



Biblioteca Setorial do CDSA. Abril de 2021.

Sumé - PB

RAZÃO SOCIAL : MONTAL MONTAGENS INDUSTRIAIS LTDA.
ENDEREÇO : RUA: FRANCISCO JANUÁRIO DE LACERDA, S/Nº DIS
TRITO INDUSTRIAL - CAMPINA GRANDE - Pb.
C.G.C : 08.967.408.0001.49
INSCRIÇÃO : 160.698.07.3
FUNDADA EM : 11.08.76

A sociedade econômica tem como objetivo social a industrialização e comercialização de Estruturas Metálicas máquinas e equipamentos industriais, como também a prestação de serviços técnicos ao setor industrial.

A gerência da sociedade é exercida pelos diretores:

- EDVALDO GUEDES DA COSTA = Diretor Técnico
- WLADIMIR BEZERRA DE MELO - Diretor Administrativo
- ROSA DE LACERDES A. GUEDES = Diretora Gerente.

A Montal iniciou com um capital social de CR\$ 300.000,00 sendo atualmente seu capital social de CR\$ 2.605.441,00 dividido percentualmente entre os sócios da seguinte maneira:

- EDVALDO = 60,8%
- WLADMIR = 20,7%
- ROSA = 18,5%
- 1.000%

Faturamento inicial anual = 1.200.000,00 - 1977.

Faturamento atual anual = 20.000.000,00 - 1980

I N T R O D U Ç A O

No Brasil, no que concerne a execução de estruturas metálicas, pouco se encontra na nossa Literatura Teórica, sendo que no setor relativo a teoria já se conta com a divulgação realizada, abordando a assunto de uma forma clara e completa.

Creemos portanto oportuno trazer a lume uma série de conhecimentos práticos e básicos relativo ao projeto e execução de estruturas metálicas, do modesto conhecimento por mim adquiridos em atividades executadas.

No decorrer do meu trabalho, darei exemplos numéricos, encarando estruturas comumente empregadas por mim, com o fim de esclarecer o emprego de normas estruturais vigentes e a escolha de perfis de seção transversal adequada à natureza do esforço atuante na peça a ser dimensionada.

A IMPORTANCIA DA MODERNA ENGENHARIA DA ESTRUTURA NO BRASIL.

O nosso desenvolvimento industrial será conduzido as necessidades de aço nacional a uma cifra situada na casa das 10.000,00 de toneladas anuais, a serem atendidas através do esforço conjunto de Volta Redonda, Usiminas e Cosipa e demais usinas de menor porte, assim, o emprego das estruturas metálicas já vem sendo encarado por um prisma de grande viabilidade e conveniência de ordem monômica, não apenas sob o ponto de vista da sua execução, como da reversão mais rápida do capital empatado com a grande redução de tempo obtido na montagem.

Assim sendo, adiante alinharemos uma série de vantagens que as estruturas metálicas oferecem, cujo exame detido tem feito com que os altos responsáveis pela engenharia estrutural no país, em várias contingências de vantagens, optassem pelo seu emprego.

NOS GRANDES VÃOS:

Com a estruturas metálicas consegue-se vencer grandes vãos com peso próprio reduzido, o que já se torna difícil conseguir no concreto armado, cujo custo se eleva proibitivamente, por exemplo, nas coberturas de hangares, mesmo que se lance mão de treliças. Este fator favorável no peso próprio permite intercalúnios máximos, dando liberdade operacional sob a estrutura. Além disso, no conjunto da obra, há uma ponderável economia no projeto de fundações, face às menores reações assim obtidas, mormente quando se tiver de tratar com terrenos de baixa resistência.

NOS GRANDES EDIFÍCIOS COMERCIAIS:

Realiza-se o máximo aproveitamento em termos de área útil, visto o pouco espaço em planta ocupadas pelas colunas, em comparação com o concreto armado. Neste particular podemos citar

dentre as obras já executadas no país, o Palácio do Comércio em São Paulo, com 20 andares, e o Edifício Avenida Central, no Rio de Janeiro, com 34 andares. Neste último, é assinalada nos textos autorizados uma economia de 6% na área total ocupada pelas colunas, em confronto com o concreto armado, o que neste caso representa 4.500 metros quadrados, ou seja, o equivalente a quase mais dois andares que teriam de ser constituídos para obter-se o mesmo valor locativo. Em confronto com o concreto armado, a ossatura metálica é cerca de 30% mais leve, o que se reflete de forma substancial no custo das fundações. Imposições da moderna arquitetura requerem grandes vãos combinados com baixa altura de viga, especialmente em se tratando de cinemas ou garagens. Este obstáculo é susceptível de ser vencido com grande eficiência, quando se associa a laje de concreto armado dos pisos com as vigas metálicas que a suportam, fazendo com que laje e viga resistam em conjunto aos esforços atuantes, solução esta que foi empregada com grande sucesso pelo Eng^o PAULO FRAGOSO, autor do projeto estrutural dos dois prédios acima citados, tendo sido obtido uma economia de peso na estrutura, na ordem de 20%.

No que concerne à execução, é de se notar a grande rapidez de montagem das estruturas metálicas, resultando uma reversão mais rápida do capital empatado, pela ocupação mais imediata do imóvel. Repartando-nos ainda àqueles dois edifícios, a montagem do primeiro foi executada em seis meses de serviço e a do segundo em sete meses e meio estruturas análogas em concreto armado levam a 2 anos em construção.

INCOMBUSTIBILIDADE:

Este fator permite reduzir as taxas de seguro que incidem sobre o imóvel, uma vez que a estrutura metálica não serve de veículo ao fogo. Cumpre notar que nos edifícios empregam-se vários tipos diferentes de revestimento protetor sobre o ma

terial metálico, cuja ação retardadora do calor faz com que a sua resistência ao fogo se equipare à do concreto armado.

REAPROVEITAMENTO DE ESTRUTURAS JÁ USADAS:

É muito comum nas construções industriais, por exemplo, ocorrer a necessidade de mudar um edifício para outro local, o que se consegue facilmente com estruturas metálicas, bastando desmontá-las e montá-las de novo. Em pode se dar o caso de que haja necessidade de novos vãos maiores, então a estrutura existente pode ser substituída por outra, podendo a velha ser negociada como estrutura a ser aproveitada por outra empresa. Nas pontes metálicas, é mais frisante este aproveitamento. Podemos citar, por exemplo, o caso de pontes ferroviárias que, por serem fracas o tráfego moderno, são retiradas do local e substituídas por novas, sendo as velhas adaptadas para o seu uso em rodovias, cujo tráfego é bem mais leve que o ferroviário. No Paraná, podemos aprender um caso real, com a antiga ponte ferroviária sobre o Rio Iguazú, em Serrinha no trecho Curitiba - Ponte Grossa, que na década de 40 foi substituída inteiramente pelo Serviço de Reforço de Pontes, firma especializada, fundada pelo eminente Eng^o OSCAR MACHADO DA COSTA, na época uma das maiores autoridades em pontes no país. A ponte ali existente na em treliça, de estrada superior, com mais de cem metros de comprimento e foi integralmente reaproveitada pelo Governo Estadual, na Rodovia Curitiba - São Mateus, após receber laje de concreto armado, para formar pista de rodagem dupla.

FALAR SOBRE SOLDAGEM:

Soldagem de Manutenção e Reparo.

A soldagem de produção, geralmente se realiza dentro das mais favoráveis condições - As especificações são determinados, equipamentos apropriados são fornecidos, é conhecida a

composição química do metal base, os parâmetros são facilmente controlados em controláveis e, se necessários, prepara-se um protótipo que pode ser submetido a testes destrutivos para confirmar as propriedades físicas das uniões soldadas. Em contraste a soldagem de manutenção e reparo apresenta aspectos diferentes comparados com a soldagem de produção. Os problemas de procedimento envolvem uma série de incógnitas, restrições e limitações.

As ligas fabricadas para a manutenção por meio de solda, tem de ser características especiais para vencer os obstáculos daí decorrentes. Há que levar em conta problemas de pré e pós acontecimento, calor da aplicação, distorção e diluição no metal base, resistência da união, amperagem, soldabilidade e solidificação.

PROVOCAÇÃO DE FALHAS:

Os soldadores de manutenção devem estar alertados contra outros fatores-tais como - erros de desenhos das peças, que provocam falhas em serviço, modificação das peças no campo (por ex. em reforço) e equipamentos antiquíssimos, sujeito a esforços por aumento de produção, os quais excedem as suas características originais.

TECNOLOGIA DE SOLDA DE MANUTENÇÃO E REPARO:

Pelas diferentes condições de soldagem no campo, desenvolveu revestimentos para eletrodos manuais e ligas no sentido de superar os problemas impostos pelas limitações dos equipamentos de soldagem disponíveis, níveis de habilidade, soldagem fora de posição, calor desenvolvido, metais de base desconhecidos, contaminação etc.

Onde necessário, aditivos, tais como, desoxidantes, desgasi

ficantes nucleiantes, são incorporados na formulação do revestimento para proporcionarem melhor soldabilidade em termos de limpeza, fluidez, forma de cordão, na fase líquida e sólida.

EXECUÇÃO DA SOLDAGEM:

A soldagem deve ser executada de acordo com a qualificação do processo aprovado para a construção que se pretende fazer. Inicia-se com a preparação das peças e posterior montagem, soldagem e acabamento. Assumindo-se as especificações do material base, do material de adição, a qualidade da solda dependerá, então, da habilidade do soldador ou operador.

PREPARAÇÃO:

A grande maioria das peças usadas para as construção soldados, abrangidos estruturas de todos os tipos pode ser preparada para soldagem sem usinagem mecânica.

As chapas e perfis mais finos podem ser cortados nas tesouras. As chapas grossas e os perfilados pesados podem ser cortados com maçaricos de vários tipos.

CORTE POR OXIACETILENO:

As pequenas seções podem ser cortadas por maçaricos manuais. Os cortes longos usam, geralmente, os carrinhos de apoio a maçarico (tartarugas).

MONTAGEM:

Após a preparação das peças e das juntas, é feita a montagem para peça complexas repetitivas são usados posicionadores (garbaritos), geralmente robustos, onde as peças são fixadas por parafusos e eventualmente ponteados, antes do início da solda

gem.

Nas estruturas e construção feitas com unidades avulsas ou de pequenas séries a montagem é feita sem gabaritos, alinhando-se as peças com ajuda de calços ou suportes 'ponteados nas próprias peças ou aparafusados com grampos tipos C antes do ponteamto.

Esta é uma das operações mais importantes para a qualidade da construção soldada.

Os desalinhamentos na montagem não poderão ser corrigidos depois da complementação da solda, ficando os degraus e as inclinações até o fim da vida física da peça, prejudicando a resistência da construção.

SOLDAGEM ELÉTRICA POR ARCO:

Fixação do Cabo Terra.

A finalidade do cabo-terra é fechar o circuito elétrico. Isso quer dizer que passa pelo grampo - terra a mesma corrente que passa no arco. Para não formar um sobreaquecimento localizado, o grampo-terra deve ser fixado numa área suficiente e com aderência total, evitando os espaços nos quais possam de formar os pequenos arcos e um sobreaquecimento for mau contato.

Uma extensão do cabo-terra por meio de vergalhões de ferro, encostados na peça soltada, na estrutura, é uma prática condenável que leva a mudanças prejudiciais na estrutura metalográfica do material com ameaça de falhas futuras nos pontos assim afetados. São conhecidos os casos de explosões de vasos sob pressão por causa de fixação inadequada de grampo-terra.

Uma solução perfeita é fixar o cabo-terra na peça soldada através de um parafuso de cobre, como qualquer terminal de um cabo elétrico.

A posição do grampo-terra não tem maior importância na soldagem por corrente alternada nem na maior parte das soldagens com corrente contínua, mas em alguns casos pode agravar problemas de "sopro do arco". Este fenômeno dificulta ao soldador a deposição do material no ponto desejado.

DIÂMETRO, VOLTAGEM E AMPERAGEM EM SOLDAGEM POR ELETRO DO REVESTIDO:

Na ocasião de execução da soldagem já deve estar determinado o tipo de eletrodo a ser usado. A primeira dúvida que surge é, geralmente, o diâmetro do eletrodo a usar. Conforme a posição de soldagem e o diâmetro do eletrodo, são ajustados, então, a voltagem e amperagem, sendo que em algumas máquinas a voltagem é ajustada automaticamente.

Note-se que a amperagem recomendada nas etiquetas das embalagens dos eletrodos depende, além do tipo de eletrodo, da espessura e do volume da peça a soldar, das variações do revestimento e da posição do trabalho.

Para peças pequenas, a amperagem deve ser mais baixa. À medida em que a peça estiver aquecendo a amperagem deverá ser reduzida. Com a peça muito fria, deverá ser aumentada.

POLARIDADE:

Alguns dos eletrodos permitem a soldagem satisfatória numa polaridade sendo que a adequada está indicada na embalagem original. Outros eletrodos e arames podem ser usados em ambas as polaridades com um comportamento diferente na soldagem, notado facilmente pelo soldador, e com uma penetração também diferente.

POSIÇÕES:

A posição do eletrodo depende da posição de soldagem e, em proporção menor, do tipo de eletrodo (eletrodos AWS-10 e 11).

Para a solda mais rápida, a inclinação deve ser maior (ângulo menor). O movimento de tecer com eletrodo de alta penetração diminui a porosidade.

AQUECIMENTO E RESFRIAMENTO:

Antes do início da soldagem deve ser verificada a eventual recomendação a respeito da temperatura de soldagem. A soldagem de materiais temperáveis, numa temperatura alta, evita o resfriamento rápido do material aquecido pelo arco e, conseqüentemente, a sua têmpera. Com decorrente formação de estruturas duras e frágeis. Além disso, o preaquecimento expande o material que vai receber a solda, reduz as distorções, eliminar o choque térmico, balanceia as estruturas metalográficas e proporciona uma melhor ligação entre o metal base e o metal depositado.

MOVIMENTAÇÃO DO ELETRODO:

A soldagem pode ser feita com ou sem tecimento, dependendo do processo, da posição, do tipo de eletrodo e do número de passes. Nas soldagens de passes múltiplos em juntas profundas, o 1º passe é feito, muitas vezes, sem o tecimento, acontecendo o mesmo nos passes seguintes quando se usam eletrodos de revestimento grosso. A soldagem começa com o acendimento do arco que deve ser feito, preferivelmente, riscando e não batendo o eletrodo contra o metal no ponto inicial.

Os passes que seguem ao primeiro na soldagem plana são

feitas, geralmente, com movimentos de tecer em ziguezague ou meia-lua, havendo recomendações diferentes para vários tipos de revestimentos de eletrodos.

MEDIÇÕES DE TERRENO PARA ESTRUTURA:

Medir um galpão com comprimento de 51.20 x 12.80 m. Para fazer uma estrutura metálica.

Medição do Posto Santa Barbara, com comprimento de 171 m² de área coberta.

MONTAGEM:

Montagens em diversos carros para motor YAMMAR NSB. 11 e 18 com 10 à 13 CV, com comprimento 65 x 65 x 20, com eixo 90cm. Furos de 5/8", para bomba de 4/3 CV.

FABRICAÇÃO DE TANQUES:

Três tanques de gasolina com capacidade para 15.000 litros.

Chapa 3/16", comprimento 5.60 m x 192 m.

Cálculo e riscar, depois cortar com maçarico, a cabeça com circunferência de 2.00m.

Virar 8 chapas 3/16" com 3.00 m x 120 m.

TRABALHOS DIVERSOS:

Trabalhar com rebitador tipo TT-17A. Adaptando-se a toda linha de rebites "POP".

Cortar alumínio de 0,30 x 0,15 cm para viga de comprimento 5.00m x 0,30 x 0,15 cm.

Colocar alumínio nº 16 em duas colunas com chapas 2 1/4", com comprimento 5,50 m x 0,30 cm e furar com broca de 3/16" e colocar os rebites 3/16".

TESOURAS COM CANTONEIRAS L 2 1/2 x 1/4" L 2" x 3 1/2" e L 2 x 1/4" com comprimento 17.00 m x 40 cm. Para estrutura em diversos lugares.

TERSAS:

Com comprimento de 6.40 m x 35 cm com cantoneira de L 2" 3/16" e Ø 3/8".

Abrir rosca na rosqueadeira Rosk, de 200 parafusos de alumínio de 1/4".

Platibandas, cantoneira de 1" x 3/16", comprimento 4.00 m x 0,80 cm. com alumínio nº 16 e rebites 3/16".

TRABALHO EXECUTADO PARA ESTA EMPRESA:

ECOCIL: Empresa de Construção Civil LTDA.

Rua: Chile nº 152 - NATAL-RN.

O material a ser usado será aço A 24 em cantoneira L de abas iguais e perfil U de fabricação nacional, a norma a adotar será a A B 14 atual.

CÁLCULO DAS TELHAS:

Ação do vento: $1,2 \times 60 \times 8/100 \approx 6 \text{ kg/m}^2$ a carga da telha será: $q = 1,7 (6 + 14 + 8)$. Portanto $q \approx 50 \text{ kg/m}$, mais 70 kg concentrado.

O momento fletor máximo será:

$$50 \times 36/8 + 70 \times 60/4 = 330 \text{ kgm.}$$

O momento resistente será: $33.000/1400 = 23.5 \text{ cm}^3$ logo o perfil será: U4" (7,95 kgm) que fornece um momento resistente a $31,40 \text{ cm}^3$.

CÁLCULO DAS TRELIÇAS:

Barras principais = tornar L $2\frac{1}{2}" \times 2\frac{1}{2}" \times 1/4"$

VERIFICAÇÃO:

$= 170/1,2 = 136$ flb = 560 kg/cm^2 A carga será:

$q = 6 (6 + 14 + 13) = 200 \text{ kg/m}$ mais 140 kg de carga concentrada.

O momento fletor será: $200 \times 225/8 + 140 \times 15/4 =$ portanto: $M_f = 6.150 \text{ kgm}$.

A altura média, no centro, será: $(170 + 50)/2 = 110 \text{ cm}$.

A força máxima será: $6.150/1,10 = 5.590 \text{ kg}$.

Logo a tensão será: $5.590/9,48 \approx 570 \text{ kg/cm}^2$ que é praticamente igual à tensão de flambagem. Logo há estabilidade.

Tomar para a barra superior a cantoneira L $2\frac{1}{2}" \times 2\frac{1}{2}" \times 1/4"$.

MONTANTES E DIAGONAIS:

Disponer as diagonais de forma que as mesmas fiquem sempre tracionadas, enquanto os montantes fiquem sempre comprimidos.

MONTANTES:

$$R_A = R_B = \frac{200 \times 15}{2} + \frac{140}{2} = 1.570 \text{ kg}$$

O maior dos montantes tem comprimento de 1.70 cm.

Tomamos:

$$= 170/1,02 = 170 \quad \text{---} \quad (f_{lb} = 359 \text{ kg/cm}^2)$$

A tensão será: $1.570/4,58 = 342 \text{ kg/cm}^2$, que é menor que a tensão de flambagem, logo há estabilidade.

Formar para os montantes: L 2" x 2" x 3/16".

DIAGONAIS:

O esforço na diagonal mais carregada será $1,41 \times 1.570 = 2.215 \text{ kg}$.

A secção será: $2.215/1.400 = 1.60 \text{ cm}^2$

Formar para as diagonais uma cantoneira L 2" x 2" x 3/16" que possui uma área de $3,42 \text{ cm}^2$, que é por demais resistentes.

A BARRA INFERIOR:

O esforço é igual 5.590 kg .

A secção da barra será: $5.590/1.400 = \text{cm}^2$.

Tomar cantoneira L 2" x 2" x 3/16", que o fornece uma área de $4,08 \text{ cm}^2$.

COBERTURA INDUSTRIAL:

Um armazem industrial na cidade de Equador R/N.

Para dimensionar um telhado constituído de terças e tesouras metálicas com cobertura de telhas onduladas de fibra cimento. Com $20 \times 14 \times 6 \text{ m}$.

As tesouras são suportadas por pilares de concreto, espaçados de 5 metros.

O pé direito é de 6 metros.

Adotando-se uma inclinação de 15° , tem-se para o ponto do telha do 14.00 $\text{tang. } 15^\circ = 7,00 \times 0,268 = 1,876$

Seja 1,88m para altura do centro do vão.

CÁLCULO DAS TERÇAS:

Afastamento entre terças : 1,69 m

CARGAS:

a. Carga permanente.

Cobertura e acessórios	$21 \text{ kg/m}^2 \times 1.69$	36 kg/m
		<u>6 kg/m</u>
Peso próprio estimado.		g = 42 kg/m

b. Carga acidental.

Ação do vento segundo Arts. 7,8 e 9 da NB-5.

$q = 60 \text{ kg/m}^2$ (Art. 8b = 8b)

$C = 1.2 \cdot \text{sen} \alpha = 1,2 \cdot \text{sen} 15^\circ = 1.2 \times 0,259 = 0,3$ (Art. 9^a).

$Cq = 60 \times 0,3$ (Art. 7) = 18 kg/m^2 .

$18 \times 1.68 P = 30 \text{ kg/m}$.

MOMENTOS FLETORES:

a. No plano perpendicular ao telhado.

Componentes das cargas.

Carga permanente	$42 \cdot \text{cos} \alpha = 42 \times 0,966$	41 kg/m
		30 kg/m
		<u>71 kg/m</u>
Momento fletor		222 kgm

$M = 1/8 \cdot 71 \cdot 5,00^2$

b. No plano do telhado.

Componente das cargas

Carga permanente $42 \cdot \text{sen} \alpha = 42 \times 0,258$ — 11 kg/m

(O vento não influencia neste plano)

Momento fletor

$$M = 1/8 \cdot 11 \cdot 5,00^2$$

34 kg/m

DIMENSIONAMENTO:

Momento resistente necessário (módulo da seção)

No plano perpendicular ao telhado.

$$W_x = \frac{M}{j \cdot f} = \frac{22.200}{14.00} = 15, \text{cm}^3$$

(Pode-se adotar 1400 kg/cm^2 porque as telhas, fixadas com parafusos na terça oferecem contenção lateral suficiente)

No plano do telhado.

$$W_y = \frac{3400}{1400} = 2,4 \text{ cm}^3$$

A tabela de propriedade de perfis U fornece.

U de 3" x 1 1/2" x 4mm, com $w_x = 18 \text{ cm}^3$ e $w_y = 3,3 \text{ cm}^3$.

CÁLCULO DAS TESOURAS:

Dados Gerais:

Afastamento das tesouras entre si 5,00 m
Vão das tesouras 14,00 m
Altura na cumieira 1,88 m

CARGAS:

a. Permanente.

Reação das terças $42 \cdot 5,00$ 210 kg
Peso Próprio 25 kg
235,kg

b. Acidental.

Ação do vento

(visto ser muito pequena a inclinação do telhado, pode-se assimilar a componente normal ao telhado à componente vertical, sem grande erro de aproximação.

Portanto: 30 x 500 P = 150 kg

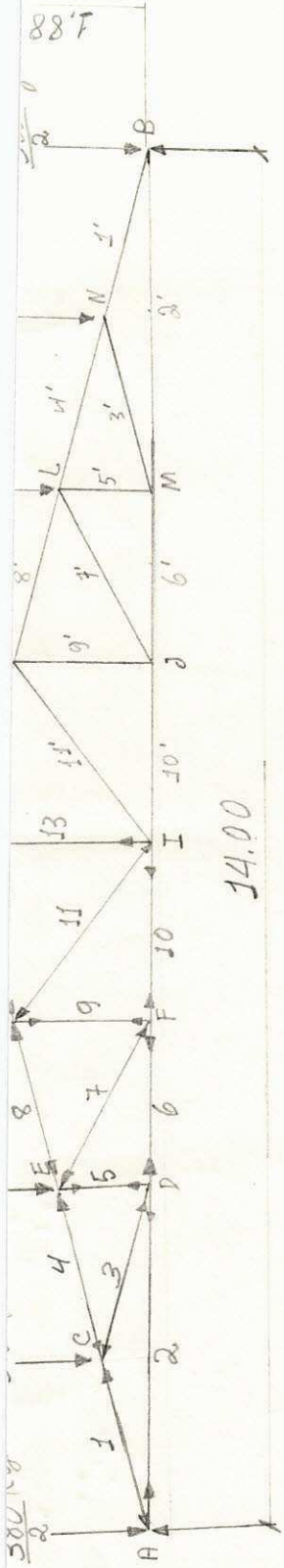
Carga total q = 380 kg

DETERMINAÇÃO DOS ESFORÇOS:

Por se tratar de cargas iguais em posições simétricas, tem-se

$$RA = RB = \frac{380.8}{2} = 1.520 \text{ kg}$$

Será aplicado o método de Cremona, para a determinação dos esforços nas barras do sistema.



QUADRO DOS ESFORÇOS E DIMENSIONAMENTO

BARRA	ESFORÇO (KG)
1	5100
2	4900
3	685
4	4440
5	185
6	4270
7	815
8	3680
9	385
10	3550
11	930
12	2920
13	1345

ESQUEMA DA ESTRUTURA E CARGAS ATUANTES

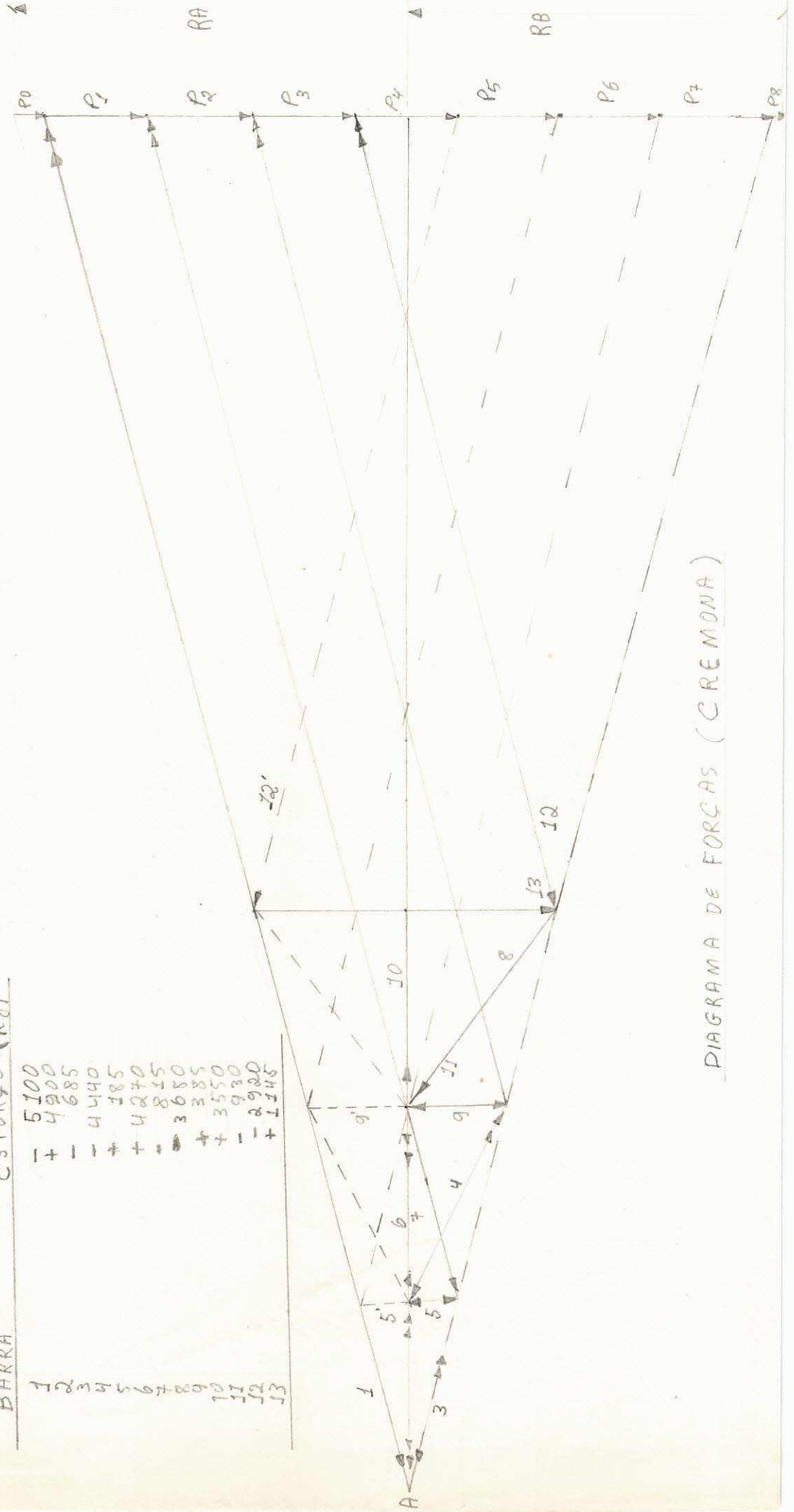


DIAGRAMA DE FORÇAS (CREMONA)

A G R A D E C I M E N T O S

Meus sinceros agradecimentos à direção da **INDÚSTRIAL MONTAL**, e a todos os funcionários que colaboraram direto ou indiretamente para melhor execução deste estágio. Agradeço também ao professor **MARCINO DIAS DE OLIVEIRA JÚNIOR** meu orientador, ao professor **YOGE JERÔNIMO RAMOS DA COSTA** coordenador do curso de Engenharia Mecânica, ao professor **MANOEL CORDEIRO DE BARROS** vice coordenador do curso, e aos demais mestres que contribuíram para o objetivo do meu curso.

A S S I N A T U R A S :


YOGE JERÔNIMO RAMOS DA COSTA
- Coordenador -


MANOEL CORDEIRO DE BARROS
- Vice-Coordenador -

MARCINO DIAS DE OLIVEIRA JÚNIOR
Coordenador de Estágio