

OBRAS DE ARTE

## MODELOS DE DIMENSIONAMENTO, NORMALIZAÇÃO E MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE PONTES E VIADUTOS



**IBRACON**  
Instituto Brasileiro do Concreto

Ano XLIII

**80**

OUT-DEZ  
2015

ISSN 1809-7197  
[www.ibracon.org.br](http://www.ibracon.org.br)



57º CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO

DEBATES EM TORNO  
DA SUSTENTABILIDADE  
DO CONCRETO

MERCADO NACIONAL

DESEMPENHO E  
EXPECTATIVAS DA INDÚSTRIA  
DE PRÉ-FABRICADOS

ENTIDADES DA CADEIA

75 anos da ABNT



# Luciano Afonso Borges

Engenheiro civil formado na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo na turma de 1968.

Iniciou sua carreira profissional na construção de edificações, mas, já em 1970, foi trabalhar em projetos de pontes no escritório de Fritz Leonhardt, na Alemanha. De volta ao Brasil em 1972, ingressou na Maubertec, para trabalhar no projeto de um conjunto de pontes para o Anel Viário de São Paulo, obra que acabou não seguindo adiante. Ainda na década de 1970, foi convidado pelos engenheiros Maurício Gertsenchtein e José Roberto Bernasconi a se tornar sócio da empresa, onde atualmente é diretor executivo.

Borges lecionou nas cadeiras de Pontes e de Concreto na Escola de Engenharia de Lins por 15 anos, até 1986. Ele tem atuado institucionalmente na Associação Paulista de Empresas de Consultoria e Serviços em Saneamento e Meio Ambiente (APECS) e no Sindicato Nacional das Empresas de Arquitetura e Engenharia Consultiva (Sinaenco).

**IBRACON** – QUAL FOI SUA TRAJETÓRIA PROFISSIONAL DESDE A ESCOLHA DO CURSO DE ENGENHARIA ATÉ A DIREÇÃO DE UMA EMPRESA DE PROJETOS E GERENCIAMENTO ENVOLVIDA EM GRANDES OBRAS DE ENGENHARIA PAÍS AFORA?

**LUCIANO AFONSO BORGES** – A engenharia civil sempre foi a área profissional que mais me interessou. Após o meu ingresso na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, tive que escolher o curso e a especialidade, já que naquela época isto ocorria já a partir do 3º ano do curso de graduação. Optei pela especialidade de Estruturas. Terminado o curso em 1968, fui trabalhar na construção de prédios na Construtora Itapuã e passei a ministrar aulas na cadeira de Pontes na Escola de Engenharia de Lins, em substituição ao Prof. Maurício Gertsenchtein, que fora meu professor de concreto na Politécnica. A área de construção de edificações não me atraiu, de forma que, em 1970, resolvi trabalhar em projetos de pontes na Alemanha. Com o apoio do Prof. Telemaco Van Langendonck, meu professor na Politécnica, consegui uma oportunidade no escritório do Prof. Fritz Leonhardt, de renome internacional em concreto armado e protendido e em pontes, cujos livros me serviam de referência para as aulas que ministrava em Lins. Em meados de 1972, atendendo a um convite do Prof. Maurício, retornei

para trabalhar na Maubertec que, na época, tinha um conjunto de pontes de grande porte do Anel Viário para projetar. O empreendimento do Anel Viário estava sob a responsabilidade do DER (Departamento de Estradas de Rodagem de São Paulo) e o gerenciamento era realizado pelos Consultores Gerais.

Em 1973 voltei a lecionar na Escola de Engenharia de Lins na Cadeira de Concreto II. Permaneci nesta atividade acadêmica até 1986, complementarmente colaborando nas atividades do Departamento de Engenharia Civil e na Fundação Mantenedora da Escola. Na Maubertec comecei na condução dos projetos de pontes, porém, com o passar do tempo, as atividades foram ampliadas para as obras de metrô, para as obras viárias, de saneamento básico, edificações, industriais, gerenciamento e fiscalização de obras e para a manutenção de ativos. Passados poucos anos, ainda na década de 70, os engenheiros Maurício Gertsenchtein e José Roberto Bernasconi, sócios fundadores da Maubertec, me convidaram para participar da empresa como sócio, convite que prontamente aceitei. Minha atuação na Empresa, hoje, é de Diretor Executivo, focada na produção e na comercialização de projetos, com uma certa dose de atuação institucional através da Apecs e do Sinaenco.

**IBRACON** – QUAIS AS PREMISSAS PARA UM BOM PROJETO DE OBRAS DE ARTE? QUAIS FATORES SÃO DETERMINANTES NA ESCOLHA DO MELHOR PARTIDO ESTRUTURAL? QUE CONDIÇÕES SÃO IMPRESCINDÍVEIS DE SEREM LEVADAS EM CONTA NO PROJETO ESTRUTURAL, CONSIDERANDO SEGURANÇA, CONFORTO E DURABILIDADE DA OBRA?

**LUCIANO AFONSO BORGES** – Um bom projeto de obra de arte é aquele que atende às condições de segurança e conforto do usuário, aos requisitos de durabilidade e economicidade, e que garante uma inserção estética agregadora ao meio ambiente. A escolha do melhor partido estrutural depende dos vãos que devem ser vencidos e dos gabaritos que devem ser obedecidos. A partir dessas condicionantes, pode-se escolher um elenco de partidos estruturais que se mostrem mais adequados, no que se refere aos aspectos estéticos, econômicos, construtivos e de segurança. De maneira geral, as obras com vãos maiores são mais dispendiosas do que aquelas com vãos menores. Um aspecto a ser observado na escolha dos vãos é a adequada proporção entre eles, sobretudo nos de extremidade. Outro fator que pode fundamentar vãos maiores é a condição do subsolo para a fundação. Fugir de condições adversas de fundação através de vãos maiores pode ser uma solução econômica para contornar custos e riscos elevados



**AS OBRAS DE ARTE, COMO O PRÓPRIO NOME DIZ,  
DEVEM PROPORCIONAR AO SEU ENTORNO UMA BELEZA  
DECORRENTE DA SUA ARQUITETURA E DA FORMA  
COMO SE INSEREM NA PAISAGEM**







## O LEGADO SERIA UM DOCUMENTO QUE SINTETIZARIA AS INFORMAÇÕES GERADAS AO LONGO DA OBRA, COM ANÁLISE CRÍTICA DO PROCESSO E DAS SOLUÇÕES ADOTADAS, E COM RECOMENDAÇÕES DE MELHORIAS PARA OS PRÓXIMOS EMPREENDIMENTOS



das fundações, que podem superar os de aumento dos vãos. Nas pontes longas a solução usual é a de restringir o vão maior para atender ao gabarito de navegação, seguido dos dois adjacentes, com vãos proporcionais e estruturalmente ajustados. Para os acessos a esses vãos centrais opta-se por vãos menores e mais econômicos. As obras de arte, como o próprio nome diz, devem proporcionar ao seu entorno uma beleza decorrente da sua arquitetura e da forma como se inserem na paisagem. É equivocado focar apenas os aspectos econômicos, que muitas vezes restringem soluções que, embora mais dispendiosas, possam agregar valores estéticos importantes. No que se refere à segurança da estabilidade da obra, é importante considerar corretamente as cargas de Norma ou mesmo outras excepcionais que irão solicitar a obra. Do ponto de vista do usuário, a incorporação dos dispositivos de segurança, como os guarda-rodas, guarda-corpos, a correta sinalização e a adequada drenagem que impeça o acúmulo de água na pista, são requisitos fundamentais e indispensáveis. A durabilidade da obra depende da obediência às espessuras de cobertura das armaduras especificadas em Norma e da qualidade do concreto. As juntas de dilatação são pontos de fragilidade e eventualmente de desníveis no pavimento. São locais onde os cuidados de projeto e de execução

devem ser redobrados. Mas é na execução que residem os maiores problemas de durabilidade da obra.

**IBRACON** – NA SUA AVALIAÇÃO, ESSAS PREMISSAS, FATORES E CONDIÇÕES TÊM SIDO DEVIDAMENTE CONSIDERADOS NOS ATUAIS PROJETOS DE OBRAS DE ARTE CONTRATADOS PELO GOVERNO BRASILEIRO OU NAS PARCERIAS PÚBLICO-PRIVADAS?

**LUCIANO AFONSO BORGES** – De maneira geral, o projeto de obras de arte no Brasil está bem atendido pelos escritórios de projeto, que utilizam os recursos tecnológicos mais modernos disponíveis no mercado internacional, e há obras de grande complexidade já executadas e em execução no país. Através do Sinaenco e da Apecs, temos proposto aos clientes a introdução, nas suas contratações de projeto, da figura da Assessoria Técnica ao Empreendimento (ATE). Essa Assessoria teria por objetivo dar suporte ao cliente nas demandas imprevisíveis, que, portanto, não foram contempladas no escopo na fase que antecede à contratação e ao início da obra, como a obtenção de licenças e autorizações, a atualização do orçamento, a alteração do pacote técnico, necessidades oriundas das fases de licitação e contratação da obra e a readequação da divisão da obra em lotes, entre outros. Atualmente, apenas é contemplada nas contratações a Assistência Técnica à Obra (ATO), que dá suporte a ocorrências durante a execução da

obra, que demandem novas soluções ou ajustes de projeto.

Outra missão importante da ATE é elaborar o Legado do Empreendimento e propor ao cliente, nos casos de empreendimentos de maior vulto e complexidade, um plano de avanço tecnológico que possa ser estruturado utilizando a própria execução da obra como fonte de dados e informações para alimentar a execução do plano. Participariam do Plano o cliente, a projetista, o gerenciador, o executor e a universidade.

A partir do início da obra, por meio de reuniões sistemáticas, a ATE e seus atores passariam a analisar, discutir e registrar os problemas e as soluções encontradas durante a execução do empreendimento, no que se refere aos aspectos contratuais, de planejamento, de projeto, de execução, de gestão e do desempenho dos vários atores. Ao final da obra a Assessoria, com o apoio dos demais agentes, elaboraria o Legado do Empreendimento. O Legado seria um documento que sintetizaria todas as informações geradas nas reuniões sistemáticas ao longo da execução da obra, conteria uma análise crítica do processo e das soluções adotadas sob todos os aspectos já mencionados, proporia alternativas e recomendaria melhorias para os próximos empreendimentos. O Legado seria, ainda, um produto umbilicalmente ligado ao



Empreendimento, que disponibilizaria para a sociedade em geral e para as áreas específicas da engenharia a experiência de implantação do empreendimento. Seria assim estabelecido um programa de melhoria contínua, de desenvolvimento tecnológico sustentável, registrando e divulgando a experiência acumulada.

**IBRACON** – O PAÍS TEM UTILIZADO O QUE HÁ DE MAIS MODERNO EM TECNOLOGIAS DE CONSTRUÇÃO DE PONTES, VIADUTOS E TÚNEIS? QUAIS SÃO ESSAS TECNOLOGIAS E PARA QUAIS SITUAÇÕES SÃO MAIS RECOMENDADAS? EXISTE UMA TENDÊNCIA NO SETOR DE SE CAMINHAR PARA A INDUSTRIALIZAÇÃO DA CONSTRUÇÃO? POR QUÊ?

**LUCIANO AFONSO BORGES** – Em princípio a engenharia nacional vem acompanhando e aplicando as modernas tecnologias de construção de pontes, viadutos e túneis. Estão aí as obras estaiadas de grandes vãos e os grandes túneis como testemunhos dessa realidade. O que ocorre é que o Brasil poderia estar muito melhor se houvesse por parte dos clientes uma política de valorização e estímulo ao desenvolvimento da nossa engenharia. O desperdício que presenciamos é de estarrecer. Os clientes empobreceram tecnicamente, as equipes técnicas ficaram reduzidas pela aposentadoria de seus membros, não houve renovação.

CRÉDITO: CONSTRUTORA NORBERTO ODEBRECHT



**Ponte Itapaiúna sobre o Rio Pinheiros**

Os clientes privados, por sua vez, só agora começam a estar mais bem preparados para fazerem contratações mais adequadas, evitando que o preço mínimo prevaleça sobre todos os fatores de qualidade.

Existe um princípio básico que reza o seguinte: “a qualidade do mercado fornecedor é ditada pela qualidade do mercado comprador”.

Se o mercado comprador não estiver preparado para exigir e comprar uma engenharia de qualidade, o mercado fornecedor terá dificuldade para se desenvolver.

Nós estamos empobrecidos e a sugestão da introdução da ATE nos

contratos pode ser uma atitude de grande impacto e baixo custo para ajudar a melhoria da nossa engenharia, tanto de projeto como de construção, da gestão do próprio cliente e das teses e trabalhos nas universidades, com grande repercussão para a sociedade, para o desenvolvimento tecnológico nacional e para a qualidade e custo dos empreendimentos.

Quanto a caminhar para a industrialização da construção, isto deve ser sempre uma meta, porque ela permite ganhar em produtividade, qualidade, prazo e preço. Nos produtos industrializados em série ela encontra o seu ambiente mais propício. No

“

**SE O MERCADO COMPRADOR NÃO ESTIVER PREPARADO PARA EXIGIR E COMPRAR UMA ENGENHARIA DE QUALIDADE, O MERCADO FORNECEDOR TERÁ DIFICULDADE PARA SE DESENVOLVER**

”



caso da construção civil, o produto, em geral, não é produzido no mesmo local da implantação da obra, a quantidade de unidades iguais é restrita e nem sempre são todas iguais. O distanciamento da fábrica ao local da implantação é um fator restritivo que conduz à solução da pré-fabricação em canteiro. Esta é uma solução que pode gerar muitos problemas, sobretudo se o grau de pré-fabricação da obra é alto. A razão dos problemas está no fato de que as construtoras, quando fazem a pré-fabricação no canteiro, com frequência, devido a condições circunstanciais, utilizam equipes que

não estão preparadas para esse tipo de execução, que requer outro nível de cuidado de planejamento e de precisão. A restrição na forma arquitetônica pode ser também um obstáculo para a industrialização, embora existam obras arquitetonicamente arrojadas pré-fabricadas, e o exemplo internacional premiado mais recente é o do Hotel Bella Sky em Copenhague, na Dinamarca. Na medida em que a industrialização conseguir flexibilidade, removendo esses fatores restritivos, dando portabilidade à fábrica para o local da obra, por exemplo, sem dúvida ela

ganhará mais mercado, por razões óbvias: a qualidade do produto tende a ser melhor, assim como também a produtividade. O desenvolvimento da execução pré-fabricada da obra em paralelo com as fundações viabiliza cronogramas mais curtos e custos menores. A portabilidade aqui mencionada não se restringe a equipamentos apenas, mas, sobretudo, à cultura e às equipes treinadas. A pré-fabricação no canteiro normalmente utilizada, e com os problemas acima descritos, poderia ter outra configuração se a fábrica portátil, no local, conseguir competitividade.



CRÉDITO: CONSORCIO PANAMBY

**IBRACON** – Como você vê o EMPREGO DO CONCRETO PROJETADO COMO REVESTIMENTO PRIMÁRIO E COMO REVESTIMENTO DEFINITIVO EM TÚNEIS RODOVIÁRIOS E METROVIÁRIOS?

**LUCIANO AFONSO BORGES** – Entendo que o concreto projetado, desde que bem controlado e bem aplicado, pode ser utilizado como revestimento primário e também definitivo; apenas deverá ser analisada a questão da forma e do acabamento do túnel. A ausência da fôrma que garanta a conformação geométrica exige que a aplicação seja muito bem-feita.

**IBRACON** – E QUANTO À PROTENSÃO DE PONTES E VIADUTOS? ELA É BEM EMPREGADA NO BRASIL? COMO A TECNOLOGIA SE DESENVOLVEU DESDE SUA IMPLANTAÇÃO NO PAÍS NA DÉCADA DE 1970?

Ponte Laguna sobre o Rio Pinheiros

“

NA MEDIDA EM QUE A INDUSTRIALIZAÇÃO CONSEGUIR FLEXIBILIDADE, DANDO PORTABILIDADE À FÁBRICA PARA O LOCAL DA OBRA, ELA GANHARÁ MAIS MERCADO, POR RAZÕES ÓBVIAS: MELHORA NA QUALIDADE E NA PRODUTIVIDADE

”





## SE HOUVESSE UMA POLÍTICA DE MANUTENÇÃO ATIVA DOS CLIENTES, UMA SÉRIE DE REFORÇOS E RECUPERAÇÕES PODERIA TER SIDO EVITADA E SUBSTITUÍDA POR AÇÕES PREVENTIVAS, DE CUSTO MUITO MENOR



**LUCIANO AFONSO BORGES** – A protensão no Brasil se desenvolveu a partir dos cabos de pequena potência dentro da tecnologia francesa representada pelo sistema Freyssinet. A partir da década de 70, com a instalação da empresa VSL no Brasil, passou-se a utilizar cabos com potências iguais ou superiores a 120 tf, e longos, com enfição posterior, no lugar dos cabos de 40 tf.

Esse mercado veio sendo acompanhado pela empresa nacional Rudloff, que acabou incorporando, anos mais tarde, a VSL do Brasil. Ainda dentro dos sistemas nacionais que se desenvolveram posteriormente, é importante mencionar a Mac Protensão e a Protende, esta associada à empresa italiana Tensacciai SpA.

No segmento de cabos para pontes estaiadas, a Protende tem tido uma participação marcante no mercado. O mesmo se diga na área dos aparelhos de apoio para cargas elevadas tipo bacia e outros.

**IBRACON** – SUA EMPRESA DESENVOLVEU UM SISTEMA INTEGRADO DE GESTÃO, QUE CONCILIA A GESTÃO DA QUALIDADE COM A GESTÃO AMBIENTAL. CONTE-NOS SOBRE ESTE SISTEMA. O QUE LEVOU À SUA IMPLANTAÇÃO? COMO ELE INTERFERE NO PLANEJAMENTO, PROJETO, EXECUÇÃO E GERENCIAMENTO DE OBRAS DE ARTE DA EMPRESA (CITAR EXEMPLOS DE OBRAS)? COMO ELE TEM SIDO USADO PARA MONITORAR ANOMALIAS EM PONTES E VIADUTOS SOB GESTÃO DA MAUBERTEC, NO SENTIDO DE TOMAR MEDIDAS PREVENTIVAS (CITAR EXEMPLOS DE OBRAS)?

**LUCIANO AFONSO BORGES** – Ao longo de sua existência como empresa que desenvolve projetos estruturais, a Maubertec teve muitos trabalhos relacionados à recuperação e reforço estrutural. Essa convivência sempre deixou claro que, se houvesse uma política de manutenção ativa dos clientes, uma série de reforços e recuperações poderia ter sido evitada e substituída por ações preventivas, de custo muito menor, que garantiriam a confiabilidade e a disponibilidade do ativo (a estrutura).

Essa evidência óbvia nos levou, durante toda a existência da Maubertec, a uma política de sensibilização dos nossos clientes públicos para a necessidade de implantar um sistema de manutenção para as estruturas, bem como prever uma rubrica específica no orçamento da empresa – afinal, estruturas necessitam de cuidados, muito embora seu processo de deterioração seja relativamente lento em comparação com o de equipamentos.

Finalmente, conseguimos lograr sucesso na Sabesp (Companhia de Saneamento de São Paulo), em função da queda da adutora do Socorro (1989), que deixou parte da cidade sem água, e abriu-se então um espaço no orçamento. Fomos contratados pela Sabesp em 1992 para desenvolver e implantar um plano de manutenção de Reservatórios e Travessias. Esse plano foi implantado e até hoje orienta a Companhia nas suas ações de manutenção dessas estruturas.

Logo após este trabalho, em 1995, o DER, a partir de um financiamento do Banco Mundial, nos contratou para desenvolver o Sistema de Gerenciamento das Obras de Arte (SIGOA). O sistema foi desenvolvido e entregue ao DER dentro do Mauberman – “*Maubertec Management System*”, que é o Sistema de Gestão de Ativos da Maubertec. A implementação do sistema foi descontinuada em decorrência do término do financiamento e da indisponibilidade de recursos. Toda a engenharia do SIGOA foi aproveitada pela Comissão das Concessões, no seu início, antes da ARTESP (Agência de Transporte do Estado de São Paulo), para a definição dos requisitos que seriam exigidos das Concessionárias no que tange à manutenção das obras de arte. Posteriormente, o Metrô de São Paulo lançou um edital, com vários lotes, para a realização de um laudo das estruturas das Linhas 1 e 3. A Maubertec propôs que, no lugar de realizar apenas o laudo, fossem aproveitados a oportunidade e os recursos para a implantação de um sistema de manutenção das estruturas. Em 1996 a Maubertec ganhou todos os lotes e, conforme proposto, customizou o Mauberman, adequando-o ao Metrô. Em 2000, ao final do contrato, entregou ao Metrô dois servidores, um contendo o Mauberman e o outro contendo um banco de dados com todas as informações relativas às estruturas que evidenciaram ocorrências



## “ DENTRO DA LINGUAGEM BIM, O MAUBERMAN É UM SISTEMA 7D: GERENCIA O PROJETO, FAZ O PLANEJAMENTO E A SIMULAÇÃO VIRTUAL DA CONSTRUÇÃO, GERENCIA OS CUSTOS, A MANUTENÇÃO DOS ATIVOS E A INTERFACE DO EMPREENDIMENTO COM O MEIO AMBIENTE ”

demandantes de acompanhamento ou intervenção de recuperação ou reforço, com o planejamento das Ordens de Serviço realizado a partir de uma política de gestão, que então passou a ser feita pelo Mauberman. As inspeções realizadas identificaram desde problemas de manutenção mais leve até de reforços estruturais. Através de dois novos contratos, o Metrô ampliou o sistema para toda a rede, incluindo as linhas 2 e 5. A partir daí o Sistema Mauberman passou a operar corporativamente.

Durante os trabalhos do primeiro contrato, ainda na década de 90, percebeu-se que o sistema deveria

estar preparado para acompanhar o Ciclo de Vida do Empreendimento, nele incluídos todos os ativos que o compõem. Por outro lado, o conceito de gestão deveria ser o da Gestão Integral, voltada para o ativo. A Gestão Integral incorpora os conceitos de que cada fase do empreendimento deve estar preparada para atender tanto a ela própria como às fases seguintes no que tange às informações que ela gera dos ativos, bem como deve compreender não apenas os ativos que compõem o empreendimento como também a sua interface com o meio ambiente. Assim, o sistema foi preparado para

gerir, a partir da documentação 2D georreferenciada, todo o Ciclo de Vida do Empreendimento, dentro do Conceito da Gestão Integral. Com o advento da implantação do BIM no país, o Mauberman incorporou essa tecnologia 3D em uma nova versão, alternativa à original 2D. Dentro da linguagem BIM, o Mauberman é um sistema 7D, isto é, gerencia o projeto (3D), faz o planejamento e a simulação virtual da construção (4D), gerencia os custos da construção (5D), gerencia a manutenção dos ativos (6D), gerencia a interface do empreendimento com o meio ambiente (7D).

**IBRACON** – EM SUA ATUAÇÃO QUANTO À MANUTENÇÃO DE EMPREENDIMENTOS, QUAIS TÊM SIDO AS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS MAIS FREQUENTES ENCONTRADAS PELA EMPRESA EM PONTES E VIADUTOS? COMO ESSAS ANOMALIAS PODERIAM TER SIDO EVITADAS? DE QUE MODOS ELAS SÃO USUALMENTE TRATADAS EM TERMOS DE RECUPERAÇÃO E REFORÇO?

**LUCIANO AFONSO BORGES** – O processo de gerenciamento das anomalias se inicia por uma vistoria. Identificada uma anomalia, busca-se diagnosticar suas causas. Se necessário, procede-se a ensaios “in loco” para a caracterização dos materiais, quando não disponíveis. Procede-se, então, às análises estáticas. A partir das análises verifica-se se é caso de reforço ou de reparo. Em caso de dúvida, monitora-se a estrutura para acompanhar seu comportamento, e depois decidir.



CRÉDITO: CONSTRUTORA BETER S/A

Ponte sobre o Rio Araguaia em Conceição do Araguaia





### Ponte sobre o Rio Tocantins

As anomalias mais frequentes se encontram na montagem das armaduras (por falha no atendimento aos cobrimentos de Norma), na dosagem adequada do concreto, nas juntas de concretagem, na desforma e na cura do concreto, nas juntas de dilatação, e na transição do aterro com a obra. Transições e interfaces são pontos potenciais de problemas, se não forem bem executadas.

Temos recomendado, com frequência e com bons resultados, o uso do concreto refrigerado como solução para as trincas geradas pelo gradiente térmico decorrente do calor de hidratação e da temperatura ambiente. Em termos de terapias, a injeção de fissuras com produtos a base de pastas de cimentos especiais,

de resinas acrílicas, de epóxi ou de poliuretano tem sido um recurso tradicional, assim como os inibidores de corrosão e os grautes, nas reconstituições de seções, nos casos de armaduras corroídas.

**IBRACON** – QUAL É SUA AVALIAÇÃO DA DURABILIDADE DE OBRAS DE ARTE NO PAÍS? ESTE PARÂMETRO TEM SIDO CADA VEZ MAIS LEVADO EM CONTA NOS PROJETOS DESSAS OBRAS?

**LUCIANO AFONSO BORGES** – A durabilidade das obras de arte está diretamente ligada à qualidade do concreto. Quanto mais denso e com menor porosidade, maior sua resistência aos agentes agressivos do meio ambiente. A tecnologia do concreto está hoje muito avançada e se utilizam concretos de alta qualidade.

Os cuidados que precisam ser tomados estão nas fases executivas, que compreendem a eventual adição de água complementar, o lançamento, a vibração e a cura do concreto. Tomados os devidos cuidados nessas fases e atendidos os cobrimentos de Norma, não há razão para que não se obtenham obras duráveis.

**IBRACON** – COMO A EVOLUÇÃO DOS CONCRETOS PODERÁ, NA SUA VISÃO, MELHORAR O DESEMPENHO ESTRUTURAL E A DURABILIDADE DAS PONTES E VIADUTOS?

**LUCIANO AFONSO BORGES** – A evolução do concreto vem ampliando seu campo de aplicação continuamente. Lembro-me de um caso antigo de uma ponte de grande vão em estrutura metálica, da década de

“

**TRANSIÇÕES E INTERFACES SÃO PONTOS POTENCIAIS DE PROBLEMAS, SE NÃO FOREM BEM EXECUTADAS**

”

50 na Alemanha, que teve de ser duplicada na década de 70, e a segunda ponte construída na década de 70 foi idêntica à primeira, com a diferença de ser de concreto, evidenciando a enorme evolução do material. Esse processo continua com os concretos de alta resistência, cujas aplicações em pontes têm sido feitas em caráter experimental, com os devidos cuidados e respectivos acompanhamentos de desempenho. O avanço da tecnologia do material, se, por um lado, amplia sua aplicação, por outro lado, demanda um avanço equivalente dos seus aplicadores, no nosso caso, projetistas e construtores, na capacitação para aplicação do novo material com segurança e qualidade. Do meu ponto de vista, há necessidade de se melhorar a qualidade dos projetos de maneira geral, voltando-se a valorizar a engenharia de projetos, estrangulada por péssimos critérios de contratação e por clientes totalmente empobrecidos tecnicamente. Mas o setor de construção está hoje, a meu ver, em pior situação, sujeito de forma ainda mais severa aos preços mínimos, tendo, já há muitos anos, desmontado suas áreas técnicas e concentrado seus esforços nos seus gerentes de contratos e comerciais. Essa falta de engenheiros experientes de obra deixa a execução nas mãos dos encarregados, que, por melhor

que sejam, não conseguem atuar como a engenharia de obra. Como consequência, o risco de falhas aumenta significativamente. Talvez aqui caiba uma parceria do setor da construção com o de projeto para atenuar essa deficiência, da mesma maneira que já se tornou procedimento de rotina a contratação do Controle da Qualidade do Projeto (CQP) pela Construtora. Em síntese, quero dizer que a evolução do concreto certamente melhorará o desempenho estrutural e a durabilidade das pontes, porém é na qualidade da aplicação que se conseguirão os melhores ganhos.

**IBRACON – A MAUBERTEC PARTICIPOU DO PROJETO E DA EXECUÇÃO DO TRECHO SUL E ESTÁ ENVOLVIDA NO TRECHO LESTE DO RODOANEL MARIO COVAS. O QUE PODE SER DITO SOBRE O PROJETO E A EXECUÇÃO DESSES TRECHOS QUANTO À QUALIDADE CONSTRUTIVA E QUANTO AO IMPACTO AMBIENTAL DA OBRA?**

**LUCIANO AFONSO BORGES** – No trecho Leste só participamos do Projeto Básico, já que o Projeto Executivo foi transferido para a Concessionária. No momento, estamos participando do Trecho Norte.

A Dersa, no que se refere a projeto, é um cliente bastante exigente e extremamente preocupado com a qualidade das soluções e dos respectivos impactos sobre o meio ambiente.

No que tange à obra, os problemas de qualidade já foram abordados nas outras perguntas. O caráter geral dos comentários também se aplica ao Rodoanel.

**IBRACON – QUAIS OS BENEFÍCIOS DA APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA BIM ÀS OBRAS DE ARTE EM TERMOS DE PROJETO, CONSTRUÇÃO, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO?**

**LUCIANO AFONSO BORGES** – Na área de projetos há uma forte tendência do uso da modelagem da obra em 3D e, a partir do modelo, de se fazerem as análises estáticas e o dimensionamento. Essa tendência se verifica mais fortemente nos casos de obras mais complexas, em que a análise do comportamento da estrutura foge dos padrões de simulação mais tradicionais. Os benefícios da tecnologia se traduzem na análise mais acurada das solicitações às quais a estrutura estará submetida, com a possibilidade de caminhar ao longo da obra identificando eventuais incorreções nas formas ou interferências dos cabos com as formas, ou entre si. A modelagem permite uma análise visual e estética acurada da ponte, inclusive com a inserção do entorno, o que ajuda muito nas análises e aprovações ambientais, referentes ao impacto de vizinhança. A análise de alterações de projeto fica muito facilitada. Há duas obras em execução sobre o rio Pinheiros,



**A MODELAGEM PERMITE UMA ANÁLISE VISUAL E ESTÉTICA ACURADA DA PONTE, INCLUSIVE COM A INSERÇÃO DO ENTORNO, O QUE AJUDA MUITO NAS ANÁLISES E APROVAÇÕES AMBIENTAIS, REFERENTES AO IMPACTO DE VIZINHANÇA**



“

## DENTRO EM BREVE TODOS OS NOVOS EMPREENDIMENTOS ESTARÃO SENDO DESENVOLVIDOS EM 3D COM A TECNOLOGIA BIM E GERENCIADOS NO SEU CICLO DE VIDA POR UM SISTEMA COM CARACTERÍSTICAS ANÁLOGAS ÀS DO MAUBERMAN ”

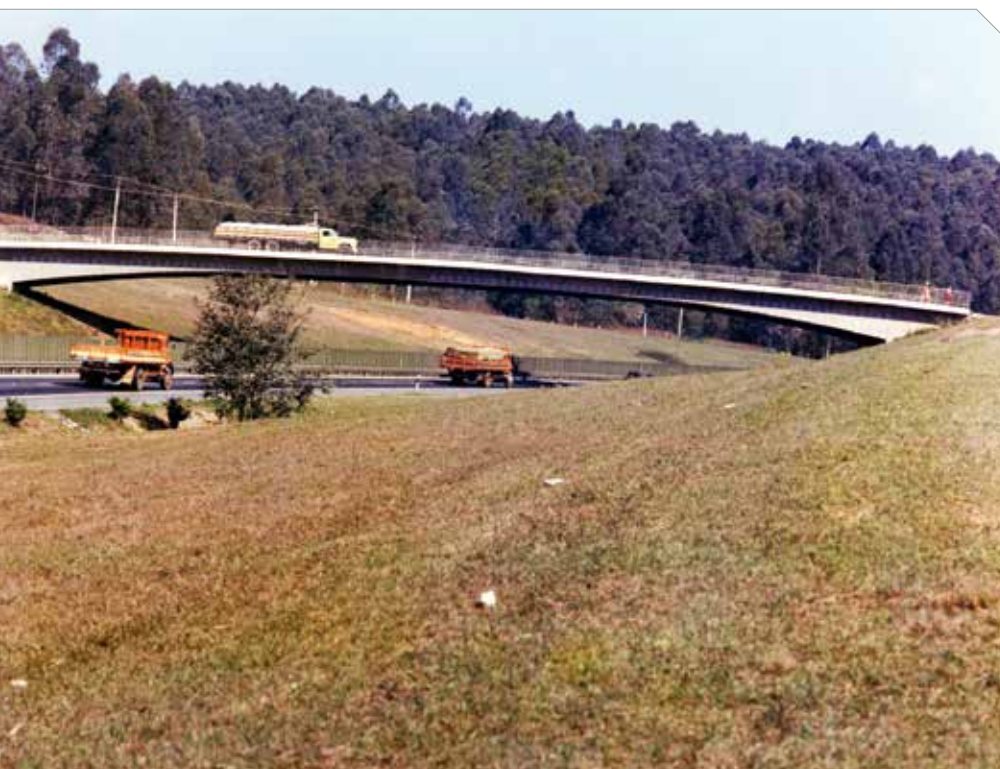
”

cujo cliente final é a Prefeitura de São Paulo, através da SPObras. São obras de geometria bastante curva e configuração complexa, que foram totalmente modeladas para as análises estáticas e para o dimensionamento, e também para subsidiar as aprovações ambientais. No que tange à construção, as vantagens se traduzem na facilidade de se fazer o planejamento da obra e a simulação virtual da construção para várias alternativas, e o acompanhamento da execução sobre o modelo 3D. Como todas as informações de projeto e da execução estão associadas aos componentes da obra com total rastreabilidade,

as atividades de operação e manutenção terão todas as condições extremamente facilitadas, para a aplicação de suas políticas, utilizando, em continuidade, o mesmo “software”, apenas agregando mais informações relativas às suas atuações. Dentro em breve todos os novos empreendimentos estarão sendo desenvolvidos em 3D com a tecnologia BIM e gerenciados no seu Ciclo de Vida por um sistema com características análogas às do Mauberman, numa sequência em que o proprietário, antes de iniciar seu empreendimento, escolherá o sistema que fará a gestão do Empreendimento, o qual será disponibilizado para

os seus contratados ou para a gerenciadora, para que realizem a alimentação dos dados e das informações nas diferentes fases. Nestas condições, o proprietário poderá acompanhar no modelo 3D todas as fases da obra, a partir do planejamento da construção, até as fases de manutenção e operação, virtualmente. Os benefícios dessa tecnologia são imensos e podemos citar alguns deles, além dos já mencionados:

- ▶ A representação, a simulação e a visualização em 3D facilitam a compreensão e a interlocução entre os intervenientes nas diferentes fases do empreendimento, agilizando os processos de decisão, evitando equívocos, além de permitir a fácil identificação de conflitos físicos entre os componentes;
- ▶ A alimentação do sistema de gestão escolhido, a partir do início do empreendimento, garantirá a rastreabilidade e a integralidade de dados e informações de todos os ativos sem custos adicionais, já que está incorporada ao processo; não há interfaces;
- ▶ Disponibilidade imediata da história de vida do ativo a um simples “click” sobre o ativo no modelo 3D;
- ▶ Planejamento, programação e controle de custos das Ordens de Serviço (OS) facilitados, e com visualização espacial nos diversos ambientes;



CRÉDITO: CONSTRUTORA AZEVEDO E TRAVASSOS

Viaduto km 32 da Rodovia Anhanguera



“

SINTO QUE O PAÍS CARECE DE UM PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO, VOLTADO PARA O FORTALECIMENTO DA ENGENHARIA E DE SEUS ATORES, NO QUAL AS ENTIDADES TÉCNICAS PODERIAM DESEMPENHAR PAPEL RELEVANTE

”

- ▶ Com a aplicação do conceito da Gestão Integral, melhoria na disponibilidade e na confiabilidade;
- ▶ Redução dos custos de manutenção;
- ▶ Possibilidade permanente de melhora contínua a partir dos históricos facilmente disponíveis.

**IBRACON** – QUAL É SUA AVALIAÇÃO DO PAPEL DE ENTIDADES TÉCNICAS PARA O SETOR NACIONAL DA CONSTRUÇÃO?

**LUCIANO AFONSO BORGES** – As entidades técnicas são importantes

agentes no desenvolvimento do setor nacional da construção. Sinto que o país carece de um planejamento estratégico de curto, médio e longo prazo, voltado para o fortalecimento da engenharia e de seus atores, com metas de capacitação, melhoria de desempenho, avanço tecnológico, introdução de tecnologias novas e de pesquisa, no qual as entidades técnicas poderiam desempenhar papel relevante. Nesse contexto, a proposta do ATE se insere como agente estimulador da melhoria

contínua dos empreendimentos, da engenharia e do desenvolvimento tecnológico do setor nacional da construção. Para isso é fundamental que haja um governo que compreenda o valor e a necessidade dessas ações.

**IBRACON** – O QUE GOSTA DE FAZER EM SEU TEMPO LIVRE?

**LUCIANO AFONSO BORGES** – No meu tempo livre gosto de ler periódicos, livros técnicos e livros voltados ao desenvolvimento humano. 📖

Para construir seus projetos mais importantes, conte com a força do vergalhão Gerdau GG 50.  
A força da transformação.

Ogilvy



**O aço da Gerdau tem a força da transformação.**

A qualidade da sua obra começa pela estrutura. Por isso, conte com a força do vergalhão Gerdau GG 50. Com ele, você tem a resistência que sua construção precisa, além de toda a confiança de uma marca que você já conhece. **Vergalhão é Gerdau GG 50.**



Baixe o aplicativo Gerdau Produtos e conheça nosso catálogo completo.

**GO GERDAU**

[www.gerdau.com/br](http://www.gerdau.com/br)

[/gerdau](https://www.instagram.com/gerdau) [/gerdausa](https://www.facebook.com/gerdausa)