

CONCRETO

& Construções



IBRACON

Instituto Brasileiro do Concreto

Ano XXXIV | N° 43
Jun. • Jul. • Ago. | 2006
ISSN 1809-7197
www.ibracon.org.br

TECNOLOGIA



Navios de concreto

CONCRETO PROTENDIDO



Selantes para juntas
de barragens

HOMENAGEM IBRACON



70 anos
da ABCP

**PRÉ-FABRICADOS
DE CONCRETO:
RAPIDEZ, ECONOMIA
E SUSTENTABILIDADE
NA CONSTRUÇÃO**

EMPRESAS E ENTIDADES LÍDERES DO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL ASSOCIADAS AO IBRACON

ADITIVOS



REABILITAÇÃO



JUNTAS



PERÍCIAS



ADIÇÕES



ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO



ESCRITÓRIOS DE PROJETOS

ARMADURA



JUNTE-SE A ELAS

Associe-se ao IBRACON em defesa e valorização da Arquitetura e Engenharia do Brasil !

PRÉ-FABRICADOS

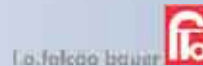


EQUIPAMENTOS



Equipamentos e Sistemas de Ensaio

CONTROLE TECNOLÓGICO



CONSTRUTORAS



MACPROTENSÃO



FÓRMAS



CIMENTO



ITAPESSOCA



CONCRETO



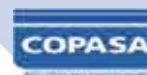
POLIMIX



AGREGADOS



GOVERNO



Instituto Brasileiro do Concreto
Fundado em 1972
Declarado de Utilidade Pública Estadual
Lei 2538 de 11/11/1980
Declarado de Utilidade Pública Federal
Decreto 86871 de 25/01/1982

Diretor Presidente
Paulo Helene

Diretor 1º Vice-Presidente
Cláudio Sbrighi Neto

Diretor 2º Vice-Presidente
Eduardo Antonio Serrano

Diretor 3º Vice-Presidente
Mário William Esper

Diretor 1º Secretário
Antônio Domingues de Figueiredo

Diretor 2º Secretário
Sônia Regina Freitas

Diretor 1º Tesoureiro
Luiz Prado Veira Jr.

Diretor 2º Tesoureiro
Laércio Amâncio de Lima

Diretor Técnico
Rubens Machado Bittencourt

Diretor de Eventos
Luiz Rodolfo Moraes Rego

Diretor de Pesquisa e Desenvolvimento
Túlio Nogueira Bittencourt

Diretor de Publicações
Ana E. P. G. A. Jacintho

Diretor de Marketing
Wagner Roberto Lopes

Diretor de Relações Institucionais
Paulo Fernando Silva

Diretor de Cursos
Juan Fernando Matias Martin

Diretor de Certificação de Mão-de-obra
Julio Timerman

Assessores da Presidência
Alexandre Baumgart
Augusto Carlos de Vasconcelos
Jorge Bautlouini Neto
Martin Eugênio Sola
Ruy Ohtake

REVISTA CONCRETO & CONSTRUÇÕES

Revista Oficial do IBRACON
Revista de caráter científico, tecnológico
e informativo para o setor produtivo da
construção civil, para o ensino e para a
pesquisa em concreto

ISSN 1809-7197
Tiragem desta edição 5.000 exemplares
Publicação Trimestral
Distribuída gratuitamente aos associados

PUBLICIDADE E PROMOÇÃO

Arlene Regnier de Lima Ferreira
arlene@ibracon.org.br

EDITOR

Fábio Luís Pedrosa – MTB 41728
fabio@ibracon.org.br

DIAGRAMAÇÃO

Gill Pereira (Ellementto Arte)
gill@ellementtoarte.com

ASSINATURA E ATENDIMENTO

Valesca Lopes
valesca@ibracon.org.br

Gráfica: Ipsi Gráfica e Editora

As idéias emitidas pelos entrevistados ou em
artigos assinados são de responsabilidade
de seus autores e não expressam,
necessariamente, a opinião do Instituto.

Copyright 2006 IBRACON. Todos os direitos de reprodução
reservados. Esta revista e suas partes não podem ser
reproduzidas nem copiadas, em nenhuma forma de
impressão mecânica, eletrônica, ou qualquer outra, sem o
consentimento por escrito dos autores e editores.

COMITÊ EDITORIAL

Ana E. P. G. A. Jacintho, UNICAMP, Brasil
Antonio Figueiredo, PCC-EPUSP, Brasil
Fernando Branco, IST, Portugal
Hugo Corres Peiretti, FHRCOR, Espanha
Paulo Helene, IBRACON, Brasil
Paulo Monteiro, UC BERKELEY, USA
Pedro Castro, CINVESTAV, México
Raul Husni, UBA, Argentina
Rubens Bittencourt, PEF-EPUSP, Brasil
Ruy Ohtake, ARQUITETURA, Brasil
Túlio Bittencourt, PEF-EPUSP, Brasil
Vítvero O'Reilly, MICONS, Cuba

IBRACON

Rua Julieta Espírito Santo Pinheiro, 68
Jardim Olímpia
CEP 05542-120
São Paulo – SP

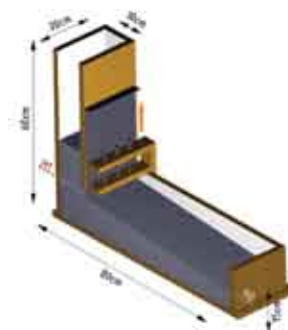


SUMÁRIO

Concreto auto-adensável

Inovação tecnológica na
construção civil

46



Concreto protendido

Sistema de cabos

87

E MAIS...

- 5 Editorial
- 6 Manifesto Público
- 7 Converse com o IBRACON
- 10 Personalidade Entrevistada
- 13 Revisão da NBR 9062
- 14 Navios de Concreto
- 22 Concreto pré-fabricado ou moldado no local?
- 26 Acontece nas Regionais
- 30 Concreto auto-adensável em empresas de pré-moldado
- 36 Ensino de Engenharia
- 39 Estruturas pré-fabricadas para edifícios altos
- 42 Mercado Internacional
- 44 Selo de Excelência ABCIC
- 53 Seminário Internacional de Atualização Tecnológica
- 55 A química a serviço dos pré-fabricados
- 59 Concreto auto-adensável em incêndios
- 62 Selantes para barragem
- 66 Custos para lajes de vigotas treliçadas
- 80 Compósitos com fibras em pré-moldados
- 95 Concreto nos dormentes do Metrô de Recife depois de 16 anos
- 108 Recordes de Engenharia
- 110 Estatuto do IBRACON



Foto Capa: Fase de
execução do Estádio
João Havelange

Créditos: CPI
Engenharia/Racional

Consolidando as vitórias



Este primeiro semestre de 2006 caracterizou-se por um período de intenso trabalho de consolidação da documentação de suporte das atividades do IBRACON, jamais ocorrido em tempos passados.

O IBRACON ampliou muito suas ações nos últimos tempos e as vitórias alcançadas necessitavam ser consolidadas com documentação transparente e legal que assegure a sua continuidade coerente hoje e no futuro.

Conscientes dessa necessidade, a Diretoria e o Conselho Diretor do IBRACON revisaram e aprovaram uma nova versão dos Estatutos, documento máximo da Instituição, e os doze Regulamentos que disciplinam as ações do Instituto.

Com 34 anos de existência, é razoável que o Estatuto deva ser revisado e atualizado para melhor refletir o dinamismo da Instituição. Essa modernização foi criteriosamente realizada preservando todos os princípios básicos de seus fundadores, porém incorporando práticas consagradas e corrigindo aspectos imprecisos.

Os associados podem encontrar nesta edição a nova versão do Estatuto, aprovada pelo Conselho Diretor do IBRACON, que deverá ser referendada na Assembléia Geral ordinária do Instituto a realizar-se no Rio de Janeiro durante o 48º Congresso Brasileiro do Concreto CBC2006.

Novos Regulamentos foram criados e todos os Regulamentos originais foram modernizados e revistos compatibilizando-os com a nova redação do Estatuto, de tal forma que hoje o IBRACON dispõe dos seguintes 12 regulamentos:

- ◆ Regulamento de "Eleição do Conselho Diretor do IBRACON"
- ◆ Regulamento de "Regionais"
- ◆ Regulamento de "Comitês Técnicos-CT"
- ◆ Regulamento de "Certificação de Pessoal" (*ainda não aprovado mas em processo adiantado de discussão*)
- ◆ Regulamento de "Master em Produção de Estruturas de Concreto – Programa MasterPEC"
- ◆ Regulamento de "Concurso para Premiação de Dissertações e Teses"
- ◆ Regulamento de "Concurso OUSADIA" com respectivo Regulamento "Desafio"
- ◆ Regulamento de "Concurso Aparato de Proteção ao Ovo – APO"
- ◆ Regulamento de "Concurso CONCREBOL"
- ◆ Regulamento de "Revista IBRACON de Materiais. IBRACON Materials Journal" (*ainda não aprovado mas em processo adiantado de discussão*)
- ◆ Regulamento de "Revista IBRACON de Estruturas. IBRACON Structural Journal" (*ainda não aprovado mas em processo adiantado de discussão*)
- ◆ Regulamento de "Revista Concreto & Construções" (*ainda não aprovado mas em processo adiantado de discussão*)

Convido os sócios do IBRACON a consultarem e cumprirem as orientações constantes desses documentos que estão disponíveis na homepage do IBRACON (www.ibracon.org.br).

Mudando de assunto, acabo de receber com muita alegria e uma pitada de orgulho que o IBRACON teve o nosso livro "Concreto. Ensino, Pesquisa e Realizações" escolhido como um dos

dez finalistas ao prêmio Jabuti, laurel máximo da área editorial no país. Segundo a Câmara Brasileira do Livro, os dez primeiros colocados do 48º Prêmio Jabuti estão classificados para a segunda fase na qual serão conhecidos os vencedores deste ano, em julgamento a realizar-se nas instalações da Câmara no próximo dia 8 de agosto, às 10h. Neste ano, foram inscritos 2.074 livros e aguardamos com esperança que o nosso livro seja escolhido entre os finalistas para receber o prêmio máximo na categoria de "Ciências exatas, tecnologia e informática". A cerimônia solene de premiação será na sala São Paulo da Estação Júlio Prestes, no dia 13 de setembro de 2006.

O IBRACON tem uma nobre missão de contribuir para o desenvolvimento do mercado de concreto com uma visão ampla, ética, abrangente e sistêmica. Neste número, a matéria de capa está dedicada à valorização e reconhecimento do histórico, vitorioso e significativo papel da indústria de pré-fabricados no Brasil, que têm colocado o setor em destaque com as inovações introduzidas nos processos construtivos, sendo que um dos grandes incentivadores dessa modernização tem sido a política construtiva que a ABCP vem aplicando na área de pré-fabricação.

A Diretoria e Conselho do IBRACON felicitam a Associação Brasileira de Cimento Portland ABCP pelos seus 70 anos de enorme contribuição à construção civil do país e estão promovendo várias ações de reconhecimento por essa memorável data. Entre outros reconhecimentos, durante a realização do 48º CBC2006 a ABCP será justamente homenageada pelo IBRACON.

O IBRACON, desde de sua fundação, tem se caracterizado como forte instrumento de aproximação da academia (pesquisadores, mestres e doutores) com o setor produtivo. As atividades do Instituto são claramente caracterizadas como importantes fontes de informação que fortalecem as relações de cooperação entre agentes da produção e da inovação.

A ABCP e a Otto Baumgart, dois grandes, importantes, permanentes e indispensáveis sócios mantenedores e fundadores do IBRACON comemoram, neste ano, seus 70 anos de contribuições ao desenvolvimento do país e à melhoria da qualidade de vida de sua gente. Inserem-se, portanto, dentro das ações do IBRACON e têm tido forte influência positiva nelas. A comunidade de concreto, que tão bem o IBRACON representa, parabeniza os funcionários, diretores e investidores dessas reconhecidas entidades que valorizam e dignificam o setor.

Juntos chegaremos mais longe...

Paulo Helene

PAULO HELENE
Diretor Presidente do IBRACON
paulo.helene@poli.usp.br

Segurança das obras civis

Os recentes sinistros ocorridos no País, com evidentes prejuízos pessoais, morais e patrimoniais à população, vêm demonstrar a imperiosa necessidade da introdução de medidas técnicas e legais para a redução dos riscos de acidentes, razão pela qual várias entidades de reconhecida competência promoveram o Debate Técnico “LIÇÕES DO AREIA BRANCA – Acidentes Responsabilidades e Segurança das Obras” e manifestam-se publicamente apresentando as conclusões alcançadas.

Conceito

Entendem-se como quatro as grandes etapas do processo construtivo: concepção, projeto, execução e uso/manutenção. Considerando uma vida útil das estruturas de 50 a 100 anos, a etapa de USO/MANUTENÇÃO passa a ter importância fundamental na segurança, eis que as primeiras são desenvolvidas no período inicial do processo, e sempre supervisionadas por profissionais habilitados, enquanto o uso/manutenção, estende-se pelo longo tempo restante, e no mais das vezes, ficam sob supervisão de proprietários leigos ou à mercê de pseudo-técnicos. Essa assistência incipiente e despreparada pode não perceber, que as hipóteses iniciais de segurança e funcionamento estrutural estão sendo alteradas para pior. Outras vezes, nem percebem que intervenções e reformas inadequadas podem comprometer seriamente as hipóteses inicialmente formuladas nas etapas de PROJETO e CONSTRUÇÃO. As experiências em cidades como Porto Alegre, Buenos Aires e Nova Iorque, onde têm sido aplicadas com sucesso leis que prevêem a inspeção e manutenção periódicas das edificações e obras-de-arte, garantiram a diminuição de acidentes com perdas humanas e a redução dos custos de intervenções corretivas.

PROPOSTAS

PARA EDIFICAÇÕES EXISTENTES

Deverá ser instituída por legislação federal, estadual e municipal, criada especialmente para esta finalidade, a inspeção periódica de patrimônios públicos e privados, cujas estruturas estejam sujeitas à ação agressiva do meio ambiente, tais quais, fachadas, marquises, balcões, varandas em balanço, contenções, fundações, estádios de esportes, galpões de feiras e exposições, pontes, viadutos, túneis, obras de saneamento e edifícios residenciais e comerciais com mais de dez metros de altura.

Esta inspeção deverá ser realizada por profissionais e/ou empresas especializadas, habilitadas e credenciadas.

A partir de um diagnóstico fruto dessa inspeção técnica, e se assim for orientado, as edificações deverão receber as intervenções necessárias e urgentes, bem como ser mantidas permanentemente mediante rotinas técnicas específicas. Cabe à Prefeitura local e Órgãos Públicos esti-

mular, através do uso inteligente de descontos em impostos ou multas, essa inspeção e manutenção periódicas.

PARA CERTIFICAÇÃO DA MÃO-DE-OBRA

Mediante legislação federal, estadual e municipal a ser formulada, a mão-de-obra vinculada às atividades de construção com conseqüências diretas na qualidade estrutural (desenvolvidas por mestres e encarregados de estruturas e fundações, armadores, soldadores, montadores, vibradoristas, operadores de betoneira, bombas e caminhões betoneira, operadores de concreto projetado, laboratoristas, etc), deverá ser reciclada e certificada periodicamente em seus conhecimentos, cabendo a fiscalização da utilização de mão-de-obra credenciada aos Sindicatos da Construção SINDUSCONs, e aos CREAs a punição do empregador no caso do não atendimento.

PARA APERFEIÇOAMENTO DO ENSINO DE ENGENHARIA CIVIL E ARQUITETURA

Por meio de medidas nacionais a serem implantadas via MEC: a introdução no último ano de engenharia civil e arquitetura, de uma ou mais disciplinas versando sobre segurança, vida útil, patologia e terapia das estruturas, assim como ética profissional; o treinamento e atualização contínua de todos os professores das disciplinas relacionadas a fundações, estruturas e materiais de construção; a ampliação da exigência da participação de Doutores como professores dessas disciplinas, tendo como meta a totalidade até 2.015.

PARA O EXERCÍCIO PROFISSIONAL

Deverá ser implantado por parte do Sistema CONFEA um programa permanente de conscientização e controle (com prazo de validade) das habilitações profissionais, sujeitas a uma comprovação de conhecimentos e do efetivo exercício profissional.

Deverá ser implantado via MEC e CREAs um amplo incentivo aos programas de educação continuada nas universidades e entidades afins envolvidas com a segurança das obras civis, visando o aprimoramento profissional nas áreas de projeto, execução, inspeção e manutenção de estruturas.

PARA O REGRAMENTO TÉCNICO

Considerando a necessidade absoluta do estabelecimento de regras técnicas para as atividades da Inspeção em Obras Civis no País, padronizando definitivamente conceitos e atividades no sentido da garantia de segurança, torna-se imprescindível a elaboração, via ABNT, de Norma Brasileira de Inspeção de Obras Civis. Diante da importância destes aperfeiçoamentos para o benefício da comunidade, espera-se mobilizar a sociedade civil e órgãos governamentais dos três níveis administrativos, para que juntos, possam pôr em prática as medidas aqui propostas.

ABECE – Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural; IBAPE/SP – Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo; IBRACON – Instituto Brasileiro do Concreto

Converse com o IBRACON

Novo Diretor do IPT

Prezado Paulo Helene,

É com muita satisfação que recebo a notícia da nomeação do Prof. Vahan Agopyan para o cargo de Presidente acumulado com o de Superintendente do IPT. O IPT estava merecendo um Diretor de alto nível. Na POLI você e o Vahan foram meus grandes inspiradores para “amar” a ciência dos materiais e o concreto.

Dê meus parabéns ao Vahan e meus votos de sucesso nessa nova e respeitável empreitada.

Rogério Galante

Sócio Individual. Categoria Ouro.

Concursos IBRACON

Prezado amigo Presidente,

Concrebol, OUSADIA e Aparato de Proteção ao OVO... Posso afirmar que os jovens estudantes de engenharia e de arquitetura vivem aguçando vontade de participar de concursos como esses. Razão de dizer: Parabéns IBRACON!, sem mácula de bajulação. Vou divulgar os respectivos regulamentos, na medida de minhas limitações, para os amigos por este Brasilão afora.

Te conto que quando jovem, ainda estudante, eu inventava desafios para superar. No início da década de 50 eu prefabricava vigas e pilares sem necessidade de usar fôrmas convencionais. Fazia estruturas de concreto empregando inteligentemente os primeiros tijolos furados de cerâmica recém introduzidos no Brasil pelos irmãos Miranzzí através da instalação no país de uma das primeiras marombas (extrusoras). No início dos anos 80 introduzi o concreto auto-adensável e construí em Campinas as primeiras laje zero. Desde há 10 anos atrás faço galpões com CAD (HSC ou HPC).

Fico contagiado com o entusiasmo do IBRACON. Parabéns a vocês a essa magnífica e voluntária Diretoria cheia de idéias profícuas. Um grande abraço a você que é a fera dos concretos fcmil....Nosso líder que modernizou a atuação do IBRACON. Voilà!!!!

Luiz Roberto Fortes Furtado

Sócio Individual. Categoria azul

IBRACON

Estimado Fortes

Uma mensagem tão estimulante como essa merece ficar num QUADRO de Galeria de Ciência e TECNOLOGIA para comprovar o empreendedorismo do brasileiro, o seu empreendedorismo, superando tantos desafios.

Vou tomar a liberdade de publicar partes de sua mensagem na revista CONCRETO na seção Converse com o IBRACON. Por favor Fábio programe isso para nossos associados poderem disfrutar e apreciar, como eu, esta mensagem.

Sobre os Concursos você pode ser o orientador de algum grupo do OUSADIA pois somente o APO e o CONCREBOL exigem que o orientador seja professor registrado em alguma faculdade (pessoa jurídica). Você também é Professor da Escola da Vida que é a mais difícil de vencer e nela é UM GRANDE VITORIOSO. Arrume um grupo de alunos de arquitetura e de engenharia são 4 no total e oriente-os para o concurso OUSADIA (Desafio2006).

Não sei sua idade mas pela sua “energia” eu daria uns 20anos.... Ontem estive com Oscar Niemeyer, no escritório dele no Rio de Janeiro. Trabalha TODO dia das 9h da manhã às 17h. Pode? Tem 98 anos! Projeta coisas lindas. Me mostrou uma nova Catedral que está projetando. É incrível como ao olhar para aquele desenho a gente sente a mão de Deus por trás. E isso que ele é comunista convicto, gosta do Lula e adora mulher. Um mundano abençoado por Deus que lhe conferiu uma Genial CRIATIVIDADE. Um MOZART do Concreto.

Dá muito prazer ver, conviver e sentir a vibração dele pelo CONCRETO e pela vida, assim como dá prazer sentir também a sua paixão, meu caro Fortes, pelo concreto, pelos desafios construtivos que você mais, muito mais que muitos tem superado com sucesso, criatividade, conhecimento e perseverança. Nós adoecemos da mesma enfermidade: “temos PRAZER em APRENDER em SABER cada dia um pouquinho mais.”

Só posso agradecer a Deus a graça que ele me concede de estar compartilhando com vocês dois e tantos outros HOMENS MARAVILHOSOS ACIMA DE QUALQUER SUSPEITA. No Rio de Janeiro estive também com Marco Paulo Rabelo, diretor presidente da Construtora Rabelo, que me contou coisas incríveis de sua experiência de vida como construtor de Brasília, da Catedral e de obras inovadoras como na Argélia a Universidade Constantine, entre tantas e tantas outras que marcaram o século XX. Vamos fazer uma justa homenagem a ele e à contribuição por ele dada à boa imagem da construção civil brasileira, no dia do Construtor durante o Congresso Brasileiro do Concreto CBC2006.

Conto com você no Rio de Janeiro.

Abraços “fortes” de

Paulo Helene

Concursos de Teses e Dissertações

Caro Túlio,

Na qualidade de membro da Comissão de avaliação das teses e dissertações, posso afirmar que foi de fato um grande prazer conhecer melhor o elevado nível das Teses de Doutorado que já são produzidas entre nós. Todas as Teses analisadas são excelentes!! Exatamente assim como eu, há 20 anos atrás, sonhava e almejava que fossem. Muito bom estar vivo para ver um belo sonho se fazer realidade! Conte sempre comigo!

Um forte abraço,

Prof. Laranjeiras

Sócio Individual. Conselheiro. Categoria Diamante

Reunião Conjunta da Diretoria e do Conselho do IBRACON

Prezado Presidente,

Gostaria de cumprimentá-lo pela forma democrática, aberta e eficiente como foi realizada e conduzida a Reunião conjunta da Diretoria e Conselho do IBRACON no dia 02 de junho de 2006, no Rio de Janeiro. Apesar de uma agenda extensa, o grupo de diretores e conselheiros apreciou, com a atenção necessária, todos os itens da pauta. Gostaria de salientar a discussão, Artigo por Artigo, e aprovação do novo Estatuto do Instituto. O novo Estatuto aprovado representa um avanço nas relações administrativas internas e com os associados, o que, certamente, culminará no atendimento dos anseios da comunidade técnica e científica nacional ligada ao Concreto.

Atenciosamente,

Prof. Dr. Enio Pazini Figueiredo

Sócio coletivo. Categoria Azul. Conselheiro do IBRACON

Recorde Nacional

Dr. Paulo Helene,

Quero inicialmente parabenizá-lo pelo brilhante trabalho que vem sendo conduzido dentro do IBRACON. Tenho acompanhado os eventos promovidos pelo Instituto há uns 15 anos. Mas o motivo do contato é para consultá-lo a respeito do recorde nacional de especificação do f_{ck} em estruturas. Em Curitiba, já participamos do edifício Evolution Towers, o qual utilizou f_{ck} de 60MPa, em 2003, quando recebi o Prêmio Epaminondas Melo do Amaral Filho, na reunião do IBRACON em Vitória. Agora, estamos com um novo desafio, o de fazer uma estrutura de edifício comercial com a especificação de f_{ck} = 90MPa, no Paraná. Gostaríamos de consultá-lo e saber se esse valor seria um recorde e qual é o recorde atual.

Atenciosamente,

Eng. Jorge Luiz Christófolli

Sócio Mantenedor. Categoria Ouro. Concrebras S.A

IBRACON

Prezado Jorge

O recorde nacional atual de f_{ck} é do e-Tower, obtido em 2002, com 80MPa, numa obra da TECNUM (Eng. Jorge Batlouni), num projeto do Prof. Eng. Ricardo França, com concreto fornecido pela ENGEMIX e com minha consultoria e estudo de dosagem.

Também é recorde internacional de f_{c28} = 125MPa de resistência média alcançada nas 4 garagens, térreo, mezanino e dois andares tipo (6 pilares em 7 andares). Recorde mundial

de resistência de concreto em obra e recorde mundial de projeto e resistência de CONCRETO COLORIDO em obra. Acho lindo a idéia de elevar esse recorde para f_{ck} = 90MPa. Conte comigo.

Abraços de

Paulo Helene

Amor pelo Concreto

Caro Dr. Paulo Helene:

Foi um imenso prazer assistir a sua palestra. Como é bom escutar alguém que sabe e ama o que faz. Eu fiquei entusiasmado com que vi e ouvi, parabéns, e é muito confortante saber que nesse país tão castigado temos CASES tão maravilhosos com os apresentados pelo senhor. Igualmente, foi um imenso prazer conhecê-lo pessoalmente, tenho acompanhado seu trabalho no IBRACON. Parabéns.

Grande Abraço

Renato Raboch

Sócio Individual. Categoria Azul

Seminário ABCIC

Caro Paulo Helene,

Cabe a nós parabenizar você, cuja participação no seminário da ABCIC representou um dos pontos mais altos do encontro, seja pelo conteúdo de sua conferência seja pela força e entusiasmo que você conseguiu transmitir aos presentes. Vai aqui o nosso agradecimento sincero.

Paulo Eduardo Fonseca de Campos

Sócio Individual. Categoria Ouro. Presidente de Comitê Técnico de Pré-Moldados. PRECAST Consultoria & Desenvolvimento de Produto

Convenção do American Concrete Institute ACI

Caro Prof. Paulo Helene

Parabenizo-o por suas conquistas durante a Convenção do American Concrete Institute fortalecendo o nosso IBRACON, firmando convênios importantes para a engenharia brasileira. Transmita ao Prof. Mário Franco os meus votos de aplausos pela divulgação da qualidade de nossa engenharia de concreto. Parabéns, amigo!

Divulguei no grupo Calculistas da Bahia, e para o Moderador da TQS, o texto de sua mensagem pertinente (e endossando) ao que escrevi sobre a norma NBR 6118. Obrigado por sua consideração.

Abraços caetés

Eng.º Civil Marcos Carnaúba

Sócio individual. Categoria Ouro

Livro sobre Materiais de Construção Civil

Caro Paulo,

Como estás? Espero que bem. Olha, acho que deveríamos retomar a idéia sobre o livro de Materiais de Construção Civil, onde pensei que seria interessante propor a mesma durante o IBRACON. Seria uma boa oportunidade de retomar as atividades do COPMAT, lançando tudo no mesmo evento. O que achas?

Lembranças,

Prof. Dr. Jairo José de Oliveira Andrade

Sócio Individual. Categoria Ouro. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - PUC/RS

IBRACON

Estimado Jairo

Excelente lembrança. Vamos retomar. Já aprovei esse novo Projeto do IBRACON no âmbito da Diretoria e Conselho. Agora é fazer o livro, mãos à obra...

Abraços de

Paulo Helene

Manifesto Público do IBRACON

Prezado Prof.

Ao ler o Manifesto Público do IBRACON há algum tempo atrás, recebido através da comunidade TQS, eu já tinha gostado e concordado com as propostas.

Agora ao ler novamente, me pergunto porque essas idéias, aparentemente tão simples e tão lógicas, não foram ainda colocadas em prática neste país?

Alexandre Jacob da Costa Laranjeira

Sócio Individual. Categoria Azul. Engenheiro Civil – COBRAPI

Prezado Helene,

O Manifesto Público do IBRACON é inquestionável, pois trata de um assunto que pode acarretar grandes prejuízos à comunidade e, principalmente, também coloca a vida dos usuários em risco. Com a criação das "leis" propostas, os Condomínios, Síndicos e Proprietários, se bem informados, poderiam desenvolver a consciência da necessidade e importância da inspeção e manutenção preventivas.

Com isso, os usuários passariam automaticamente a valorizar mais os projetistas, os controles e os construtores que gerassem obras com mais qualidade.

Renato Luís Pompéia Gioielli

Sócio Individual. Categoria Azul

Prezado Presidente

O Manifesto Público do IBRACON, endossado por várias entidades de comprovada competência, é um ato de coragem e pioneirismo. Os recentes acidentes em estruturas, algumas delas fazendo vítimas fatais, no Brasil, nos faz despertar para o futuro. Esse futuro significa falar em conhecimento, competência e atualização permanente. O Despertar para essa mobilização em favor de garantir a segurança estrutural das construções me parece que deveria ser feito bem antes, um assunto que parece óbvio, na frente de nossos olhos e não demos atenção. O Concreto imaginava-se um material eterno, que não precisa de manutenção. Mas não é. O importante é a criação de uma legislação - federal, estadual ou municipal, para inspeção de obras públicas e particulares, diminuindo as chances de acidentes com perdas humanas e reduzindo os custos com a intervenção corretiva. Essa mobilização abrange todo o setor produtivo.

André Von Ah

Sócio Individual. Categoria Azul ♦

www.concreta.com.br

Sua escolha tem que ser Concreta.

Para ser a sua melhor escolha, a Concreta há 36 anos não pára de crescer. Uma das primeiras empresas de engenharia civil da Bahia a ter a certificação ISO 9001, atua nas áreas de tecnologia do concreto e materiais, estudos geotécnicos, recuperação de estruturas de concreto, contenção de encostas, execução de estacas raiz e construção civil. Sempre investindo nos seus profissionais e em novas tecnologias, a Concreta conquista importantes clientes porque acredita que todo cliente é importante. Faça uma escolha Concreta você também.

 **CONCRETA**
SUA MELHOR ESCOLHA

José Zamarion Ferreira Diniz

- Formado em engenharia civil pela Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, em 1956, com pós-graduação na Universidade da Flórida, Gainesville, Fla, USA.

- Membro do Conselho Diretor, Diretor Presidente nos biênios 1993-1995 e 1995-1997, Diretor Vice-Presidente no biênio 1997-1999 e Diretor Técnico no biênio 1999-2001 do IBRACON.



- Prêmio Emílio

Baumgart do IBRACON pela sua contribuição ao desenvolvimento da engenharia estrutural no Brasil, particularmente no campo dos pré-moldados de concreto.

- Membro de várias comissões de Normas Brasileiras da Associação Brasileira de Normas Técnicas, inclusive da revisão da NBR 6118 (NB-1) Projeto de Estruturas de Concreto e da NBR 9062 Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-moldado.

- Ex-professor de concreto armado e protendido da Escola de Engenharia da Universidade de Minas Gerais.

- Autor do livro "Manual para Cálculo de Concreto Armado e Protendido" e de vários trabalhos em publicações internacionais e nacionais.

- Sócio Diretor da Zamarion e Millen Consultores S/S Ltda.

- Atividade profissional ligada ao projeto, execução e consultoria no campo de estruturas de concreto, principalmente pré-moldados, estruturas industriais, concreto de alto desempenho.

IBRACON – O que é o concreto pré-moldado?

Zamarion: Conforme a definição clássica, é o elemento concretado fora de seu lugar de uso na estrutura final. A construção em pré-moldado é tradicionalmente feita através de elementos ligados por articulações fixas ou móveis. As peças pré-moldadas são montadas a seco, sobre argamassa, sobre almofadas de elastômeros, livres

para se movimentar, ou fixas através de pinos ou outro dispositivo. Outra alternativa é a solidarização, ou seja, as peças pré-moldadas são montadas na condição de articulação e posteriormente são ligadas entre si com o elemento de suporte através de concretagem no local, proporcionando continuidade da estrutura através de armadura passiva ou ativa de várias maneiras, dependendo da situação local. O elemento-chave do pré-moldado, de onde advêm suas vantagens, é a repetitividade do processo de construção das peças, que permite a racionalização da construção e, conseqüentemente, a redução de tempo e custos.

IBRACON – Concreto pré-moldado ou pré-fabricado?

Zamarion: A diferença entre o concreto pré-moldado e o pré-fabricado é bastante sutil. Ela foi estabelecida pela norma NBR 9062 – Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-Moldado: Procedimentos, publicada no início da década de 80. A revisão da norma NBR 9062, terminada em junho de 2006, após consulta pública, deixa mais clara a distinção, prescrevendo para o pré-moldado o controle de qualidade usual para as estruturas convencionais e acrescentando o conceito de garantia da qualidade através de exigências adicionais, tais como, controle de materiais, o desvio padrão, o controle individual ou por lote das peças, resistência mínima do concreto, qualificação da mão de obra, entre outras. Este último é fabricado em usinas, ou instalações semelhantes, onde é atestada a qualidade de cada processo da etapa de fabricação do concreto: a peça ou o lote de peças possui uma ficha, onde são anotados todos os acontecimentos em torno de sua elaboração, chegando inclusive a verificar a localização da peça pré-fabricada na estrutura, possibilitando a garantia de sua rastreabilidade. Não quer dizer que o concreto pré-moldado seja um produto de

O pré-moldado é um tipo de tecnologia que possibilita a execução em tempo muito curto de obras de grande porte e com grande economia.

segunda categoria, mas que é um tipo de peça de concreto que serve a aplicações diferenciadas na execução de uma obra bem executada, atendendo as prescrições das normas pertinentes.

IBRACON – Quais as vantagens do concreto pré-moldado em relação aos outros sistemas construtivos?

Zamarion: A principal vantagem do pré-moldado continua sendo a econo-

mia de tempo e de dinheiro a médio e longo prazo. É um tipo de tecnologia que possibilita a execução em tempo muito curto de obras de grande porte, como hidroelétricas, hipermercados, shoppings center e fábricas, com grande economia resultante de ganho devido à antecipação da produção ou da venda.

Outra vantagem está no custo devido à economia de fôrmas e escoramentos, pela sua reutilização num ciclo de 24 horas, minimizando os custos da obra, demandando rapidez de execução das estruturas (conseqüentemente, um concreto de maior resistência à compressão, mais compacto e de maior durabilidade) e, principalmente, reduzindo o impacto da construção sobre o meio ambiente.

É uma tecnologia muito útil para fazer frente aos programas de habitação dos governos, pois permite a construção de habitações populares com custos menores e em tempo recorde.

A limitação dessa tecnologia refere-se à altura da edificação. Até a década de 90, raramente via-se uma grua trabalhando numa obra; o transporte vertical era feito por elevador, o que restringia bastante a altura das obras. Hoje, esta limitação relaciona-se à capacidade das gruas, que pode chegar a levantar peças de até duas toneladas a distâncias adequadas.

IBRACON – Qual é o estágio de desenvolvimento do pré-moldado hoje?

Zamarion: Hoje em dia, usa-se de sistemas que combinam o pré-moldado com o concreto moldado no local: concretiza-se os pilares no local, monta-se os pavimentos com pré-moldados e, por fim, solidariza-se a estrutura com uma cobertura de concreto (usualmente cinco centímetros) lançado no local. O sistema completa-se com o uso dos painéis pré-moldados de fachada, que, além de agilizarem a construção, possuem um apelo estético forte. Esse processo representa o que há de mais desenvolvido

no uso do pré-moldado, por ser uma solução adequada para a execução.

Pode-se citar ainda o uso de peças de grande porte usadas em hidroelétricas, aeroportos e em estádios esportivos, como um estágio avançado no uso da tecnologia dos pré-moldados no Brasil e no mundo.

IBRACON – Quando surgiu o pré-moldado e como foi sua evolução?

Zamarion: Costuma-se dizer que o concreto armado surgiu simultaneamente ao concreto pré-moldado, porque a tecnologia de armar o concreto com fios de aço foi usada para moldar vasos de flores e barcos de transporte fluviais, em meados do século XIX. Depois, essas tecnologias caminharam para as edificações e, no caso do pré-moldado, para a construção de galpões e fábricas.

Houve uma disseminação maior dessa tecnologia no pós-guerra, na Europa, principalmente com a reconstrução das cidades na Alemanha e na França, para dar rapidez à construção de habitações para a população. Nesta época, desenvolveu-se as paredes portantes e as placas de pisos, mas que, posteriormente, devido à rigidez desse tipo de estrutura, do ponto de vista estético e arquitetônico, acabou caindo em desuso.

Os Estados Unidos, por sua vez, tomaram outro rumo, ao desenvolverem peças como o duplo T e a laje alveolar, usadas para a construção de estruturas de grande área e poucos andares.

Embora não fossem pioneiros do sistema de protensão por aderência prévia que surgiu na década de 30 na Europa, os Estados Unidos aperfeiçoaram a produção e conseguiram padronizar peças para pontes rodoviárias e edifícios garagem, aproveitando o crescimento do mercado automobilístico do pós-guerra a partir de 1945.

O sistema de aderência prévia consiste em estabelecer ancoragens para protender o aço, independentemente da peça de concreto, ancorando-o em dispositivo externos, proporcionando comprimentos de pistas de concretagem de até 150 metros ou mais de comprimento. O concreto é lançado nas fôrmas e, após o tempo necessário para alcançar a resistência especificada em projeto, o aço transfere ao concreto a força que estava ancorada nas extremidades, aliviando e cortando a ligação com as ancoragens.

IBRACON – E como foi o desenvolvimento do pré-moldado no Brasil?

Zamarion: No Brasil, o pré-moldado foi introduzido, em escala industrial, na década de 50. Em São Paulo, surgiu a Protendit fabricando estacas e vigas protendidas utilizadas em pontes rodoviárias. A primeira obra em concreto pré-moldado protendido no Brasil é de 1949, a ponte ligando o continente a Ilha do Governador dando acesso ao Aeroporto do Galeão no Rio de Janeiro. Seu grande desenvolvimento se deu a partir da década de 60, particularmente com as atividades realizadas na CINASA – Construção Industrializada S.A. e com a construção de Brasília, cidade onde foram construídas passagens de nível e Estação Rodoviária que utilizavam de longarinas pré-fabricadas e protendidas.

A CINASA interessou-se pelo ramo de produção de agregado leve para concreto através da expansão da argila em fornos rotativos tipo KILN (onde se entra com a matéria-prima e sai com as pelotas), usado para a construção de casas e edificações até quatro andares pelo sistema de placas pré-moldadas. O sistema permitia economia na espessura das peças e nas fundações e no desempenho acústico. Chegou-se a fabricar os protótipos, mas o governo optou por não financiar o projeto. A razão alegada foi de que a construção civil era o ramo por excelência para a empregabilidade da mão-de-obra não qualificada no Brasil. Infelizmente, esse tipo de mentalidade representa um atraso enorme no desenvolvimento do Brasil e, particularmente, no desenvolvimento do concreto pré-moldado.

IBRACON – O que o IBRACON tem feito para disseminar o pré-moldado no Brasil?

Zamarion: O IBRACON tem contribuído para disseminar a tecnologia do pré-moldado através dos Congressos Brasileiros do Concreto. Já, na segunda reunião do IBRACON, em 1973, houve a exposição de uma viga pré-fabricada tipo seção Y de 25m de vão protendido e largura de 2m, construída pela CINASA. O Comitê Técnico do IBRACON de concreto estrutural, inicialmente concreto protendido, tem acompanhado a evolução da tecnologia do pré-moldado e emitido pareceres técnicos sobre as normas e problemas específicos relativos a esse sistema construtivo.♦

O grande desenvolvimento do concreto pré-moldado no Brasil se deu a partir da década de 60 e com a construção de Brasília.

Revisão da NBR 9062 – Projeto e Execução das Estruturas de Concreto Pré-Moldadas

Carlos Eduardo Emrich Melo
Presidente da Comissão de revisão
da Norma NBR 9062

Após a revisão da Norma NBR 6118, todo o conjunto de normas que se relacionam a ela necessitam ser revisadas. Estando em vigor, desde 1985, a NBR 9062 está passando por este processo de revisão, e estamos chegando ao fim. Em poucas semanas, terminamos a análise dos comentários realizados no período de consulta pública, e a norma estará pronta para ser publicada.

A revisão da norma teve como objetivo sua adequação em relação a NBR 6118, além de serem agregados os avanços tecnológicos ocorridos no período. A comissão se preocupou em realizar uma revisão que não limitasse o desenvolvimento futuro, evitando a necessidade de novas revisões no curto prazo.

Com base na tendência atual, a norma se preocupou em agregar, melhorar e ratificar alguns conceitos que estão no foco do mercado:

- 1 – Durabilidade
- 2 – Estrutura em serviço
- 3 – Análise não só nos elementos, mas na estabilidade global da edificação
- 4 – Controle de Qualidade
- 5 – Segurança
- 6 – Economia

Dentro de cada grande grupo, foram revisados conceitos e situações específicas:

- As alterações em relação aos cobrimentos das peças, correlacionando às classes de agressividade ambiental do local onde a edificação será executada;
- Para as edificações, foram definidos limites de deslocamentos em serviço, limitando deslocamentos e, com isto, evitando-se patologias nas interfaces com outros sistemas construtivos;
- Definição de parâmetros para a utilização de ligações semi-rígidas, que influenciam diretamente os efeitos de segunda ordem na edificação;
- Definição de parâmetros para melhor utilização das ferramentas de softwares de cálculo automatizados, fato do dia a dia de qualquer profissional que desenvolve um projeto;
- O Controle de qualidade, que já tinha um



tratamento bastante detalhado, teve um reforço importante na utilização de coeficientes de segurança diferenciados para estruturas com maior controle de qualidade, gerando principalmente economia na execução, beneficiando as empresas que optam em investir neste segmento;

- Melhoria na segurança, impedindo e orientando a utilização de alças e sistemas de içamentos inadequados, que geram acidentes e prejuízos;
- Melhoria nos sistemas de cálculo de blocos, reduzindo taxas e propiciando economia, deixando o sistema de pré-moldados, a que a norma se refere, mais competitivo no mercado.

Por ter sido muito bem redigida em 1985, a norma manteve seu corpo principal, onde continuou abordando o projeto e a execução. Mais uma vez, ficou clara a necessidade de valorização do projeto, que teve sua responsabilidade aumentada, por conter mais detalhes, verificações e obrigações.

Com a revisão de várias normas, e principalmente maior cobrança da sociedade, através do código de defesa do consumidor, ou ainda, de órgãos públicos, como o Corpo de Bombeiros que recentemente publicou sua instrução técnica nº 08, com maior rigor no detalhamento de estruturas de concreto em situação de incêndio, os profissionais da área do pré-moldado estão sentindo a necessidade de maiores estudos e dedicação às atualizações técnicas e normativas, principalmente nesta grande revisão que o mercado vem sofrendo, na forma de abordar, projetar e produzir estruturas.♦

Navios de Concreto

Juliana Ferreira Fernandes
Paulo Helene
Escola Politécnica
Universidade de São Paulo

Este artigo relata o maior programa de construção de navios de concreto descrito na literatura internacional. Esse programa decorreu durante as duas guerras mundiais quando houve grandes perdas de navios mercantes devido à ação de submarinos, aumentando a demanda de aço no uso militar.

Os americanos, os alemães e os ingleses sugeriram o uso do concreto armado como um material alternativo na construção do casco do navio, a partir daí foi estabelecido o “emergency shipbuilding programmes” nos Estados Unidos.

A necessidade de uma estrutura forte, durável, simples e econômica para a casca de navio favoreceu a opção por estrutura de concreto que é um material versátil e rápido de construir, transformando-o numa grande e efetiva alternativa para a substituição do aço em estruturas flutuantes.

Introdução

Foi em 1848 que por primeira vez o concreto armado foi utilizado ainda de uma forma primitiva. Na França, Joseph Louis Lambot desenvolveu a primeira aplicação do concreto armado ao construir um barco. Ele o construiu com uma amarração de barras de ferro finas e grossas, moldando o esqueleto do barco com o formato desejado. Depois da malha de

ferro pronta, Lambot a preencheu com argamassa, de cimento Portland primitivo obtido de fornos verticais, ao estilo da hoje denominada argamassa armada, Fig. 1. Em 1855, obteve a patente para seu produto, então denominado barco de “cimento armado”.

Em Roma por volta de 1890, um engenheiro italiano denominado Carlo Gabelline também começou a construir barcos e pequenos navios de concreto, sendo que o mais conhecido destas embarcações foi o navio Liguria, construído em 1905. Doze anos depois, foi relatado por Eberhardt(1995), que ele se encontrava em bom estado de conservação.

No Reino Unido por volta de 1910, vários pequenos barcos foram construídos, sendo um dos mais conhecidos o Violette, construído em 1917 e utilizado por décadas como casa noturna sobre o rio Medway na Inglaterra. Nesse mesmo ano, no mês de abril, os Estados Unidos se associaram à primeira guerra mundial. Naquela ocasião, houve uma grande falta de aço no mercado, além de vários navios mercantes afundados.

No mês de agosto de 1917, o norueguês Nicoley K. Fougner lançou o primeiro navio de concreto para navegação em alto-mar, possuindo 28 metros de comprimento e denominado Namsenfjord. Nesse mesmo ano, o governo americano convidou Fougner para liderar o “Emergency Concrete Shipbuilding Programme” recém-criado.

O executivo W. Leslie Comyn tomou a iniciativa e constituiu a empresa “San Francisco Ship Building Company” com sede em Oakland na Califórnia, para ser a construtora dos navios de concreto para o governo americano. Ele em conjunto com os engenheiros Alan Macdonald e Victor Poss projetaram a primeira embarcação de concreto americana, um navio cargueiro, denominado S.S. Faith. Essa embarcação foi lançada ao mar em 18 de março de 1918, com um custo de U\$750.000,00. Ele foi usado como navio cargueiro até o ano de 1921, quando foi vendido a Cuba.

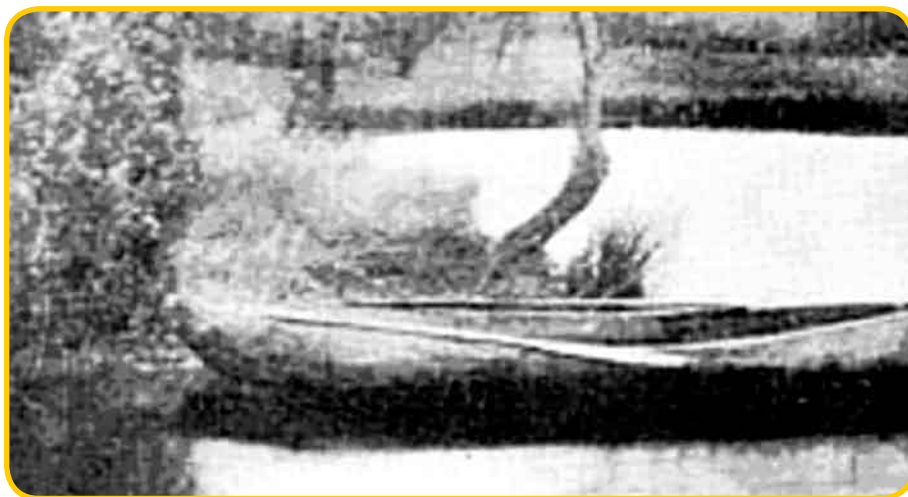


Figura 1 – Foto de um barco de “cimento armado” de Lambot.
(<http://www.concreteships.org>)

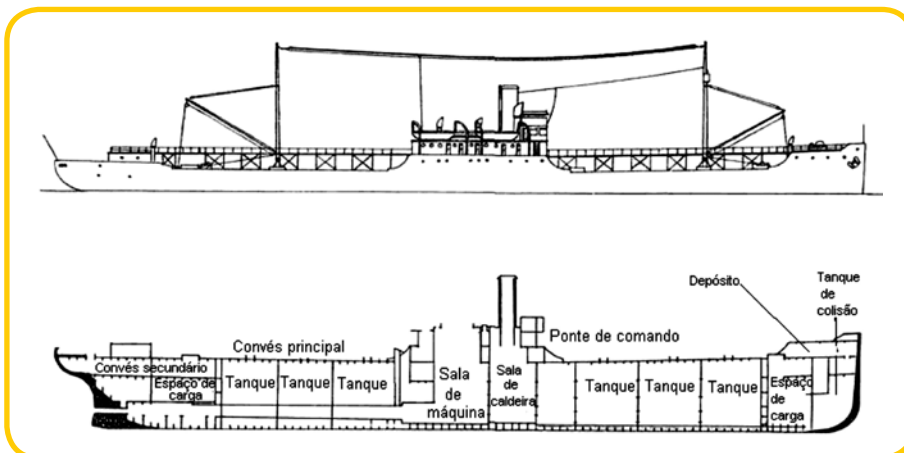


Figura 2 – Perfil de um navio de concreto petroleiro com peso próprio de 7500t, construído pela “U.S. Shipping Board’s Emergency Fleet Corporation” em 1920 e 1921. (Eberhardt, 1995)

Com o desenvolvimento da técnica, da construção e da qualidade operacional de vários navios de concreto construídos em toda a parte do mundo, o presidente dos Estados Unidos, naquela época, Woodrow Wilson finalmente aprovou um outro programa, o “Emergency Fleet Program” com uma verba de U\$ 500.000.000,00. Inicialmente, o programa consistia na construção de aproximadamente 24 navios com casca de concreto armado, com perfil indicado na Fig. 2.

Somente 12 embarcações foram construídas durante a 1ª guerra. Esses navios mais tarde foram vendidos para companhias particulares, os quais foram usados para transporte de passageiros, armazenagem e até para quebra-mares constituindo uma das primeiras aplicações bem sucedidas de reciclagem do concreto. De acordo com Rowland Morgan(1972), foram lançados ao mar mais de 500.000 toneladas de concreto em navios durante as duas guerras mundiais, veja Tabela 1.

No intervalo entre as duas guerras mundiais, não foi dada continuidade ao programa de construção de navios de concreto. Mas, na primavera de 1941, a produção de placas de aço não atendia toda a demanda do mercado. Então, a “US Maritime Commission” aprova mais uma vez a construção de navios de concreto.

Existiram cinco projetos de navios diferentes e mais um projeto que foi uma extensão do programa inicial, veja Tabela 2.

Tabela 1

Embarcações de concreto durante as duas guerras mundiais em toneladas (Morgan,1972)

País	Peso próprio total das embarcações x 1000t			
	Primeira Guerra Mundial		Segunda Guerra Mundial	
	Projetadas	Construídas	Projetadas	Construídas
Estados Unidos	560	69	700	488
Reino Unido	250	2	–	4
Alemanha	–	–	21	18
Escandinávia	–	13	–	2

Tabela 2

Navios de concreto construídos na segunda guerra mundial (Tuthill, 1945)

Local de produção	Número navios	Comprimento (m)	Largura (m)	Profundidade (m)	Deslocamento* (tf)	Concreto (m³)	Aço (kg)
Savannah	7	106,7	16,5	10,7	10930	2084,5	1525
Houston	4	106,7	16,5	10,7	10930	2084,5	1520
Tampa	24	106,7	16,5	10,7	10930	2368,4	1250
San Francisco	20	106,7	16,5	10,7	10930	1986,4	1100
Nacional City	22	109,8	17,1	11,6	12750	2444,8	1655
Nacional City	27	80,8	14,6	5,33	4000	859,5	490

* Peso de água deslocada por um navio flutuando em águas tranquilas

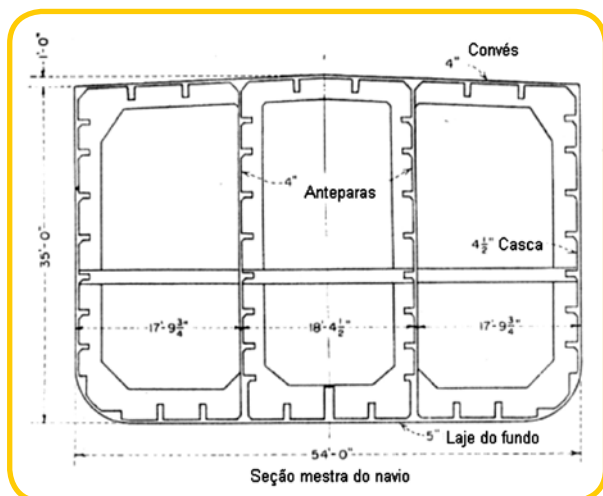


Figura 3 – Seção mestra dos navios construídos em Savannah e Houston (Tuthill, 1945)

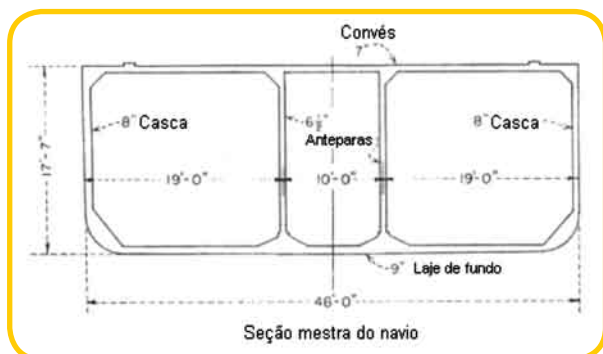


Figura 4 – Seção mestra do navio construído em Nacional City (Tuthill, 1945)

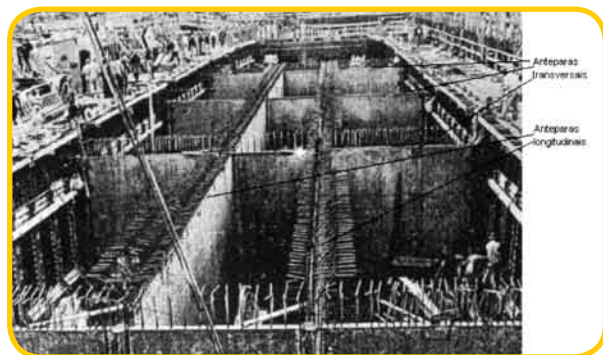


Figura 5 – Anteparas ou painéis parcialmente pré-fabricados em Nacional City (Tuthill, 1945)

As embarcações de Savannah, Houston e o da primeira National City foram navios petroleiros. Os navios de Tampa foram barcas com a finalidade de transportar cargas secas. Todas as embarcações foram submetidas a testes hidrostáticos com água a 2,5 metros acima do convés através de "bottle tight". As espessuras das cascas dos navios variaram de acordo com cada projeto de aproximadamente 11,4 cm (4 1/2 polegadas) à 20,3 cm (8 polegadas) de espessura. Nessas cascas havia dois painéis (anteparas) longitudinais e dez transversais. As espessuras do convés e da laje de fundo do casco variaram de

acordo com o projeto de 10,2 cm (4 polegadas) à 17,8 cm (7 polegadas) e de 12,7 (5 polegadas) cm à 22,9 cm (9 polegadas), respectivamente, conforme Fig. 3 e 4.

As espessuras das anteparas ou dos painéis longitudinais para cada projeto variaram de aproximadamente 10,2 cm (4 polegadas) à 16,5 cm (6 1/2 polegadas) e foram executados com o lançamento da armadura pronta, pré-fabricada, como ilustra a Fig. 5. As anteparas ou os painéis transversais eram construídos de uma só vez, e os longitudinais, em várias vezes de comprimento igual ao vão entre as transversais.

Materiais utilizados

O material utilizado nas embarcações da primeira guerra mundial foi o concreto leve, com valores de resistência à compressão próxima de 35MPa (um ano mais tarde chegou-se a 46MPa) e massa específica em torno de 1760 kg/m³, enquanto o valor usual de resistência à compressão dos concretos tradicionais era de 15MPa, naquela época. O conteúdo de cimento utilizado na mistura foi alto chegando até 528kg/m³. O agregado leve utilizado foi o xisto expandido fabricado em forno rotativo de marca comercial Haydite. Esse agregado foi desenvolvido por Stephen Hayde em meados de 1900 em Kansas City, Missouri nos Estados Unidos.

Nas embarcações construídas durante a segunda guerra mundial, foram gastos aproximadamente 2300 m³ de concreto leve no casco de cada navio. O agregado leve utilizado foi o da marca comercial Haydite, o mesmo utilizado nos navios

Tabela 3

Composições químicas do cimento Portland tipo II utilizado nas misturas do concreto (Tuthill, 1945)

Local de produção Cimento Portland Análise química [%]	San Francisco Tipo II
CaO	65,0
SiO ₂	21,4
Al ₂ O ₃	5,4
Fe ₂ O ₃	4,3
MgO	1,6
SO ₃	1,7
Perda ao fogo	0,6
Resíduo insolúvel	0,1
Al ₂ O ₃ /Fe ₂ O ₃	1,2
C ₃ S	55
C ₃ A	7
Total de álcalis expresso em Na ₂ O	1,06

Tabela 4
Dosagem do concreto Portland
utilizado nos navios construídos
em San Francisco

Materiais	Proporções
Cimento Portland II	589 kg
Agregado leve graúdo (Haydite)	
3/8" (% de volume de sólido)	20
1/2" (% de volume de sólido)	35
Areia natural (% de volume de sólido)	45
Relação água/cimento (kg/kg)	0,43
Slump (mm)	155
Tempo de mistura (minutos)	3

da década de 20. O cimento Portland tipo II foi selecionado para ser utilizado no traço do concreto por apresentar moderado calor de hidratação, boa durabilidade e melhor resistência ao ataque de sulfatos. Por essas razões, a fabricação desse cimento sofreu algumas alterações em sua composição, com o intuito de reduzir o calor e aumentar a resistência a sulfatos. As Tabelas 3 e 4 ilustram a composição do cimento Portland tipo II e a dosagem do concreto utilizado nas embarcações construídas em San Francisco. O diâmetro máximo do agregado utilizado nessas embarcações foi de 12,7 mm, a

quantidade de cimento foi de aproximadamente 589kg por metro cúbico

A resistência média à compressão para esse concreto foi, aos 28 dias, de 40MPa e, aos 365 dias, de 52MPa. O módulo de elasticidade, aos 28 dias, foi 22,4GPa.

Mistura

A mistura do concreto era executada no canteiro por betoneira estacionária, próximo à estrutura, depois de pronta ela era colocada em grandes caçambas e içada até o nível mais alto do navio. As caçambas eram levadas por carrinhos de mão até a linha central do esqueleto da embarcação, Fig. 6(a). O lançamento do concreto era por escorregamento através de grandes tubos inclinados até o local de moldagem, Fig. 6(b).

A mistura do concreto na segunda guerra mundial foi executada em caminhões betoneiras, Fig. 7. Naquela ocasião, não havia métodos novos de lançamento do concreto para o preenchimento das fôrmas. Na maioria dos casos, o lançamento do concreto foi similar ao lançamento da primeira guerra já descrito anteriormente.

Slump

Nos concretos utilizados nos cascos dos navios, a questão da consistência foi muito discutido, o slump do concreto do primeiro navio foi em média 7,6 cm (3 polegadas). À medida que foram construindo mais navios, o slump variava de 10,2 cm (4 polegadas) à 15,2 cm (6 polegadas), por fim, chegou-se a 11 cm, para o mesmo conteúdo de água. A intenção era obter um

concreto mais trabalhável, pois o casco do navio era delgado além de toda a armação existente.

Em alguns casos, houve imperfeições na concretagem devido a vazamentos ou à ruptura da fôrma, contudo os problemas foram fácil e rapidamente contornados.

Fôrmas

Em todos os projetos de navios de concreto, foram utilizados fôrmas de madeira, exceto os projetos da Nacional City e de Tampa que foram utilizados fôrmas de aço na seção mestra do navio.



Figura 6 – Concretagem de uma embarcação construída durante a primeira guerra mundial (Eberhardt, 1995)

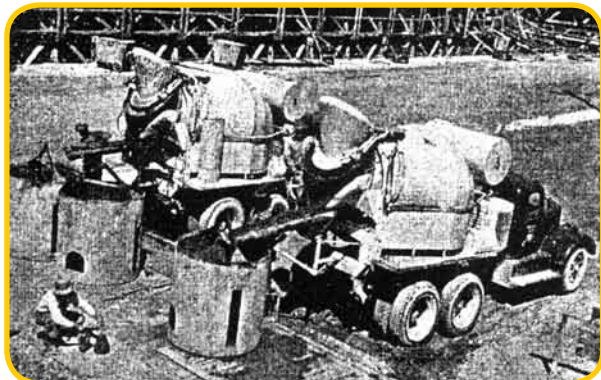


Figura 7 – Slump-teste realizado no canteiro de Tampa, Florida

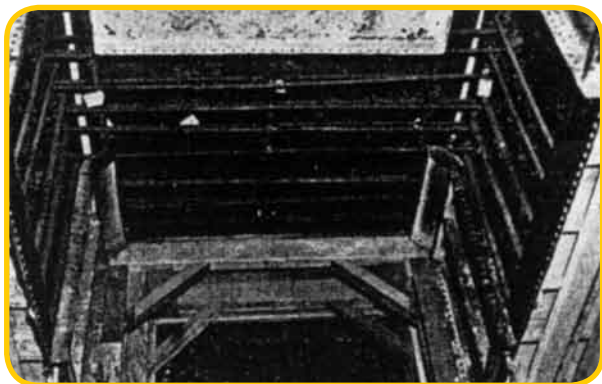


Figura 8 – Fôrmas de aço deslizante utilizada nas embarcações de Nacional City

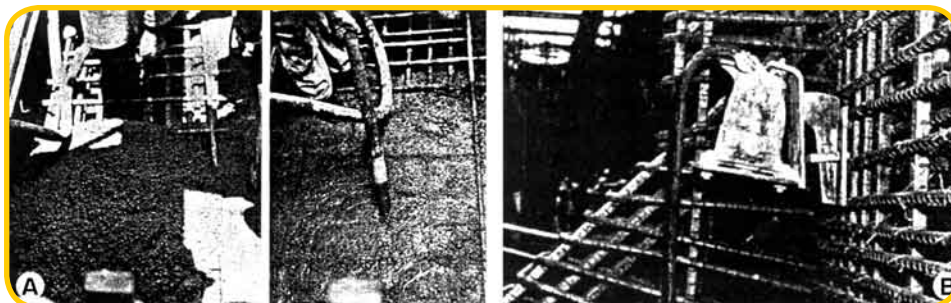


Figura 9 – (A) Vibrador de imersão utilizado no lançamento do concreto; (B) equipamento vibratório acoplado diretamente na armadura durante o lançamento do concreto, utilizado nos navios da Nacional City

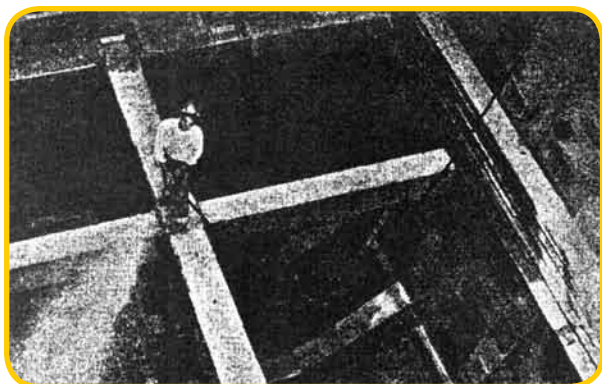


Figura 10 – Cura do concreto feita por jatos de água lançada nas fôrmas da parte interna dos navios de Nacional City

As espessuras das fôrmas de madeira eram de aproximadamente 1,9 cm ($\frac{3}{4}$ polegadas), exceção nas lajes de fundo dos cascos do projeto de Tampa, as fôrmas possuíam 2,5 cm (1 polegada).

Vibração

Um dos fatores de sucesso do lançamento do concreto foi a eficiente vibração e o adensamento do concreto. O vibrador que obteve melhores resultados foi o do tipo imersão, Fig. 9a. Foram utilizados outros dispositivos para a acomodação do concreto, como ilustra a Figura 9b.

Cura

A cura nas primeiras idades do concreto foi realizada com jatos de água lançados da parte interna do navio, como ilustra a Fig. 10, exceção à superfície do convés do navio. As fôrmas externas dos navios não eram removidas antes da concretagem do convés. Foi decidido pelo programa que a cura através de jatos d'água perdurariam no mínimo por 30 dias.

Peso do casco

Essas embarcações foram construídas sob condições emergenciais e sob pressão. Os cascos dos navios de concreto construídos durante as duas guerras mundiais eram muito mais pesados do que se fossem construídos de aço, mas mesmo assim, obtiveram uma excelente performance em alto-mar, além de mostrar

um ótimo comportamento ao impacto, à colisão, à explosão e ao fogo.

Estimativas realizadas por Morgan(1972) prediz que o peso do casco para embarcação de concreto protendido acima de 100.000t tende a se igualar ao peso do casco de aço.

O peso do casco não é necessariamente o único critério para estimar a eficiência do casco de um navio, mas é o maior problema que o concreto pode enfrentar para este tipo de aplicação. Para que haja sucesso neste tipo de empreitada o peso do casco de concreto deve ser tratado realisticamente.

Quantidade de aço armado

Foram utilizadas uma grande quantidade de armaduras nas embarcações de concreto construídas durante as duas guerras mundiais, veja Fig. 11. Na ocasião, foi estimado que se utilizaria em armaduras o equivalente a 33% da quantidade de aço necessário para construir um navio metálico.

Custos de construção

A principal proposta do "emergency ship-building programmes" foi economizar placas de

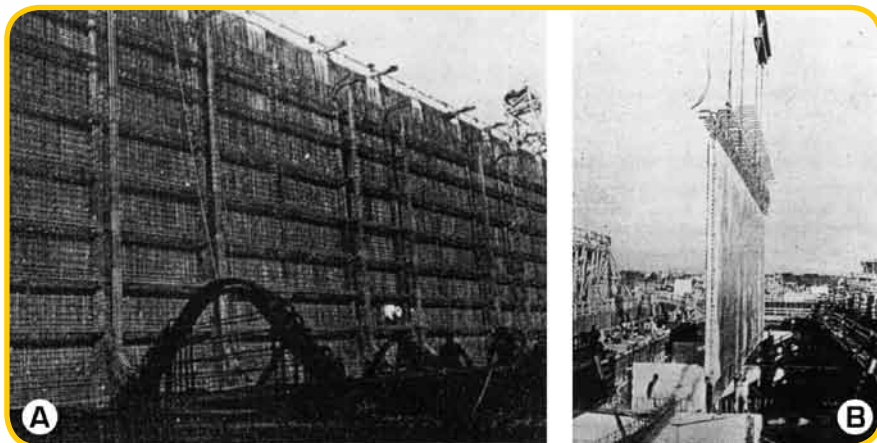


Figura 11 – (A) Excesso de armaduras nas cascas laterais dos navios de Savannah; (B) posicionamento das armaduras prontas na execução da antepara longitudinal, projeto em Nacional City. (Tuthill, 1945)

aço, contudo a tentativa de obter uma construção econômica foi de longe excedida. De acordo com Morgan(1972), foram gastos em média de U\$ 200,00 por tonelada do peso próprio. Com o uso repetitivo dos projetos e das execuções, houve uma redução significativa nesses valores. No projeto em Nacional City com 22 embarcações de navios petroleiros de peso próprio 6375 tf cada um, a redução foi de U\$300,00 para U\$135,00 por tonelada de peso próprio. Em Tampa, os 24 tanques auto-impulsionados construídos, com peso próprio de 5200 tf, sofreram redução de gastos de U\$410,00 para U\$314,00 por tonelada de peso próprio.

Custos de reparos e de manutenção

A durabilidade do concreto em alto-mar é bem determinada e mostrou custos consideravelmente econômicos de manutenção em relação aos cascos de aço. Os custos da manutenção média de barcos de concreto citados por Morgan(1972) são em torno de U\$2830,00 por barco por ano, em contrapartida os barcos de aço são U\$8200,00 por barco por ano. Já os custos dos reparos em navios de concreto são cotados em 50% dos valores dos reparos dos navios de aço.

86 anos de vida

Sturm et al.(2000) relatam um estudo com 10 navios de guerra, um da primeira guerra mundial com 80 anos de vida, o “S S Peralta”, e os outros nove são da segunda guerra mundial com 55 anos de vida. Hoje, eles estão na Powell River em British Columbia no Canadá como quebra mar, Fig. 12. Esses pesquisadores fizeram estudos petrográficos nesses navios e constataram excelente contato na zona de

transição agregado/matriz, completa hidratação do cimento e um dano insignificante devido aos efeitos gelo e degelo. Esse estudo microscópico mostrou claramente a hidratação contínua da pasta de cimento, resultando em incrementos contínuos na resistência à compressão nos cascos dos navios. As resistências à compressão do concreto desses navios nos dias de hoje foram superiores a 60MPa.

Berger/Abam Engineers (2000) cita que essas embarcações exibiam excelente durabilidade e baixo custo de manutenção. Um dos relatos mais bem documentados é o do navio USS Selma, construído na primeira guerra mundial com a função de transportar petróleo, Fig. 13a. Durante a inspeção de 1953, testemunhos do tanque de concreto foram retirados acima e abaixo do nível da água. Foram realizados ensaios de compressão simples, de aderência aço-concreto e de módulo de elasticidade. Após 34 anos de vida, foi verificada uma resistência média de 77MPa, praticamente o dobro da encontrada aos 28 dias (39 MPa), uma resistência de aderência média de 3,6MPa e um módulo de elasticidade médio de 22,8GPa. Nessa embarcação, foram utilizadas 1500 toneladas de armaduras de aço doce.

Histórias incríveis são encontradas na literatura sobre esses navios, como a da embarcação S S San Pasqual, Fig. 14b. Essa embarcação, com



Figura 12. Corrente formada por navios de guerra como quebra mar em Powell River, Canadá. A fig. (a) ilustra a configuração dos navios pelos seus respectivos nomes.(www.concreteships.org)

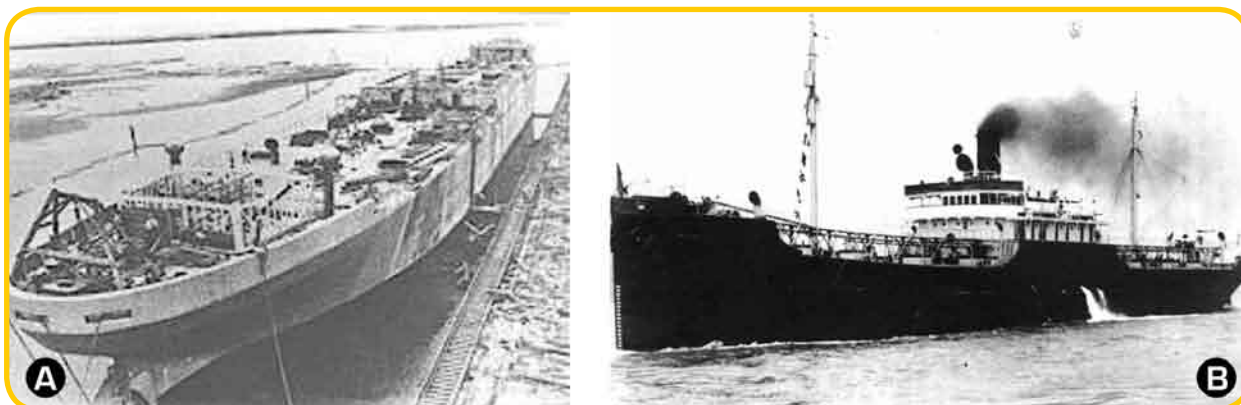


Figura 13 – Navios de concreto construídos na primeira guerra mundial: (a) Navio SS Selma; (b) Navio Palo Alto em alto-mar em 1920



Figura 14 – Navios de concreto construídos na primeira guerra mundial: (a) navio SS Cuyamaca em San Diego, Julho 1920; (b) Navio SS San Pasqual, hoje um hotel em Cuba (www.concreteships.org)

132m de comprimento, 16,5m de largura e 8m de altura, foi lançada ao mar em 28 de junho de 1920 com a função de transportar petróleo. Em março de 1921, ela foi atingida por um temporal e permaneceu durante os três anos seguintes ancorada. Em 1924, ela foi comprada pela Old Times Molasses Company of Havana em Cuba e usada como navio cargueiro em Santiago. Oito anos depois, San Pasqual foi desmontada e usada como depósito de navios em Havana. No período da segunda guerra mundial, essa embarcação foi utilizada para procurar submarinos

alemães. Durante a revolução de Cuba, esse navio serviu como prisão de soldados capturados pelo exército de Che Guavara. Desde então, o navio serviu para várias propostas, incluindo em seu currículo um clube de esporte para homens e um quartel general para competições de pescaria. Finalmente, na década de 90 o navio foi convertido em um hotel e permanece até os dias de hoje. O navio internamente pode ser visto no site: <http://www.geocities.com/vedado-habana/sanpasqual.html>. A embarcação San Pasqual está completando 86 anos e é a mais antiga dos navios de guerra.



Figura 15 – Barcaça Ardjuna construída na Indonésia pela Berger/Abam Engineers

Embarcações futuras

Hoje, com o aprimoramento da tecnologia dos concretos e com o desenvolvimento de novos materiais componentes, como os aditivos redutores de água e as adições pozolânicas, pode-se obter com facilidade alta resistência mecânica e elevada durabilidade. Além dos concretos de alta resistência, há a tecnologia da protensão com cabos

de aço de altíssima resistência, a tecnologia do pré-fabricado e os conceitos mais perfeitos de projetos com uso de computadores.

Com tudo isso, já se encontra no mercado grandes barcas de concreto que transportam gás natural liquefeito à -162° C, conforme Fig. 15. Uma dessas barcas é a Ardjuna Sakti, localizada no Mar Java na Indonésia. Ela possui um volume de 15.707

metros cúbicos de concreto protendido, 17 metros de altura, 41,5 metros de largura e 140,5 metros de comprimento, lançada ao mar em 1974 e está em excelente estado de conservação.

O que já era viável, simples, forte e econômico em outros tempos, um navio de concreto hoje, pode ser uma excelente opção para estruturas offshore.♦

Referências Bibliográficas

Berger/r Engineers, Inc.(2000) "Final Report Phase 1 – Concept Development Modular Hybrid Pier (MHP)". Naval Facilities Engineering Service Center. CR 00-001-SHR, february. 121 p.

Eberhardt, R. (1995) "Concrete Shipbuilding in San Diego, 1918-1920". The Journal of San Diego History. V.41, N.2.

Heron, D. W. (1991) "Forever Facing South: The Story of the S. S. Palo Alto "the Old Cement Ship" of Sealiff Beach". Ed. Otter B Books, july.104pp.

Morgan, R.G. (1972) "Concrete Ship". In Proceedings of the FIP Symposium Concrete Sea Structures. Tbilisi, September,1972. pp 114-119.

Morgan, R.G. (1977) "History and Technical Development of Concrete Ship". The Naval Architect. January, pp. 8 – 11.

Sturm, R. D.; McAshkill, N.; Burg, R. G.; Morgan, D. R. "Evolution of Lightweight Concrete Performance in 55 to 80 Year Old Ship". In ACI – SP189-7.

Tuthill, L. H. (1945) "Concrete Operations in the Concrete Ship Program". Journal of the American Concrete Institute. Detroit, Michigan, V.16, N.3, January. pp. 137-177.



CASSOL

PRÉ-FABRICADOS

Soluções pré-fabricadas em concreto com selo de qualidade.



FLORIANÓPOLIS - SC

RIO DE JANEIRO - RJ

CANÓAS - RS

CURITIBA - PR

Curitiba-PR • Tel.: (41) 3641-5900 • Fax.: (41) 3643-1524 • comercial@cassol.ind.br
Florianópolis-SC • Tel.: (48) 3381-2900 • Fax.: (48) 3259-1011 • cassolsc@cassol.ind.br
Rio de Janeiro-RJ • Tel.: (21) 2682-0864 • Fax.: (21) 3787-3465 • cassolrj@cassol.ind.br
Canoas-RS • Tel/fax.: (51) 3462-5900 • cassolrs@cassol.ind.br

www.cassol.ind.br

