODIFICAÇÕES ÀS NORMAS NB-1 E PNB-116 NO QUE SE RELACIONA COM A RESISTÊNCIA AO ESFORÇO CORTANTE, COMO ESTÁ EXPOSTO NA REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA (4).
- 1967 - ANEXO DA ESPECIFICAÇÃO PEB-130, QUE MODIFICA A NB-1/60 LIMITANDO O DIAGRAMA RETANGULAR A 3/4 DA ALTURA DA ZONA DE COMPRESSÃO, E SUBSTITUINDO O VALOR CONVENCIONAL DO ENCURTAMENTO DE RUPTURA DO CONCRETO, 0,15%, PELO VALOR 0,35%, RECOMENDADO PELO CEB.
- 1970 - PUBLICAÇÃO DO SEGUNDO TEXTO DA NORMA C E B / F . I . P . (COMITÉ EUROPEU DO CONCRETO E FEDERAÇÃO INTERNACIONAL DA PROTENSÃO) NOS ANOS SEGUINTE, ENQUANTO SE ESPERAVA UMA NOVA REVISÃO DE NB-1, A NORMA C.E.B./F.I.P./ DE 1970 PASSOU A SER ADOTADA EXTRA OFICIALMENTE POR MUITOS PROJETISTAS BRASILEIROS DE CONCRETO ARMADO E PROTENDIDO.
- 1978 - NORMA BRASILEIRA NB-1/1978, QUE PASSOU A SER DESIGNADA COMO NBR 6118/78. ESTA NORMA, ATUALMENTE EM VIGOR, FOI ELABORADA EM SÃO PAULO POR UMA COMISSÃO DA A.B.N.T., PRESIDIDA INICIALMENTE POR NILO AMARAL, E, DEPOIS DE SEU FALECIMENTO, POR PERICLES BRASILIENSE FUSCO. É BASEADA NA NORMA C.E.B./F.I.P., DE 1970.
- 1978 - PUBLICAÇÃO DA TERCEIRA VERSÃO DA NORMA C.E.B./F.I.P., AGORA INTITULADA "CÓDIGO MODELO", E DIVIDIDA EM 2 VOLUMES: O 1º APLICÁVEL A ESTRUTURAS EM GERAL, E O 2º ÀS ESTRUTURAS DE CONCRETO (ARMADO E PROTENDIDO). ESTA VERSÃO APERFEIÇA E GENERALIZA O MÉTODO "SEMPROBABILÍSTICO" BASEADO EM COEFICIENTES PARCIAIS DE SEGURANÇA, APLICADOS ÀS SOLICITAÇÕES E ÀS RESISTÊNCIAS E APROFUNDA TEMAS COMO A RESISTÊNCIA AO ESFORÇO CORTANTE E À ANÁLISE DE ESTRUTURAS NA FASE PLÁSTICA.
- 1992 - CÓDIGO MODELO CEB-FIP-90 EUROCODE 2

1992 - DA NECESSIDADE DE REVISÃO DA NB-1 (NBR-6118/78) EM FUNÇÃO, PRINCIPALMENTE, DOS NOVOS CONCEITOS DO CÓDIGO-MODELO DO CEB DE 1978 E 1990, SURTIU A ATUAL ATIVIDADE DO COBRACON, POR DECISÃO DA ABNT. ESSA NORMA DEVERÁ ABRANGER O CONCRETO ARMADO E O CONCRETO PROTENDIDO.

segue

BIBLIOGRAFIA

1. FERNANDO LUIZ LOBO B. CARNEIRO - "OS COEFICIENTES DE SEGURANÇA E AS TENSÕES ADMISSÍVEIS EM PEÇAS DE CONCRETO SIMPLES E DE CONCRETO ARMADO", SIMPÓSIO DE ESTRUTURAS, 2º VOL. PG. 85 A 126, I.N.T., 1944.
2. FERNANDO LUIZ LOBO B. CARNEIRO - "REVISÃO DA NORMA BRASILEIRA NB-1", 2º SIMPÓSIO DE ESTRUTURAS, PG. 98A 139, A.B.N.T., 1958.
3. FERNANDO LUIZ LOBO B. CARNEIRO - "COMENTÁRIOS SOBRE O PROJETO DE REVISÃO DA NORMA BRASILEIRA NB-1, ASS. BRAS. DE ENGENHEIROS RODOVIÁRIOS, 1959.
4. FERNANDO LUIZ LOBO B. CARNEIRO - "RESISTÊNCIA AO ESFORÇO CORTANTE NO CONCRETO ARMADO E PROTENDIDO", A.B.N.T., 1964.
5. FERNANDO LUIZ LOBO B. CARNEIRO - "O DESENVOLVIMENTO DA TECNOLOGIA DO CONCRETO NO BRASIL", INFORMATIVO I.N.T. Nº 30, PG 17 A 23, I.N.T., 1982.
6. AUGUSTO CARLOS DE VASCONCELLOS, "O CONCRETO NO BRASIL", VOL. 1, CAP. VI, PG. 56 A 62; VOL. 2, PG. 7 A 8, 13,41,79-80,87,190-191.
7. PEDRO CARLOS DA SILVA TELLES, HISTÓRIA DA ENGENHARIA NO BRASIL (SÉCULO XX), PG. 540-544, 653-661.
8. NORMAS BRASILEIRAS DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (A.B.N.T.): NB-1/1940/1950/1960/1978 (NBR 6168)
NB-2/1941/1960
PNB - 116/1963 (NBR 7197)
PEB - 130/1951/1960/1967
NB-4/1943
NB-5/1943
NB-6/1943/1960
NB-7/1943.
9. NORMAS DO COMITÊ EURO-INTERNACIONAL DO CONCRETO (C.E.B.) E FEDERAÇÃO INTERNACIONAL DE PROTENSÃO (F.I.P.):
"RECOMENDAÇÕES PRÁTICAS"/1963/1970
"CÓDIGO MODELO"/1978, 1990.

1a REUNIÃO

Jornal : A BATALHA

Rio de Janeiro, Quinta-feira, 23 de Setembro de 1937

Primeira reunião dos Laboratórios de Ensaios

A's 9,30 horas de terça-feira, 17 do corrente, realizou-se no Instituto Nacional de Tecnologia a 1ª sessão de estudos da primeira Reunião dos Laboratórios Nacionais de Ensaios. Coube a presidência ao professor Engenheiro Ary Torres, representante do Instituto de Engenharia da São Paulo e da Associação Brasileira de Cimento Portland, aclamado na sessão inaugural realizada na véspera. A convite do presidente tomaram parte na mesa os Professores Engenheiros Paulo Sá, representante do Instituto Nacional de Tecnologia, Engenheiro Adriano Marchini, representante do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo, e Mauricio Joppert, representante da Escola Nacional de Engenharia e do Departamento Nacional de Portos e Navegação, e o Engenheiro Gumerindo Penteado para servir de secretário.

Agradecida pelo presidente a sua aclamação, e prestada homenagem à memória do Engenheiro Romulo de Lemos Romano, cuja vida profissional, prematuramente interrompida, transcorreu dedicada ao estudo do cimento, passou-se à ordem do dia: Método de ensaio e especificação de cimento Portland comum. Pelo Professor Paulo Sá foi proposta a adoção pelas

entidades adherentes a Primeira Reunião do método de ensaio MI do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo, empregando-se uma única areia, cuja procedência seria fixada pela Associação Brasileira de Ensaio de Materiais. Este último ponto suscitou longo debate, em que tomaram parte os drs. Luiz Flores de Moraes Rego, Ary Torres, Adriano Marchini, Ary de Abreu Lima, Sylvio Fróes, Mario Brandi Pereira, Barsotti Junior, tendo ficado resolvida a aceitação unânime da proposta do dr. Paulo Sá, fixando-se, porém, a areia do rio Tieté, empregada pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo, até a Segunda Reunião dos Laboratórios Nacionais de Ensaio no ano próximo, que voltará a considerar o assumpto.

Nesse meio tempo, os Laboratórios, ao lado dos ensaios com a areia do Tieté, irão fazendo ensaios comparativos com areias de outras procedências em busca de uma areia normal mais conveniente. Confirmou, então, o dr. Adriano Marchini, Director do I. P. T. de São Paulo, achar-se esse Instituto em condições de poder fornecer a preço mínimo a areia de que precisassem os demais laboratórios nacionais.

Passou-se a seguir à discussão da especificação do cimento. Ainda pelo dr. Paulo Sá foi proposta a adoção da especificação EI do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo. Discutida a proposta por algum tempo, o dr. Barsotti Junior pediu e obteve, prazo para oferecer algumas emendas.

Pelo presidente foi então dada a palavra ao dr. Sylvio Fróes Abreu do Instituto Nacional de Tecnologia, que produziu brilhante comunicação sobre o Kieselguhr do Brasil, terminando por propor que os laboratórios de ensaios iniciem estudos visando as aplicações práticas desse material, sobretudo na associação com o cimento.

Ao meio dia foi suspensa a sessão, devendo proseguir a discussão da especificação do cimento na sessão de amanhã, quinta-feira.

KIESELGUHR =
SiO₂.H₂O

Ver próxima página.

Comentário de Eduardo Thomaz :

KIESELGUHR = SÍLICA (DIATOMITA), descoberta por Sylvio Fróes Abreu em CAMPOS / RJ , no MARANHÃO e no RECIFE .

Divulgação da pesquisa em 1937.

O kieselguhr, diatomita ou terra diatomácea, é um acúmulo de carapaças silicosas de algas diatomáceas.

São partículas de dimensões muito pequenas, indiscerníveis a olho nu.

As do Recife têm cerca de 50 milésimos de milímetro, no seu maior comprimento

O diatomito apresenta-se puro, maciço e estratificado, pulverulento, muito leve e volumoso.

A composição das frústulas é essencialmente de **sílica** (dióxido de silício hidratado $\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$), também chamada sílica opalina.

Ver Livro : A riqueza mineral do Brasil -1937, página 315, nos links :

<http://www.brasiliana.com.br/brasiliana/colecao/obras/296/a-riqueza-mineral-do-brasil>

<http://www.brasiliana.com.br/obras/a-riqueza-mineral-do-brasil/pagina/315/texto>

...



KIESELGUHR - AREIA DIATOMÁCEA - AREIA FÓSSIL

- Sylvio Fróes Abreu sugeriu, em 1937, o seu uso junto com o cimento, pois, sendo sílica quase pura, fixa a cal livre do cimento.
- Ver pesquisa de Renato Yochio Betsuyaku / Volta Redonda - 2015
Produção de tijolos com solo cimento usando areia diatomácea.

http://web.unifoa.edu.br/porta1_ensino/mestrado/memat/arquivos/dissertacao/renato_yochio.pdf

Primeira Reunião dos Laboratórios Nacionaes de Ensaio / RJ

Continuam os trabalhos da Primeira Reunião dos Laboratórios Nacionaes de Ensaio, promovida pelo Instituto Nacional de Technologia.

Hontem ás 9 horas da manhã realizou-se uma sessão de estudos, para discutir os methodos de ensaio para concreto, tendo sido approvadas varias normas.

Na sala de conferencias do I. N. T. pronunciou á tarde a sua annunciada palestra sobre "Relações entre as repartições do governo e os Laboratorios de Ensaio" o dr. Alvaro de Souza Lima, director do Departamento de Estradas de Rodagem de São Paulo.

Excursão a Petropolis

Para hoje, sexta-feira, está marcada uma visita á estrada de concreto Rio-Petropolis, sendo o ponto de encontro na Praça Mauá, de onde sairão omnibus especiaes ás 9 horas.

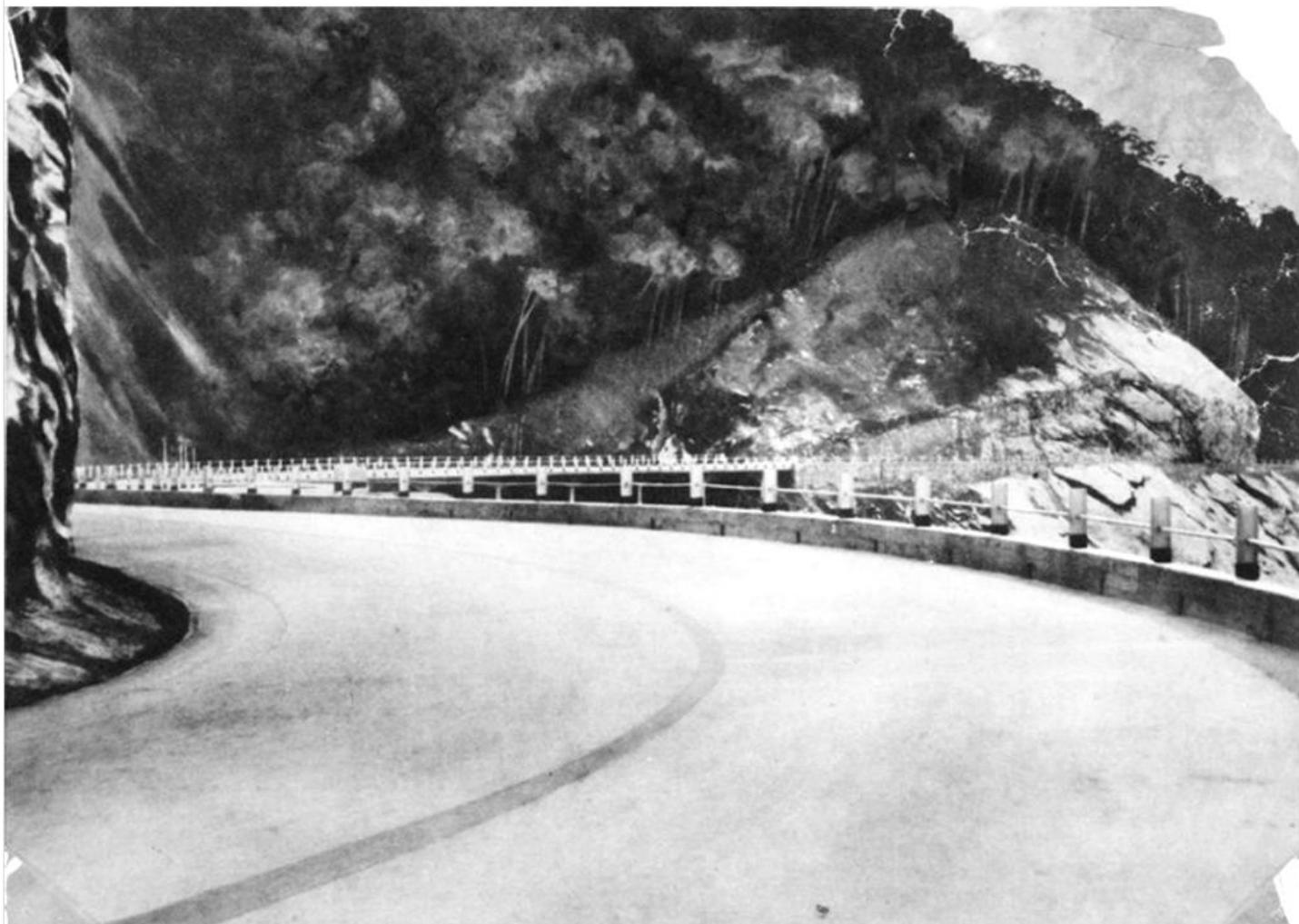
No percurso da estrada haverá explicações technicas dadas pelo dr. Yeddo Fiuza, director do Departamento de Estradas de Rodagens Federaes. Na bella cidade serrana realizar-se-á, ao meio dia, o almoço de confraternização offerecido pelo Instituto Nacional de Technologia.

* Ver próxima página

*

1928 - ESTRADA RIO PETRÓPOLIS - Inaugurada.

1931 - PAVIMENTO DE CONCRETO - Primeira Rodovia / RJ com esse pavimento.



Acervo do Museu Imperial de Petrópolis

<http://www.museuimperial.gov.br/dami/>

<http://200.159.250.2:10358/bitstream/acervo/7035/1/CF-P.07-12%5bfrente%5d.jpg>

1928 - "Com oito metros de largura de plataforma, a Rio-Petrópolis era inaugurada pelo presidente Washington Luís, em 25 de agosto de 1928.

No dia seguinte, domingo, nada menos do que 1 783 carros passavam pela estrada.

Dois dias depois, numerosos caminhões assustavam os usuários, temerosos dos perigos das alturas.

1931 - Três anos adiante, os 22 km da serra começavam a receber revestimentos de concreto"

Comentário de Eduardo Thomaz :

2a REUNIÃO / SP

DIARIO CARIOCA — Sabbado, 25 de Novembro de 1939

Projecto de normas nacionaes para con- creto armado

Segunda Reunião dos Laboratórios Nacionais de Ensaios

Na 2.ª reunião dos Laboratórios Nacionaes de Analyses realizada em maio do corrente anno em São Paulo foi constituida a Commissão encarregada de apresentar o projecto das normas mencionaes para concreto armado.

Reuniu-se a citada Commissão na Secção de Calculos da Directoria de Engenharia do Exercito e ficou constituida pelos seguintes engenheiros: Humberto Fonseca, presidente e relator; professor José Furtado Simas, representante do Syndicato Brasileiro de Engenheiros; José Augusto Junqueiro, do Instituto de Engenharia de São Paulo; Telemaco Van Langendonck, da Associação Brasileira de Cimento Portland; major Raul de Albuquerque, da Directoria de Engenharia do Exercito; Fe-

Engenharia do Exercito; Feliciano Penna Chaves, da Associação Brasileira de Concreto; Paulo Franco Rocha, do Instituto de Pesquisas Technologicas de São Paulo; João Baptista Pidart, do Instituto Nacional de Technologia.

Foram eleitos para os cargos de vice-presidente e secretario respectivamente os engenheiros José Furtado Simas e major Raul de Albuquerque.

Após o estudo, em varias reuniões, dos principaes assumptos foram designados os relatores que apresentarão, na proxima assembléa a ser realizada nesta capital a 4 de dezembro proximo, os respectivos trabalhos para objecto de deliberação.

Comentário de Eduardo Thomaz :

2a REUNIÃO / SP

JORNAL - CORREIO PAULISTANO -29 ABRIL 1939

**"BOLETIM", DO INSTITUTO DE PESQUISAS
TECNOLOGICAS**

Acaba de apparecer o boletim n. 21, correspondente a fevereiro, do Instituto de Pesquisas Technologicas, annexo á Escola Polytechnica e dirigido pelo engenheiro Ary F. Torres.

O summario conta além de considerações sobre o methodo para o ensaio meca-nico dos cimentos adoptados nas novas especificações brasileiras, com as seguintes collaborações: — "Methodo de analyse chimica do Cimento Portland", e "Methodo de analyse chimica da gipsita", do dr. Francisco Maffei; "Ensaio de cimento em cooperação", dr. Ary F. Torres; "Observações sobre a applicação do turbidimetro de Wagner", pelos engenheiros Gilberto Molinari e Antonio Mendes. Esses trabalhos foram apresentados á 2.^a Reunião dos Laboratorios Nacionaes de Ensaio.

Comentário de Eduardo Thomaz :

2ª REUNIÃO / SP

JORNAL - CORREIO PAULISTANO - 16 ABRIL 1939

2.ª REUNIÃO DOS LABORATORIOS NACIONAES DE ENSAIOS DE MATERIAES

Encerrou-se hontem a 2.ª reunião dos Laboratorios Nacionaes de Ensaios de Materiaes, que se realizou no Instituto de Pesquisas Technologicas do Estado de São Paulo, annexo á Escola Polytechnica.

O numero de entidades representadas nesse Congresso attingiu 77, figurando entre ellas importantes departamentos technicos federaes, estaduais e municipaes, escolas de engepharia de todo o paiz e muitas de nossas grandes indústrias,

Depois da abertura dos trabalhos, que se realizou no dia 10, conforme noticiámos, desenvolveram-se com grande interesse as actividades das 5 secções technicas: Cimento Portland, Concreto, Metaes, Madeiras e Aferição de Machinas, Concreto Armado.

Nesses secções foram debatidos os trabalhos apresentados, em numero de 30.

Na ultima sessão plenaria, á qual compareceram o dr. Roberto Simonsen, presidente da Federação das Industrias, prof. Antonio Carlos Cardoso, vice-director da Escola Polytechnica, e dr. Noé Ribeiro, pela Associação Commercial de S. Paulo e mais de cem technicos de diversos pontos do paiz, sob a presidencia do eng. Ary F. Torres, director do I. P. T., occupando a vice-presidencia o eng. Paulo Sá, do I. N. T., foram lidas as conclusões finais do Congresso pelo prof. Mauricio Joppert da Silva, da Escola Nacional de Engenharia, relator geral dos trabalhos.

Entre os resultados da 3.ª reunião dos Laboratorios Nacionaes devemos destacar as resoluções relativa ás Especificações e Methodos de Ensaio, que são as seguintes:

"Especificações para os aggregados para concreto e os Methodos de ensaio correspondentes", propostos pelos engs. Ary F. Torres e Adriano Marchini, do I. P. T. de S. Paulo, com as emendas apresentadas pelos engs. Paulo Sá e D. Pontes Vieira, do I. N. T.; Caldas Branco, do G. A. da D. E. do Ministerio da Guerra; A. Raposo de Almeida, da Prefeitura do Districto Federal e A. Pastor de Oliveira do Dep. Nacional de Estradas de Rodagem.

"Especificações para o recebimento de

"Especificações para o recebimento de barras de aço para concreto armado", propostas pelos engs. M. Siegel, F. J. Larrabure e J. L. Meiller do I. P. T. de São Paulo, e para a applicação dessas especificações, os "Methodos de ensaio do tracção e dobramento", propostos pelos engs. J. L. Muller, F. J. Larrabure, M. Siegel e A. P. de Castro do I. P. T. de S. Paulo.

Tambem foram constituídas duas comissões, que estudarão importantes problemas a serem debatidos na 3.ª reunião: a comissão para o estudo de cimentos destinados a obras marítimas e a comissão das Normas Nacionaes para o calculo e execução do concreto armado. A primeira ficou constituída de 5 membros: eng. Ary F. Torres, do I. P. T., eng. Paulo Sá, do I. U. T., eng. Augusto Hor-Meyll, do

Departamento Nacional de Portos e Navegação, eng. Antonio Alves de Noronha, do Ministerio da Marinha, e o prof. Mauricio Joppert da Silva, da Escola Nacional de Engenharia.

Da 2.ª comissão farão parte representantes das seguintes entidades:

Instituto Nacional de Technologia, Instituto de Pesquisas Technologicas de São Paulo, Associação Brasileira de Concreto, Associação Brasileira de Cimento Portland, directoria de Engenharia do Ministerio da Guerra, Syndicato Nacional de Engenheiros, Instituto de Engenharia de S. Paulo.

Além de diversas suggestões feitas aos laboratorios nacionaes, referentes a methodos de ensaio e analyse, a assembléa escolheu por aclamação para sede do proximo Congresso a cidade de Porto Alegre.

O dia de hontem foi reservado a uma visita á fabrica de cimento Votoraním, tendo para esse fim a directoria da Sorocabana gentilmente, posto á disposiçáo dos Congressistas o trem especial "Ouro Branco". Em Sorocaba foi pelo dr. José Esmirio de Moraes oferecido um almoço aos membros do Congresso. Usaram da palavra, agradecendo a recepção e commentando o successo alcançado pela 2.ª reunião, os engs. Toledo Malta, presidente do Instituto de Engenharia, e o prof. Moraes Rego da Escola Polytechnica.

Comentário de Eduardo Thomaz :

3a REUNIÃO / RJ

JORNAL DO COMMERCIO -- DOMINGO, 29 DE SETEMBRO DE 1940

III REUNIÃO DOS LABORATORIOS DE ENSAIOS DE MATERIAES

**CONFERENCIA DO SR. EDISON PASSOS
— VISITA A' CIDADE LIGHT**

Proseguem os trabalhos da III Reunião dos Laboratorios de Ensaios de Materiaes, com a presença de numerosos engenheiros desta Capital e dos Estados.

Na sessão inaugural, o Sr. Dr. Edison Passos, Secretario Geral de Viação da Prefeitura do Districto Federal e cathedratico de Materiaes de Construção da Escola Nacional de Bellas Artes, pronunciou uma conferencia, da qual reproduzimos os seguintes trechos:

"Na qualidade de Secretario de Viação e Obras do Districto Federal e na de velho technologista, venho trazer-vos a minha solidariedade e os meus applausos.

Disei, propositadamente, velho technologista, porque me considero um dos vossos, pois, desde 1924, quando labutava no inicio de minha vida de engenheiro, fui attrahido para o estudo especializado da technica dos materiaes de construcção.

Nessa epoca, tive a grande ventura de conhecer Ary Torres, que, muito jovem e já bri-

lhante, entrara para o antigo Gabinete de Resistencia dos Materiaes, da Escola Polytechnica de São Paulo, após haver frequentado na Europa dois cursos de aperfeiçoamento. Guardo forte a minha primeira impressão. Indo eu, de passagem por São Paulo, visitar o Laboratorio, como simples engenheiro, mas curioso, que já folheava os "Proceedings e Standards" da A. S. T. M., e havia lido, supponho em primeira mão, um resumo dos trabalhos de Abrams, na revista ingleza "Concrete", entrei no velho salão de machinas, onde me recebeu um jovem collega, que, affavel, vivo, culto e cheio de sadio entusiasmo, passou a dar ao tambem jovem engenheiro itinerante, indicações sobre o que era a technica moderna dos ensaios de materiaes. Falou-me, ahi, Ary Torres de seu estagio no Laboratorio Federal de Zurich e do seu curso de Metalographia com Guillet; mostrou-me cadernos e notas desses cursos; deu-me informes sobre os methodos de ensaio de cimento e outros materiaes; e, por fim, levando-me a um canto do salão, mostrou-me um quadro negro, onde havia inscrições a giz de uma aula practica. Tive, então, a minha grande surpresa; li no quadro: "Methodo de Abrams, relação agua-cimento, modulo de fintura, etc."!

Percebendo o meu interesse pelo assumpto, gentilmente elle me foi explicando e mostrando a appareilhagem de ensaios, inclusive a série *Tyler, ro-tap*, etc., que eu assim via pela primeira vez. Pensei e disse de mim para mim:

"Como está avançado! E eu que suppunha só haver a respeito dessa questão notícia vaga e imprecisa, e ainda não divulgada nos meios técnicos!" Entretanto, em São Paulo, já, nas aulas práticas aos futuros engenheiros, o assumpto era considerado e passava objectivamente á ordem do dia! Voltei mais animado e mais optimista. Continuei a estudar; comeci a ver com maior apreço o Laboratorio, e me tornei um adepto da experimentação."

Depois de se referir á these que apresentou ao IV Congresso Nacional de Estradas de Rodagem, em 1926, sobre a vantagem da instalação no Brasil de um laboratorio geral, em vez de se começar por um destinado exclusivamente a estradas de rodagem, proseguiu o Dr. Edison Passos:

"Senhores! Como é differente o panorama de hoje! Que feliz evolução! Em 1927, Ary Torres faz, no Instituto de Engenharia de São Paulo, a sua conferencia sobre a dosagem racional de concreto e publica igualmente o boletim n. 1, o classico e mul interessante boletim n. 1 do Laboratorio de Ensaio de Materiaes da Escola Polytechnica de São Paulo, onde elle se manifesta de publico, dando um cunho pessoal na exposição do methodo de Abrams. Agitou os meios interessados, no Rio e em São Paulo. A sua influencia cresceu; trabalhou num ambiente propicio. Conseguiu ampliar o seu Laboratorio; deu-lhe organização moderna; criou novas sec-

ções e preparou as bases do grande Instituto de Pesquisas Technologicas do Estado de S. Paulo, que é justo orgulho do Brasil.

Como sabeis, não ficou sómente ahí, entre nós, a evolução da tecnologia. De 1930 para cá, o Governo Federal, seguindo novas directrizes na administração publica, procurou estimular as actividades technico-profissionais, e criou, em 1935, no Rio de Janeiro, o Instituto Nacional de Tecnologia, que, sob a orientação de Fonseca Costa, — outra figura de escól, — avançou rapidamente e hoje corre parelha com o seu congenere de São Paulo, liderando no Brasil toda a acção tecnologica, que estamos vendo e admirando, e cujo influencia no desenvolvimento economico do Paiz já se faz sentir e irá mesmo além das mais avançadas previções. Nesses dois Institutos, ha uma pleiade de technicos brasileiros, que nelles se formam e nelles trabalham; ahí va a industria tambem se beneficiar, com o recrutamento de bons technicos.

Olhemos para elles como sendo dois ponderaveis factores do progresso industrial do Brasil. Vejamos nelles o conhecimento racional da abundante materia prima brasileira; o controle qualitativo da produção industrial; o auxilio ao consumidor na aquisição e recepção de material; a assistencia technica aos profissionais, aos governos e aos industriaes, na elaboração de projectos e execução de obras; a influencia sobre a elevação do nivel da cultura technico-profissionais dos engenheiros; a acção, emfim,

racionalizante da industria, pelo estabelecimento de normas e fixação de padrões.

Tendes aqui, neste Congresso, a manifestação dessa ultima actividade. Estaes normalizando. E' trabalho de coroamento. Foram vencidas as maiores difficuldades. Conseguistes em 1937 a primeira reunião; em 1939, a segunda; e agora, a terceira, graças principalmente ao idealismo e á acção esclarecida e perseverante de vossos dois pioneiros: Paulo Sá e Ary Torres. As sementes por elles lançadas estão sendo por elles mesmos cultivadas. Paulo Sá, figura inconfundivel dessa nova geração de technicos, á frente da Secção de Materiaes o I. N. T., é o batalhador do Rio, e Ary Torres, o de São Paulo. Os resultado de vossas duas primeiras reuniões foram notaveis; os respectivos annaes não deixam a menor duvida; as theses apresentadas, os esclarecimentos sobre as mesmas, que as discussões provocaram, e as conclusões, quer sob forma de recommendação, quer de norma approvada, fazem resaltar o quanto de util se pôde obter e ainda se conseguirá nas vossas patrioticas reuniões.

O progresso que se verifica de uma para outra, é accentuado. Na primeira, havia praticamente duas secções; na segunda, o numero subiu a cinco; e agora passou a doze, que são: 1) cimento; 2) concreto; 3) concreto armado; 4) madeiras; 5) metaes; 6) ceramica; 7) minérios; 8) combustiveis; 9) solos; 10) material

electrico; 11) metrologia; 12) associação brasileira de normas técnicas.

Para a construção em geral e as rodovias, são destacadas as secções: cimento, concreto, concreto armado e solos. Caminhaes muy acertadamente, procurando estabelecer uma especificação para o cimento de alta resistencia inicial e as normas para calculos e execução de concreto armado; é recommendavel, no tocante á industria da construção, que seja ella mais bem esclarecida sobre os cimentos pozolanicos, e o comportamento do concreto nas obras maritimas; a estabilização do solo, dando logar aos novos processos de construção dos leitos das rodovias, deve ser objecto de especial attenção dos technologistas.

Permitti que ass'n vos diga, porque todos os vossos trabalhos me impressionam vivamente. A sua divulgação é de grande utilidade aos engenheiros brasileiros.

A Secretaria de Viação e Obras do Districto Federal deseja a vossa collaboração. No seu novo Caderno de Encargos serão adoptadas as vossas especificações e methodos de ensaios.

Na alludida Repartição encontrareis numerosos collegas, sendo alguns technologistas. O seu Laboratorio de Ensaio de Materiaes está sendo ampliado. Possui elle actualmente as secções de concreto, aglomerantes e materiaes betuminosos. Com o novo edificio, ora na phase de pinturas, serão creadas novas secções e melhoradas as existentes. Dispõe elle já da appa-

relhagem para ensaios de madeiras e metaes, e está sendo adquirida a referente aos ensaios de solos e estruturas. Elle procede ao controle qualitativo da recepção de materiaes e dá assistência technica á execução de obras.

A' visão administrativa do Prefeito Henrique Dodsworth devemos os recursos fornecidos ao nosso campo de actividade technico-experimental.

Delle muito esperamos.

Tendes na Prefeitura uma atmosphera que vos é inteiramente favoravel. Se o melo brasileiro é vosso, mais ainda vos pertence a Capital da Republica.

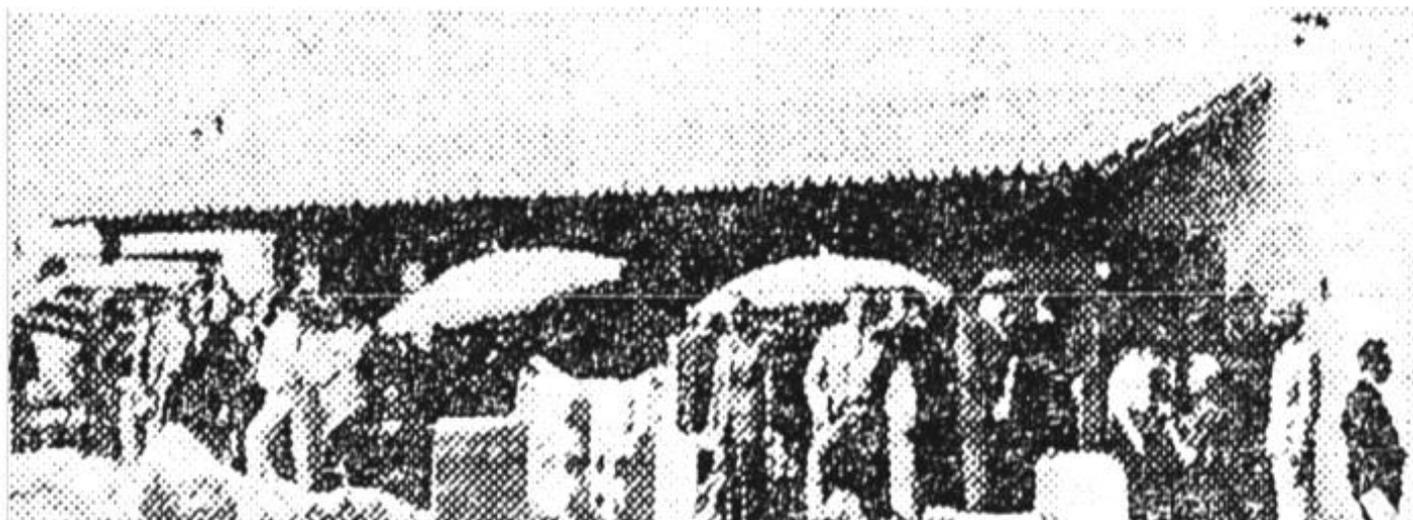
Senhores. Vivemos a época da industria e do trabalho organizado. A technica, dentro do conceito da applicação, realidade e pratica, é dominante. Continua desfraldada a bandeira da racionalização. Só os povos economicamente organizados serão fortes e poderão subsistir. Vede o quadro universal. Pense no Brasil, imenso e de potencial economico privilegiado. Auxiliae o seu erguimento. Continue a vossa faina patriotica. O Governo brasileiro, sob a égide do Estado Novo e sem a demagogia politica, vos anpara. Sede felizes! São os meus votos."

Comentário de Eduardo Thomaz :

Jornal = O IMPARCIAL Domingo , 29-9-1940

3a REUNIÃO / RJ

Visita a obras municipais



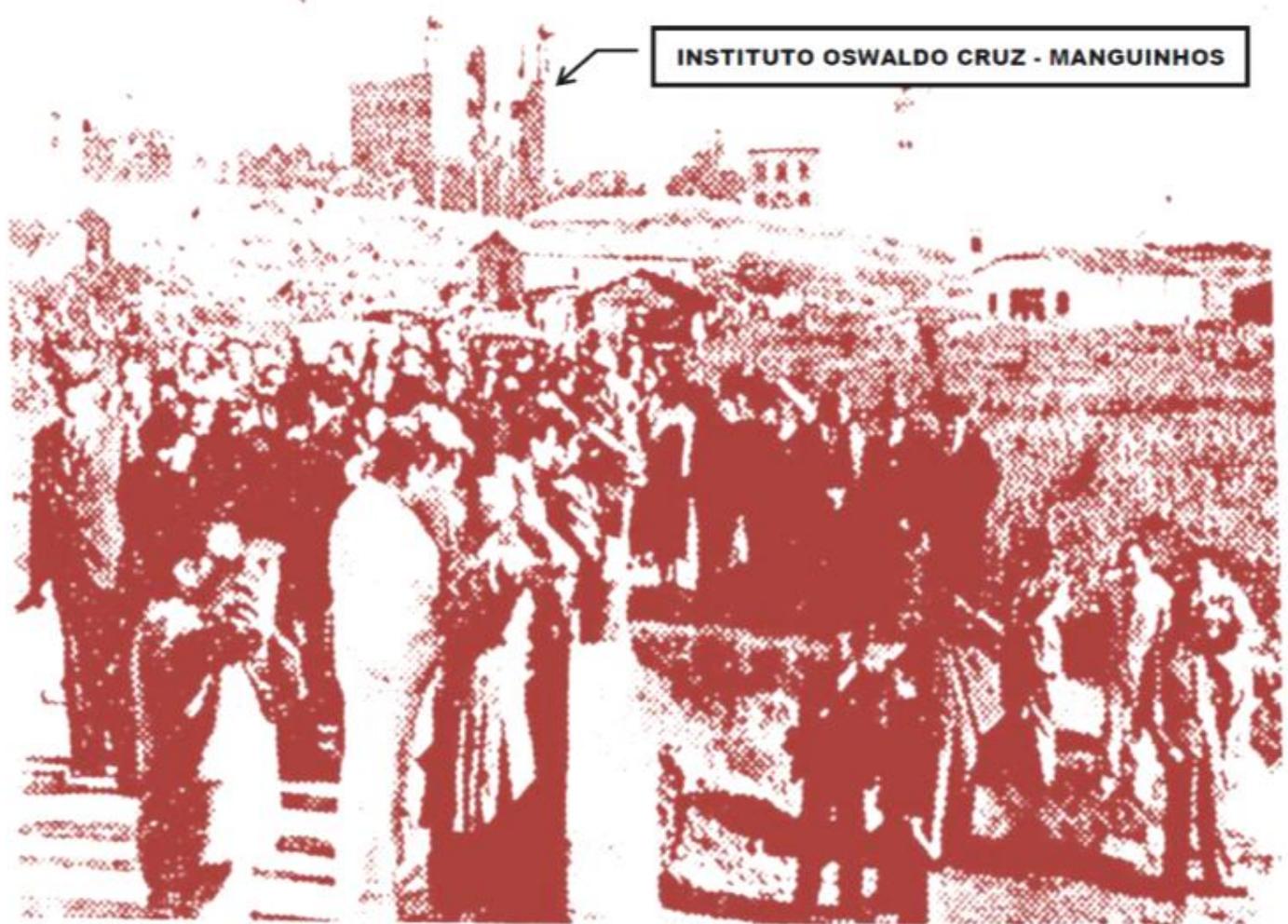
VISITAM OBRAS DA PREFEITURA OS ENGENHEIROS DA 3.ª REUNIÃO DOS LABORATORIOS DE ENSAIOS DE MATERIAES DE CONSTRUÇÃO — O Secretario Geral de Viação, Trabalho e Obras Publicas da Prefeitura, Sr. Edison Passos, levou os engenheiros que tomam parte na Terceira Reunião dos Laboratorios de Ensaios de Materiaes de Construção a visitar diversas obras que estão sendo realizadas pela Prefeitura do Distrito Federal. Dentre outras, foram vistas as da variante da Estrada Rio-Petropolis. Por essa ocasião o sr. Edison Passos expoz o vasto plano organizado pela Comissão do Plano da Cidade. Publicamos acima dois aspectos tomados no Campo de aterrissage de Manguinhos.

Jornal = A BATALHA

Rio de Janeiro, 29 de Setembro de 1940

3a Reunião / RJ

Visita a obras municipais



INSTITUTO OSWALDO CRUZ - MANGUINHOS

A Prefeitura, por intermedio da sua Secretaria de Viação e Obras Públicas, ofereceu aos membros da III Reunião dos Laboratórios Nacionais de Ensaio de Materias uma visita às obras públicas da cidade. Os excursionistas estiveram na Avenida Tijuca e nas obras da variante Rio-Petrópolis, em Manguinhos, quando o sr. Edson Passos fez detalhada exposição sobre os empreendimentos.

Na "Cidade Light"

VISITA DOS MEMBROS DA TERCEIRA REUNIAO DOS LABORATORIOS NACIONAES DE ENSAIOS DE MATERIAES



Flagrante da visita às oficinas da "Cidade Light"

Como parte do seu programma de visitas a estabelecimentos industriaes, os engenheiros qu e integram a Terceira Reunião dos Laboratorios Nacionaes de Ensaio de Materiaes visitaram hontem as officinas da Companhia de Carris, Luz e Força, do Rio de Janeiro, Ltd., em Triagem.

Os visitantes, que se achavam acompanhados dos drs. Raul de Caracas e Edgard Amarante, pela Administração da Companhia, foram recebidos pelo sr. J. C. Herlyck, assistente do superintendente do Departamento de Tracção e Officinas que, gentilmente, acompanhou os visitantes na visita a todas as officinas fornecendo-lhes

informações sobre os detalhes dos trabalhos ali realizados.

Por ocasião do almoço, offerecido aos distintos congressistas, falou o dr. Raul de Caracas, que, em nome da Companhia, agradeceu a visita e o interesse demonstrado pela "Cidade Light".

Agradecendo, falou, então, o dr. Marcondes Ferraz, representante de São Paulo no Congresso, que enalteceu os serviços da Companhia e os beneficios que ella presta ao palz através das suas multiphas actividades.

Precisamente, ás 15 horas, terminava a visita, tendo os engenheiros presentes manifestado a optima impressão que lhes havia trabalhos ali realizados.

Light".

Revista da Semana - 5 de Outubro de 1940

3ª Reunião dos Laboratórios Nacionais de Ensaio de Materiais

Ocorreu na Associação Comercial do Rio de Janeiro



Sob a presidência do sr. Waldemar Falcão, ministro do Trabalho, inaugurou-se no palácio da Associação Comercial do Rio de Janeiro a 3.ª Reunião dos Laboratórios Nacionais de Ensaio de Materiais. No grupo à esquerda figuram, ladeando o titular do Trabalho, o secretário da Viação e Obras da Prefeitura, sr. Edison Passos, o presidente da Confederação Nacional da Indústria, sr. Eivaldo Lodi, e o sr. Paulo Sá, do stituto Nacional de Tecnologia e membro da Comissão Executiva da 3.ª Reunião. A' direita, flagrante da assistência à abertura da reunião.

Revista da Semana - 5 de Outubro de 1940

3a Reunião dos Laboratórios Nacionais de Ensaio de Materiais

Ocorreu na Associação Comercial do Rio de Janeiro



Sob a presidência do sr. Waldemar Falcão, ministro do Trabalho, inaugurou-se no palacio da Associação Commercial do Rio de Janeiro a 3.ª Reunião dos Laboratorios Nacionais de Ensaio de Materiaes. No grupo à esquerda figuram, ladeando o titular do Trabalho, o secretario da Viação e Obras da Prefeitura, sr. Edison Pessos, o presidente da Confederação Nacional da Industria, sr. Eivaldo Lodi, e o sr. Paulo Sá, do Instituto Nacional de Tecnologia e membro da Comissão Executiva da 3.ª Reunião. A' direita, flagrante da assistencia é abertura da reunião.

A NOITE — Terça-feira, 24 de setembro de 1940

A III REUNIÃO DOS LABORATORIOS DE ENSAIO DE MATERIAIS

Os trabalhos dos institutos tecnológicos do país, no sentido de padronizar, normalizar e racionalizar os materiais de construção têm merecido dos governos federal e municipal a mais acurada atenção. Ontem, sob a presidência do Sr. Waldemar Falcão, ministro do Trabalho, foram solenemente instalados os trabalhos da 3ª reunião dos Laboratorios Nacionais de Ensaio de Materiais, com a presença de altas autoridades, numerosos técnicos e convidados, no salão nobre da Associação

Comercial. A sessão de instalação foi dirigida por aquele titular, que pronunciou algumas palavras sobre os trabalhos. Falaram a seguir os Srs. Euvaldo Lodi, presidente da Confederação Nacional da Indústria, Paulo Sá, do Instituto Nacional de Tecnologia e o Sr. Edison Passos, secretário de Viação da Prefeitura do Distrito Federal. Esse último teve ocasião de salientar o apoio da Prefeitura á reunião, estendendo-se num estudo sobre os fins do importante conclave.

Em seguida, teve lugar a reunião preliminar dos delegados de todos os laboratorios nacionais de ensaio de materiais, que fundarão, numa das conferencias, a Associação Nacional de Normas Técnicas.

Surgiram a NB1 e a ABNT !

ANEXO - TEXTO DA NB1 - SEM FIGURAS



Senado Federal

Secretaria de Informação Legislativa

Este texto não substitui o original publicado no Diário Oficial.

DECRETO-LEI N. 2.773 – DE 11 DE NOVEMBRO DE 1940

<http://legis.senado.gov.br/legislacao/ListaPublicacoes.action?id=42541>

Determina as normas brasileiras para cálculo e execução das obras de concreto armado

O presidente da República, atendendo ao que lhe expôs o ministro de Estado dos Negócios do Trabalho, Indústria e Comércio e usando da atribuição que lhe confere o art. 180 da Constituição,

decreta:

Art. 1º Todas as obras de concreto armado que forem realizadas para o governo federal ou para governos estaduais, ou municipais, deverão obedecer às normas de cálculo e execução que vão anexas ao presente decreto-lei, assinadas pelo ministro de Estado dos Negócios do Trabalho, Indústria e Comércio.

Art. 2º Revogam-se as disposições em contrário.

Rio de Janeiro, 11 de novembro de 1940, 119º da Independência e 52º da República.

Getulio Vargas.

Presidente da República

Waldemar Falcão.

Ministro de Estado dos Negócios do Trabalho, Indústria e Comércio.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS

NB - 1/1940

Cálculo e execução de obras de concreto armado

NORMA BRASILEIRA

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

Para efeito desta Norma são adotadas as seguintes notações:

a) Dimensões

a distância entre os pontos de momentos nulos

a' extensão de uma carga parcialmente distribuída, medida no sentido da armadura principal.

a'' = extensão de uma carga parcialmente distribuída, medida transversalmente à armadura principal.

a₀ = espessura de um pilar de lage cogumelo ou da parte superior de seu capitel medida na direção de I₀.

b = largura das vigas de secção retangular ou da parte da lage que intervem no cálculo das vigas T.

b₀ = largura da nervura das vigas T (nas vigas de secção retangular significa o mesmo que b).

d = altura total das lages ou das vigas de secção retangular.

d' = diâmetro do núcleo de uma peça cintada, medido de eixo s eixo das barras do cintamento.

d = altura das vigas T.

e = excentricidade de uma força normal = M/N.

e' = espessura do revestimento de uma lage, destinado a distribuir sobre esta se carga concentradas.

(*) Esta Norma foi aprovada pela 3º Reunião dos Laboratórios de Ensino de Materiais (Rio de Janeiro, Setembro de 1940) e adotada pela Associação Brasileira de Normas Técnica.

Por fim, não é demais alertar que a legislação aqui compilada não substitui a publicada na Coleção de Leis do Brasil (CLBR) ou no Diário Oficial da União ...

CLBR Vol. 07 Ano 1940 Pág. 120 Figura.

h = distância do centro de gravidade da armadura de tração á face comprimida na secção transversade uma peça fletida (altura util).

h' = distância do centro de gravidade da armadura de compressão à face comprimida na secção transversal de uma peça fletida.

l = vão teórico de uma lage ou viga ou altura de um pilar (incluindo o capitel. no caso da lage cogumelo).

l' = vão livre de uma lage ou viga.

l_0 = distância entre os eixos de dois pilares consecutivos de uma lage cogumelo (numa dada direção).

t = espaçamento dos estribos ou dos anéis de cintamento ou passo da hélice de cintamento.

u = perímetro da secção transversal de uma barra da armadura.

u_t = soma dos u das barras da armadura de tração ou dos arcos em contato com o concreto das barras dos feixes.

x = distância da linha neutra á face comprimida. na secção transversal de uma peça fletida.

z = distância entre os pontos de aplicação das resultantes das tensões de tração e compressão, na secção transversal de uma peça fletida (braço de alavanca.

δ = diâmetro de uma barra da armadura longitudinal.

δ' = diâmetro de uma barra da armadura transversal (estribo ou cintamento).

b) Áreas

S_a = área da parte central carregada de um bloco de apôio (art. 91. alínea 4).

S_t = área da secção da peça.

S_t = área da secção, da armadura longitudinal. nas peças submetidas a compressão axial. ou da armadura de tração, nas peças fletidas.

S_t' = área da secção da armadura de compressão nas peças fletidas.

S_i = área da secção homogeneizada.

S_n = área da secção transversal do núcleo de uma peça cintada =

$$\frac{\pi(d')^2}{4}$$

S_a = área fictícia (volume por unidade de comprimento da peça) do cintamento=

$$= \frac{\pi^2 \times (d') \times (\delta')^2}{4.t}$$

c) Esforço solicitantes

g = carga permanente uniformemente distribuida.

G = carga permanente concentrada.

H = componente horizontal da reação de apôio.

M = momento fletor.

M_e = momento fletor num engastamento de viga suposto perfeito.

M_t = momento de torção.

M_v = momento volvente.

N = força normal (positiva, se tração; negativa, se compressão).

p = carga acidental uniformemente distribuída.

P = carga acidental concentrada.

q = carga total uniformemente distribuída = $p + g$.

Q = força cortante.

R = reação de apoio.

V = componente vertical da reação de apoio.

d) Tensões

σ_c = tensão máxima de compressão no concreto.

σ_{ck} = tensão de ruptura do concreto a compressão com k dias (MB2 e MB3).

σ_e = limite de escoamento do material da armadura (EB3).

σ_f = tensão na armadura de tração das peças fletidas ou na armadura das peças comprimidas.

σ_r = tensão na armadura de compressão das peças fletidas.

CLBR Vol. 07 Ano 1940 pág. 122 Gravuras.

σ_t = tensão máxima de tração no concreto.

σ_{tk} = tensão de ruptura do concreto a tração na flexão com k dias.

τ = tensão de cisalhamento no concreto.

τ_a = tensão de aderência da armadura ao concreto.

e) Diversos

E_c = módulo de elasticidade do concreto.

E_t = módulo de elasticidade do material da armadura.

i = menor raio de giração da secção transversal de uma peça não cintada ou do núcleo de uma peça cintada.

J = momento de inércia.

m = inverso do coeficiente de Poisson.

$n = E_f / E_c$.

W = módulo de resistência.

$W = J / l$ (comprimento)

W_i = w do pilar inferior.

W_s = w do pilar superior.

$W_v = W$ da viga.

θ = ângulo das faces superior e inferior de uma viga ou lage de altura variável.

$\mu = S_f/bh$ numa peça com armadura de tração ou S_f/S_c numa peça sem armadura de tração.

Objetivo

Art. 1 – Esta Norma fixa as condições gerais que devem ser obedecidas no cálculo e na execução de obras de concreto armado.

Projeto das obras

Art. 2 – As obras a serem executadas total ou parcialmente com concreto armado deverão obedecer a projetos organizados de acordo com esta Norma. Estes projetos compreenderão cálculos estáticos desenhos e memorial justificativo e só poderão ser assinados por profissionais diplomados de acordo com a legislação em vigor.

Administração da obra

Art. 3 – No local da construção deve sempre haver, na ausência do responsável por ela, um seu preposto, com plenos poderes para representá-lo na administração da obra e nas relações com a Fiscalização. A indicação desse preposto deve ser previamente feita à Fiscalização e por ela aprovada.

CAPÍTULO II

ESFORÇOS SOLICITANTES

A – DISPOSIÇÕES GERAIS

Cálculo dos esforços solicitantes

Art. 4 – No cálculo dos esforços solicitantes, a ser feita de acordo com os princípios da estática das construções e com o disposto nesta Norma devem ser consideradas a influência das cargas permanentes, a das cargas acidentais e a dos demais fatores que possam produzir esforços adicionais importantes. Estes fatores serão considerados de acordo com os regulamentos em vigor ou com as condições peculiares a cada obra, aplicando-se à temperatura e à retração, o disposto nos arts. 6 e 7.

Cargas acidentais

Art. 5 – As cargas acidentais, multiplicadas pelos respectivos coeficientes de impacto, são as fixadas nos regulamentos oficiais ou nos que se estabelecerem para cada caso especial e devem ser dispostas na posição mais desfavorável para a seção estudada, (ressalvado o caso do art. 19, alínea f).

Temperatura

Art. 6 – Supõe-se para o cálculo que as variações de temperatura sejam uniformes ao longo da estrutura salvo o caso de obras destinadas a serem submetidas simultaneamente em seus diversos pontos a sensíveis diferenças de temperatura.

O coeficiente de dilatação térmica do concreto armado é considerado igual a 10^{-5} por °C.

A variação de temperatura do concreto, causada pela variação da temperatura da atmosfera, depende do local da obra e deve ser considerada entre $\pm 10^{\circ}\text{C}$ e $\pm 15^{\circ}\text{C}$ em torno da média.

Para peças cuja dimensão mínima não seja inferior a 70 cm admite-se que essa oscilação seja reduzida, respectivamente, para $\pm 5^{\circ}\text{C}$ e $\pm 10^{\circ}\text{C}$

Para a fixação dessa dimensão os espaços vazios inteiramente fechados não serão descontados.

Em peças permanentemente envolvidas de terra ou água e em edifícios que não tenham em planta, dimensão não interrompida por junta de dilatação maior que 50 metros, dispensa-se o cálculo da influência da temperatura.

Retração

Art. 7 – O efeito da retração será considerado como equivalente a uma queda de temperatura de 15°C salvo nos arcos e abóbadas com menos de 0,5 % e 0,1 % de armadura, onde essa queda deve ser elevada respectivamente para 20°C e 25°C .

Engastamento parcial

Art. 8 – Deve-se considerar no cálculo a influência desfavorável de um engastamento parcial, sempre que não se tomem no projeto e na execução dos apoios, as precauções necessárias para garantir as condições de engastamento perfeito ou de apoio livre.

CLBR vol. 07 Ano 1940 Pág. 124 Gravuras.

Mísulas

Art. 9 – Não se consideram no cálculo de lages e vigas inclinações de misulas. sobre a horizontal maiores que 1:3.

Vão teórico

Art. 10 – Considera-se vão teórico:

- a) de uma lage isolada: o vão livre acrescido da espessura da lage no meio do vão;
- b) de uma lage contínua, vão intermediário: a distancia entre os centros dos apoios;
- c) de uma lage contínua. vão extremo: o vão livre acrescido da semi-largura do apoio interno e da semi-espessura no meio do vão.

Armadura de tração sobre os apoios

Art. 11 – Nas lages engastadas ou contínuas, quando não for provado o contrário, admite-se que as barras colocadas para resistir aos esforços de tração dos momentos negativos sobre os apoios devem-se estender até **um quinto do vão**.

CLBR Vol. 07 Ano 1940 Pág. 125 Gravuras.

Distribuição das cargas

Art. 12 – Supõe-se que as cargas concentradas ou parcialmente distribuídas se estendam na direção da armadura principal sobre uma distância $(a' + 2e')$ e que a largura da faixa da laje que as suporta seja $b = (a'' + 2e')$. Este último valor pode ser aumentado nos seguintes casos:

- a) de dois metros, até $b = 2/3 l$, no cálculo da flexão, se a carga se achar a mais de um metro do apôio;
- b) de um metro, até $b = 1/3 l$, no cálculo do cisalhamento, se a carga se achar a mais de meio metro do apôio;
- c) para $a'' + 5d$, no cálculo do cisalhamento, se a carga se achar junto ao apôio.

A adoção dos valores citados de b está subordinada as seguintes condições:

- 1) que b não seja maior que a largura da laje nem maior que a distância do centro da carga a borda da laje acrescida de $b/2$;
- 2) que a armadura de distribuição não seja menor que 0,1 da principal. No caso das alíneas a e c esse fator deve ser acrescido de 0.01 por decímetro de aumento atribuído ao primitivo valor de b .

Lages contínuas armadas numa única direção

Art. 13 – As lages contínuas armadas numa só direção devem ser calculadas como vigas contínuas livremente apoiadas, com as seguintes modificações:

- a) Não serão considerados, nos vãos momentos positivos menores que os que se obteriam se houvesse engastamento perfeito da laje nas extremidades dos referidos vãos.
- b) Os momentos negativos, nos vãos oriundos da carga acidental podem ser reduzidos à metade, desde que haja solidariedade da laje com as vigas que lhe servem de apôio.

CLBR Vol. 07 Ano 1940 Pág. 126 Gravuras.

- c) Em edifício, quando o menor vão da laje contínua não for inferior a 80% do maior, permite-se calcular os momentos máximos e mínimos oriundos de carga uniformemente distribuída com a fórmula $M = ql^2/k$, sendo k igual a (a 1ª coluna refere-se ao caso de haver mísulas nas condições do art. 9 com altura sobre o apôio não inferior a $l/30$ e a 2ª aos demais casos):

Momentos negativos sobre os apoios havendo mais de dois vãos. (no caso de vãos desiguais l designa a média aritmética dos dois adjacentes ao apôio considerado)

apôios internos dos vãos extremos.....	-8	-9
demais apôios intermediários.....	-9.....	-10
Idem, havendo dois vãos		
apôio intermediário.....	-7.....	-8
Momentos positivos no meio dos vãos		
vãos extremos.....	12.....	11
vãos intermediários.....	18.....	15

Os momentos negativos nos vãos, sendo l o vão maior, podem ser calculados pela fórmula:

$$M = \frac{l^2}{24} \times \left(g - \frac{p}{2} \right)$$

Lages armadas em cruz

Art. 14 – As lages retangulares armadas em cruz devem ser calculadas por um dos três processos seguintes:

a) Como grelha pelas vigas ortogonais. Permite-se no caso de cargas uniforme, supô-las- divididas em dois quinhões agindo, cada um sobre as vigas de cada direção e determinados de modo a haver coincidência da flexa máxima das vigas ortogonais centrais.

CLBR Vol. 07 Ano 1940 Pág. 127 Gravuras.

b) Como placa. pela teoria matemática da elasticidade. A placa pode ser suposta isótropa ou ortótropa com $m = 6$.

c) Como lage pelo método simplificado de Marcus

Em edifícios permite-se a não consideração dos momentos volventes salvo nos cantos simplesmente apoiados das lages.

Ainda neste caso. dispensa-se o cálculo dos momentos volventes, se forem adicionadas nos cantos abrangendo um quadrado de lado igual a 1/5do lado maior da lage, duas armadura. – uma superior paralela à diagonal e outra interior a ela perpendicular – ambas iguais por unidade de largura, à armadura do centro da lage na direção mais armada, a armadura inferior pode ser substituída por uma armadura em cruz paralela às bordas da lage. igual em cada direção, à citada armadura do centro da lage

No caso de cargas uniformemente distribuída: admite-se que as reações também se distribuam uniformemente ao longo das bordas.

Lages nervuradas

Art. 15 – As lages nervuradas, assim consideradas as lages cuja parte de baixo é constituída por nervuras entre as quais podem ser postos materiais inertes, de modo a tornar plana a superfície inferior, podem ser calculadas de acordo com os arts. 10 a 14. desde que se observem as prescrições do Capítulo IV sobre lages e o seguinte.

a) a distância livre entre nervuras não deve ultrapassar 100 cm;

b) a espessura das nervuras não deve ser inferior a 4 cm e a da mêsã não deve ser menor que 4 cm nem que 1/15 da distância livre entre nervuras;

c) a resistência da mêsã à flexão e das nervuras ao cisalhamento deve ser demonstrada sempre que haja carga concentrada ou que a distância livre entre nervuras supere 50 cm;

d) o apoio das lages deve ser feito ao longo de uma nervura; nas lages armadas numa só direção, são necessárias nervuras transversais sempre que haja carga concentrada a distribuir ou quando o vão teórico for superior a 4 metros, exigindo-se duas nervuras. no mínimo. se esse vão ultrapassar 6 metros;

e) não é permitido colocar. no caso de momentos fletores negativos, armadura de compressão nas nervuras.

Lages cogumelos

Art. 16 – As lages retangulares apoiadas em pilares com capitéis devem ser calculadas por um dos dois processos seguintes:

a) Como placa pela teoria matemática da elasticidade. A placa pode ser suposta isotrópica ou ortótropa, com $m = 6$.

b) Como vigas contínuas solidárias com os pilares. Admite-se a lage dividida em duas séries ortogonais de vigas, considerando-se no cálculo de cada série o total das cargas. A distribuição dos momentos – se se dividirem os painéis das lages com os cantos correspondendo aos pilares em quatro faixas iguais – faz-se do seguinte modo 45 % dos momentos positivos para as duas faixas internas e 27,5 % para cada uma das faixas externas; 25 % dos momentos negativos para as faixas internas e 37,5 % para cada uma das faixas externas.

C – VIGAS

Vão teórico

Art. 17 – Considera-se vão teórico:

a) de uma viga isolada: a distância entre o centro dos apoios, não se considerando valores maiores que $1,05 l'$;

b) de uma viga contínua, vão intermediário: a distância entre os centros dos apoios ;

c) de uma viga contínua, vão extremo: o vão livre acrescido da semi-largura do apoio interno e de $0,03 l'$.

Quando o vão teórico for menor que o dobro da altura útil da viga, esta deve ser calculada como parede.

Vigas T

Art. 18 – No cálculo de uma viga T só podem ser consideradas lages que obedecem, no que lhes for aplicável, às prescrições desta Norma.

A parte da lage que se pode considerar como elemento da viga, medida para cada lado a partir do eixo da nervura, não deve ultrapassar:

a) a metade do vão teórico entre nervuras;

b) a quarta parte do vão livre da viga;

c) a metade da largura da nervura mais o comprimento da mísula (não se considerando valores superiores a 3d, nem inclinações, sobre a horizontal menores que 1:3), mais a espessura da lage multiplicada por um dos seguintes coeficientes: 1 para vigas isoladas, 4,5 para vigas de extremidade e 6 para vigas intermediárias.

CLBR Vol. 07 Ano 1940 Pág. 129 Gravuras.

No cálculo de deformações elásticas ou de grandezas hiperestáticas deve-se tomar obrigatoriamente o menor dos dois valores obtidos com as prescrições do item a) e do item c), reduzidos, neste, os dois últimos coeficientes respectivamente para 2,25 e 3,0 .

Vigas contínuas

Art. 19 – Permite-se, em edifícios. considerar as vigas contínuas sem as ligações rígidas com os apóios, devendo-se porem observar o seguinte;

a) Não serão considerados momentos positivos, nos vãos, menores que os que se obteriam se houvesse engastamento perfeito da viga nas extremidades dos referidos vãos.

b) Os momentos negativos, nos vãos, oriundos da carga acidental podem ser reduzidos a dois terços do seu valor, desde que haja solidariedade das vigas com os pilares.

c) Quando forem diferentes os momentos calculados para as duas secções contiguas a um mesmo apóio monolítico, poder-se-á dimensionar a viga, ao longo do apoio, pelo maior dos referidos momentos.

d) Quando a viga for solidária com os pilares intermediários e a relação da largura do apoio medida na direção da viga, para a altura do pilar, for maior que 1:5, deve-se calculá-la como engastada.

e) Quando não se fizer o cálculo exato da influência da solidariedade dos pilares com a viga, admite-se que nos apóios extremos atúe um momento fletor igual a

Com : M_e = momento fletor num engastamento de viga suposto perfeito.

$$M_e \times \frac{(W_i + W_s)}{(W_v + W_i + W_s)}$$

f) Admite-se que a posição mais desfavorável das cargas acidentais uniformemente distribuidas se obtenha quando cada um dos vãos estiver totalmente carregado ou totalmente descarregado, na combinação mais desfavorável para a secção considerada.

g) As reações das vigas de mais de dois vãos, desde que o menor vão não seja inferior a 80 % do maior para efeito do cálculo dos pilares, podem ser calculadas considerando os trechos sobre cada vão como independentes dos outros e livremente apoiados.

D – PILARES

Pilares em edifícios

Art. 20 – Na falta de cálculo rigoroso, permitem-se em edifícios, as seguintes simplificações:

a) os pilares intermediários podem ser calculados – desprezando o efeito da solidariedade das vigas – como submetido: á compressão axial, aplicado o disposto no art. 19, alínea g);

b) os momentos fletores. nos nós dos pilares extremos, que devem sempre ser verificados á flexão composto., podem ser calculados pelas fórmulas:

$$\begin{array}{ll} \text{ pilar inferior} & \text{ pilar superior} \\ + Me \times \frac{(W_i)}{(W_v + W_i + W_s)} & + Me \times \frac{(W_s)}{(W_v + W_i + W_s)} \end{array}$$

quando a extremidade oposta do pilar for engastada, admite-se que o momento no engastamento seja igual aos anteriores divididos por – 2.

CAPÍTULO III

ESFORÇOS RESISTENTES

Deformações e grandezas hiperestáticas

Art. 21 – No cálculo das deformações elásticas e das grandezas hiperestáticas, deve-se atribuir ao concreto um módulo de elasticidade. tanto para a tração como para a compressão dez vezes menor que o do aço (estádio I). Na determinação das grandezas hiperestáticas, a área e o momento de inércia das secções poderão ser calculados para a secção do concreto sem consideração das armaduras..

Compressão axial

Art. 22 – No cálculo das peças de concreto armado solicitadas a compressão axial, admite-se que a resistência das mesmas seja igual á soma das resistências admissíveis de seus elementos (concreto e aço) considerados separadamente.

Flexão

Art. 23 – O cálculo das peças de concreto armado submetidas a esforços de flexão simples ou composta, salvo o disposto no art. 21, deve ser feito supondo-se (**estádio II**) :

- a) que seja nula a resistência a tração do concreto, salvo quando em uma mesma secção transversal a máxima tensão não ultrapassar 25 % da máxima tensão de compressão;
- b) que as deformações de um elemento da peça sejam proporcionais à sua distância e á linha nêutra;
- c) que o aço tenha um módulo de elasticidade constante;
- d) que o módulo de elasticidade do concreto seja tambem constante e quinze vezes menor que o do aço.

Em estruturas não sujeitas a vibrações ou a choques permite-se, desde que se use um coeficiente de segurança não inferior a dois, que as peças submetidas à flexão simples sejam dimensionadas em função da carga de ruptura, calculada supondo-se válidas as alíneas a) a c) acima e mais (estádio III):

- 1) que a ruptura se dê quando as tensões atingirem simultaneamente, no aço, o limite de escoamento e, no concreto, os três quartos da resistência a compressão de que trata o art. 85; e
- 2) que a distribuição das tensões de compressão no concreto seja uniforme.

Flambagem

Art. 24 – Sempre que haja dúvida sobre a resistência à flambagem de uma determinada peça da estrutura, deve-se fazer a demonstração de sua estabilidade. Essa demonstração é dispensável para peças submetidas à compressão axial, cujas extremidades não sejam livres:

a) quando $l/i \leq 50$; ou

b) quando $l/i > 50$, se para o cálculo se tiver dividido a carga por $(1,5 - 0,01 l/i)$.

Para peças retas submetidas a compressão excêntrica, permite-se a verificação da resistência à flambagem por esse mesmo processo, supondo-se a carga agindo axialmente.

Torção

Art. 25 – As peças submetidas a torção, sempre que esta cause tensão de cisalhamento superior à prescrita no art. 92, devem ter armaduras calculadas para absorver todos os esforços de tração oriundo da torção.

Cisalhamento

Art. 26 – O cálculo da tensão de cisalhamento nas peças fletidas de altura constante deve ser feito com a fórmula

$$\tau = \frac{Q}{b_0 \times z}$$

Nas peças de altura variável far-se-á a devida correção subtraindo de Q (se M e h crescerem no mesmo sentido) ou a ele acrescentando (se M e h crescerem em sentidos opostos) a quantidade :

$$\frac{M}{h} \times \text{tg} \delta$$

Quando τ ultrapassar os valores prescritos no art. 92, deve ser empregada armadura para resistir a todos os esforços de tração oriundos do cisalhamento.

Aderência

Art. 27 – Havendo, na armadura de tração das peças fletidas, barras de diâmetro maior que 26 mm ou feixes de barras, deve-se calcular sua tensão de aderência ao concreto pela fórmula

$$\tau_a = \left(\frac{b_0}{u_t} \right) \times \tau$$

t = espaçamento dos estribos ou dos anéis de cintamento ou passo da hélice de cintamento.

u = perímetro da secção transversal de uma barra da armadura.

u_t = soma dos u das barras da armadura de tração ou dos arcos em contato com o concreto das barras dos feixes.

Quando houver barras dobradas, calculadas para, juntamente com os estribos, resistirem a todos os esforços de tração oriundos do cisalhamento, permite-se considerar a tensão de aderência nas barras não dobradas como igual á metade de tensão obtida com a fórmula anterior.

Cintamento

Art. 28 – O efeito do cintamento, executado nos termos do Art. 36, é considerado no cálculo como trazendo ao concreto um aumento de tensão admissível a compressão igual a :

$$2 \times \left(\frac{S_s}{S_n} \right) \times \sigma_s$$

não se computando o concreto que envolve o cintamento

A resistência total admissível das peças não cintadas deve porém ultrapassar o dobro da resistência calculada como se não houvesse cintamento.

CAPÍTULO IV

DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

A – SECÇÃO TRANSVERSAL DA ARMADURA

Lages

Art. 29 – Nas lages armadas numa só direção e nas lages nervuradas, a armadura de distribuição deve ter uma secção transversal de área superior a 0,5 cm² por metro linear

Em toda lage que faça parte de uma viga T deve haver uma armadura perpendicular á nervura que se estenda por toda a largura útil da mesma lage, com uma secção transversal de área superior a 1,5 cm² por metro linear.

Vigas

Art. 30 – A área da secção transversal da armadura de tração de uma viga não deve ser inferior a 0,5% de $b_0 d$.

Pilares não cintados

Art. 31 – A armadura longitudinal de um pilar não cintado deve ter uma secção transversal compreendida entre 0,8 % e 6 % da secção do pilar. Permite-se reduzir o primeiro desses limites para 0,5 % sempre que $l/i \leq 30$. Nos pilares que tenham dimensões superiores às exigidas pelo cálculo, a secção de concreto a considerar, para os fins deste artigo, é apenas a teoricamente necessária.

Pilares cintados

Art. 32 – A armadura longitudinal dos pilares cintados deve ter uma secção transversal compreendida entre 0,8 % e 8 % da secção do núcleo.

B – ESPAÇAMENTO DAS BARRAS DA ARMADURA

Lages

Art. 33 – Na região dos maiores momentos, nos vãos das lages, o espaçamento das barras da armadura principal não deve ter mais de 20 cm nem ser maior que 2 d.

Os estribos nas lages nervuradas, sempre que necessários, não devem estar afastados de mais de 20 cm.

A armadura de distribuição das lages não deve ter menos de 3 barras por metro linear.

Vigas

Art. 34 – A armadura longitudinal das vigas pode ser constituída de barras isoladas ou de feixes formados por 2, 3 ou 4 barras, não sendo permitido o uso de feixes de barras de mais de 20 mm de diâmetro.

O espaço entre barras ou **feixes** da armadura longitudinal de uma viga não deve ser menor que 12 mm nem menor que o diâmetro das próprias barras.

O espaçamento dos estribos deve ser no máximo igual à metade da altura total da viga, não podendo ir além de 80 cm. **Si houver armadura de compressão, indicada pelo cálculo, aquele espaçamento não pode também ser maior que 12 vezes o diâmetro das barras dessa armadura.**

Pilares não cintados

Art. 35 – Nos pilares não cintados o espaçamento dos estribos não deve ser maior que a menor dimensão do pilar, nem que 12δ , nem que $200 \delta'/\delta$.

Pilares cintados

Art. 36 – Os pilares cintados são os que possuem armadura de projeção horizontal circular, em hélice ou em anéis, que obedeça às seguintes condições

$$t \leq d'/6$$

$$t \leq 8 \text{ cm}$$

$$0,005 S_n \leq S_s \leq 3 S_f$$

C – PROTEÇÃO DA ARMADURA

Cobrimento

Art. 37 – Todas as barras da armadura, principal ou não, devem ter um cobrimento de concreto nunca menor que:

em lajes e paredes no interior de edifícios	1 cm
em lajes e paredes ao ar livre	1,5 cm
em vigas, pilares e arcos no interior de edifícios	1,5 cm
em vigas, pilares e arcos ao ar livre.....	2 cm
em peças em contacto com o solo.....	2 cm

Neste último caso, exige-se, se o solo não for rochoso, a interposição de uma camada de concreto pobre, não computada no cálculo, com espessura mínima de 5 cm

No interior de edifícios, permite-se que 0,5 cm do cobrimento exigido seja feito com emboço.

Medidas especiais

Art. 38 – Medidas especiais de proteção devem ser tomadas quando a tensão da armadura de tração ultrapassar 1500 kg/cm² e sempre que elementos da estrutura se achem expostos à ação prejudicial de agentes externos tais como ácidos, álcalis, águas agressivas, óleos e gases nocivos, altas e baixas temperaturas.

D – DOBRAMENTO DAS BARRAS DA ARMADURA

Ganchos

Art. 39 – Todas as barras das armaduras de tração, com diâmetro superior a 7 mm, devem ter em suas extremidades ganchos semicirculares ou em ângulo agudo com diâmetro interno mínimo igual a 2,5 vezes o diâmetro da barra. As barras das armaduras exclusivamente de compressão podem não ter ganchos.

Barras curvadas

Art. 40 – A permanência na sua posição das barras curvadas, nas zonas de tração, deve ser garantida contra a tendência á retificação por meio de estribos convenientemente distribuídos. Devem-se evitar mudanças bruscas de direção, sendo preferível prolongar as barras até a zona de compressão. O raio de curvatura interno de uma barra curvada não deve ser menor que 5 vezes o diâmetro da barra.

E – EMENDAS DAS BARRAS DA ARMADURA

Condições gerais

Art. 41 – As barras sujeitas à tração sempre que possível não serão emendadas. Não póde haver mais de uma emenda numa mesma secção transversal A distância mínima permitida entre duas emendas de uma mesma barra é de 6 metros.

Tipos

Art. 42 – As emendas podem ser de três tipos:

- a) por justaposição;
- b) com luvas de roscas em sentidos contrários;
- c) com solda.

Emendas por justaposição

Art. 48 – Nas emendas por justaposição o comprimento desta será no mínimo igual a 40 vezes o diâmetro das barras que, salvo o caso do Art. 39 in fine, terão ganchos nas extremidades. Esse tipo de emenda não pode ser executado em tirantes e pendurais, nem em barras de diâmetro maior que 26 mm.

Emendas com luvas

Art. 44 – Nas emendas com luvas de roscas de sentidos contrários. o metal das luvas deve ter os mesmos característicos do das barras. Nos cálculos considerada a secção útil do aço, descontada a altura dos filetes.

Emendas com solda

Art. 45 – Só é permitido o uso da solda quando feita por processos que já tenham sido provados. Tratando-se de armadura de tração, deve ser colocada uma barra adicional, com ganchos e com comprimento de 40 diâmetros. disposta simetricamente em relação a cada emenda. Essa barra adicional pode ser suprimida desde que se utilize no máximo a resistência da metade da secção soldada ou que se adote solda elétrica.

Para o ensaio da solda a barra deve ser dobrada, no local da emenda, até um ângulo de 60°, sobre um cilindro de diâmetro igual a duas vezes o diâmetro da barra, não devendo aparecer fissura alguma.

F – CANALIZAÇÕES

Condições gerais

Art. 46 – A colocação de canalização, no interior das peças da estrutura de concreto armado, deve ser feita de modo a não haver diminuição da resistência da estrutura.

Nas diversas partes da estrutura, o diâmetro externo das canalizações, salvo o caso em que estas apenas as atravessem de fora a fora no sentido da espessura, não deve ser maior que 1/3 da espessura do concreto e o seu espaçamento. de centro a

o, não deve ser menor que 8 diâmetros. Nas peças comprimidas não é permitida a colocação de canalizações, não previstas no cálculo, que ocupem mais de 4 % da secção transversal.

Não se permite a colocação de canalizações destinadas á passagem de fluídos com temperatura que se afaste de mais de 15°C da temperatura ambiente O emprego de canalizações destinadas a suportar pressões internas que ultrapassem de 10 % a pressão atmosférica só é permitido. dentro de peças com função estrutural, quando estas são apenas atravessadas por aquelas de fora a fora no sentido da espessura.

G – DIMENSÕES EXTERNAS DAS PEÇAS

Espessura das lages

Art. 47 – A espessura das lages não deve ser menor que:

- a) 5 cm, em lages de cobertura;
- b) 7 cm, em lages que não se destinem à passagem de veículos;
- c) 12 cm, em lages destinadas á passagem de veículos.

Em lages cogumelos, esses limites devem ser elevados, respectivamente, para 12 cm, 15 cm e 15 cm.

Altura util das lages

Art. 48 – A altura util das lages não deve ser menor que:

- a) 2,5 % do vão teórico, em lages não contínuas, si não forem engastadas em ambas as extremidades, e nos vãos extremos das lages contínuas não engastadas na extremidade;
- b) 3% do vão teórico, em lages engastadas nas duas extremidades e nos vãos das lages contínuas não incluídos no item anterior.

No caso de lages nervuradas, as porcentagens acima, referindo-se á altura util das nervuras, aplicam-se a um vão fictício igual a 1,5 vez o vão real.

No caso de lages armadas em cruz e apoiadas nos quatro lados, si a relação do maior para o menor vão não for superior a 1,5 as porcentagens acima aplicam-se a um vão fictício igual a 2/3 do vão menor.

Extensão dos apoios das lages

Art. 49 – A extensão dos apoios extremos de uma lage não deve ser menor que a espessura desta.

Largura das vigas

Art. 50 – As vigas retangulares e as nervuras das vigas T não devem ter largura menor que 8 cm.

Dimensões dos pilares

Art. 51 – A menor dimensão dos pilares não cintados e o diâmetro do núcleo dos pilares cintados não devem ser inferiores a 20 cm, nem a 1/25 de sua altura.

Se os pilares suportarem lages cogumelos, esses limites devem ser elevados respectivamente para 30 cm e 1/15, devendo-se ter, ainda, $a_o \leq l_o/20$.

Dimensões dos capitéis

Art. 52 – As dimensões dos capitéis dos pilares que suportam lages cogumelos devem obedecer às seguintes prescrições:

- a) $l_o \geq 2/9 l_o$, si não houver mísula nem reforço da lage.
- b) $a_o \geq 1/5 l_o$ si houver mísula. Esta deve estar de acordo com o disposto no art. 9 e ter uma altura, acima do capitel, maior que $l_o / 30$.
- c) $a_o \geq 1/5 l_o$, si houver reforço da lage. Este deve constituir numa placa de espessura não menor que $d/2$ e de comprimento não menor que $2/5 l_o$.
- d) A inclinação util dos capitéis, sobre a horizontal, não pode ser menor que 45°.

CAPÍTULO V

EXECUÇÃO DAS OBRAS

A – FORMAS E ESCORAMENTOS

Forma

Art. 53 – As formas devem-se adaptar exatamente às fôrmas e dimensões das peças da estrutura projetada e devem ser construídas de modo a não se poderem deformar sensivelmente, quer sob a ação de fatores ambientes, quer sob a da carga,

especialmente a do concreto fresco nas colunas e paredes. Nas peças de grande vão deve-se dar às formas a sobre elevação necessária para compensar a deformação inevitável provocada pelo peso do material nelas introduzido.

Resistência

Art. 54 – As formas e os escoramentos devem ser construídos de modo tal que as tensões neles provocadas, quer pelo seu peso e pelo da estrutura, quer pelas cargas acidentais que possam atuar durante a execução da obra, não ultrapassem os limites de segurança consagrados pela prática, para os materiais de que são feitos.

Igual precaução deve ser tomada quanto às tensões provocadas, no solo ou no piso inferior dos prédios de vários pavimentos, pelas cargas transmitidas pelo escoramento.

Quanto aos escoramentos de mais de 5 metros de altura, pode a Fiscalização exigir demonstração de sua estabilidade. Em qualquer caso não se admitem pontaletes de madeira de secção menor que 5 cm x 7 cm.

Os pontaletes de mais de 5 metros de comprimento devem ser contraventados, salvo se for demonstrada a desnecessidade dessa medida para prevenir a flambagem.

CLBR Vol. 07 Ano 1940 Pág. 136 Gravuras.

Emendas nos pontaletes

Art. 55 – Cada pontalete só pode ter uma emenda, a qual não deve ser feita no terço médio de seu comprimento. Nas emendas dos pontaletes de madeira, os topos das duas peças a emendar devem ser planos e normais ao eixo comum; em todas as faces laterais dum pontalete emendado devem ser pregadas cobre-juntas de madeira.

Dispositivos para a retirada das formas e escoramento

Art. 56 – A construção das formas e dos escoramentos deve ser feita de modo a haver facilidade na retirada dos seus diversos elementos. Para que se possa fazer esta retirada sem choques, o escoramento deve apoiar-se sobre cunhas, caixas de

areia ou outros dispositivos apropriados a esse fim. Quando as formas tiverem ligações metálicas internas, estas devem ser construídas de modo que se possa posteriormente dar-lhes um cobrimento de acordo com o disposto no art. 37.

Precauções anteriores ao lançamento do concreto

Art. 57 – Antes do lançamento do concreto devem ser vedadas as juntas e feita a limpeza do interior das formas. Nas formas de vigas estreitas e profundas, de paredes e de colunas, devem-se deixar, **até o lançamento do concreto, aberturas, próximas ao fundo, para que se possa fazer a limpeza deste.**

As formas devem ser molhadas até a saturação; para o escoamento da água em excesso haverá furos nas formas de vigas, paredes e colunas.

B – ARMADURA

Limpeza

Art. 58 – Antes de serem introduzidas nas formas, as barras de aço deverão ser cuidadosamente limpas.

Dobramento

Art. 59 – Os ferros devem ser dobrados de acordo com o projeto. O dobramento deve ser feito, sempre que possível, a frio; havendo necessidade de ser feito a quente, não deve o aquecimento ser excessivo afim de que não fiquem prejudicadas as qualidades do metal.

Emendas

Art. 60 – Emendas de barras da armadura, não previstas no projeto, só podem ser feitas com prévia autorização da Fiscalização.

Montagem

Art. 61 – A armadura deve ser montada no interior das formas na posição indicada no projeto e de modo que se mantenha firme durante o lançamento do concreto conservando-se inalteradas as distâncias das barras entre si e as faces internas das formas. Permite-se, para isso, o uso de arame e tarugos de aço ou de tacos de concreto; nunca, porém, é admitido o emprego de aço cujo cobrimento depois de lançado o concreto, tenha uma espessura menor que a prescrita no art. 37 *Nas lages deve ser feita amarração dos ferros em todos os cruzamentos. A montagem da armadura deve estar terminada antes do início da concretagem.*

Proteção

Art. 62 – Antes e durante o lançamento do concreto, as plataformas de serviço devem estar dispostas de modo a não acarretarem deformações às armaduras.

C – AMASSAMENTO DO CONCRETO

Amassamento manual

Art. 63 – O amassamento manual do concreto, a empregar-se somente em obras de pequena importância e quando permitido pela Fiscalização, deve ser realizado sobre um estrado ou superfície plana impermeável e resistente. Misturam-se

primeiramente a seco os agregados e o cimento da maneira a obter-se uma cor uniforme. Em seguida, adiciona-se aos poucos a água necessária prosseguindo-se a mistura até conseguir-se uma massa de aspeto uniforme. Não é permitido amassar-se. de cada vez, um volume de concreto superior a 350 litros.

Amassamento mecânico

Art. 64 – O amassamento mecânico deve ser contínuo e durar pelo menos um minuto a contar do momento em que todos os componentes do concreto tiverem sido lançados na betoneira.

D – CONCRETAGEM

Transporte

Art. 65 – O concreto deve ser transportado do local de amassamento para o de lançamento tão rapidamente quanto possível e o meio de transporte deve ser tal que não acarrete separação de seus elementos ou perda de qualquer deles.

Lançamento

Art. 66 – O concreto deve ser lançado logo após a sua confecção, não sendo permitido, entre o amassamento e o lançamento, intervalo superior a trinta minutos. Não se admite o uso de concreto remisturado.

Para os lançamentos que tenham de ser feitos em recintos sujeitos à penetração de águas, devem-se tomar as precauções necessárias para que não haja água no local em que se lança o concreto nem possa o concreto fresco ser por ela lavado.

Juntas de concretagem

Art. 67 – Quando o lançamento do concreto for interrompido e, assim, formar-se uma junta de concretagem devem ser tomadas as precauções necessárias para garantir, ao reiniciar-se o lançamento, a suficiente ligação do concreto já endurecido com o do novo trecho. A Fiscalização pode exigir que essas precauções consistam em se deixarem barras cravadas ou redentes no concreto mais velho. Antes de reiniciar-se o lançamento, deve ser removida a nata e feita a limpeza da superfície da junta.

Plano de lançamento

Art. 68 – Nas grandes estruturas, far-se-á o lançamento do concreto de acordo com um plano, que será organizado tendo em vista o projeto do escoramento e as deformações que serão nele provocadas pelo peso próprio do concreto fresco e pelas cargas eventuais de serviço.

Adensamento

Art. 69 – Durante e imediatamente após o lançamento, o concreto deve ser ou vibrado ou socado continua e energeticamente por meio de hastes de socamento apropriadas. O adensamento deve ser cuidadoso para que o concreto envolva completamente a armadura e atinja todos os recantos da forma

Durante o adensamento devem ser tomadas as precauções necessárias para que não se altere a posição da armadura nem se formem ninhos no agregado.

E – CURA, RETIRADA DAS FORMAS E PROVAS DE CARGA

Cura

Art. 70 – As superfícies do concreto expostas a condições que acarretem secamento prematuro, devem ser protegidas por meios adequados de modo a se conservarem úmidas durante, pelo menos, **7 dias contados do dia do lançamento.**

Prazos para a retirada das formas

Art. 71 – A retirada das formas só pode ser feita quando, a critério da Fiscalização, já se achar o concreto suficientemente endurecido para resistir às cargas que sobre ele atuam.

Todavia não deve ter lugar salvo no caso do art. 85 in fine, antes dos seguintes prazos (a 1ª coluna refere-se ao cimento Portland comum e a 2ª ao cimento Portland de alta resistência inicial):

Paredes, pilares e faces laterais de vigas.....	3	2	dias
Lages até 10 cms de espessura.....	7	3	dias
Lages de mais de 10 cms de espessura e faces inferiores de vigas			
de até 10 ms de vão.....	21	7	dias
Arcos e faces inferiores de vigas de mais de 10 ms de vão.....	28	10	dias

Precauções na retirada das formas

Art. 72 – A retirada das formas deve ser efetuada sem choques. Quando as formas tiverem ligações metálicas internas, devem-se delas cortar e remover as partes que se acharem a uma distância das faces inferior aos limites prescritos no art. 37 e encher com argamassa os orifícios resultantes.

Provas de carga

Art. 73 – Quando a fiscalização tiver dúvida sobre a resistência de uma ou mais partes da estrutura, poderá exigir a realização de provas de carga. O programa para as mesmas será traçado pela Fiscalização, em cada caso particular, tendo em vista as dúvidas que se queiram dirimir.

CAPÍTULO VI

MATERIAIS

A – CIMENTO

Tipos

Art. 74 – Somente o cimento Portland comum e o cimento Portland de alta resistência inicial são considerados na presente Norma. Outros tipos de cimento, em casos especiais, poderão ser admitidos, desde que suas propriedades características sejam suficientemente estudadas por laboratório nacional idôneo.

Especificações

Art. 75 – No recebimento do cimento Portland comum e do cimento Portland de alta resistência inicial devem ser observadas respectivamente as Especificações EB1 e EB2. Para o recebimento de outros tipos de cimento devem ser elaboradas especificações, tendo como base os resultados obtidos para os mesmos por laboratório nacional idôneo.

Armazenamento

Art. 76 – O cimento deve ser armazenado em local suficientemente protegido da ação das intempéries, da umidade do solo e de outros agentes nocivos às suas qualidades. A embalagem original deve ser conservada até o momento da utilização do cimento.

Lotes recebidos em épocas diversas não devem ser misturados, mas colocados em pilhas separadas de maneira a se facilitar sua inspeção e o seu emprego na ordem cronológica de recebimento.

B – AGREGADO

Especificações

Art. 77 – Os agregados miúdo e graúdo devem satisfazer à Especificação EB4.

Deposito

Art. 78 – Agregados diferentes miúdos e graúdos, devem ser depositados em plataformas separadas, onde não haja possibilidade de se misturarem com outros agregados ou com materiais estranhos que venham prejudicar a sua qualidade; também no seu manuseio devem-se tomar precauções para evitar essa mistura.

Da mesma forma, no caso de agregados compostos, os diversos tipos de pedra destinados à sua composição devem ser conservados em compartimentos isolados, de maneira a não permitir a intromissão de elementos estranhos ou de tipos diferentes de pedra.

C – ÁGUA

Especificações

Art. 79 – A água destinada ao amassamento do concreto deve ser límpida e isenta de teores prejudiciais de sais, óleos, ácidos, álcalis e substâncias orgânicas. Presumem-se satisfatórias as águas potáveis.

Ensaio nos casos duvidosos

Art. 80 – Nos casos duvidosos, para verificar se a água em apreço, é prejudicial, far-se-ão ensaios comparativos de pega e resistência à compressão da pasta. Esses ensaios serão feitos em igualdade de condições com água reconhecidamente satisfatória e com a água suspeita e servirão de base à Fiscalização para aceitá-la ou recusá-la.

D – AÇO PARA AS ARMADURAS

Tipos

Art. 81 – Na presente Norma somente se consideram as barras laminadas de aço comum, para concreto armado. A Fiscalização poderá permitir o emprego de aços especiais, desde que suas propriedades características sejam suficientemente estudadas por laboratório nacional idôneo.

Especificações

Art. 82 – No recebimento das barras laminadas de aço comum, para concreto armado, devem ser observadas as exigências da Especificação EB3. Para o recebimento de aços especiais devem ser elaboradas especificações, tendo como base os resultados obtidos para os mesmos por laboratório nacional idôneo.

E – CARACTERÍSTICOS DO CONCRETO

Diâmetro máximo

Art. 83 – O diâmetro do agregado graúdo deve ser menor que 1/4 da menor dimensão da peça.

Consistência

Art. 84 – A consistência do concreto deve estar de acordo, a critério da Fiscalização, com as dimensões da peça a concretar, com a distribuição das armaduras no seu interior e com os processos de lançamento e de adensamento a serem usados.

Resistência

Art. 85 – A resistência à compressão do concreto, na qual se baseia a fixação do valor das tensões admissíveis nos concretos dosados racionalmente, deve ser verificada em corpos de prova cilíndricos, com a idade de 28 dias, preparados e rompidos de acordo com os Métodos MB2 e MB8. Essa resistência não deve ser inferior a 125 kg/cm². No caso de se prever um carregamento da estrutura com uma idade inferior a 28 dias, a fixação do valor das tensões admissíveis correspondentes às cargas que então se aplicarem, basear-se-á na resistência a compressão do concreto medida em corpos de prova com aquela mesma idade.

F – DOSAGEM

Dosagem empírica

Art. 86 – A dosagem empírica será permitida somente para obras de pequeno vulto, com prévio consentimento da Fiscalização e sob as seguintes condições:

a) **o consumo mínimo de cimento será, de 300 kg por metro cúbico;**

b) a porcentagem de agregado miúdo no volume total de agregado será dada de maneira a obter-se um concreto com consistência adequada ao seu emprego; tal porcentagem deverá estar entre 30 % e 50 %;

c) a quantidade d'água será a mínima compatível com a consistência desejada.

Dosagem racional

Art. 87 – A dosagem racional pode ser feita por qualquer **método baseado na relação entre a quantidade de água e o peso de cimento (fator A/C)**, desde que seja devidamente justificado e submetido à aprovação da Fiscalização, e desde que satisfaça às condições seguintes:

a) a fixação do fator A/C decorrerá da resistência desejada e das condições peculiares de cada obra, tais como a necessidade de impermeabilização, a resistência ao desgaste, à ação de águas agressivas ou a variações bruscas de temperatura e umidade e a prevenção contra uma retração exagerada;

b) a relação entre as quantidades de agregados miúdo e graúdo, dependente da natureza dos materiais e da consistência desejada, será obtida por meio de tentativas, entre diversas misturas com consistência satisfatória.

Medida dos materiais

Art. 88 – Sempre que se fizer dosagem racional, devem ser obedecidas as seguintes condições:

a) o cimento deve ser medido em peso, o que pode ser feito pela contagem de sacos, tomadas as devidas precauções para garantir a exatidão do peso declarado de cada saco;

b) os agregados miúdo e graúdo devem ser medidos separadamente, em peso ou volume, devendo-se sempre levar em conta a influência da unidade, que será, medida no canteiro;

c) especial cuidado deve ser tomado na medida da água, que deve ser feita com erro não superior a 3 %, após se haver descontado a umidade dos agregados.

Controle de resistência

Art. 89 – O controle da resistência do concreto à compressão, obrigatório para os concretos dosados racionalmente, deve ser feito de acordo com os Métodos MB2 e MB3. A idade normal para a ruptura é a de 28 dias (salvo o caso do art. 85, in fine); permite-se, todavia, a ruptura aos 7 dias, desde que se conheça a relação das resistências do concreto em estudo para as duas idades.

Deve-se fazer **um ensaio para cada 50 m³ de concreto lançado** ou sempre que houver modificação nos materiais ou no traço; a Fiscalização, contudo, poderá exigir maior número de ensaios ou permitir sua redução. Cada ensaio deve constar da ruptura de, pelo menos, dois corpos de prova.

CAPÍTULO VII

TENSÕES ADMISSÍVEIS

A – CONCRETO

Compressão em concretos dosados empiricamente

Art. 90 – As tensões de compressão, nos concretos dosados empiricamente, não devem ultrapassar os seguintes valores:

a) para compressão axial ou flexão composta (tensão no centro de gravidade da secção transversal)..... 40 kg/cm²

b) para flexão simples ou composta (tensão nas bordas da secção transversal) 45 kg/cm².

Compressão em concretos dosados racionalmente

Art. 91 – As tensões admissíveis de compressão, nos concretos dosados racionalmente, são:

a) para compressão axial ou flexão composta (tensão σ_c no centro de gravidade da secção transversal) $\sigma_c \leq 60 \text{ kg/cm}^2$

b) para flexão simples ou flexão composta (tensão σ_c nas bordas da secção transversal)
..... $\sigma_c \leq 75 \text{ kg/cm}^2$

Esses limites podem ser ultrapassados nos seguintes casos:

1) de 10 kg/cm^2 . na região dos momentos negativos das vigas T e das lajes nervuradas;

2) de 10 kg/cm^2 nos pilares de edifícios submetidos à compressão axial, que suportem quatro ou mais andares desde que não haja dispositivo legal que permita fazer desconto de cargas acidentais;

3) o limite de 75 kg/cm^2 estabelecido na alínea b) **pode ser elevado até 110 kg/cm^2** , cabendo então à Fiscalização verificar minuciosamente o exato cumprimento de todas as prescrições desta Norma e especialmente averiguar se, no cálculo, foram considerados todos os esforços que possam atuar sobre a estrutura;

4) no blocos de apôio, convenientemente armados, com forma de prisma retangular de altura não menor que a largura, as tensões admissíveis podem ser multiplicadas por

$\sqrt{\frac{S_c}{S_a}}$ não se devendo, porém, adotar valores superiores a 130 kg/cm^2 .

Cisalhamento

Art. 92 – A tensão admissível de cisalhamento no concreto é de 14 kg/cm^2 . Para valores acima de 6 kg/cm^2 deve-se usar armadura para resistir a todos os esforços de tração oriundos do cisalhamento.

Para concretos dosados racionalmente, com $\sigma_c \geq 150 \text{ kg/cm}^2$, esses limites podem ser elevados, respectivamente, para 16 kg/cm^2 e 8 kg/cm^2 .

B – AÇO

Compressão e tração

Art. 93 – As tensões admissíveis de compressão e tração no aço são:

a) para compressão axial ou flexão composta (média das tensões em toda a armadura longitudinal)

aço 37 CA....(σ escoamento 2400 kg/cm^2 , σ ruptura= 3700 kg/cm^2 .) ... 1200 kg/cm^2

aço 50 CA....(σ escoamento 3000 kg/cm^2 , σ ruptura= 5000 kg/cm^2 .) ... 1500 kg/cm^2

b) para flexão simples ou flexão composta (tensão máxima)

aço 37 CA.. (σ escoamento 2400 kg/cm^2 , σ ruptura= 3700 kg/cm^2 .) **1500 kg/cm^2**

aço 50 CA..(σ escoamento 3000 kg/cm^2 , σ ruptura= 5000 kg/cm^2 .) **1800 kg/cm^2**

Aderência

Art. 94 – A tensão admissível de aderência da armadura ao concreto é de 6 kg/cm^2 .

WALDEMAR FALCÃO.

Ministro de Estado dos Negócios do Trabalho, Indústria e Comércio.

Rio de Janeiro, 11 de novembro de 1940.

ABNT / 1940 e NB1 /1940



28 de setembro de 1940

**ABNT = Reunião de fundação, no Instituto Nacional de
Tecnologia**



5 de Outubro de 1940

**NB1 = 3ª Reunião dos Laboratórios Nacionais de Ensaio de
Materiais**

NOTÍCIA

DIARIO CARIOCA . Quarta-feira, 25 de Setembro de 1940

A Padronização Industrial e a Reunião dos Laboratórios de Ensaio

A padronização industrial, iniciada com a introdução de métodos técnicos e científicos na indústria, foi impulsionada pela pressão econômica dos países produtores e cresceu devido a serem por ella resolvidas muitas das soluções para as dificuldades em que se debatiam as indústrias.

A padronização por companhias, no que diz respeito aos productos e processos de fabricação, foi rapidamente seguida por grupos ou associações. A experiencia do passado nos mostra, porém, que para se obter um completo beneficio da padronização é preciso que ella seja feita sob uma base nacional. Compreendendo esta grande verdade, o presidente Getúlio Vargas iniciou oficialmente este movimento procurando criar uma comissão que estudasse a forma de padronizar o material de expediente empregado pelo Governo. João Carlos Vital foi o primeiro dirigente deste organismo. A providencia governamental, contudo, não abrangia senão uma porção do que produzimos ou empregamos. Tornava-se, assim, necessário dar maior amplitude a idea. E foi tal pensando que se associaram laboratorios officiaes indústrias e technicos para concretizar, sob uma forma pratica e real, o desejo manifestado pelo Governo. Realizou-se então a primeira Reunião dos Laboratórios de Ensaio, no Rio de Janeiro. Como se aconteceu, esta reunião se processou sob uma atmosfera de certo pessimismo. A perniciosa dos seus realizadores nos mostrava alguns meses mais tarde, em São Paulo, que a idéa fructificara e já na segunda reunião um numero elevado de colaboradores prestava decidido apoio á padronização. Resultaram destas duas reuniões de technicos, especificações e métodos de ensaio officiaes dos pelo Governo por intermédio do Ministerio do Trabalho, que demonstrava desta forma o interesse com que vis se desenvolver no Brasil a padronização industrial.

Estamos, contudo, no começo e muito se tem a fazer. Os principais interessados pela introdução da padronização na industria são: 1) Productor; 2) Distribuidor; 3) Consumidor. Sendo, geralmente, o Governo de um país o maior consumidor de mercadorias e sendo elle responsável pelo desenvolvimento economico na Nação é claro que elle tenha tambem de se empenhar um papel preponderante. Apesar da íntima ligação existente para se obter a melhor resolução do problema, este facto não é reconhecido usualmente pelo consumidor que considera a padronização como um problema do produtor. Verifica-se, então, que muitos consumidores exigem material apropriado ás suas necessidades porém que differem das que são communmente encontradas no mercado. Por sua vez os produtores, considerando que conseguiram um bom mercado para as mercadorias da sua industria e que não têm interesse em modificá-las, não attendem ás ponderações do consumidor que se empenha por obter um producto que satisfaz ás suas necessidades. Esta desintelligencia, tão constantemente verificada, torna difficil o trabalho do distribuidor, quando não afecta ás propria indústrias que muitas vezes tambem se desentendem. E' assim preciso se encontrar uma formula que satisfaça a todos os interesses em jogo. A primeira solução que naturalmente occorre a quem quer resolver o problema é a criação de um organismo official, sob o controle do Governo, para a padronização industrial. O mundo technico e scientifico está se tornando tão confuso e os factores de controle nas indústrias tão diversos que se torna necessário darmos oportunidade a uma ampla discussão no que se refere á padronização industrial. Na industria, a padronização é um movimento cooperativo e uma especificação ou methodo de ensaio

so só deve ser tornado lei depois de estudo aprofundado da questão e uma manifestação livre e geral dos interessados. Proceder, em contrario, seria inutilizar de inicio a utilidade da medida. Nestas condições não julgamos o organismo official o ideal. A experiencia de outros países nos mostra que uma organização democratica, representando todos os interesses legitimos e sem outra autoridade senão o merito das suas decisões, seria o mais aconselhavel para se conseguir a cooperação geral e ganhar a confiança publica. O reconhecimento por parte do Governo das decisões tomadas por este organismo a dignidade indispensavel.

Não estamos longe de chegar a este ponto. Realiza-se, neste momento nesta capital, a Terceira Reunião dos Laboratórios de Ensaio. Não se póde desejar melhor oportunidade. Palpa nos corações patrioticos dos nossos technicos o anseio para a consolidação dos trabalhos que vêm realizando no sentido de dar ao Brasil de uma padronização industrial. Que se organize, por uma associação dentro dos moldes que acabamos de delinear. A fundação de uma sociedade nos moldes da A. S. T. M. é uma idea victoriosa pois todos reconhecem a necessidade da padronização de métodos de ensaio ou de especificações que visem dotar o Brasil do melhor producto, com o melhor rendimento e pelo menor custo.

Que não se vacile mais e que esta semana em que se realiza a Terceira Reunião dos Laboratórios de Ensaio seja lembrada no futuro como o principio de uma nova era no progresso industrial do Brasil.

... E QUE ESTA SEMANA EM QUE SE REALIZA A TERCEIRA REUNIÃO DOS LABORATÓRIOS DE ENSAIO SEJA LEMBRADA NO FUTURO COMO O PRINCÍPIO DE UMA NOVA ERA NO PROGRESSO INDUSTRIAL NO BRASIL.

ANEXO



Senado Federal

Secretaria de Informação Legislativa

Este texto não substitui o original publicado no Diário Oficial.

DECRETO-LEI N. 2.352 – DE 29 DE JUNHO DE 1940

<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/declei/1940-1949/decreto-lei-2352-29-junho-1940-412286-publicacaooriginal-1-pe.html>

Determina a especificação brasileira para barras laminadas de aço a usar no concreto armado e a especificação brasileira de agregados para concreto, bem como os respectivos métodos de ensaio.

O Presidente da República, atendendo ao que lhe expôs o ministro de Estado dos Negócios do Trabalho, Indústria e Comércio e, usando da atribuição que lhe confere o art. 180 da Constituição,

decreta:

Art. 1º As barras laminadas de aço comum, para concreto armado, adquiridas para qualquer repartição pública federal ou empregadas em obras executadas para o Governo Federal, deverão obedecer à especificação brasileira EB3.

Art. 2º Os agregados para concreto, a usar em qualquer obra que se fizer para o Governo Federal, deverão obedecer à especificação brasileira EB4.

Art. 3º Nos ensaios de materiais metálicos destinados a qualquer obra que se fizer para o Governo Federal, serão observados os métodos brasileiros de ensaio MB4 e MB5.

Art. 4º Nos ensaios de agregados destinados a qualquer obra que se fizer para o Governo Federal, serão observados os métodos brasileiros MB6, MB7, MB8, MB9 e MB10.

Art. 5º As especificações e métodos de ensaio a que se referem os artigos anteriores, são os que se acham anexos ao presente decreto-lei e vão assinados pelo ministro de Estado dos Negócios do Trabalho, Indústria e Comércio.

Art. 6º Ficam revogadas as disposições em contrário.

Rio de Janeiro, 29 de junho de 1940, 119º da Independência e 52º da República.

Getúlio Vargas.

Waldemar Falcão.

Especificação para barras laminadas de aço comum, para concreto armado (classe CA) a que se refere o art. 1º do decreto-lei n. 2.352, de 29 de junho de 1940.

OBJETIVO

1. A presente especificação fixa os característicos exigíveis para as barras de aço comum, destinadas a armar concreto, e as condições técnicas para o seu fornecimento.

Para os fins da presente especificação, aço é todo o produto siderúrgico obtido por via líquida e de teor de carbono até 1,7%.

CONDIÇÕES GERAIS

2. As barras laminadas de aço comum para concreto armado (Classe CA) devem preliminarmente satisfazer às seguintes condições gerais:

- (a) serem constituídas de aço e apresentar homogeneidade quanto às suas propriedades;
- (b) apresentar-se isentas de defeitos prejudiciais, sejam eles devidos à própria qualidade do aço, sejam devidos a outras causas (bolhas, fissuras, esfoliações, etc.), a critério do comprador.

3. De acordo com os característicos exigíveis, as barras laminadas de aço comum para concreto armado (Classe CA) são divididas nas três categorias seguintes:

00 – CA

37 – CA

50 – CA

Por ocasião da encomenda, o comprador indicará, além do peso e outras condições, a categoria e as seções nominais desejadas.

4. (a) Para o fornecimento, cada barra deve trazer numa das extremidades e de acordo com o indicado no Anexo, o distintivo da categoria a que pertence, além das outras indicações eventualmente exigidas pelo comprador.

(b) O peso real do fornecimento deve ser igual a seu peso nominal com tolerância de $\pm 6\%$.

Peso nominal é o obtido multiplicando o comprimento das barras pela área das seções nominais respectivas e pelo peso específico de $7,85 \text{ kg/dm}^2$:

INSPEÇÃO E FORMAÇÃO DA AMOSTRA

5. Cabe ao comprador, em cada fornecimento de barras da mesma seção nominal e da mesma categoria:

- (a) verificar o peso do material fornecido;
- (b) verificar se as condições dos art. 2º e 4º são preenchidas e descartar as barras que não as preencham;
- (c) repartir as barras não descartadas no menor número inteiro possível de lotes aproximadamente do mesmo peso; cada lote deve pesar de 2000 a 4000 kg. (fornecimentos de menos de 2000 kg. normalmente não são submetidos a ensaios de recepção);
- (d) separar, ao acaso, de cada lote uma barra;
- (e) providenciar para a extração, de uma das extremidades dessa barra, de um segmento com 2 metros de comprimento, o qual será considerado como amostra representativa do lote;
- (f) providenciar, logo após, a remessa dessa amostra, devidamente autenticada e com a indicação da categoria e do lote a que pertence, a um laboratório convenientemente aparelhado para a execução dos ensaios de recepção.

ENSAIOS DE RECEPÇÃO

6. Cabe ao laboratório, recebida a amostra representativa do lote e verificada a sua autenticidade:

(a) submetê-la aos ensaios de tração e de dobramento, obedecendo respectivamente aos métodos MB-4 e MB-5.

(b) enviar ao comprador o certificado dos resultados desses ensaios dentro do prazo de..... dias úteis, contados da data do recebimento da amostra.⁽¹⁾

Esta Especificação foi adotada como Nacional pela **2ª Reunião de Laboratórios Nacionais de Ensaio de Materiais (S. Paulo, abril de 1939)**. Será revista quando: for necessário, tendo em vista as observações advindas de sua aplicação a evolução da nossa indústria.

(1) Em cada caso, por entendimento direto com o Laboratório, será fixado o prazo máximo em que poderá fazer a entrega dos certificados.

7. Se julgado necessário pelo comprador ou pelo laboratório, esses ensaios poderão abranger também ensaios complementares, destinados a verificar com mais rigor o preenchimento das demais exigências da especificação, em particular para averiguar se o metal da amostra é realmente aço, em face da definição do art. 1º.

CONDIÇÕES IMPOSTAS

8. (a) No ensaio de tração, a amostra deverá apresentar o limite de escoamento, o limite de resistência e o alongamento iguais ou superiores aos mínimos fixados no Anexo para a categoria correspondente.

(b) No ensaio de dobramento, com o cutelo, pino ou calço indicado no Anexo para a categoria correspondente, a amostra deverá suportar o desdobramento de 180º sem ruptura ou fissuração.

ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO DO LOTE

9. (a) Ao comprador compete cotejar, para cada lote do fornecimento, os resultados colhidos na inspeção e nos ensaios da amostra representativa correspondente, com as exigências da presente especificação.

(b) Caso todos os resultados dos ensaios referentes à amostra sejam satisfatórios, o lote é aceito.

(c) Caso um ou mais desses resultados não preencham as referidas exigências, a barra da qual foi retirada a amostra é descartada e são retiradas, de duas outras barras do mesmo lote, novas amostras, uma de cada barra, as quais devem ser submetidas aos ensaios a que se refere o art. 6º.

(d) Caso todos os resultados dos ensaios referente às novas amostras sejam satisfatórios, o lote é aceito.

(e) Caso um qualquer desses novos resultados não preencha as referidas exigências, o lote todo é rejeitado; o fornecedor será disso notificado, bem como dos motivos determinantes da rejeição.

ANEXO: – CARACTERÍSTICAS EXIGIVEIS DAS BARRAS LAMINADAS DE AÇO COMUM PARA CONCRETO ARMADO (CLASSE CA).

Designação de categoria	Distintivo	Ensaio de tração			Ensaio de dobramento	Ângulo de dobramento
		Limite de resistência em kg/mm ² , mínimo	Limite de escoamento em kg/mm ² , mínimo	Alongamento em $11,3\sqrt{S}$, em %, mínimo	Diâmetro (D) do pino, cutelo ou calço a empregar	
00-CA	Nenhum	–	–	–	2e	180º
37-CA	Cruz cinzenta	37	24	$950\sqrt{cr}$ e	0,5e	180º
50-CA	Cor Branca	59	30	nunca menos de 18%	2e	180º

Os símbolos **S** e **e** representam, respectivamente, a área da secção dos corpos de tração e a espessura dos corpos de prova de dobramento. O traço (–) significa que nada é exigido com relação à característica em cuja coluna se encontra.

CLBR Vol. 05 Ano 1940 Pág. 407 Figura.

O alongamento mínimo exigido para cada corpo de prova é dado pela fórmula indicada, na qual **cr** é o limite de resistência apresentado por esse mesmo corpo de prova.

Distintivos das categorias: As barras das categorias 37-CA e 50-CA devem respectivamente trazer, numa de suas extremidades, sinais distintivos representados nas figuras.

CLBR Vol. 05 Ano 1940 Pág. 408 Figura.

A indicação da categoria é feita, no topo e na superfície lateral de uma extremidade de cada barra, pintando-se o distintivo correspondente, com tinta a óleo ou celulósica. A tinta utilizada deve ser de cor cinzenta para o aço 37-CA e de cor branca para o aço 50-CA.

As barras da categoria 00-CA não trazem distintivo algum.

Rio de Janeiro, 29 de junho de 1940. – Waldemar Falcão.

Especificação para agregados para concreto, a que se refere o artigo 2º do decreto-lei n. 2.352, de 29 de junho de 1940

OBJETIVO

EB-4

1. A presente especificação fixa os característicos exigíveis na recepção dos agregados, miudos e graudos, destinados à confecção de concreto em obras de importância.

NOTA: – Admite-se que, em certas obras, não seja economicamente possível a obtenção de agregados que preencham rigorosamente as exigências desta especificação. Em tais casos, o engenheiro fiscal só poderá autorizar o emprego dos materiais após estudos de laboratório que demonstrem a possibilidade de, com eles, produzir-se concreto de qualidade satisfatória.

CONDIÇÕES GERAIS

2. O agregado miudo é a areia natural quartzosa, ou a artificial resultante do britamento de rochas estaveis, de diâmetro máximo superior a 4,8 mm.

3. O agregado graudo e o pedregulho natural, ou a pedra britada proveniente do britamento de rochas estaveis, de diâmetro máximo superior a 4,8 mm.

4. Na designação do tamanho de um agregado, diâmetro máximo é a abertura de malha, em mm. da peneira da série normal, à qual corresponda uma porcentagem acumulada igual ou imediatamente inferior a 5%.

5. (a) A granulometria dos agregados miudo e graudo destinados a uma dada obra deverá ser razoavelmente uniforme; a tolerância admitida será fixada pelo engenheiro fiscal.

(b) Agregados miudos e graudos e agregados de procedência diferente, não serão misturados ou postos no mesmo monte, nem usados indistintamente numa mesma parte da construção ou numa mesma betonada, sem permissão do engenheiro fiscal.

INSPEÇÃO E FORMAÇÃO DA AMOSTRA

6. Efetuado cada fornecimento, ou no decorrer deste, o engenheiro fiscal da obra:

a) verificará se a natureza do agregado fornecido corresponde ao estipulado;

(b) de cada lote de 50 m³ ou fração, formará uma amostra representativa, de acordo com o método MB-6;

(c) remeterá logo após essa amostra a um Laboratório devidamente aparelhado, para a execução dos ensaios de recepção.

ENSAIOS DE RECEPÇÃO

7. Cabe ao Laboratório, recebida a amostra representativa do lote de agregado e verificada a sua autenticidade, com ela executar os ensaios de recepção constantes desta especificação, de acordo com os métodos MB-6, MB-7, MB-8, MB-9 e MB-10.(1).

CONDIÇÕES IMPOSTAS

A – PARA AGREGADOS MIÚDOS

8. A amostra representativa de um agregado miúdo, submetida aos ensaios de recepção, deverá apresentar-se de acordo com as condições seguintes:

- (a) Composição granulométrica: – A composição granulométrica deverá estar dentro dos seguintes limites:

Peneiras, aberturas nominais em mm	Porcentagens acumuladas em peso
9,5	0
4 8	0-5
1.2	20-55
0,3	70-95
0,15	92-100

NOTA: – Dentro dos limites indicados acima, poderá o engenheiro fiscal restringir as oscilações de composição, fixando-lhes limites mais apertados, para atender a circunstâncias especiais de tempo ou de lugar.

(b) Substâncias nocivas: A quantidade de substâncias nocivas não deve exceder os seguintes limites, em % do peso do material:

Torrões de argila.....1,5
 Matérias carbonosas.....1,0

Esta Especificação foi adotada como Nacional pela 2ª Reunião de Laboratórios Nacionais de Ensaio de Materiais (S. Paulo, abril de 1939): será revista quando necessário, à vista das observações advindas de sua aplicação.

(1) A formação de amostras e a execução dos ensaios de agregados devem obedecer aos seguintes Métodos Brasileiros, adotados pela 2ª Reunião dos Laboratórios Nacionais de Ensaio de Materiais:

MB-6: "Formação de Amostras de Agregados".

MB-7: "Determinação da composição granulométrica dos agregados".

MB-8: "Avaliação do teor de argila em torrões nos agregados".

MB-9: "Teor de materiais pulverulentos nos agregados".

MB-10: "Impurezas orgânicas das areias".

Material pulverulento passando na peneira n. 200 (0,075 mm. de abertura de malha):

1) em concreto submetido a desgaste superficial, no máximo..... 3,0.

2) para outros concretos, no máximo..... 5,0.

NOTA: – Outras substâncias nocivas (tais como: gravetos, mica, grânulos tenros, friáveis, ou envolvidos em películas, etc.), terão seus limites de tolerância fixados pelo engenheiro fiscal de acordo com a natureza da obra e condições de tempo ou lugar.

(c) Impurezas orgânicas: Os agregados miudos não devem conter quantidades nocivas de impurezas orgânicas. Quando o Laboratório achar conveniente, serão esses agregados submetidos ao ensaio colorimétrico, de acordo com o Método MB-10. Se, nesse ensaio, o agregado miúdo fornecer uma solução mais escura do que a solução padrão, será ele considerado suspeito e submetido ao Ensaio de Qualidade.

(d) Ensaio de Qualidade: Quando o agregado miúdo em virtude de impurezas orgânicas for considerado suspeito do ponto de vista de resistência ou de durabilidade, será, êle submetido a ensaio comparativo de resistência realizado com o método estabelecido pelo laboratório, ou a outro ensaio que o laboratório julgar conveniente e que, a juízo do engenheiro fiscal, demonstre ser o agregado satisfatório.

NOTA: – No caso de ser o agregado suspeito submetido a ensaio comparativo de resistência, devem os corpos de prova apresentar uma resistência média no mínimo igual a n % da resistência obtida com corpos de prova feitos com areia normal. O número n ficará a critério do engenheiro fiscal, que o fixará de acordo com a natureza da obra, e as condições de tempo e de lugar.

B – PARA AGREGADOS GRAÚDOS

9. A amostra representativa de um agregado graúdo, quando submetida aos ensaios de recepção, deverá apresentar-se de acordo com as condições seguintes:

(a) Composição granulométrica: – A composição granulométrica deverá estar dentro dos seguintes limites:

CLBR Vol. 05 Ano 1940 Pág. 411 Tabela.

NOTA: – Dentro dos limites indicados acima, poderá o engenheiro fiscal restringir as oscilações de composição, fixando-lhes limites mais apertados, para atender a circunstâncias especiais de tempo ou de lugar.

(b) Substâncias nocivas: A quantidade de substâncias nocivas não deve exceder os seguintes limites, em % do peso do material:

Torrões de argila..... 0,25

Material pulverulento passando na peneira n. 200 (0,075 mm de abertura de malha)... 1,0

(c) Resistência e durabilidade dos grânulos: O agregado graúdo deve ser constituído de grânulos resistentes e estáveis. Desde que sobre isso haja dúvidas (ou sobre a nocividade de certas substâncias estranhas), o agregado graúdo suspeito será enviado a um Laboratório, o qual procederá aos estudos julgados necessários.

Se os resultados forem satisfatórios, a critério do engenheiro fiscal, o agregado poderá ser empregado.

ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO DO LOTE

10. (a) Ao engenheiro fiscal compete cotejar, para cada lote do fornecimento, os resultados colhidos na inspeção e nos ensaios de recepção com as exigências da presente especificação.

(b) Caso todos esses resultados preencham essas exigências, o lote será aceito.

(c) Caso um ou mais desses resultados não preencham as referidas exigências, o lote será rejeitado e o fornecedor notificado da rejeição, bem como de seus motivos determinantes.

Rio de Janeiro, 29 de junho de 1940. Waldemar Falcão.

Método para ensaio de tração de materiais metálicos a que se refere o art. 3º do Decreto-lei n. 2.352, de 29 de junho de 1940

MB-4

OBJETIVO

1. O ensaio de tração consiste em submeter uma peça do material a ensaiar a deformações crescentes, tendentes a alongá-la, até se produzir a sua ruptura.

2. O presente método é aplicável aos ensaios de tração realizados à temperatura ambiente, em todos os casos em que as especificações para materiais metálicos o exigiam.

Este Método foi adotado pela 2ª Reunião dos Laboratórios Nacionais de Ensaio de Materiais (São Paulo, abril 1939) para uso obrigatório na aplicação da Especificação EB-3, para "Barras Laminadas de aço comum para concreto armado"; o seu uso foi também recomendado, pela mesma Reunião, para o ensaio dos demais materiais metálicos.

TERMINOLOGIA

3. Corpo de prova (c. p.) – Peça do material a ensaiar, com forma e dimensões apropriadas para ser submetida a ensaio.

No corpo de prova de tração distinguem-se as cabeças, extremidades pelas quais é fixado na garras da máquina e a parte útil, compreendida entre as cabeças.

4. Escoamento – Certos aços apresentam, quando ensaiados a tração, o seguinte fenômeno; após um período inicial, – em que, regulados os comandos da máquina, as cargas crescem com velocidade praticamente constante, – num dado momento, bem antes da ruptura, a velocidade de carga diminui rapidamente, chegando as cargas a estacionar, ou mesmo a retroceder ou oscilar em torno de um valor médio, enquanto a parte útil do c. p. sofre alongamentos visíveis à vista desarmada. É o chamado período de escoamento.

Findo este período, as cargas recomeçam a crescer, com velocidade bem menor que no período inicial, a menos que haja nova regulação dos comandos.

5. Limite de escoamento (e) – É o menor valor da carga observado durante o período de escoamento, dividido pela área inicial da secção útil do c. p.

6. Limite de resistência (r) – É o maior valor da carga observado durante o ensaio, até a ruptura do c. p., valor esse dividido pela área inicial da secção útil do c. p.

7. Alongamento (λ) = O alongamento após ruptura, em %, é definido pela expressão:
 $= 100 \frac{L - L_0}{L_0}$, na qual:

L_0

L_0 é a distância inicial entre duas referências marcadas previamente sobre a parte útil do c. p. (ver art. 11); L é a distância entre essas mesmas referências após a ruptura do c.p. e uma vez reajustadas, da melhor maneira possível, as duas partes do c. p. rompido.

8. Secção estrita – O c. p. sofre durante o ensaio uma redução de secção, variável ao longo de seu comprimento. A secção que sofre maior redução, vizinha ou coincidente com a de ruptura, é denominada secção estrita.

9. Estrição (φ) – A estrição, em %, é definida pela expressão:

$\varphi = 100 \frac{S - S'}{S}$, na qual:

S

S é a área inicial da secção útil do c. p. ;

S' é a área da secção estrita.

CORPOS DE PROVA

10. Os c.p. devem ter secção circular ou retangular; neste último caso, a relação entre o maior e o menor lado da secção deve ser inferior ou igual a 4.

11. Os c.p. admitidos são de dois tipos:

(a) longo destinado á medida dos alongamentos numa distância L_0 igual a $11,3 \sqrt{S}$ (no caso de c.p. de secção circular de diâmetro D , L_0 torna-se igual a $10 D$);

b) curto destinado à medida dos alongamentos numa distância L_0 igual a $5,65 \sqrt{S}$ (no caso de c. p. de secção circular de diâmetro D , L_0 torna-se igual a $5 D$).

c) Cabe à especificação de recepção do material a ensaiar indicar em cada caso a distância L_0 em que deve ser medido o alongamento e , portanto, qual o tipo de c.p. a utilizar no ensaio de tração.

12. O comprimento da parte útil do c. p. deve ser pelo menos igual a:

1,2 L_0 para o c. p. longo e

1,4 L_0 para o c. p. curto.

13. Sobre a parte útil do c p. executam-se, por processo que evite a localização da ruptura nas mesmas, duas referências extremas (constituídas cada qual por um risco leve ou um ponto), limitando na superfície do c. p. e paralelamente ao seu eixo, uma distância tão próxima quanto possível de L_0 (ver artigo 11). Executam-se ainda duas referências auxiliares assinalando o terço médio dessa distância.

14. É permitido executar outras referências auxiliares, dividindo a distância L_0 num número de partes iguais nunca inferior a 10; essas referências destinam-se à medida do alongamento pelo método 2 (,ver art. 23).

15. Sempre que possível, cada c. p. será constituído de um segmento da peça ou barra a ensaiar, abrangendo toda a sua secção; neste caso, o comprimento das cabeças deve ser suficiente para permitir uma boa fixação nas garras da máquina.

16. No caso de corpos de prova torneados, aplainados ou frezados, O aconselhável que as dimensões de sua secção útil sejam a: maiores compatíveis com a máquina de ensaio disponível; as cabeças devem ter forma e dimensões adequadas ao tipo de garras de que a máquina é provida; a sua concordância com a parte útil deve não apresentar entalhes agudos; o acabamento mecânico deve ser feito com todo o cuidado, de modo a evitar encruamento e entalhes transversais; concluído o acabamento, a superfície deve apresentar-se perfeitamente lisa e de preferência polida; executam-se então as referências para medida do alongamento.

17. Os corpos de prova devem não sofrer tratamento térmico ou mecânico algum antes de serem ensaiados.

MÁQUINAS DE ENSAIO

18. Os ensaios de tração devem ser executados em máquina apropriada, de qualquer tipo, contanto que preencham as seguintes condições:

- a) ter dispositivos que assegurem a aplicação axial dos esforços ao c. p.:
- b) permitir a aplicação dos esforços progressivamente e sem golpes;
- c) ter dispositivos de regulação e comando tais que permitam observar as condições relativas a velocidade do ensaio, constantes do art. 21;
- d) ser munida de dispositivo que permita a medida dos esforços correspondentes ao limite de escoamento (caso ocorra este fenômeno) e ao limite de resistência, com aproximação de $\pm 1\%$, seja por leitura direta, seja com auxílio de uma tabela de correções.

MEDIDAS PRELIMINARES

19. Antes de colocar o c. p. na máquina, é necessário determinar com aproximação de $\pm 0,2\%$ a distância entre as referências extremas e, com aproximação de $\pm 0,5\%$, a área média da secção útil.

20. Para c. p. abrangendo toda a secção da barra a ensaiar, a determinação da área média da secção útil deve ser feita, de preferência, a partir do peso e do comprimento do c. p. e do peso específico do metal de que é constituído.

VELOCIDADE DO ENSAIO

21. O ensaio deve ser executado observando-se as seguintes condições de velocidade:

- a) no período inicial, ajustar o mais rapidamente possível os órgãos de comando de modo a obter uma velocidade de carga de $1 \text{ kg/mm}^2/\text{seg.}$, aproximadamente;
- b) não intervir nos comandos até terminar o escoamento ou, caso esse fenômeno não se produza, até ser atingida uma deformação de $0,2\%$ na parte útil do c.p.;
- c) logo após o escoamento (ou de ultrapassada a deformação de $0,2\%$, quando não haja escoamento) e para acelerar o ensaio, é permitido intervir nos comandos da máquina de modo a estabelecer o mais rapidamente possível uma velocidade de alongamento, na parte útil do c. p., igual, no máximo, a $0,3\%$ por segundo; nas máquinas em que não seja possível medir a velocidade de alongamento, será estabelecida, nesse mesmo período e nas mesmas condições, uma velocidade de carga de $20 \text{ kg/cm}^2/\text{seg.}$, no máximo.
- d) após a operação a que se refere o item c, não mais intervir nos comandos, até se produzir a ruptura.

MEDIDA DO ALONGAMENTO

22. Método 1 – Depois de rompido o c.p, reajustam-se da melhor forma possível a suas duas metades, mede-se a nova distância entre as referências extremas e calcula-se o alongamento pela fórmula indicada no art. 7º.

Se a ruptura se produzir fora do terço médio do intervalo entre as referências extremas e se todos os resultados foram satisfatórios, exceto o alongamento, este deve ser determinar novamente.

Quando o c.p. fôr provido das referências auxiliares citadas no art. 13 e a ruptura situada entre a segunda e a penúltima referência, essa nova determinação poderá ser feita no mesmo c.p. pelo método 2.

Em caso contrário, é necessário ensair outro c. p.

23. Método 2 – Este método baseia-se em considerações de simetria. Sendo n o número de partes (divisões) em que a distância L_0 se a dividida pelas referências auxiliares, o método consiste em: (ver figura)

CLBR Vol. 05 Ano 1940 Pág. 416 Figura.

- a) reajustadas da melhor forma possível as duas metades do c.p. medir a distância (L_1) entre a referência extrema (A) mais próxima da seção de ruptura e outra (B), proximamente simétrica de A em relação a essa secção e separada de A por n_1 divisões;
- b) medir a distância (L_2) entre a referência B e outra (C), situada do mesmo lado da secção de ruptura, porém mais afastado e separada de B por n_2 divisões: n_1 e n_2 são escolhidos de forma a satisfazerem a relação $n_1 + 2n_2 = n$.

O alongamento é então calculado aplicando-se a fórmula dada no art. 7º, com a substituição de L por $L + 2L$.

RESULTADOS

24. Antes, durante e depois do ensaio, são colhidos os dados necessários para obter os seguintes característicos do material, os quais devem constar do relatório correspondente:

- a) limite de escoamento, expresso em kg/mm^2 , até a meia unidade;
- b) Limite de resistência, expresso em kg/mm^2 , até a meia unidade;
- c) alongamento, expresso em %, até a unidade, com indicação do comprimento de medida, L_0 ;
- d) estrições, expressa em %, até a unidade.

Devera também ser indicado o tipo do corpo de prova utilizado as dimensões médias, em mm, da sua secção e fornecidos dados para identificação do material de que foi extraído o c.p.

Serão reproduzidas no relatório as indicações que acompanham a amostra: natureza e categoria do material, número do lotes, etc.

Rio de Janeiro, 29 de junho de 1940. – Waldemar Falcão.

Método para o Ensaio de Dobramento de Materiais Metálicos, a que se refere o art. 3º do Decreto-lei n. 2.352, de 29 de junho de 1940

OBJETIVO

MB-5

1. O ensaio de dobramento consiste em curvar uma peça do material a ensaiar, de eixo inicialmente retilíneo, até a deformação atingir determinado valor, ou até haver ruptura ou fissuração.
2. O presente método é aplicável aos ensaios de dobramento realizados à temperatura ambiente, em todos os casos em que as especificações para materiais metálicos o exijam.

TERMINOLOGIA

3. Corpo de prova (c. p.) – Peça do material a ensaiar, com forma e dimensões apropriadas para ser submetida a ensaio.
4. Espessura do c. p. (e) – É a maior dimensão de sua secção transversal, medida antes do ensaio, em direção normal à superfície cilíndrica em torno da qual vai ser efetuado o dobramento.
5. Ângulo de dobramento (α) – Depois de ensaiado um c. p. – e de reajustadas suas duas metades, caso se tenha rompido – ele apresenta aspecto análogo ao da figura 1.

CLBR Vol. 05 Ano 1940 Pág. 417 Figura.

O ângulo de dobramento (α) é o ângulo de que girou, em relação à sua posição inicial, o eixo da parte ainda retilínea de qualquer dos ramos do c. p. (ângulo A'OB na figura 1).

CORPOS DE PROVA.

6. Os c. p. devem ter secção circular ou retangular, constante ao longo de todo seu comprimento; as arestas, quando as houver, devem ser arredondadas, com raio de curvatura, no mínimo, igual a 1 mm.
7. Sempre que possível, cada c. p. é constituído por um segmento da peça ou barra a ensaiar, abrangendo toda a sua secção e de comprimento adequado, de acordo com a máquina ou dispositivo de ensaio disponível.
8. No caso de corpos de prova torneados, aplainados ou frezados, as dimensões de sua secção devem ser as maiores compatíveis com a máquina ou dispositivo de ensaio disponível; o acabamento mecânico deve ser feito com todo o cuidado, de modo a evitar encruamento, riscos ou entalhes transversais, principalmente na parte do c. p. que vai sofrer alongamento durante o ensaio; é aconselhável que esta parte seja polida para facilitar a observação do aparecimento de fissuras.
9. Os corpos de prova devem não sofrer tratamento térmico ou mecânico algum antes de serem ensaiados.

MÁQUINAS DE ENSAIO

10. Os ensaios de dobramento devem ser executados em máquina ou dispositivo apropriado que preencha as seguintes condições:
 - (a) aplicar os esforços progressivamente, sem golpes;
 - (b) permitir observar as condições relativas à velocidade de carga, constantes do artigo 13;

(c) para os ensaios por flexão (artigo 11), ser munida de um jogo de pinos cilíndricos (ou cutelos terminados por superfícies cilíndricas), com os seguintes diâmetros:

5; 7,5; 10; 15; 20 e 25 mm.(1)

(d) para os ensaios por compressão, ser munida de pratos paralelos não articulados e de um jogo de calços terminados, de um lado, por superfícies cilíndricas de diâmetros iguais às respectivas espessuras. São as seguintes as espessuras recomendadas: 2,5; 5; 7,5; 10 e 12,5 mm.

MODALIDADES DO ENSAIO

11. Segundo a relação entre o diâmetro (D) do pino, cutelo ou calço exigido pela especificação relativa ao material e à espessura (e) do c. p., o ensaio tem duas modalidades de execução.

(1) Para ensaio de peças de $e > 25$ mm, é conveniente reduzir a essa espessura da c. p., tendo em vista o artigo 8.

(a) Para $D \geq e$, o ensaio é executado em uma só fase, por flexão, fletindo o c. p. em torno do pino ou cutelo do jogo, de diâmetro mais próximo ao D especificado. (Ver fig. 2).

CLBR Vol. 05 Ano 1940 Pág. 419 Figura.

(b) Para $D < e$, o ensaio é executado em duas fases:

A primeira, por flexão, é idêntica à descrita em (a); emprega-se um pino ou cutelo de diâmetro praticamente igual à espessura do c. p. e leva-se o ensaio até se tornarem paralelos os dois ramos do c. p.

Na segunda, opera-se por compressão (fig. 3); se o D especificado for igual a zero, aproximam-se os dois ramos do c. p., até se tocarem em toda a sua extensão; senão, emprega-se o calço de espera de espessura mais próxima ao D especificado.

CLBR Vol. 05 Ano 1940 Pág. 420 Figura.

MÉTODO DE ENSAIO

12. Antes do ensaio é medida a espessura e do c. p. e disposto para o uso o pino, cutelo ou calço apropriado, escolhido de acordo com o exigido pela especificação e tendo em vista o artigo 11.

13. Cada fase do ensaio deve ser conduzida de modo progressivo e de tal forma que a duração total da fase seja de pelo menos 10 segundos.

14. Considera-se concluído o ensaio, quando o ângulo de dobramento atinge o valor exigido pela especificação.

Caso antes disso se dê a ruptura do c. p. ou a fissuração de sua superfície externa, considera-se terminado o ensaio no momento em que este fato se tenha produzido.

RESULTADOS

15. Do relatório referente ao ensaio devem constar:

(a) indicações relativas à forma e às dimensões, em mm., da secção do c. p., bem como ao fato da mesma abranger ou não toda a secção inicial do material a ensaiar, e à natureza do acabamento mecânico eventualmente executado;

(b) o número de fases em que foi feito o ensaio;

(c) o diâmetro ou espessura (D) do pino, cutelo ou calço utilizado em cada fase;

(d) o ângulo de dobramento atingido pelo c. p. ;

(e) indicações relativas ao fato de ter ou não havido ruptura ou fissuração ;

(f) dados para a identificação do material de que foi extraído o c.p.

Rio de Janeiro, 29 de junho de 1940. – Waldemar Falcão.

Este método de Ensaio foi adotado pela 2ª Reunião dos Laboratórios Nacionais de Ensaio de Materiais (São Paulo, abril de 1939), para uso obrigatório na aplicação da Especificação EB-3, para "Barras laminadas de aço comum para concreto armado" o seu uso foi também recomendado, pela mesma Reunião para o ensaio dos demais materiais metálicos.

Método Brasileiro para formação de amostras de agregados a que se refere o art. 4º do Decreto-lei n. 2.352, de 29 de junho de 1940

OBJETIVO

MB-6

1. Este Método tem por objetivo indicar o modo de se proceder à formação da amostra a ser remetida ao Laboratório, para a execução de ensaios de recepção de agregados miúdos e graúdos para concretos.⁽¹⁾

FORMAÇÃO DA AMOSTRA

2. A amostra de agregado deve ser colhida pelo engenheiro fiscal ou por um seu representante autorizado; as amostras destinadas a ensaios preliminares podem ser fornecidas pelo produtor, vendedor ou proprietário do depósito.

3. Para a formação de uma amostra representativa de um agregado, serão colhidas, em diferentes pontos do depósito ou do material amontoado, amostras parceladas que, depois de reunidas, serão tratadas do seguinte modo:

(1) Esse o objetivo principal. O Método indica também como, no Laboratório, desdobrar a amostra original, para a execução de cada um dos ensaios (art. 5) .

(2) Nos agregados amontoados, os grânulos maiores tendem a se acumular na zona periférica do monte; o operador, tendo em vista este fato, evitará a colheita de material que interesse apenas essa região. Afim de também evitar a segregação da parte pulverulenta do agregado. sempre que for possível, as amostras, devem ser formadas quando o material estiver úmido.

I, misturam-se bem essas amostras parceladas e, ajuntando-as forma-se um monte em forma de cone;

II, abate-se, com uma pá, esse cone, de modo a transformá-lo num tronco de cone com a base tão larga quanto possível;

III, divide-se diametralmente esse tronco de cone em quatro partes mais ou menos iguais;

IV, tomam-se duas partes opostas; mistura-se e recomeça-se a operação com esse material (agora proximamente igual à metade da quantidade primitiva).

Prossegue-se assim, em operações sucessivas, até obter-se a quantidade mínima especificada a seguir:

A – Para agregados miúdos..... 10 quilos

B – Para agregados graúdos (^a)..... 50 quilos

REMESSA DE AMOSTRAS

4. As amostras de agregados devem ser remetidas ao Laboratório em caixas, sacos de tecido cerrado ou outro recipiente capaz de evitar a fuga do material mais fino.

Cada amostra deve ser acompanhada de informações que possam interessar e, obrigatoriamente, do nome do remetente e da indicação da procedência.

SEPARAÇÃO DA AMOSTRA PARA ENSAIO

5. No Laboratório, para a formação da amostra para cada ensaio, a totalidade da amostra representativa é passada através do separador de amostras, dividindo-se assim o material em duas porções, das quais uma é desprezada, sofrendo a outra em seguida a mesma operação. Procedem-se de igual forma, em operações sucessivas, até obter-se a quantidade mínima especificada no Método correspondente ao ensaio que se vai realizar.

Afim de se evitar segregação dos materiais finos e pulverulentos, convém proceder a essa operação com o agregado ligeiramente úmido.

Rio de Janeiro, 29 de junho de 1940. – Waldemar Falcão.

(3) Quando se tratar de agregados misturados (o areião, p. ex.), a amostra deverá ser de 60 quilos, e mesmo mais, se o agregado miúdo preponderar na mistura.

Métodos Brasileiros para determinação da composição granulométrica dos agregados, a que se refere o art. 4º do Decreto-lei número 2.352, de 29 de junho de 1940.

OBJETIVO

1. Este Método tem por objetivo indicar o modo como deve ser feita a determinação da composição granulométrica de agregados miúdos e graúdos, destinados à confecção de concreto.

APARELHAGEM

2. A aparelhagem necessária é constituída de uma série de peneiras, denominada normal e obedecendo aos seguintes requisitos:

(a) A tela empregada nas peneiras terá seus fios de latão ou de bronze e será, montada, bem esticada e sem distorsão, em caixilho resistente e de modo a impedir a fuga de material durante o peneiramento.

Este Método foi adotado pela 2ª Reunião dos Laboratório e Nacionais de Ensaio de Materiais (São Paulo, abril 1939) para uso obrigatório na aplicação da Especificação EB-4, para "AGREGADOS PARA CONCRETO".

(b) O tamanho das malhas e o diâmetro dos fios metálicos devem obedecer as imposições fixadas no quadro seguinte:

CLBR Vol. 05 Ano 1940 Pág. 423 Tabela.

As peneiras de 25 e 50 mm são intermediárias; auxiliam na fixação do diâmetro máximo mas não entram no cálculo do módulo de finura.

AMOSTRA

3. (a) A amostra do agregado remetida ao Laboratório deve ter sido colhida de acordo com o Médico MB-6.

(b) Da amostra remetida ao Laboratório, este, de acordo com o Método MB-6, formará a amostra representativa para a análise granulométrica, pesando não menos que o indicado na tabela seguinte:

A – Para agregados miúdos 1 quilo

B – Para agregados graúdos:

de diâmetro máximo 19 mm 5 quilos.

" " " 25mm 10 "

" " " 38mm 15 "

" " " ≥ 50mm 20 "

PENEIRAMENTO

4. (a) A amostra para ensaio é previamente seca ao ar e pesada.

(b) A amostra é a seguir peneirada através da série normal de peneiras, de modo a serem os seus grânulos separados e classificados em diferentes tamanhos. (1)

O peneiramento deve ser continuado até que, após um minuto de peneiramento contínuo, através de qualquer peneira, passe menos de 1% do peso total da amostra. (2)

(c) O material retido em cada peneira é separado e pesado.

(d) As pesagens devem ser feitas com a aproximação de 0,1 por cento do peso da amostra.

5. (a) Se um agregado fino apresentar entre 5 e 15 % de material mais grosso do que 4,8 mm. será ele ainda globalmente considerado como "agregado miúdo";

(b) se um agregado grosso apresentar até 15 % de material passando pela peneira de 4,8 mm. será ele ainda globalmente considerado como "agregado graúdo";

(c) se, porem, mais do que 15 % de um agregado fino for mais grosso do que 4,8 mm. ou mais do que 15 % de um agregado grosso passar pela peneira de 4,8 mm. – serão consignadas separadamente as composições granulométricas das partes do material acima e abaixo da referida peneira. (3).

(1) É claro que as peneiras devem ser arrumadas, de baixo para cima, na ordem crescente das aberturas de malha.

(2) Em laboratório, no ensaio de agregados muito finos ou apresentando grânulos acumulados em poucas peneiras, ha vantagem em se operar com quantidades menores de material, desdobrando a amostra a ensaiar em duas ou tres porções.

(3) Trata-se de uma regra útil para a aplicação prática das definições, de “agregado miúdo” e “agregado graúdo” da Especificação EB-4.

RESULTADOS A FORNECER

6. O certificado de ensaio deve consignar:

(a) os pesos dos grânulos retidos em cada uma das peneiras da série normal:

(b) a expressão desses pesos em porcentagem do peso inicial da amostra peneirada (porcentagens retidas);

(c) para cada peneira, a soma das porcentagens retidas nela e nas que lhe estão superpostas (porcentagens acumuladas);

(d) o módulo de finura; (4) e finalmente,

(e) o diâmetro máximo do agregado analisado.

No cálculo das porcentagens devem ser desprezadas as frações, consignando o atestado apenas números inteiros.

Rio de Janeiro, 29 de junho de 1940. – Waldemar Falcão.

Esse Método foi adotado pela 2ª Reunião dos Laboratórios Nacionais de Ensaio de Materiais (S. Paulo, abril 1939) para uso obrigatório na aplicação da Especificação Brasileira EB-4, para “AGREGADOS PARA CONCRETO”.

(4) Chama-se módulo de finura de um agregado à soma das porcentagens acumuladas nas peneiras da série normal dividida por 100; no cálculo do módulo as porcentagens acumuladas nas peneiras intermediárias não são incluídas na soma.

Método Brasileiro para avaliação do teor de argila em torrões nos agregados, a que se refere o art. 4º do Decreto-lei n. 2.352, de 29 de junho de 1940.

OBJETIVO

MB-8

1. O presente Método tem por objetivo a determinação aproximada do teor de argila em torrões eventualmente presente nos agregados miúdos e graúdos, destinados à confecção de concreto.

APARELHAGEM

2. A aparelhagem necessária é a seguinte:

(a) algumas vasilhas metálicas, de bordos rasos, que permitam estender a amostra de agregado em camada fina;

(b) a série normal de peneiras, usada no Método MB-7.

AMOSTRA

3. A amostra do agregado remetida ao Laboratório deve ter sido colhida de acôrdo com o Método MB-6.

4. Dessa amostra original formam-se as amostras para o ensaio, de acordo com o seguinte processo.

(a) secar uma certa quantidade do agregado em estufa a 100°C, até constância de peso.

(b) peneirar esse material sucessivamente através de cada uma das seguintes peneiras: 76 mm; 38 mm; 19 mm; 4,8 mm e 1,2 mm.

(c) com os grânulos de vários tamanhos assim separados formar amostras para ensaio, com os pesos mínimos indicados a seguir: (1)

CLBR Vol. 05 Ano 1940 Pág. 426 Tabela.

(d) nessas operações, manusear os agregados de modo a não triturar os torrões de argila eventualmente presentes.

ENSAIO

5. (a) Cada uma das amostras a ensaiar é pesada, estendida em camada fina numa das vasilhas o examinada quanto à presença de argila em torrões.

Todas as partículas susceptíveis de serem desfeitas com os dedos são consideradas como sendo de argila em torrões.

(b) Depois de esmagar todos os torrões percebidos, os seus resíduos não eliminados, repeneirando cada amostra através das peneiras seguintes:

CLBR Vol. 05 Ano 1940 Pág. 426 Tabela.

(c) Após o repeneiramento, pesa-se novamente cada amostra: o peso dos torrões de argila é obtido pela diferença entre os dois pesos e será expresso em percentagem do peso inicial da amostra ensaiada.

(d) Conhecidas essas percentagens e de posse da composição granulométrica do agregado (determinada de acordo com o Método MB-7) calcula-se o teor global de argila em torrões presente no agregado.

(e) As pesagens devem ser feitas com aproximação de 0,05 % do peso da amostra.

Rio de Janeiro, 29 de junho de 1940. – Waldemar Falcão.

Este Método foi adotado pela 2ª Reunião dos Laboratórios Nacionais de Ensaio de Materiais (São Paulo, abril 1939) para uso obrigatório na aplicação da Especificação EB-4, para “AGREGADOS PARA CONCRETO”.

(1) Não é possível prefixar o peso da amostra inicial com a qual se deve operar; isso depende muito da granulometria do agregado. Para certos agregados graúdos, a amostra necessária poderá ser bastante grande, de até mesmo 100 quilos.

Método Brasileiro para a determinação do teor de Materiais Pulverulentos nos Agregados, a que se refere o art. 4º Decreto-lei n. 2.352, de 29 de junho de 1940.

OBJETIVO

MB-9

1. O presente Método permite a determinação do teor total de terra, argila e outros materiais pulverulentos não argilosos, de partículas menores que 0,075 mm. presentes nos agregados miúdos e graúdos destinados à confecção de concreto.

APARELHAGEM

2. A aparelhagem necessária é a seguinte:

(a) Um conjunto de duas peneiras superpostas: a superior, de 1,2 mm. de abertura de malha visando apenas suster o material mais grosso, e a inferior, de 0,075 mm. de abertura de malha.(1)

(b) Uma vasilha de tamanho suficiente para conter a amostra de agregado e a água de recobrimento, é bastante forte para permitir uma agitação vigorosa do material, sem perda de água ou de material.

AMOSTRA

3. (a) A amostra de material remetida ao Laboratório deve ter sido colhida de acordo com o Método MB-6.

(b) Da amostra remetida ao Laboratório (depois de humedecida afim de evitar segregação, e de cuidadosamente misturada) será formada, de acordo com o Método MB-6, a amostra para o ensaio; o peso dessa amostra será, no mínimo, o indicado na tabela seguinte:

>CLBR Vol. 05 Ano 1940 Pág. 427 Tabela.

ENSAIO

4. (a) A amostra a ensaiar é previamente seca a 100° C. até constância de peso e pesada.

(b) A seguir é ela colocada na vasilha e recoberta com água em excesso. Agita-se vigorosamente o material (eventualmente com o auxílio de uma haste), de forma a provocar a separação e suspensão das partículas finas; parte da água e então cuidadosamente vertida para outro recipiente, através das peneiras.

Este Método foi adotado pela 2ª Reunião dos Laboratórios Nacionais de Estado de Materiais (S. Paulo, abril 1939) para uso obrigatório na aplicação da Especificações Brasileira EB-4, para “AGREGADOS PARA CONCRETO”.

(1) Essa peneira de 0.075 mm é a normal para peneiramento de cimento portland. Numa eventual verificação da tela, podem ser adotadas as tolerâncias fixadas no Método MB-1.

(c) Recobre-se o material com mais água e repete-se a operação até que a água de lavagem resulte límpida. O material retido nas peneiras irá sendo repostado na vasilha correspondente.

(d) O agregado lavado é finalmente seco em estufa até constância de peso e novamente pesado.

(e) As pesagens devem ser feitas com aproximação de 0,1 % do peso da amostra.

RESULTADO A FORNECER

5. O peso dos materiais pulverulentos removidos pela lavagem, é obtido por diferença entre os pesos da amostra antes e depois da lavagem; será expresso em percentagem do peso inicial da amostra ensaiada. (2)

Rio de Janeiro, 29 de junho de 1940.– Waldemar Falcão.

(2) Em caso de dúvida, para confirmação do resultado obtido, poder-se-á recolher toda a água de lavagem e dela retirar uma amostra representativa que, a seguir, será, evaporada completamente, fornecendo assim os elementos necessários para o cálculo da percentagem de materiais pulverulentos mais finos que 0,075 mm.

Método Brasileiro para avaliação das impurezas orgânicas das areias para concreto, a que se refere o art. 4º do Decreto-lei n. 2.352, da 29 de junho de 1940.

OBJETIVO

MB-10

1. Este Método tem por fim a avaliação colorimétrica das impurezas orgânicas nas areias destinadas à confecção de concreto.

O seu principal valor está em chamar a atenção do construtor sobre a necessidade de um estudo especial que permita avaliar o grau de nocividade da matéria orgânica presente numa areia que o ensaio dá como suspeita.

SOLUÇÕES

2. Preparam-se, com antecedência e em quantidade suficiente para vários ensaios, as seguintes soluções:

(a) – Solução de hidróxido de sódio a 3%: (1)

Hidróxido de sódio..... 30 g

Água destilada..... 970 g

(b) – Solução de ácido tânico a 2 %:

Acido tânico..... 2 g

Álcool a 95%..... 10cm³

Água destilada 90 cm³.

Este Método foi adotado pela 2ª Reunião dos Laboratórios Nacionais de Ensaio de Materiais (S. Paulo, abril 1939) para uso obrigatório na aplicação da Especificação Brasileira EB-4, para "AGREGADOS PARA CONCRETO".

(1) Poderá ser utilizada uma soda cáustica comercial cuja pureza seja satisfatória em relação ao caráter aproximado do ensaio (90-95 % de pureza, p. ex.).

AMOSTRA

3. (a) A amostra de areia remetida ao Laboratório deve ter sido colhida de acordo com o Método MB-6.

(b) Da amostra remetida ao Laboratório (depois de humedecida afim de evitar segregação, e de cuidadosamente misturada) será formada, de acordo com o Método MB-6, a amostra para o ensaio, a qual deverá ter pouco mais de 200 g.

ENSAIO

4. (a) Num frasco de Erlenmeyer (ou recipiente semelhante) adicionam-se a 200 g da areia seca, 100 cm³ da solução de hidróxido de sódio; agita-se vigorosamente e deixa-se em repouso durante 24 horas.

(b) Para comparação, prepara-se simultaneamente uma "solução padrão", adicionando a 3 cm³ da solução de ácido tânico 97 cm³ da solução de hidróxido de sódio; agita-se e deixa-se também em repouso durante 24 horas.

(c) Findo o prazo indicado, a solução que esteve em contacto com a areia é filtrada: procede-se então à comparação das intensidades das colorações das duas soluções. (2).

RESULTADO A FORNECER

5. Consigna-se no certificado se a solução que esteve em contacto com a areia tem uma intensidade de coloração superior, ou não, à da solução padrão. (3).

Rio de Janeiro, 29 de junho de 1940. – Waldemar Falcão.

(2) A comparação das intensidades das colorações pode ser feita, ou empregando-se um colorímetro, ou simplesmente comparando espessuras iguais das duas soluções originais ou de suas diluições.

No canteiro, a solução padrão pode ser substituída por um vidro de coloração idêntica.

(3) Se a coloração da solução que esteve em contacto com a areia é mais intensa do que a solução padrão, pode-se também dizer que a areia apresentou um "Índice de coloração", em termos de ácido tânico, superior a 300 partes por milhão.

+ + +