

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE VIGAS DE CONCRETO ARMADO E VIGAS METALICAS

SAMUEL MONTEIRO¹

RESUMO

Antes da engenharia moderna e da capacidade de manipular concreto e aço, o mundo da arquitetura consistia em madeira, adobe, palha e cavernas. Nós percorremos um longo caminho. As cidades de hoje revelam céus pontuados por edifícios tão altos e austeros, até mesmo guias de turismo arquitetônicos experimentam dores ocasionais no pescoço. Utilizando tal conceito o trabalho visa apresentar qual método construtivo é o mais indicado, entre o concreto armado e as vigas metálicas, levando em consideração o conceito estético e a viabilidade econômica, com isso foi, utilizados pesquisas bibliográficas.

Palavras-chave: Engenharia. Concreto Armado. Vigas Metálicas. Comparativos.

ABSTRACT

Before modern engineering and the ability to handle concrete and steel, the world of architecture consisted of wood, adobe, straw and caves. We've come a long way. Today's cities reveal skies punctuated by buildings so tall and austere, even architectural tourism guides experience occasional pains in the neck. Using this concept, the work aims to present which constructive method is the most appropriate, between the reinforced concrete and the metal beams, considering the aesthetic concept and the economic viability, with this, it was used bibliographical researches.

Keywords: Engineering. Armed Concrete. Beams Metallics. Comparative.

¹ Graduando de Engenharia Civil pela Universidade de Araraquara – samuelmonteiro@hotmail.com.

1 INTRODUÇÃO

Stonehenge na Inglaterra, a Grande Pirâmide de Gizé, a cidadela peruana em Machu Picchu - três exemplos maravilhosos de como as estruturas de pedra podem durar centenas ou mesmo milhares de anos. Mas embora a pedra seja um dos materiais de construção mais antigos e duráveis, não é exatamente fácil trabalhar com ela. É pesado, difícil de transportar e geralmente vem em pedaços gigantes, que têm que ser laboriosamente cortados em forma. Não seria ótimo se houvesse uma receita de pedra - um tipo de mistura pegajosa de bolo que poderíamos juntar quando fosse necessário, simplesmente pressionando-a em moldes para fazer edifícios e estruturas de qualquer formato ou tamanho? Bem, esse tipo de "pedra líquida" realmente existe: chamamos isso de concreto.

Embora às vezes tenha uma impressão ruim, porque muitas pessoas o associam à arquitetura urbana brutal de meados do século XX, o concreto é o grande herói não reconhecido do mundo material moderno. Da Represa Hoover até a Ópera de Sydney, você a encontrará nos arranha-céus mais altos do mundo, nas maiores pontes, nas estradas mais longas, nos túneis mais profundos e, provavelmente, mesmo embaixo do piso em sua pequena casa.

Nas cidades, projetos de construção exigem muitas decisões. Uma decisão importante é encontrar a opção mais eficaz, bem como determinar qual processo pode produzir resultados ideais.

Pelo menos, o concreto está em toda parte que você olha - e não é difícil entender o porquê. É fácil fazer a partir de ingredientes baratos e prontamente disponíveis, fáceis de derramar em moldes e fazer em todos os tipos de formas (porque começa a vida de um líquido muito viscoso), e é à prova de fogo e (relativamente) à prova d'água. Mas a razão principal pela qual é tão amplamente usada em edifícios é que é extremamente forte na compressão: você pode espremer ou suportar muito peso nela. É amplamente utilizado em paredes e fundações (os suportes verticais, em outras palavras), porque é ótimo para resistir ao peso empilhado em cima. Infelizmente, a grande desvantagem do concreto é que ele é 10 vezes mais fraco em tensão do que na compressão. Ele racha ou se rompe facilmente se você dobrar ou esticar, dentro, por isso não é muito útil em feixes horizontais. Embora o concreto pareça pesado e monolítico, na verdade é muito mais leve do que você imagina: é cerca de um quinto

tão denso quanto o chumbo , um terço tão denso quanto o aço, 10% menos denso que o alumínio e apenas um pouco mais denso que o vidro.

Embora o concreto seja frequentemente misturado no local e formado em qualquer formato que seja necessário no momento, ele também pode ser fornecido em "módulos" pré-moldados; blocos, vigas, seções de parede, pavimentos e revestimentos podem ser feitos dessa maneira. Pontes segmentadas modernas e gigantes, por exemplo, são frequentemente montadas de forma rápida e barata a partir de seções de concreto idênticas que foram pré-moldadas em uma fábrica e enviadas para sua localização final. Isso os torna mais rápidos e fáceis de construir do que se toda a ponte tivesse que ser lançada no local, o que é muito mais difícil de fazer no meio de um rio, por exemplo, ou em condições climáticas adversas. Outra opção é fazer estruturas de concreto que combinem algumas seções pré-moldadas com outras seções formadas no local.

Existem centenas de decisões que precisam ser tomadas para qualquer projeto de construção. Fazer a escolha errada pode revelar-se prejudicial no final.

2 OBJETIVOS

Apresentar as características da construção com concreto armado e também da construção com vigas metálicas, realizando um estudo comparativo dos pontos positivos e negativos das estruturas.

3 MÉTODO

Segundo Vergara (1998), o leitor deve ser informado sobre o tipo de pesquisa que será realizada, sua conceituação e justificativa e pode ser classificada em dois critérios básicos: quanto aos fins e quanto aos meios.

Para atingir os objetivos do trabalho foi realizado um levantamento bibliográfico de fontes primárias e secundárias de dados, selecionando livros, periódicos, monografias sobre o tema em questão. Além disso, outras fontes que continham informações sobre o assunto que será desenvolvido também serão utilizadas.

O método utilizado para o desenvolvimento da pesquisa será o histórico analítico.

4 DESENVOLVIMENTO

Concreto Armado

O concreto armado (RC) é um composto versátil e um dos materiais mais utilizados na construção moderna . O concreto é um material relativamente frágil que é forte sob compressão, mas menos em tensão. O concreto liso não reforçado é inadequado para muitas estruturas , pois é relativamente pobre em resistir a tensões induzidas por vibrações , carga de vento e assim por diante.

Para aumentar sua força total, hastes de aço , arames, malhas ou cabos podem ser embutidos no concreto antes que ele se instale. Esse reforço , conhecido como vergalhão , resiste às forças de tração . Ao formar uma ligação forte em conjunto, os dois materiais são capazes de resistir a uma variedade de forças aplicadas , atuando efetivamente como um único elemento estrutural .

Enquanto o concreto tem sido usado como material de construção desde os tempos romanos, o uso de reforço , na forma de ferro, foi introduzido apenas na década de 1850 pelo industrial francês François Coignet, e não foi até 1880 que o engenheiro civil alemão GA Wayss usou aço. como reforço .

O betão armado pode ser pré-moldado ou fundido em exercício local (in situ) de betão , e é usado em uma ampla gama de aplicações, tais como; laje , parede , viga , coluna , fundação e estrutura de construção . Reforço é geralmente colocado em áreas do concreto que são susceptíveis de serem sujeitas a tensão, como a parte inferior das vigas . É usual que haja um mínimo de 50 mm de cobertura, tanto acima como abaixo do reforço de aço , para resistir à fragmentação e corrosão que pode levar à instabilidade estrutural.

Há também uma série de tipos de reforços que não são de aço que podem ser usados, predominantemente como um meio de controlar o craqueamento . O concreto reforçado com fibras é uma mistura de concreto que contém fibras discretas e curtas distribuídas uniformemente por todo o material . As fibras podem ser feitas de vidro , polipropileno, sintéticos e naturais, materiais , bem como de aço .

O concreto protendido permite que tensões de engenharia predeterminadas

sejam colocadas em membros de concreto para neutralizar as tensões que ocorrem quando elas estão sujeitas a carga. Em concreto armado comum , as tensões são realizadas pelo reforço de aço , enquanto o concreto protendido suporta a carga por tensões induzidas em todo o elemento estrutural .

Isso faz com que seja mais resistente a choques e vibrações do que o concreto comum e seja capaz de formar estruturas longas e finas com áreas de seção muito menores para suportar cargas equivalentes . O pré-tensionamento pode ser obtido por pré-tensionamento ou pós-tensionamento .

O concreto armado é extremamente durável e requer pouca manutenção . Tem boa massa térmica e é inerentemente resistente ao fogo . O vergalhão é geralmente feito de sucata 100% reciclada e, no estágio de demolição , o concreto e o vergalhão são capazes de serem separados para que o aço possa ser reciclado.

No entanto, o concreto tem uma energia incorporada relativamente alta , resultante de sua extração, fabricação e transporte. Resíduos de materiais podem ser incluídos dentro do concreto mix tais como RCA (Reciclado Esmagado agregado), GGBS (Terra granulada escória de alto forno) e PFA (Pulverised combustível Ash), no entanto, questões como a umidade conteúdo e material de variabilidade pode fazer a sua reciclagem inviável .

Aço no Concreto

O aço, que tem alta resistência à tração, é usado com concreto para neutralizar a baixa resistência à tração e a ductilidade do concreto. O principal objetivo da inclusão do aço é resistir ao estresse de tração em determinadas regiões do concreto que podem causar falhas estruturais ou rachaduras.

Pode-se perguntar por que apenas o aço tem que ser usado quando há muitos materiais, que têm mais resistência à tração do que o aço, disponíveis. Bem, isso é devido à compatibilidade e entendimento entre o aço e o concreto. De que maneira? Principalmente pelos seguintes motivos:

- 1) O coeficiente de expansão térmica do concreto é quase similar ao do aço, eliminando grandes tensões internas devido a diferenças na expansão ou contração

térmica.

2) A pasta de cimento no concreto está de acordo com a superfície do aço depois de endurecida, permitindo que qualquer tensão seja transmitida eficientemente entre os dois materiais. Além disso, barras de aço são rugosas ou corrugadas para melhorar ainda mais a ligação ou coesão entre o concreto e o aço.

3) A reação química alcalina na pasta de cimento endurecido forma uma camada de passivação na superfície do aço para torná-lo muito resistente à corrosão.

No entanto, para otimizar os resultados, o reforço precisa ter pelo menos as seguintes propriedades:

- Ligação com betão
- Alta força relativa
- Ductilidade
- Resistência contra corrosão.

Vigas Metálicas

O aço estrutural é um tipo de aço usado na criação de materiais de construção. Ele é moldado em muitos componentes que compõem uma construção, incluindo vigas, chapas, ângulos e muito mais. É uma indústria cuidadosamente regulamentada e que deve obedecer a muitos padrões para fornecer a base de edifícios seguros e estruturalmente sólidos.

O aço estrutural é mais utilizado na indústria da construção na forma de vigas estruturais. Eles fornecem suporte estrutural para edifícios, enquanto a teia da viga fornece resistência a forças de cisalhamento, como quebrar, rasgar ou colapsar a flange resiste à flexão da seção.

Vigas estruturais de aço como RSJs ou Juntas de Aço Laminado. Esta é uma maneira universal de se referir a vigas em I. Ele faz referência ao método pelo qual as

vigas eram tradicionalmente feitas, que é de uma única peça de aço.

Convencionalmente, existem duas formas padrão de I-Beam: uma viga em I enrolada, formada por laminação a quente ou a frio ou extrusão (dependendo do material), e vigas de placa, que são formadas por solda, aparafusamento ou placas de rebiteagem. Enquanto as vigas em I podem ser construídas em alumínio, usamos apenas aço estrutural para montar nossas vigas.

Este tipo de viga é mais comumente usado em construções residenciais. Elas são mais leves e menos propensas a deformações do que vigas de madeira maciça, mas perdem rapidamente a força quando expostas ao fogo. Isso pode significar um colapso parcial ou total do edifício que não ocorreria tão prontamente com o uso de vigas de aço estruturais.

Vigas são em forma de barras de metal para minimizar a área de corte e maximizar a carga. Eles são usados principalmente para apoiar estruturas em engenharia civil, construção, maquinário pesado, construção de caminhões e aplicações pesadas em geral.

Vigas de metal estão superando muitos dos sistemas comuns de piso atualmente. Não apenas por suas qualidades de suporte e potencial de extensão, mas também devido à facilidade de instalação e manipulação de serviços através da viga aberta que é projetada para estabilidade e resistência do feixe. Vigas metálicas são rápidas e fáceis de instalar, reduzindo o tempo de trabalho e os custos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 CUSTOS

Aço

A grande maioria do aço fabricado atualmente vem de materiais reciclados; A992 aço. Este uso de reciclagem torna o material muito mais barato quando comparado a outros materiais. Embora o preço do aço possa flutuar, ele normalmente permanece uma opção menos dispendiosa em comparação com o concreto armado.

A grande novidade em desenvolvimento é o preço do aço. E enquanto o aço estrutural tem experimentado um aumento de 50% sobre os preços das usinas desde novembro de 2003, especialistas como a Cross ressaltam que o aço estrutural representa menos de 20% de todo o aço usado na construção civil.

“Se você observar o impacto geral nos custos do projeto, no ano passado, vimos os custos do projeto aumentarem em cerca de 10% como resultado do aumento de todos os tipos de materiais de construção. O aumento no custo do sistema de estrutura estrutural representa menos de 2% do aumento de 10% nos custos do projeto”, explica Cross.

E apesar do que alguns especialistas concretos dizem, se você pensou que escaparia do aumento dos preços do aço optando pelo concreto armado, pense novamente, diz Cross. "Os custos de um sistema de moldagem de concreto subiram de forma bastante equivalente aos custos de um sistema de esquadria de aço", acrescenta ele. Para obter uma leitura precisa sobre qual material é mais econômico, analise os preços atuais de estruturas de aço e concreto em uma base de projeto a projeto. E lembre-se, de acordo com Williams, “2004 não foi um bom ano para qualquer material de construção”.

Concreto

Um grande benefício de custo para o concreto é o fato de que seu preço permanece relativamente consistente. Por outro lado, o concreto também requer manutenção e reparos contínuos, o que significa custos adicionais ao longo de sua vida útil. Oferta e demanda também podem afetar a disponibilidade de concreto. Embora

possa ser despejado e trabalhado diretamente no local, o processo até a conclusão pode ser demorado e gerar custos de mão de obra mais altos.

É verdade: os preços dos materiais de construção aumentaram. No entanto, o custo do concreto usinado permanece relativamente estável e, de acordo com Ed Alsamsam, gerente de edifícios e estruturas especiais da PCA, mesmo o aumento do aço teve um efeito mínimo sobre os projetos de construção de concreto armado. "Os preços concretos permanecem muito estáveis, apesar dos aumentos flutuantes e substanciais nos preços de outros materiais de construção", diz ele.

Embora a construção de concreto moldado no local possa ser mais cara no front end, o retorno do investimento alcançado pode diminuir o diferencial de custo.

Segundo Gerosa, "as seguradoras reconhecem os benefícios de um edifício de escritórios de concreto armado fundido no local, porque os benefícios mencionados acima - maior segurança e integridade estrutural - reduzem a responsabilidade de sua parte. As companhias de seguros também relatam que os proprietários e desenvolvedores de uma torre de escritórios de concreto armado de classe A, com um núcleo de concreto e escadas de egresso mais largas, economizarão quase 25% ao ano sobre o custo do seguro de propriedade. "

5.2 FORÇA

Aço Estrutural: O aço estrutural é extremamente resistente, rígido, resistente e dúctil; tornando-se um dos principais materiais utilizados na construção de edifícios comerciais e industriais.

Concreto: O betão é um material compósito constituído por cimento, areia, cascalho e água. Tem uma resistência à compressão relativamente alta, mas não possui resistência à tração. O concreto deve ser reforçado com vergalhões de aço para aumentar a capacidade de tração, a ductilidade e a elasticidade de uma estrutura.

5.3 RESISTÊNCIA AO FOGO

Aço Estrutural: O aço é inerentemente um material não combustível. No entanto, quando aquecido a temperaturas extremas, sua resistência pode ser

significativamente comprometida. Portanto, o IBC exige que o aço seja coberto com materiais resistentes ao fogo adicionais para melhorar a segurança.

Concreto armado: A composição do betão torna-o naturalmente resistente ao fogo e em linha com todos os International Building Codes (IBC). Quando o concreto é usado na construção civil, muitos dos outros componentes usados na construção não são resistentes ao fogo. Os profissionais devem aderir a todos os códigos de segurança no processo de construção para evitar complicações dentro da estrutura geral.

5.4 SUSTENTABILIDADE

Aço

O aço estrutural é quase 100% reciclável, assim como 90% de todo o aço estrutural usado atualmente é produzido a partir de aço reciclado. Devido à sua longa vida útil, o aço pode ser usado e adaptado várias vezes, com pouco ou nenhum comprometimento de sua integridade estrutural. Quando fabricado, fabricado e tratado adequadamente, o aço estrutural terá um impacto mínimo no meio ambiente.

De acordo com a publicação britânica Building , 85% do aço é reciclado, um processo facilitado pelo fato de que os ímãs são usados no processo para classificar o aço. O novo aço feito de aço desbastado usa cerca de um terço da energia necessária para o aço a partir de materiais virgens. A fabricação de aço pode ser feita a uma distância significativa do local de construção, aumentando a energia necessária para o transporte.

Concreto

Os elementos dentro do concreto são naturais ao nosso ambiente, reduzindo os danos ao nosso mundo. O concreto pode ser triturado e usado em futuras misturas. Esse tipo de reciclagem pode reduzir a presença de concreto nos aterros sanitários.

O concreto é um material que geralmente é de origem local e, portanto, normalmente requer energia mínima para transportar para locais de construção. O vergalhão para concreto é freqüentemente produzido a partir de aço reciclado. No final da vida útil, o concreto pode ser triturado e reciclado, mas o material reciclado

não pode ser usado para o novo concreto de construção.

5.5 VERSATILIDADE

Aço Estrutural: O aço é um material flexível que pode ser fabricado em uma ampla gama de projetos para aplicações infinitas. A relação força-peso do aço é muito maior quando comparada a outros materiais de construção acessíveis. O aço também oferece muitas opções estéticas diferentes, nas quais diferentes materiais, como concreto, não podem competir.

Concreto: Embora o concreto possa ser moldado em muitas formas diferentes, ele enfrenta algumas limitações quando se trata de alturas de construção de piso a piso e vãos longos e abertos.

5.6 CORROSÃO

Aço Estrutural: O aço pode sofrer corrosão quando entrar em contato com a água. Se deixado sem o devido cuidado, isso pode afetar a segurança de uma estrutura. Os profissionais devem cuidar do aço com processos como selos resistentes à água e cuidados com a pintura. Características resistentes ao fogo podem ser incluídas quando selos resistentes a água são aplicados.

Concreto: Com construção e cuidado adequados, o concreto reforçado é resistente à água e não irá corroer. No entanto, é importante notar que o reforço de aço no interior nunca deve ser exposto. Se exposto, o aço fica comprometido e pode facilmente corroer, comprometendo a resistência da estrutura.

5.7 SEGURANÇA

Concreto

O recente anúncio do desenvolvedor Ground Zero, Larry Silverstein, sobre medidas de segurança no novo edifício do 7 World Trade Center (WTC) reflete o que a indústria de concreto vem dizendo há anos: o concreto é mais seguro.

O núcleo do edifício (onde estão localizados elevadores, escadas e sistemas de

energia) será revestido com concreto de 2 pés de espessura para proteção em caso de incêndio ou ataque terrorista. “Concreto armado moldado no local oferece excelente resistência a explosão e / ou impacto. Além disso, ele pode suportar temperaturas muito altas do fogo por um longo período sem perda de integridade estrutural”, diz Alfred G. Gerosa, presidente da Concrete Alliance Inc., Nova York.

O concreto não requer nenhum tratamento adicional à prova de fogo para atender a rigorosos códigos de incêndio e funciona bem durante desastres naturais e provocados pelo homem. Devido ao peso inerente, à massa e à força do concreto, os edifícios construídos com concreto armado moldado no local podem resistir a ventos de mais de 320 quilômetros por hora e apresentam bom desempenho mesmo sob o impacto de detritos voadores.

Com design, engenharia e construção adequados, as estruturas aparentemente rígidas construídas com concreto podem exibir maior ductilidade - uma necessidade em áreas propensas à atividade sísmica. No entanto, de acordo com a Skokie, Associação de Cimento Portland (ILP) baseada em IL, o desempenho de qualquer edifício durante um terremoto é, em grande parte, uma função do projeto, e não do material usado na construção.

Aço

Embora os relatórios recentes emitidos pelo Instituto Nacional de Padrões e Tecnologia culpem a integridade estrutural reduzida do aço pelo colapso das torres do WTC, os incêndios a jato são os culpados. Os especialistas reconhecem que o aço pode amolecer e derreter com a exposição a temperaturas extremamente altas.

No entanto, com a adição de proteção passiva contra incêndio, como a proteção contra incêndios por spray, os edifícios construídos em aço estrutural podem sustentar temperaturas mais altas e, portanto, fornecer segurança adicional.

Não baseie suas opiniões sobre o desempenho do aço nos eventos de 11 de setembro. No artigo de outubro de 2003 da Modern Steel Construction “Design resistente a explosões com aço estrutural”, os autores Anatol Longinow e Farid Alfawakhiri lembram o ataque WTC de 1993.

O artigo indica que a redundância inerente das armações de aço impediu o colapso da estrutura. "Estamos vendo muitas estruturas construídas tendo em conta o colapso progressivo das condições de explosão que são projetadas de forma muito eficaz e muito econômica em aço", explica John P. Cross, vice-presidente de marketing do Instituto Americano de Construção em Aço, em Chicago.

A resistência e a ductilidade do aço, combinadas com engenharia e design sólidos, fazem dele uma escolha segura em zonas sísmicas. "A estrutura de aço funciona muito bem sob cargas altas [de vento] porque é dúctil, o que significa que tem a capacidade de se dobrar sem quebrar e absorver esse tipo de energia", diz Larry Williams, presidente da Steel Framing, sediada em Washington, DC Aliança , de aço formado a frio.

5.8 DISPONIBILIDADE DE MATERIAL

Concreto

No outono de 2004, muitos estados relataram uma escassez de cimento, o principal ingrediente obrigatório usado no concreto. Os **furacões** na Flórida e os níveis atípicos de atividade de construção de inverno resultaram em maior demanda e menor oferta.

De acordo com o PCA, outros fatores que contribuem para a escassez são as taxas de embarque e a disponibilidade limitada de navios de transporte. Com o cimento importado suplementando os suprimentos domésticos, o aumento vertiginoso das taxas de embarque e o limitado transporte de carga resultaram em custos mais altos e fornecimento não confiável.

Apesar do fornecimento apertado de cimento em algumas regiões dos Estados Unidos, os impactos foram maiores em empresas menores, construtoras ou empreiteiras. "Os desenvolvedores estão usando prédios de concreto em todos os setores de construção e contam com concreto para preços e disponibilidade estáveis regionalmente", diz Alsamsam. As empresas de cimento estão se expandindo rapidamente e espera-se que a capacidade doméstica aumente até 2008.

Aço

A disponibilidade de aço tem sido o assunto de mais de algumas conversas ultimamente, com a culpa atribuída à atividade de construção em expansão em países asiáticos como a China. No entanto, especialistas da indústria siderúrgica estão ansiosos para dissipar o mito de que simplesmente não há aço suficiente para ser utilizado.

“No ano passado, houve muitas percepções errôneas sobre a disponibilidade de material”, diz Cross. “Não há escassez. A indústria de aço estrutural dos Estados Unidos tem capacidade para produzir 6 milhões de toneladas de aço estrutural por ano. Em 2004, nosso uso foi de cerca de 4 milhões de toneladas de produtos estruturais de flange largo, o que significa que há certamente capacidade adequada para atender a qualquer crescimento no futuro previsível. O aço estrutural está *prontamente* disponível”.

5. 9 TEMPO DE CONSTRUÇÃO

Concreto

O velho ditado “tempo é dinheiro” nunca foi mais verdadeiro do que quando se fala de cronogramas de construção. Segundo Gerosa, “os edifícios com concreto quase sempre podem ser construídos mais rapidamente. Quando comparado ao aço estrutural, às vezes duas vezes mais rápido. Não é incomum que prédios de concreto armado moldados no local subam um andar a cada dois dias. Os desenvolvedores podem terminar os trabalhos mais rapidamente, obter lucro, recuperar capital e passar para o próximo projeto.”

O popular processo de construção a que Gerosa se refere é conhecido como o ciclo de dois dias. Robert A. Edith, gerente de negócios e secretário-tesoureiro financeiro do Sindicato dos Ladrões Metálicos Local de Nova York e Reforçando os Operários de Ferro, explica: “Um ciclo de dois dias é uma operação muito trabalhosa. Em um ciclo de 2 dias, podemos [despejar] até 20.000 pés quadrados de espaço a cada 2 dias.”

Concluir um edifício mais rapidamente devido ao ciclo de dois dias oferece benefícios significativos. “Isso é algo que é absolutamente único para a construção de concreto. Eles dominaram o projeto em Nova York, e as cidades de Chicago e **Los Angeles** estão se esforçando para combinar com isso, já que sua acessibilidade ao centro [com] guindastes de construção, equipamentos e áreas de preparação se torna cada vez menor e mais limitada”, diz Alsamsam.

“Quando esses caminhões prontos aparecem no local, eles precisam entrar, despejar e sair muito rapidamente.” Quanto mais rápido o prédio for concluído, mais cedo o proprietário poderá permitir a ocupação e começar a coletar a renda dos inquilinos.

Aço

Embora o ciclo de dois dias do concreto pareça conferir uma vantagem indiscutível, o aço oferece muitos benefícios de construção.

“Acreditamos que os sistemas de estruturas de aço estrutural são o caminho do futuro”, diz Cross. “Acreditamos que eles resultam em um cronograma acelerado. Acreditamos também que a qualidade é aprimorada por causa da fabricação fora do local e que as oportunidades de produtividade existentes na construção podem ser melhores abordadas na fabricação externa com a redução do tempo real no local e da construção no local.”

Avanços na modelagem de informações de construção integraram o design, detalhamento e fabricação de aço, que resultaram em um processo acelerado. Programas de design e pacotes CAD podem passar informações através de um banco de dados neutro CIS / 2 como um modelo 3-D para detalhamento e programas de fabricação de chão de fábrica.

"Isso está literalmente comprimindo a porção de aço do cronograma de projetos em 40 ou 50%", diz Cross sobre os avanços na interoperabilidade. Essa produtividade aumenta a posição do aço como um material de construção viável, tanto agora como no futuro.

5.10 POSSIBILIDADES DE DESIGN

Concreto

Edifícios de concreto estão tomando forma - muitas formas diferentes - em todos os lugares. "Lembre-se, concreto busca a forma", diz Gerosa. "Você pode moldar qualquer coisa de concreto; é por isso que o Guggenheim foi construído do jeito que era."

Além da estética única alcançada com a construção de concreto, esses edifícios oferecem algumas vantagens de espaço muito reais. "Desenvolvedores públicos e privados também devem perceber que o uso de concreto armado moldado no local para enquadrar um prédio de escritórios arranharia mais espaço para locação por causa de alturas mais baixas de piso a piso", explica Gerosa.

Isso não é segredo para o presidente Donald Trump, o prédio de desenvolvimento da cidade de Nova York no antigo local do *Chicago Sun-Times*. Arquitetos do Trump Intl. O Hotel & Tower mudou de aço estrutural para concreto, de modo que duas histórias adicionais pudessem ser adicionadas ao edifício de 1.125 pés.

Com engenharia adequada, a construção de concreto também pode oferecer placas de piso ininterruptas. "Um ótimo exemplo é o mais novo edifício de escritórios em Nova York, utilizando vãos de 45 pés e vistas impressionantes do parque", diz Alsamsam da 505 5th Ave.

Aço

"O aço tem a maior relação força-peso de qualquer material de construção", diz Williams. E com novos métodos de construção, os edifícios de aço continuam a ser uma escolha popular entre os desenvolvedores de escritórios e multifamiliares. O uso de laje de viga, treliça escalonada e construção de viga acastelada permite alturas de piso a piso inferiores às tipicamente esperadas em edifícios de aço estrutural.

Procurando por longos períodos de espaço livre de colunas? O aço entrega "O aço pode realizar vãos extremamente longos em estruturas [e] com pegadas muito

abertas, sem colunas intermediárias. É um material muito flexível em termos de diferentes maneiras de atender aos requisitos de design”, diz Cross.

6 CONCLUSÃO

O objetivo do trabalho foi realizar um estudo comparativo das qualidades e problemas apresentadas no uso de vigas metálicas e concreto armado na construção civil.

A vantagem da utilização do concreto armado convencional é a possibilidade de se executar a peça no próprio canteiro de obras, sem a necessidade de mão de obra especializada para realizar a protensão. Como sugestões para trabalhos futuros, poderiam ser analisados os custos de fabricação e montagem dos elementos. Também poderia ser realizado um comparativo utilizando outros sistemas construtivos ou materiais, como estrutura metálica, por exemplo. Há, ainda, a possibilidade de realizar o comparativo utilizando outros sistemas de protensão, como por aderência posterior, por exemplo, visando à possibilidade de executar a peça no canteiro de obras.

É importante ressaltar que a escolha do sistema estrutural a ser utilizado em uma edificação também está associado a outros fatores não avaliados neste trabalho. Além disso, resultados diferentes poderiam ser obtidos a partir de alterações no sistema estrutural como, por exemplo, a adoção de outro sistema de transmissão de cargas horizontais, que implicaria na adoção de outro sistema de ligações entre os elementos.

REFERÊNCIAS

AGOSTINI, L. R. S. Concreto protendido: estudo das vigas isostáticas. Livraria Ciência e Tecnologia. São Paulo, 1983.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 6118: projetos de estruturas de concreto – procedimento. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 7483: cordoalhas de aço para estruturas de concreto protendido – especificação. Rio de Janeiro, 2008.

C.S. EMPREITEIRA DE OBRAS. Disponível em <<http://www.csempreiteira.com.br/pt-br/>>. Acesso em 10 de novembro de 2018.

FORPREM. Indústria de fôrmas pré-moldadas LTDA. Disponível em <<http://www.forpremformas.com.br/produtos/protensao/>>. Acesso em 10 de novembro de 2018.

HANAI, J. B. Fundamentos do Concreto Protendido. Universidade de São Paulo. São Carlos, 2005.

LAZZARI, B. M. Análise por elementos finitos de peças de concreto armado e protendido sob estados planos de tensão. Porto Alegre, 2015. Originalmente apresentado como dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015.

LAZZARI, P. M. Implementação de rotinas computacionais para o projeto automático de peças em concreto com protensão aderente e não aderente. Porto

Alegre, 2011. Originalmente apresentado como dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. Concrete: Microstructure, Properties and Materials. 3ª ed. University of California at Berkeley. Berkeley, 2006.

TÉCHNE. Estrutura Rápida. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenhariacivil/183/artigo286920-2.aspx>>. Acesso em 10 de novembro de 2018.

TRISTÃO, Gustavo A. Comportamento de conectores de cisalhamento em vigas mistas açoconcreto com análise da resposta numérica. 2002. Dissertação (Mestrado em Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002.

VIRACOPOS PORTAL DE SERVIÇO. Viracopos: Maior Hub da América Latina e sustentabilidade em foco. Disponível em: <<https://viracopos.com.br/viracopos-maior-hub-da-america-latina-esustentabilidade-em-foco/>>. Acesso em 10 de novembro de 2018.

ZIEMIAN, R.D. Guide to stability design criteria for metal structures. 6th ed. New Jersey: John Wiley and Sons, 2010.