construção
metálica

Edição 121
Julho 2016
ISSN 1414-6517
Associação Brasileira
da Construção
Metálica - ABCEM

De *bunker* a joia reluzente

Colégio São Luís, em São Paulo, tira proveito do melhor que o aço oferece

Construmetal 2016
O maior encontro da construção metálica na América Latina

Museu do Amanhã, RJ
Exemplo de interação entre diferentes soluções estruturais

Tendências
O aço e a energia fotovoltaica no Brasil

Prezado leitor

Esta edição de Téchne inaugura uma nova etapa para a comunicação da Associação Brasileira da Construção Metálica – ABCEM e seus associados com o mercado da construção civil. A partir de agora passa a circular aqui, no formato de encarte publieditorial, a Revista Construção Metálica, também uma publicação tradicional, que chega à sua edição nº 121.

Veiculada desde 1991, Construção Metálica é uma publicação dirigida aos profissionais da construção civil de todo o País. Ela contempla o objetivo principal da ABCEM, que é de "promover e desenvolver o mercado da construção metálica no Brasil através de programas de qualidade, normalização e educação." Algumas seções da revista, como "Construindo com Aço" e "Aço em Evidência", expressam esse desafio publicando obras de relevância, trazendo ao setor mais informações sobre os sistemas metálicos. Entre os seus leitores, a revista tem cerca de 46% de engenheiros e arquitetos, 19% de acadêmicos e 15% de empresas associadas, o que perfaz um público altamente profissional e qualificado.

Ao integrar as edições da Téchne, trimestralmente, a Revista Construção Metálica pretende manter o alto padrão técnico que interessa aos leitores – perfil também da PINI – e ao mesmo tempo ampliar seu alcance. Para isso, contamos agora com uma base estimada em 34 mil leitores em todo o território nacional, público que têm na revista Téchne um variado conteúdo de formação e informação, voltado especialmente para a atualização tecnológica.

A ABCEM, fundada em 1974, acredita que pode auxiliar esses leitores em sua busca de conhecimento, por representar nacionalmente fabricantes de estruturas e de coberturas metálicas de aço, empresas de galvanização a fogo, escritórios de arquitetura e de projeto de engenharia, além das principais usinas siderúrgicas e fornecedores de parafusos e fixadores, de softwares, de máquinas e equipamentos.

César Bilibio
Presidente da ABCEM

A Revista Construção Metálica não se responsabiliza por opiniões apresentadas em artigos e trabalhos assinados. Reprodução permitida, desde que expressamente autorizada pela ABCEM.

03 **Construmetal**
Protagonista do crescimento

04 **Construindo com Aço**
Colégio São Luís: de *bunker* a joia reluzente

06 **Artigo técnico**
O aço e a energia fotovoltaica no Brasil

10 **Aço em Evidência**
Museu do Amanhã, RJ
A arte de interagir com as estruturas

13 **Light Steel Framing**
Aço para toda obra

14 **Notícias ABCEM**
Eleições / Norma técnica

ABCEM
Associação Brasileira da Construção Metálica

Conselho Diretor ABCEM: **Presidente** - César Bilibio (Medabil); **Vice-Presidentes** - Fúlvio Zajakoff (Bemo), Marino Garofani (Brafer), Ulysses Barbosa Nunes (Armco Staco), Vinícius Rodrigues Morais Junior (Gerdau); **Diretores** - Ademar de C. Barbosa Filho (Codeme), Hildeu Dellaretti Junior (Vallourec), Alan Baldon (Engemetal), Luiz Carlos Caggiano Santos (Bosch), Alexandre Queiroz Schmidt (Brametal), Ascânio Merrighi (Usiminas), Bernardo Rath Garcia (Techsteel Eng.), Edson de Miranda (Perfilor), Eduardo Zanotti (Arcelormittal), José Eliseu Verzoni (Verzoni Adm. Particip.), Marcelo Manzato (Manzato), Norimberto Ferrari (FAM Constr. Metálicas), Eveline Bezerra Maia (Projeart), Volmir Supptitz (Nova JVA), Weber Reis (CSN); **Diretor Executivo** - Ronaldo do Carmo Soares, ronaldo@abcem.org.br; **Secretaria Geral** - Av. Brig. Faria Lima, 1931, 9º andar, Cj 91, 01452-001, São Paulo, SP, Fone/Fax: (11) 3816-6597, abcem@abcem.org.br, www.abcem.org.br; **Projeto Gráfico e diagramação** - Hiro Okita; **Foto capa** - Nelson Kon / Divulgação URDI Arquitetura

Congresso apresentará tendências e inovações

A 7ª edição do **Congresso Latino-americano de Construção Metálica (Construmetal)**, maior evento da construção metálica na América Latina, está alinhada com a necessidade de desenvolvimento do país e do setor da construção. O tema "Aço: protagonista do crescimento – Tecnologia e Produtividade para a Construção" revela uma programação propositiva, tanto em termos tecnológicos como econômicos da construção metálica. O evento, a ser realizado de 20 a 22 de setembro de 2016, tem confirmado um amplo programa de palestras técnicas e tecnocientíficas, que apresentarão, durante três dias, as principais tendências, inovações e práticas do setor.

Os participantes já terão, no primeiro dia, conhecimento de importantes obras, por meio do Prêmio ABCEM, criado para reconhecer os arquitetos cujos projetos tenham sua concepção voltada ao uso do aço. A premiação abrange estruturas, coberturas, fechamentos e elementos de aço (ligação ou interface).

O período da manhã traz ainda palestra internacional sobre os "Avanços da Arquitetura em Aço", proferida por Joseph G. Burns (Thornton Tomasetti), dos EUA, e Marc Mimram (Mimram Architecture), da França. À tarde, o evento oferece dois painéis, que tratam de "Investimentos em Infraestrutura: Como Melhorar o Ambiente de Negócios?", com representantes de entidades da construção e do governo, e "Prevenção e Durabilidade das Estruturas e Coberturas de Aço", apresentado pelo alemão Helmut C. Schulitz (Schulitz Architekten) e pelo inglês Roger Williams (Sherwin Williams). O encontro será mediado por Fabio Domingos Pannoni (Gerdau).

O segundo dia começa com a Premiação do 9º Concurso CBCA de Projetos em Aço para Estudantes de Arquitetura e segue, pela manhã, com a palestra "As Necessidades de P&D - Como Acontecem os Ganhos e Frutos no Relacionamento Escola e Indústria". Dela participam Roger Ferch (AISC), dos EUA, e Marc Mimram (École d'Architecture de Marne-la-Vallée), da França, além de Eduardo Campello (EPUSP) e Siegbert Zanettini (Zanettini Arquitetura). À tarde, dois painéis: "Novos Processos de Automação, Tecnologia e BIM", com Sérgio Leusin (GDP), e "Parcerias Inteligentes em Múltiplos Andares", com Euclydes Trovato (Thornton Tomasetti), Edson Kater (OR) e Maria Bernardete Sinhorelli (AARS / JMBS Arquitetura).

O último dia reserva a palestra "Conjuntura Econômica e Política" pela manhã e dois painéis à tarde: um sobre "Estruturas Mistas", com Ricardo França, Júlio Fruchtengarten e João Vendramini (todos da ABECE); e o segundo sobre "Análise e Gestão de Riscos em Obras", com Carlos Del Mar (Del Mar Advogados), autor do livro "Direito na Construção Civil", acessível em www.lojapini.com.br, e Henrique Frohnknecht (Hill International).

O congresso conta, paralelamente, com uma exposição de empresas do setor, muitas com novidades que serão conhecidas no evento em primeira mão.

O Construmetal é organizado pela ABCEM e conta com apoio da AARS (Associação do Aço do Rio Grande do Sul), CBCA (Centro Brasileiro da Construção do Aço), Instituto Aço Brasil, Alacero (Asociación Latinoamericana del Acero), AISC (American Institute of Steel Construction), EPUSP (Escola Politécnica da USP) e INDA (Instituto Nacional dos Distribuidores de Aço).

De bunker a joia reluzente

Formado por uma estrutura metálica leve e harmoniosa, o novo ginásio do Colégio São Luís, em São Paulo, não lembra mais sua versão anterior, um "abrigo de guerra", em função do seu nível de isolamento em relação ao entorno. Hoje, assemelha-se mais a um cristal translúcido, em perfeita interação com o movimentado entorno da Avenida Paulista e da Rua Haddock Lobo. O projeto do ginásio é a última obra de um plano diretor desenvolvido ao longo de 12 anos pelo escritório URDI, dos arquitetos Alexandre Liba e Alberto Barbour, para revitalizar o programa do colégio.

O novo projeto procurou atender a uma série de necessidades da escola, algumas antigas, como a oferta de áreas verdes e a interação com o exterior do prédio. Além disso, era preciso ajustar o espaço físico ao projeto pedagógico, que incluía diversas atividades educativas, esportivas e culturais para 3 mil alunos de período integral. Uma vez demolido o edifício original, o terreno de quase 5 mil m² foi ocupado por um espaço multiuso, totalmente reconfigurado e conectado visualmente com o entorno.

Recurso importante para a versatilidade é dado pela arquibancada retrátil, que oferece ao ginásio a possibilidade de acolher jogos, aulas de educação física e eventos, conforme determina o calendário escolar. "O colégio queria ter, além do ginásio, um teatro. É o tipo de projeto que a URDI tem bastante experiência. Então acabamos fazendo no mesmo local um projeto cênico para eventos", explica Alexandre Liba. Outro ponto importante, segundo ele, é a integração do ginásio com as quadras externas, que também passou a existir.

Vista superior do novo complexo do Colégio São Luís, com campo de futebol gramado, quadras poliesportivas e o ginásio multiuso

GINÁSIO DO COLÉGIO SÃO LUÍS

- Cidade: **São Paulo, SP**
- Início do projeto: **2012**
- Término da obra: **2015**
- Área do terreno: **5.480 m²**
- Área construída: **9.062 m²**

Arquitetura:
URDI Arquitetura (Alexandre Liba e Alberto Barbour)
Construção: **Zaori Engenharia**
Engenharia Estrutural - Estrutura Metálica: **Cia de Projetos**
Gerenciamento/Coordenação:
IPE - Implantação Planejamento e Engenharia
Projeto de Iluminação (cênica): **URDI Arquitetura**
Projeto de Iluminação:
Franco Associados Auditores Independentes
Acústica: **Sresnewsky Engenharia Acústica**
Esquadrias e Fachadas: **Paulo Duarte Consultores**
Impermeabilização: **PROAASP**
Instalações hidráulicas/ elétricas: **Ramoska & Castellani**
Fornecimento da estrutura metálica:
BMC Construções Metálicas

Forma e função

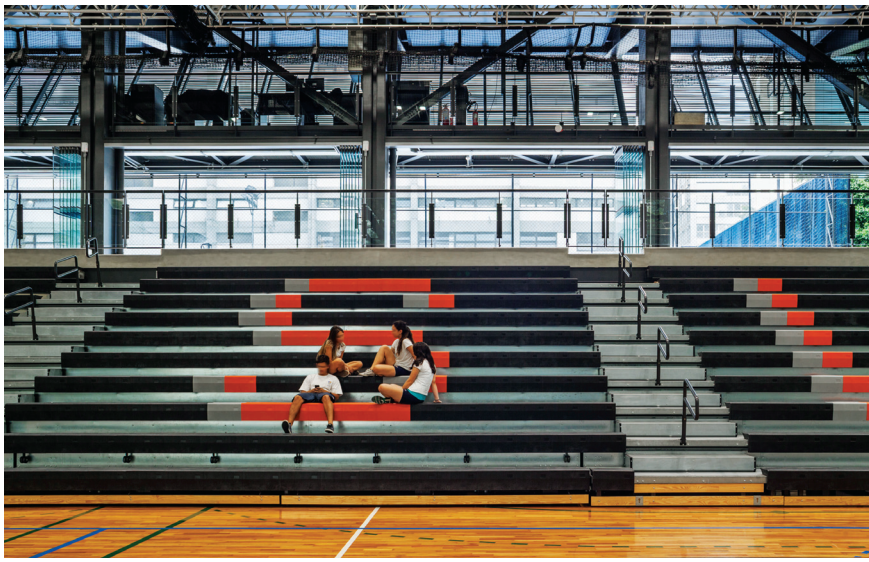
Aliada ao vidro, a estrutura metálica teve um papel importante na transformação do colégio. "A estrutura metálica levou a um desenho de prédio mais leve. Ao mesmo tempo, proporcionou um conforto estético, térmico e acústico para o ginásio", afirma o arquiteto. Ele explica que a nova estrutura, vinculada à estrutura de concreto existente, permitiu vencer vãos de 30 m".

Responsável pelo cálculo estrutural de metálica, a engenheira Heloísa Maringoni, da Companhia de Projetos, entende que a estrutura metálica contribuiu para que o ginásio proporcionasse uma nova forma de interação dos alunos com a cidade. Ela explica que pórticos metálicos articulados na base configuram a geometria da quadra. A estrutura possui grandes treliças ortogonais, que fazem o desenho da fachada. "É uma arquiestrutura. Foi um trabalho interessante. Os arquitetos estavam abertos às exigências estruturais e a conversa foi reconfigurando a estrutura e a fachada. Foi um trabalho bem casado que gerou um resultado extraordinário", diz Heloísa. Mesmo sendo uma estrutura mais leve, a nova área precisou de reforço das fundações e pilares de concreto, projeto que coube à De Luca Engenharia de Estruturas, e de muito planejamento, a cargo de Valter Favaro, da IPE - Implantação Planejamento e Engenharia.

O reforço estrutural viabilizou o projeto, mas não evitou todas as dificuldades. "A maior delas foi configurar uma estrutura que atendesse às condições de execução, vínculos e gabaritos. Na Rua Luís Coelho não pudemos usar nenhum pilar; os existentes, na fachada da padaria acima de dois subsolos, não permitiam reforços. Onde descer com essas cargas? Por isso existe ali uma treliça de transição ao longo da fachada com vão de 32 m, apoiada em balanços de 6,20 m, explica Heloísa. As fachadas com ângulos e chanfros fechadas por painéis de vidro também contaram com um projeto especial. "A estrutura-ção tubo-retangular teve que ser detalhada, para ter inércia contra o vento e segurar a fachada, que estrutura em perfis caixa, panos de 7,85 m x 6,20 m", acrescenta.

Por fim, a estrutura industrializada determinou o planejamento da montagem. "O fato de o colégio ter horários rígidos, a capacidade de carga dos equipamentos, o ambiente urbano conturbado, o tráfego restrito, as muitas árvores, o funcionamento ininterrupto da padaria no térreo e, abaixo de tudo, a existência de dois subsolos, tudo isso exigiu que o planejamento da execução fosse muito bem detalhado", afirma Heloísa. ●

Fotos: Nelson Kon / Divulgação URDI Arquitetura



A arquibancada retrátil (acima) oferece versatilidade à escola, que pode programar desde aulas de educação física até torneios e eventos culturais

Parque Solar Curbans, na França: fazenda de energia com capacidade para gerar 33MW

O aço e a energia fotovoltaica no Brasil

RUBENS AMARAL
AA&P
Consultoria Ltda
Curitiba (PR)

A atual matriz de geração elétrica no Brasil, em números gerais, conta com uma potência instalada da ordem de 140GW, para atender a uma demanda média em torno de 90GWh. Este suprimento esteve e está muito ajustado à demanda, ainda que nestes últimos anos o crescimento médio do país tenha sido muito modesto e até negativo. Em alguns momentos, o temor dos "apagões" se tornou real, como já ocorrido no passado.

Isso significa, grosso modo, que o país precisa de 1,5GW de potência instalada para atender a cada 1,0GWh médio de consumo. Considerando ser comprovada a relação direta entre a demanda de energia elétrica e o crescimento do PIB, nas mesmas proporções, o país necessitará adicionar anualmente, na geração de energia, ao menos 1,5 vez o percentual de crescimento do PIB. Essa relação é ainda maior se for considerada a composição da matriz de geração atual, em sua maior parte de origem hidroelétrica, algo que não se repetirá no futuro em função da exaustão dos aproveitamentos hídricos (hoje já se admitem projetos tipo "fio d'água", como é o caso de Belo Monte e outros). Como se sabe, a geração efetiva em relação à potência nominal (instalada) da matriz hídrica é maior do que a de fontes chamadas limpas (eólicas e solares). Daí a proporção de crescimento da potência instalada ser ainda maior do que a que se verifica nos dias atuais.

Há, em todo o planeta, a preocupação com os efeitos da degradação do meio ambiente e

por isso a geração de energia "limpa" tem sido foco de governos e organizações ambientais. O Brasil, além da necessidade de atender à demanda, segue essa tendência mundial, buscando o incremento de sua matriz também com gerações limpas. Os primeiros passos nesse sentido se deram em 2007, com a introdução das geradoras de origem eólica, e recentemente, em 2014, com a introdução da matriz solar fotovoltaica, que é de mais rápida implantação, sem grandes interferências no meio ambiente, de fácil manutenção e com custos de operação muito baixos.

Leilões de energia fotovoltaica

O primeiro leilão de compra de energia fotovoltaica se deu no final de 2013, em Pernambuco, por iniciativa do governo estadual. Tal iniciativa não teve o sucesso esperado, mas serviu para o aprendizado e a provocação dos agentes públicos e privados para a busca do entendimento do problema.

Em 2014, a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) lançou o primeiro Leilão de Energia de Reserva, o 1º LER/2014. Surpreendentemente, nesta ocasião, o mercado se mostrou muito receptivo e preparado para os novos desafios. O cadastramento de projetos foi além das expectativas e o governo comprou energia futura a uma tarifa média bem abaixo do teto indicado (deságio), demonstrando que os investidores estavam confiantes e ávidos por participarem desse novo negócio. As concessões somaram quase 900MW (praticamente 1,0GWp) de geração, que deverão começar a ser entregues ao ONS (Operador Nacional do Sistema Elétrico) a partir de outubro de 2017.

Em 2015, a ANEEL realizou mais dois leilões: 1º LER/2015, para entrega de energia a partir de agosto/2017 (A-2), e 2º LER/2015, para entrega a partir de outubro/2018 (A-3). As quantidades compradas foram muito próximas às do 1º LER/2014, ou seja, praticamente 1,0GWp cada. Os projetos foram divididos em lotes de 20MW a 30MW cada, alguns reunindo vários deles num só local para melhor usufruir de alguns benefícios redutores dos custos da geração por força de regras específicas, como é o caso da incidência da TUST e/ou TUSD (Taxa de Utilização do Sistema de Transmissão e/ou Distribuição).

Eficiência solar

A eficiência na transformação da energia recebida do sol é de aproximadamente 18% nas geradoras com módulos instalados em estruturas fixas; mas sobe para até 29% nos módulos instalados em seguidores solares ou trackers de um eixo horizontal. Os trackers fazem com que os módulos acompanhem a trajetória do sol ao longo do dia, de Leste para Oeste, aumentando a exposição ortogonal de exposição em relação aos raios solares. São totalmente automatizados e utilizam, nos softwares de controle, dados astrofísicos e sensores de luz e velocidade de vento, entre outros recursos.

Os suportes dos módulos (placas) fotovoltaicos podem ser do tipo fixos e móveis (seguidores solares ou trackers). No caso do Brasil, com as melhores áreas de incidência dos raios solares localizadas em baixas latitudes (até 25°S), e seguindo a tendência mundial, de 85% a 90% dos projetos devem optar por estruturas móveis (seguidores solares de 1 eixo horizontal – 1 horizontal axis tracker), que utilizam cerca de 75kg/Wp de aço em forma de perfis, tubos e outras peças compostas em suas estruturas. As estruturas fixas utilizam cerca de 50kg/Wp. Ambas devem ser galvanizadas e cobertas por garantia de, no mínimo, 20 anos.

Por que suportes móveis?

A adoção de trackers de 1 eixo horizontal no Brasil se justifica pelas baixas latitudes dos melhores locais quanto à incidência do sol. O ângulo de inclinação do sol no verão e no inverno é pequeno. Em latitudes maiores, em que esse ângulo é mais acentuado, justifica-se a adoção de trackers com dois eixos, buscando sempre a maior exposição dos módulos aos raios solares. Quanto mais próximo da ortogonalidade dessa incidência maior a eficiência de conversão dessa energia em energia elétrica.

Estruturas de suporte de painéis solares do tipo tracker em fase final de montagem

Presença do aço

Considerando-se a demanda por energia limpa e os leilões realizados, projeta-se que até outubro de 2018 haverá uma demanda de praticamente 200.000t de aço, principalmente de chapas, só para atender às concessões já definidas, sem considerar a demanda pulverizada na Geração Distribuída (GD). É um volume que a indústria nacional tem perfeitas condições de produzir e transformar no período, especialmente nestes dias de baixa atividade do segmento. Desconte-se parte deste volume, cerca de 10%, que está sendo importada neste momento pelo maior investidor, por força de conveniências ligadas ao financiamento dos seus projetos, mas que já mostra sinais de que deve rever esta postura e iniciar a aquisição das peças de aço no mercado nacional. Tal investidor venceu algo como 30% das concessões dos três leilões LER realizados.

A ANEEL já anunciou mais dois leilões LER em 2016: junho (A-2) e outubro (A-3) próximos, para início da entrega de energia previsto para junho/2018 e julho/2019, respectivamente. Embora não se saiba o volume de "compra" que o governo vá adotar, supõe-se que sejam novos 2GW, se mantido o ritmo dos três leilões anteriores, significando demanda de aproximadamente mais 140.000t de aço.

CONSUMO DE AÇO (x1000t)

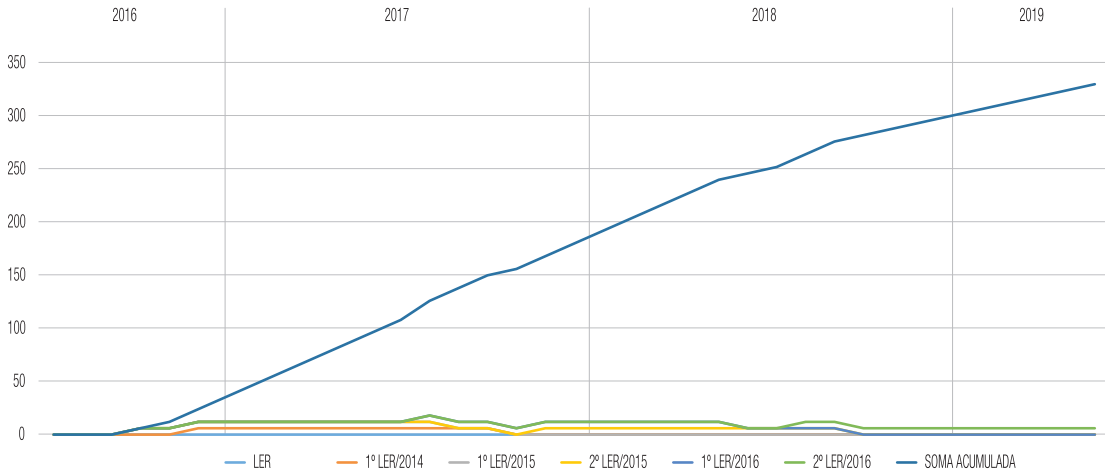


Foto: Divulgação Grupo Clavijo

O gráfico da página anterior mostra a previsão de consumo aproximado de aço entre julho/2016 e junho/2019.

A maioria dos projetos dos parques geradores (acima de 5MW) ora em desenvolvimento, objetos dos leilões LER, está nas mãos de investidores internacionais, profundos conhecedores do setor, com investimentos em diversos países e que acreditam no potencial brasileiro para este negócio. As tecnologias das estruturas de aço a serem utilizadas, também nas mãos de desenvolvedores e fornecedores internacionais, estão maduras e podem ser rápida e perfeitamente adaptadas às condições do país. Isso já está ocorrendo com iniciativas de joint ventures e acordos de transferências dessas tecnologias.

Algumas empresas nacionais se anteciparam e já encontraram parceiros para o atendimento da demanda local, incluindo o cadastro e o financiamento dos trackers via BNDES/Finame. É o caso da Brafer e do Grupo Clavijo, da Espanha, que desde janeiro deste ano mantêm acordo formal de sociedade voltada ao fornecimento de estruturas fixas e trackers.

Os projetos, em sua maioria, contam em seus estudos de viabilidade econômico-financeira com financiamento oriundo do BNDES – programas ligados à infraestrutura – exceto os poucos financiados por fontes internacionais. As regras do BNDES, no entanto, exigem um mínimo de 60% de nacionalização nos fornecimentos do projeto total (CAPEX). Esta regra está impactando fortemente no início da implantação dos projetos, por força da ausência de fornecedores nacionais suficientes dos módulos solares (placas). Este item impacta em aproximadamente 45% do CAPEX e, se forem importados, impossibilitam o cumprimento da regra citada. Isso sem contar com as dificuldades do BNDES com relação a recursos para estes e outros financiamentos. Mas há que se esperar por solução e pelo início das implantações dos projetos.

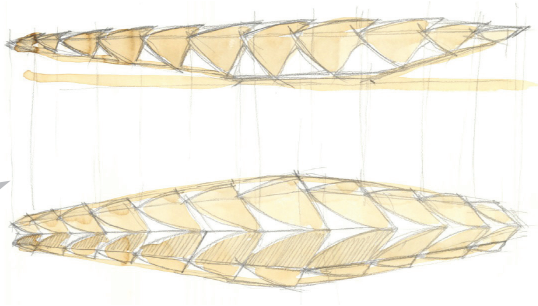
Com uma ou outra solução, o fato é que essa matriz energética vai necessitar de aço para sua implementação, seja para atendimento dos parques solares dos leilões LER, seja para as unidades pequenas e médias da GD. É uma perspectiva positiva para a indústria do setor, sem sombra de dúvidas. ●

O que é Geração Distribuída (GD)

A GD conta com legislação específica e contempla as unidades geradoras de pequeno porte, de até 5MW. Em geral, são implantadas em pequenos espaços (residências, condomínios, indústrias etc.) para atender ao consumo próprio do investidor sem, no entanto, dispensar o suprimento público. A maioria dessas unidades também necessita de aço, sendo expressiva essa potencial demanda.

MUSEU DO AMANHÃ, RJ

A arte de interagir com as estruturas



Divulgação / Escritório Santiago Calatrava

FLÁVIO D'ALAMBERT
Engeti Consultoria e Engenharia

Na construção da estrutura do Museu do Amanhã trabalharam mais de 35 disciplinas. Iniciado em 2010, o projeto executivo foi finalizado em 2012 e teve seu ritmo de construção acelerado, com a obra trabalhando 24 horas em 85% do tempo.

A cidade do Rio de Janeiro presenciou em dezembro de 2015 a inauguração do Museu do Amanhã. Idealizado pelo famoso arquiteto espanhol Santiago Calatrava, a obra faz parte da remodelação e reurbanização da até então degradada região portuária. Com concepção futurista, o arrojo das formas leva o observador a uma longa contemplação de cada detalhe, questionando-se como a engenharia conseguiu dar respostas a tamanhos desafios. Para tanto, de forma sucinta, abordaremos os principais aspectos que deram vida a este novo cartão postal do Rio de Janeiro.

No traço do arquiteto, a inspiração da natureza. De uma singela bromélia surgiu a ideia de dar forma a uma grande estrutura linear, com 338m de comprimento, quase 23m de altura e largura variando de 20 a 40 metros.

Desafios estruturais

Formas inusitadas, estruturas móveis, generosos balanços da cobertura, instalações que permitissem à edificação ser classificada como sustentável, estes foram alguns dos desafios inerentes às premissas arquitetônicas; porém, logo se percebeu que o local escolhido para erguer a obra necessitaria de grandes intervenções no subsolo, já que o sistema de fundação existente era inadequado. A fórmula do sucesso estava justamente aí, no trabalho conjunto e coordenado de várias disciplinas, em especial as estruturais, que deveriam interagir respeitando as característi-

Foto Divulgação

cas dos materiais e o local de implantação. Assim foi feito. Nascia então um complexo conjunto em concreto (armado e protendido), que dava sustentação à imensa e alongada cobertura metálica, o Museu do Amanhã.

Fundações

O Píer Mauá, com 350m de comprimento e 83m de largura, foi construído originalmente sobre estrutura composta por laje de alívio, dolfins, enrocamento e cavaletes constituídos por pares de estacas pré-moldadas inclinadas. Sua laje está 2,70m acima do nível médio do mar. Para abrigar o novo edifício, foram utilizadas, em grande parte, estacas metálicas. Na execução do subsolo (aproximadamente 70m de comprimento, 40m de largura máxima e 4,60m de altura), adotaram-se estacas secantes com 40cm de diâmetro internamente e perfis metálicos. A laje de concreto armado do subsolo (60cm de espessura) está vinculada a essas estacas e situa-se 3,20m abaixo do nível do mar, sendo projetada para o efeito de subpressão.

Estruturas de concreto

A edificação em concreto (armado e protendido) tem 195m de comprimento por 42m de largura máxima, encerrando área construída próxima de 14.500m², composta basicamente por espelhos d'água, subsolo, térreo, mezanino, primeiro pavimento; galeria técnica e interface com a cobertura metálica. A estrutura de concreto, modelada em elementos finitos, foi dividida em quatro trechos independentes, separados por junta de dilatação.

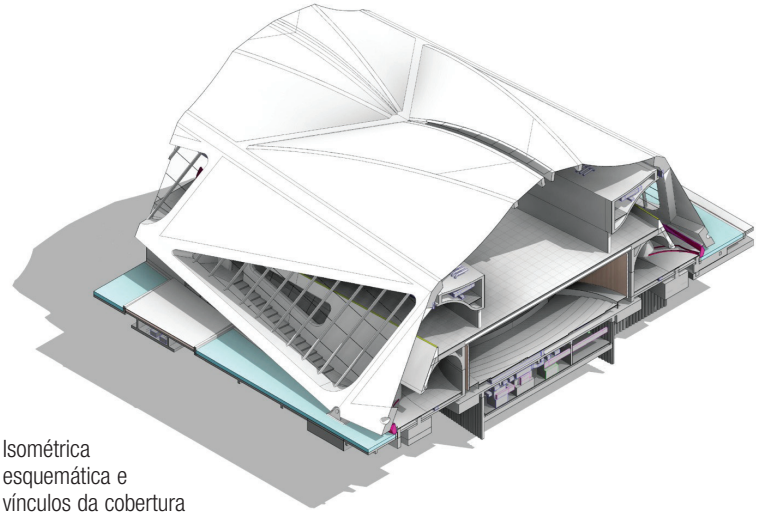
Estrutura metálica de cobertura

Sobre a estrutura de concreto descansa a cobertura de aço, de forma alongada, constituída por pórticos inclinados no teto e duas treliças laterais, com os nós rígidos totalmente soldados. Ela possui 338m de comprimento total e balanços de 70m e 74m nas extremidades. Devido ao elevado comprimento e esforços solicitantes, todas as peças que constituem o conjunto são em formato de caixa, com medidas variando de 800mm a 1500mm, em aço patinável com tensão de escoamento de 345 MPa.

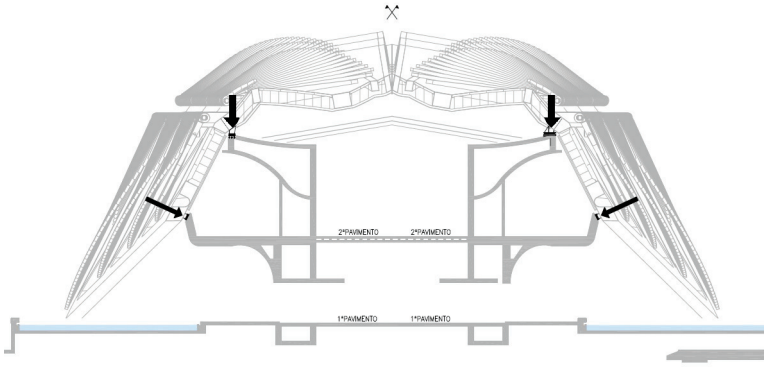
Foto: Divulgação

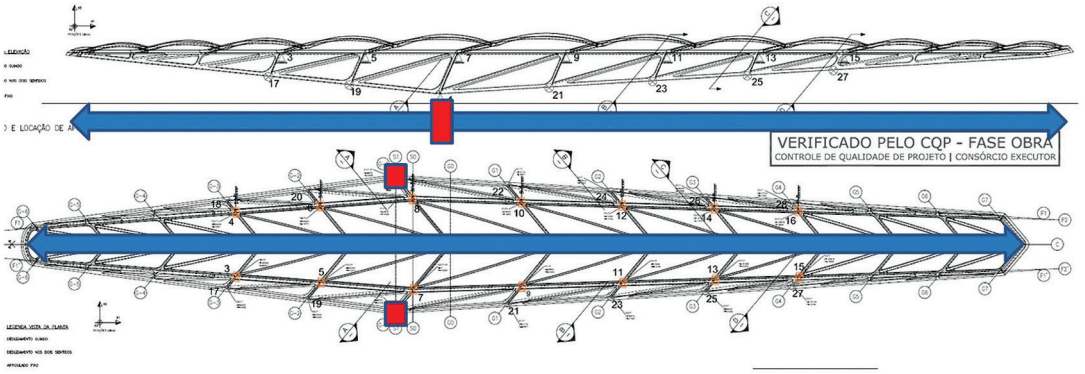
NÚMEROS DA OBRA

22.000 m³	de concreto
3.100.000 kg	de aço CA50/CA60
120.000 kg	de aço para protensão
65.000 m²	de fôrma
3.900.000 kg	cobertura metálica
1.200	estacas (metálica e raiz)



Isométrica esquemática e vínculos da cobertura de aço na estrutura do edifício





Indicação dos apoios fixos e sentido de dilatação térmica. Detalhe da montagem da treliça lateral

Foto: Divulgação

Em razão dos elevados deslocamentos longitudinais ocasionados pela variação térmica, optou-se por deixar somente dois pontos fixos; os demais são articulados móveis, permitindo assim o trabalho adequado da estrutura de cobertura sem a introdução de esforços reativos indesejados na estrutura de concreto.

Os apoios superiores descarregam apenas esforços verticais, porém a estrutura de concreto neste trecho está em balanço. Assim, decidiu-se trabalhar com perfil caixão para absorver melhor os esforços oriundos da cobertura e a estrutura de aço foi dimensionada interagindo com a estrutura suporte de concreto. Esta análise foi possível graças à determinação do coeficiente de mola (rigidez) de cada ponto onde existia um aparelho de apoio.

Descimbramento dos balanços

Desde o início, uma das maiores preocupações era colocar a estrutura dos balanços em trabalho da forma mais segura e controlada possível. O Laboratório Falcão Bauer foi então contratado para monitorar as tensões durante a retirada das escoras dos balanços tanto do lado terra como do lado mar. Criou-se também um sistema de controle de carga por meio de macacos hidráulicos calibrados, o que permitia a visualização em tempo real das cargas em cada ponto das torres. Medições topográficas somavam-se a estes dois controles. Todos os dados eram planilhados e comparados com os valores teóricos esperados. O balanço terra teve 19 etapas até o total desprendimento da estrutura e livre trabalho; já o balanço mar teve 27 etapas. Os resultados confirmaram totalmente as estimativas teóricas, concluindo-se o perfeito trabalho tanto da cobertura de aço como da estrutura de concreto. ●

EQUIPE TÉCNICA

Projeto arquitetônico: **Santiago Calatrava**

Detalhamento do projeto arquitetônico:
Ruy Rezende Arquitetos Associados

Construção:
Consórcio Porto Rio

Projeto de estruturas metálicas da cobertura:
Projeto Alpha Engenharia de Estruturas

Projeto das estruturas de concreto do edifício:
Engeti Consultoria e Engenharia

Projeto de fundações:
Infraestrutura Engenharia

Fabricação e montagem das estruturas metálicas:
Martifer - Brasil/Portugal

Instrumentação da estrutura metálica:
Laboratórios Falcão Bauer

Aço para toda obra

Foto: Divulgação / Micura

A construção metálica é identificada, frequentemente, com projetos ousados de arquitetura ou com edificações de grande porte, especialmente quando possuem grandes vãos ou exigem rapidez executiva. Isso está correto. Mas existem outras situações em que o aço se faz presente e a habitação social é uma delas.

O Light Steel Framing (LSF), como diz o nome, é um sistema construtivo leve, estruturado em perfis de aço galvanizado formados a frio. Ele pode ser usado em praticamente qualquer tipo de construção, mas nos últimos anos vem se destacando em empreendimentos do programa Minha Casa, Minha Vida.

Segundo a arquiteta Heloisa Pomaro, diretora da Construtora Micura, o sistema vem conquistando espaço no setor habitacional desde 2010, quando passou a vigorar a norma ABNT NBR 14762:2010 Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio. Em seguida foi publicada a ABNT NBR 6355:2012 – Perfis estruturais de aço formados a frio – Padronização, aumentando a confiabilidade do sistema. Na época, o IABr (Instituto Aço Brasil) e o CBCA (Centro Brasileiro da Construção com Aço) editaram juntos um manual sobre essas normas. "A presença do light steel framing no mercado habitacional avançou bastante. Hoje, o sistema é um dos aceitos nas linhas de financiamento da Caixa", afirma Heloisa.

Um dos pontos favoráveis ao LSF é sua modularidade e industrialização. O sistema compõe-se de perfis leves de aço, placas de gesso acartonado, placas cimentícias, isolantes térmicos, absorventes acústicos, barreiras impermeáveis, coberturas e subcoberturas, tudo arranjado em um pacote de componentes que, em geral, é concebido e fornecido por empresas ou marcas de um mesmo grupo, que compete com outros grupos nas mesmas condições de visão sistêmica. Essa cadeia possui cerca de 60 empresas, principalmente fornecedores. As construtoras atuam como montadoras do sistema.

O sucesso crescente da construção metálica leve baseia-se em algumas características do produto final, como conforto térmico e acústico, rapidez de execução, versatilidade de projetos, previsibilidade de custos, baixo desperdício de materiais e pouca geração de entulho. Além disso, ele se adapta a qualquer tipo de edificação: residencial, industrial ou comercial.

Ensino

A procura por informações sobre o LSF tem crescido no país. Criada há seis anos, a Mic Tech Cursos e Treinamentos (www.mictech.com.br) estima já ter formado cerca de 2 mil profissionais de todo o Brasil. Em 2015, a escola capacitou cerca de 300 pessoas, entre engenheiros, arquitetos, mão de obra, construtores, empreendedores, instaladores e até estudantes. Em agosto, a Mic Tech inicia cursos via EAD (Ensino a Distância).

LEIA MAIS

- **NBR 6120** - Cargas para Cálculo de Estruturas de Edificações - Procedimento.
- **NBR 6123** - Forças Devidas ao Vento em Edificações - Procedimento.
- **NBR 6355** - Perfis Estruturais de Aço Formados a Frio: Padronização.
- **NBR 8681** - Ações e Segurança nas Estruturas - Procedimento.
- **NBR 14762** - Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio.
- **NBR 15253** - Perfis de Aço Formados a Frio, com Revestimento Metálico, para Painéis Reticulados em Edificações: Requisitos gerais.

Eleição para a Diretoria

Como determina o Estatuto da ABCEM, em setembro próximo haverá a Assembleia Geral dos Sócios para a realização da eleição da Diretoria para o biênio 2017/2018.
A convocação dos associados será feita oportunamente. Os representantes de empresa associada interessados em se candidatar já podem entrar em contato com a Associação.

Selo de Excelência

Continua o processo de auditoria com a ABNT visando a certificação dos Associados. Os interessados devem fazer contato diretamente com a ABNT nos telefones (011) 2344-1739 ou (021) 3974-2369.

Norma de Gestão de Execução de Estruturas

A CE-02:125.03 – Comissão de Estudo de Estruturas de Aço segue com os trabalhos para a elaboração da norma técnica que estabelecerá os requisitos para a gestão dos processos de projeto, fabricação e montagem de estruturas, coberturas e fechamentos de aço. As reuniões estão sendo realizadas na sede da ABCEM sempre na primeira terça-feira do mês.

Webinar ABCEM/PINI

Patrocinado pela ABCEM, foi realizada no dia 14 de junho a webconferência Projeto de Construções Metálicas: Estruturas e Lajes. O objetivo do evento foi apresentar o sistema estrutural em aço e suas aplicações, bem como o comportamento do sistema metálico e sua compatibilização com interfaces, proporcionando a integração entre arquitetura e estrutura.
A palestra foi conduzida pelos engenheiros Rosane Bevilaqua e Ronaldo Martineli.
O material das apresentações está disponível no site da PINI (http://institutopini.pini.com.br/index.asp).

Foto: Divulgação

Pesquisas do Setor

O site da ABCEM (http://www.abcem.org.br) dispõe de uma série de pesquisas e outras publicações sobre as aplicações do aço na construção civil. Já disponíveis para download e consulta on line, as últimas edições das pesquisas anuais da Neoway/Criactive, feitas por encomenda da ABCEM e do CBCA, abordando os seguintes temas: Perfil dos Fabricantes de Estruturas de Aço, Perfil dos Fabricantes de Telhas de Aço e Steel Deck, e Perfil dos Fabricantes de Perfis LSF e Drywall. O acesso dos interessados a esses trabalhos é gratuito.

SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS INOVADORAS.

A Medabil é referência em inovação, qualidade e tecnologia em construção metálica.

Com quase meio século de existência e atuação em mais de 20 países, possui soluções em projeto fabricação e montagem, adaptadas à necessidade de cada cliente, com o que há de mais moderno no mercado construtivo mundial.

São soluções otimizadas, que proporcionam maior agilidade, segurança e melhor aproveitamento de recursos, reduzindo o impacto ao meio ambiente.

Buscando sempre excelência na qualidade, garantia esta, de quem já tem 60 milhões de metros quadrados em obras construídas.

Medabil

www.medabil.com.br

Construções Horizontais

Multiandares

Infraestrutura

Estrutura de Processo

Estrutura Especial

Onde tem crescimento urbano, tem soluções tubulares Vallourec.

vallourec.com/br

A **Vallourec** é líder em soluções tubulares premium e atua nos setores petrolífero, industrial, automotivo, de energia e da construção civil. Uma empresa completa, capaz de atender com precisão à diversidade dos mercados e contribuir ativamente para a infraestrutura do país. Das fundações de importantes empreendimentos, como pontes e terminais marítimos, à cobertura de grandes vãos em estádios e aeroportos, a alta tecnologia dos tubos com e sem costura **Vallourec** está presente. Garantia de resistência e economia para todas as etapas e tipos de obras.

Vallourec. A solução para grandes desafios.

E-mail: vendas.estrutural-bra@vallourec.com | Telefone: (31) 2102-4511

vallourec

Perfiminas Indústria Metalúrgica é um moderno centro de serviços que fornece uma ampla gama de perfis, chapas, blanks, cantoneiras, tubos e outros materiais em aço para a construção metálica, civil, mecânica, naval entre outras.

As peças podem ser jateadas, soldadas, dobradas, chanfradas, cortadas, recortadas, furadas, pintadas e galvanizadas.

Faça já seu orçamento.

- Fabricação de produtos sob medida.
- Maquinário CNC de última geração
- Processos que evitam perdas e desperdícios.
- Peças com alto controle de qualidade.
- Uma das mais modernas plantas da América Latina.

perfiminas.com.br

comercial@perfiminas.com.br | 55 11 97549.7697

PERFIMINAS