


MEMORIAL
DE
CÁLCULO
(MÉTODO DAS GRELHAS)

<i>Responsável Técnico:</i>	<i>Arquivo:</i>	<i>Data:</i>
Eng. Denis da Silva	MMC-077_08_01	12/9/2017

	A&D Engenharia e Projetos Ltda	FL.2
Cliente:	AZUL005	Doc. no.
Obra:	Cobertura	MMC-AZUL005
Local:	Casarão	Data:
Objeto:	Cobertura	12/9/2017

1. ESTRUTURA METÁLICA

1.1 Normas de Cálculo

- NBR-8800 - Projeto e Execução de Estruturas de Aço de Edifícios
- NBR 14762/2010 – Aço dobrado
- AISC ASD-89 – Norma americana p/ Cálculo de Estruturas Metálicas
- NBR 16.239:2013 - Projeto de estruturas de aço com perfis tubulares


1.2 Materiais

- PERFIS L e CHAPAS : ASTM-A36($f_y = 2, 53 \text{ tf/cm}^2$)
- PERFIS W e H : ASTM-A572 Gr.50 ($f_y=3, 52 \text{ tf/cm}^2$)
- PERFIS DE CHAPAS DOBRADA : ASTM-A570 Gr.33 ($f_y=2, 34 \text{ tf/cm}^2$)
- FERRO REDONDO (TIRANTES E CHUMBADORES) : A-36, SAE - 1020($f_u = 4, 00 \text{ tf/cm}^2$)
- PARAFUSOS PARA LIGAÇÕES PRINCIPAIS: ASTM A - 325
- PARAFUSOS PARA LIGAÇÕES SECUNDÁRIAS: ASTM A - 307
- ELETRODOS E-70xx ($f_u=4,92 \text{ tf/cm}^2$)

1.3 Cálculo e Dimensionamento Estrutural

- Utilização do programa A&D Engenharia – V.2016-11

Responsável Técnico:	Arquivo:	Data:
Eng. Denis da Silveira	MMC-077_08_01	12/9/2017

 A&D ENG.BR	A&D Engenharia e Projetos Ltda	FL.3
<i>Cliente:</i>	AZUL005	<i>Doc. no.</i>
<i>Obra:</i>	Cobertura	MMC-AZUL005
<i>Local:</i>	Casarão	<i>Data:</i>
<i>Objeto:</i>	Cobertura	12/9/2017

2. RELATÓRIO


2.1 Dados da Obra

2.1.1 Normas

- Aço dobrado: ABNT NBR 14762: 2010
- Aços laminados e soldados: ABNT NBR 8800:2008

2.2 Estados limites

<i>Responsável Técnico:</i>	<i>Arquivo:</i>	<i>Data:</i>
Eng. Denis da Silveira	MMC-077_08_01	12/9/2017

	A&D Engenharia e Projetos Ltda	FL.4
Cliente:	AZUL005	Doc. no.
Obra:	Cobertura	MMC-AZUL005
Local:	Casarão	Data:
Objeto:	Cobertura	12/9/2017

3. ESTRUTURA

3.1 Geometria

3.1.1 Barras

3.1.1.1 Materiais

Materiais							
Material		E	v	G	fy	αt	γ
Tipo	Designação	kgf/cm ²		kgf/cm ²	kgf/cm ²	m/m(oC)	t/m ³
Aço Dobrado	CF-21	210000	0,3	784129	2150	1,2E-05	7850
Aço Laminado	A-572 Gr 50	210000	0,3	784129	3450	1,2E-05	7850
Aço Laminado	A-36	210000	0,3	784129	2500	1,2E-05	7850
SAE 1020	SAE 1020	210000	0,3	784129	2400	1,2E-05	7850

Notas
E: Módulo de elasticidade
v: Coeficiente poisson
G: Módulo de corte
fy: Limite elástico
 αt : Coeficiente dilatação
 γ : peso específico

E.L.U. Aço dobrado: ABNT NBR 14762: 2010	Normal
E.L.U. Aço dobrado: ABNT NBR 14762: 2010	Normal
E.L.U. Aço dobrado: ABNT NBR 14762: 2010	Normal
E.L.U. Aço laminado: ABNT NBR 8800:2008	Normal
E.L.U. Aço laminado: ABNT NBR 8800:2008	Normal
E.L.U. Aço laminado: ABNT NBR 8800:2008	Normal
E.L.S. Aços	Serviço
E.L.S. Aços	Serviço
E.L.S. Aços	Serviço
E.L.U. Residencial Concreto armado: NBR 6118:2014	Normal
E.L.U. Residencial Concreto armado: NBR 6118:2014	Normal
E.L.S. Residencial Concreto Armado: NBR 6118:2014	Serviço
E.L.S. Residencial Concreto Armado: NBR 6118:2014	Serviço
E.L.U. Comercial Concreto armado: NBR 6118:2014	Normal
E.L.U. Comercial Concreto armado: NBR 6118:2014	Normal
E.L.S. Comercial Concreto Armado: NBR 6118:2014	Serviço
E.L.S. Comercial Concreto Armado: NBR 6118:2014	Serviço

Para cada situação de projeto e estado limite, os coeficientes a utilizar serão

E.L.U. Aço dobrado: ABNT NBR 14762: 2010				
Normal				
	Coeficientes parciais de segurança		Coeficientes de combinações	
	Favorável	Desfavorável	Principal	Acompanhamento
Permanente (G)	1	1,25	0	0
Sobrecarga (Q)	0	1,5	1	0,7
Vento (Q)	0	1,4	1	0,6

E.L.U. Aço laminado: ABNT NBR 8800:2008				
Normal				

Responsável Técnico:	Arquivo:	Data:
Eng. Denis da Silveira	MMC-077_08_01	12/9/2017

**Cliente:** AZUL005**Doc. no.****Obra:** Cobertura

MMC-AZUL005

Local: Casarão**Data:****Objeto:** Cobertura

12/9/2017

	Coeficientes parciais de segurança		Coeficientes de combinações	
	Favorável	Desfavorável	Principal	Acompanhamento
Permanente (G)	1	1,5	0	0
Sobrecarga (Q)	0	1,5	1	0,7
Vento (Q)	0	1,4	1	0,6
E.L.S. Aços				
Serviço				
	Coeficientes parciais de segurança		Coeficientes de combinações	
	Favorável	Desfavorável	Principal	Acompanhamento
Permanente (G)	1	1	0	0
Sobrecarga (Q)	0	1	0	0
Vento (Q)	0	1	0	0
E.L.U. Residencial Concreto armado: NBR 6118:2014				
Normal				
	Coeficientes parciais de segurança		Coeficientes de combinações	
	Favorável	Desfavorável	Principal	Acompanhamento
Permanente (G)	1	1,4	1	0,5
Sobrecarga(Q)	1,4	1,4	1	0,5
E.L.S. Residencial Concreto Armado: NBR 6118:2014				
Serviço				
	Coeficientes parciais de segurança		Coeficientes de combinações	
	Favorável	Desfavorável	Principal	Acompanhamento
Permanente (G)	1	1	1	0,5
Sobrecarga (Q)	1	1	1	0,5
E.L.U. Comercial Concreto armado: NBR 6118:2014				
Normal				
	Coeficientes parciais de segurança		Coeficientes de combinações	
	Favorável	Desfavorável	Principal	Acompanhamento
Permanente (G)	1	1,4	1	0,7
Sobrecarga (Q)	1,4	1,4	1	0,7
E.L.S. Comercial Concreto Armado: NBR 6118:2014				
Serviço				
	Coeficientes parciais de segurança		Coeficientes de combinações	
	Favorável	Desfavorável	Principal	Acompanhamento
Permanente (G)	1	1	1	0,7
Sobrecarga (Q)	1	1	1	0,7

Responsável Técnico:

Eng. Denis da Silveira

Arquivo:

MMC-077_08_01

Data:

12/9/2017

**Cliente:** AZUL005**Doc. no.****Obra:** Cobertura

MMC-AZUL005

Local: Casarão**Data:****Objeto:** Cobertura

12/9/2017

Características Gerais da Estrutura	
Número de barras	4
Número de nós	5
Número de nós restritos	5
Número de restrições	15

CARACTERÍSTICAS DOS NÓS			
Nó	Rx	Ry	Tz
N.1	1	1	1
N.2	1	1	1
N.3	1	1	1
N.4	1	1	1
N.5	1	1	1

R = rotação T = translação
1 = restrito 0 = livre

Relação de Perfis empregados											
Ref.	Descrição	A	Peso	Ix	Wx	Zx	rx	ly	Wy	Zy	ry
		(cm ²)	(kg/m)	(cm ⁴)	(cm ³)	(cm ³)	(cm)	(cm ⁴)	(cm ³)	(cm ³)	(cm)
M1	TR 130x30x3	9,24	7,3	167,9	25,83	25,83	4,26	15,0	9,98	9,98	1,27

Referência de Perfis/Seções empregados nas barras							
Peça	Barra	Ref.	Sobre Carga				
			SC Permanente	SC Útil	Vento	Extra	
			kg/m	kg/m	kg/m	kg/m	
N5/N2	N5/N4	M1	50	0	0	0	
N5/N2	N4/N3	M1	50	0	0	0	
N5/N2	N3/N1	M1	50	0	0	0	
N5/N2	N1/N2	M1	50	0	0	0	

DESLOCAMENTOS DOS NÓS			
sem majoração			
Nó	dx	dy	dz
N.1	0,00	0,00	0,00
N.2	0,00	0,00	0,00
N.3	0,00	0,00	0,00
N.4	0,00	0,00	0,00
N.5	0,00	0,00	0,00

dx, dy = deslocamento angular em radianos
dz = deslocamento vertical em cm

Responsável Técnico:

Eng. Denis da Silveira

Arquivo:

MMC-077_08_01

Data:

12/9/2017

**Cliente:** AZUL005**Doc. no.****Obra:** Cobertura

MMC-AZUL005

Local: Casarão**Data:****Objeto:** Cobertura

12/9/2017

FLECHAS RELATIVAS (cm)									
Peça	Barra	Nó Inicial			Meio		Nó Final		
		Nó	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Nó	Absoluta	Relativa
N5/N2	N5/N4	N5	0,00	1/>1000	-0,13	1/>1000	N4	0,00	1/>1000
N5/N2	N4/N3	N4	0,00	1/>1000	-0,11	1/>1000	N3	0,00	1/>1000
N5/N2	N3/N1	N3	0,00	1/>1000	-0,09	1/>1000	N1	0,00	1/>1000
N5/N2	N1/N2	N1	0,00	1/>1000	-0,13	1/>1000	N2	0,00	1/>1000

REAÇÕES DE APOIO			
sem majoração			
Nó	Mx	My	Fz
N.1	0,00	0,04	0,18
N.2	0,00	-0,11	0,10
N.3	0,00	-0,12	0,17
N.4	0,00	-0,11	0,19
N.5	0,00	0,17	0,09

Mx, My = momento fletor em tf.m

Fz = força normal em tf

ESFORÇOS EXTERNOS			
sem majoração			
Nó	Mx	My	Fz
N.1	0,00	0,03	0,00
N.2	0,00	-0,07	0,00
N.3	0,00	-0,12	0,00
N.4	0,00	-0,11	0,00
N.5	0,00	0,14	0,00

Mx, My = momento fletor em tf.m

Fz = força normal em tf

ESFORÇOS SOLICITANTES NAS BARRAS									
sem majoração									
Peça	Barra	Nó, i	T(tf/m)	M(tfm)	V(tf)	Nó, f	T(tf/m)	M(tfm)	V(tf)
N5/N2	N5/N4	N5	0,00	-0,03	0,09	N4	0,00	-0,03	-0,09
N5/N2	N4/N3	N4	0,00	-0,03	0,09	N3	0,00	-0,03	-0,09
N5/N2	N3/N1	N3	0,00	-0,03	0,08	N1	0,00	-0,03	-0,08
N5/N2	N1/N2	N1	0,00	-0,04	0,10	N2	0,00	-0,04	-0,10

Responsável Técnico:

Eng. Denis da Silveira

Arquivo:

MMC-077_08_01

Data:

12/9/2017

**Cliente:** AZUL005**Doc. no.****Obra:** Cobertura

MMC-AZUL005

Local: Casarão**Data:****Objeto:** Cobertura

12/9/2017

DIMENSIONAMENTO DAS BARRAS METÁLICAS

Esforços majorados (ELS)

Peça	Barra	FLM			FLA			η	M,d	Mr,d	η	V,d	Vr,d
		λ_m	λ_p	λ_r	λ_a	λ_p	λ_r						

DIMENSIONAMENTO DAS BARRAS TUBULARES

Esforços majorados (ELS)

Peça	Barra	FLM			FLA			η	M,d	Mr,d	η	V,d	Vr,d
		λ_m	λ_p	λ_r	λ_a	λ_p	λ_r						
N5/N2	N5/N4	6,00	11,48	29,98	39,33	113,61	0,00	6%	0,03	0,54	0%	0,09	51,69
N5/N2	N4/N3	6,00	11,48	29,98	39,33	113,61	0,00	6%	0,03	0,54	0%	0,09	51,69
N5/N2	N3/N1	6,00	11,48	29,98	39,33	113,61	0,00	5%	0,03	0,54	0%	0,08	51,69
N5/N2	N1/N2	6,00	11,48	29,98	39,33	113,61	0,00	7%	0,04	0,54	0%	0,10	51,69

ENVOLTÓRIAS NA VIGA

Viga	Tramo	Vão	V(tf)	M(tfm)	y(cm)
CAIBRO	N5/N4	0,00	0,09	-0,03	0,00
		0,11	0,09	-0,02	-0,06
		0,22	0,08	-0,02	-0,12
		0,33	0,07	-0,01	-0,18
		0,44	0,06	0,00	-0,23
		0,55	0,05	0,00	-0,27
		0,66	0,04	0,01	-0,31
		0,77	0,03	0,01	-0,34
		0,88	0,02	0,02	-0,36
		0,99	0,01	0,02	-0,38
		1,10	0,00	0,02	-0,39
		1,21	-0,01	0,02	-0,39
		1,32	-0,02	0,02	-0,38
		1,44	-0,03	0,01	-0,37
		1,55	-0,04	0,01	-0,35
		1,66	-0,05	0,00	-0,31
		1,77	-0,06	0,00	-0,27
		1,88	-0,07	-0,01	-0,22
		1,99	-0,08	-0,02	-0,16
2,10	-0,09	-0,02	-0,08		
2,21	-0,09	-0,03	0,00		
CAIBRO	N4/N3	0,00	0,09	-0,03	0,00
		0,11	0,08	-0,02	-0,06

Responsável Técnico:**Arquivo:****Data:**

Eng. Denis da Silveira

MMC-077_08_01

12/9/2017

**Cliente:** AZUL005**Doc. no.****Obra:** Cobertura

MMC-AZUL005

Local: Casarão**Data:****Objeto:** Cobertura

12/9/2017

		0,21	0,07	-0,01	-0,11
		0,32	0,06	-0,01	-0,16
		0,42	0,05	0,00	-0,20
		0,53	0,05	0,00	-0,24
		0,64	0,04	0,01	-0,28
		0,74	0,03	0,01	-0,30
		0,85	0,02	0,01	-0,32
		0,95	0,01	0,02	-0,34
		1,06	0,00	0,02	-0,35
		1,17	-0,01	0,02	-0,35
		1,27	-0,02	0,01	-0,34
		1,38	-0,03	0,01	-0,33
		1,48	-0,04	0,01	-0,31
		1,59	-0,05	0,00	-0,28
		1,69	-0,05	0,00	-0,24
		1,80	-0,06	-0,01	-0,19
		1,91	-0,07	-0,01	-0,14
		2,01	-0,08	-0,02	-0,07
		2,12	-0,09	-0,03	0,00
CAIBRO	N3/N1	0,00	0,08	-0,03	0,00
		0,10	0,08	-0,02	-0,05
		0,20	0,07	-0,01	-0,09
		0,29	0,06	-0,01	-0,13
		0,39	0,05	0,00	-0,16
		0,49	0,04	0,00	-0,20
		0,59	0,03	0,01	-0,22
		0,68	0,03	0,01	-0,24
		0,78	0,02	0,01	-0,26
		0,88	0,01	0,01	-0,27
		0,98	0,00	0,01	-0,28
		1,08	-0,01	0,01	-0,28
		1,17	-0,02	0,01	-0,27
		1,27	-0,03	0,01	-0,26
		1,37	-0,03	0,01	-0,24
		1,47	-0,04	0,00	-0,22
		1,56	-0,05	0,00	-0,19
		1,66	-0,06	-0,01	-0,15
		1,76	-0,07	-0,01	-0,11
		1,86	-0,08	-0,02	-0,06
		1,95	-0,08	-0,03	0,00
CAIBRO	N1/N2	0,00	0,10	-0,04	0,00
		0,11	0,09	-0,03	-0,07

Responsável Técnico:**Arquivo:****Data:**

Eng. Denis da Silveira

MMC-077_08_01

12/9/2017

**Cliente:** AZUL005**Doc. no.****Obra:** Cobertura

MMC-AZUL005

Local: Casarão**Data:****Objeto:** Cobertura

12/9/2017

		0,23	0,08	-0,02	-0,13
		0,34	0,07	-0,01	-0,19
		0,45	0,06	0,00	-0,24
		0,56	0,05	0,00	-0,29
		0,68	0,04	0,01	-0,33
		0,79	0,03	0,01	-0,36
		0,90	0,02	0,02	-0,39
		1,01	0,01	0,02	-0,40
		1,13	0,00	0,02	-0,41
		1,24	-0,01	0,02	-0,41
		1,35	-0,02	0,02	-0,41
		1,46	-0,03	0,01	-0,39
		1,58	-0,04	0,01	-0,37
		1,69	-0,05	0,00	-0,33
		1,80	-0,06	0,00	-0,29
		1,91	-0,07	-0,01	-0,23
		2,03	-0,08	-0,02	-0,17
		2,14	-0,09	-0,03	-0,09
		2,25	-0,10	-0,04	0,00

Responsável Técnico:

Eng. Denis da Silveira

Arquivo:

MMC-077_08_01

Data:

12/9/2017