



**PROJETO DA COBERTURA
EM AÇO DO GINÁSIO
SANTA MARTA II**

PREFEITURA MUNICIPAL DE LEME

MEMÓRIA DE CÁLCULO

JULHO de 2018



PROJETO DA COBERTURA EM AÇO DO GINÁSIO SANTA MARTA II

PREFEITURA MUNICIPAL DE LEME

João Alfredo Azzi Pitta
Eng. civil, M Sc CREA/SP 060.030.365-8

Admilson Aparecido Bortolin
Eng. civil, M Sc CREA/SP 060.179.056-3

JULHO de 2018



PROJETO DA COBERTURA EM AÇO DO GINÁSIO SANTA MARTA II PREFEITURA MUNICIPAL DE LEME

MEMÓRIA DE CÁLCULO

SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO	1
2- ESCOPO DESTE TRABALHO	1
3- ESQUEMA GERAL DA ESTRUTURA	2
4- CARGAS PERMANENTES E SOBRECARGA NORMATIVA	4
5- AÇÕES DEVIDAS AO VENTO	5
5.1- Cálculo da Pressão de Obstrução	5
5.2- Coeficientes de Pressão Externos	6
5.2.1. Vento a 0°	7
5.2.2. Vento a 90°	8
5.2.3. Vento a 180°	9
5.2.4. Vento a 270°	14
5.3- Coeficientes de Pressão Interna	15
5.4- Carregamentos devidos ao vento aplicados aos modelos	16
6- LISTA DE COMBINAÇÕES DE CARREGAMENTOS	20
7- CÁLCULO E PROCESSAMENTO	23
BIBLIOGRAFIA	23
ANEXO A – GEOMETRIA E CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	(A1 @ A3)
ANEXO B – REAÇÕES, DEFLEXÕES E SOLICITAÇÕES	(B1 @ B3)
ANEXO C – DIMENSIONAMENTO E LISTA DE MATERIAIS	(C1 @ C3)



PROJETO DA COBERTURA EM AÇO DO GINÁSIO SANTA MARTA II

1. INTRODUÇÃO

A Prefeitura de Leme irá retomar as obras do Ginásio Santa Marta II, que estão paralisadas há tempos. A estrutura principal desse edifício será em pilares de concreto armado e cobertura em aço, em perfis laminados e em chapa dobrada (fig. 1).

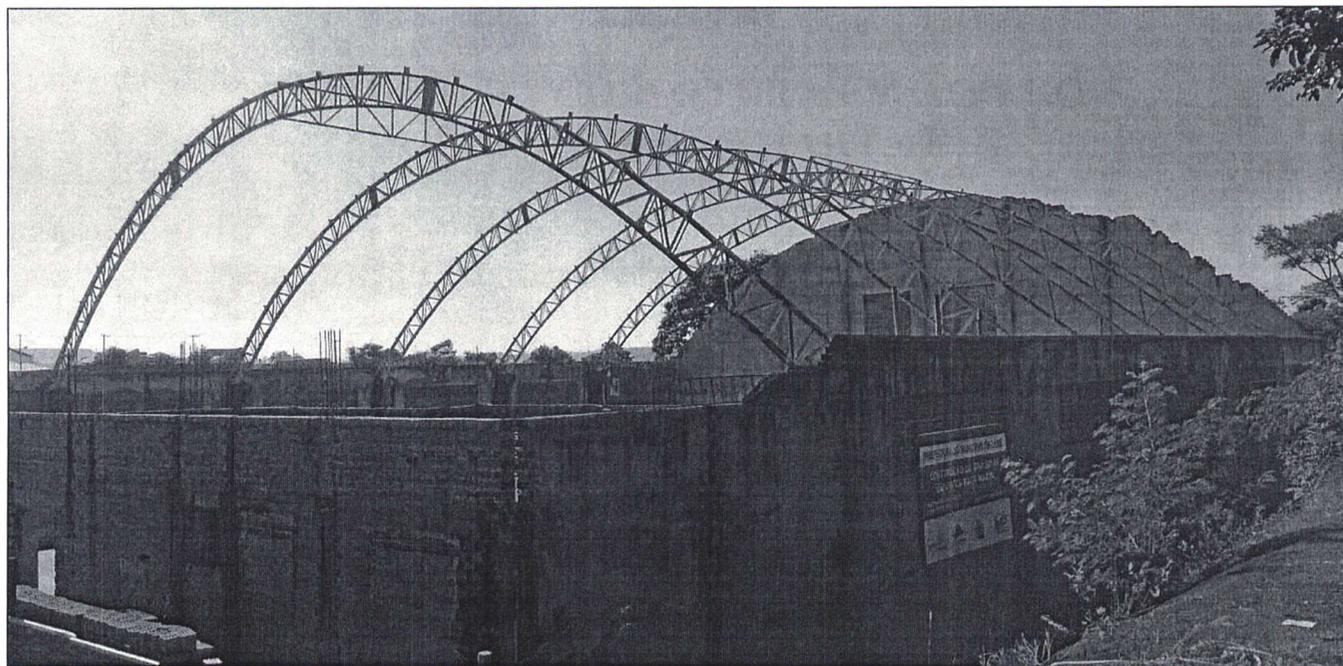


Fig. 1 – Estado atual da estrutura do Ginásio Santa Marta II em Leme.

2. ESCOPO DESTE TRABALHO

Nossos trabalhos referem-se ao **Projeto Técnico da Estrutura de Aço** dessa edificação, que inclui os detalhes principais dessa estrutura. Para isso é necessária uma análise que englobe os pilares de concreto armado e a cobertura.

cliente	PREFEITURA MUNICIPAL DE LEME	folha	2
obra	Ginásio Santa Marta II	data	Jul. 18
assunto	PROJETO DA ESTRUTURA DE AÇO DA COBERTURA ESQUEMA GERAL DA ESTRUTURA	proj.	Pitta Bortolin

3. ESQUEMA GERAL DA ESTRUTURA

A estrutura principal será constituída por pilares de concreto armado encimados por arcos circulares que sustentarão telhas sanduiche de cobertura; um anexo numa das extremidades aloja os vestiários e sanitários e terá uma estrutura de aço em uma água, coberta com telhas de aço simples, apoiada em pilares de concreto armado e paredes externas. Os fechamentos serão em alvenaria e haverá elementos vazados nas quatro faces da edificação (fig. 2).

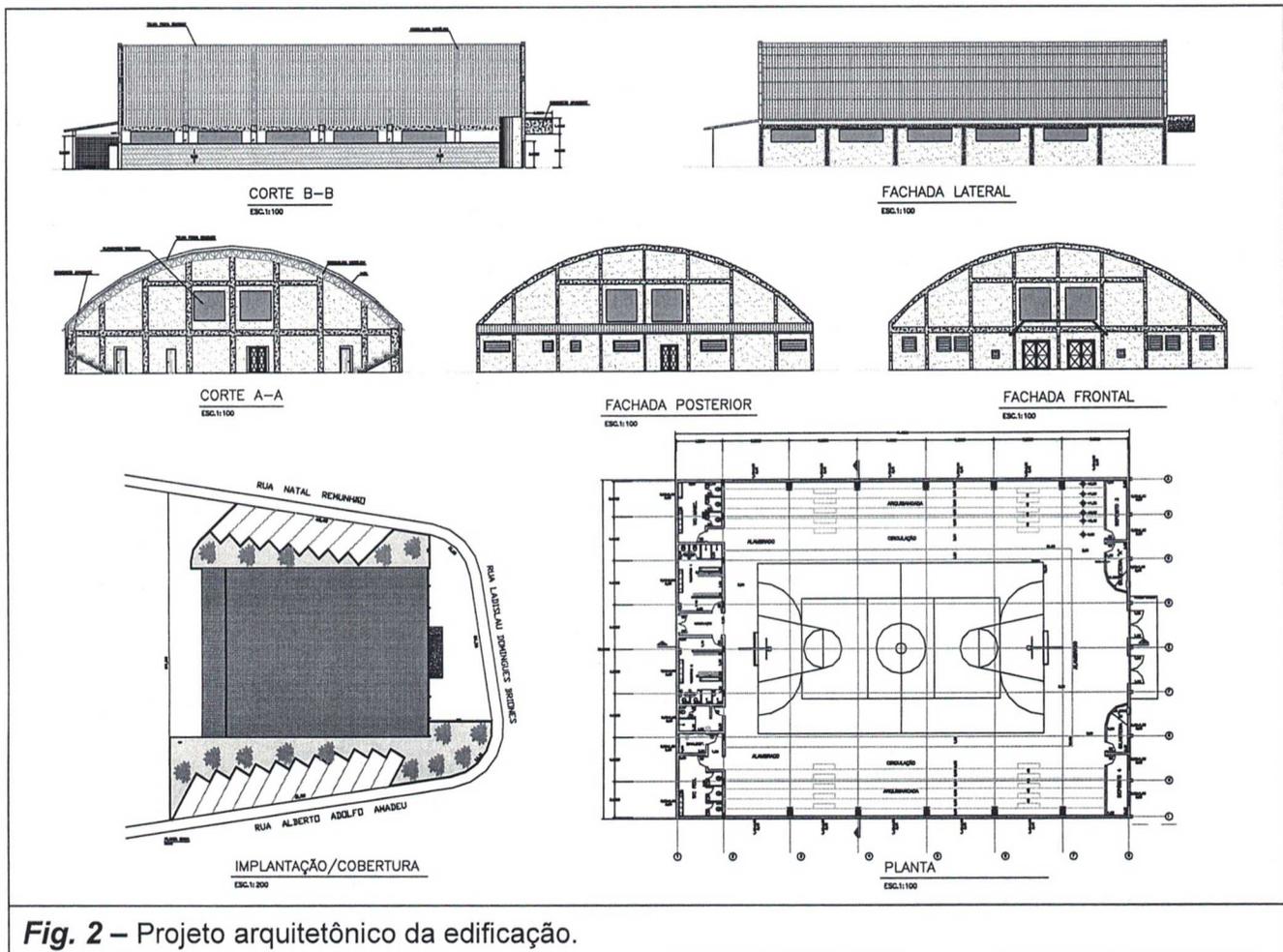


Fig. 2 – Projeto arquitetônico da edificação.

O espaçamento entre os pilares é de 6,20m na direção longitudinal (6,05m nas extremidades) e o vão do arco é de 30,4m (fig. 3). O anexo tem dimensão de 4,25m pela largura do ginásio.

Os arcos serão treliçados e articulados aos pilares que são engastados em suas bases; as treliças de contraventamento dos arcos estão ligadas articuladamente aos oitões; as terças são ligadas a estes através de apoios móveis.

cliente	PREFEITURA MUNICIPAL DE LEME	folha	3
obra	Ginásio Santa Marta II	data	Jul. 18
assunto	PROJETO DA ESTRUTURA DE AÇO DA COBERTURA ESQUEMA GERAL DA ESTRUTURA	proj.	Pitta Bortolin

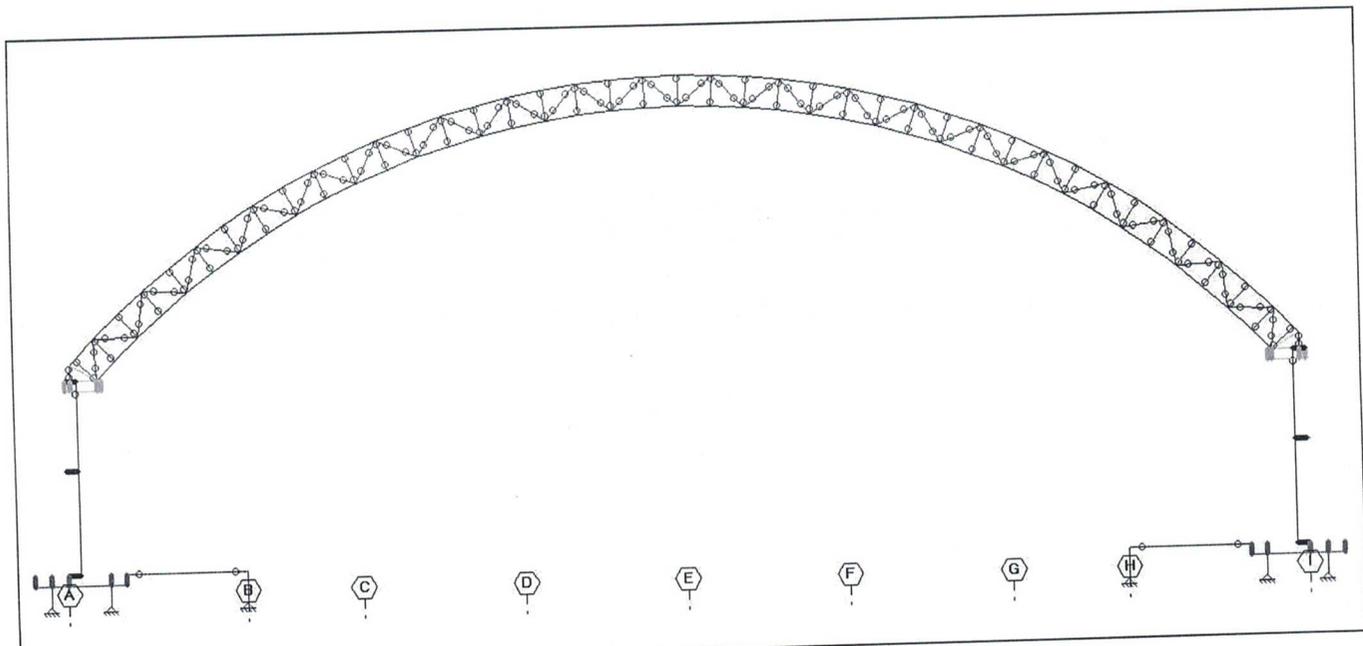


Fig. 3 – Pórtico típico.

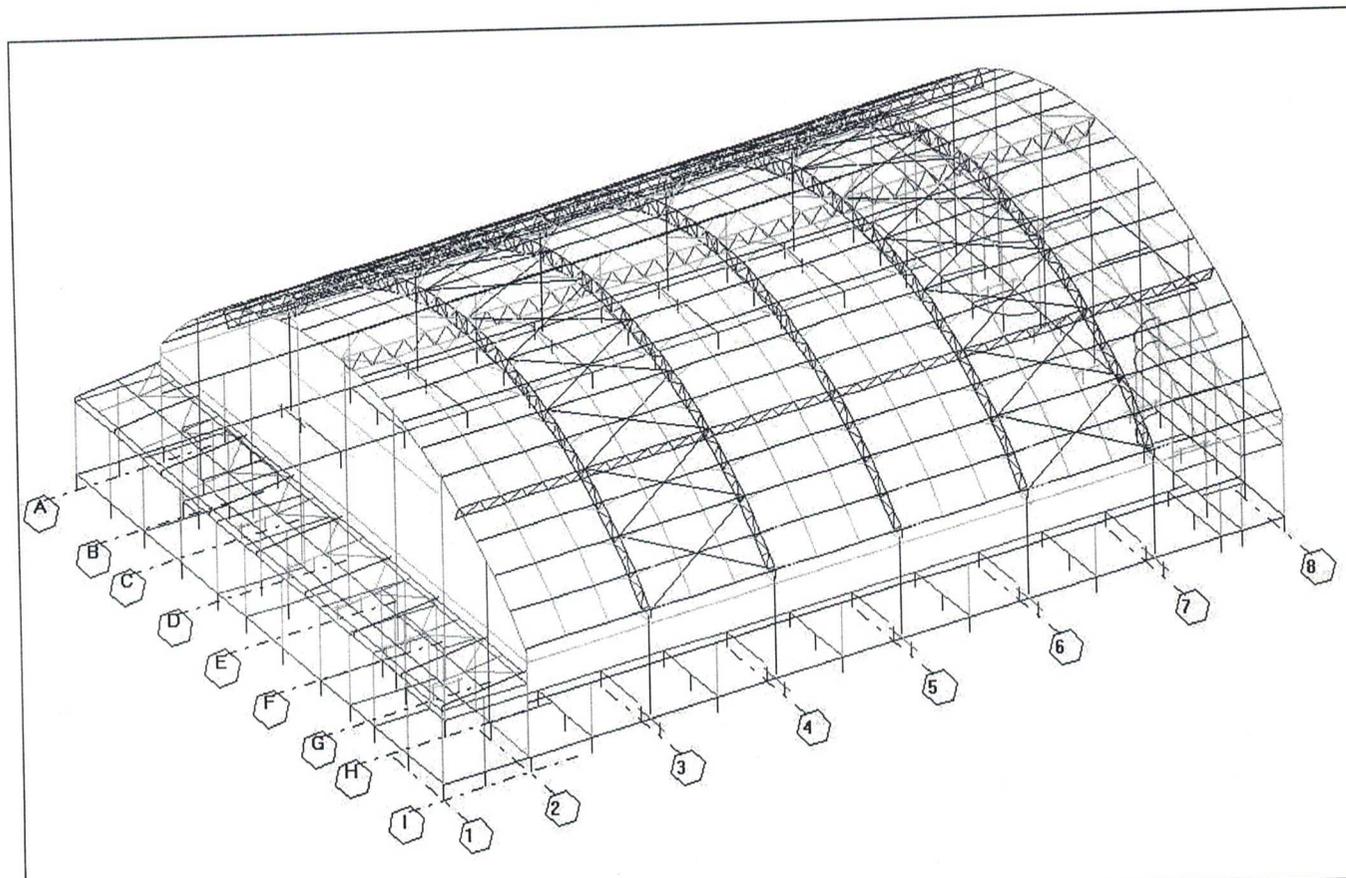
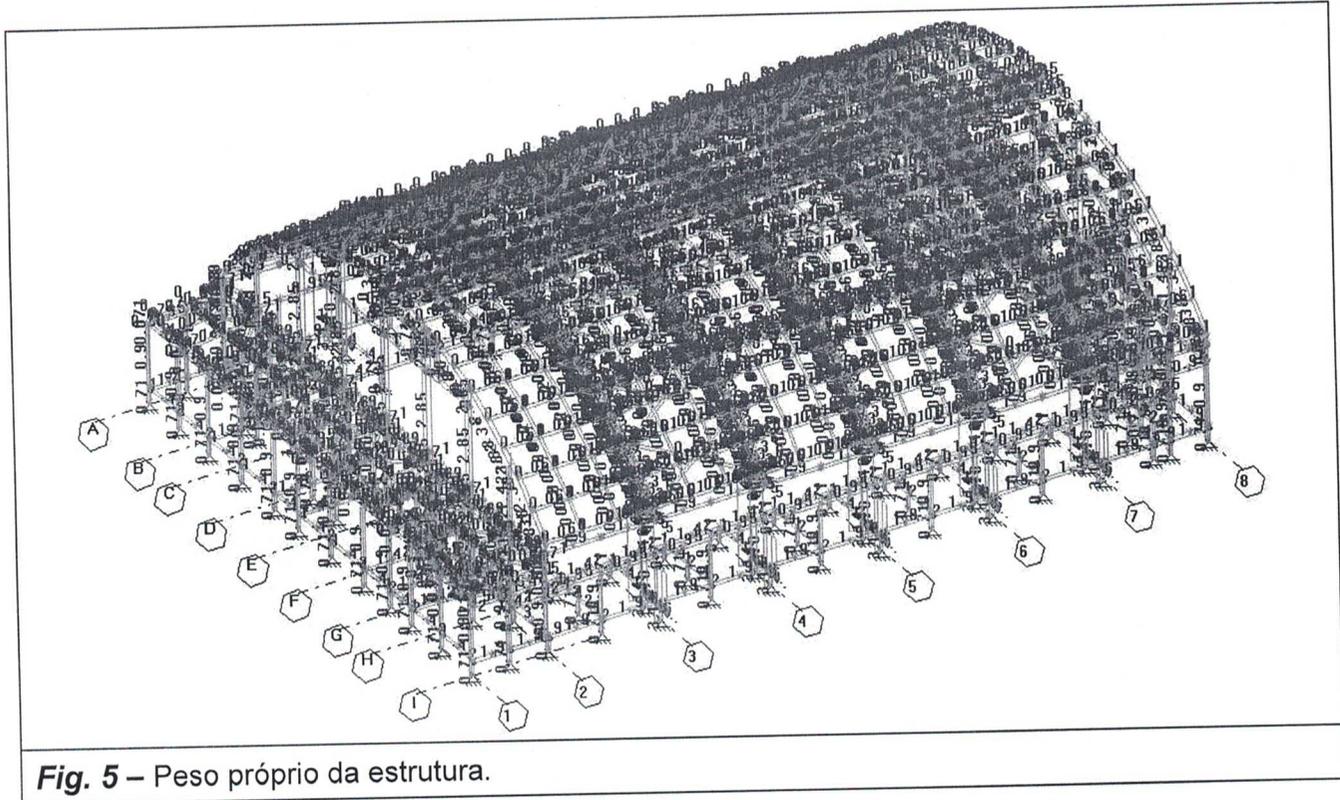


Fig. 4 – Esquema do modelo de cálculo.

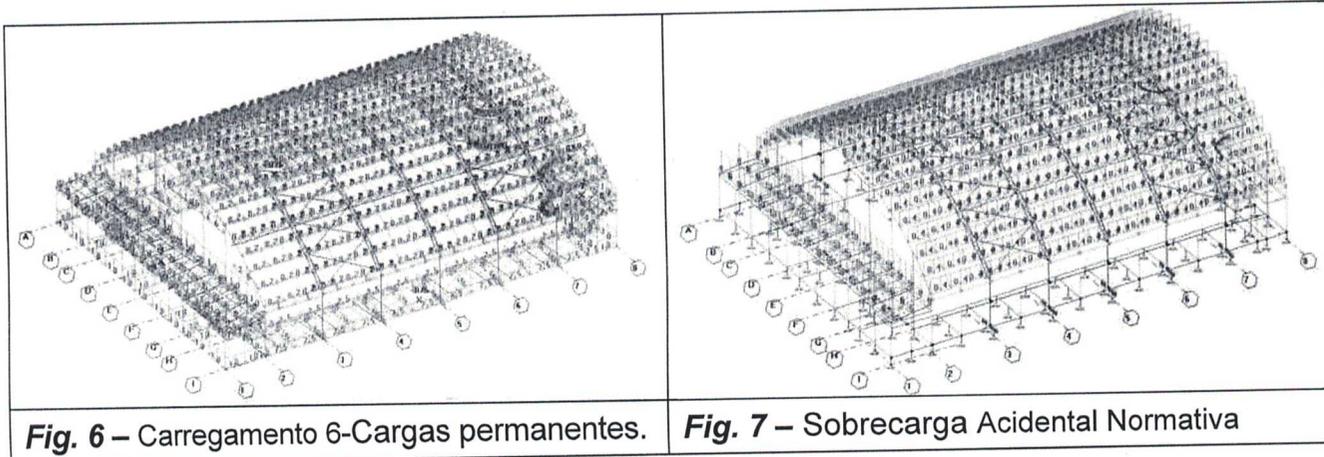
cliente	PREFEITURA MUNICIPAL DE LEME	folha	4
obra	Ginásio Santa Marta II	data	Jul. 18
assunto	PROJETO DA ESTRUTURA DE AÇO DA COBERTURA CARGAS PERMANENTES E SOBRECARGA NORMATIVA	proj.	Pitta Bortolin

4. CARGAS PERMANENTES E SOBRECARGA NORMATIVA

As cargas devidas ao peso próprio dos pilares e da estrutura de aço foram introduzidas automaticamente pelo programa de cálculo (*STRAP 2013*), que calcula o peso de cada barra pelo comprimento de seu eixo (fig. 5).



As cargas devido ao peso próprio da alvenaria, ao das lajes e arquibancadas e à carga permanente da cobertura (de $0,12\text{kN/m}^2$) foram reunidas em um carregamento denominado Cargas permanentes (fig. 6). A sobrecarga normativa é de $0,25\text{kN/m}^2$ em projeção (fig. 7).



cliente	PREFEITURA MUNICIPAL DE LEME	folha	5
obra	Ginásio Santa Marta II	data	Jul. 18
assunto	PROJETO DA ESTRUTURA DE AÇO DA COBERTURA AÇÕES DEVIDAS AO VENTO	proj.	Pitta Bortolin

5. AÇÕES DEVIDAS AO VENTO

A edificação está situada nos arredores de Leme, SP, em um fundo de vale (foto 1), com arborização e construções baixas e esparsas nas proximidades.

5.1. Cálculo da Pressão de Obstrução



Foto 1 – Topografia local e localização do Ginásio Santa Marta II (fonte Google Earth). Em vermelho, a localização do edifício.

Velocidade básica do vento $V_0 = 45 \text{ m/s}$

Coeficiente S_1 : Fator Topográfico - relevo do terreno praticamente plano $S_1 = 1,0$

Coeficiente S_2 :

Rugosidade do terreno: Atualmente enquadra-se entre as Categorias III & IV

Dimensões da edificação: 30,8m x 41,6m - Classe B

Altura da edificação: $H = 11,8 \text{ m}$ $S_2 = 0,90$

cliente	PREFEITURA MUNICIPAL DE LEME	folha	6
obra	Ginásio Santa Marta II	data	Jul. 18
assunto	PROJETO DA ESTRUTURA DE AÇO DA COBERTURA AÇÕES DEVIDAS AO VENTO	proj.	Pitta Bortolin

Coeficiente S_3 :

Fator Estatístico - Grupo 2

$S_3 = 1,0$

Velocidade característica do vento: $V_k = S_1 \times S_2 \times S_3 \times V_0$

$$V_k = 1,0 \times 0,90 \times 1,0 \times 45 = 40,5 \text{ m/s}$$

Pressão de obstrução: $q_v = 0,613 \times (V_k)^2$

$$q_v = 0,613 \times (40,5)^2 = 1005 \text{ Pa} \cong 1000 \text{ Pa}$$

5.2. Coeficientes de Pressão Externos

A edificação possui apenas um eixo de simetria, e predomina uma cobertura em arco com planta retangular. Faremos a análise de vento para as direções: zero graus, 90 graus, 180 graus e 270 graus.

Para a cobertura em uma água que cobre a área dos vestiários e sanitários, usaremos nossa experiência profissional para adotar os coeficientes de pressão externa nessa cobertura, uma vez que ela está encostada no fechamento vertical do arco do ginásio.

Vento a 0° - $c_e = -0,3$

Vento a 90° - $c_e = -0,8$ até uma distância de 9,8m; $c_{pi} = -0,4$ no restante

Vento a 180° - $c_e = +0,2$

Vento a 270° - $c_e = -0,8$ até uma distância de 9,8m; $c_{pi} = -0,4$ no restante

O arco tem vão de 30,8m e uma flecha de 6,8m. A cobertura em uma água possui declividade de 10%, portanto $\Theta = 5,71^\circ$.

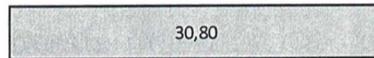
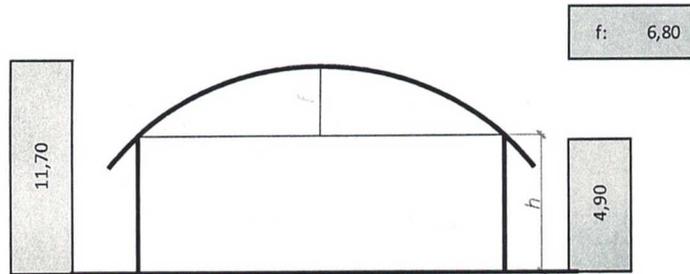
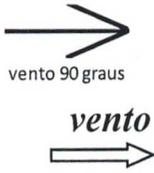
As relações de dimensões da edificação relativas à cobertura em arco são as seguintes:

$$2 \times h = 2 \times 4,9 = 9,8 \text{ m} \cong 10 \text{ m}; \quad \frac{a}{4} = \frac{41,64}{4} = 10,41; \quad \frac{b}{3} = \frac{30,8}{3} = 10,27 \text{ m};$$

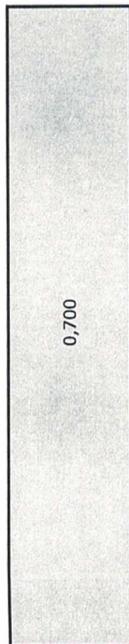
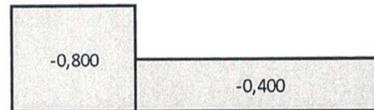
$$\frac{h}{b} = \frac{4,9}{30,8} = 0,16 < 0,5; \quad 1,0 \leq \frac{a}{b} = \frac{41,64}{30,8} = 1,35 < 1,5;$$

cliente	PREFEITURA MUNICIPAL DE LEME	folha	8
obra	Ginásio Santa Marta II	data	Jul. 18
assunto	PROJETO DA ESTRUTURA DE AÇO DA COBERTURA AÇÕES DEVIDAS AO VENTO	proj.	Pitta Bortolin

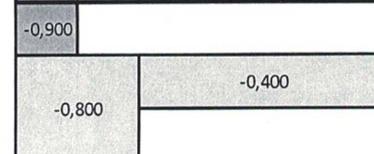
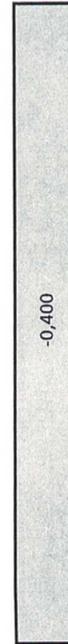
5.2.2. Vento a 90° -



30,80					
9,80		21,00			
1	2	3	4	5	6
4,90					

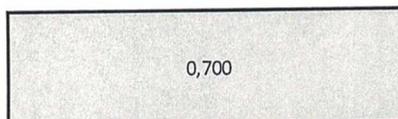
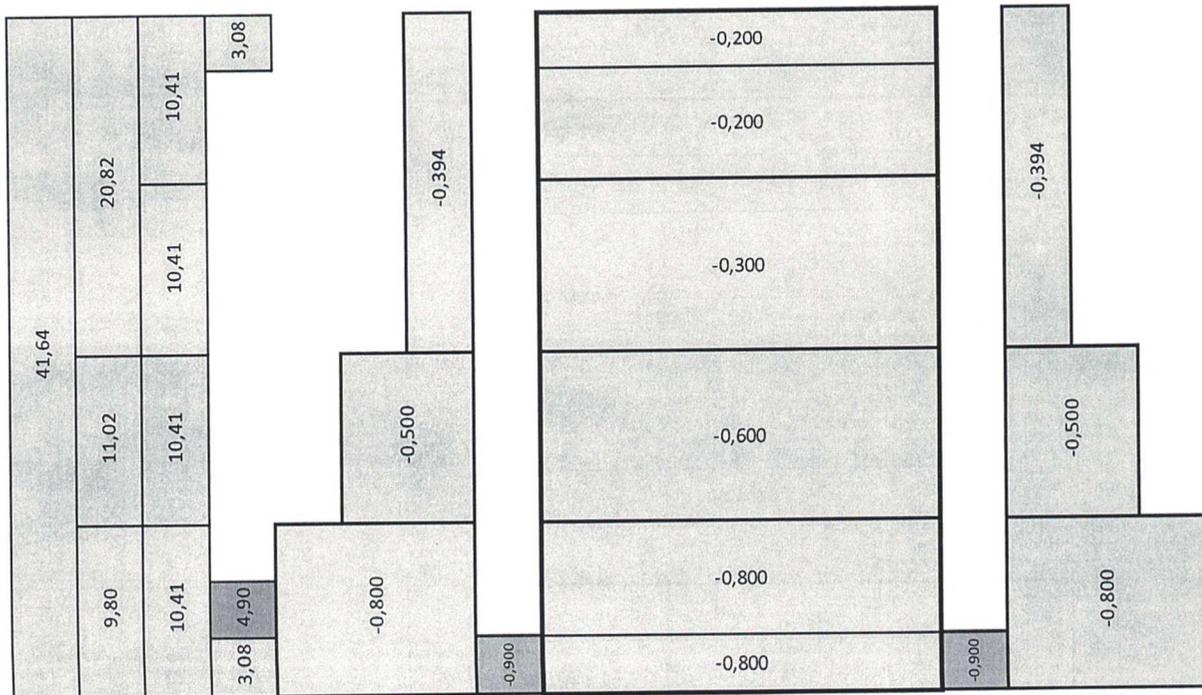
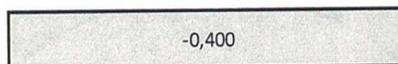
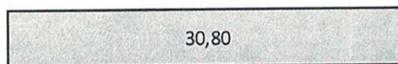
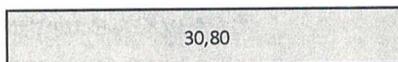
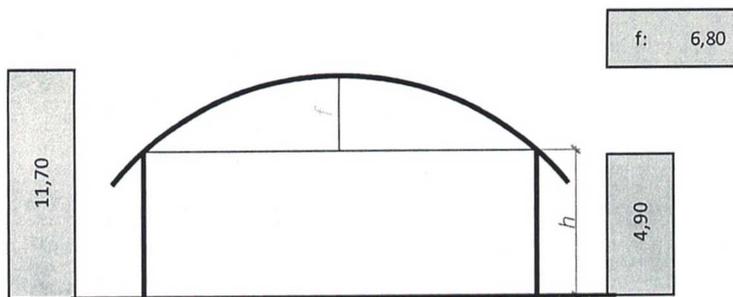


-0,900	-0,609	-0,527	-0,727	-0,727	-0,473	-0,200
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------



cliente	PREFEITURA MUNICIPAL DE LEME	folha	9
obra	Ginásio Santa Marta II	data	Jul. 18
assunto	PROJETO DA ESTRUTURA DE AÇO DA COBERTURA AÇÕES DEVIDAS AO VENTO	proj.	Pitta Bortolin

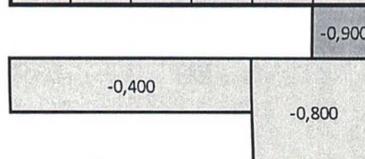
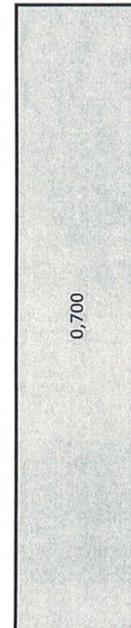
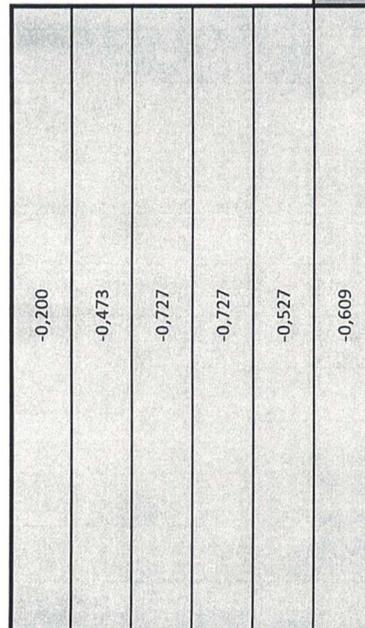
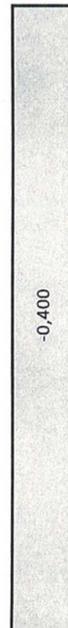
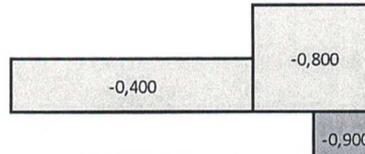
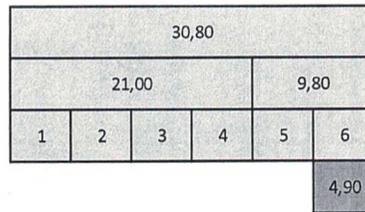
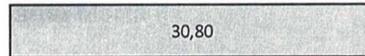
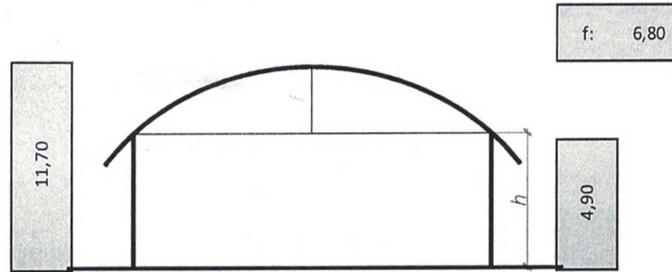
5.2.3. Vento a 180° -



5.2.4. Vento a 270°-



vento
←



vento
←

cliente	PREFEITURA MUNICIPAL DE LEME	folha	11
obra	Ginásio Santa Marta II	data	Jul. 18
assunto	PROJETO DA ESTRUTURA DE AÇO DA COBERTURA AÇÕES DEVIDAS AO VENTO	proj.	Pitta Bortolin

5.3. Coeficientes de Pressão Interna

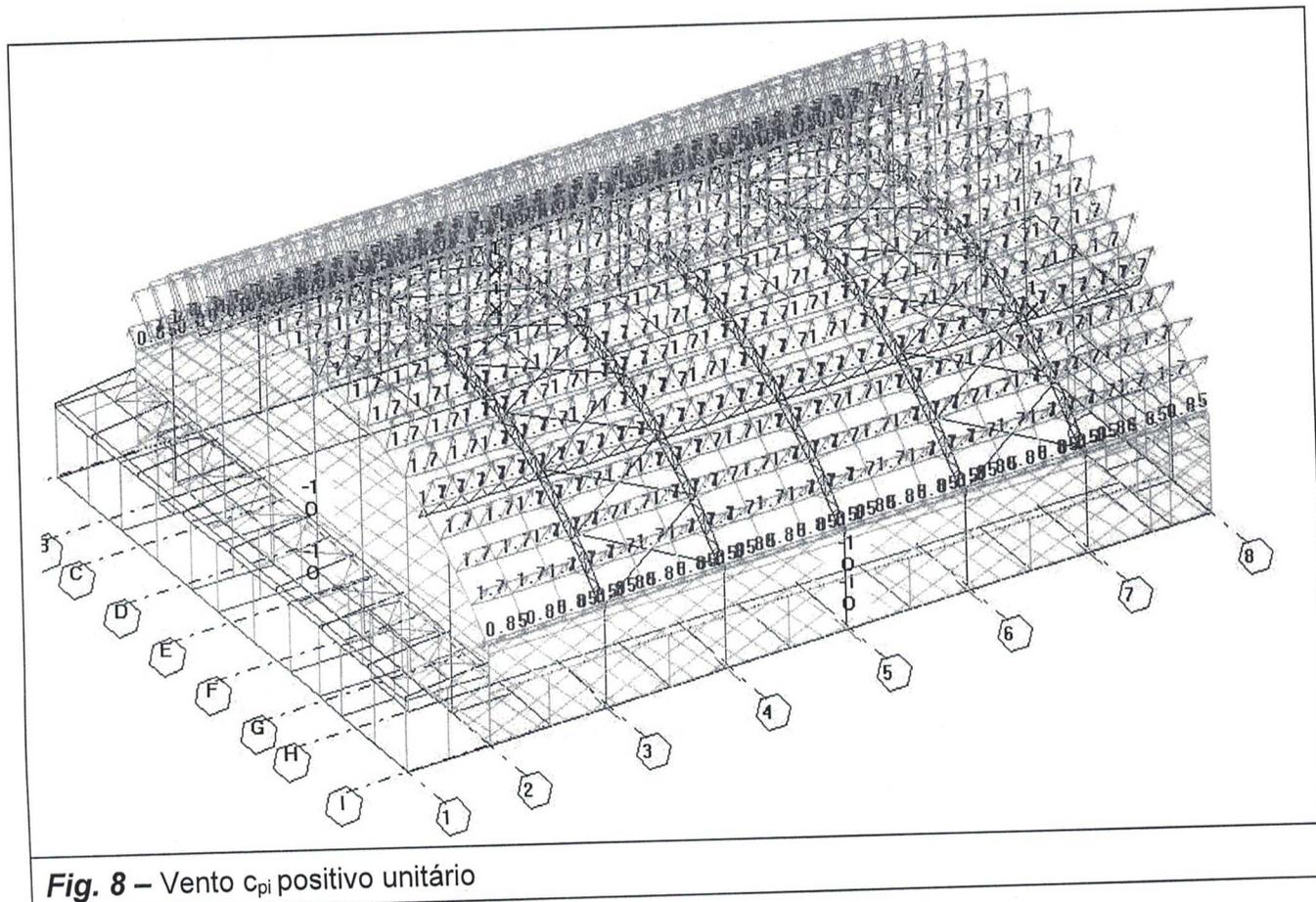
A edificação possui elementos vazados tanto nos oitões quanto nas faces longitudinais de maneira que as áreas vazadas são praticamente iguais. Assim, pode-se considerar que as quatro faces têm permeabilidade semelhantes não havendo uma situação em que pode haver uma abertura dominante durante a ocorrência de ventos acima de 60km/h, pois nestes casos os portões principais provavelmente estarão fechados.

Com base nessas hipóteses, o coeficiente de pressão interna na edificação aplicando-se o item 6.2.5, alínea *b* da Norma, para qualquer direção do vento, tem-se:

Quatro faces igualmente permeáveis $C_{pi} = -0,3$ ou $0,0$

5.4. Carregamentos devidos ao vento aplicados aos modelos

Apresentaremos, a seguir, as figuras que ilustram como os carregamentos devidos ao vento foram aplicados no modelo, através das saídas do programa STRAP.



cliente	PREFEITURA MUNICIPAL DE LEME	folha	12
obra	Ginásio Santa Marta II	data	Jul. 18
assunto	PROJETO DA ESTRUTURA DE AÇO DA COBERTURA AÇÕES DEVIDAS AO VENTO	proj.	Pitta Bortolin

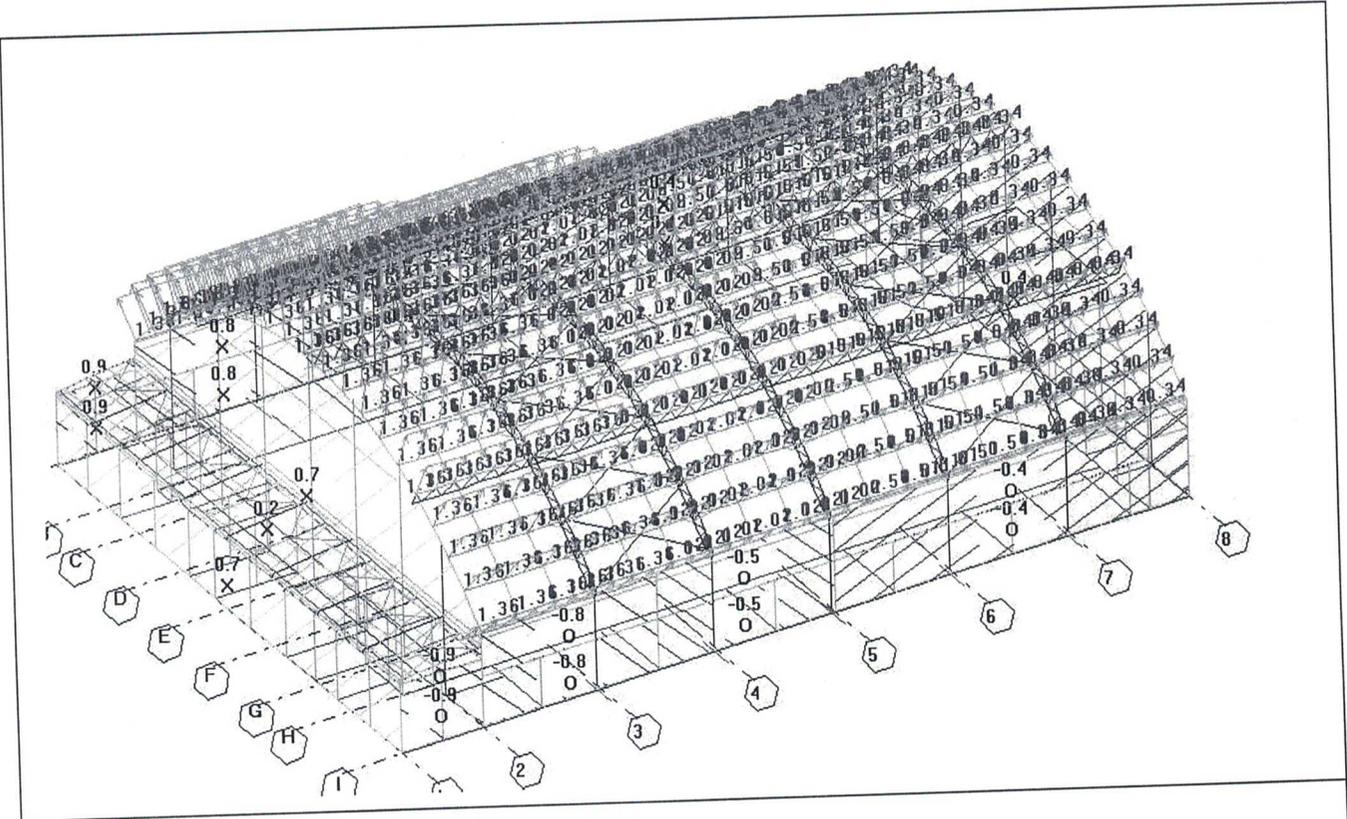


Fig. 9 – Vento 0graus (+X1).

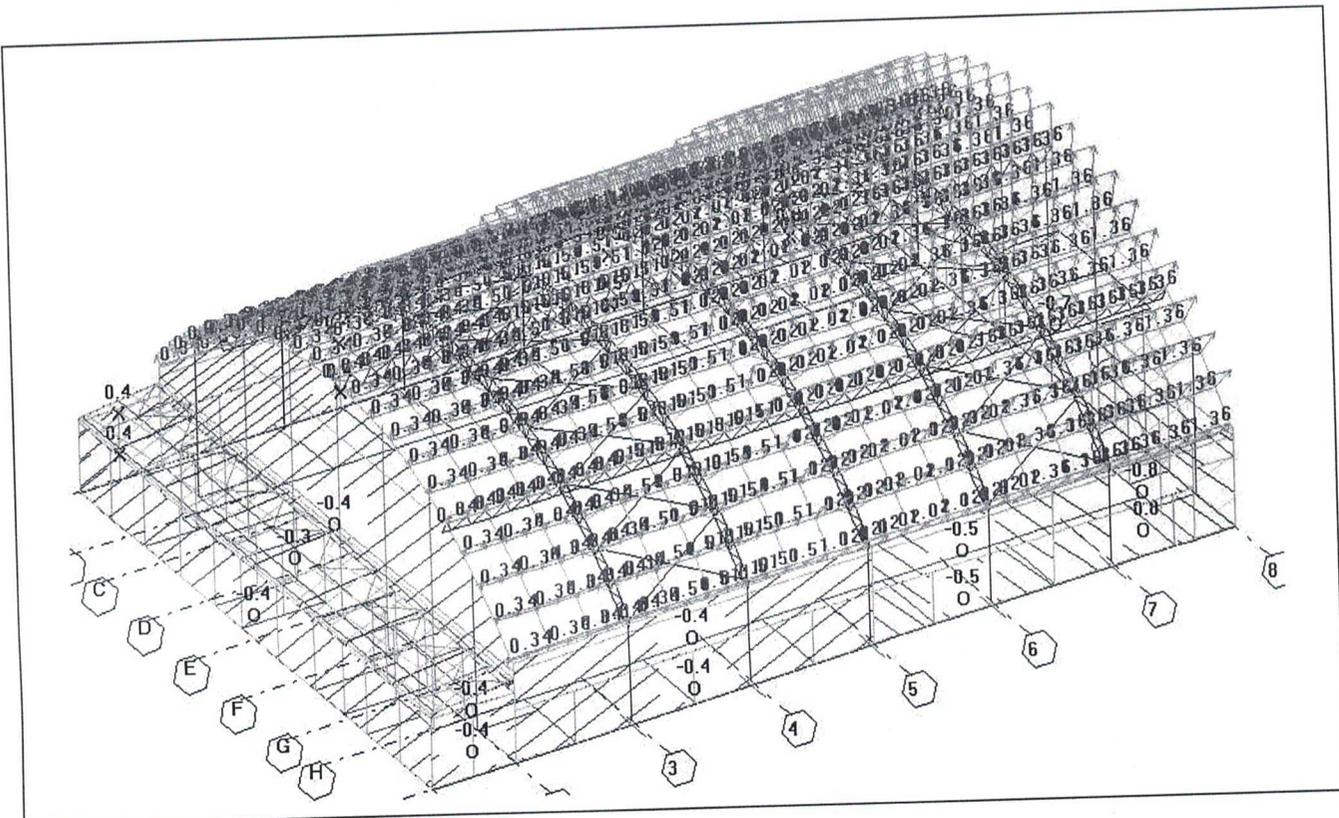


Fig. 10 – Vento 180graus (-X1).

cliente	PREFEITURA MUNICIPAL DE LEME	folha	13
obra	Ginásio Santa Marta II	data	Jul. 18
assunto	PROJETO DA ESTRUTURA DE AÇO DA COBERTURA AÇÕES DEVIDAS AO VENTO	proj.	Pitta Bortolin

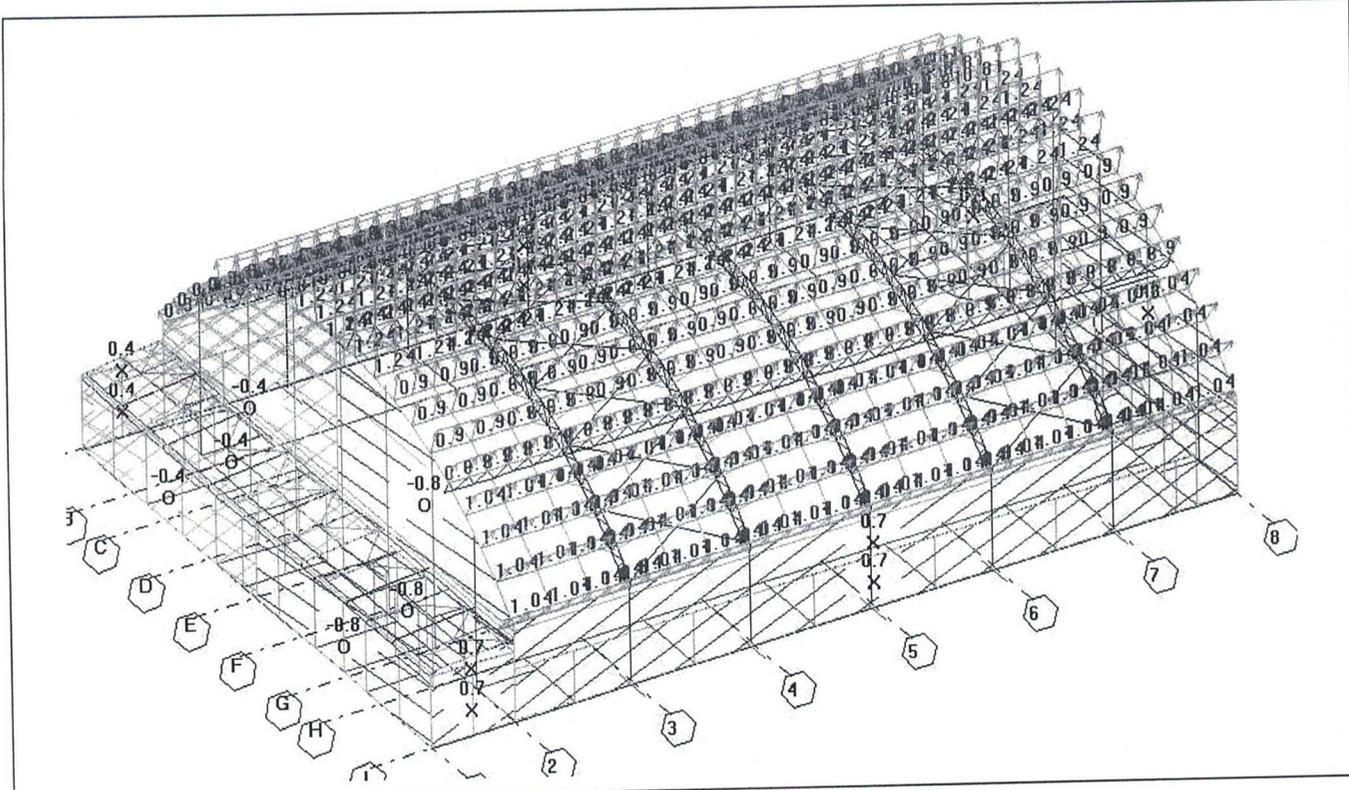


Fig. 11 – Vento 90graus (+X2).

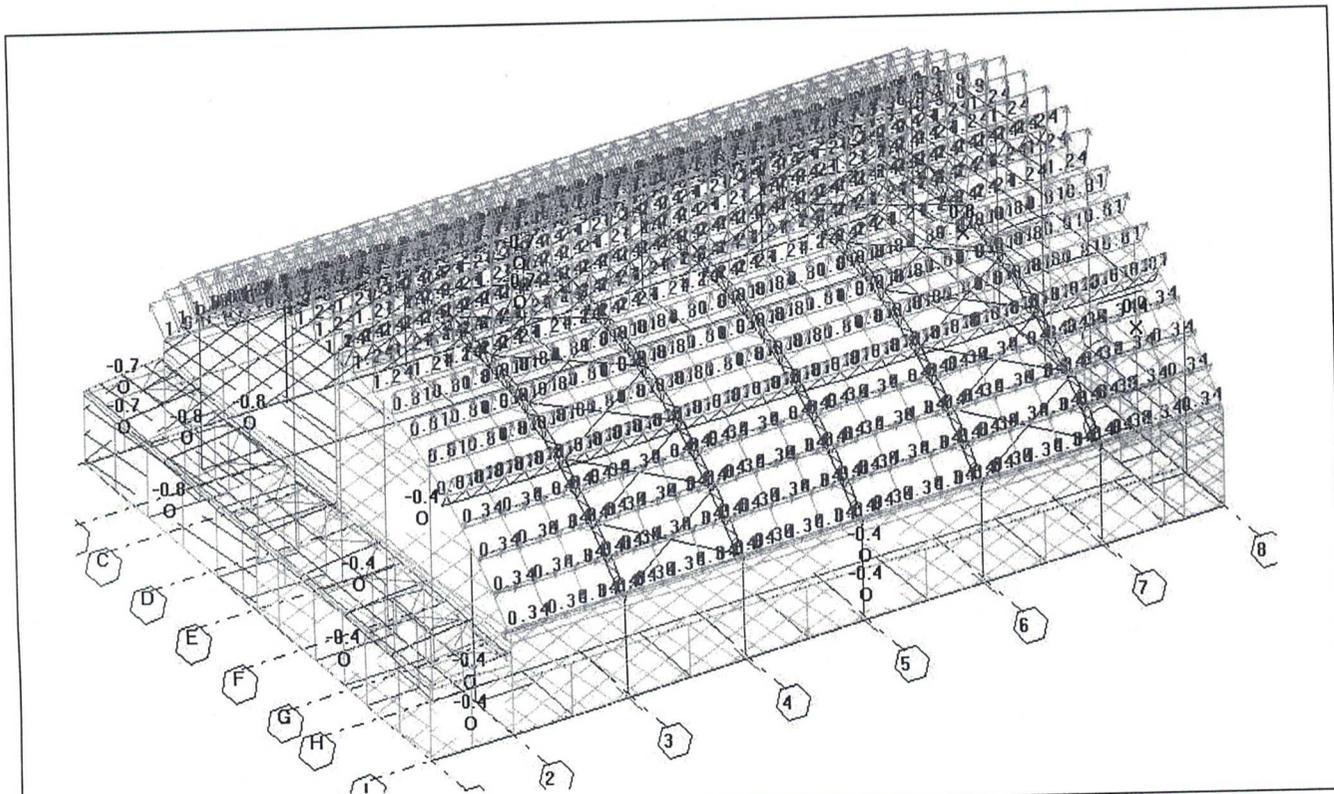


Fig. 12 – Vento 270graus (-X2).

cliente	PREFEITURA MUNICIPAL DE LEME	folha	14
obra	Ginásio Santa Marta II	data	Jul. 18
assunto	PROJETO DA ESTRUTURA DE AÇO DA COBERTURA COMBINAÇÕES E CARREGAMENTOS	proj.	Pitta Bortolin

6. LISTA E COMBINAÇÕES DE CARREGAMENTOS

LISTA DE CARREGAMENTOS		
Nº	Nº nos resultados	NOME
1	1	CP - pp barras
2	inativo	CP - pp alvenaria
3	inativo	CP - pp lajes e arquibancadas
4	inativo	CP - perm. lajes e arquibancadas
5	inativo	CP - perm. cobertura
6	2	CP - cargas permanentes
7	3	CA - sc lajes e arquibancadas
8	4	CA - sc cobertura
9	5	CV - cpi unitario: 1,00KN/m ²
10	6	CV - vento +X1
11	7	CV - vento -X1
12	8	CV - vento +X2
13	9	CV - vento -X2

Os coeficientes de combinação adotados e as combinações estão na tabela a seguir, de maneira resumida aos que foram aplicados no programa (combinações críticas).

cliente	PREFEITURA MUNICIPAL DE LEME	folha	15
obra	Ginásio Santa Marta II	data	Jul. 18
assunto	PROJETO DA ESTRUTURA DE AÇO DA COBERTURA COMBINAÇÕES E CARREGAMENTOS	proj.	Pitta Bortolin

TABELA de COMBINAÇÕES						
Comb.	Carregamentos e coeficientes de ponderação					
34	1 * 1.25	+ 2 * 1.40		+ 6 * 1.40		
35	1 * 1.25	+ 2 * 1.30		+ 7 * 1.40		
36	1 * 1.25	+ 2 * 1.30		+ 8 * 1.40		
37	1 * 1.25	+ 2 * 1.30		+ 9 * 1.40		
39	1 * 1.25	+ 2 * 1.40	+ 3 * 1.40	+ 4 * 1.50		+ 6 * 0.84
40	1 * 1.25	+ 2 * 1.40	+ 3 * 1.40	+ 4 * 1.50		+ 7 * 0.84
41	1 * 1.25	+ 2 * 1.40	+ 3 * 1.40	+ 4 * 1.50		+ 8 * 0.84
42	1 * 1.25	+ 2 * 1.40	+ 3 * 1.40	+ 4 * 1.50		+ 9 * 0.84
44	1 * 1.25	+ 2 * 1.40	+ 3 * 0.98	+ 4 * 1.20		+ 6 * 1.40
45	1 * 1.25	+ 2 * 1.40	+ 3 * 0.98	+ 4 * 1.20		+ 7 * 1.40
46	1 * 1.25	+ 2 * 1.40	+ 3 * 0.98	+ 4 * 1.20		+ 8 * 1.40
47	1 * 1.25	+ 2 * 1.40	+ 3 * 0.98	+ 4 * 1.20		+ 9 * 1.40
50	1 * 1.25	+ 2 * 1.40	+ 5 * -0.42	+ 6 * 1.40		
51	1 * 1.25	+ 2 * 1.40	+ 5 * -0.42	+ 7 * 1.40		
52	1 * 1.25	+ 2 * 1.40	+ 5 * -0.42	+ 8 * 1.40		
53	1 * 1.25	+ 2 * 1.40	+ 5 * -0.42	+ 9 * 1.40		
55	1 * 1.25	+ 2 * 1.40	+ 3 * 1.40	+ 4 * 1.50	+ 5 * -0.25	+ 6 * 0.84
56	1 * 1.25	+ 2 * 1.40	+ 3 * 1.40	+ 4 * 1.50	+ 5 * -0.25	+ 7 * 0.84
57	1 * 1.25	+ 2 * 1.40	+ 3 * 1.40	+ 4 * 1.50	+ 5 * -0.25	+ 8 * 0.84
58	1 * 1.25	+ 2 * 1.40	+ 3 * 1.40	+ 4 * 1.50	+ 5 * -0.25	+ 9 * 0.84
60	1 * 1.25	+ 2 * 1.40	+ 3 * 0.98	+ 4 * 1.20	+ 5 * -0.42	+ 6 * 1.40
61	1 * 1.25	+ 2 * 1.40	+ 3 * 0.98	+ 4 * 1.20	+ 5 * -0.42	+ 7 * 1.40
62	1 * 1.25	+ 2 * 1.40	+ 3 * 0.98	+ 4 * 1.20	+ 5 * -0.42	+ 8 * 1.40
63	1 * 1.25	+ 2 * 1.40	+ 3 * 0.98	+ 4 * 1.20	+ 5 * -0.42	+ 9 * 1.40
69	1 * 1.00	+ 2 * 1.00				+ 6 * 1.40
70	1 * 1.00	+ 2 * 1.00				+ 7 * 1.40
71	1 * 1.00	+ 2 * 1.00				+ 8 * 1.40
72	1 * 1.00	+ 2 * 1.00				+ 9 * 1.40
74	1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 3 * 1.00	+ 4 * 1.00		+ 6 * 1.40
75	1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 3 * 1.00	+ 4 * 1.00		+ 7 * 1.40
76	1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 3 * 1.00	+ 4 * 1.00		+ 8 * 1.40
76	1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 3 * 1.00	+ 4 * 1.00		+ 9 * 1.40
80	1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 5 * -0.42	+ 6 * 1.40		
81	1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 5 * -0.42	+ 7 * 1.40		
82	1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 5 * -0.42	+ 8 * 1.40		
83	1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 5 * -0.42	+ 9 * 1.40		
85	1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 3 * 1.00	+ 4 * 1.00	+ 5 * -0.42	+ 6 * 1.40
86	1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 3 * 1.00	+ 4 * 1.00	+ 5 * -0.42	+ 7 * 1.40
87	1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 3 * 1.00	+ 4 * 1.00	+ 5 * -0.42	+ 8 * 1.40
88	1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 3 * 1.00	+ 4 * 1.00	+ 5 * -0.42	+ 9 * 1.40

cliente	PREFEITURA MUNICIPAL DE LEME	folha	16
obra	Ginásio Santa Marta II	data	Jul. 18
assunto	PROJETO DA ESTRUTURA DE AÇO DA COBERTURA CÁLCULO E PROCESSAMENTO	proj.	Pitta Bortolin

7. CÁLCULO E PROCESSAMENTO

O *software* utilizado para o cálculo é o STRAP 2013. No processamento consideramos apenas os efeitos de primeira ordem para estrutura tridimensional, linear, deslocável. O limite de deformação para a estrutura como um todo, para vento normativo, pilares foi adotado igual a $L/360$.

As figuras da memória e dos ANEXOS ilustram os dados de entrada e as saídas estão apresentadas de maneira resumida, o que, em nosso ponto de vista, facilitam sua análise e são mais que suficientes para fornecer os resultados que mais interessam ao cliente e documentar os trabalhos realizados.


Eng.º João Alfredo Azzi Pitta
(Assinatura Digitalizada)
João Alfredo Azzi Pitta
Eng. civil, M Sc CREA/SP 060.030.365-8


Admilson Aparecido Bortolin
Eng. civil, M Sc CREA/SP 060.179.056-3

BIBLIOGRAFIA:

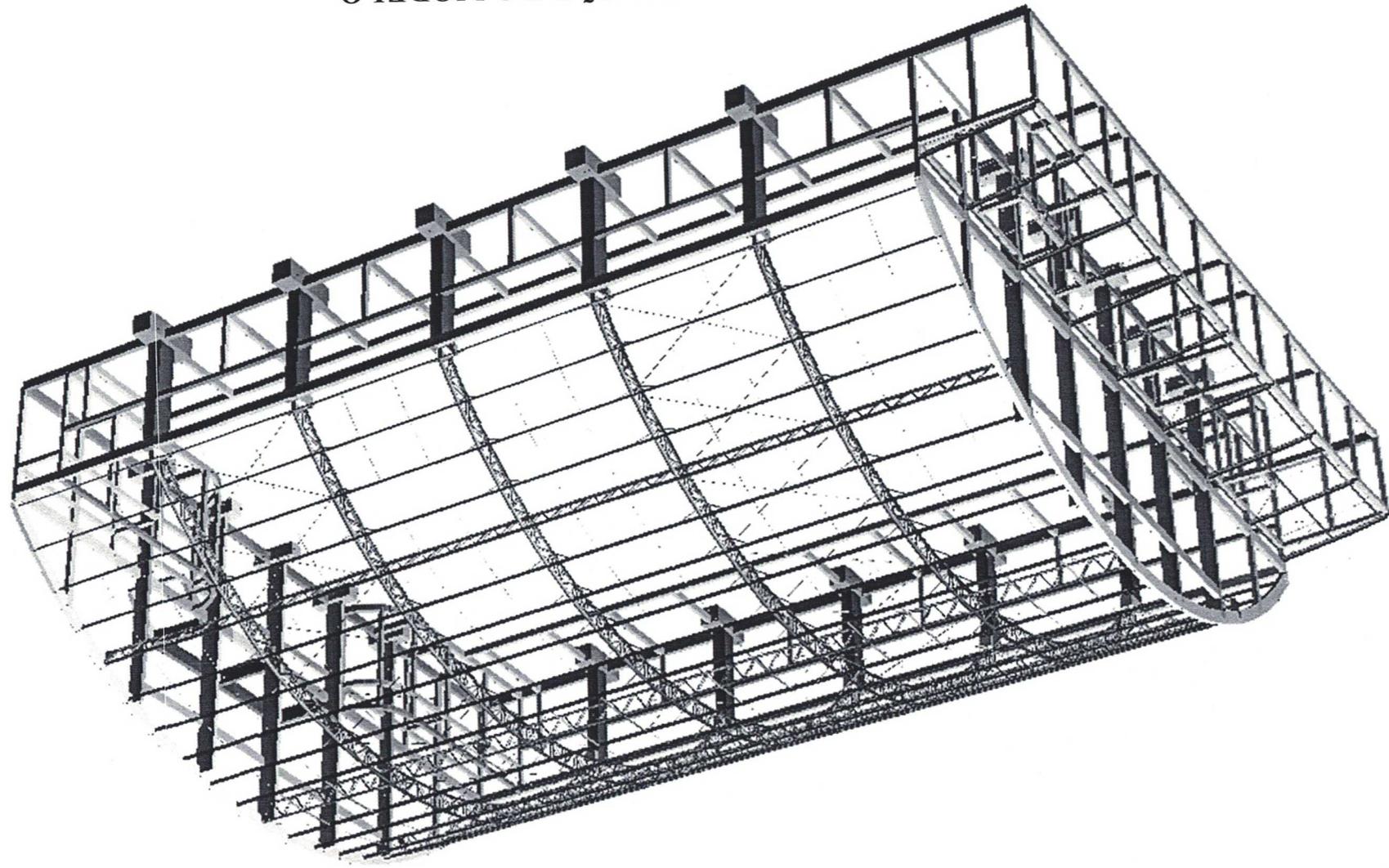
1. Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR-8800 *Projeto e Execução de Estruturas de Aço de Edifícios (método dos estados limites) Procedimento* Rio de Janeiro, ABNT, jul. 1988.
2. Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR-6123 *Forças Devidas ao Vento nas Edificações* Rio de Janeiro, ABNT, mai. 1988.



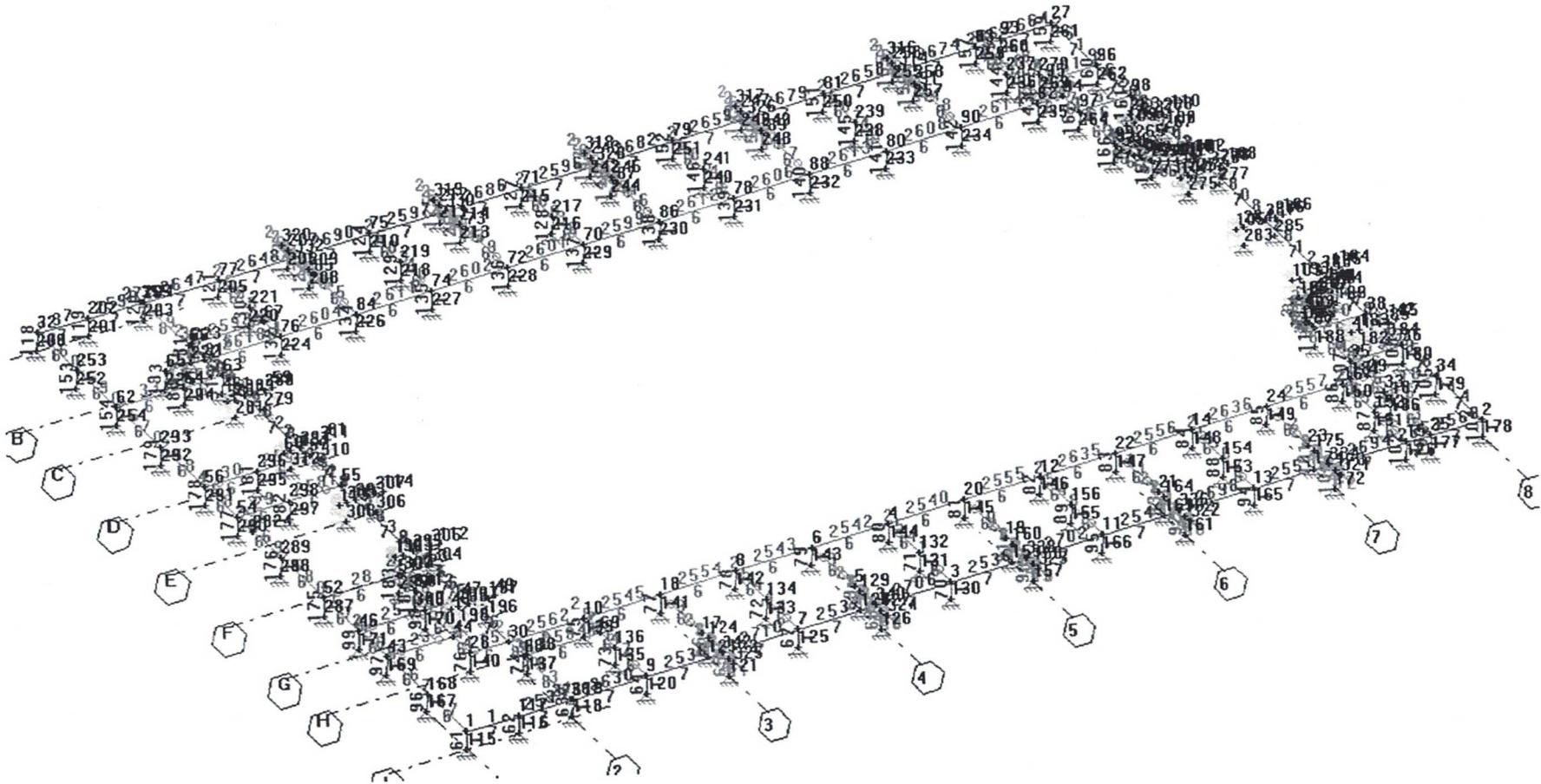
**PROJETO DA COBERTURA EM
AÇO DO GINÁSIO SANTA
MARTA II**

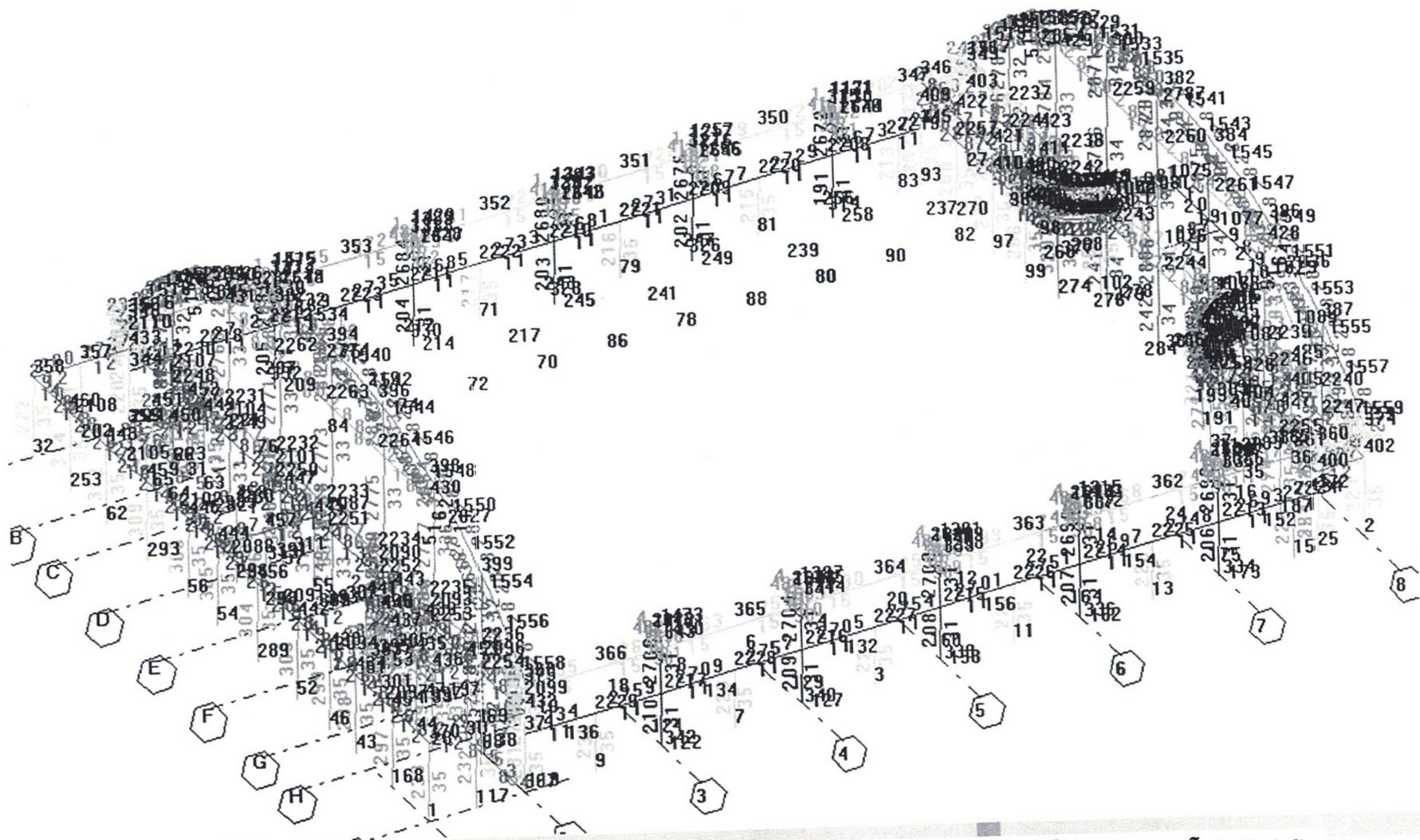
ANEXO A

GEOMETRIA E CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

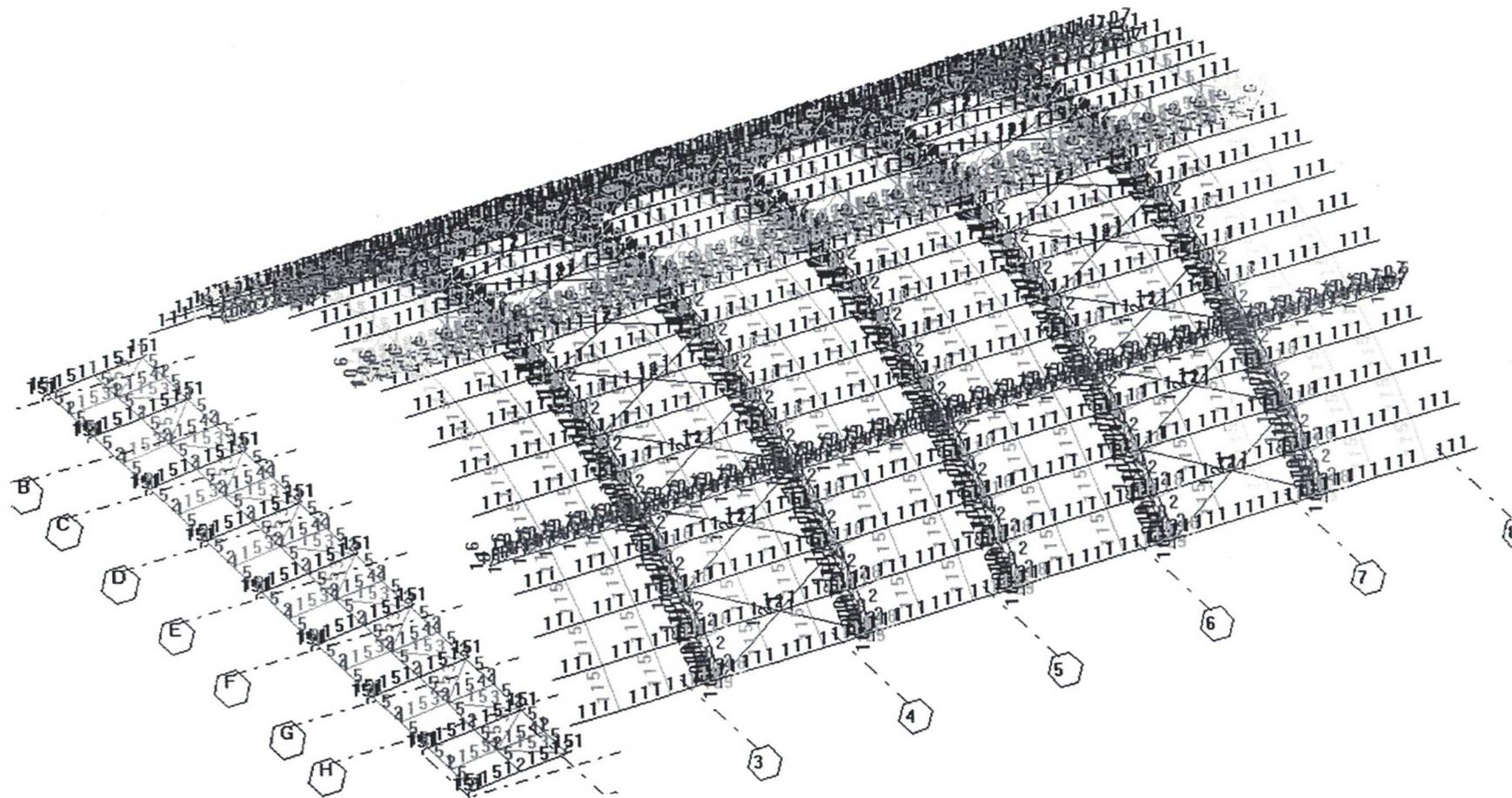


RENDERIZAÇÃO DO MODELO

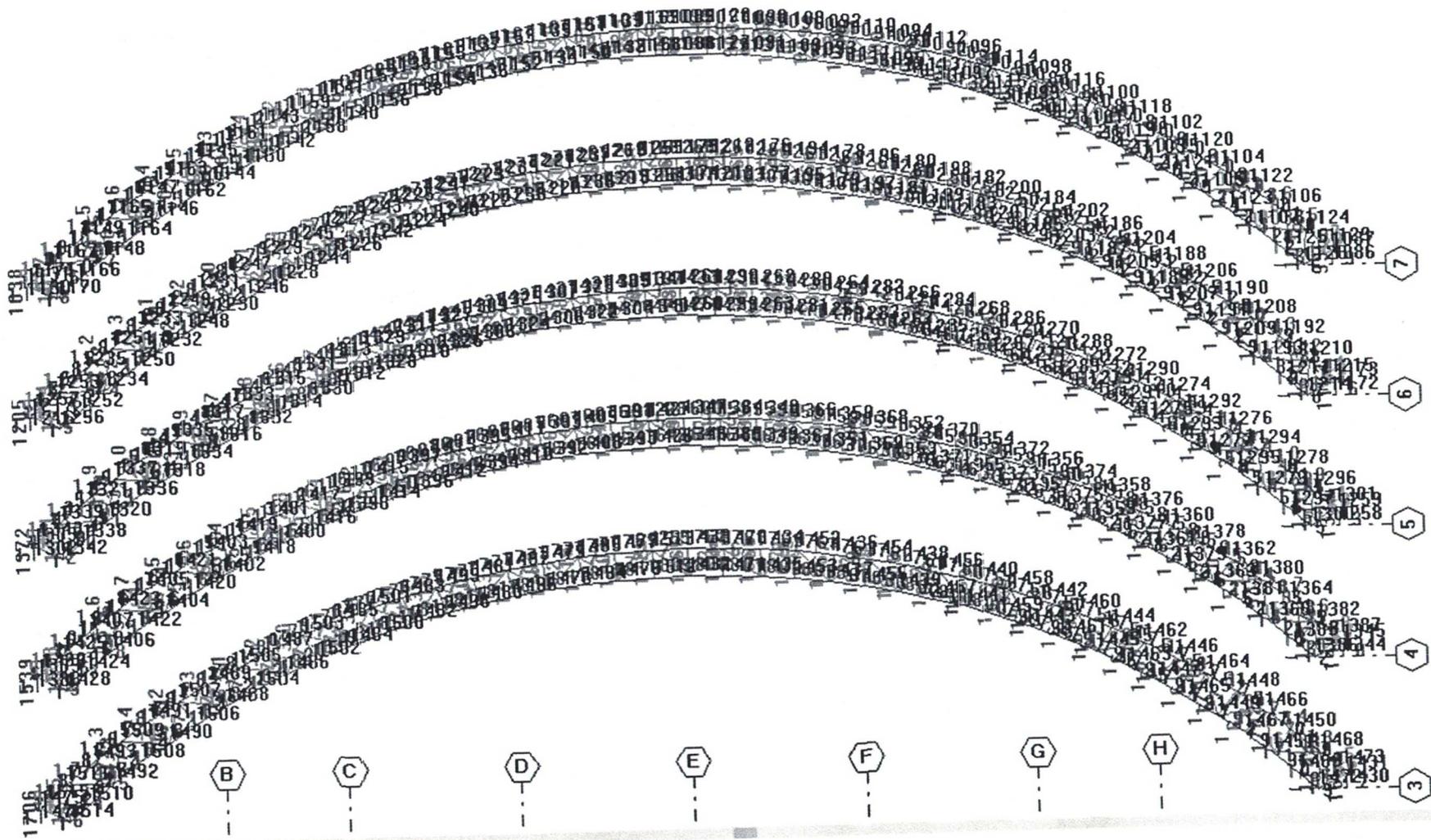




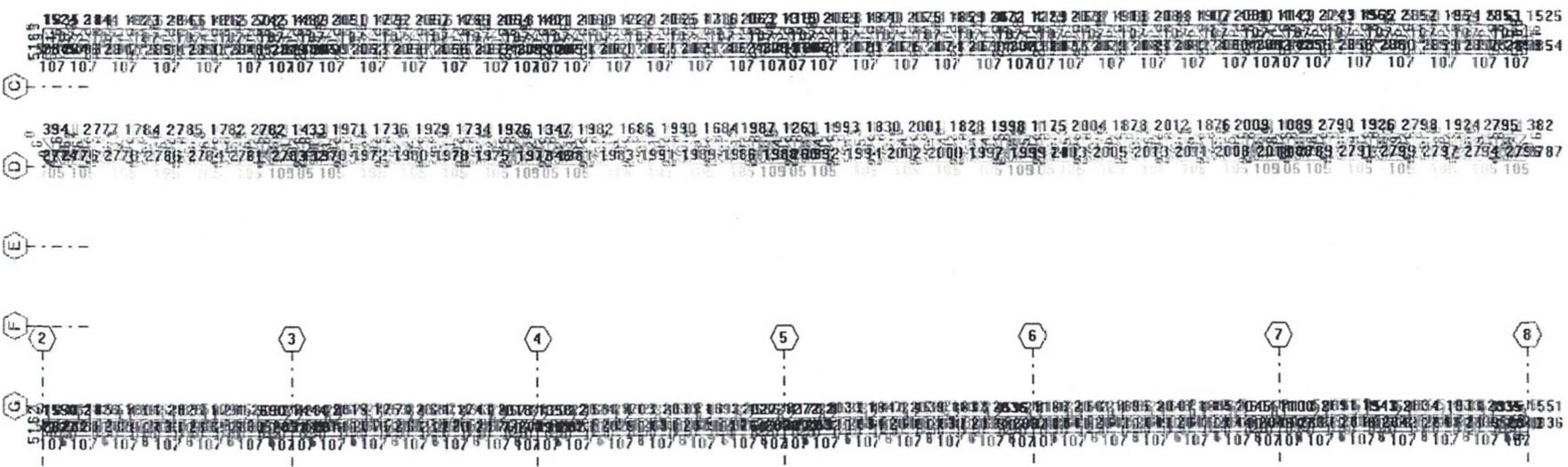
ESTRUTURA DE CONCRETO - NÚMERAÇÃO DOS NÓS, DAS BARRAS E DAS PROPRIEDADES



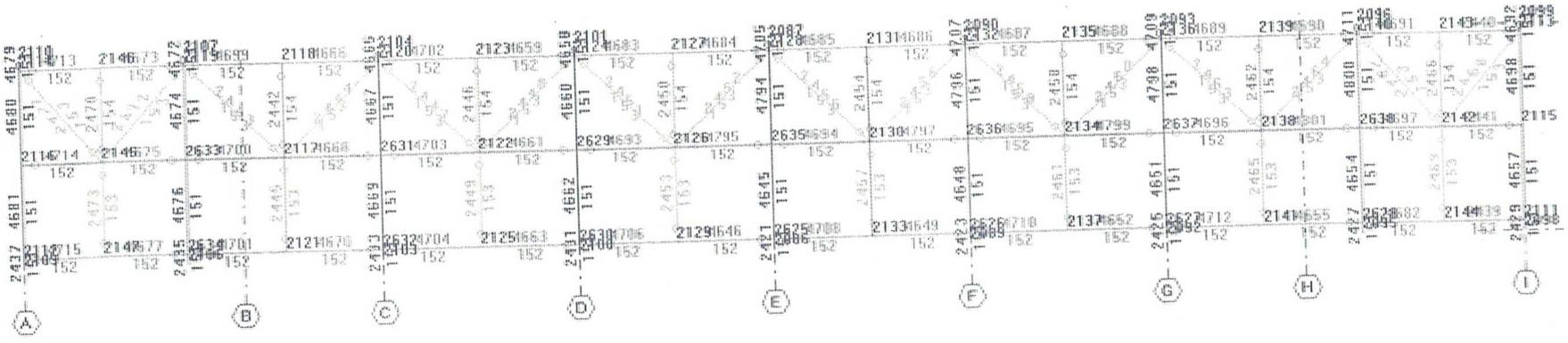
**ESTRUTURA DE AÇO –
NÚMERAÇÃO DAS PROPRIEDADES**



ARCOS DE AÇO - NÚMERAÇÃO DOS NÓS, DAS BARRAS E DAS PROPRIEDADES



TRAVES DE AÇO - NÚMERAÇÃO DOS NÓS, DAS BARRAS E DAS PROPRIEDADES



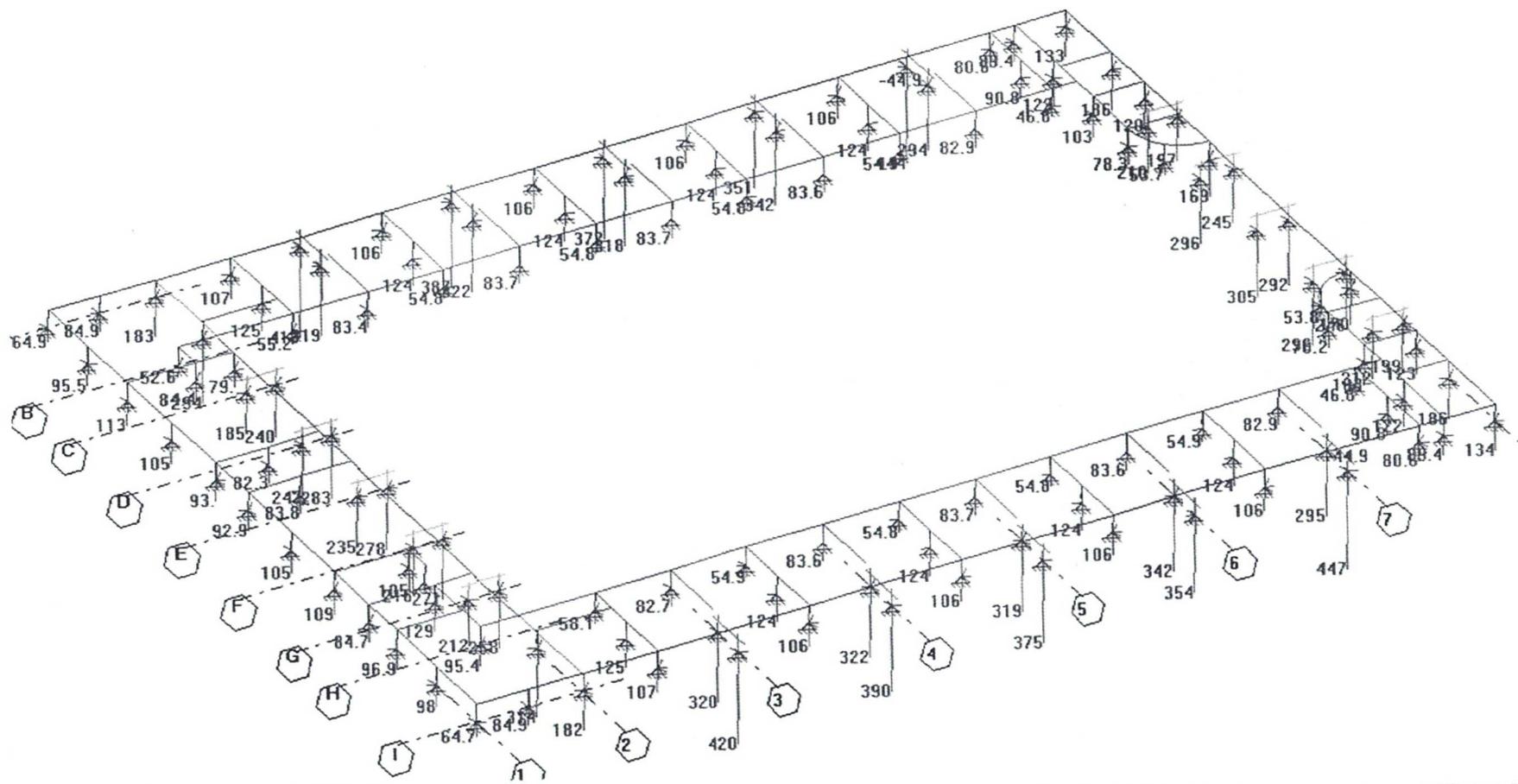
TELHADO UMA ÁGUA- NÚMERAÇÃO DOS NÓS, DAS BARRAS E DAS PROPRIEDADES



**PROJETO DA COBERTURA EM
AÇO DO GINÁSIO SANTA
MARTA II**

ANEXO B

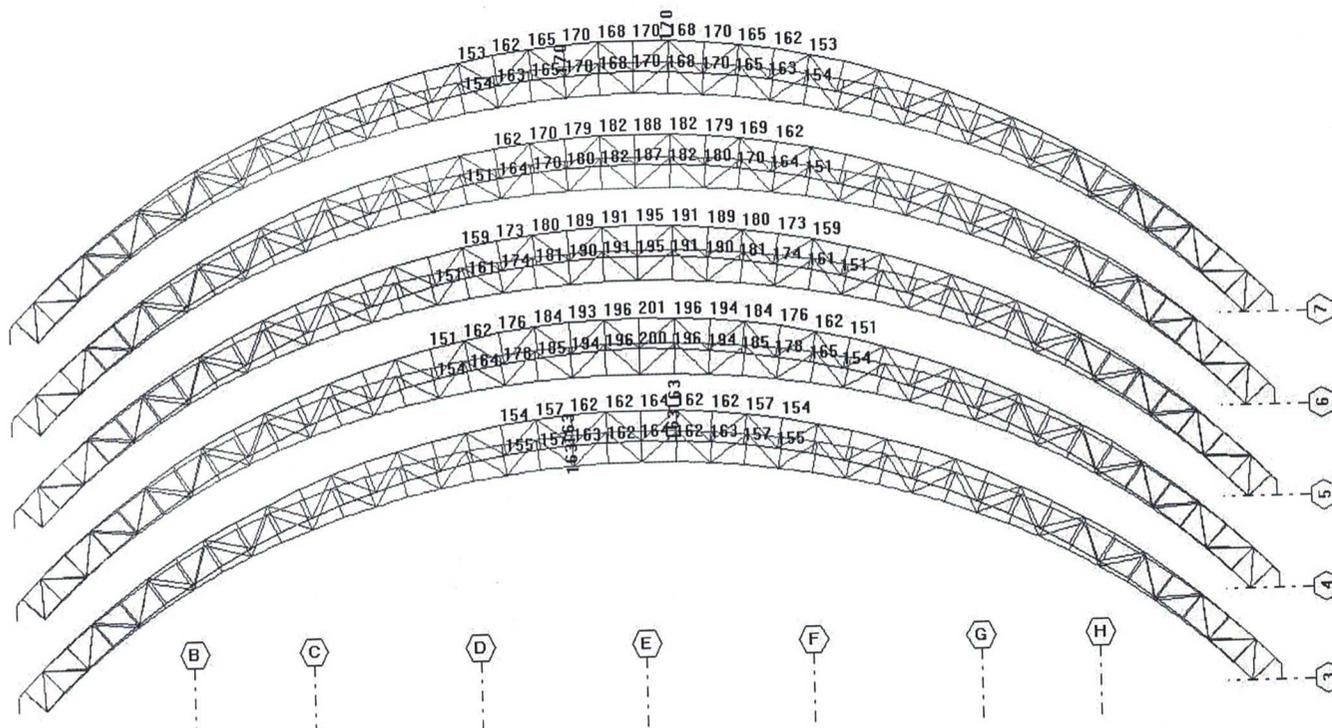
REAÇÕES, DEFLEXÕES E SOLICITAÇÕES



REAÇÕES (kN) COMB.: ENVOLTÓRIA

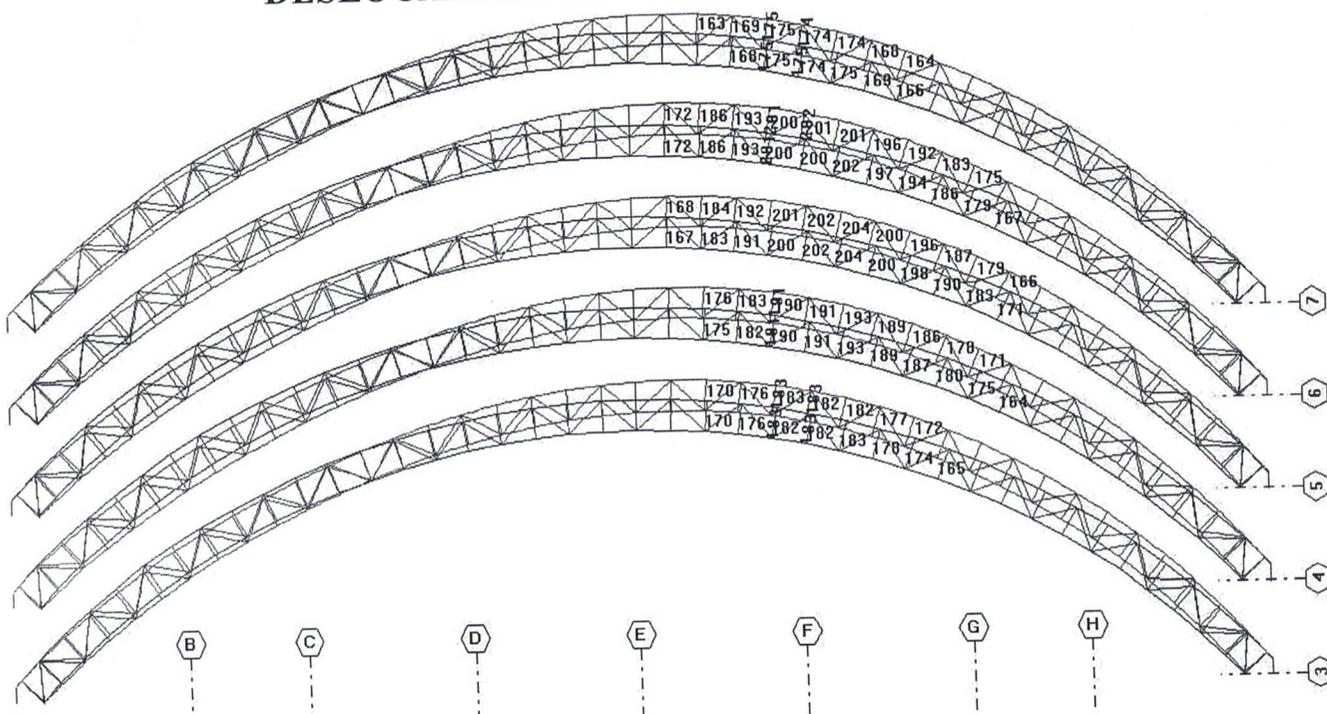
MÁXIMAS REAÇÕES DE APOIO – ENVOLTÓRIA DE COMBINAÇÕES

DESLOCAMENTOS VERTICAIS – Máx +20mm



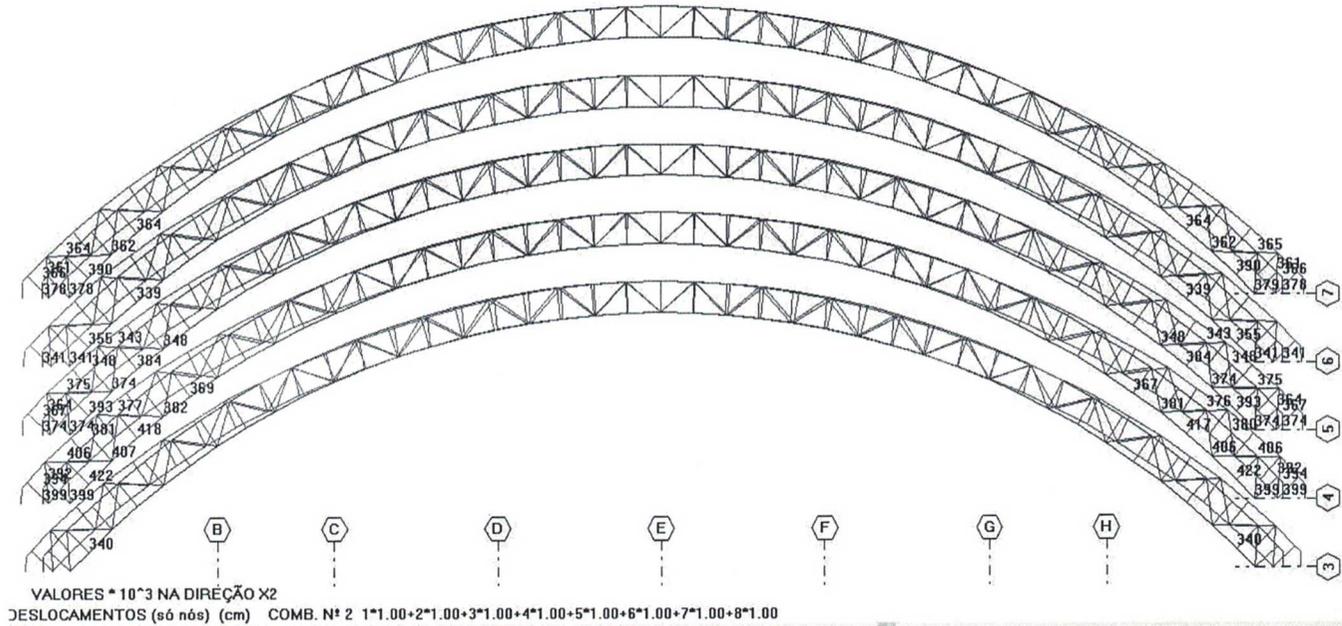
VALORES * 10⁻² NA DIREÇÃO X3
 DESLOCAMENTOS (cm) COMB. N° 2 1*1.00+2*1.00+3*1.00+4*1.00+5*1.00+6*1.00+7*1.00+8*1.00

DESLOCAMENTOS VERTICAIS – Mín -20mm

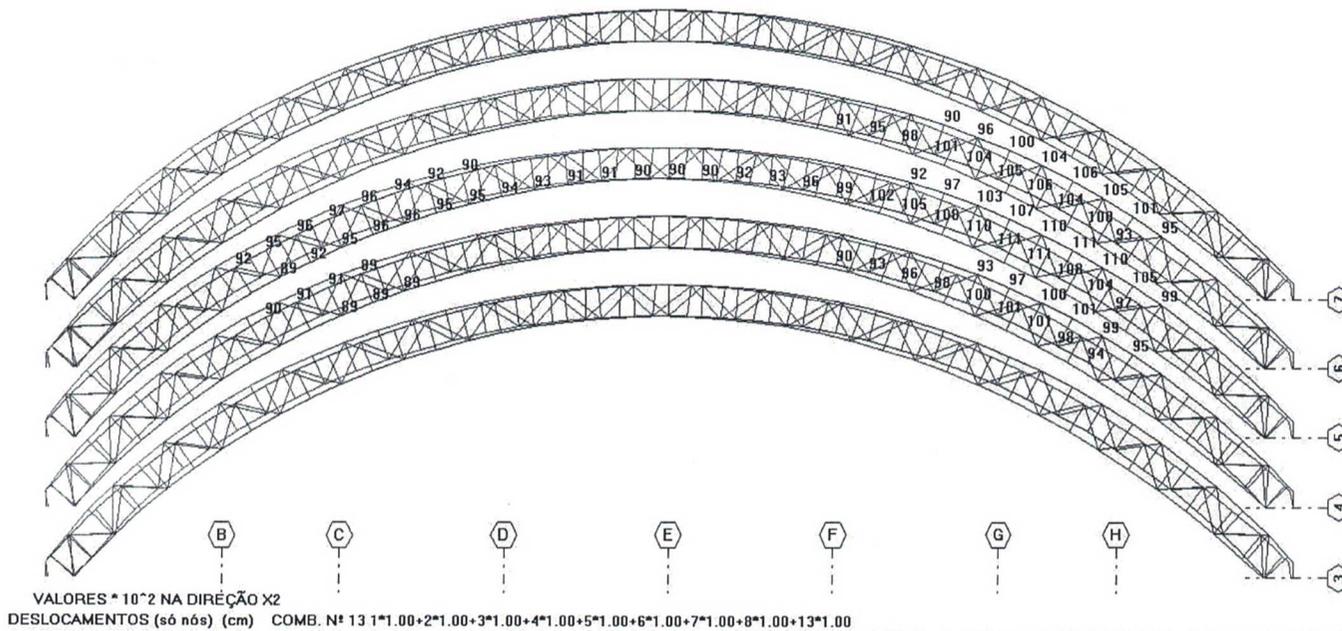


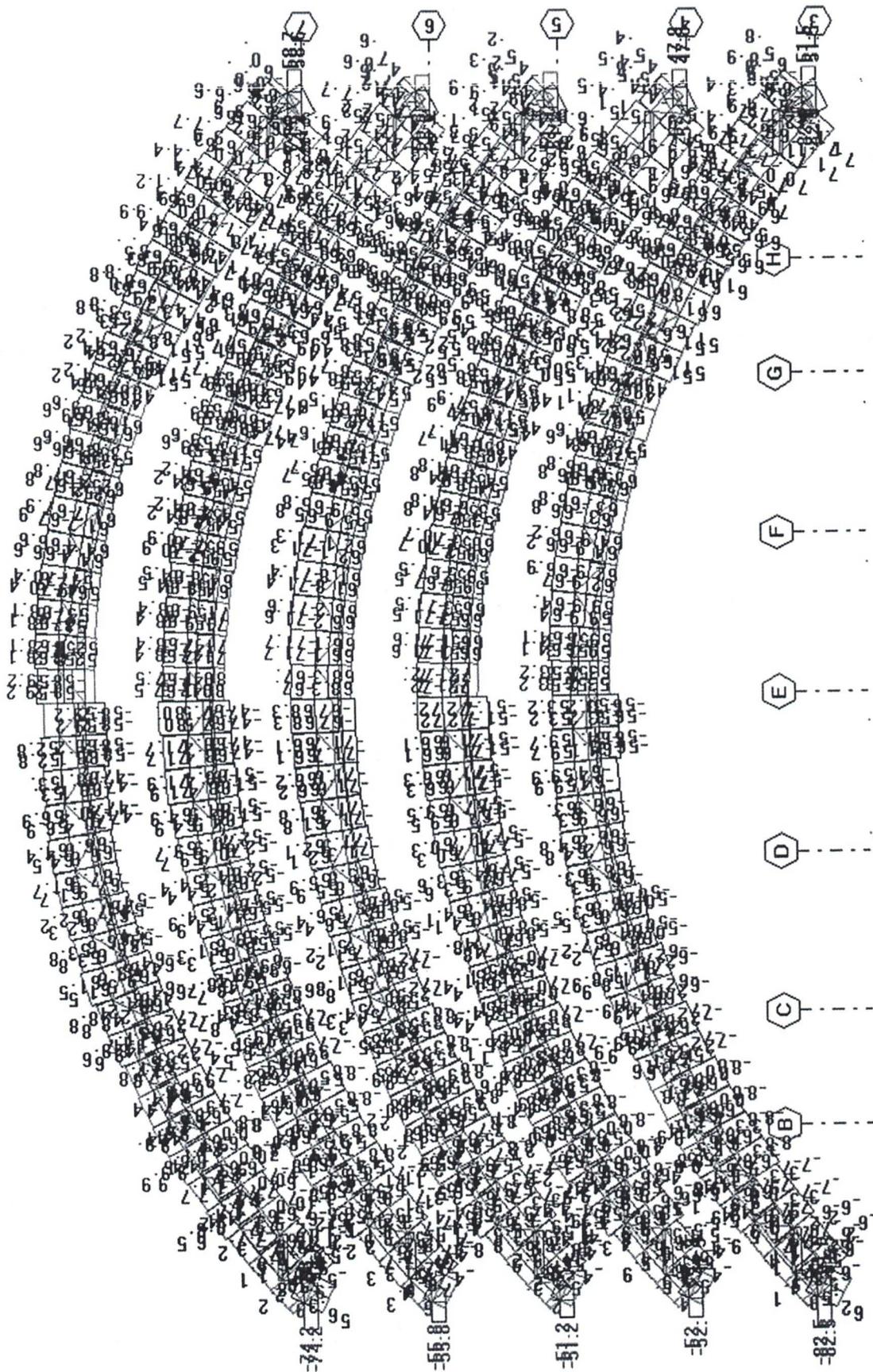
VALORES * 10⁻² NA DIREÇÃO X3
 DESLOCAMENTOS (cm) COMB. N° 7 1*1.00+2*1.00+3*1.00+4*1.00+5*1.00+6*1.00+12*1.00

DESLOCAMENTOS HORIZONTAIS – Máx +4,0mm



DESLOCAMENTOS HORIZONTAIS – Máx -11,7mm

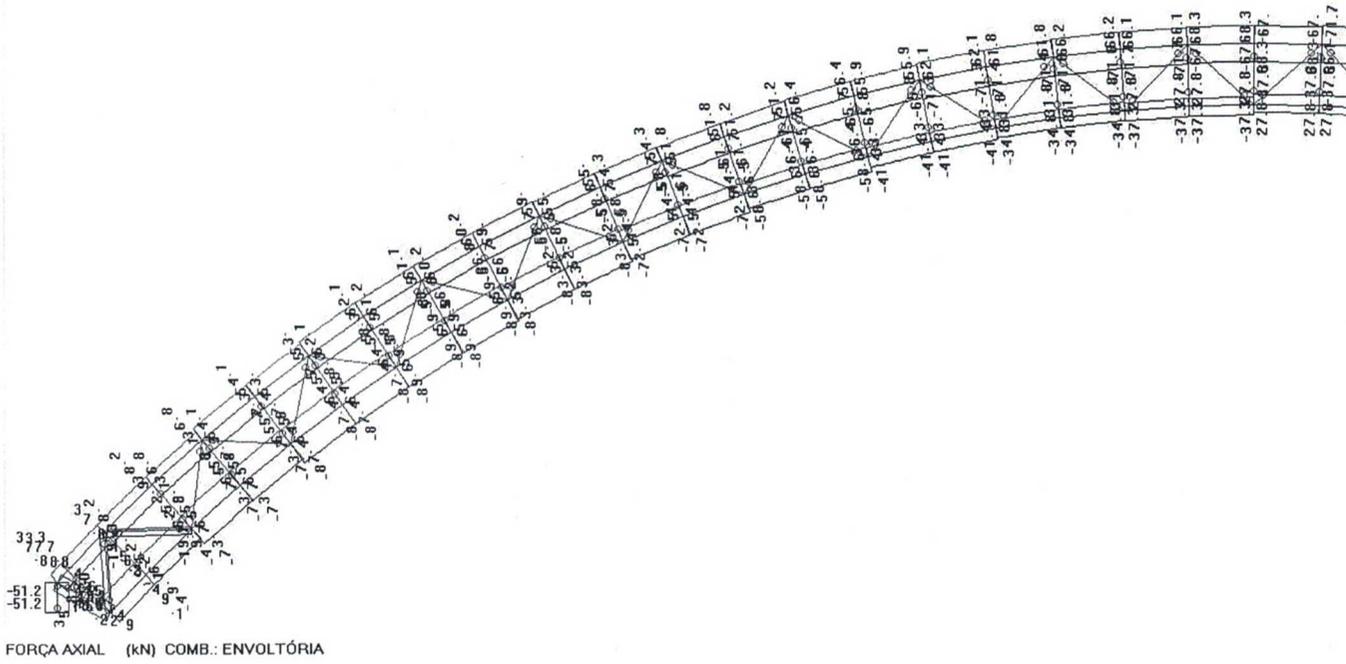




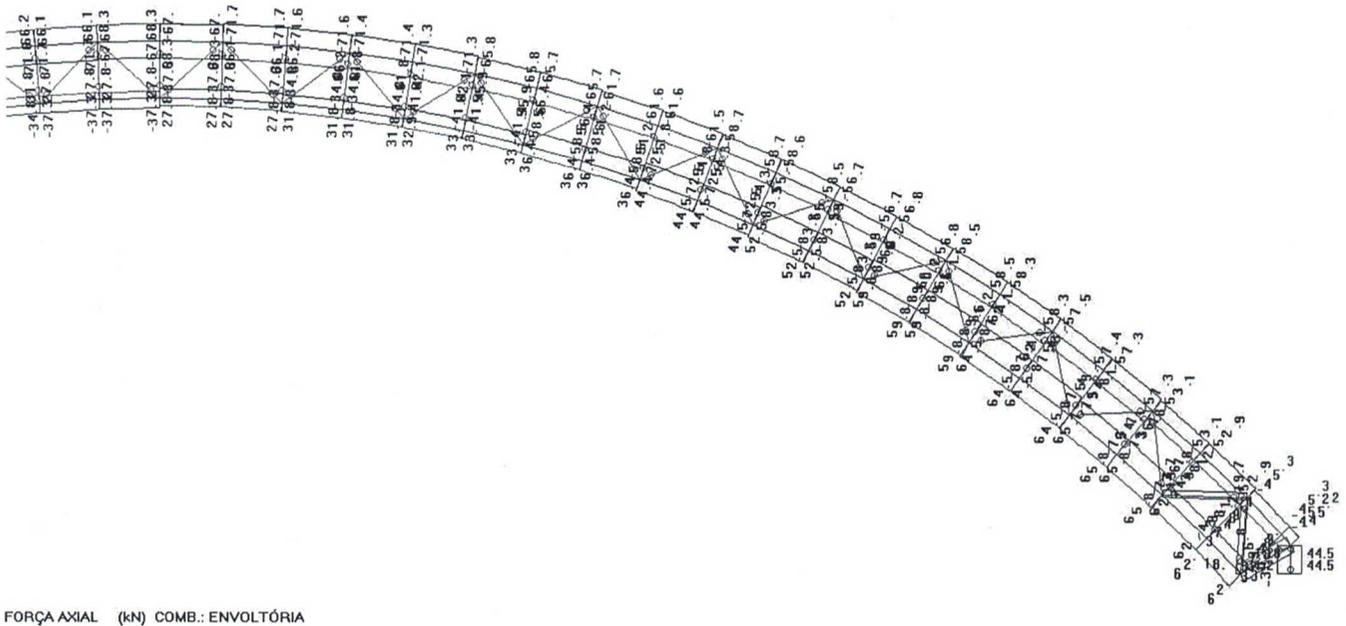
FORÇA AXIAL (kN) COMB.: ENVOLTÓRIA

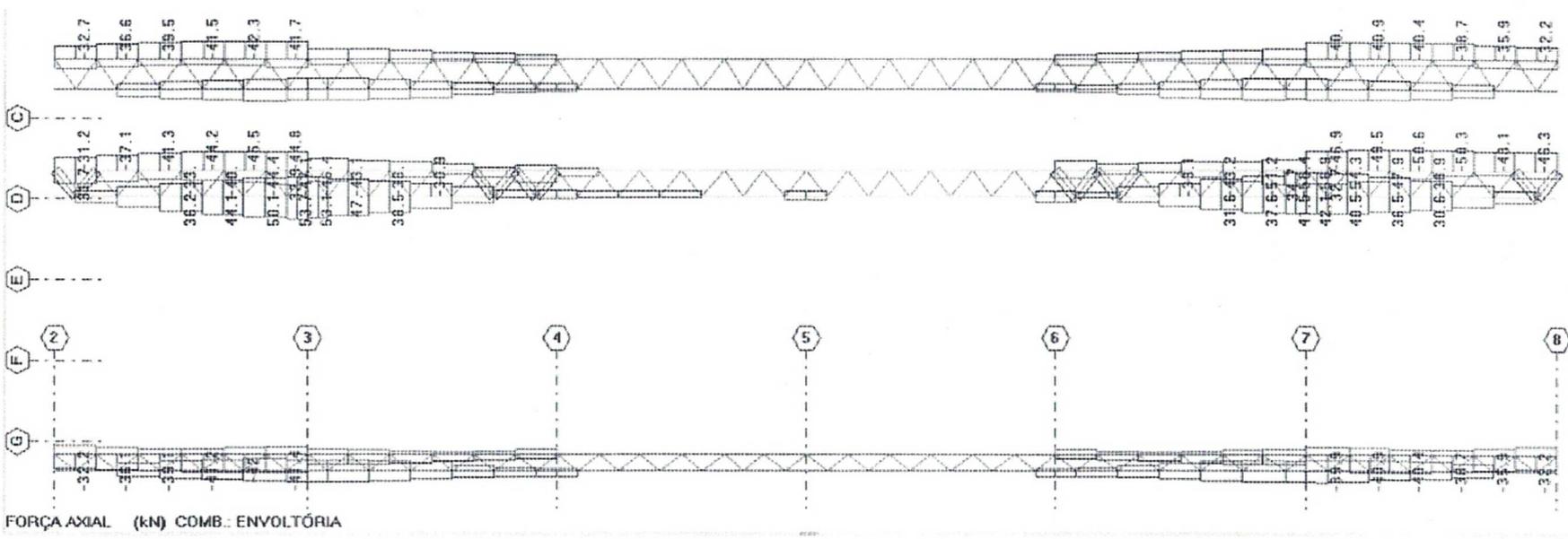
ARCOS – FORÇA AXIAL – ENVOLTÓRIA DE COMBINAÇÕES

ARCO CRÍTICO – EIXO 5 - FORÇA AXIAL



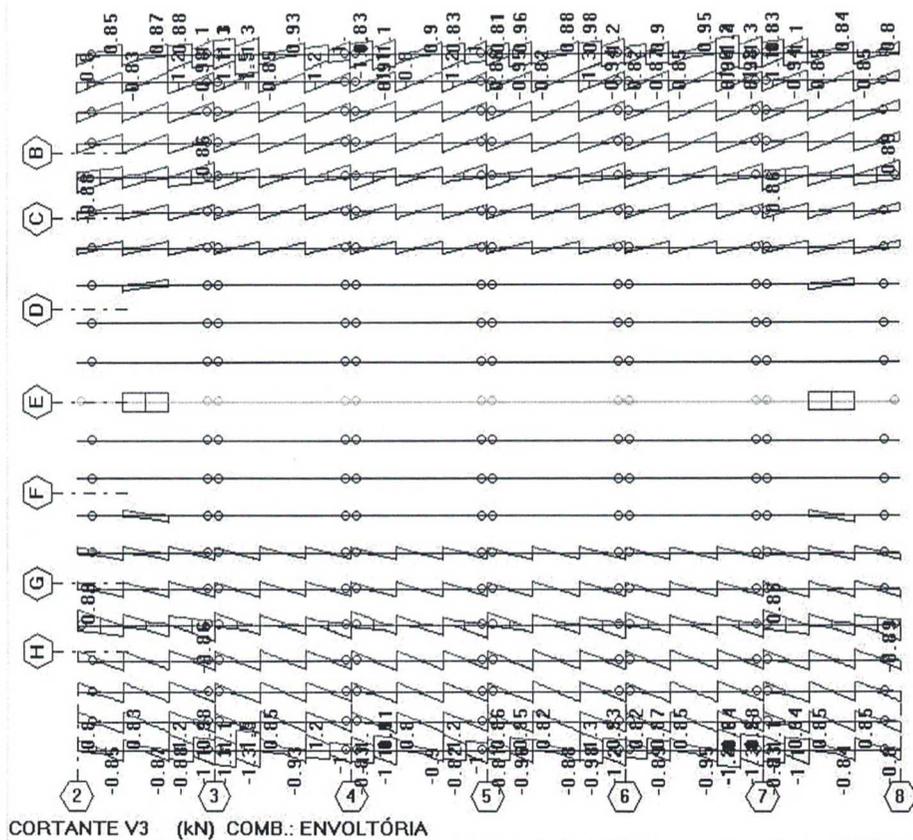
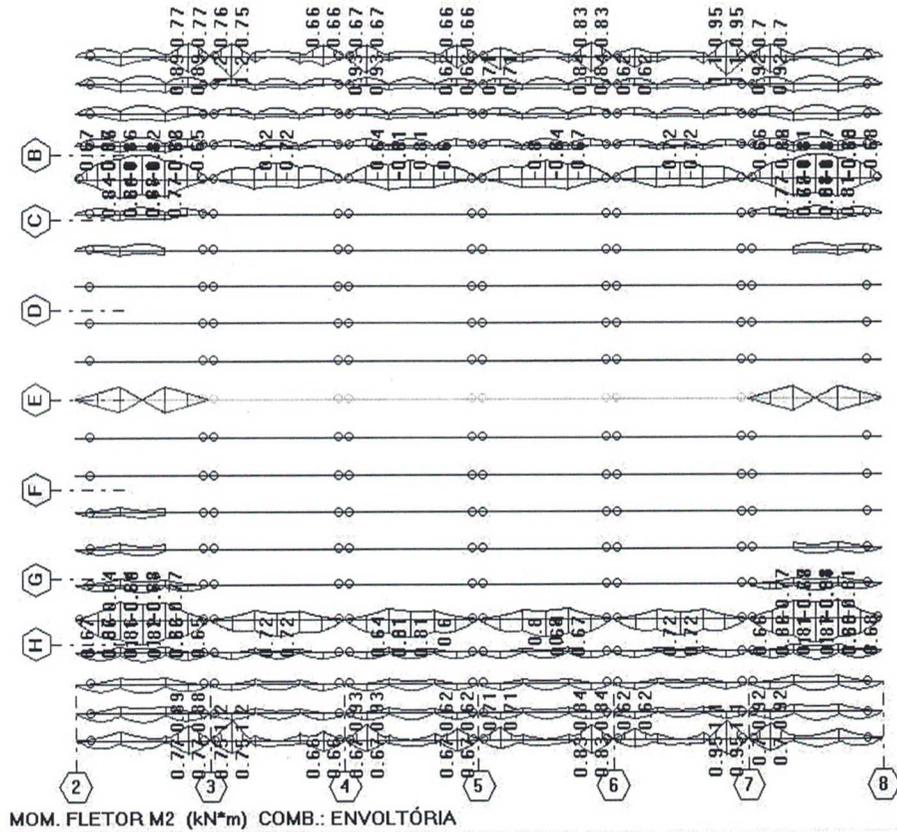
ARCO CRÍTICO – EIXO 5 - FORÇA AXIAL



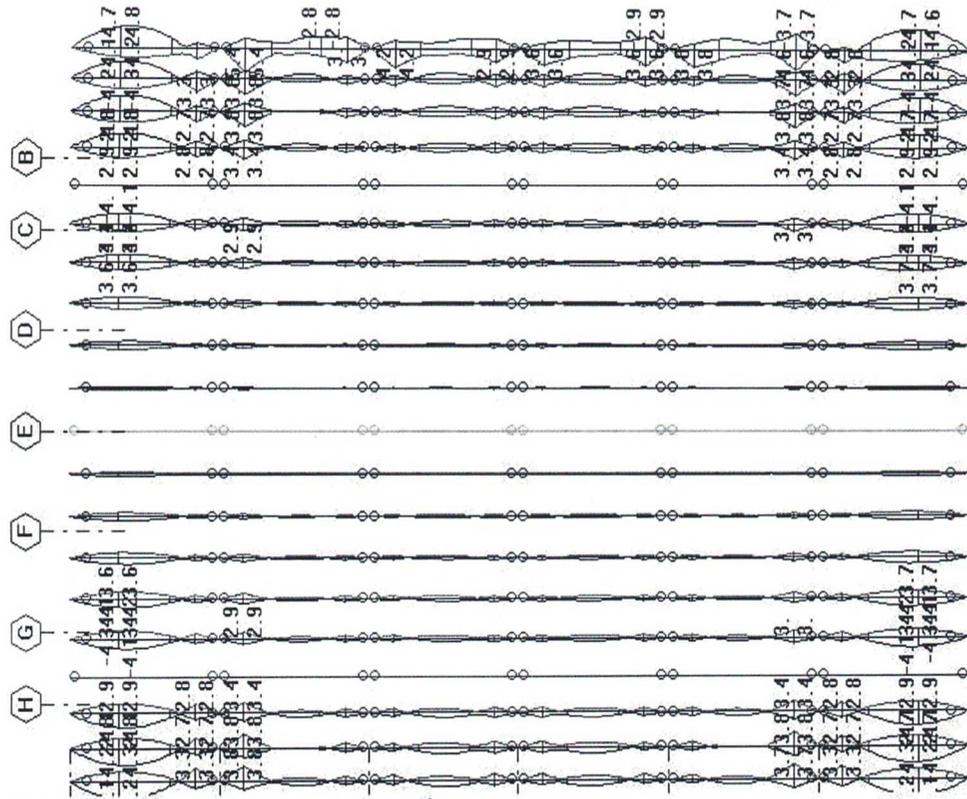


TRAVES – FORÇA AXIAL – ENVOLTÓRIA DE COMBINAÇÕES

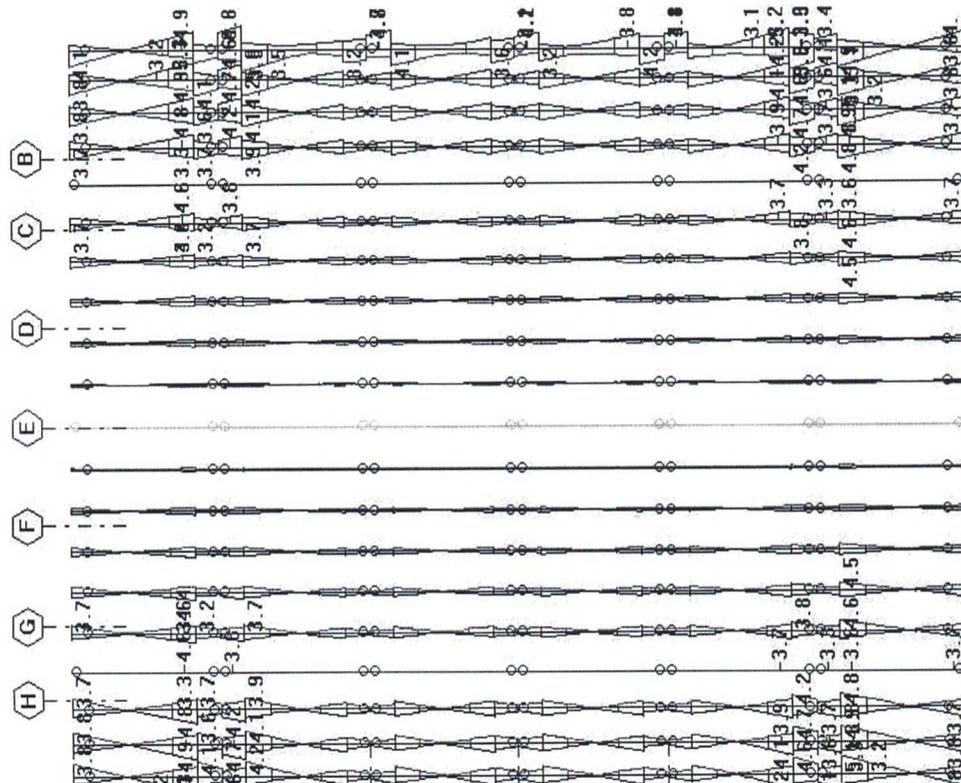
TERÇAS DOS ARCOS



TERÇAS DOS ARCOS

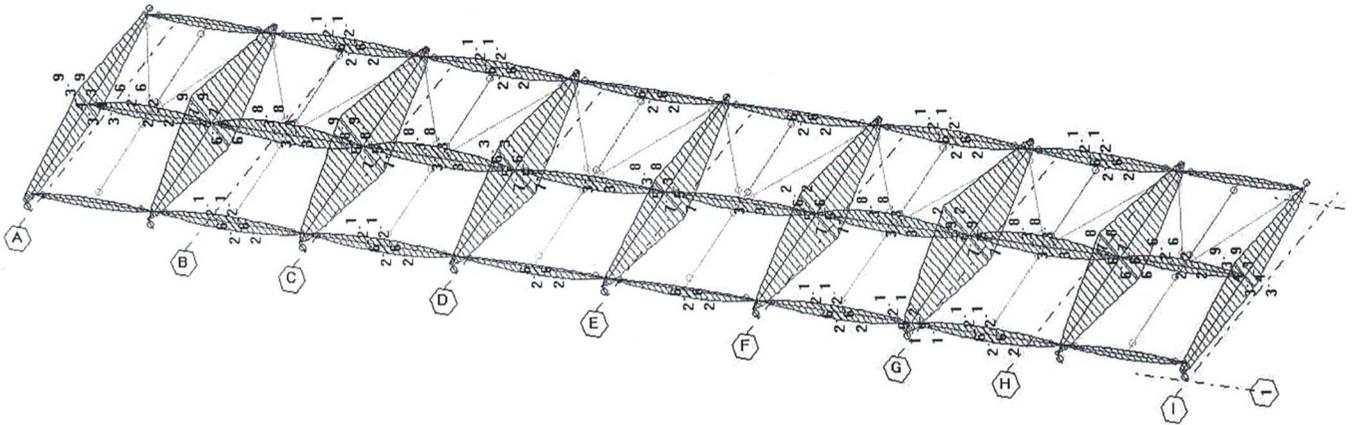


MOM. FLETOR M3 (kN*m) COMB.: ENVOLTÓRIA

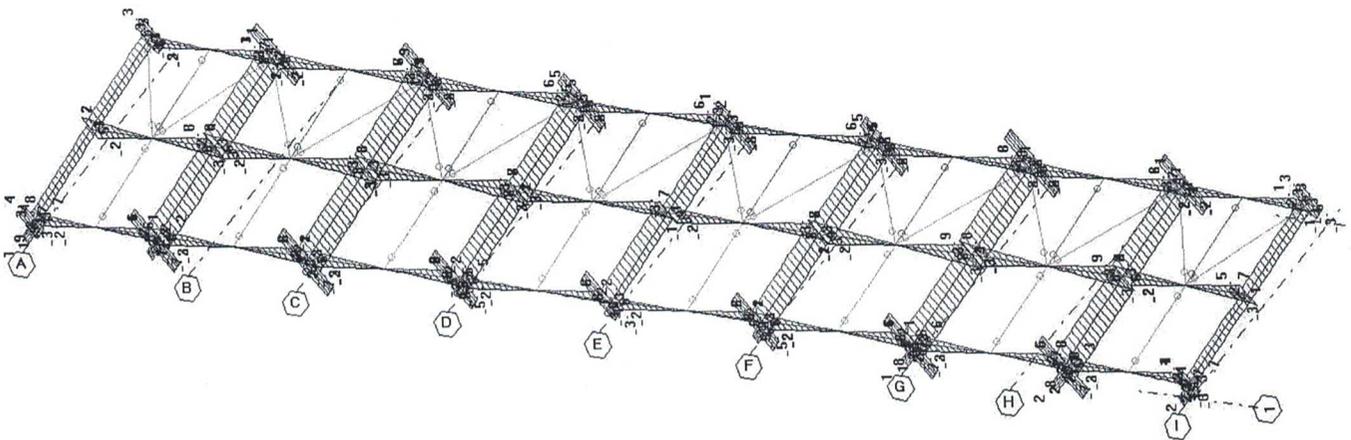


CORTANTE V2 (kN) COMB.: ENVOLTÓRIA

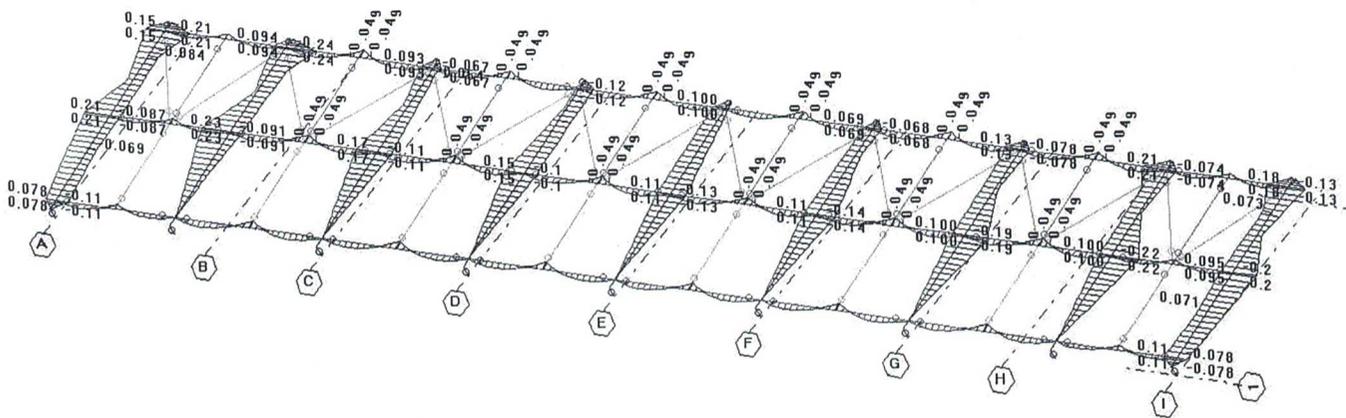
ESTRUTURA DA COBERTURA EM UMA ÁGUA



MOM. FLETOR M2 (kN*m) COMB.: ENVOLTÓRIA



CORTANTE V3 (kN) COMB.: ENVOLTÓRIA



MOM. FLETOR M3 (kN*m) COMB.: ENVOLTÓRIA

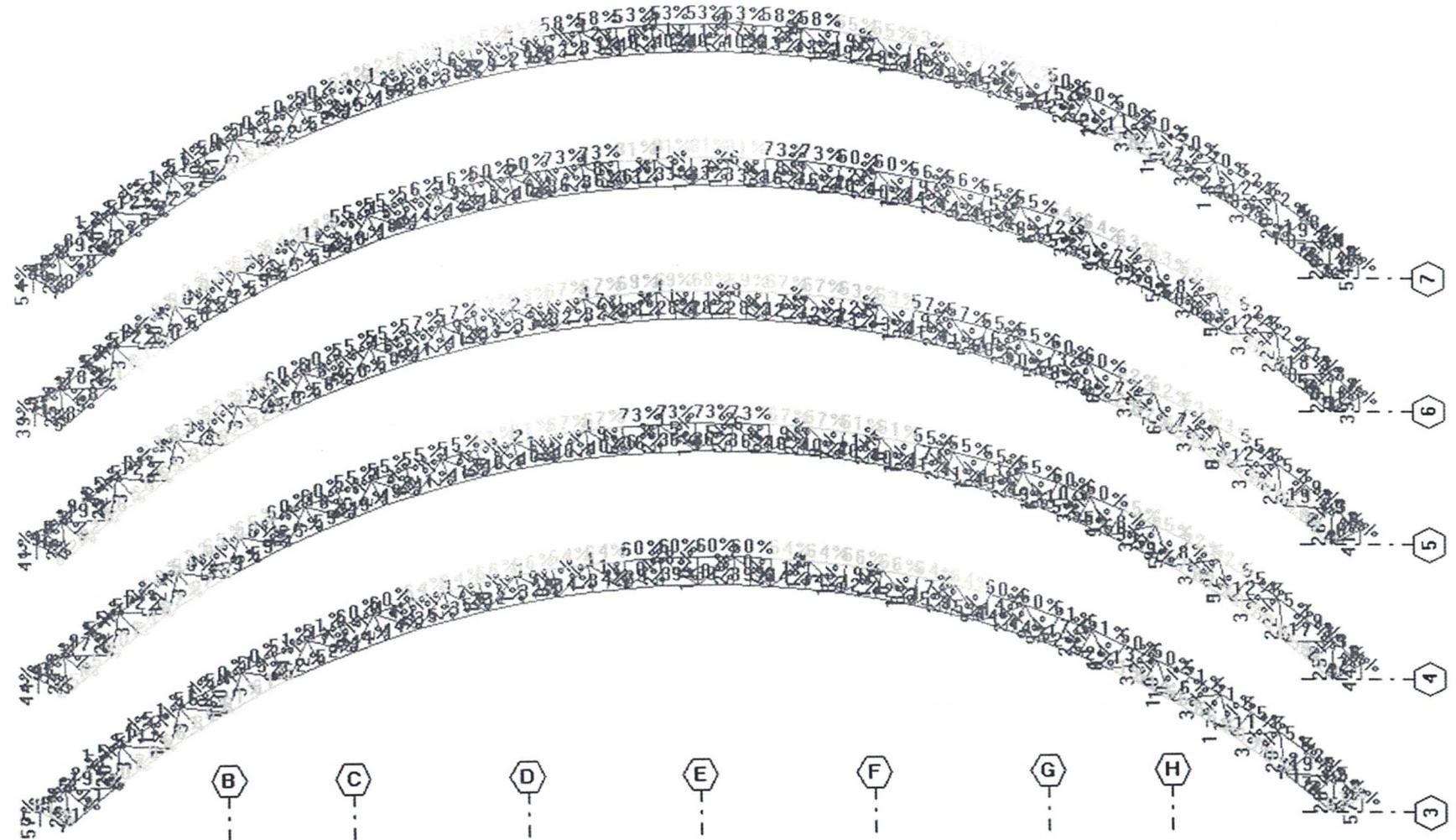


**PROJETO DA COBERTURA EM
AÇO DO GINÁSIO SANTA
MARTA II**

ANEXO C

**DIMENSIONAMENTO E
LISTA DE MATERIAIS**

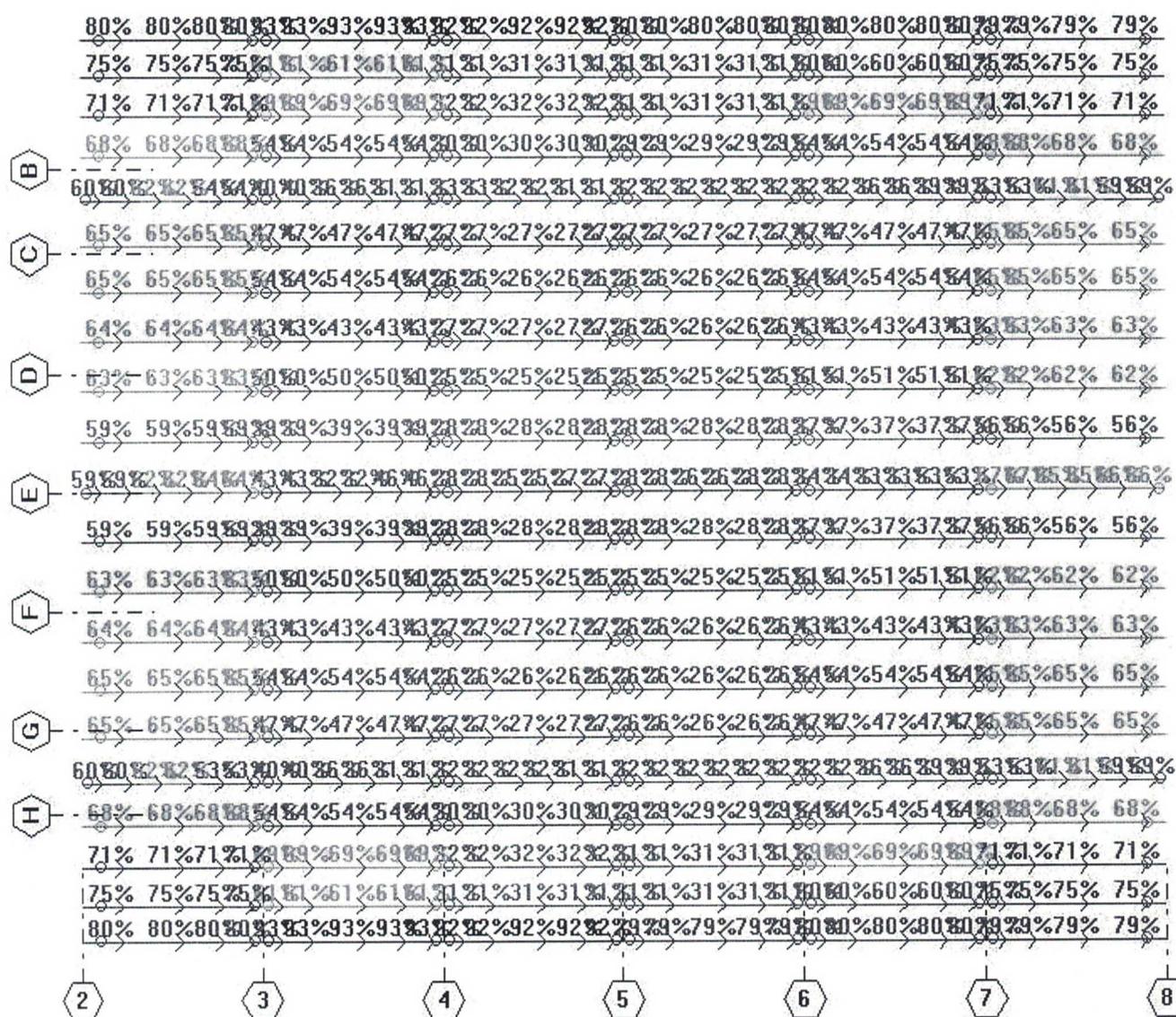
DIMENSIONAMENTO DOS ARCOS



Atual/admissível Força Axial

Esbeltez compres. = 200	Máx. deformação = L/360	Estrutura: Deslocável	Norma: NBR 8800
Esbeltez a tração = 240	Área de tração = 100 %	Aço = MR-250	

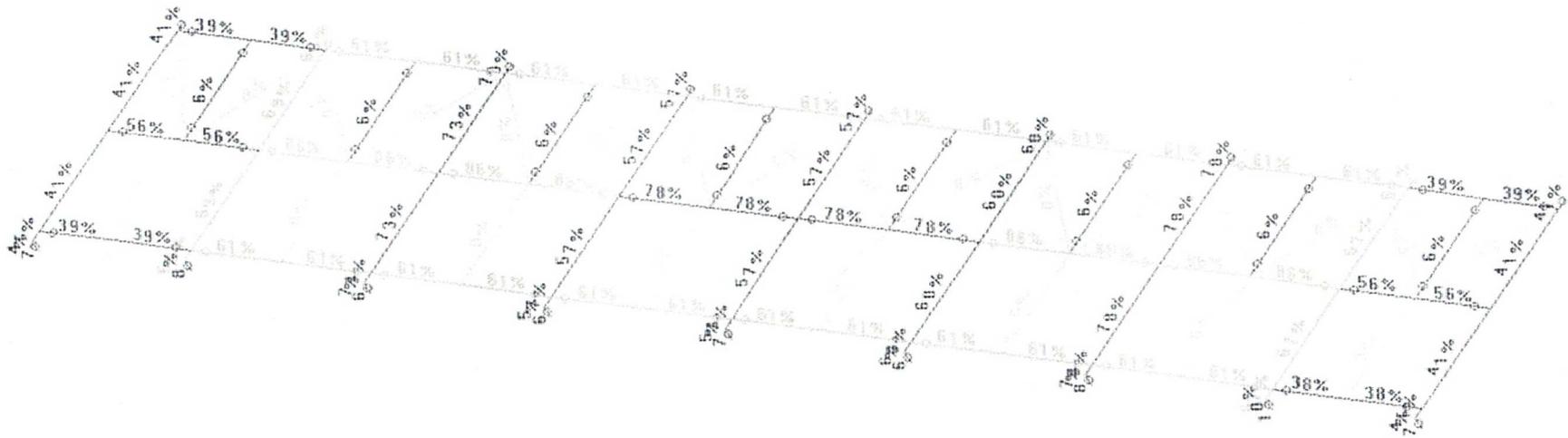
DIMENSIONAMENTO DAS TERÇAS DE COBERTURA DOS ARCOS



Atual/admissível Momento+Axial

Esbeltez compres. = 200	Máx. deformação = L/360	Estrutura: Deslocável	Norma: NBR 8800
Esbeltez a tração = 240	Área de tração = 100 %	Aço = MR-250	

DIMENSIONAMENTO DA ESTRUTURA DE AÇO – COBERTURA EM UMA ÁGUA



Atual/admissível Momento+Axial

TABELA DE PROPRIEDADES

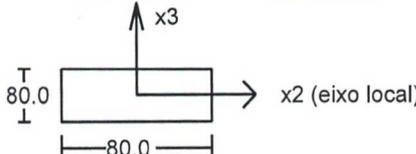
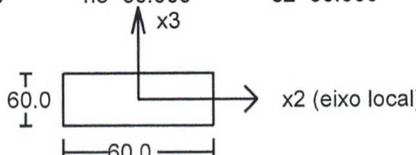
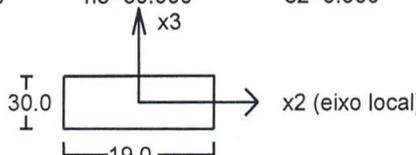
TABELA DE PROPRIEDADES (unidades - cm.)					
PROPRIEDADE N.1 - D19					
A=0.2835E+03	I2=0.6397E+04	I3=0.6397E+04	J=0.1279E+05	SF2=0.890	
Material = 1 - CONC	Perímetro=59.690			SF3=0.890	
h2=19.000	h3=19.000	e2=9.500	e3=9.500		
	Circ., Diâmetro= 19.000				
PROPRIEDADE N.2 - D40					
A=0.1257E+04	I2=0.1257E+06	I3=0.1257E+06	J=0.2513E+06	SF2=0.890	
Material = 1 - CONC	Perímetro=125.66			SF3=0.890	
h2=40.000	h3=40.000	e2=20.000	e3=20.000		
	Circ., Diâmetro= 40.000				
PROPRIEDADE N.3 - D30					
A=0.7069E+03	I2=0.3976E+05	I3=0.3976E+05	J=0.7952E+05	SF2=0.890	
Material = 1 - CONC	Perímetro=94.248			SF3=0.890	
h2=30.000	h3=30.000	e2=15.000	e3=15.000		
	Circ., Diâmetro= 30.000				
PROPRIEDADE N.4 - 80/80					
A=0.6400E+04	I2=0.3413E+07	I3=0.3413E+07	J=0.5769E+07	SF2=0.850	
Material = 1 - CONC	Perímetro=320.00			SF3=0.850	
h2=80.000	h3=80.000	e2=40.000	e3=40.000		
					
PROPRIEDADE N.5 - 60/60					
A=0.3600E+04	I2=0.1080E+07	I3=0.1080E+07	J=0.1825E+07	SF2=0.850	
Material = 1 - CONC	Perímetro=240.00			SF3=0.850	
h2=60.000	h3=60.000	e2=30.000	e3=30.000		
					
PROPRIEDADE N.6 - 19/30					
A=0.5700E+03	I2=0.4275E+05	I3=0.1715E+05	J=0.4159E+05	SF2=0.850	
Material = 1 - CONC	Perímetro=98.000			SF3=0.850	
h2=19.000	h3=30.000	e2=9.500	e3=15.000		
					

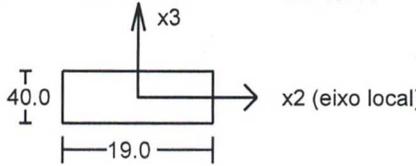
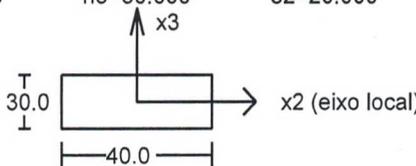
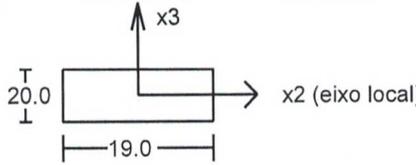
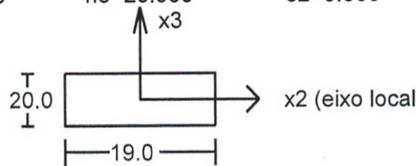
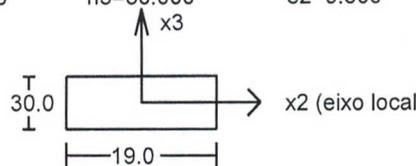
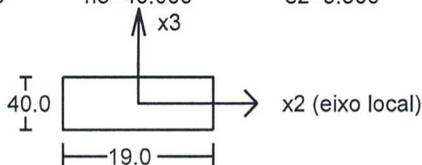
TABELA DE PROPRIEDADES (unidades - cm.)					
PROPRIEDADE N.7 - 19/40					
A=0.7600E+03	I2=0.1013E+06	I3=0.2286E+05	J=0.6420E+05	SF2=0.850	
Material = 1 - CONC	Perímetro=118.00			SF3=0.850	
h2=19.000	h3=40.000	e2=9.500	e3=20.000		
					
PROPRIEDADE N.8 - 40/30					
A=0.1200E+04	I2=0.9000E+05	I3=0.1600E+06	J=0.1944E+06	SF2=0.850	
Material = 1 - CONC	Perímetro=140.00			SF3=0.850	
h2=40.000	h3=30.000	e2=20.000	e3=15.000		
					
PROPRIEDADE N.11 - 19/20					
A=0.3800E+03	I2=0.1267E+05	I3=0.1143E+05	J=0.2022E+05	SF2=0.850	
Material = 1 - CONC	Perímetro=78.000			SF3=0.850	
h2=19.000	h3=20.000	e2=9.500	e3=10.000		
					
PROPRIEDADE N.12 - 19/20					
A=0.3800E+03	I2=0.1267E+05	I3=0.1143E+05	J=0.2022E+05	SF2=0.850	
Material = 1 - CONC	Perímetro=78.000			SF3=0.850	
h2=19.000	h3=20.000	e2=9.500	e3=10.000		
					
PROPRIEDADE N.13 - 19/30					
A=0.5700E+03	I2=0.4275E+05	I3=0.1715E+05	J=0.4159E+05	SF2=0.850	
Material = 1 - CONC	Perímetro=98.000			SF3=0.850	
h2=19.000	h3=30.000	e2=9.500	e3=15.000		
					

TABELA DE PROPRIEDADES (unidades - cm.)

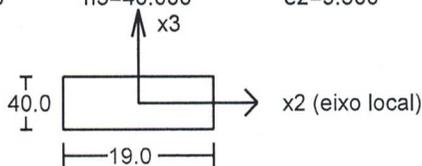
PROPRIEDADE N.15 - 19/40

$A=0.7600E+03$ $I2=0.1013E+06$ $I3=0.2286E+05$ $J=0.6420E+05$ $SF2=0.850$
 Material = 1 - CONC Perímetro=118.00 $SF3=0.850$
 $h2=19.000$ $h3=40.000$ $e2=9.500$ $e3=20.000$



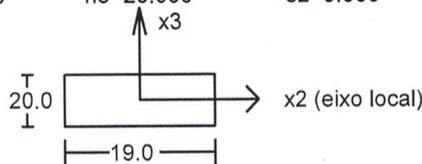
PROPRIEDADE N.16 - 19/40

$A=0.7600E+03$ $I2=0.1013E+06$ $I3=0.2286E+05$ $J=0.6420E+05$ $SF2=0.850$
 Material = 1 - CONC Perímetro=118.00 $SF3=0.850$
 $h2=19.000$ $h3=40.000$ $e2=9.500$ $e3=20.000$



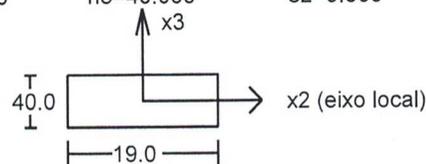
PROPRIEDADE N.17 - 19/20

$A=0.3800E+03$ $I2=0.1267E+05$ $I3=0.1143E+05$ $J=0.2022E+05$ $SF2=0.850$
 Material = 1 - CONC Perímetro=78.000 $SF3=0.850$
 $h2=19.000$ $h3=20.000$ $e2=9.500$ $e3=10.000$



PROPRIEDADE N.18 - 19/40

$A=0.7600E+03$ $I2=0.1013E+06$ $I3=0.2286E+05$ $J=0.6420E+05$ $SF2=0.850$
 Material = 1 - CONC Perímetro=118.00 $SF3=0.850$
 $h2=19.000$ $h3=40.000$ $e2=9.500$ $e3=20.000$



PROPRIEDADE N.21 - 19/60

$A=0.1140E+04$ $I2=0.3420E+06$ $I3=0.3429E+05$ $J=0.1098E+06$ $SF2=0.850$
 Material = 1 - CONC Perímetro=158.00 $SF3=0.850$
 $h2=19.000$ $h3=60.000$ $e2=9.500$ $e3=30.000$

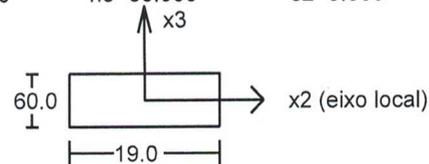
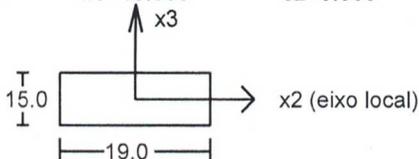


TABELA DE PROPRIEDADES (unidades - cm.)

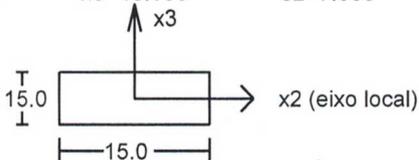
PROPRIEDADE N.22 - 19/15

A=0.2850E+03 I2=0.5344E+04 I3=0.8574E+04 J=0.1109E+05 SF2=0.850
 Material = 1 - CONC Perímetro=68.000 SF3=0.850
 h2=19.000 h3=15.000 e2=9.500 e3=7.500



PROPRIEDADE N.23 - 15/15

A=0.2250E+03 I2=0.4219E+04 I3=0.4219E+04 J=0.7130E+04 SF2=0.850
 Material = 1 - CONC Perímetro=60.000 SF3=0.850
 h2=15.000 h3=15.000 e2=7.500 e3=7.500



PROPRIEDADE N.25 - 19/15 - 19/60

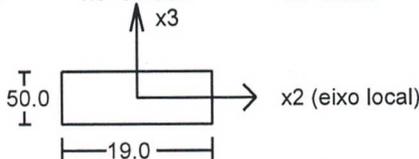
Início:prop. nº = H= 15.000 Fim: prop. nº.= H=60.000
 Material = 1 - CONC Perímetro=138.00 SF3=0.850

PROPRIEDADE N.26 - 19/60 - 19/15

Início:prop. nº = H= 60.000 Fim: prop. nº.= H=15.000

PROPRIEDADE N.28 - 19/50

A=0.9500E+03 I2=0.1979E+06 I3=0.2858E+05 J=0.8700E+05 SF2=0.850
 Material = 1 - CONC Perímetro=138.00 SF3=0.850
 h2=19.000 h3=50.000 e2=9.500 e3=25.000



PROPRIEDADE N.31 - 50/80

A=0.4000E+04 I2=0.8333E+06 I3=0.2133E+07 J=0.2038E+07 SF2=0.850
 Material = 1 - CONC Perímetro=260.00 SF3=0.850
 h2=80.000 h3=50.000 e2=40.000 e3=25.000

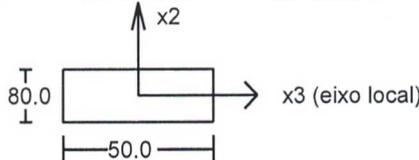
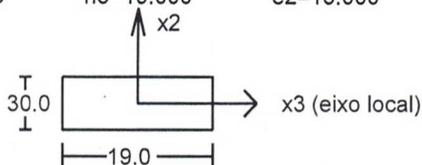


TABELA DE PROPRIEDADES (unidades - cm.)

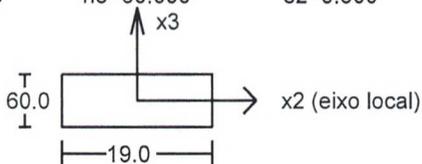
PROPRIEDADE N.32 - 19/30

$A=0.5700E+03$ $I_2=0.1715E+05$ $I_3=0.4275E+05$ $J=0.4159E+05$ $SF_2=0.850$
 Material = 1 - CONC $Perimetro=98.000$ $SF_3=0.850$
 $h_2=30.000$ $h_3=19.000$ $e_2=15.000$ $e_3=9.500$



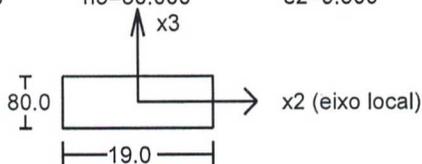
PROPRIEDADE N.33 - 19/60

$A=0.1140E+04$ $I_2=0.3420E+06$ $I_3=0.3429E+05$ $J=0.1098E+06$ $SF_2=0.850$
 Material = 1 - CONC $Perimetro=158.00$ $SF_3=0.850$
 $h_2=19.000$ $h_3=60.000$ $e_2=9.500$ $e_3=30.000$



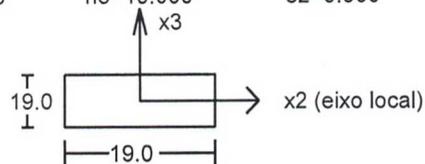
PROPRIEDADE N.34 - 19/80

$A=0.1520E+04$ $I_2=0.8107E+06$ $I_3=0.4573E+05$ $J=0.1555E+06$ $SF_2=0.850$
 Material = 1 - CONC $Perimetro=198.00$ $SF_3=0.850$
 $h_2=19.000$ $h_3=80.000$ $e_2=9.500$ $e_3=40.000$



PROPRIEDADE N.35 - 19/19

$A=0.3610E+03$ $I_2=0.1086E+05$ $I_3=0.1086E+05$ $J=0.1835E+05$ $SF_2=0.850$
 Material = 1 - CONC $Perimetro=76.000$ $SF_3=0.850$
 $h_2=19.000$ $h_3=19.000$ $e_2=9.500$ $e_3=9.500$



PROPRIEDADE N.38 - 50/50

$A=0.2500E+04$ $I_2=0.5208E+06$ $I_3=0.5208E+06$ $J=0.8802E+06$ $SF_2=0.850$
 Material = 1 - CONC $Perimetro=200.00$ $SF_3=0.850$
 $h_2=50.000$ $h_3=50.000$ $e_2=25.000$ $e_3=25.000$

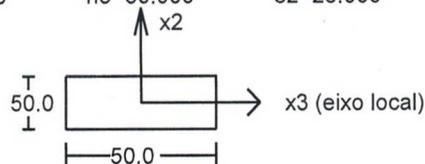


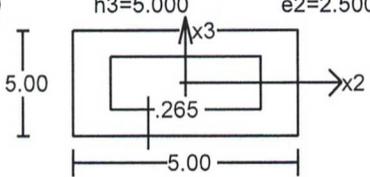
TABELA DE PROPRIEDADES (unidades - cm.)					
PROPRIEDADE N.101 - U#150x50#2.65					
A=0.6394E+01	I2=0.1421E+02	I3=0.2057E+03	J=0.1497E+00	SF2=0.500	
Material = 2 - STEE		Perímetro=48.788		SF3=0.500	
h2=15.000	h3=5.000	e2=7.500	e3=3.885		
U# 150x50#2.65					
PROPRIEDADE N.102 - 2L L1.5"x1/8"					
A=0.4637E+01	I2=0.6474E+01	I3=0.1982E+03	J=0.1501E+00	SF2=0.500	
Material = 2 - STEE		Perímetro=22.860		SF3=0.500	
h2=-7.380	h3=3.810	e2=-3.690	e3=2.740		
2L L1.5"x1/8" D=-150. lado maior costa-a-costa					
PROPRIEDADE N.105 - U#125x50#2.65					
A=0.5732E+01	I2=0.1335E+03	I3=0.1350E+02	J=0.1342E+00	SF2=0.500	
Material = 2 - STEE		Perímetro=43.788		SF3=0.500	
h2=5.000	h3=12.500	e2=3.771	e3=6.250		
U# 125x50#2.65					
PROPRIEDADE N.106 - 2L L1.5"x1/8"					
A=0.4637E+01	I2=0.6474E+01	I3=0.1309E+03	J=0.1501E+00	SF2=0.500	
Material = 2 - STEE		Perímetro=22.860		SF3=0.500	
h2=-4.880	h3=3.810	e2=-2.440	e3=2.740		
2L L1.5"x1/8" D=-125. lado maior costa-a-costa					
PROPRIEDADE N.107 - U#125x50#2.65					
A=0.5732E+01	I2=0.1335E+03	I3=0.1350E+02	J=0.1342E+00	SF2=0.500	
Material = 2 - STEE		Perímetro=43.788		SF3=0.500	
h2=5.000	h3=12.500	e2=3.771	e3=6.250		
U# 125x50#2.65					
PROPRIEDADE N.111 - Ue#150x60x20#2.65					
A=0.7753E+01	I2=0.3803E+02	I3=0.2669E+03	J=0.1815E+00	SF2=0.500	
Material = 2 - STEE		Perímetro=59.045		SF3=0.500	
h2=15.000	h3=6.000	e2=7.500	e3=4.078		
Ue# 150x60x20#2.65					
PROPRIEDADE N.112 - []5x5x0.26					
A=0.5019E+01	I2=0.1881E+02	I3=0.1881E+02	J=0.2813E+02	SF2=0.440	
Material = 2 - STEE		Perímetro=20.000		SF3=0.440	
h2=5.000	h3=5.000	e2=2.500	e3=2.500		
					

TABELA DE PROPRIEDADES (unidades - cm.)					
PROPRIEDADE N.115 - D1					
A=0.7854E+00	I2=0.4909E-01	I3=0.4909E-01	J=0.9817E-01	SF2=0.890	
Material = 2 - STEE		Perímetro=3.142		SF3=0.890	
h2=1.000	h3=1.000	e2=0.500	e3=0.500		
	Circ., Diâmetro=	1.000			
PROPRIEDADE N.116 - L2"x1/8"					
A=0.3125E+01	I2=0.7907E+01	I3=0.7907E+01	J=0.1021E+00	SF2=0.500	
Material = 2 - STEE		Perímetro=20.320		SF3=0.500	
h2=5.080	h3=5.080	e2=3.692	e3=3.692		
L 2"x1/8"					
PROPRIEDADE N.118 - L2"x1/8"					
A=0.3125E+01	I2=0.7907E+01	I3=0.7907E+01	J=0.1021E+00	SF2=0.500	
Material = 2 - STEE		Perímetro=20.320		SF3=0.500	
h2=5.080	h3=5.080	e2=3.692	e3=3.692		
L 2"x1/8"					
PROPRIEDADE N.121 - D1.6					
A=0.2011E+01	I2=0.3217E+00	I3=0.3217E+00	J=0.6434E+00	SF2=0.890	
Material = 2 - STEE		Perímetro=5.027		SF3=0.890	
h2=1.600	h3=1.600	e2=0.800	e3=0.800		
	Circ., Diâmetro=	1.600			
PROPRIEDADE N.125 -					
Espeçura =	1.000				
Material = 2 - STEE					
PROPRIEDADE N.151 - Ue#200x60x20#2.65					
A=0.9078E+01	I2=0.5271E+03	I3=0.4166E+02	J=0.2125E+00	SF2=0.500	
Material = 2 - STEE		Perímetro=69.045		SF3=0.500	
h2=6.000	h3=20.000	e2=4.339	e3=10.000		
Ue# 200x60x20#2.65					
PROPRIEDADE N.152 - Ue#100x50x17#2.65					
A=0.5739E+01	I2=0.8946E+02	I3=0.1976E+02	J=0.1343E+00	SF2=0.500	
Material = 2 - STEE		Perímetro=43.845		SF3=0.500	
h2=5.000	h3=10.000	e2=3.221	e3=5.000		
Ue# 100x50x17#2.65					
PROPRIEDADE N.153 - D1					
A=0.7854E+00	I2=0.4909E-01	I3=0.4909E-01	J=0.9817E-01	SF2=0.890	
Material = 2 - STEE		Perímetro=3.142		SF3=0.890	
h2=1.000	h3=1.000	e2=0.500	e3=0.500		
	Circ., Diâmetro=	1.000			
PROPRIEDADE N.154 - L1.5"x1/8"					
A=0.2319E+01	I2=0.3237E+01	I3=0.3237E+01	J=0.7506E-01	SF2=0.500	
Material = 2 - STEE		Perímetro=15.240		SF3=0.500	
h2=3.810	h3=3.810	e2=2.740	e3=2.740		
L 1.5"x1/8"					

LISTA DE MATERIAL RESUMIDA

Resumo de Aço (para barras exibidas na tela)			
Seção	Comprimento Total (meter)	Peso (kN)	Sub-total (kN)
Lam./Sol.- Peso de aço: L 1.5"x1/8" L 2"x1/8"	1119.60 266.55	20.377 6.539	26.916
TOTAL Lam./Sol. =			26.916
Chapa dobrada- Peso de aço: U# 125x50#2.65 U# 150x50#2.65	200.47 335.99	9.020 16.865	25.884
Ue# 100x50x17#2.65 Ue# 150x60x20#2.65 Ue# 200x60x20#2.65	91.80 669.60 40.24	4.136 40.754 2.868	47.758
TOTAL Chapa dobrada =			73.642
Especial- Peso de aço: Propriedade n.º115 Propriedade n.º121 Propriedade n.º153	431.29 282.82 59.06	2.659 4.464 0.364	7.487
TOTAL Especial =			7.487
Peso total:		109.071	