



FUNDAÇÃO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS DE TEÓFILO OTONI

DELICIO LEHMANN JUNIOR

PLACA DE BASE
INTERFACE AÇO E CONCRETO

TEÓFILO OTONI
2019

DELICIO LEHMANN JUNIOR

**PLACA DE BASE
INTERFACE AÇO E CONCRETO**

Artigo apresentada à Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni, como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Aprovada em __/__/__

BANCA EXAMINADORA

Professor 1
Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni

Professor 2
Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni

Professor 3
Faculdade Presidente Antônio Carlos de Teófilo Otoni

Sumário

RESUMO	4
ABSTRACT	4
1. INTRODUÇÃO	5
2. REVISÃO LITERÁRIA	6
2.1 Histórico	6
2.2 Elementos estruturais em aço	7
2.3 Reciclagem e reaproveitamento.....	7
2.4 Proteção e conservação das estruturas em aço.....	8
2.4.1 Corrosão	8
2.4.2 Comportamento em situação de incêndio	9
2.4.3 Processos para evitar ou retardar a corrosão	10
2.4.4 Proteção contra incêndio	10
2.5 Produtos siderúrgicos	11
2.5.2 Perfis de chapa dobrada ou conformada a frio.....	13
2.6 Entidades normativas para projeto e calculo de estruturas metálicas	13
2.7 Bases de pilar.....	14
2.7.1 Tipos de bases de pilares	14
2.8 Proj. base de pilar para carga axial de compr. concêntrica em perfil I ou H	15
3. METODOLOGIA	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
5 CONCLUSÃO	21
6. REFERENCIAS	22

RESUMO

Peças de grande importância na estrutura metálica, as placas de bases, passam despercebidas do olhar do público em geral, justifica-se a inobservância até mesmo pelo lugar onde elas trabalham que, após o acabamento da estrutura, elas tornam-se peças invisíveis, com um papel importantíssimo no conjunto da estrutura, por elas passam toda a carga direcionada à fundação e nem sempre é dada a atenção devida, que, uma vez assentadas tornam-se quase insubstituíveis e podem, em pouco tempo, causar problemas estruturais graves ocasionando prejuízos e prejudicando a imagem da construção metálica que tem um enorme potencial de crescimento no Brasil. Neste estudo, serão apresentados resultados de ensaios que demonstraram como estas peças trabalham e como elas, se mal projetadas, potencializam patologias futuras. Estes ensaios serão comparativos apenas para visualização da problemática envolvendo estes elementos.

Palavras-chave: placas de base, patologias, estrutura metálica.

ABSTRACT

A piece of great importance in the metallic structure, the base plates, pass unnoticed by the public eye in general, it justifies the nonobservance even by the place where they work that after finishing the structure they become invisible pieces, with a paper the whole of the structure, whereby they pass all the load directed to the foundation and are not always and given the due attention, which, once settled, become almost irreplaceable and can in a short time cause serious structural problems causing damages and damaging the image of metal construction has enormous potential for growth in Brazil. In this study, we will present test results that demonstrate how these pieces work and how, if poorly designed, they potentiate future pathologies. These tests will be comparative only for visualization of the problematic involving these elements.

Key words: base plates, pathologies, metallic structure

1. INTRODUÇÃO

Seguimento importante da engenharia civil as obras em estruturas metálicas ganham mercado a cada dia, um seguimento que apresenta vários fatores vantajosos como, por exemplo: estrutura é projetada com seções mais esbeltas, ocupando menos espaço da edificação e reduzindo a cargas nas fundações que conseqüentemente proporciona economia na obra, os perfis são produzidos em escala industrial, o que garante maior controle, confiabilidade e padrão proporcionando dimensionamentos com menor majoração em relação a incertezas sobre o material usado, acabamento uniforme permitindo aplicações com estrutura aparente como exemplo: telhado em lojas, estacionamento, fabricas etc. , existe impacto ambiental na produção do aço, mas peças metálicas possuem cadeia definida de reciclagem, comparando com estruturas de concreto, permitem obras com vãos maiores melhorando o aproveitamento dos espaços, flexibilidade arquitetônica, redução do prazo de execução da obra, canteiro de obras mais organizado e principalmente preço competitivo. Como todo nicho de mercado também tem seus pontos negativos, por exemplo: por serem projetados com seções esbeltas aumenta-se a preocupação com a flambagem de seções comprimidas, mais vulneráveis a episódios de ventos fortes, comportamento do aço ao fogo exige maiores cuidados, ainda não temos a cultura de construção de edifícios residenciais em estruturas de aço dificultando a expansão, vulnerabilidade a corrosão, e requer mão de obra treinada pouco disponível no mercado.

Levando em conta que é um seguimento de mão de qualificada, observam-se pontos que não tem uma devida atenção, neste trabalho será verificado a importância das ligações entre as bases, geralmente de concreto, e os pilares de aço. Segundo RICARDO, et al (2016) as bases de pilar são apoios de estrutura e precisam ser projetadas para transmitir, dependendo de seu tipo, forças axiais, forças cortantes momentos fletores. De modo geral, são construídas por uma placa de aço soldada na extremidade de pilar, fixada por chumbadores e, algumas vezes, por barras de cisalhamento a um bloco de concreto da fundação. Segundo PIMENTA, et al (2010), essas ligações devem atender aos seguintes estados limites últimos: formação de charneira plástica na placa de base, ruptura por tração no chumbador, arrancamento do chumbador, esmagamento do concreto ou argamassa, deslizamento da ligação e ruptura da solda na ligação. As chapas de bases de pilar tem um papel importantíssimo para estrutura uma vez que por elas as cargas provenientes da estrutura conduzida pelos pilares serão transmitidas ate a fundação, distribuindo

uniformemente os esforços sobre a superfície do concreto, anulando ou pelo menos amenizando pontos de grande concentração de carga o que podem causar danos ou até levar uma ligação concreto aço ao colapso. As bases de pilares solicitados apenas de força axial não necessitam de chumbadores, mas estes são necessários durante a fase de montagem para se obter estabilidade e garantir a verticalidade do pilar, tendo sua resistência desprezada. Quando o carregamento axial for relativamente pequeno, o tamanho de placa necessária, determinado pela pressão de contato, será aproximadamente igual ao tamanho do pilar. DEWOLF & RICKER (1990).

Dentre vários fatores que justifiquem a observação rigorosas das normas e recomendações técnicas se destaca a quase impossibilidade de substituição destas placas de ligação tanto por falhas de projeto, execução, degradação sofrida pelo aço, estas estruturas ficam expostas a condições críticas como: umidade, agentes agressivos e imperfeições do próprio concreto onde ela apoia.

Diante da importância estrutural, da quase impossibilidade de substituição é o objeto de estudos e ensaios deste trabalho, onde serão demonstrados os efeitos dos carregamentos sobre as placas de base e blocos de fundação, comparando o rompimento de corpos de provas previamente confeccionados.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Histórico

Segundo (Bellei, 2008), as evidências mais seguras da primeira obtenção do ferro indicam que tal fato se deu aproximadamente seis mil anos a.C. , em civilizações como as do Egito, babilônia e Índia . O ferro era, então, um material considerado nobre, devido à sua raridade, com sua utilização se limitando a fins militares ou como elemento de adorno nas construções.

O ferro começou a ser utilizado em meados do século XIX, com o avanço tecnológico nos países causados pela revolução industrial, como Inglaterra, França e Alemanha. Nos meados do século XVIII já laminavam pranchas de ferro na Inglaterra , em 1830, trilhos para estradas de ferro, em 1854 na França, os perfis de seção I de ferro forjável, que se tornaria peça fundamental da construção em aço.

A primeira obra importante em aço foi a ponte sobre o rio Severn em Coalbrookdale, Inglaterra, em 1779. Essa ponte tem um vão simples de 42 metros formada em arco em ferro fundido e existe até hoje.

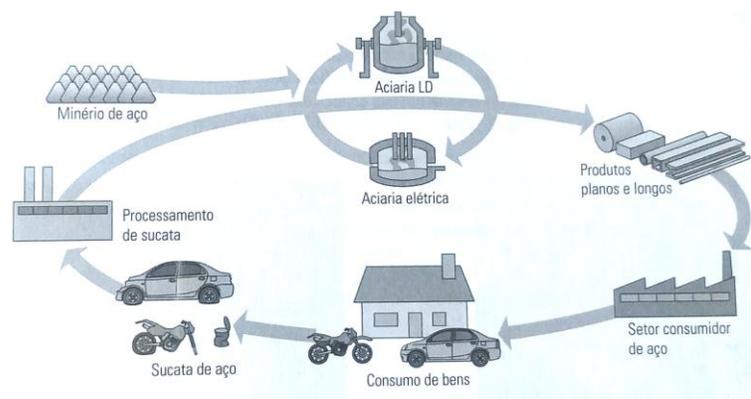
2.2 Elementos estruturais em aço

As estruturas de aço, entre diversas outras aplicações, são empregadas na composição de pilares, vigas, treliças, formando contraventamentos, e como barras de pórticos. Estes elementos são projetados para suportarem tensões normais de tração e compressão, o aço é um material que se comporta muito bem sob essas duas tensões, mas no projeto deve-se observar com cuidado elementos sujeitos a compressão, pois, estes elementos estão sujeitos a problemas de instabilidade dada a esbelteza das peças.

2.3 Reciclagem e reaproveitamento

O aço está entre os materiais mais recicláveis e reciclados do mundo. Os elementos estruturais ou qualquer produto de aço, ao final da vida útil, ou simplesmente quando por qualquer razão, perdem sua finalidade, são transformados em sucata, que, por sua vez pode ser empregada na fábrica de novos produtos siderúrgicos. A produção de aço a partir de sucatas reduz o consumo de matérias primas não renováveis, economiza energia e evita a necessidade de ocupação de áreas para descarte de produtos obsoletos. Conforme figura 2.

Figura 2 – ciclo de produção e reutilização do aço.



Fonte: dimensionamentos de elementos estruturais de aço e misto aço e concreto Ricardo H. Fakury pg. 07.

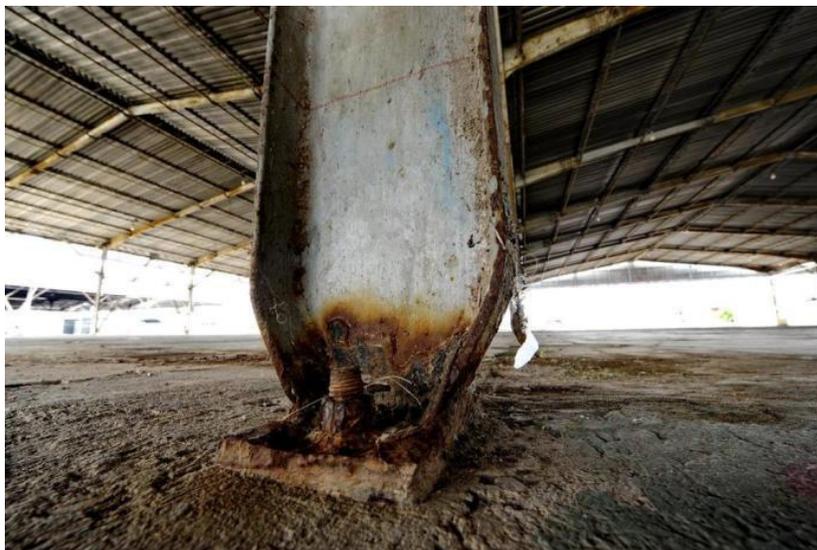
2.4 Proteção e conservação das estruturas em aço

As estruturas de aço de edifícios comerciais ou residenciais são em geral executadas com aço-carbono, tipo ASTM A 36 , ASTM A572 ou similares , ou aço de baixa liga e alta resistência mecânica e à corrosão atmosférica tipo , ASTM A 588, USI-SAC, COSARCOR ou CSN-COR.(Bellei , 2008). Como qualquer outro material estrutural, certos cuidados devem ser observados, de modo a evitar situações indesejáveis. Alguns desses cuidados referem-se à corrosão e ao comportamento em situação de incêndio.

2.4.1 Corrosão

É um processo natural que reduz gradualmente as espessuras das chapas que formam as seções transversais dos elementos estruturais, que podem se tornar inválidos para as finalidades pretendidas. A velocidade de corrosão depende da agressividade do ambiente, o processo é mais acelerado em locais com alta umidade relativa do ar, em ambientes poluídos, como os de centro das grandes cidades e os industriais, especialmente quando sujeito a vapores ácidos, na orla marítima, em razão da presença de cloreto de sódio, junto a piscinas, por causa do cloro, como visto na figura 3, nota-se o grau de deterioração do material já em fase de comprometimento de sua resistência.

Figura 3 – degradação do aço por oxidação.

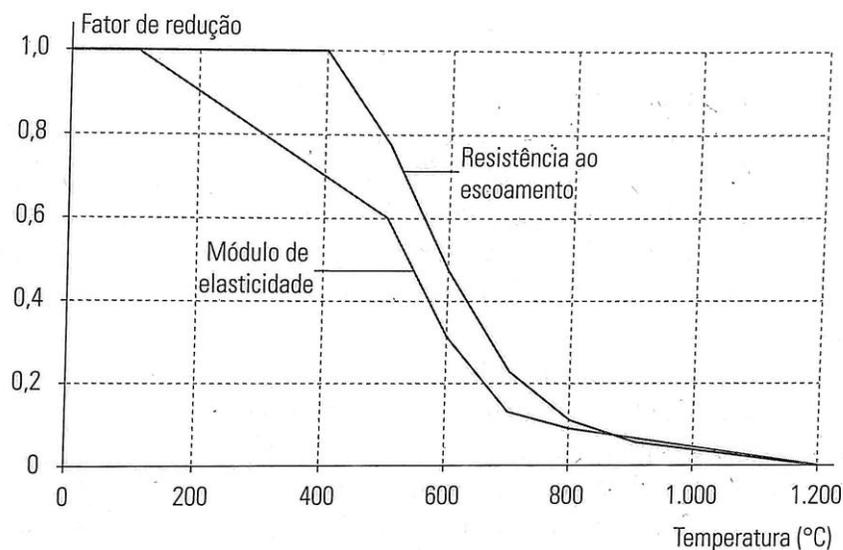


Fonte:<https://gauchazh.clicrbs.com.br/geral/noticia/2012/08/ferrugem-avanca-nos-pavilhoes-da-expointer-3844268.html> , acesso 28/04/2019

2.4.2 Comportamento em situação de incêndio

O aço perde quase a totalidade de suas principais mecânicas em altas temperaturas, na figura 5, mostra em gráfico os fatores de redução da resistência ao escoamento e do modulo de elasticidade dos aços estruturais mais comuns, conforme prescrições normativas, por exemplo, a 600^oC a resistência ao escoamento e o modulo de elasticidade do aço situam-se a 47 e 31 % dos respectivos valores a temperatura ambiente.

Figura 5 – gráfico redução da resistência ao escoamento e modulo de elasticidade



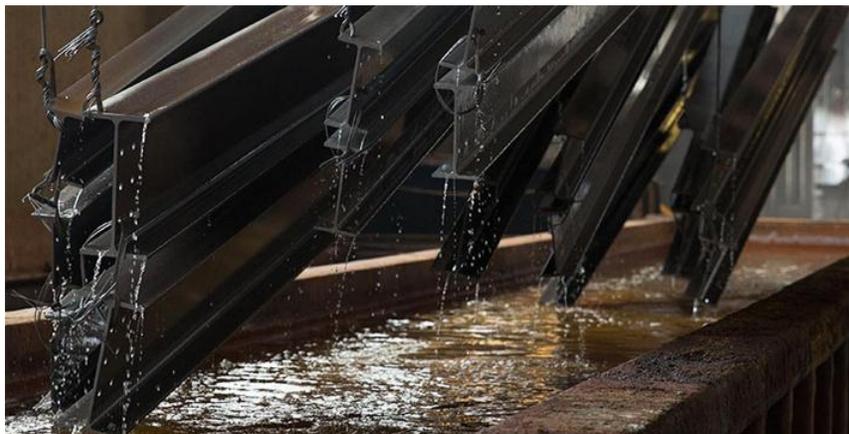
Fonte: dimensionamentos de elementos estruturais de aço e misto aço e concreto
Ricardo H. Fakury pg. 09

Quando os elementos estruturais principais de uma estrutura em aço são expostos a altas temperaturas, durante condições típicas de um incêndio, os mesmos podem ter a sua resistência mecânica reduzida a ponto de levar toda ou parte da estrutura ao colapso.

2.4.3 Processo para evitar ou retardar a corrosão

Os processos mais utilizados para proteção da estrutura são Pintura e a galvanização. A galvanização consiste no recobrimento da superfície do aço com uma camada de zinco, em geral obtida pela emersão das peças em grandes cubas com Zinco fundido a aproximadamente 450°C, conforme figura 7, que mostra parte do processo de galvanização de perfis. Pode-se também usar somente a pintura das peças, não tão eficiente como a galvanização, mas, oferece uma boa proteção. Um outro modo de evitar a corrosão e fazer o uso de aço resistente corrosão atmosférica. Tais aços em virtude de sua composição química apresentam maior resistência a corrosão de pelo menos quatro vezes. Em elementos estruturais mistos, existe a vantagem das superfícies do aço ficarem com uma cobertura adequada estarem menos sujeitas corrosão.

Figura 7 – processo de galvanização do aço



Fonte: <http://www.galvaminas.com.br/blog/estruturas-metlicas-galvanizacao-a-quente-parte-ii/>

2.4.4 Proteção contra incêndio

Em situações de incêndio o aço atinge temperaturas elevadas, temperatura crítica, e, em decorrência das reduções de resistência e rigidez, a estrutura pode perder a capacidade de suportar as ações atuantes e sofrer colapso total ou parcial, em algumas situações há a necessidade de proteger a estrutura contra incêndio, esta proteção é feita com materiais de revestimentos contra fogo, normalmente tem em sua composição gesso, vermiculita, fibras minerais ou produtos cerâmicos. Esses materiais, denominados materiais de revestimento contra fogo costumam ter a forma de argamassa, que projetada em toda a superfície exposta, tipo contorno, ou placas rígidas que são montadas ou projetadas em volta dos elementos estruturais,

tipo caixa, dos elementos estruturais. A figura 8 mostra uma proteção passiva contra incêndios de estrutura metálica, com argamassa ignífuga (incombustível) projetada.

figura 8 – proteção passiva contra incêndio em peças de aço

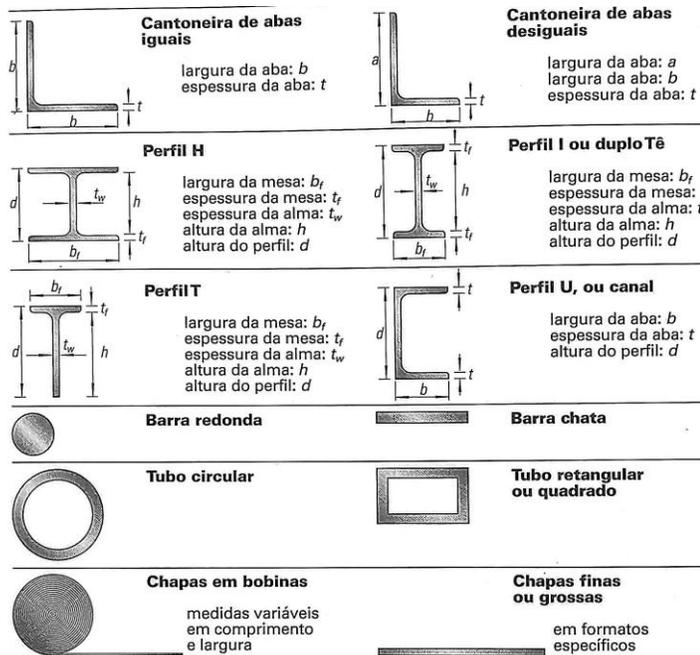


Fonte:http://www.geradordeprecos.info/obra_nova/Instalacoes/Contra_incendios/Proteccao_passiva_contra_incendios/IOJ025_Proteccao_passiva_contra_incendios_.html

2.5 Produtos siderúrgicos

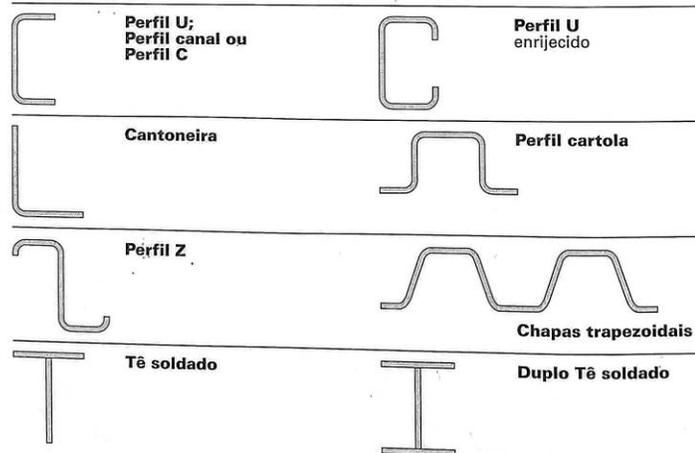
Os produtos siderúrgicos podem ser classificados genericamente em: Perfis, Barras, Chapas. Dentre os inúmeros produtos segue os mais comuns são apresentados na figura 9.

Figura 9 – tipos de produtos siderúrgicos comuns



1.3 — Produtos metalúrgicos

As empresas metalúrgicas, produzem os perfis compostos por chapas dobradas compostos por chapas soldadas. Como exemplo, tem-se:



fonte: estruturas metálicas Antonio Carlos da F Pinheiro pg. 02

2.5.1 Perfis de chapa dobrada ou conformada a frio

São designados como: tipo, altura, aba, dobra, espessura, podendo ser acrescentada a designação, chapa dobrada, para diferenciar dos perfis laminados como mostrado na figura 10.

Figura 10 – tipos comuns de perfis de chapa dobrada

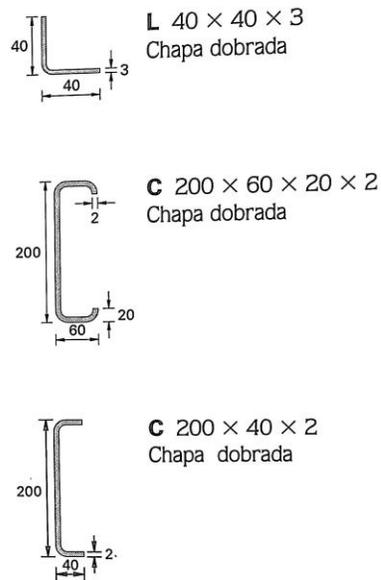


Foto fonte: estruturas metálicas Antonio Carlos da F Pinheiro pg.03

2.6 Entidades normativas para o projeto e cálculo de estruturas metálicas

São associações representativas de classe ou organismos oficiais que determinam os procedimentos a serem seguidos para a execução de uma determinada atividade. No caso de projeto e obra sem estruturas metálicas tem-se normalizadas as características físicas e mecânicas dos materiais, a metodologia para o cálculo estrutural e o detalhamento em nível de projeto executivo. As unidades a serem adotadas no Brasil são as do SI (Sistema Internacional). As entidades normativas no Brasil é a ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas e as principais normas ABNTs aplicáveis para as estruturas metálicas são:

- NBR 5884 Perfil estrutural soldado por arco elétrico;
- NBR 6120 Cargas para o cálculo de estruturas de edifícios;
- NBR 6123 Forças devidas aos ventos em edificações;

NBR6648	Chapas grossas de aço carbono para uso estrutural;
NBR 6650	Chapas finas a quente de aço carbono para uso estrutural;
NBR 7007	Aços-carbono e microligados para uso estrutural geral;
NBR 8800	Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios;
NBR 14323	Dimensionamento de estruturas de aço de edifícios em situação de incêndio;
NBR 14432	Exigências de resistência ao fogo de elementos construtivos de edificações;
NBR 15279	Perfil estrutural de aço soldado por eletrofusão;

2.7 Bases de pilar

Segundo RICARDO, et al (2016), as bases são apoios da estrutura e precisam ser projetadas para transmitir, dependendo de seu tipo, forças axiais, forças cortantes, e momentos fletores. De modo geral, são constituídas por uma placa de base soldada na extremidade do pilar, fixada por chumbadores e, algumas vezes, por barras de cisalhamento a um bloco de concreto da fundação. Também segundo BELLEI (2008), As placas de base são chapas de aço, e devem ser calculadas de acordo com os esforços a que estão sujeita. As rotuladas para esforços de compressão axial e as engastadas para uma compressão excêntrica. Ambos os autores reforçam a necessidade de cálculo dentro de normas para estas bases. A face do bloco de concreto da fundação deve ser nivelada com aplicação de argamassa com algum aditivo expensor (para evitar a retração do concreto), esta argamassa é conhecida como ‘Graute’, preenche todos os espaços vazios porventura existentes entre a face da base, a face do concreto, chumbadores e barra de cisalhamento.

2.7.1 Tipos de bases

De modo geral definem-se usualmente como bases engastadas e rotuladas. As bases engastadas, com engastes perfeitos na análise estrutural, transmitem forças axiais e momentos fletores para a fundação. Estas bases proporcionam estruturas mais leves, porém com maiores solicitações às fundações e conseqüentemente, fundações mais onerosas Já a rotuladas representadas por apoios articulados na análise estrutural, transmitem apenas forças axiais, exigindo menos das fundações e tornando-as mais econômicas, no geral tanto as bases engastadas

como rotuladas, transmitem força cortante para a fundação, mas podem ser projetadas para não atenderem estas solicitações. Quanto ao projeto, a própria norma, NBR 8800, não trata sobre o assunto e sim, sugere seguir um estudo da “AISI American Iron and Steel Institute”.

6.8 Bases de pilares

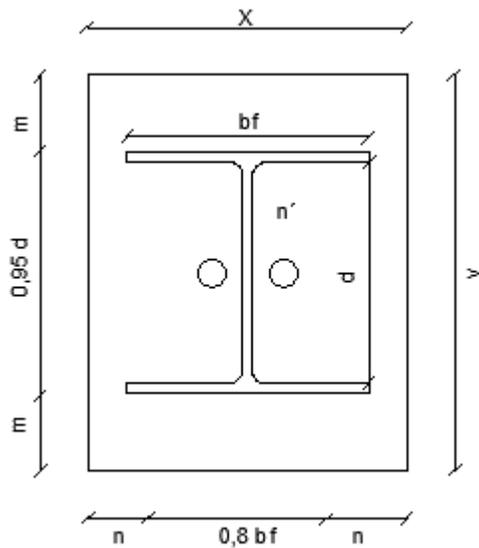
Informações para o projeto e o cálculo de bases de pilares podem ser obtidas em S.2. quando aplicável, a ancoragem dos chumbadores no bloco de concreto deve obedecer às prescrições da ABNT NBR 6118.

S.2 Fisher. J. Klaiber , L. A. (2006) Base plate and anchor Rod design . Steel desing guide 1. 2ª edição . American Institute of steel construction , Chicago. (NBR 8800. 2008).

A seguir, um cálculo para uma placa de base de pilar conforme indicações. É conveniente resaltar no final do cálculo a espessura da chapa de base a qual é objeto deste estudo.

2.8 Projeto de base para cargas axiais de compressão concêntrica em perfis I e H.

Cálculo da espessura da chapa de aço A 36 de base, apoiada sobre um bloco de 500 mm X 500 mm de concreto 25 Mpa para um pilar W150X22,5 (H) sujeito a uma carga de compressão axial de 125 KN



$$\sigma_c = \frac{N_{sd}}{X \cdot Y}$$

$$n' = \sqrt{\frac{d \cdot bf}{4}}$$

$$m = \frac{y - 0,95d}{2}$$

$$n = \frac{x - 0,8bf}{2}$$

Fonte: autor

$$n' = \sqrt{\frac{d \cdot bf}{4}} \quad n' = \sqrt{\frac{15,2 \cdot 15,2}{4}} = 7,6 \text{ cm}$$

$$m = \frac{y - 0,95d}{2} \quad m = \frac{25 - 0,95 \cdot 15,2}{2} = 5,28 \text{ cm}$$

$$n = \frac{x - 0,8bf}{2} \quad n = \frac{20 - 0,8 \cdot 15,2}{2} = 3,92 \text{ cm}$$

$$\sigma_c = \frac{N_{sd}}{X \cdot Y} \quad \sigma_c = \frac{125}{20 \cdot 25} = 0,25 \text{ KN} / \text{cm}^2$$

$$\sigma_{c,Rd} = 0,51 \cdot f_{ck} \cdot \sqrt{\frac{A_2}{A_1}}$$

$$\sigma_{c,Rd} = 0,51 \cdot 2,5 \cdot \sqrt{\frac{50 \times 50}{20 \times 25}} = 2,85 \frac{\text{Kn}}{\text{cm}^2}, \text{ porém } \sigma_c \leq f_{ck} = 2,5 \text{ KNm/cm}^2$$

$$t = 1,49 \cdot n' \cdot \sqrt{\frac{\sigma_c}{F_y}} \quad t = 1,49 \cdot 7,6 \cdot \sqrt{\frac{0,25}{25}} = 1,13 \text{ cm} = \frac{1}{2}'' (12,7 \text{ mm})$$

Tabela com informações do aço usado.

TABELA DE BITOLAS

BITOLA mm x kg/m	Massa Linear kg/m	d mm	b _f mm	ESPESSURA				d'	Área cm ²	EIXO X - X				EIXO Y - Y				r _x cm	l _x cm	ESBELTEZ		C _w cm ⁴	u m ² /m	BITOLA in x lb/ft
				t _w mm	t _f mm	t _l mm	t _h mm			I _x cm ⁴	W _x cm ³	r _x cm	Z _x cm ³	I _y cm ⁴	W _y cm ³	r _y cm	Z _y cm ³			MESA → b/2t _f	ALMA → d'/t _w			
W 150 x 13,0	13,0	148	100	4,3	4,9	138	118	16,6	635	85,8	6,18	96,4	82	16,4	2,22	25,5	2,60	1,72	10,20	27,49	4.181	0,67	W 6 x 8,5	
W 150 x 18,0	18,0	153	102	5,8	7,1	139	119	23,4	939	122,8	6,34	139,4	126	24,7	2,32	38,5	2,69	4,34	7,18	20,48	6.683	0,69	W 6 x 12	
W 150 x 22,5 (H)	22,5	152	152	5,8	6,6	139	119	29,0	1229	161,7	6,51	179,6	387	50,9	3,65	77,9	4,10	4,75	11,52	20,48	20.417	0,88	W 6 x 15	

Fonte: Gerdau

METODOLOGIA

Com o objetivo de materialização dos resultados, foram elaborados seis corpos de provas em concreto de C20 (20 Mpa) medindo 15x15x25 com 14 dias de cura, quanto ao prazo de cura, neste teste, tem pouco significado, pois, o principal objetivo a ser alcançado não é a resistência em si, mas, a comparação de resistência dos blocos submetidos a condições sugeridas, ou seja, como as diferentes interfaces aço concreto se comportariam diante a um esforço progressivo e monitorado até a ruptura do concreto e até que ponto estas interfaces poderiam influenciar na resistência dos blocos.

Para confecções dos corpos de prova, foram utilizadas formas de madeira confeccionadas com taboas de Pinho do Paraná (Araucária angustifólia) padronizadas com vinte e cinco centímetros de largura, dois centímetros de espessura seccionadas em comprimentos de quinze centímetros para faces menores e dezenove centímetros para faces maiores para o fundo das formas foram usadas peças de vinte e um centímetros quadrado da mesma madeira.

Para simular um pilar de aço, confeccionou-se um perfil, adaptando um perfil encontrado em sucata, mas em bom estado com medidas originais (d / bf) 200 X 100 mm, para dimensões 100 X 100 mm com 60 mm de comprimento, para este processo foram utilizadas maquinas de corte plasma, solda MMA (solda elétrica), emeril, maquina policorte e ferramentas diversas. Primeiramente foi retirada uma faixa de 100 mm na alma do perfil e juntados novamente com solda elétrica e retificados com esmeril e seccionados com 60 mm de comprimento.

Para as interfaces (chapas de base), a primeira cortada em seção quadrada de 150 X 150 mm de chapa de aço de 06 (seis) mm também conseguida em sucata em bom estado, esta foi usada como a mais robusta, para confecções da chapa fina três (3) mm, foi usado um conjunto de três barras chata (1/8"x 2") com 15 Cm de comprimento soldadas paralelas totalizando uma seção de 150 mm quadrada, também confeccionada uma placa quadrada de 150 mm de lado com 0,3 mm de espessura e uma forma com as laterais em chapa L com fundo em chapa de seis (06)mm quadrada com 150 mm de lado e 35 mm de profundidade, tipo caixão. As duas chapas bases foram soldados aos perfis de modo a simularem um pilar com sua terminação na placa de base.

No laboratório foram realizados sete ensaios descritos a seguir: Primeiro, rompimentos de 03 corpos de provas para determinação da resistência media dos blocos de concreto. Quarto , rompimento de 01 corpo de prova com a carga sendo transmitida ao bloco somente apoiando o

perfil sobre o bloco. No quinto , rompimento de 01 corpo de prova com a carga sendo transmitida ao bloco por meio do pilar e chapa base fina (3 mm) descrita anteriormente. Sexto, rompimento de 01 corpo de prova com a carga sendo transmitida ao bloco por meio do pilar e chapa base grossa (6 mm) descrita anteriormente. Sétimo, neste ensaio, a forma descrita a cima foi preenchida com areia, sobre a areia foi colocada a chapa com 0,3 mm de espessura, sobre a chapa foi apoiado o perfil e levado a prensa com o intuito de verificar o comportamento da chapa de base simulando a degradação do concreto e visualização das linhas de forças atuantes na placa de base. Imagens

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os blocos, placas de base, perfis e forma, passou-se aos ensaios de compressão que produziram as informações apresentadas no quadro 1.

Quadro 1 – Resultado dos ensaios nos corpos de provas.

Bloco	Área Cm ²	Tensão aplicada MPA	Tensão Total no Bloco(Kgf)
01	225	7,5	17.200
02	225	8,0	18.354
03	225	8,2	18.813
04	225	3,0	6.883
05	225	7,6	17.437
06	225	8,2	18.813

Fonte: Autor

Conforme resultados, nos três primeiros ensaios, verificou-se uma tensão media de 18.122 Kgf suportadas pelos blocos. Nestes ensaios os blocos foram rompidos sem nada, dentro das

limitações, uma delas, por exemplo: a máquina de retificação das faces dos blocos não tinha capacidade para retificar blocos de 150 X 150 mm , que pudesse variar o resultado, a escolha dos blocos foi realizada de forma aleatória e somente com análise visual para verificar a existência de fissuras que pudessem invalidar o resultado. Passou-se a sequência de ensaios nos demais blocos que apresentaram os seguintes resultados.

No quarto ensaio a força foi transmitida ao bloco somente pelo contato da viga com o bloco, resultando em uma área de contato pequena que elevou a tensão sobre esta área levando o bloco a fadiga com uma carga muito menor que a média apurada , verificou-se também uma penetração em alguns pontos de até 02 mm da viga no bloco antes do rompimento , este bloco apresentou várias fissuras e de grandes dimensões em vários sentidos .

No quinto ensaio, o resultado já melhorou uma vez que mesmo com a chapa fina(03 mm) a tensão foi melhor distribuída , foi observado durante o ensaios que as fissuras foram melhor distribuídas e já não foi observado pontos de elevada tensão na face do bloco, como marcas de afundamento .

No sexto ensaio, usando chapa grossa (06 mm), verificou-se que o bloco suportou praticamente a carga média analisada no início e com um comportamento bem parecido com os ensaios dos blocos sem a interferência de interfaces , durante o processo verificou-se que o bloco apresentava fissuras ao longo da seção vertical o que provou a importância da chapa de base e que o dimensionamento tem de atender os requisitos de projeto.

No sétimo ensaio, quando aplicou-se a tensão sobre a placa fina(0,3 mm) e esta sobre areia dentro da forma metálica , algo chamou atenção, após a aplicação da carga, verificou-se a ruptura de grande parte da seção da chapa onde o pilar apoiou, figura 11, mesmo sobre a areia que aparentemente não oferecia grande resistência, o resultado primeiramente esperado seria somente o deslocamento do material acompanhando o movimento da areia, já que a areia tinha alguma liberdade de movimento, mas, o que se verificou foi o corte do material na posição onde o pilar apoiou e o alongamento da mesma em várias direções, neste ensaio não foi observado avarias na forma metálica usada para limitar a areia.

Figura 11



Fonte: autor

Levando os resultados a uma estrutura de maior porte, onde os esforços são extremamente altos, chegaremos à situação hipotética de termos um pilar apoiado diretamente sobre a base de concreto sem a chapa de base, por erro de calculo ou por deteriorização do aço, dependendo da carga transmitida por este pilar e a sua seção, o concreto pode vir a falhar por excesso de tensão, como aconteceu com a chapa fina sobre a areia, assim a recomendação de uso de chapas de base de espessura elevada faz total sentido, pois, com o tempo, o aço perde seção por oxidação e cada vez mais os esforços estarão sendo concentrados em pontos específicos aumentando a solicitação sobre a fundação que poderão não atender as solicitações de projeto levando a patologias de difícil recuperação ou ate mesmo perda da estabilidade da estrutura e consequentemente inutilizarão da mesma.

4. CONCLUSÃO

Apesar do assunto já ter sido discutido e vários autores darem muita importância as placa de base, este assunto deveria ter um capítulo específico a seu respeito na BBR 8800 para, orientar e normalizar procedimentos de confecção, instalação e manutenção, com isto , oferecer respaldo aos projetistas e com estudos precisos, garantir a segurança e durabilidade destas peças.

É incontestável a necessidade do uso das placas de base em pilares dentro de especificações, para evitar transtornos graves a estrutura, um estudo mais detalhado sobre o tema seria muito importante, uma vez que, neste estudo, não foram utilizados equipamentos de grande precisão, principalmente na análise da oxidação destas placas e sua perda de eficiência com o passar do tempo, afim de verificar a vida útil destas peças e ate que ponto seu comprometimentos afetaria a segurança da estrutura, apesar dos fatores de segurança aplicados no projeto, as cargas produzidas pelas edificações serão as mesmas ou até crescentes com o passar da vida útil das edificações e estas peças estarão ocultas, inacessíveis, impossibilitando detecção de situações de risco.

O trabalho atingiu o objetivo, mesmo com todas as limitações técnicas enfrentadas, mas, os resultados foram suficientes para demonstrar fisicamente a importância e alguns problemas que por inobservância, falta de normas específicas ou ate, falta de conhecimento na produção, podem afetar uma estrutura.

Fica uma proposta de reavaliação do tema, incorporando melhores recursos técnicos para uma análise mais criteriosa para que sirva de aprimoramento do conhecimento e de um norte para o uso criterioso destas peças.

5. REFERÊNCIAS

DEWOLF, J. T. & RICHER, D. T. Column Base Plates, Steel Design Guides Series 1, American Institute of Steel Construction, Chicago, 1990.

PIMENTA, Roberval José et al – Ligações de apoio de pilares em perfil tubular. CONSTRUMETAL 2010 – Congresso Latino Americano da Construção Metálica. São Paulo – Brasil – 31 de agosto a 2 de setembro 2010

PINHEIRO, Antonio Carlos da Fonseca Bragança – estruturas metálicas, detalhes, exercícios e projetos. São Paulo: Edgard Blucher, 2005.

HALLAL, Ricardo, Fakury; CASTRO, Ana Lydia Reis e Silva; CALDAS, Rodrigo Barreto. – Dimensionamento de elementos estruturais de aço e mistos de aço e concreto, São Paulo Pearson Education do Brasil, 2016.

Bellei, Ildony H, Edifícios de múltiplos andares em aço / Ildony H. Bellei, Fernando O. Pinho, Mauro O. Pinho, 2. Ed. São Paulo: Pini 2008.

<https://gauchazh.clicrbs.com.br/geral/noticia/2012/08/ferrugem-avanca-nos-pavilhoes-da-expoInter-3844268.html> , acesso 28/04/2019

<http://www.galvaminas.com.br/blog/estruturas-metlicas-galvanizacao-a-quente-parte-ii/>, acessado em 02/05/2019

http://WWW.conerge-engenharia.com.br/datafiles/suíte/aplicativo/conteúdo/álbum_fotografico/182.jpg, acesso 01/05/2019

<https://blogserurancacontraincendio.files.wordpress.com./2012/.12/vigas-metac3a1licas.jpg?w=300&h=240> ,acesso em 01/05/2019

[Http://www.geradordeprecos.info/obra_nova/Instalacoes/Contra_incendios/Proteccao_passiva_contra_incendios/IOJ025_Proteccao_passiva_contra_incendios_.html](http://www.geradordeprecos.info/obra_nova/Instalacoes/Contra_incendios/Proteccao_passiva_contra_incendios/IOJ025_Proteccao_passiva_contra_incendios_.html), acesso em 01/05/2019

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 8800, Projeto de estruturas de aço e de estruturas mista aço e concreto de edifícios. 2008.