

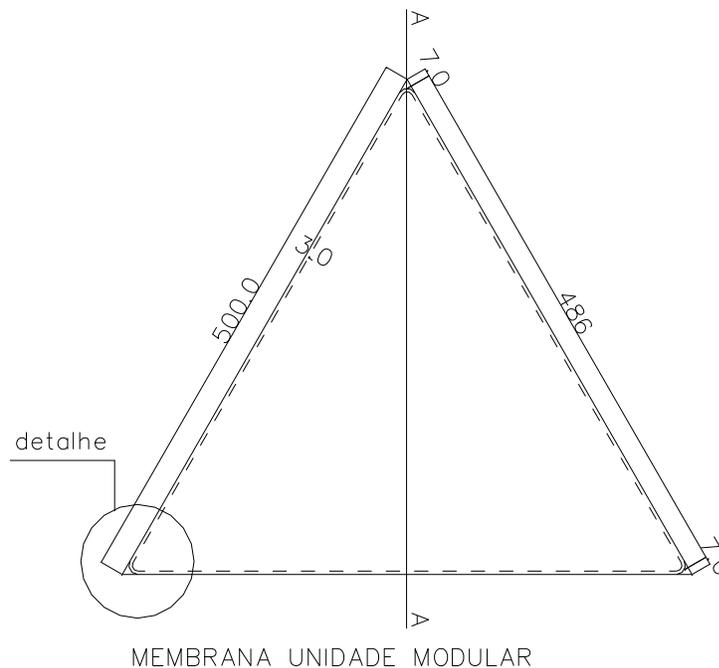
RELATÓRIO TÉCNICO

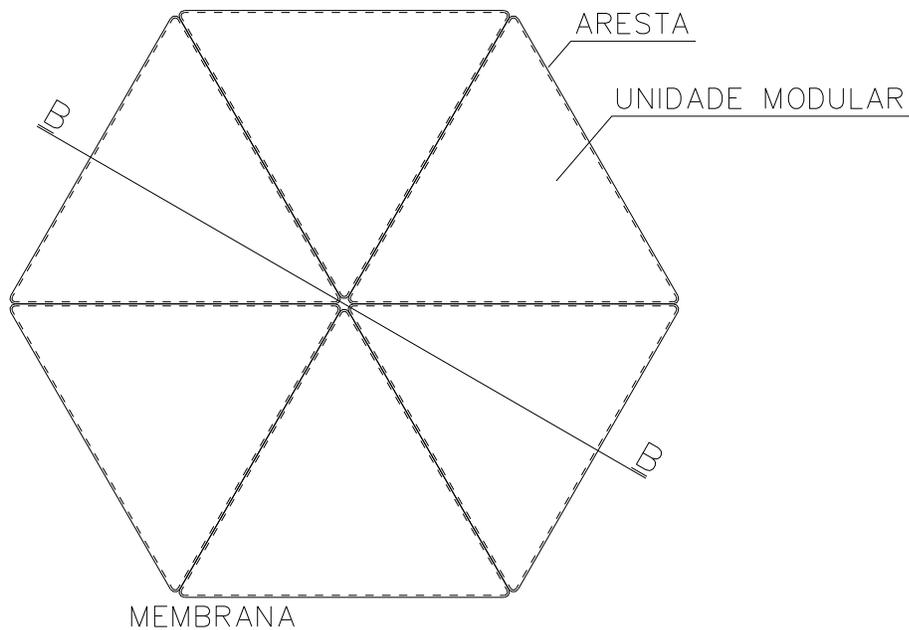
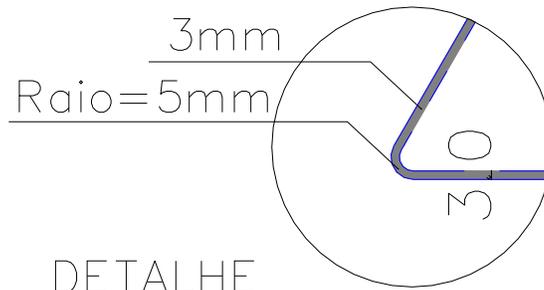
I – APRESENTAÇÃO

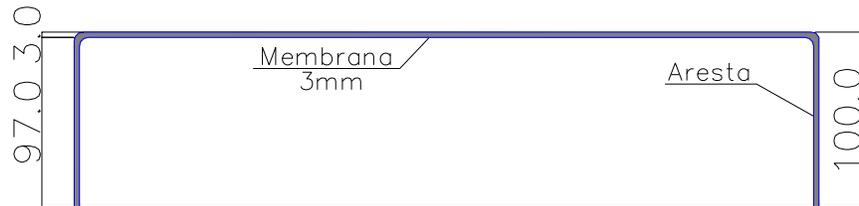
O presente relatório é referente à Verificação de Estabilidade de uma casca cilíndrica a ser construída em plástico estrutural conforme os dados apresentados nos itens a seguir relacionados.

II – DESCRIÇÃO DA ESTRUTURA

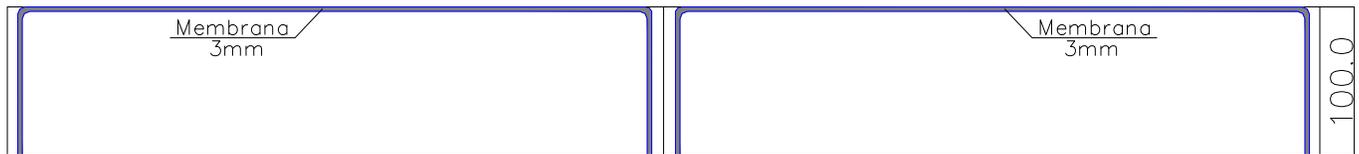
Trata-se de uma casca cilíndrica, semi-circular, formada pela união de unidades modulares em forma de Prisma de base triangular, com a geometria abaixo apresentada.



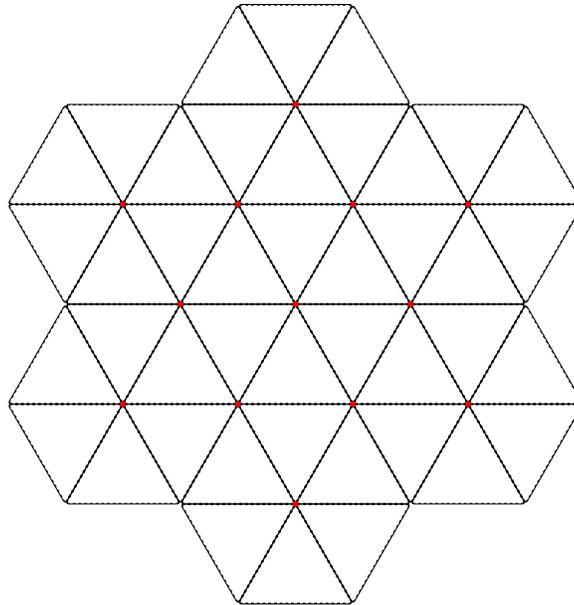


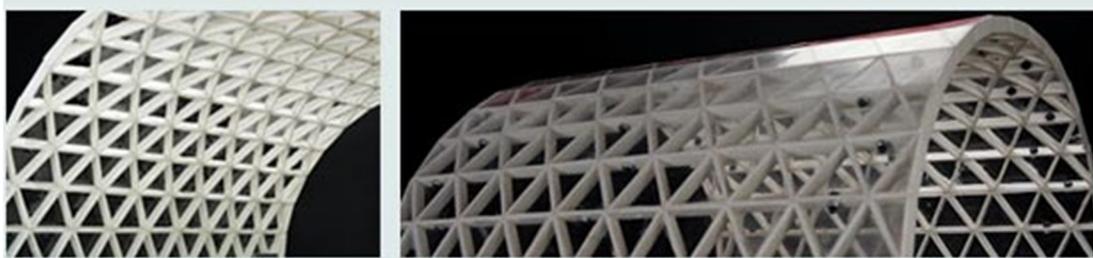
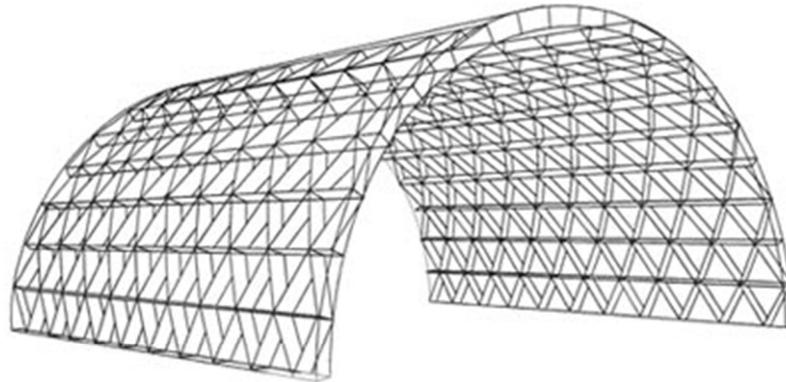


CORTE A-A



CORTE B-B



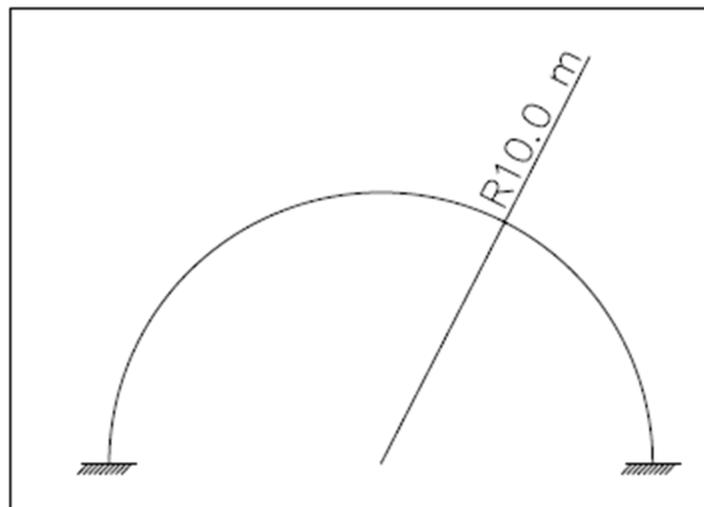
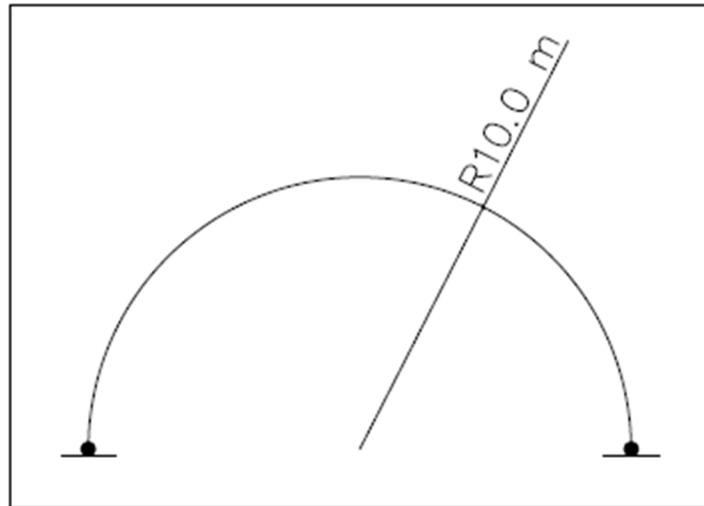


III – GEOMETRIA DA ESTRUTURA

Largura:-----20,0m
Comprimento:-----30,0m
Raio da Casca:-----10,0m
Base da Nervura:-----6,0mm
Altura da Nervura:-----10,0cm
Espessura da membrana:-----3,0mm

IV – APOIOS DA ESTRUTURA

Apoios ao longo das duas geratrizes de base.
Apoios ao longo das semicircunferências dos tímpanos.



V – MATERIAL

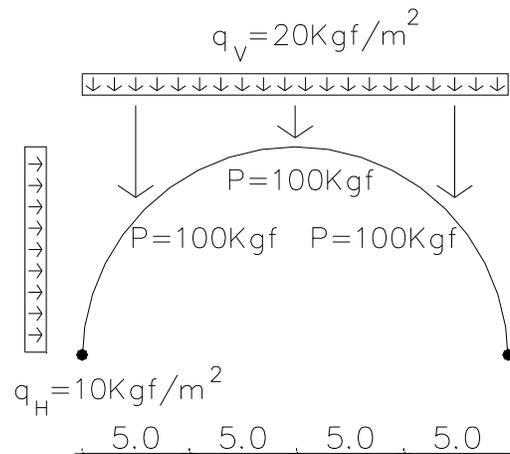
As propriedades do material abaixo relacionadas foram fornecidas pelo fabricante da resina Invista www.invista.com e repassadas pelo interessado o pesquisador Reginaldo Marinho:

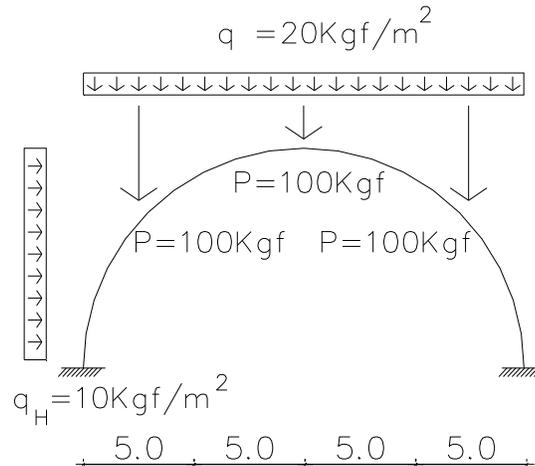
- Tensão de Escoamento : 810 Kgf/cm²
- Peso Especifico : 1.270 Kgf/m³
- Módulo de Elasticidade : 28.000Kgf/cm²
- Coeficiente de dilatação Térmica: $7,5 \cdot 10^{-5} C^{-1}$
- Coeficiente de Poisson : 0,37

VI – CARREGAMENTO

Foram consideradas as cargas abaixo indicadas:

- Carga Vertical descendente uniformemente distribuída: 20Kgf/m²;
- Carga Horizontal uniformemente distribuída: 10Kgf/m²;
- Carga Vertical Concentrada em três pontos da estrutura: 100Kgf/m².





VII – ESFORÇOS SOLICITANTES

Os esforços solicitantes foram fornecidos pelo interessado, o pesquisador Reginaldo Marinho, e obtidos através de programa de Elementos Finitos, cujos valores representativos se encontram na tabela abaixo:

PONTOS MEDIANOS DA COBERTA

PONTOS PERTO DA EXTREMIDADE

ANÁLISE 01						
ESFORÇO	Normal	Cortante	M. Fletor	M. Torçor	Desl. X	Desl. Y
UNIDADE	kgf	kgf	kgf.m	kgf.m	mm	mm
BARRA 01	-100,55	10,60	0,00	0,00		
BARRA 02	-125,81	1,75	5,00	0,00	1,00	-4,50
BARRA 03	-140,35	0,40	0,80	0,00	0,30	-2,10
BARRA 04	-120,50	1,95	5,35	0,00	-0,35	-4,51
BARRA 05	-79,30	11,30	0,00	0,00		

ANÁLISE 01				
ESFORÇO	Normal	Cortante	M. Fletor	M. Torçor
UNIDADE	kgf	kgf	kgf.m	kgf.m
BARRA 01	-222,16	9,13	-5,50	0,00
BARRA 02	-270,00	22,70	-1,14	0,00
BARRA 03	-158,60	11,45	-5,55	0,00
BARRA 04	-426,00	27,60	-6,50	0,00
BARRA 05	-211,40	13,35	-2,00	0,00



ANÁLISE 02						
ESFORÇO	Normal	Cortante	M. Fletor	M. Torçor	Desl. X	Desl. Y
UNIDADE	kgf	kgf	kgf.m	kgf.m	m	m
BARRA 01	-125,85	21,00	33,60	0,00		
BARRA 02	-124,60	3,80	1,55	0,00	0,41	-3,57
BARRA 03	-143,90	0,20	0,50	0,00	0,31	-3,02
BARRA 04	-115,70	3,60	-1,86	0,00	0,06	-3,92
BARRA 05	-105,20	22,80	37,80	0,00		

ANÁLISE 02				
ESFORÇO	Normal	Cortante	M. Fletor	M. Torçor
UNIDADE	kgf	kgf	kgf.m	kgf.m
BARRA 01	-193,85	13,20	19,40	0,00
BARRA 02	-331,20	19,55	2,50	0,00
BARRA 03	-146,00	16,80	2,50	0,00
BARRA 04	-389,90	28,80	6,20	0,00
BARRA 05	-187,00	22,00	24,70	0,00

ANÁLISE 03						
ESFORÇO	Normal	Cortante	M. Fletor	M. Torçor	Desl. X	Desl. Y
UNIDADE	kgf	kgf	kgf.m	kgf.m	m	m
BARRA 01	-99,30	10,45	0,00	0,00		
BARRA 02	-153,00	13,20	10,90	0,00	1,17	-4,93
BARRA 03	-150,00	4,30	1,30	0,00	0,33	-3,11
BARRA 04	-99,60	13,86	13,70	0,00	0,38	-4,63
BARRA 05	-70,20	11,00	0,00	0,00		

ANÁLISE 03				
ESFORÇO	Normal	Cortante	M. Fletor	M. Torçor
UNIDADE	kgf	kgf	kgf.m	kgf.m
BARRA 01	-221,40	11,80	-5,60	0,00
BARRA 02	-382,60	26,00	6,80	0,00
BARRA 03	-152,60	20,45	3,80	0,00
BARRA 04	-460,76	29,80	9,00	0,00
BARRA 05	-215,50	12,70	-5,80	0,00

ANÁLISE 04						
ESFORÇO	Normal	Cortante	M. Fletor	M. Torçor	Desl. X	Desl. Y
UNIDADE	kgf	kgf	kgf.m	kgf.m	m	m
BARRA 01	-124,00	17,90	32,30	0,00		
BARRA 02	-153,10	15,30	11,00	0,00	0,45	-3,71
BARRA 03	-173,50	2,70	0,70	0,00	0,33	-4,05
BARRA 04	-135,50	15,60	11,70	0,00	0,56	-3,01
BARRA 05	-98,20	22,95	38,00	0,00		

ANÁLISE 04				
ESFORÇO	Normal	Cortante	M. Fletor	M. Torçor
UNIDADE	kgf	kgf	kgf.m	kgf.m
BARRA 01	-204,70	16,20	17,20	0,00
BARRA 02	-366,70	23,80	6,00	0,00
BARRA 03	-132,20	15,40	1,55	0,00
BARRA 04	-430,30	26,80	1,90	0,00
BARRA 05	-191,90	21,30	27,00	0,00



Convenções de sinais:	
Normal	
+	Tração
-	Compressão
Momento Fletor	
+	Diagrama voltado para dentro da estrutura = flexionando a parte interna da cobertura
-	Diagrama voltado para fora da estrutura = flexionando a parte externa da cobertura
Deslocamento em Y	
+	P/ Cima
-	P/ Baixo

VIII – Verificação de Estabilidade

8-1. Esforços solicitantes de cálculo conjuntos de esforços representativos das ações na estrutura.

8-1.1 1º Caso:

$$N_{s1} = 98,0 \text{ Kgf} \therefore N_{sd1} = 1,4 \times 98,0 = 137,20 \text{ Kgf}$$

$$N_{s1} = 38,0 \text{ Kgm} \therefore N_{sd1} = 1,4 \times 38,0 = 53,20 \text{ Kgm}$$

8-1.2 2º Caso:

$$N_{s2} = 461,0 \text{ Kgf} \therefore N_{sd2} = 1,4 \times 461,1 = 645,4 \text{ Kgf}$$

$$N_{s2} = 9,0 \text{ Kgm} \therefore N_{sd2} = 1,4 \times 9,0 = 12,6 \text{ Kgm}$$

8-1.3 3º Caso:

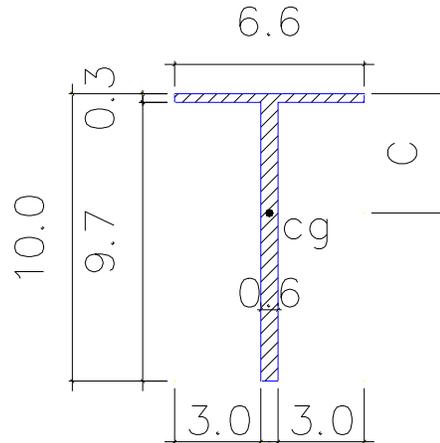
$$N_{s3} = 194,0 \text{ Kgf} \therefore N_{sd3} = 1,4 \times 194,0 = 221,6 \text{ Kgf}$$

$$N_{s3} = 20,0 \text{ Kgm} \therefore N_{sd3} = 1,4 \times 20,0 = 28,0 \text{ Kgm}$$



8-2. Propriedades Geométricas da Seção

Seção transversal de cálculo



$$A_s = 10 \times 0,6 + 2 \times 3 \times 0,3 = 6 + 7,8$$

$$A_s = 7,8 \text{ cm}^2$$

$$C = \frac{1}{7,8} (6 \times 5 + 1,8 \times 0,15)$$

$$C = 3,9 \text{ cm}$$

$$J_{cg} = 25,31 + 50,00 + 7,26$$

$$J_{cg} = 82,57 \text{ cm}^4$$

$$W_s = 82,57 / 3,9 = 21,17 \text{ cm}^3$$

$$W_i = 82,57 / 6,1 = 13,54 \text{ cm}^3$$

8- 3. Tensões Máximas de Cálculo

8- 3. 1 1º Caso:

$$T_{sd1}(\text{Max.}) = \frac{137,20}{7,8} + \frac{53,20 \times 100}{13,54}$$

$$T_{sd1}(\text{Max.}) = 17,59 + 392 = 410,50 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$T_{sd1}(\text{Max.}) = 410,50 \text{ kgf/cm}^2$$

8- 3. 2 2º Caso:

$$T_{sd2}(\text{Max.}) = \frac{645,40}{7,8} + \frac{12,60 \times 100}{13,54}$$

$$T_{sd2}(\text{Max.}) = 82,74 + 93,60$$

$$Tsd2(\text{Max.}) = 175,80 \text{ kgf/cm}^2$$

8- 3.3 3º Caso:

$$Tsd3(\text{Max.}) = \frac{271,60}{7,8} + \frac{28,0 \times 100}{13,54}$$

$$Tsd3(\text{Max.}) = 34,82 + 206,80$$

$$Tsd3(\text{Max.}) = 241,62 \text{ kgf/cm}^2$$

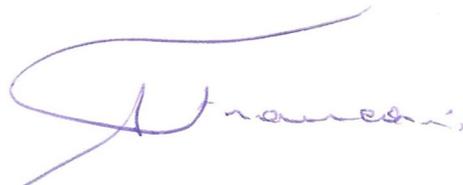
8- 4. Tensão de Cálculo do Material

Admite-se uma tensão de cálculo de material de: $TRd = \frac{810}{1,65} = 490 \text{ Kg/cm}^2$

8- 5. Verificação de Estabilidade:

Em virtude das tensões máximas de cálculo obtidas nos três casos analisados nos itens 8-3.1, 8-3.2 e 8.3.3 terem sido inferiores às tensões de cálculo do material, opina-se que a segurança está garantida.

João Pessoa, 29 de novembro de 2010.



Escala Escritório de Cálculos Estruturais Ltda.
Eng. Argemiro Brito Monteiro da Franca / Crea 1804132535
Diretor Técnico / Administrativo

