

ESTADO DE GOIÁS
AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES
GERÊNCIA DE PROJETOS DE OBRAS RODOVIÁRIAS

**Projeto Executivo de Engenharia para Pavimentação Asfáltica e Realização
de Estudos Especiais em Trecho Pavimentado**

Rodovia: GO-336
Trecho: Entr. BR-153 / Div.GO/MT(Landi)
Subtrecho: Fim Perímetro Urbano (Crixás) / Entr. GO-164(A)(p/ Nova Crixás)
Segmento: km 106,03 - km 172,39
Extensão: Estudos Especiais: 23,34 km / Projeto de Pavimentação: 43,03 km
Código SRE: 336EGO0075 / 336EGO0077

VOLUME 03B - MEMORIAL DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS

JULHO/2021

ESTADO DE GOIÁS
AGÊNCIA GOIANA DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES
GERÊNCIA DE PROJETOS DE OBRAS RODOVIAÁRIAS

**Projeto Executivo de Engenharia para Pavimentação Asfáltica e Realização de
Estudos Especiais em Trecho Pavimentado**

VOLUME 03B - MEMORIAL DE CÁLCULO DE ESTRUTURAS

COORDENAÇÃO: Gerência de Projetos de Obras Rodoviárias
ELABORAÇÃO: Basitec Projetos e Construções Ltda
CONTRATO: nº 059/2020
PROCESSO: 202000036004699
EDITAL: Pregão Eletrônico nº 15/2020 - GOINFRA

Sumário

1	Apresentação.....	4
1.1	Dados Contratuais.....	4
1.2	Dados da obra:	4
1.3	Histórico de Versões.....	5
1.4	Mapa de Localização	5
2	Bueiro 01 - BDCC 3,0x3,0 - Estaca 1172 + 9.139.....	7
3	Bueiro 02 - BSCC 3,0x3,0 - Estaca 2432 + 8.072	169
4	Bueiro 03 - BSCC 3,0x3,0 - Estaca 3179 + 0.996	297

1 APRESENTAÇÃO

Basitec Projetos e Construções LTDA responsável pelo Contrato Nº 59/2020 – GOINFRA para ELABORAÇÃO DE Projeto Executivo de Engenharia para Pavimentação Asfáltica e Realização de Estudos Especiais da Rodovia GO-336, Trecho: Crixás / Nova Crixás apresenta neste relatório o Volume 03B - Memorial de Cálculo de Estruturas.

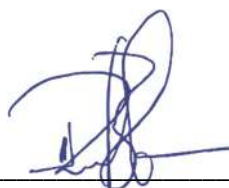
1.1 DADOS CONTRATUAIS

- *Número do Contrato:* *nº 059/2020*
- *Edital:* *Pregão Eletrônico nº 15/2020 - GOINFRA*
- *Data da Assinatura:* *09 de outubro de 2020*

1.2 DADOS DA OBRA:

- *Rodovia:* *GO-336*
- *Trecho:* *Entr. BR-153 / Div.GO/MT(Landi)*
- *Subtrecho:* *Fim do Perímetro Urbano / Entr. GO-164(A)(p/ Nova Crixás)*
- *Segmento:* *km 106,03 - km 172,39*
- *Extensão:* *Estudos Especiais: 23,34 km / Projeto de Pavimentação: 43,03 km*
- *Código SRE:* *336EGO0075 / 336EGO0077*

Coordenação Geral dos Trabalhos:



Engº Rafael Basilio – CREA-GO 8.130/D

1.3 HISTÓRICO DE VERSÕES

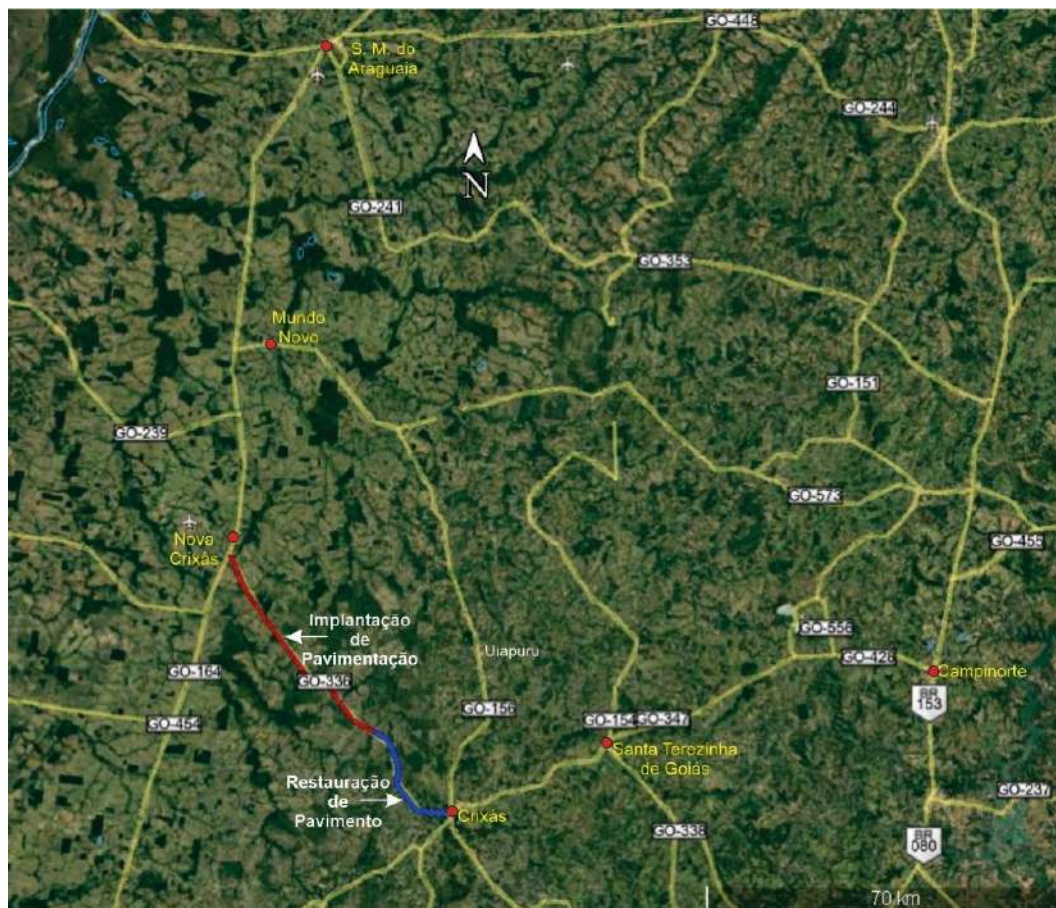
ASSUNTO: Volume 03B - Memorial de Cálculo de Estruturas		
REVISÃO:	DESCRIÇÃO:	DATA:
0	Emissão Inicial	07/07/2021

1.4 MAPA DE LOCALIZAÇÃO

A seguir é apresentado o mapa de localização do segmento em estudo cujas características principais são as seguintes:

- *Início: Final do trecho Pavimentado / Coordenadas: (14°24'44"S ; 50°06'13"W)*
- *Final: Entroncamento com GO-164 (Nova Crixás) / Coordenadas: (14°07'14"S ; 50°20'46"W)*





2 BUEIRO 01 - BDCC 3,0X3,0 - ESTACA 1172 + 9.139

A seguir é apresentada a memória de cálculo estrutural do bueiro duplo celular de concreto de 3,0 x 3,0 m de seção localizado na estaca 1172+9,139.



MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO



Empresa filiada a:



INDICE	
CORTES DO BUEIRO	5
DESCRIÇÃO DA OBRA DE ARTE ESPECIAL	7
Corte esquemático	9
Localização	10
NORMAS EM USO	11
SOFTWARE UTILIZADO.....	11
MATERIAIS	11
Concreto	11
Módulo de elasticidade	11
Aço de armadura passiva.....	12
PARÂMETRO DE DURABILIDADE.....	12
Classe de agressividade	12
Cobrimentos gerais.....	12
AÇÕES E COMBINAÇÕES.....	13
Cargas Permanentes	13
Empuxo	13
Cargas de Água	14
Cargas Acidentais.....	14
Hipóteses para as cargas móveis.....	15
Coeficientes adicionais	16
Resumo de combinações no modelo global	18
Lista de combinações no modelo global	18
MODELO ESTRUTURAL	32
Explicações.....	32
Modelo estrutural dos pavimentos	32
Modelo estrutural global	33
Modelo ELU	33
Modelo ELS	33
Deformação excessiva	33

Empresa filiada a:



INDICE	
Abertura de fissuras.....	33
Esforços de cálculo	33
Discretização do Modelo Estrutural	34
MEMORIAL DE CÁLCULO	40
LAJE SUPERIOR.....	41
Direção Principal	41
Direção Secundária	53
LAJE INFERIOR - BUEIRO	61
Direção Principal	61
Direção Secundária	73
LAJE INFERIOR - ALAS.....	81
Direção Principal	81
Direção Secundária	97
PAREDES EXTERNAS.....	105
Direção Principal	105
Direção Secundária	117
PAREDE INTERNA.....	125
Direção Principal	125
Direção Secundária	133
ALAS	137
Direção Principal	137
Direção Secundária	141
VIGAS TOPO (VT1=VT2)	145
VIGAS BASE (VB1=VB2)	149
CRITÉRIOS PROJETO - GERENCIADOS	153
Critérios gerais	153
Ações.....	153
Análise Estrutural.....	153
Dimensionamento, detalhamento e desenho	157

Empresa filiada a:



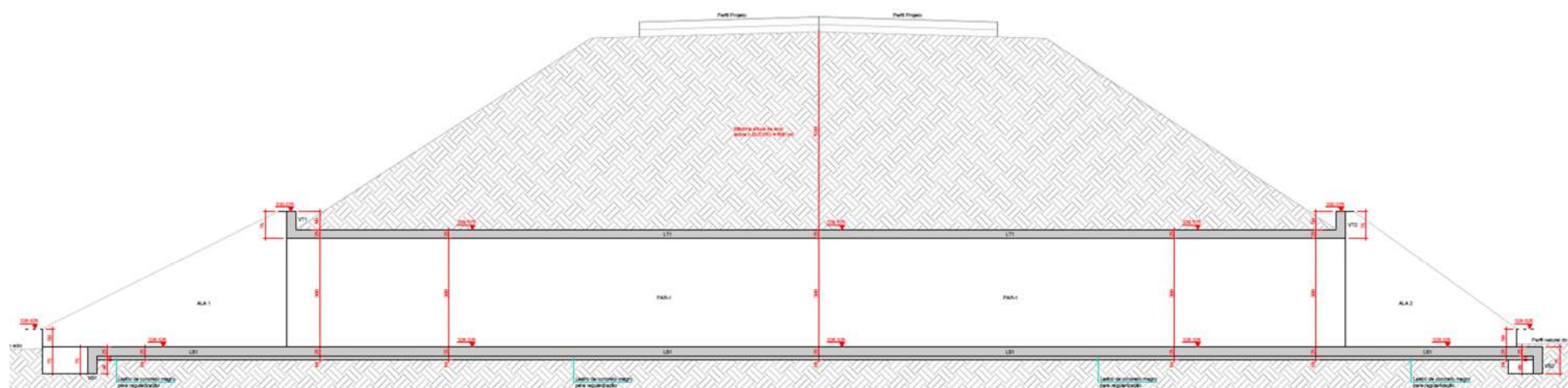
INDICE



Empresa filiada a:

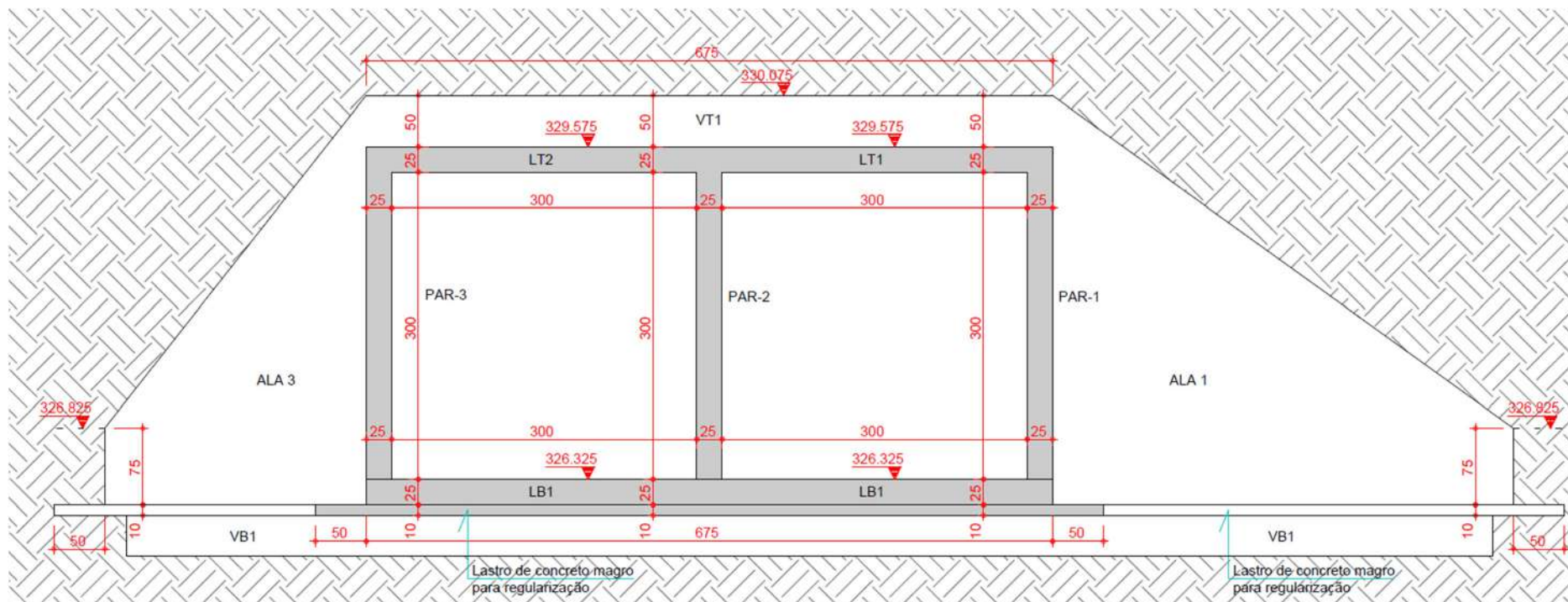


CORTES DO BUEIRO



Seção longitudinal

Empresa filiada a:

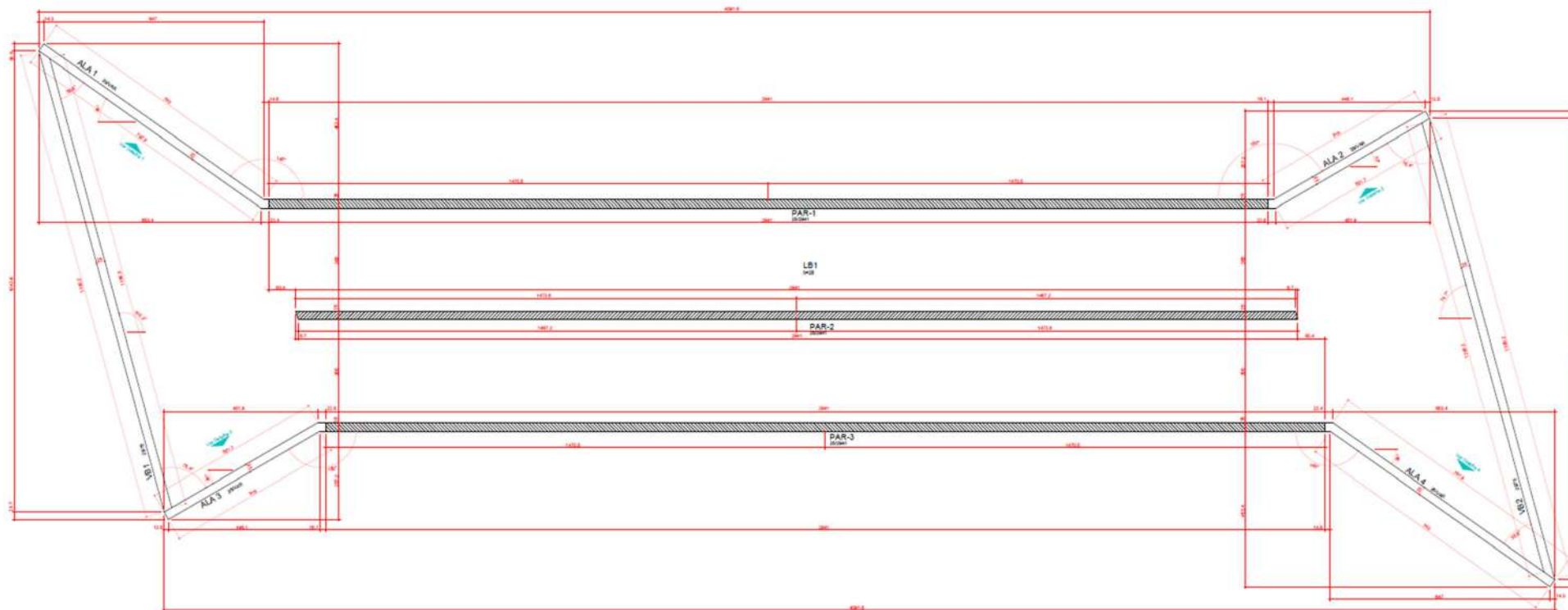


Seção transversal

Empresa filiada a:

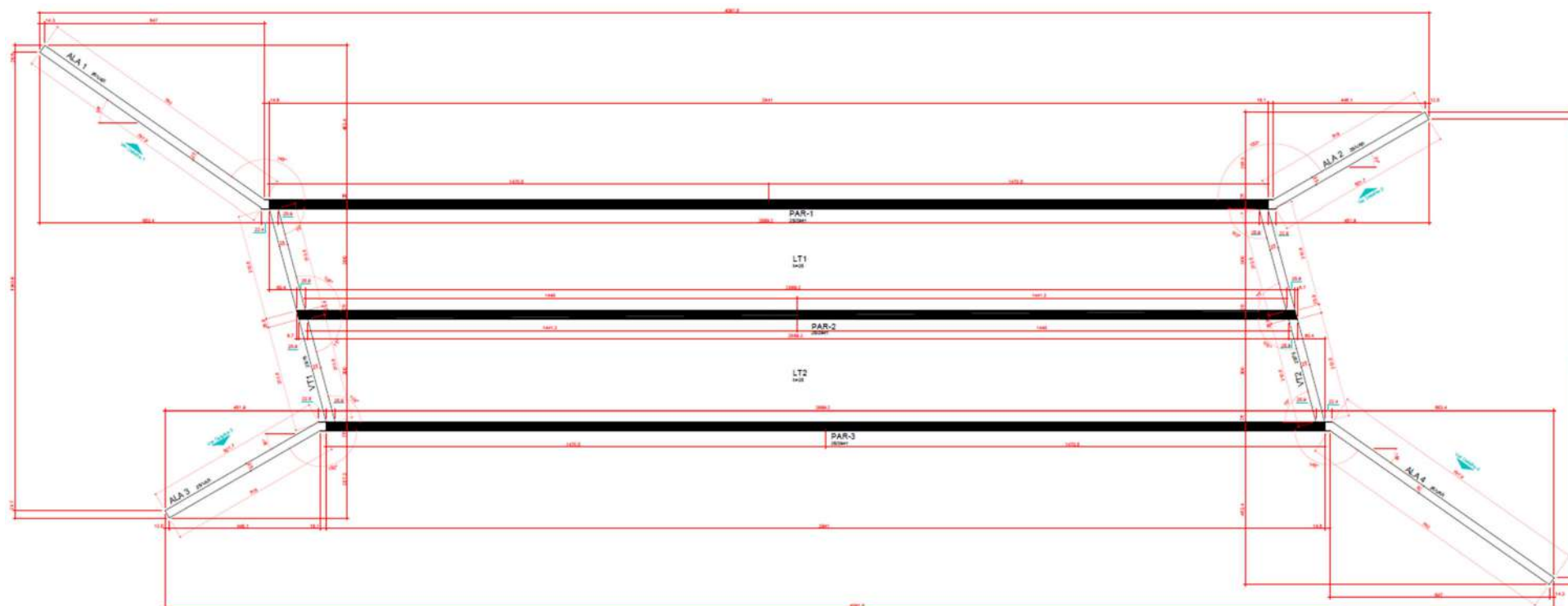


DESCRIÇÃO DA OBRA DE ARTE ESPECIAL



Planta de Formas Laje Inferior

Empresa filiada a:



Planta de Formas Laje Superior

Empresa filiada a:



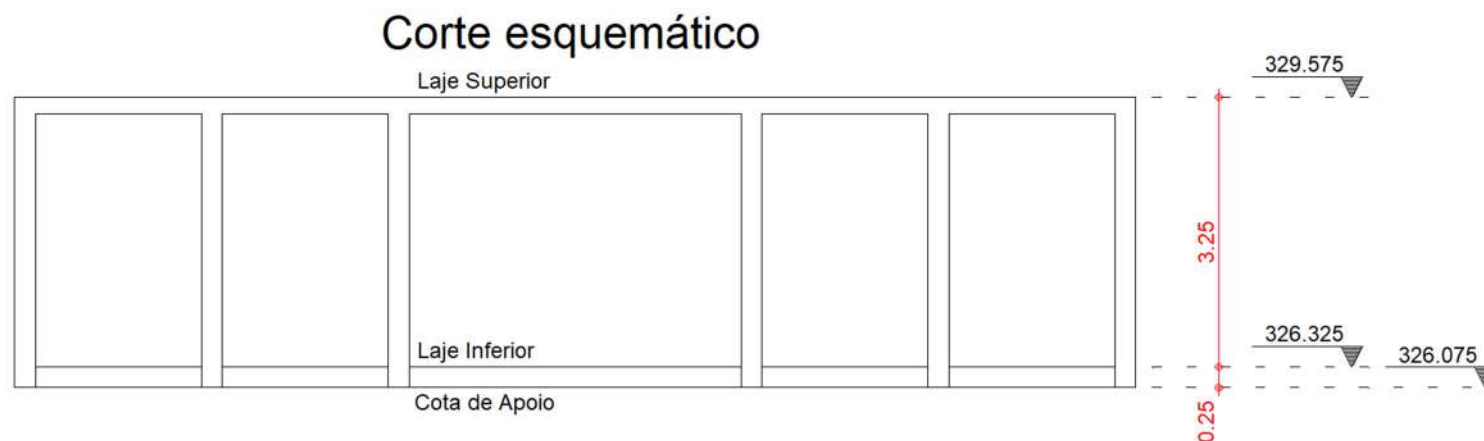
A obra de arte especial é um bueiro duplo de concreto celular de 3x3.

Pavimentos	Piso a Piso (m)	Cota (m)	Área (m ²)
Laje Superior	3.25	329.575	205.269
Laje Inferior	0.25	326.325	311.609
Cota de Apoio	0.00	326.075	0.00
TOTAL	---	---	501.68

A altura total da obra de arte especial é de 3.25 m.

Corte esquemático

A seguir é apresentado um corte esquemático da obra de arte especial. Nele é possível visualizar as distâncias entre pavimentos, cotas e nomenclaturas utilizadas:

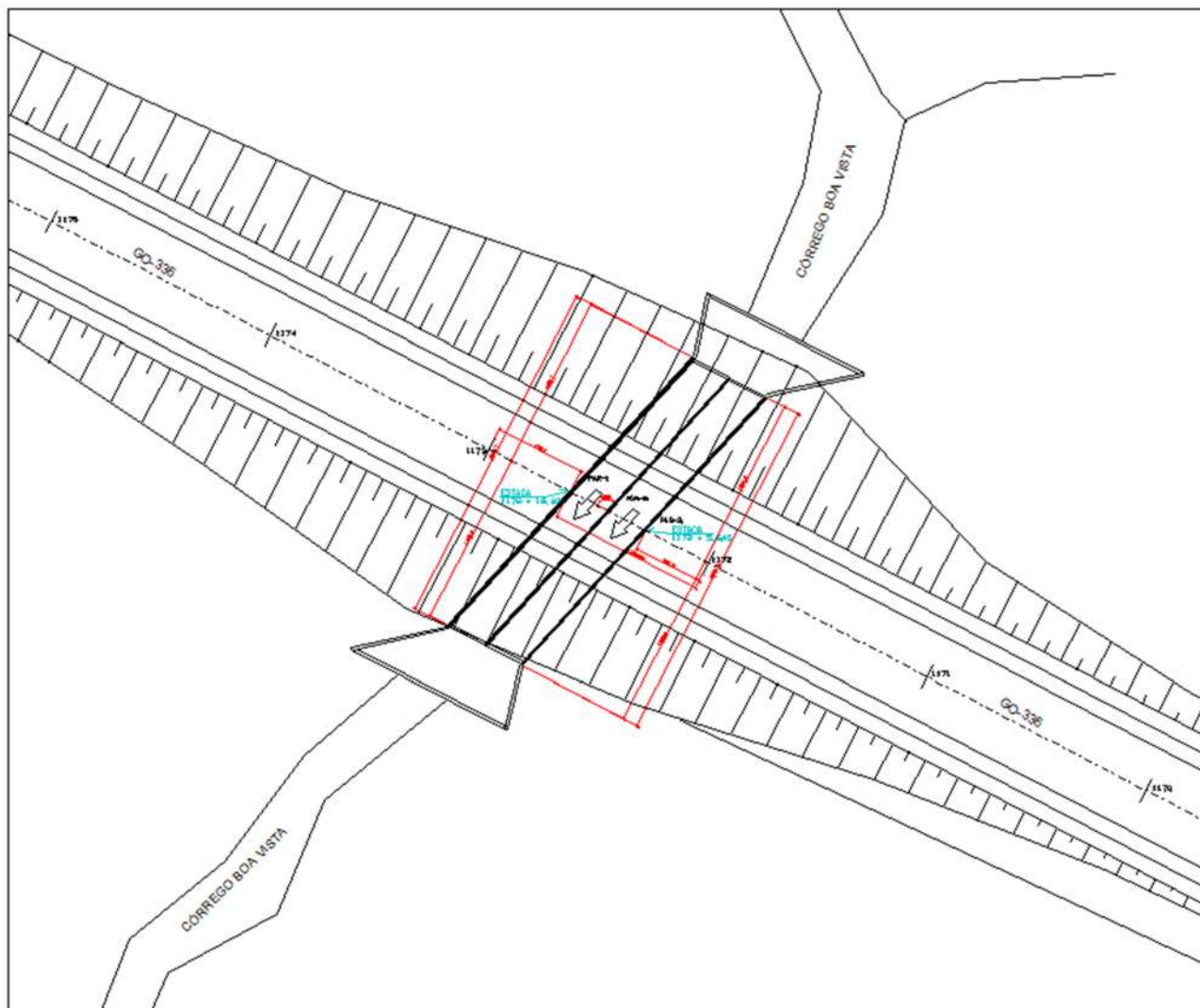


Empresa filiada a:



Localização

Bueiro BDCC 3,0x3,0 no Córrego Boa Vista - Rodovia GO-336 Estaca 1172 + 9.139



Empresa filiada a:



NORMAS EM USO

Na análise, dimensionamento e detalhamento dos elementos estruturais desta obra de arte especial foram utilizadas as prescrições indicadas pelas seguintes normas:

- NBR7187:2003 - Projeto e execução de pontes de concreto armado e protendido;
- NBR6118:2014 - Projeto de estruturas de concreto - Procedimentos;
- NBR7188:2013 - Carga móvel em ponte rodoviária e passarela de pedestres;
- NBR6120:2019 - Cargas para o cálculo de estruturas de edificações - Procedimentos;
- NBR6123:1988 - Forças devidas ao vento em edificações – Procedimentos;
- NBR8681:2003 - Ações e segurança nas estruturas – Procedimentos;
- NBR12655:2015 - Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento.

SOFTWARE UTILIZADO

Para a análise estrutural e dimensionamento e detalhamento estrutural foi utilizado o sistema TQS na versão V22.0.901.

MATERIAIS

Concreto

A seguir são apresentados os valores de f_{ck} utilizados para cada um dos elementos estruturais, para cada um dos pavimentos:

Pavimento	Bueiro (MPa)
Laje Superior	30
Laje Inferior	30

Módulo de elasticidade

O módulo de elasticidade, em MPa, utilizado para cada um dos concretos utilizados é listado a seguir:

	Ecs	Eci
C30	26838.00	30672.00

Empresa filiada a:



Aço de armadura passiva

Foram utilizadas as seguintes características para o aço estrutural utilizado no projeto:

<i>Tipo de barra</i>	<i>Es (MPa)</i>	<i>fyk (MPa)</i>	<i>Massa específica (kgf/m³)</i>	<i>n1</i>
CA-50	210000	500	7850	2,25

PARÂMETRO DE DURABILIDADE

Classe de agressividade

Para o dimensionamento e detalhamento dos elementos estruturais foi considerada a seguinte Classe de Agressividade Ambiental no projeto: **II - Moderada**.

Cobrimentos gerais

A definição dos cobrimentos foi feita com base na Classe de Agressividade Ambiental definida anteriormente.

A seguir são apresentados os valores de cobertura utilizados para os diversos elementos estruturais existentes no projeto:

<i>Elemento Estrutural</i>	<i>Cobramento (cm)</i>
Lajes	3.0
Vigas	3.0
Paredes	3.0

Empresa filiada a:



AÇÕES E COMBINAÇÕES

Cargas Permanentes

Para altura de solo sobre o bueiro foi utilizada uma carga de 10.8 tf/m^2 , equivalente a 6 metros de solo sobre toda laje superior do bueiro.

Foi utilizada uma carga permanente na projeção da pista de 0.2 tf/m^2 para pavimentação da rodovia sobre o bueiro.

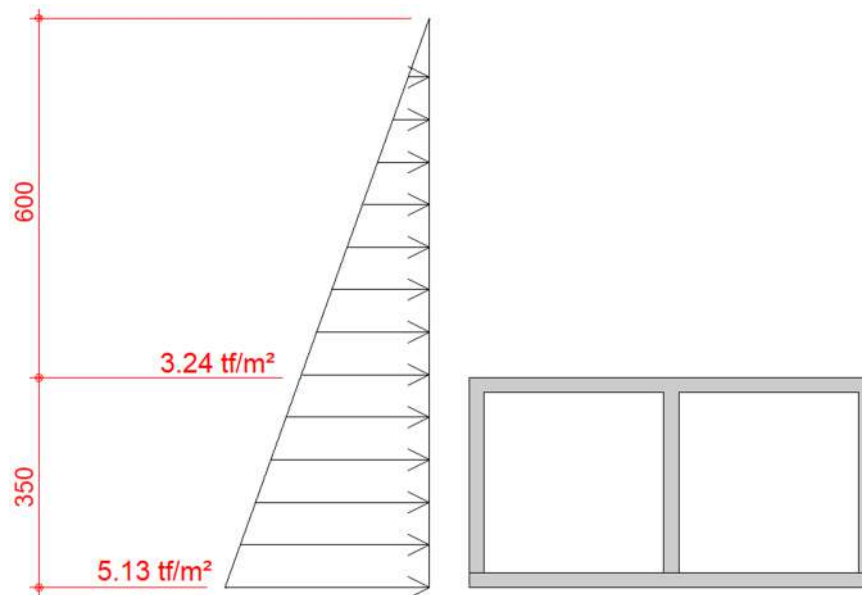
Empuxo

O empuxo de solo acima do bueiro implica em uma carga de empuxo trapezoidal no bueiro, logo a carga de empuxo no topo do bueiro é:

$$E = 6 * 1.8 * .3 = 3.24 \text{ tf/m}^2$$

A carga de empuxo na base do bueiro é:

$$E = 9.5 * 1.8 * .3 = 5.13 \text{ tf/m}^2$$



Para cargas de empuxo nas alas a altura de solo é variável:

Do lado mais alto das alas a altura de solo é de 4 metros, logo:

$$E = 4 * 1.8 * 1.3 = 2.16 \text{ tf/m}^2$$

Do lado mais baixo das alas a altura de solo é de 0.75 metros, logo:

$$E = 0.75 * 1.8 * 1.3 = 0.405 \text{ tf/m}^2$$

Cargas de Água

Como o bueiro tem 3 metros de altura livre, foi considerado uma carga de 3 tf/m² em toda laje inferior do bueiro.

Cargas Acidentais

As cargas móveis compõem-se de um veículo tipo e de cargas uniformemente distribuídas de acordo com a classe da obra de arte especial. As cargas móveis foram adotadas para o veículo tipo classe 45, de acordo com a NBR 7188/2013.

A carga de multidão foi admitida na área do veículo tipo, logo a carga do veículo tipo foi reduzida em 12 tf.

Carga Veículo tipo – (Área Veículo Tipo * Carga Multidão)

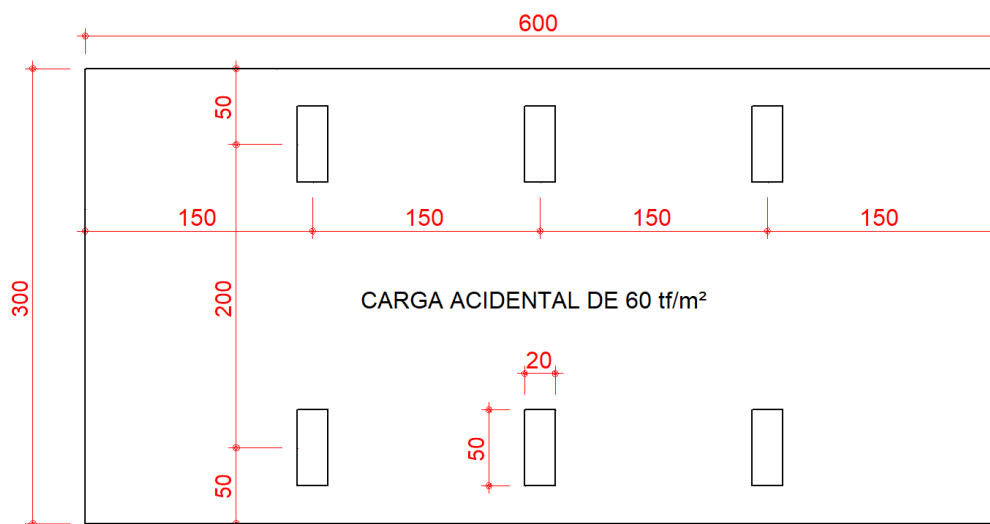
$$45 \text{ tf} - (6,0 \text{ m} * 3,0 \text{ m} * 0.5 \text{ tf}) = 36 \text{ tf}$$

$$Veículo = \frac{36}{6} = 6.0 \text{ tf}$$

Considerando as rodas de 20x50 cm, temos:

$$Veículo = \frac{6}{0.5 * 0.2} = 60 \text{ tf/m}^2$$

Carregamento de multidão de 0.5 tf/m².



Empresa filiada a:

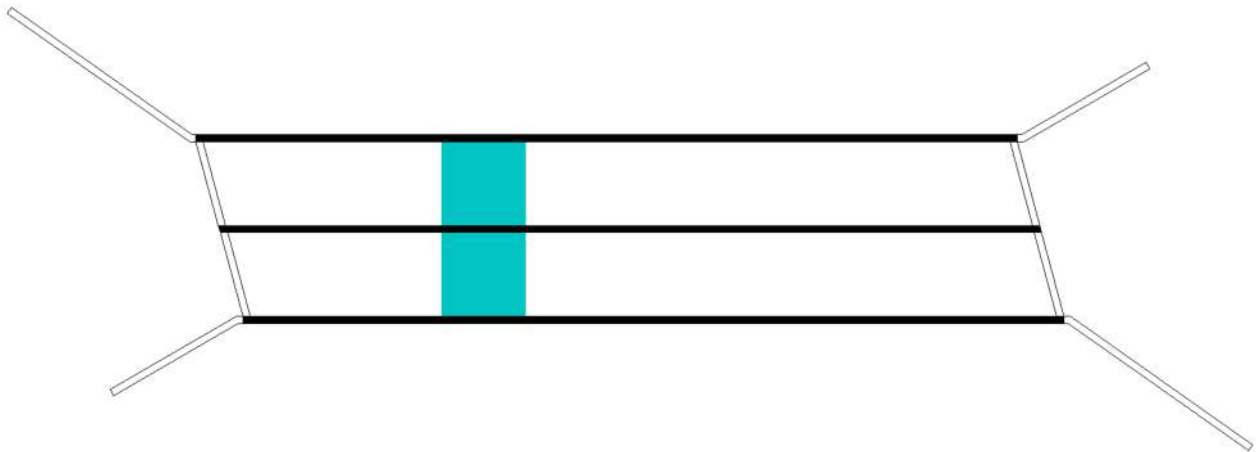


Hipóteses para as cargas móveis

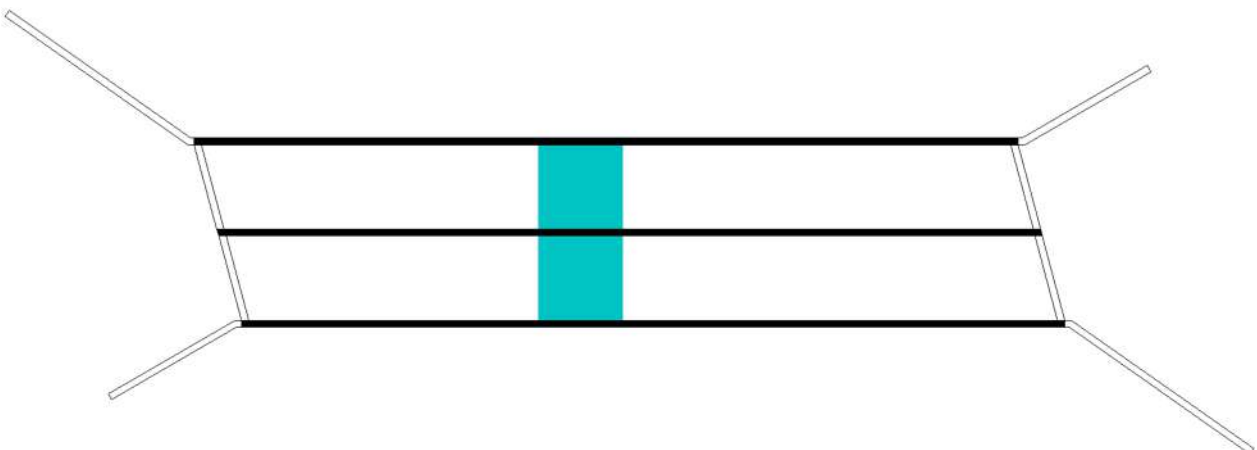
- Para carga de multidão:

Na projeção da rodovia.

- Para cargas de TREM-TIPO (As posições estão descritas nas imagens a seguir):
Foram consideradas 2 posições para TREM-TIPO ao longo de cada linha hachurada no bueiro. Para cada linha de cargas, os TREM-TIPO estão distribuídos da seguinte forma: 01 TREM-TIPO no centro de cada laje.

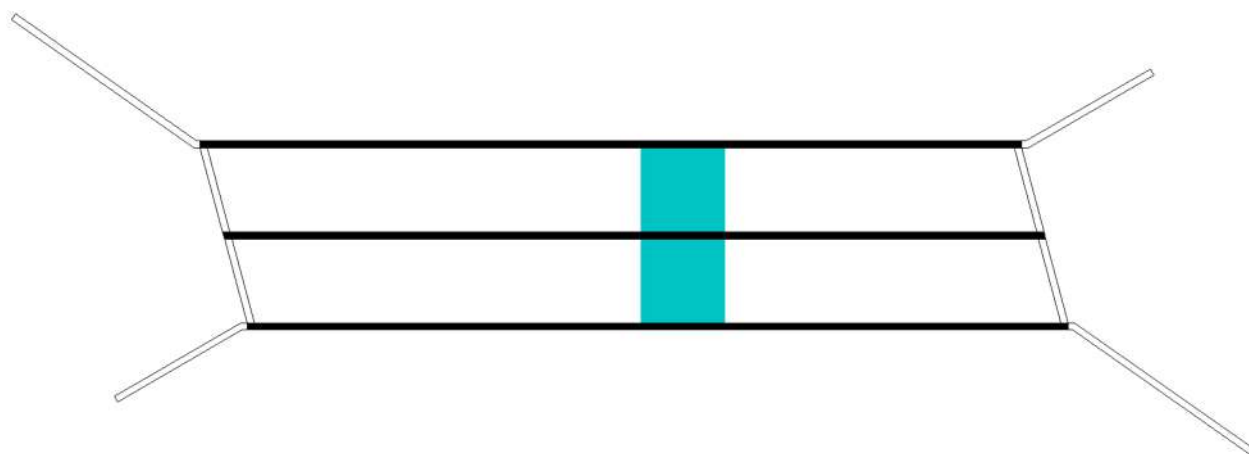


1ª Linha de carga TREM-TIPO

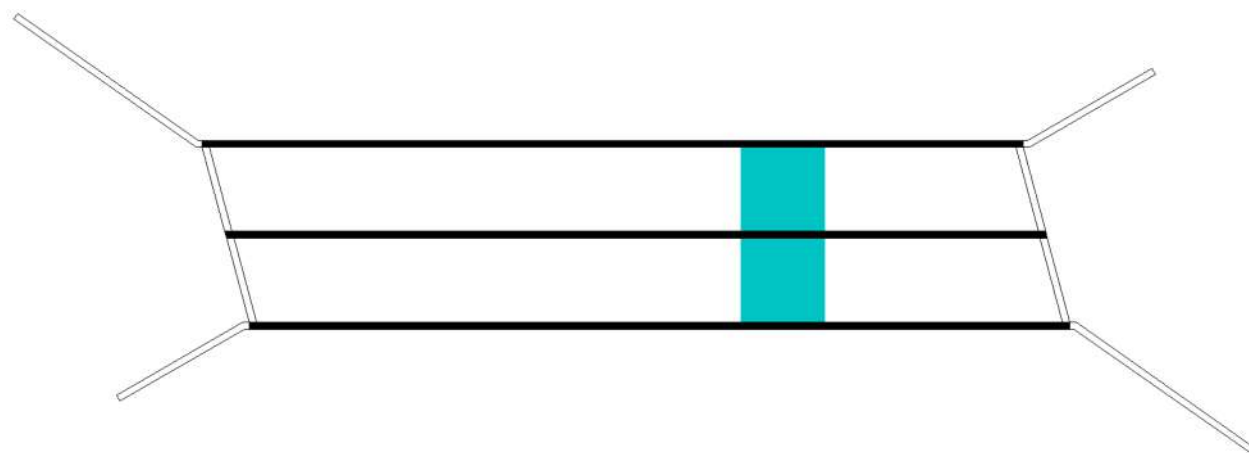


2ª Linha de carga TREM-TIPO

Empresa filiada a:



3ª Linha de carga TREM-TIPO



4ª Linha de carga TREM-TIPO

Coeficientes adicionais

Os coeficientes adicionais são usados para majorar todas as cargas moveis da obra de arte.

Foram considerados os seguintes coeficientes: coeficiente de impacto vertical, coeficiente de número de faixas e o coeficiente de impacto adicional.

- O coeficiente de impacto vertical (CIV) será diferente de acordo com o vão.

Para o vão de 3.25 metros temos : $CIV = 1.35$

Empresa filiada a:



- O coeficiente de número de faixas (CNF) será de 1.00.
- O coeficiente de impacto adicional (CIA) será de 1.25.

O coeficiente de impacto adicional aplica-se somente as regiões até 5.00 metros distantes de juntas de dilatação e extremidades da obra de arte. Como não temos juntas de dilatação o coeficiente de impacto adicional será aplicado somente as extremidades da obra de arte.

Para as regiões até 5.00 metros distantes das extremidades da obra de arte o coeficiente final será:
 $CIV * CNF * CIA$

$$1.35 * 1.00 * 1.25 = 1.6875$$

Para o restante da obra de arte será: $CIV * CNF$

$$1.35 * 1.00 = 1.35$$

Empresa filiada a:



Resumo de combinações no modelo global

No modelo estrutural global foram consideradas as seguintes combinações:

Tipo	Descrição	N. Combinações
ELU1	Verificações de estado limite último - Vigas e lajes	98
ELU2	Verificações de estado limite último - Pilares e fundações	98
FOGO	Verificações em situação de incêndio	32
ELS	Verificações de estado limite de serviço	64
COMBFLU	Cálculo de fluência (método geral)	16
LAJEPRO	Combinações p/ flechas em lajes protendidas	0

Lista de combinações no modelo global

No modelo estrutural global foram consideradas as seguintes combinações:

Listagem de casos e combinações padrão
Edifício: 1442-CAR-BASITEC_Bueiro_E1172
Regras de combinações: [COMBPOR.DAT]
01/07/2021 09:22:11

Casos de carregamento simples

Sufixo "_R" Carga accidental reduzida
Sufixo "_V" Vigas de transição c/inércia normal
Sufixo "_E" Engastado, com caso correspondente articulado

Num Prefixo	Título
1 TODAS	Todas permanentes e accidentais dos pavimentos
2 PP	Peso Próprio
3 PERM	Cargas permanentes
4 ACID	Cargas accidentais
5 EMPU	Empuxo
6 ADIA1	TREM TIPO (1)
7 ADIA2	TREM TIPO (2)
8 ADIA3	TREM TIPO (3)
9 ADIA4	TREM TIPO (4)
10 ADIA5	TREM TIPO (5)
11 ADIA6	TREM TIPO (6)
12 ADIA7	TREM TIPO (7)
13 ADIA8	TREM TIPO (8)
14 ADIB	AGUA
15 TODAS_V	Todas permanentes e accidentais dos pavimentos - VTN
16 PP_V	Peso Próprio - VTN
17 PERM_V	Cargas permanentes - VTN
18 ACID_V	Cargas accidentais - VTN

Dados por caso de carregamento

Num Número do caso, referenciado na listagem de combinações

Empresa filiada a:



Prefixo Usado para montar os títulos das combinações

Tipo Tipo de carga quanto à sua permanência

TOD Cargas permanentes e variáveis lançadas nas grelhas

PER Permanentes

VAR Variáveis normais

VARB Variáveis excepcionais 1

VARC Variáveis excepcionais 2

VTN Caso com vigas de transição com inércia normal. Nos outros casos, as vigas de transição são enrijecidas conforme critérios.

ACR Caso de carga acidental reduzida nos pisos

GAMAF Ponderador de ações desfavorável

GAMAFD Ponderador de ações favorável

PSI0 Fator de redução de combinação para o Estado Limite Último

PSI1 Fator de redução de combin frequente p/Estado Limite de Serviço

PSI2 Fator de redução de combin quase permanente p/Estado Limite de Serviço

FOR Número do caso correspondente na planta de formas/grelha

USU Marcado se o caso foi lançado pelo usuário

ART Marcado se barras articuladas

Num	Prefixo	Tipo	VTN	ACR	GAMAF	GAMAFD	PSI0	PSI1	PSI2	FOR	USU	ART
1	TODAS	TOD			1.40					1		
2	PP	PER			1.35					2		
3	PERM	PER			1.40					3		
4	ACID	VAR			1.50		0.70	0.50	0.30	4		
5	EMPU	PER	X		1.40					5		
6	ADIA1	VAR	X		1.50		0.70	0.50	0.30	6	X	
7	ADIA2	VAR	X		1.50		0.70	0.50	0.30	7	X	
8	ADIA3	VAR	X		1.50		0.70	0.50	0.30	8	X	
9	ADIA4	VAR	X		1.50		0.70	0.50	0.30	9	X	
10	ADIA5	VAR	X		1.50		0.70	0.50	0.30	10	X	
11	ADIA6	VAR	X		1.50		0.70	0.50	0.30	11	X	
12	ADIA7	VAR	X		1.50		0.70	0.50	0.30	12	X	
13	ADIA8	VAR	X		1.50		0.70	0.50	0.30	13	X	
14	ADIB	VAR	X		1.50	0.00	0.70	0.50	0.30	14	X	
15	TODAS_V	TOD	X		1.40					1		
16	PP_V	PER	X		1.35					2		
17	PERM_V	PER	X		1.40					3		
18	ACID_V	VAR	X		1.50		0.70	0.50	0.30	4		

Grupos de combinação [COMBPOR.DAT]

Grupo ELU1 "Verificações de estado limite último - Vigas e lajes"

PERMACID "Permanentes, Acidentais"

ACIDCOMB "Todas as acidentais combinadas"

Grupo ELU2 "Verificações de estado limite último - Pilares e fundações"

PERMACID "Permanentes, Acidentais"

ACIDCOMB "Todas as acidentais combinadas"

Grupo FOGO "Verificações em situação de incêndio"

PERMVAR "Todas permanentes e variáveis ponderadas"

Grupo ELS "Verificações de estado limite de serviço"

CFREQ "Combinações frequentes"

CQPERM "Combinações quase permanentes"

Grupo COMBFLU "Cálculo de fluência (método geral)"

COMBFLU "Combinação para cálculo da fluência (método geral)"

Grupo LAJEPRO "Combinações p/ flechas em lajes protendidas"

Combinações geradas

Num Número da combinação

AC Marcado se carga accidental reduzida

VT Marcado se viga de transição com inércia normal

Título Título gerado pelo sistema

Num	AC	VT	Título
19			ELU1/PERMACID/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.5ACID
20			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.5ACID+1.05ADIA1+1.05ADIB
21			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.5ACID+1.05ADIA1
22			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.5ACID+1.05ADIA2+1.05ADIB
23			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.5ACID+1.05ADIA2
24			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.5ACID+1.05ADIA3+1.05ADIB
25			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.5ACID+1.05ADIA3
26			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.5ACID+1.05ADIA4+1.05ADIB
27			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.5ACID+1.05ADIA4
28			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.5ACID+1.05ADIA5+1.05ADIB
29			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.5ACID+1.05ADIA5
30			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.5ACID+1.05ADIA6+1.05ADIB
31			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.5ACID+1.05ADIA6
32			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.5ACID+1.05ADIA7+1.05ADIB
33			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.5ACID+1.05ADIA7
34			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.5ACID+1.05ADIA8+1.05ADIB
35			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.5ACID+1.05ADIA8
36			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.5ADIA1+1.05ADIB
37			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.5ADIA1
38			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.5ADIA2+1.05ADIB
39			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.5ADIA2
40			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.5ADIA3+1.05ADIB
41			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.5ADIA3
42			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.5ADIA4+1.05ADIB
43			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.5ADIA4
44			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.5ADIA5+1.05ADIB
45			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.5ADIA5
46			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.5ADIA6+1.05ADIB
47			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.5ADIA6
48			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.5ADIA7+1.05ADIB
49			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.5ADIA7
50			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.5ADIA8+1.05ADIB
51			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.5ADIA8
52			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.05ADIA1+1.5ADIB
53			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.05ADIA1
54			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.05ADIA2+1.5ADIB
55			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.05ADIA2
56			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.05ADIA3+1.5ADIB
57			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.05ADIA3
58			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.05ADIA4+1.5ADIB
59			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.05ADIA4
60			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.05ADIA5+1.5ADIB
61			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.05ADIA5
62			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.05ADIA6+1.5ADIB
63			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.05ADIA6
64			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.05ADIA7+1.5ADIB
65			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.05ADIA7
66			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.05ADIA8+1.5ADIB

Empresa filiada a:



67	ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.05ADIA8
68	FOGO/PERMVAR/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+0.45ACID+0.45ADIA1+0.45ADIB
69	FOGO/PERMVAR/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+0.45ACID+0.45ADIA1
70	FOGO/PERMVAR/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+0.45ACID+0.45ADIA2+0.45ADIB
71	FOGO/PERMVAR/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+0.45ACID+0.45ADIA2
72	FOGO/PERMVAR/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+0.45ACID+0.45ADIA3+0.45ADIB
73	FOGO/PERMVAR/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+0.45ACID+0.45ADIA3
74	FOGO/PERMVAR/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+0.45ACID+0.45ADIA4+0.45ADIB
75	FOGO/PERMVAR/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+0.45ACID+0.45ADIA4
76	FOGO/PERMVAR/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+0.45ACID+0.45ADIA5+0.45ADIB
77	FOGO/PERMVAR/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+0.45ACID+0.45ADIA5
78	FOGO/PERMVAR/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+0.45ACID+0.45ADIA6+0.45ADIB
79	FOGO/PERMVAR/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+0.45ACID+0.45ADIA6
80	FOGO/PERMVAR/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+0.45ACID+0.45ADIA7+0.45ADIB
81	FOGO/PERMVAR/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+0.45ACID+0.45ADIA7
82	FOGO/PERMVAR/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+0.45ACID+0.45ADIA8+0.45ADIB
83	FOGO/PERMVAR/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+0.45ACID+0.45ADIA8
84	ELS/CFREQ/PP+PERM+EMPU+0.5ACID+0.3ADIA1+0.3ADIB
85	ELS/CFREQ/PP+PERM+EMPU+0.5ACID+0.3ADIA2+0.3ADIB
86	ELS/CFREQ/PP+PERM+EMPU+0.5ACID+0.3ADIA3+0.3ADIB
87	ELS/CFREQ/PP+PERM+EMPU+0.5ACID+0.3ADIA4+0.3ADIB
88	ELS/CFREQ/PP+PERM+EMPU+0.5ACID+0.3ADIA5+0.3ADIB
89	ELS/CFREQ/PP+PERM+EMPU+0.5ACID+0.3ADIA6+0.3ADIB
90	ELS/CFREQ/PP+PERM+EMPU+0.5ACID+0.3ADIA7+0.3ADIB
91	ELS/CFREQ/PP+PERM+EMPU+0.5ACID+0.3ADIA8+0.3ADIB
92	ELS/CFREQ/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.5ADIA1+0.3ADIB
93	ELS/CFREQ/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.5ADIA2+0.3ADIB
94	ELS/CFREQ/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.5ADIA3+0.3ADIB
95	ELS/CFREQ/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.5ADIA4+0.3ADIB
96	ELS/CFREQ/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.5ADIA5+0.3ADIB
97	ELS/CFREQ/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.5ADIA6+0.3ADIB
98	ELS/CFREQ/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.5ADIA7+0.3ADIB
99	ELS/CFREQ/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.5ADIA8+0.3ADIB
100	ELS/CFREQ/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.3ADIA1+0.5ADIB
101	ELS/CFREQ/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.3ADIA2+0.5ADIB
102	ELS/CFREQ/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.3ADIA3+0.5ADIB
103	ELS/CFREQ/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.3ADIA4+0.5ADIB
104	ELS/CFREQ/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.3ADIA5+0.5ADIB
105	ELS/CFREQ/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.3ADIA6+0.5ADIB
106	ELS/CFREQ/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.3ADIA7+0.5ADIB
107	ELS/CFREQ/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.3ADIA8+0.5ADIB
108	ELS/CQPERM/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.3ADIA1+0.3ADIB
109	ELS/CQPERM/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.3ADIA2+0.3ADIB
110	ELS/CQPERM/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.3ADIA3+0.3ADIB
111	ELS/CQPERM/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.3ADIA4+0.3ADIB
112	ELS/CQPERM/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.3ADIA5+0.3ADIB
113	ELS/CQPERM/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.3ADIA6+0.3ADIB
114	ELS/CQPERM/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.3ADIA7+0.3ADIB
115	ELS/CQPERM/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.3ADIA8+0.3ADIB
116	COMBFLU/COMBFLU/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.3ADIA1+0.3ADIB
117	COMBFLU/COMBFLU/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.3ADIA2+0.3ADIB
118	COMBFLU/COMBFLU/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.3ADIA3+0.3ADIB
119	COMBFLU/COMBFLU/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.3ADIA4+0.3ADIB
120	COMBFLU/COMBFLU/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.3ADIA5+0.3ADIB
121	COMBFLU/COMBFLU/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.3ADIA6+0.3ADIB
122	COMBFLU/COMBFLU/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.3ADIA7+0.3ADIB
123	COMBFLU/COMBFLU/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.3ADIA8+0.3ADIB
124	X ELU1/PERMACID/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.5ACID_V
125	X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.5ACID_V+1.05ADIA1+1.05ADIB

126 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.5ACID_V+1.05ADIA1
 127 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.5ACID_V+1.05ADIA2+1.05ADIB
 128 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.5ACID_V+1.05ADIA2
 129 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.5ACID_V+1.05ADIA3+1.05ADIB
 130 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.5ACID_V+1.05ADIA3
 131 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.5ACID_V+1.05ADIA4+1.05ADIB
 132 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.5ACID_V+1.05ADIA4
 133 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.5ACID_V+1.05ADIA5+1.05ADIB
 134 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.5ACID_V+1.05ADIA5
 135 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.5ACID_V+1.05ADIA6+1.05ADIB
 136 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.5ACID_V+1.05ADIA6
 137 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.5ACID_V+1.05ADIA7+1.05ADIB
 138 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.5ACID_V+1.05ADIA7
 139 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.5ACID_V+1.05ADIA8+1.05ADIB
 140 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.5ACID_V+1.05ADIA8
 141 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.5ADIA1+1.05ADIB
 142 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.5ADIA1
 143 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.5ADIA2+1.05ADIB
 144 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.5ADIA2
 145 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.5ADIA3+1.05ADIB
 146 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.5ADIA3
 147 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.5ADIA4+1.05ADIB
 148 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.5ADIA4
 149 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.5ADIA5+1.05ADIB
 150 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.5ADIA5
 151 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.5ADIA6+1.05ADIB
 152 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.5ADIA6
 153 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.5ADIA7+1.05ADIB
 154 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.5ADIA7
 155 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.5ADIA8+1.05ADIB
 156 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.5ADIA8
 157 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.05ADIA1+1.5ADIB
 158 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.05ADIA1
 159 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.05ADIA2+1.5ADIB
 160 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.05ADIA2
 161 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.05ADIA3+1.5ADIB
 162 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.05ADIA3
 163 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.05ADIA4+1.5ADIB
 164 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.05ADIA4
 165 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.05ADIA5+1.5ADIB
 166 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.05ADIA5
 167 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.05ADIA6+1.5ADIB
 168 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.05ADIA6
 169 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.05ADIA7+1.5ADIB
 170 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.05ADIA7
 171 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.05ADIA8+1.5ADIB
 172 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.05ADIA8
 173 X FOGO/PERMVAR/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+0.45ACID_V+0.45ADIA1+0.45ADIB
 174 X FOGO/PERMVAR/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+0.45ACID_V+0.45ADIA1
 175 X FOGO/PERMVAR/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+0.45ACID_V+0.45ADIA2+0.45ADIB
 176 X FOGO/PERMVAR/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+0.45ACID_V+0.45ADIA2
 177 X FOGO/PERMVAR/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+0.45ACID_V+0.45ADIA3+0.45ADIB
 178 X FOGO/PERMVAR/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+0.45ACID_V+0.45ADIA3
 179 X FOGO/PERMVAR/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+0.45ACID_V+0.45ADIA4+0.45ADIB
 180 X FOGO/PERMVAR/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+0.45ACID_V+0.45ADIA4
 181 X FOGO/PERMVAR/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+0.45ACID_V+0.45ADIA5+0.45ADIB
 182 X FOGO/PERMVAR/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+0.45ACID_V+0.45ADIA5
 183 X FOGO/PERMVAR/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+0.45ACID_V+0.45ADIA6+0.45ADIB
 184 X FOGO/PERMVAR/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+0.45ACID_V+0.45ADIA6

Empresa filiada a:



185 X FOGO/PERMVAR/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+0.45ACID_V+0.45ADIA7+0.45ADIB
186 X FOGO/PERMVAR/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+0.45ACID_V+0.45ADIA7
187 X FOGO/PERMVAR/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+0.45ACID_V+0.45ADIA8+0.45ADIB
188 X FOGO/PERMVAR/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+0.45ACID_V+0.45ADIA8
189 X ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+EMPU+0.5ACID_V+0.3ADIA1+0.3ADIB
190 X ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+EMPU+0.5ACID_V+0.3ADIA2+0.3ADIB
191 X ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+EMPU+0.5ACID_V+0.3ADIA3+0.3ADIB
192 X ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+EMPU+0.5ACID_V+0.3ADIA4+0.3ADIB
193 X ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+EMPU+0.5ACID_V+0.3ADIA5+0.3ADIB
194 X ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+EMPU+0.5ACID_V+0.3ADIA6+0.3ADIB
195 X ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+EMPU+0.5ACID_V+0.3ADIA7+0.3ADIB
196 X ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+EMPU+0.5ACID_V+0.3ADIA8+0.3ADIB
197 X ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.5ADIA1+0.3ADIB
198 X ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.5ADIA2+0.3ADIB
199 X ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.5ADIA3+0.3ADIB
200 X ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.5ADIA4+0.3ADIB
201 X ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.5ADIA5+0.3ADIB
202 X ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.5ADIA6+0.3ADIB
203 X ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.5ADIA7+0.3ADIB
204 X ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.5ADIA8+0.3ADIB
205 X ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.3ADIA1+0.5ADIB
206 X ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.3ADIA2+0.5ADIB
207 X ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.3ADIA3+0.5ADIB
208 X ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.3ADIA4+0.5ADIB
209 X ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.3ADIA5+0.5ADIB
210 X ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.3ADIA6+0.5ADIB
211 X ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.3ADIA7+0.5ADIB
212 X ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.3ADIA8+0.5ADIB
213 X ELS/CQPERM/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.3ADIA1+0.3ADIB
214 X ELS/CQPERM/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.3ADIA2+0.3ADIB
215 X ELS/CQPERM/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.3ADIA3+0.3ADIB
216 X ELS/CQPERM/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.3ADIA4+0.3ADIB
217 X ELS/CQPERM/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.3ADIA5+0.3ADIB
218 X ELS/CQPERM/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.3ADIA6+0.3ADIB
219 X ELS/CQPERM/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.3ADIA7+0.3ADIB
220 X ELS/CQPERM/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.3ADIA8+0.3ADIB
221 X COMBFLU/COMBFLU/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.3ADIA1+0.3ADIB
222 X COMBFLU/COMBFLU/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.3ADIA2+0.3ADIB
223 X COMBFLU/COMBFLU/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.3ADIA3+0.3ADIB
224 X COMBFLU/COMBFLU/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.3ADIA4+0.3ADIB
225 X COMBFLU/COMBFLU/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.3ADIA5+0.3ADIB
226 X COMBFLU/COMBFLU/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.3ADIA6+0.3ADIB
227 X COMBFLU/COMBFLU/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.3ADIA7+0.3ADIB
228 X COMBFLU/COMBFLU/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.3ADIA8+0.3ADIB

Empresa filiada a:



Matriz de combinações - fatores de ponderação

As linhas representam combinações

As colunas representam casos simples

Caso	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
19		1.35	1.40	1.50	1.40													
20		1.35	1.40	1.50	1.40	1.05								1.05				
21		1.35	1.40	1.50	1.40	1.05												
22		1.35	1.40	1.50	1.40		1.05							1.05				
23		1.35	1.40	1.50	1.40		1.05											
24		1.35	1.40	1.50	1.40			1.05						1.05				
25		1.35	1.40	1.50	1.40			1.05										
26		1.35	1.40	1.50	1.40				1.05					1.05				
27		1.35	1.40	1.50	1.40				1.05									
28		1.35	1.40	1.50	1.40					1.05				1.05				
29		1.35	1.40	1.50	1.40					1.05								
30		1.35	1.40	1.50	1.40						1.05			1.05				
31		1.35	1.40	1.50	1.40						1.05							
32		1.35	1.40	1.50	1.40							1.05		1.05				
33		1.35	1.40	1.50	1.40							1.05						
34		1.35	1.40	1.50	1.40								1.05	1.05				
35		1.35	1.40	1.50	1.40								1.05					
36		1.35	1.40	1.05	1.40	1.50								1.05				
37		1.35	1.40	1.05	1.40	1.50												
38		1.35	1.40	1.05	1.40		1.50							1.05				
39		1.35	1.40	1.05	1.40		1.50											
40		1.35	1.40	1.05	1.40			1.50						1.05				
41		1.35	1.40	1.05	1.40			1.50										
42		1.35	1.40	1.05	1.40				1.50					1.05				
43		1.35	1.40	1.05	1.40				1.50									

Empresa filiada a:



44	1.35	1.40	1.05	1.40			1.50		1.05
45	1.35	1.40	1.05	1.40			1.50		
46	1.35	1.40	1.05	1.40				1.50	1.05
47	1.35	1.40	1.05	1.40				1.50	
48	1.35	1.40	1.05	1.40					1.50
49	1.35	1.40	1.05	1.40				1.50	
50	1.35	1.40	1.05	1.40					1.50
51	1.35	1.40	1.05	1.40					1.50
52	1.35	1.40	1.05	1.40	1.05				1.50
53	1.35	1.40	1.05	1.40	1.05				
54	1.35	1.40	1.05	1.40		1.05			1.50
55	1.35	1.40	1.05	1.40		1.05			
56	1.35	1.40	1.05	1.40			1.05		1.50
57	1.35	1.40	1.05	1.40			1.05		
58	1.35	1.40	1.05	1.40			1.05		1.50
59	1.35	1.40	1.05	1.40			1.05		
60	1.35	1.40	1.05	1.40				1.05	1.50
61	1.35	1.40	1.05	1.40				1.05	
62	1.35	1.40	1.05	1.40					1.50
63	1.35	1.40	1.05	1.40				1.05	
64	1.35	1.40	1.05	1.40					1.50
65	1.35	1.40	1.05	1.40				1.05	
66	1.35	1.40	1.05	1.40					1.50
67	1.35	1.40	1.05	1.40					1.05
68	1.35	1.40	0.45	1.40	0.45				0.45
69	1.35	1.40	0.45	1.40	0.45				
70	1.35	1.40	0.45	1.40		0.45			0.45
71	1.35	1.40	0.45	1.40		0.45			
72	1.35	1.40	0.45	1.40			0.45		0.45
73	1.35	1.40	0.45	1.40			0.45		
74	1.35	1.40	0.45	1.40				0.45	0.45

Empresa filiada a:



75	1.35	1.40	0.45	1.40			0.45		
76	1.35	1.40	0.45	1.40			0.45		0.45
77	1.35	1.40	0.45	1.40			0.45		
78	1.35	1.40	0.45	1.40				0.45	0.45
79	1.35	1.40	0.45	1.40			0.45		
80	1.35	1.40	0.45	1.40				0.45	0.45
81	1.35	1.40	0.45	1.40			0.45		
82	1.35	1.40	0.45	1.40				0.45	0.45
83	1.35	1.40	0.45	1.40				0.45	
84	1.00	1.00	0.50	1.00	0.30				0.30
85	1.00	1.00	0.50	1.00		0.30			0.30
86	1.00	1.00	0.50	1.00			0.30		0.30
87	1.00	1.00	0.50	1.00				0.30	0.30
88	1.00	1.00	0.50	1.00			0.30		0.30
89	1.00	1.00	0.50	1.00				0.30	0.30
90	1.00	1.00	0.50	1.00				0.30	0.30
91	1.00	1.00	0.50	1.00					0.30
92	1.00	1.00	0.30	1.00	0.50				0.30
93	1.00	1.00	0.30	1.00		0.50			0.30
94	1.00	1.00	0.30	1.00			0.50		0.30
95	1.00	1.00	0.30	1.00				0.50	0.30
96	1.00	1.00	0.30	1.00			0.50		0.30
97	1.00	1.00	0.30	1.00				0.50	0.30
98	1.00	1.00	0.30	1.00					0.30
99	1.00	1.00	0.30	1.00				0.50	0.30
100	1.00	1.00	0.30	1.00	0.30				0.50
101	1.00	1.00	0.30	1.00		0.30			0.50
102	1.00	1.00	0.30	1.00			0.30		0.50
103	1.00	1.00	0.30	1.00				0.30	0.50
104	1.00	1.00	0.30	1.00					0.50
105	1.00	1.00	0.30	1.00				0.30	0.50

Empresa filiada a:



106	1.00	1.00	0.30	1.00				0.30	0.50	
107	1.00	1.00	0.30	1.00				0.30	0.50	
108	1.00	1.00	0.30	1.00	0.30				0.30	
109	1.00	1.00	0.30	1.00		0.30			0.30	
110	1.00	1.00	0.30	1.00			0.30		0.30	
111	1.00	1.00	0.30	1.00				0.30	0.30	
112	1.00	1.00	0.30	1.00				0.30	0.30	
113	1.00	1.00	0.30	1.00				0.30	0.30	
114	1.00	1.00	0.30	1.00				0.30	0.30	
115	1.00	1.00	0.30	1.00					0.30	0.30
116	1.00	1.00	0.30	1.00	0.30				0.30	
117	1.00	1.00	0.30	1.00		0.30			0.30	
118	1.00	1.00	0.30	1.00			0.30		0.30	
119	1.00	1.00	0.30	1.00				0.30	0.30	
120	1.00	1.00	0.30	1.00				0.30	0.30	
121	1.00	1.00	0.30	1.00				0.30	0.30	
122	1.00	1.00	0.30	1.00					0.30	0.30
123	1.00	1.00	0.30	1.00					0.30	0.30
124				1.40						1.35 1.40 1.50
125				1.40	1.05				1.05	1.35 1.40 1.50
126				1.40	1.05					1.35 1.40 1.50
127				1.40		1.05			1.05	1.35 1.40 1.50
128				1.40		1.05				1.35 1.40 1.50
129				1.40			1.05		1.05	1.35 1.40 1.50
130				1.40			1.05			1.35 1.40 1.50
131				1.40				1.05	1.05	1.35 1.40 1.50
132				1.40				1.05		1.35 1.40 1.50
133				1.40					1.05	1.35 1.40 1.50
134				1.40						1.35 1.40 1.50
135				1.40				1.05	1.05	1.35 1.40 1.50
136				1.40				1.05		1.35 1.40 1.50

Empresa filiada a:



137	1.40			1.05	1.05	1.35	1.40	1.50
138	1.40			1.05		1.35	1.40	1.50
139	1.40				1.05 1.05	1.35	1.40	1.50
140	1.40				1.05	1.35	1.40	1.50
141	1.40	1.50			1.05	1.35	1.40	1.05
142	1.40	1.50				1.35	1.40	1.05
143	1.40		1.50		1.05	1.35	1.40	1.05
144	1.40		1.50			1.35	1.40	1.05
145	1.40			1.50	1.05	1.35	1.40	1.05
146	1.40			1.50		1.35	1.40	1.05
147	1.40			1.50	1.05	1.35	1.40	1.05
148	1.40			1.50		1.35	1.40	1.05
149	1.40				1.05	1.35	1.40	1.05
150	1.40			1.50		1.35	1.40	1.05
151	1.40			1.50	1.05	1.35	1.40	1.05
152	1.40			1.50		1.35	1.40	1.05
153	1.40				1.50	1.35	1.40	1.05
154	1.40				1.50	1.35	1.40	1.05
155	1.40					1.50 1.05	1.35	1.40
156	1.40					1.50	1.35	1.40
157	1.40	1.05				1.50	1.35	1.40
158	1.40	1.05					1.35	1.40
159	1.40		1.05			1.50	1.35	1.40
160	1.40		1.05				1.35	1.40
161	1.40			1.05		1.50	1.35	1.40
162	1.40			1.05			1.35	1.40
163	1.40				1.05	1.50	1.35	1.40
164	1.40				1.05		1.35	1.40
165	1.40				1.05	1.50	1.35	1.40
166	1.40				1.05		1.35	1.40
167	1.40				1.05	1.50	1.35	1.40

Empresa filiada a:



168	1.40			1.05			1.35	1.40	1.05
169	1.40			1.05		1.50	1.35	1.40	1.05
170	1.40			1.05			1.35	1.40	1.05
171	1.40				1.05	1.50	1.35	1.40	1.05
172	1.40				1.05		1.35	1.40	1.05
173	1.40	0.45				0.45	1.35	1.40	0.45
174	1.40	0.45					1.35	1.40	0.45
175	1.40		0.45			0.45	1.35	1.40	0.45
176	1.40		0.45				1.35	1.40	0.45
177	1.40			0.45		0.45	1.35	1.40	0.45
178	1.40			0.45			1.35	1.40	0.45
179	1.40				0.45	0.45	1.35	1.40	0.45
180	1.40				0.45		1.35	1.40	0.45
181	1.40				0.45	0.45	1.35	1.40	0.45
182	1.40				0.45		1.35	1.40	0.45
183	1.40				0.45	0.45	1.35	1.40	0.45
184	1.40				0.45		1.35	1.40	0.45
185	1.40					0.45	1.35	1.40	0.45
186	1.40					0.45	1.35	1.40	0.45
187	1.40					0.45	1.35	1.40	0.45
188	1.40					0.45	1.35	1.40	0.45
189	1.00	0.30				0.30	1.00	1.00	0.50
190	1.00		0.30			0.30	1.00	1.00	0.50
191	1.00			0.30		0.30	1.00	1.00	0.50
192	1.00				0.30	0.30	1.00	1.00	0.50
193	1.00				0.30	0.30	1.00	1.00	0.50
194	1.00				0.30	0.30	1.00	1.00	0.50
195	1.00					0.30	1.00	1.00	0.50
196	1.00					0.30	1.00	1.00	0.50
197	1.00	0.50				0.30	1.00	1.00	0.30
198	1.00		0.50			0.30	1.00	1.00	0.30

Empresa filiada a:



199	1.00		0.50			0.30	1.00	1.00	0.30
200	1.00			0.50		0.30	1.00	1.00	0.30
201	1.00				0.50	0.30	1.00	1.00	0.30
202	1.00					0.50	1.00	1.00	0.30
203	1.00						1.00	1.00	0.30
204	1.00					0.50	1.00	1.00	0.30
205	1.00	0.30					1.00	1.00	0.30
206	1.00		0.30				1.00	1.00	0.30
207	1.00			0.30			1.00	1.00	0.30
208	1.00				0.30		1.00	1.00	0.30
209	1.00					0.30	1.00	1.00	0.30
210	1.00						1.00	1.00	0.30
211	1.00					0.30	1.00	1.00	0.30
212	1.00						1.00	1.00	0.30
213	1.00	0.30				0.30	1.00	1.00	0.30
214	1.00		0.30				1.00	1.00	0.30
215	1.00			0.30			1.00	1.00	0.30
216	1.00				0.30		1.00	1.00	0.30
217	1.00					0.30	1.00	1.00	0.30
218	1.00						1.00	1.00	0.30
219	1.00					0.30	1.00	1.00	0.30
220	1.00						1.00	1.00	0.30
221	1.00	0.30				0.30	1.00	1.00	0.30
222	1.00		0.30				1.00	1.00	0.30
223	1.00			0.30			1.00	1.00	0.30
224	1.00				0.30		1.00	1.00	0.30
225	1.00					0.30	1.00	1.00	0.30
226	1.00						1.00	1.00	0.30
227	1.00					0.30	1.00	1.00	0.30
228	1.00						1.00	1.00	0.30

Empresa filiada a:



Envoltórias

Os números mostrados são o das combinações que participam de cada envoltória

Grupo "ELU1" "Verificações de estado limite último - Vigas e lajes"

Casos: 98

19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
67	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138
139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154
155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170
171	172														

Grupo "ELU2" "Verificações de estado limite último - Pilares e fundações"

Casos: 98

19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
67	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138
139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154
155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170
171	172														

Grupo "FOGO" "Verificações em situação de incêndio"

Casos: 32

68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83
173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188

Grupo "ELS" "Verificações de estado limite de serviço"

Casos: 64

84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115
189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204
205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220

Grupo "COMBFLU" "Cálculo de fluência (método geral)"

Casos: 16

116	117	118	119	120	121	122	123	221	222	223	224	225	226	227	228
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Grupo "LAJEPRO" "Combinações p/ flechas em lajes protendidas"

Casos: 0

Empresa filiada a:



MODELO ESTRUTURAL

Explicações

Na análise estrutural da obra de arte especial foi utilizado o 'Modelo 6' do sistema TQS. Este modelo consiste em um único modelo de cálculo.

A obra de arte especial será modelada por um pórtico espacial único, composto por elementos que simularão as vigas, as paredes e as lajes da estrutura. Desta forma, além das vigas e paredes, as lajes passarão a resistir parte dos esforços gerados pelas cargas horizontais, situação esta não flagrada em outros modelos do sistema TQS.

Os efeitos oriundos das ações verticais e horizontais nas vigas, paredes e lajes serão calculados com o pórtico espacial único.

Modelo estrutural dos pavimentos

A análise do comportamento estrutural dos pavimentos foi realizada através de modelos de grelha ou pórtico plano. Nestes modelos as lajes foram integralmente consideradas, junto com as vigas e os apoios formados pelos paredes existentes.

A seguir são apresentados o tipo de modelo estrutural utilizado em cada um dos pavimentos:

Pavimento	Descrição do Modelo	Modelo Estrutural
Laje Superior	Modelo de lajes planas	Pórtico (6 graus de liberdade)
Laje Inferior	Modelo de lajes planas	Pórtico (6 graus de liberdade)

Os esforços obtidos dos modelos estruturais dos pavimentos foram utilizados para o dimensionamento das lajes à flexão e cisalhamento.

Nestes modelos foi utilizado o módulo de elasticidade secante do concreto. A seguir são apresentados os valores utilizados para cada um dos pavimentos:

Pavimento	Módulo de elasticidade adotado (MPa)
Laje Superior	26838
Laje Inferior	26838

Modelo estrutural global

No modelo de pórtico foram incluídos todos os elementos principais da estrutura, ou seja, paredes e vigas, além da consideração do diafragma rígido formado nos planos de cada pavimento (lajes). A rigidez à flexão das lajes foi desprezada na análise de esforços horizontais.

Os pórticos espaciais foram modelados com todos os pavimentos da obra de arte especial, para a avaliação dos efeitos das ações horizontais e os efeitos de redistribuição de esforços em toda a estrutura devido aos carregamentos verticais.

As cargas verticais atuantes nas vigas e paredes do pórtico foram extraídas de modelos de grelha de cada um dos pavimentos.

Foram utilizados dois modelos de pórtico espacial em cada etapa construtiva: um específico para análises de Estado Limite Último - ELU e outro para o Estado Limite de Serviço - ELS. As características de cada um destes modelos são apresentadas a seguir.

Modelo ELU

O modelo ELU foi utilizado para obtenção dos esforços necessários para o dimensionamento e detalhamento dos elementos estruturais.

Modelo ELS

O modelo ELS foi utilizado para análise de deslocamento da obra de arte especial. Neste modelo a inércia utilizada para os elementos estruturais foi a bruta.

Deformação excessiva

Foi verificado conforme seção 13, item 13.3 da NBR 6118:2014.

Abertura de fissuras

Foi verificado conforme seção 13, item 13.4 da NBR 6118:2014.

Esforços de cálculo

Os esforços obtidos na análise de pórtico foram utilizados para o dimensionamento dos elementos estruturais.

No dimensionamento das armaduras das vigas é utilizada uma envoltória de esforços solicitantes de todas as combinações pertencentes ao grupo ELU1. Para o dimensionamento de armaduras das paredes são utilizadas todas as hipóteses de solicitações (combinações do grupo ELU2).

Empresa filiada a:

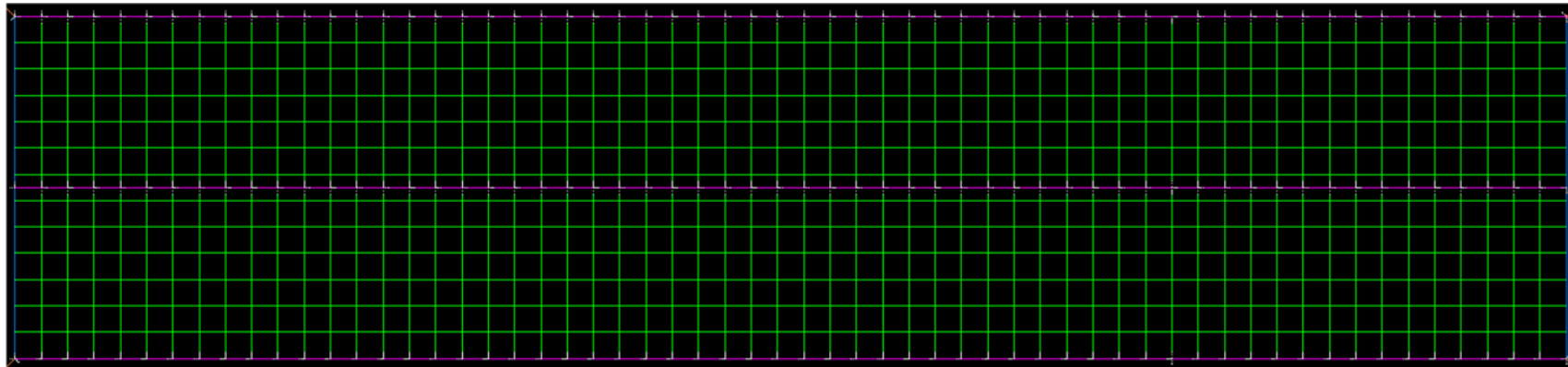


Discretização do Modelo Estrutural

Todos os elementos do modelo estrutural foram discretizados no modelo de barras. A seguir será apresentado a discretização utilizada em cada elemento:

- Laje Superior

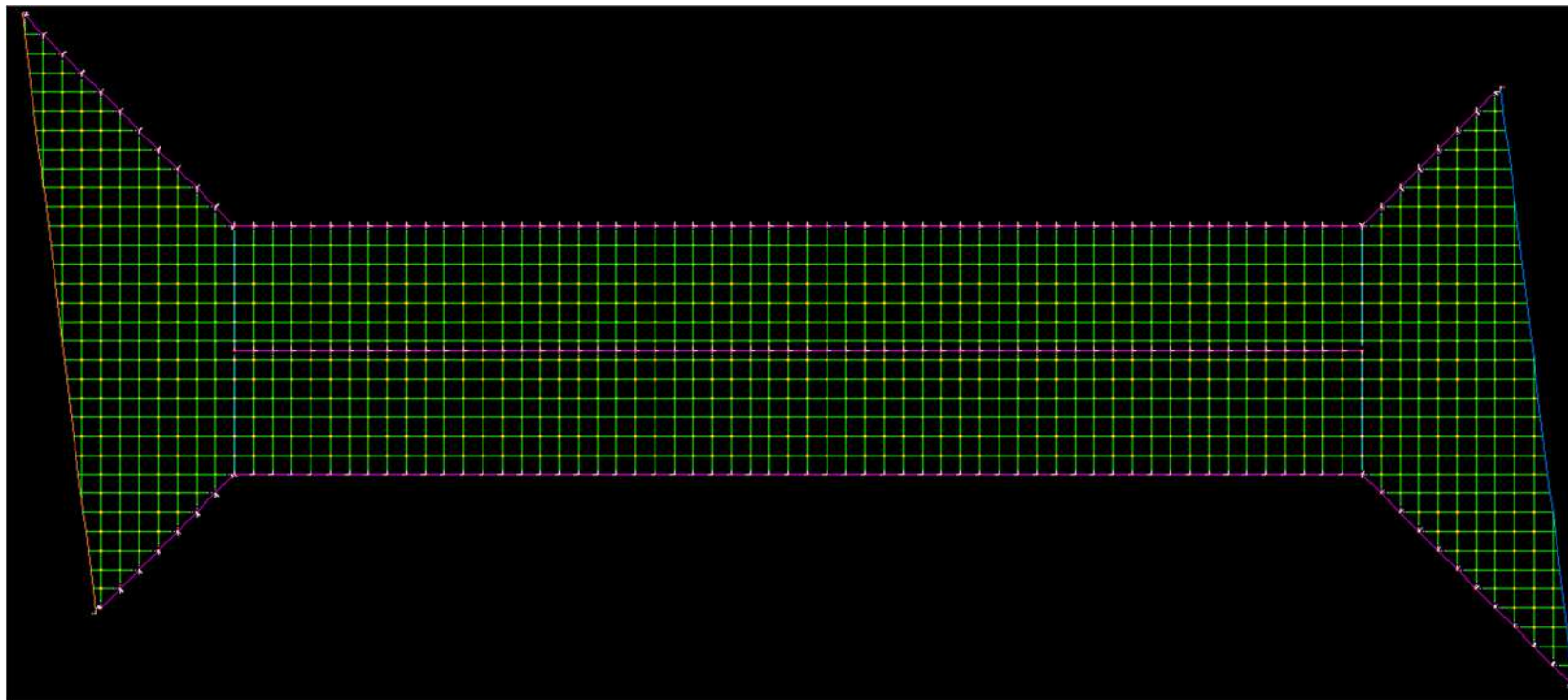
Grelha discretizada a cada 50 cm nas duas direções



- Laje Inferior

Grelha discretizada a cada 50 cm nas duas direções

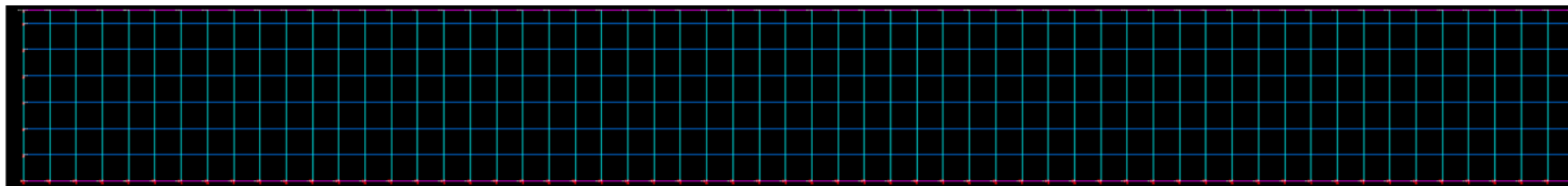
Empresa filiada a:



- Paredes

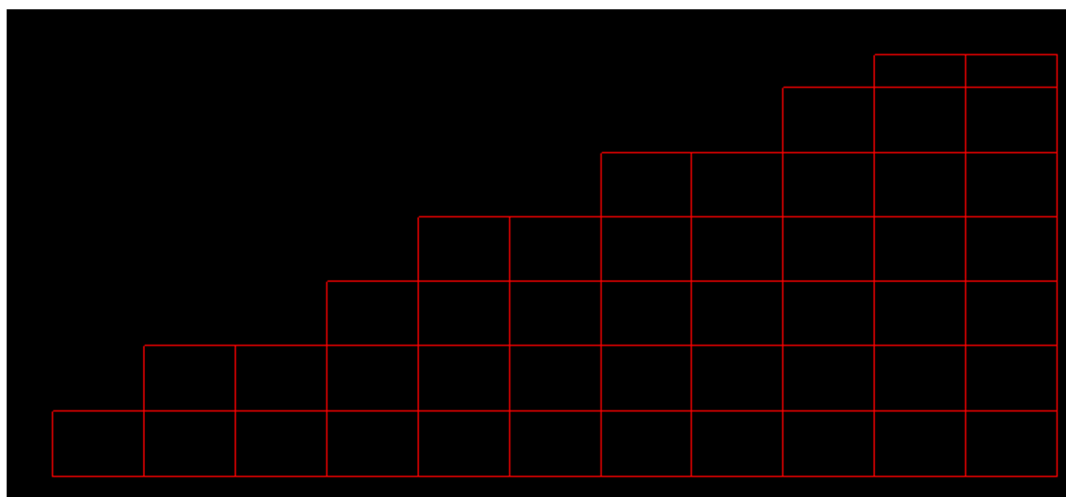
A grelha da vertical discretizada a cada 50 cm e a grelha da horizontal somente a barra superior esta com espaçamento de 25 cm, o restante a cada 50 cm.

Empresa filiada a:



- Alas

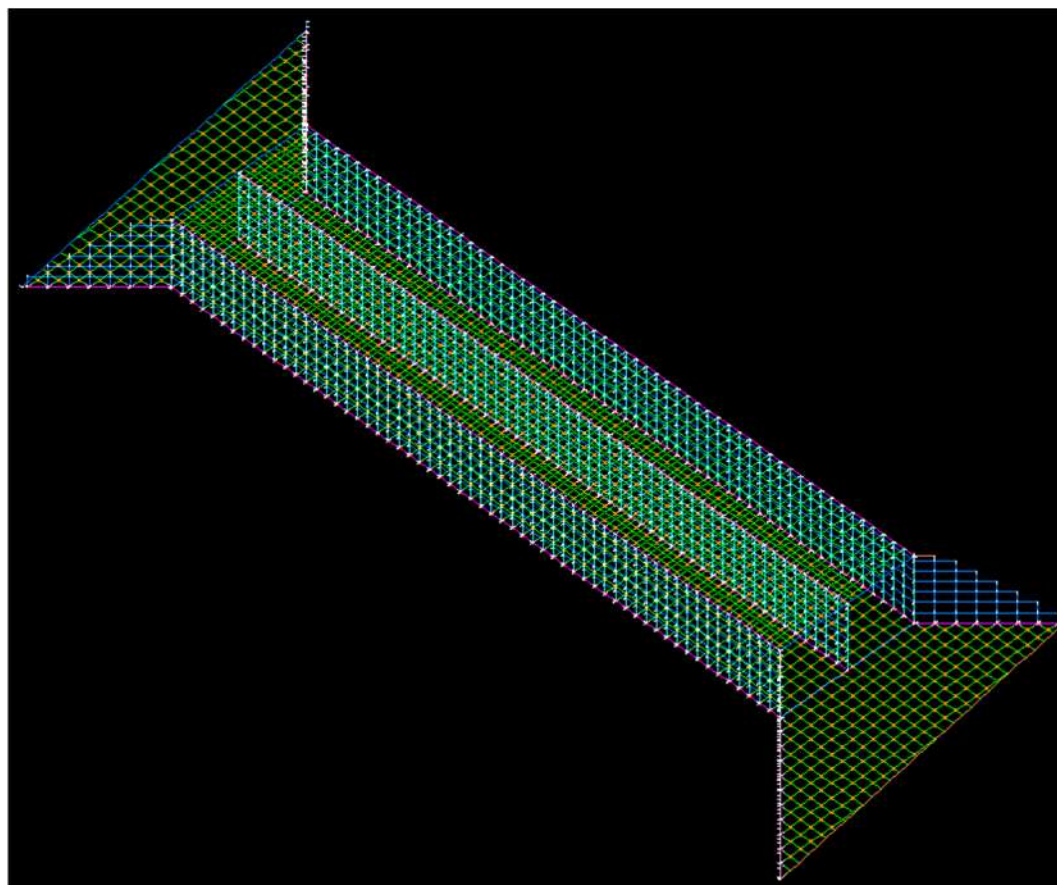
A grelha da vertical foi discretizada a cada 70 cm e a grelha da horizontal somente a barra superior esta com espaçamento de 25 cm, o restante a cada 50 cm.



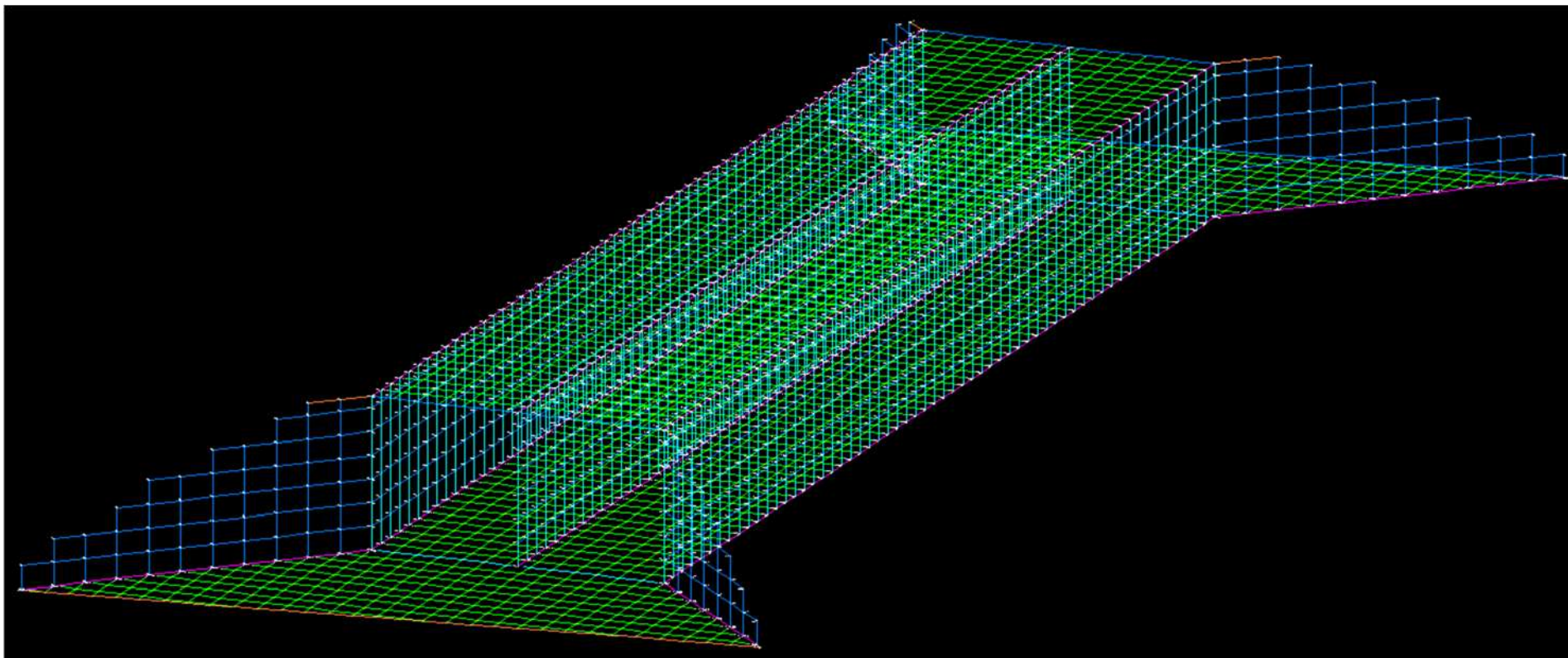
Empresa filiada a:



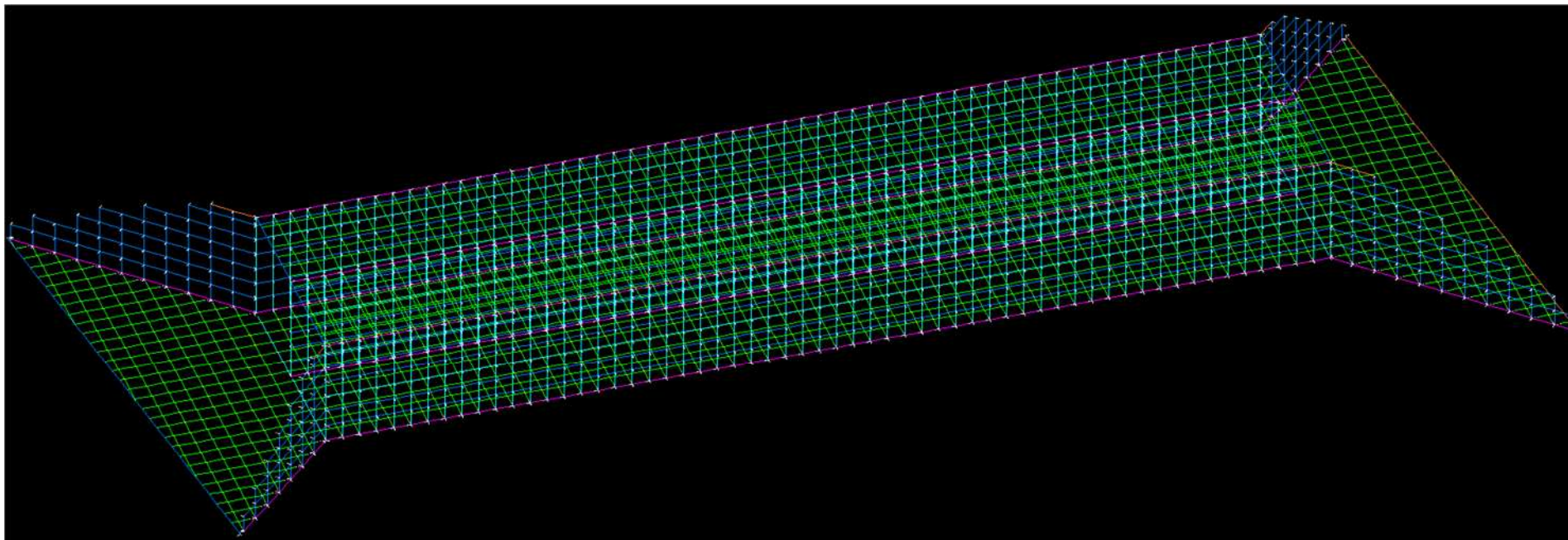
A seguir algumas imagens do modelo estrutural completo.



Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



MEMORIAL DE CÁLCULO

Todos os esforços apresentados a seguir são de cálculo

Todas imagens a seguir estão dispostas na seguinte ordem:

Imagem 1 – Diagrama de momento fletor em tf.m;

Imagem 2 – Diagrama de esforço normal em tf;

Imagem 3 – Dados utilizados para cálculo de cada seção por metro, os esforços foram convertidos dos diagramas por barras para esforço por metro;

Imagem 4 – Verificação de flexão composta oblíqua.

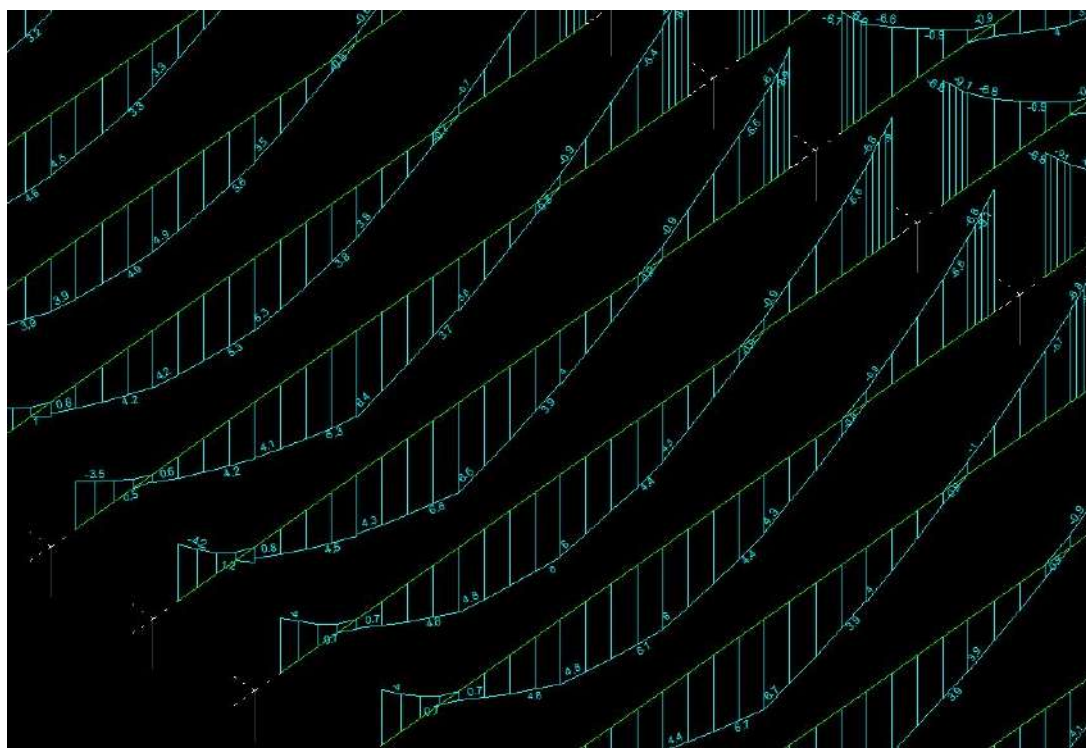
Empresa filiada a:



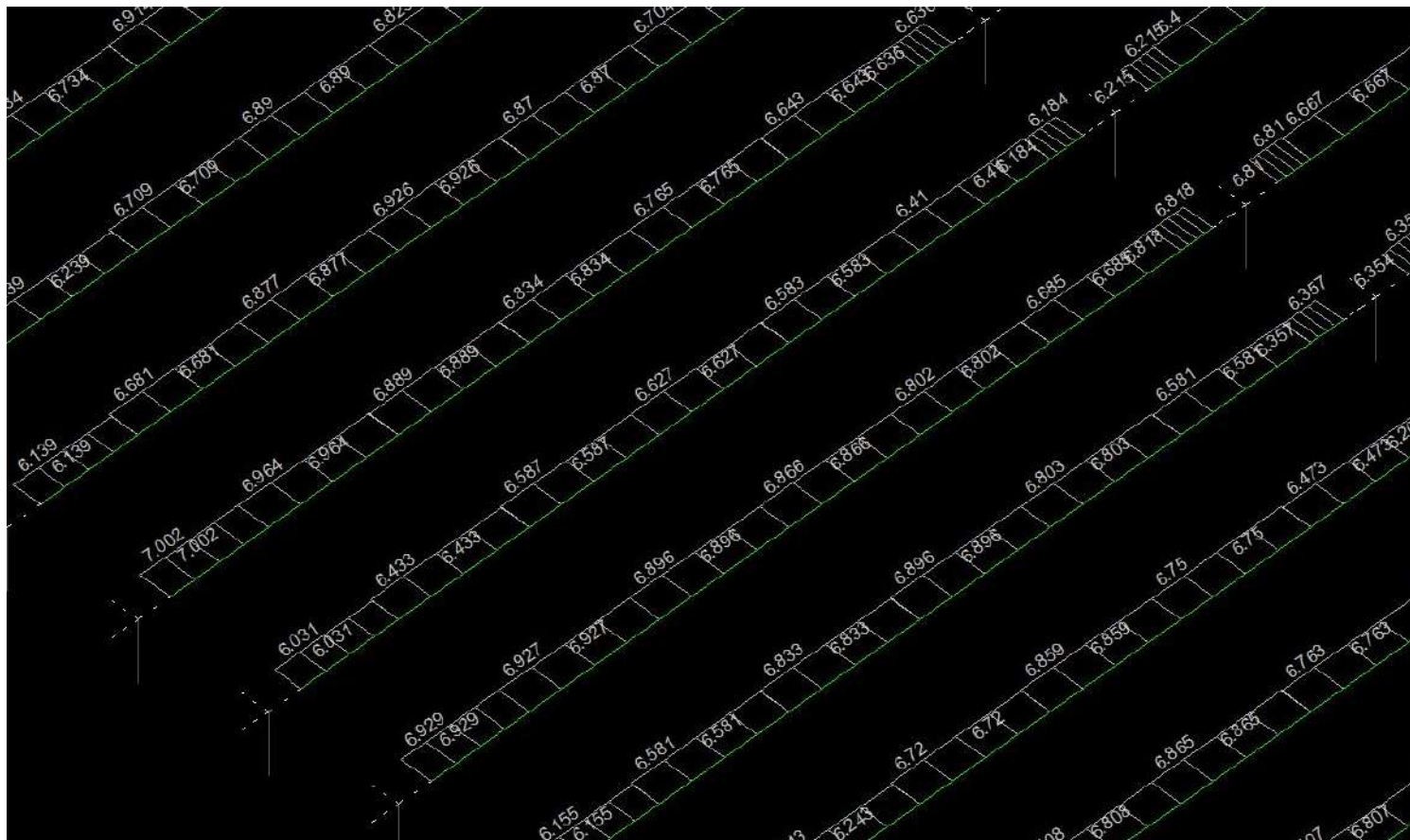
LAJE SUPERIOR

Direção Principal

- Face inferior



Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



TOE Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados [ELU] Curva de interação N, Mx, My [ELU] Diagrama N, M, 1/r [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção Observação

Norma

ABNT NBR 6118

Armaduras

☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-46.2	3.8	2.9
2	-23.1	3.8	2.9
3	0	3.8	2.9
4	23.1	3.8	2.9
5	46.2	3.8	2.9
6	46.2	21.2	0.8
7	23.1	21.2	0.8
8	0	21.2	0.8
9	-23.1	21.2	0.8
10	-46.2	21.2	0.8

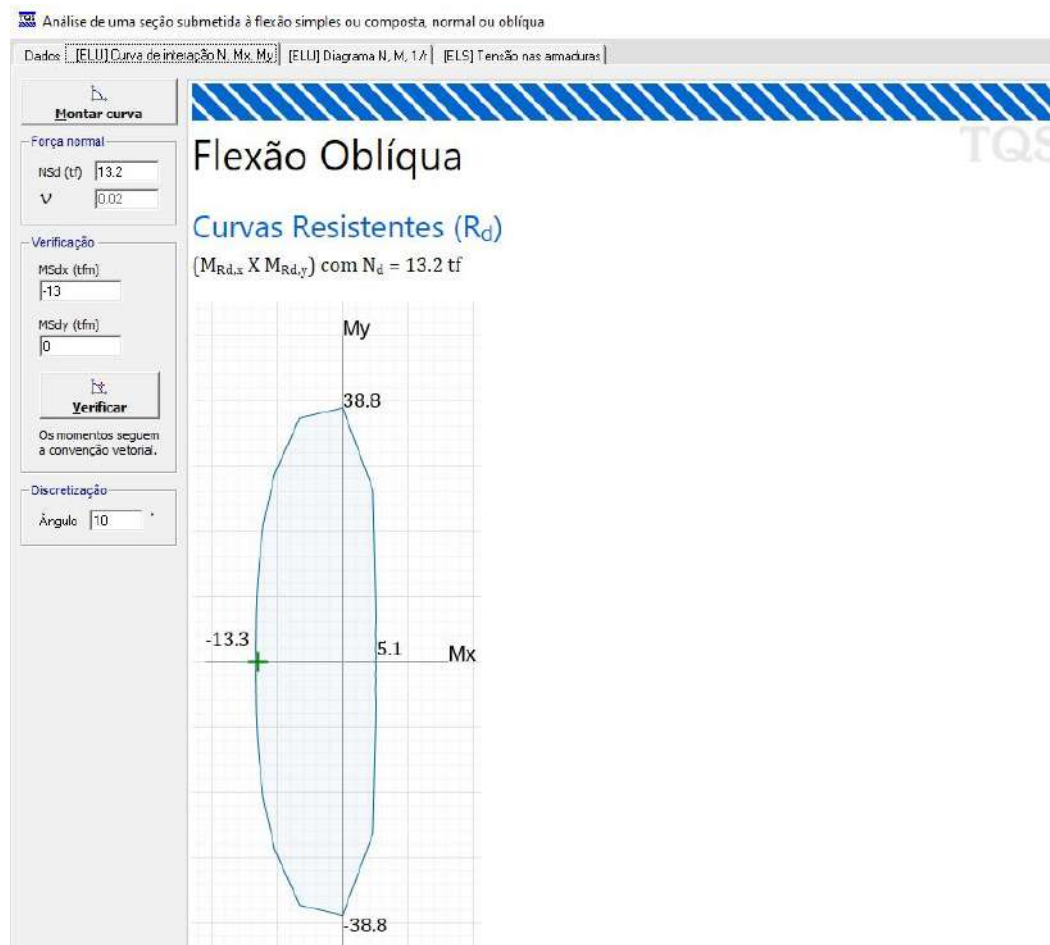
Materiais (concreto e aço)

fck (MPa) fyk (MPa)

γ_c γ_s

ϕ Es (MPa)

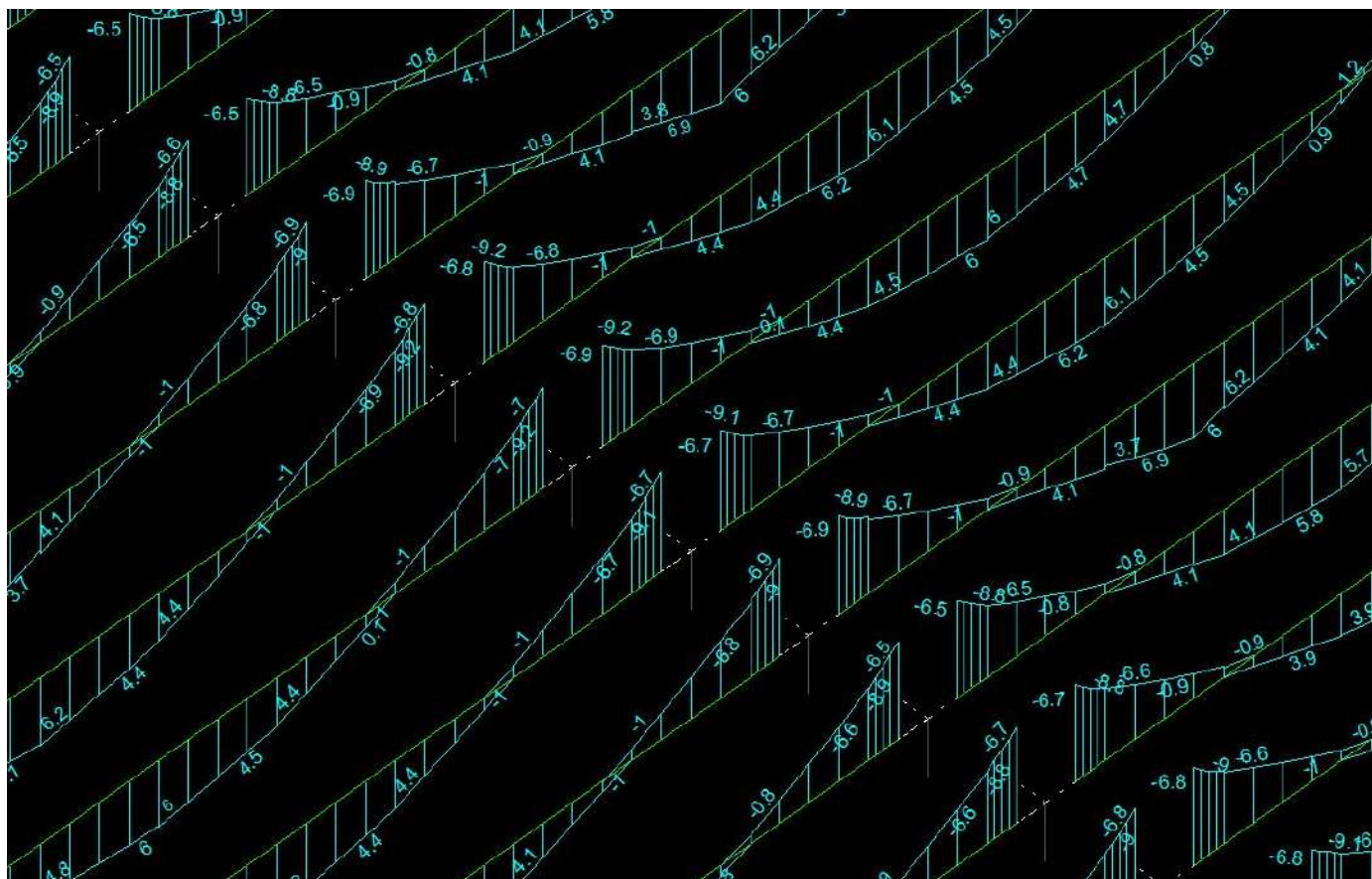
Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



- Face superior apoio central



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL



ABECE



Empresa filiada a:



TOX
Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados: [ELU] Curva de interação N, Mx, My | [ELU] Diagrama N, M, 1/r | [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção: Observação:

100 25

Norma: ABNT NBR 6118

Armaduras: ☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-46.2	3.8	4.3
2	-23.1	3.8	4.3
3	0	3.8	4.3
4	23.1	3.8	4.3
5	46.2	3.8	4.3
6	46.2	21.2	0.8
7	23.1	21.2	0.8
8	0	21.2	0.8
9	-23.1	21.2	0.8
10	-46.2	21.2	0.8

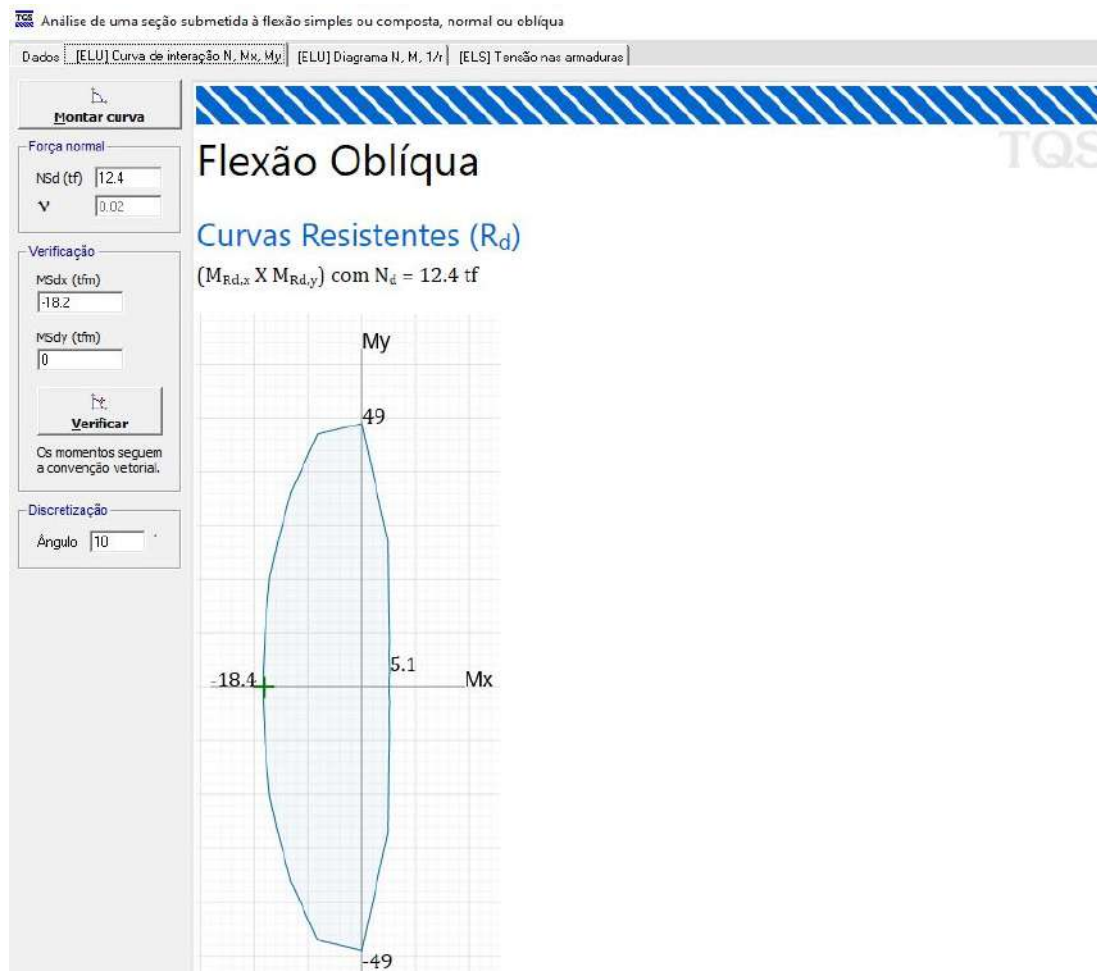
Materiais (concreto e aço)

fck (MPa): 30 fyk (MPa): 500

γ_c : 1.4 γ_s : 1.15

ϕ : 0 Es (MPa): 210000

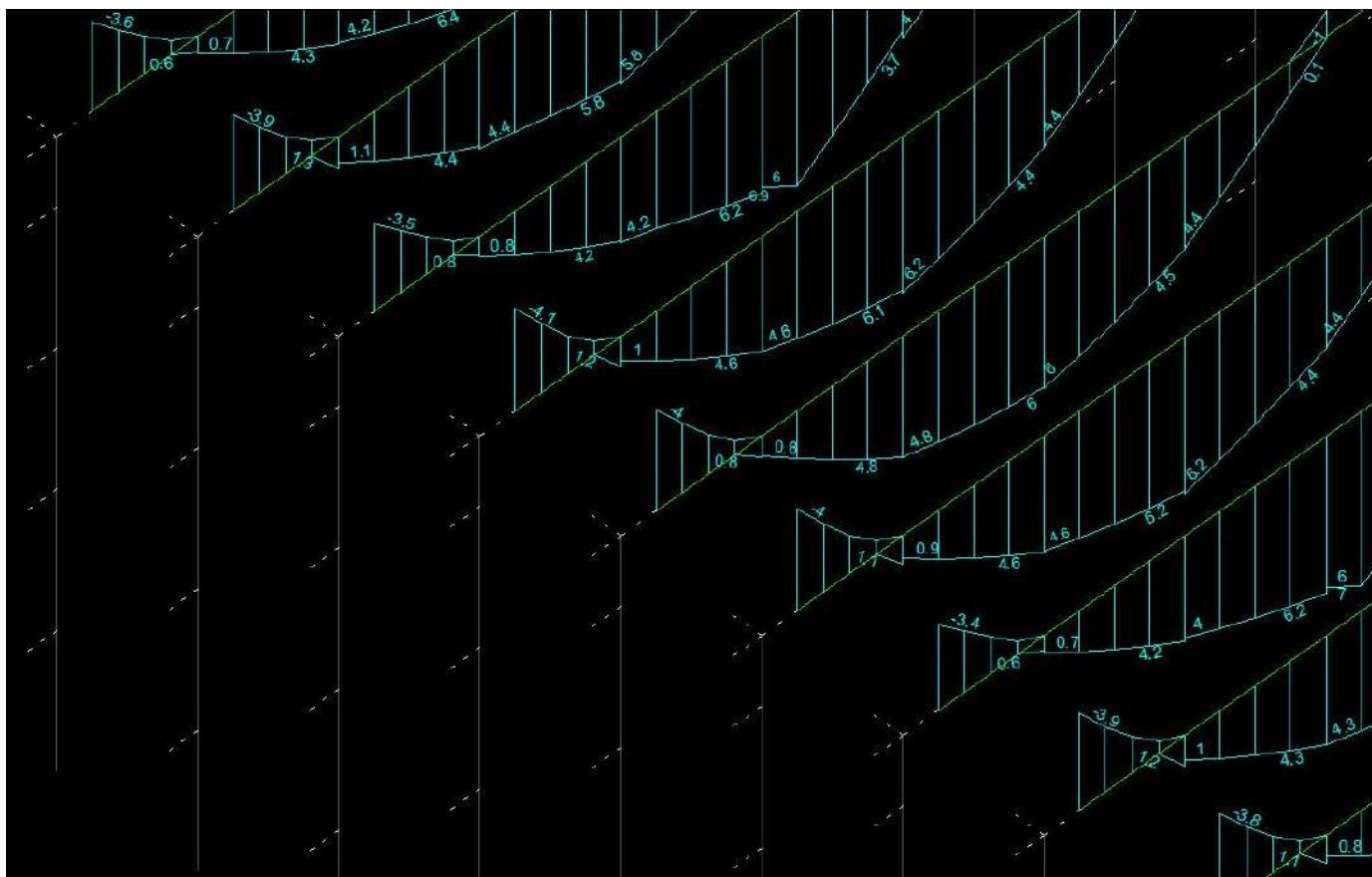
Empresa filiada a:



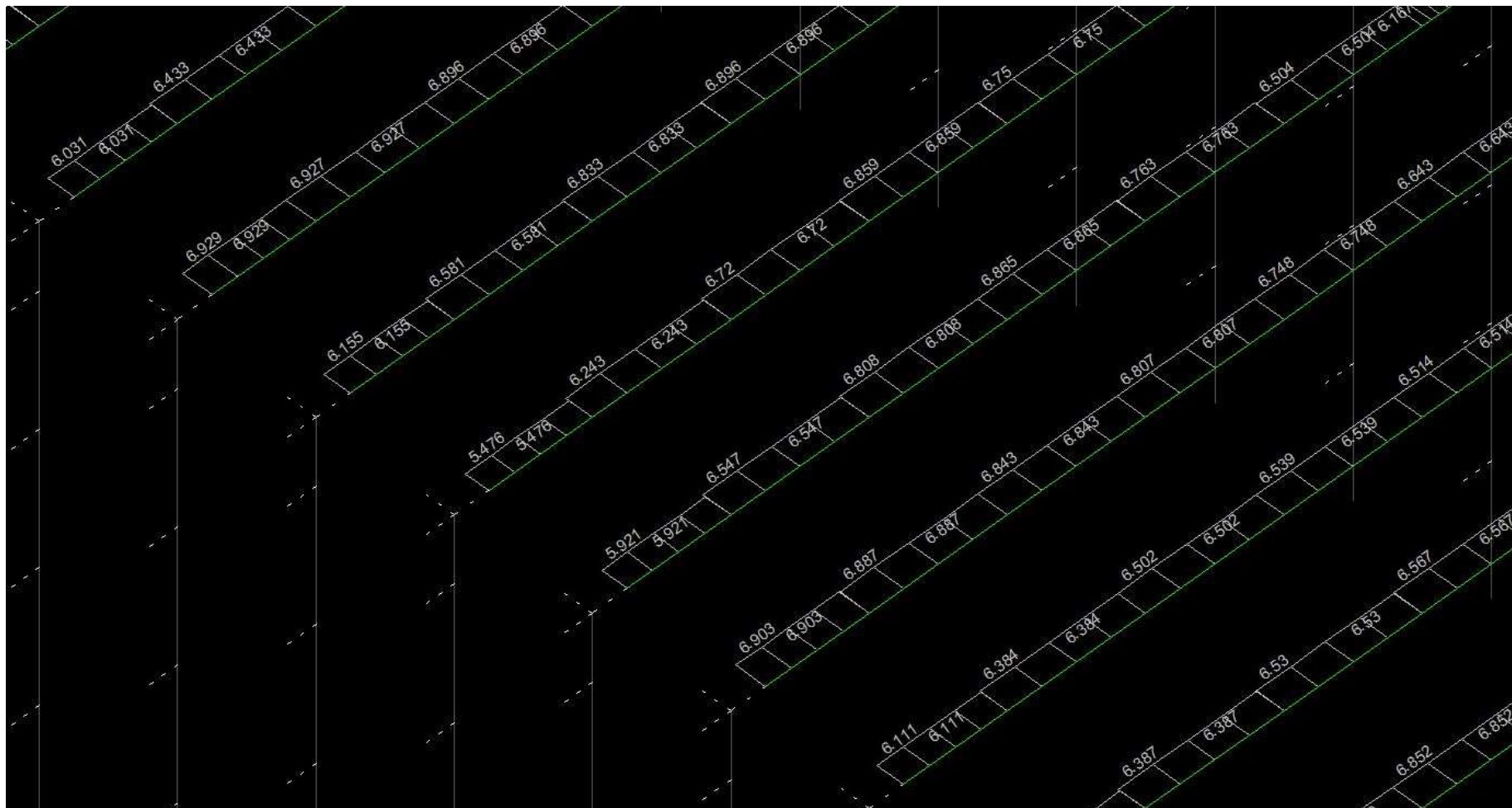
Empresa filiada a:



- Face superior apoio externo



Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



Tela Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados | [ELU] Curva de interação N, M_x, M_y | [ELU] Diagrama N, M, 1/r | [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção: Observação:

Norma: ABNT NBR 6118

Armaduras

☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-46.2	3.8	1.6
2	-23.1	3.8	1.6
3	0	3.8	1.6
4	23.1	3.8	1.6
5	46.2	3.8	1.6
6	46.2	21.2	0.8
7	23.1	21.2	0.8
8	0	21.2	0.8
9	-23.1	21.2	0.8
10	-46.2	21.2	0.8

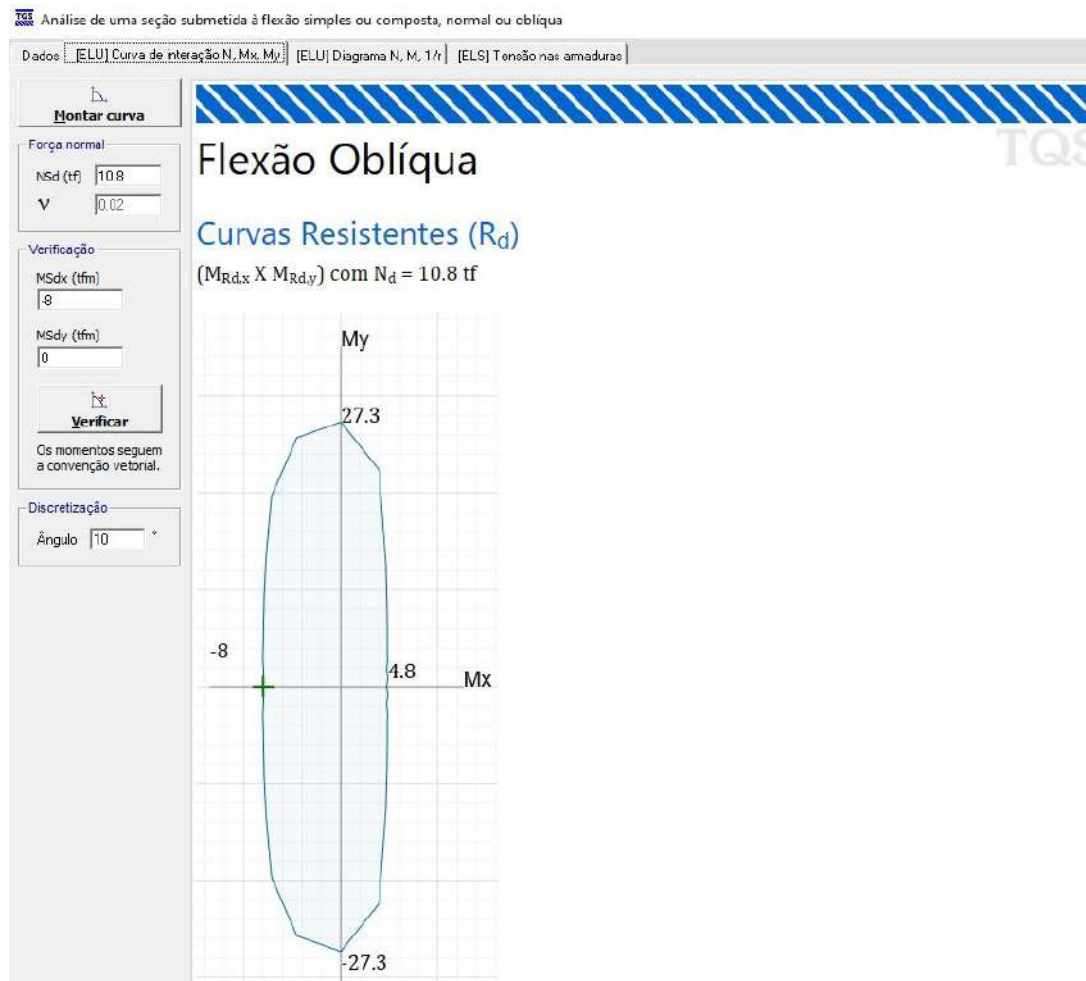
Materials (concreto e aço)

f_{ck} (MPa): 30 f_{yk} (MPa): 500

γ_c: 1.4 γ_s: 1.15

φ: 0 E_s (MPa): 210000

Empresa filiada a:

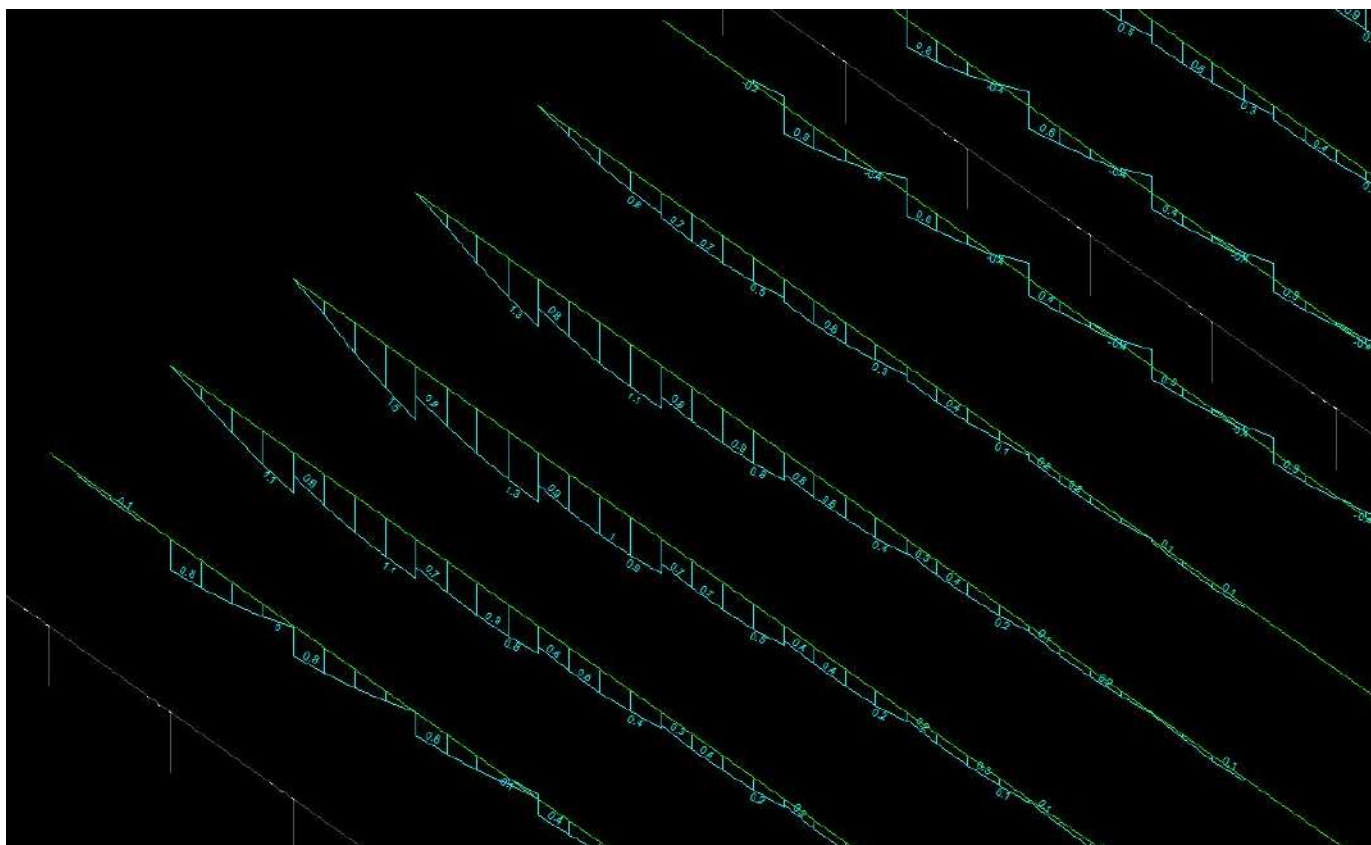


Empresa filiada a:

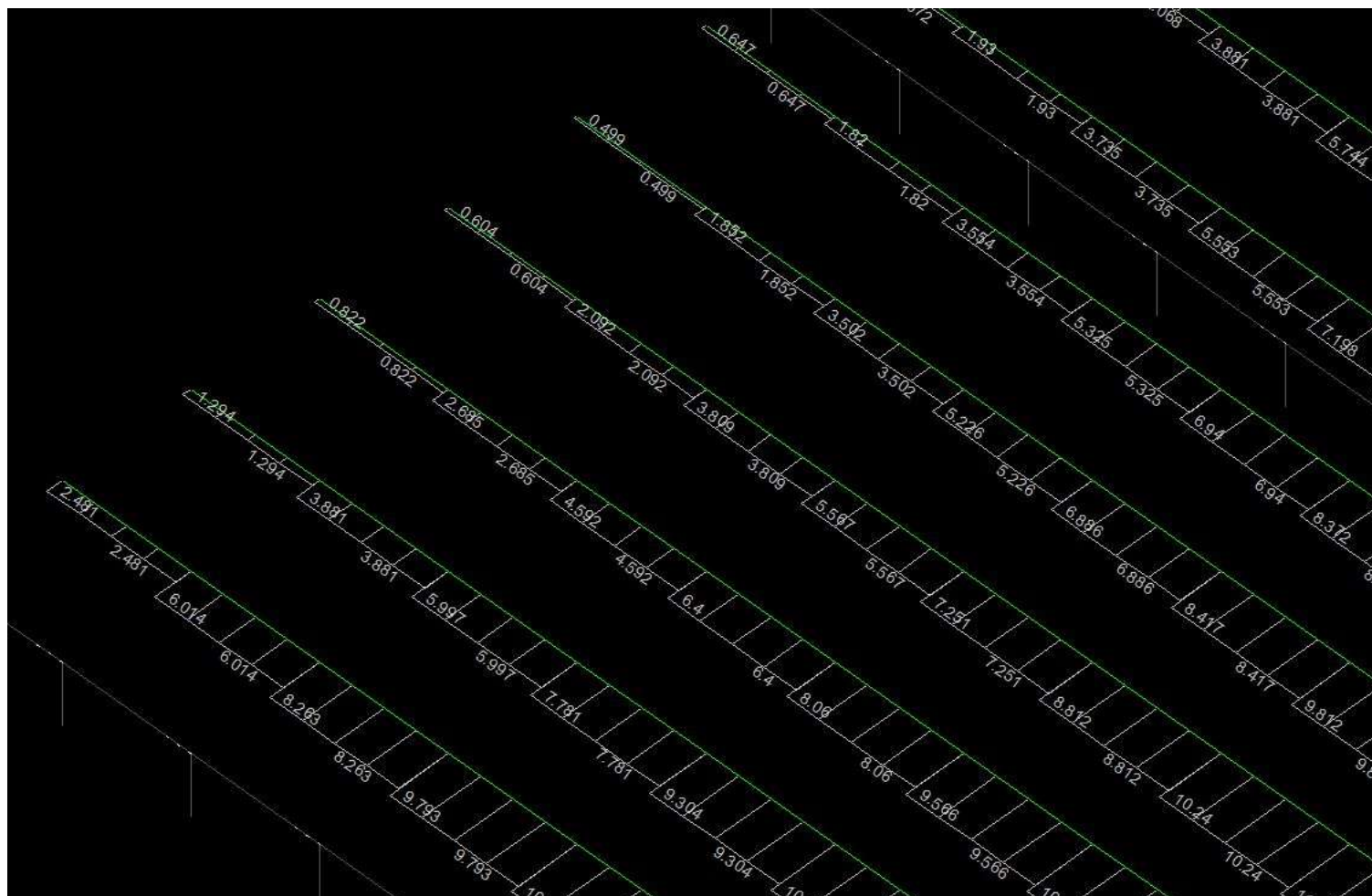


Direção Secundária

- Face inferior



Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



TOE Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados: [ELU] Curva de interação N, Mx, My | [ELU] Diagrama N, M, 1/r | [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção: Observação:

Norma:

Armaduras: ☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-44.8	5.2	0.8
2	-22.4	5.2	0.8
3	0	5.2	0.8
4	22.4	5.2	0.8
5	44.8	5.2	0.8
6	44.8	19.8	0.8
7	22.4	19.8	0.8
8	0	19.8	0.8
9	-22.4	19.8	0.8
10	-44.8	19.8	0.8

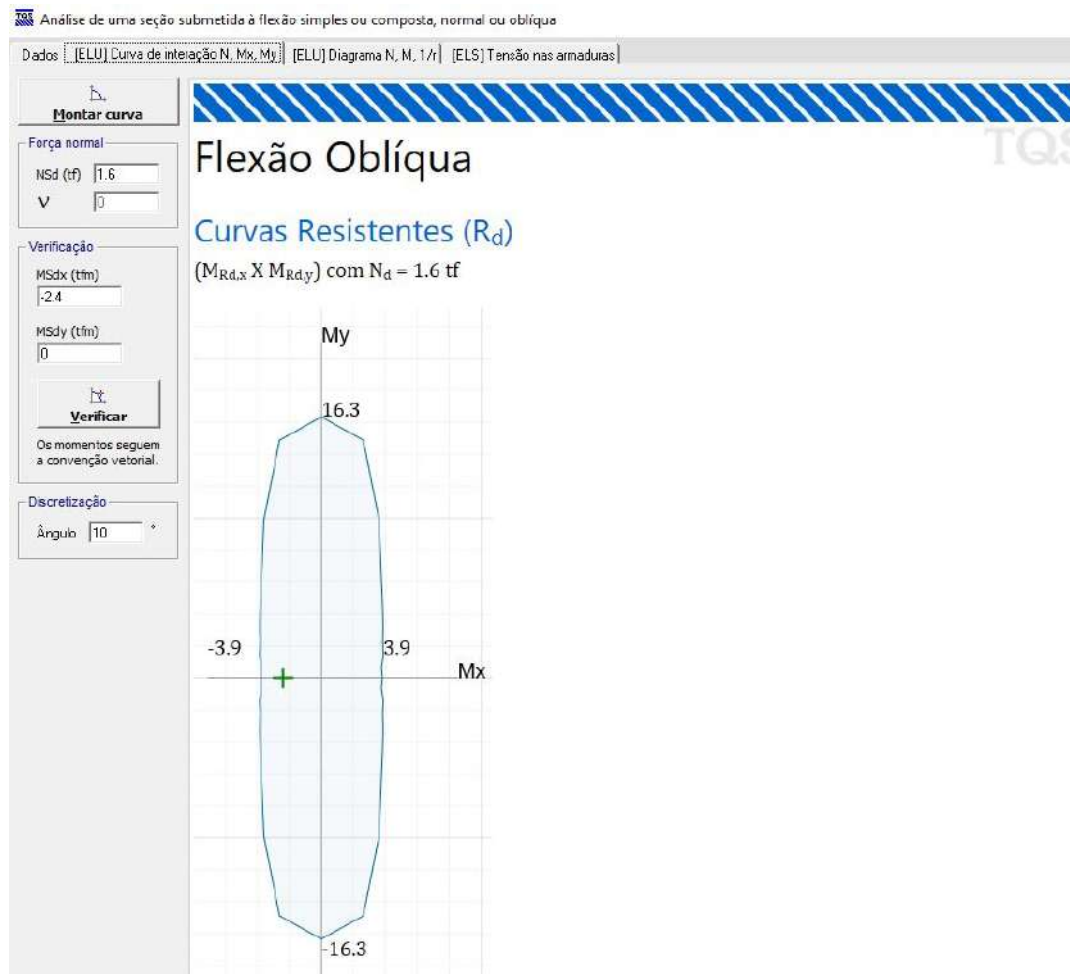
Materiais (concreto e aço)

fck (MPa): fyk (MPa):

γ_c : γ_s :

ϕ : Es (MPa):

Empresa filiada a:



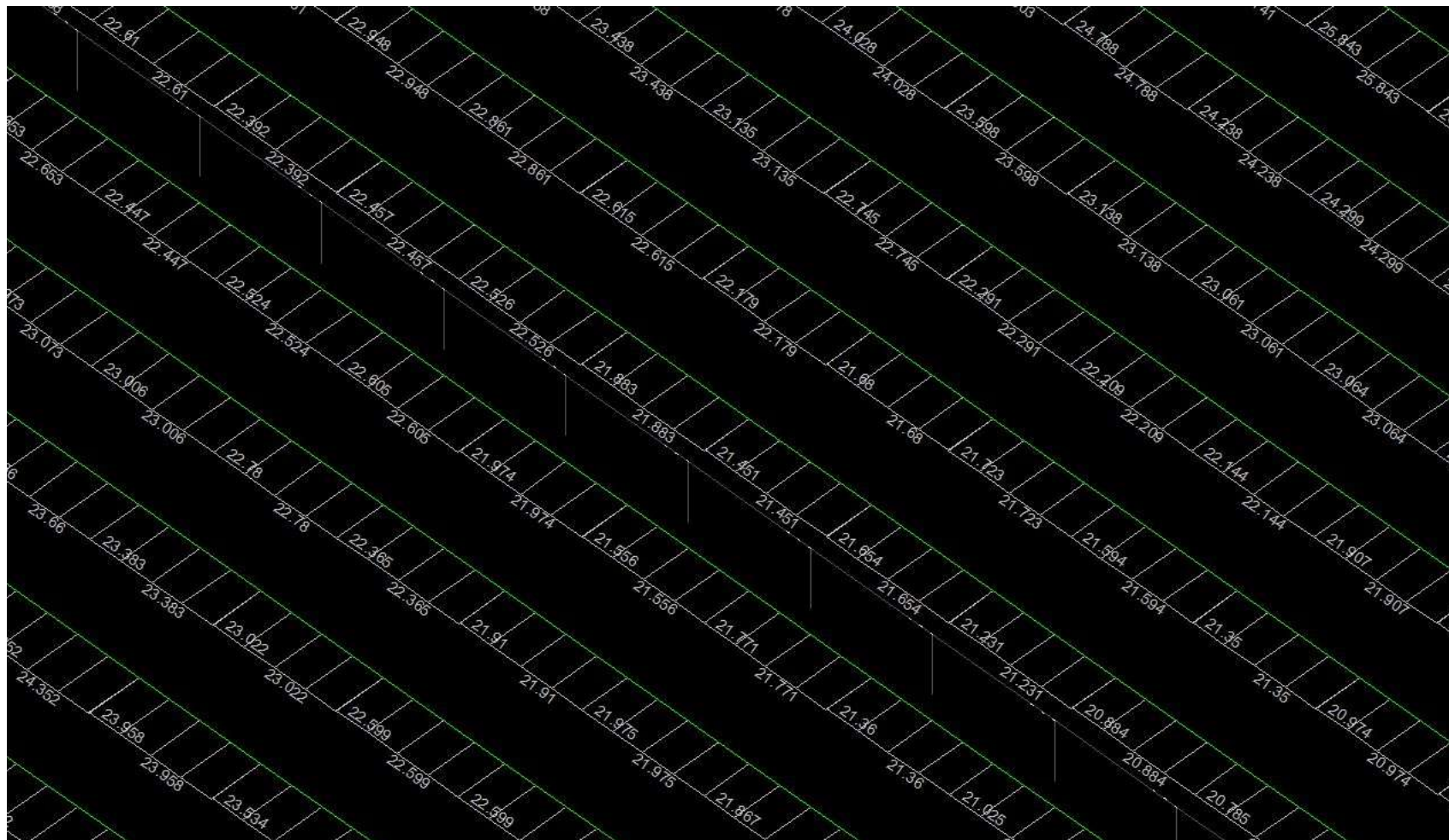
ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL

ABECE



-

Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



TOS Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados [ELU] Curva de interação N, Mx, My | [ELU] Diagrama N, M, 1/r | [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção Observação

Norma

ABNT NBR 6118

Armaduras

☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-44.8	5.2	0.8
2	-22.4	5.2	0.8
3	0	5.2	0.8
4	22.4	5.2	0.8
5	44.8	5.2	0.8
6	44.8	19.8	0.8
7	22.4	19.8	0.8
8	0	19.8	0.8
9	-22.4	19.8	0.8
10	-44.8	19.8	0.8

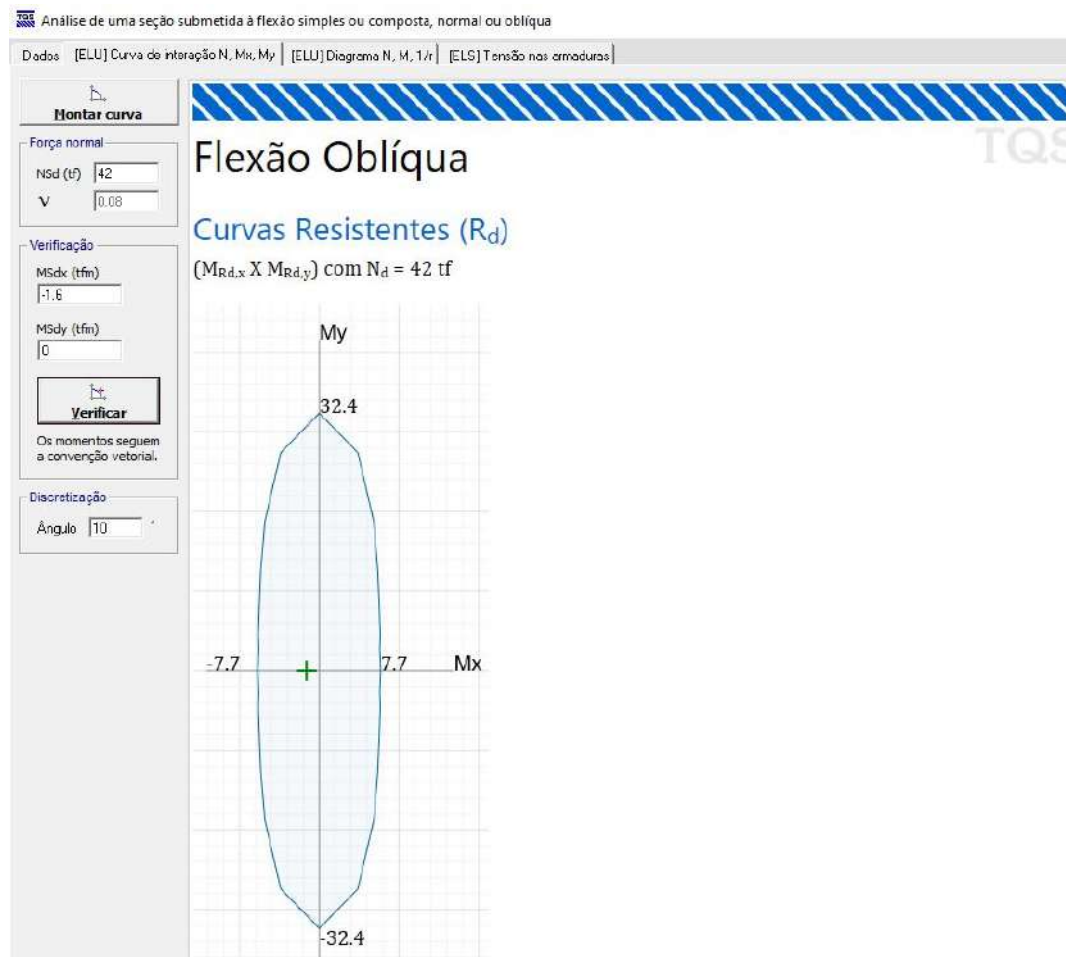
Materiais (concreto e aço)

fck (MPa) fyk (MPa)

γ_c γ_s

ϕ Es (MPa)

Empresa filiada a:



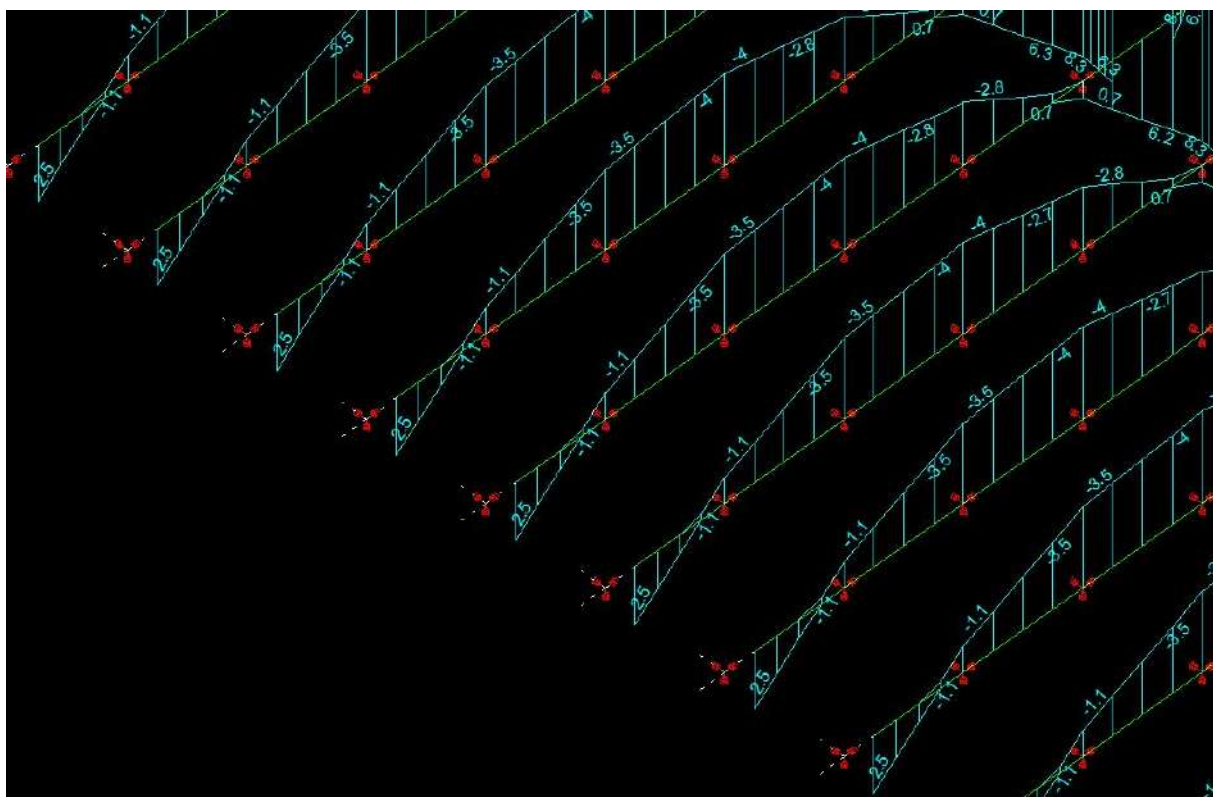
Empresa filiada a:



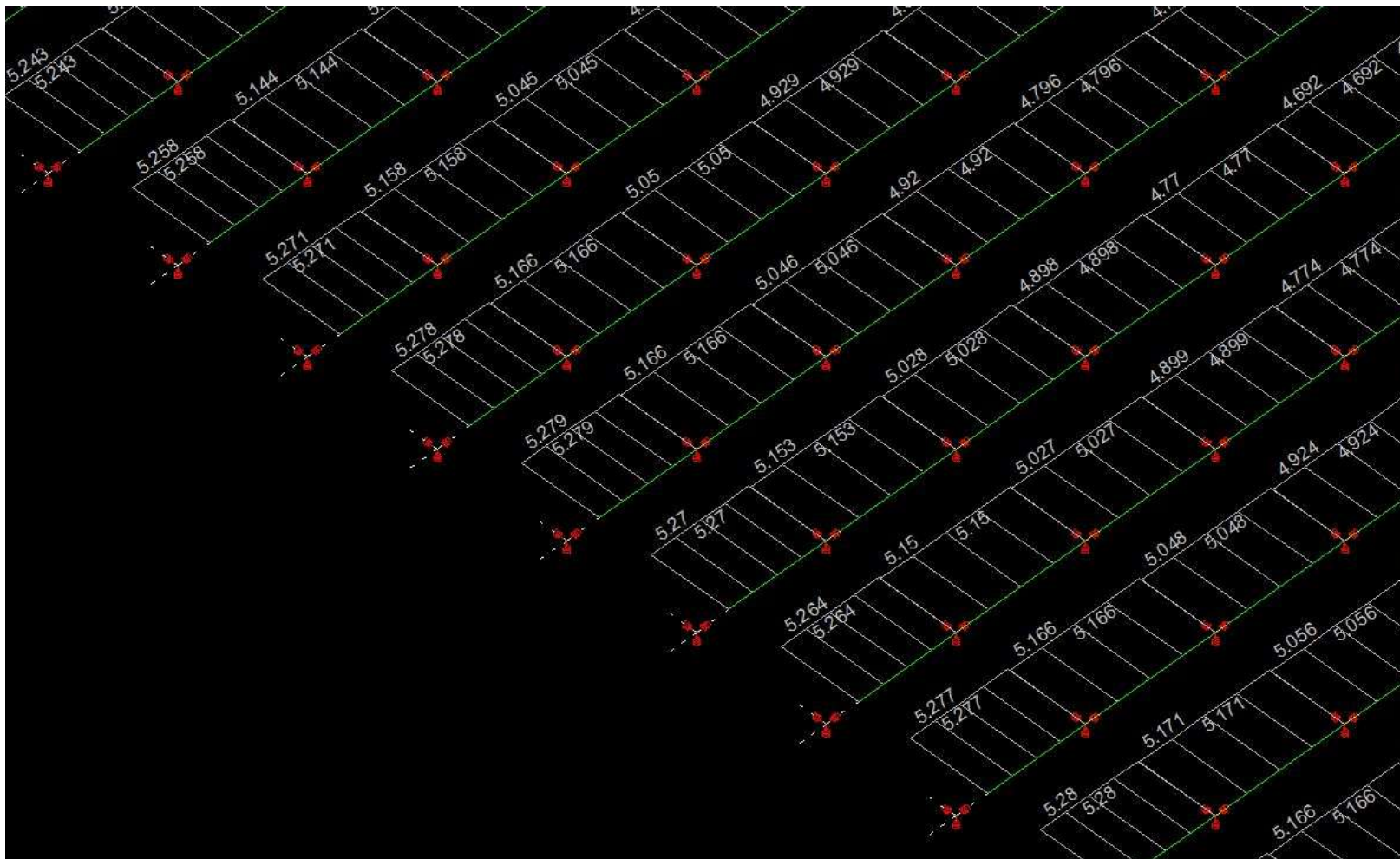
LAJE INFERIOR - BUEIRO

Direção Principal

- Face inferior apoios externos



Empresa filiada a:



Rua 124, Qd. F-23, Lt. 14, nº 90, Setor Sul – CEP: 74.093-060 – Goiânia-GO – T +55 62 3254-5500

Visite nosso site! <http://www.buenoprojetos.com.br>

Empresa filiada a:



ANÁLISE DE UMA SEÇÃO SUBMETIDA À FLEXÃO SIMPLES OU COMPOSTA, NORMAL OU OBLÍQUA

Dados | [ELU] Curva de interação N, M_x, M_y | [ELU] Diagrama N, M, 1/r | [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção: Observação:

Norma: ABNT NBR 6118

Armaduras

☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-46.2	3.8	0.9
2	-23.1	3.8	0.9
3	0	3.8	0.9
4	23.1	3.8	0.9
5	46.2	3.8	0.9
6	46.2	21.2	0.8
7	23.1	21.2	0.8
8	0	21.2	0.8
9	-23.1	21.2	0.8
10	-46.2	21.2	0.8

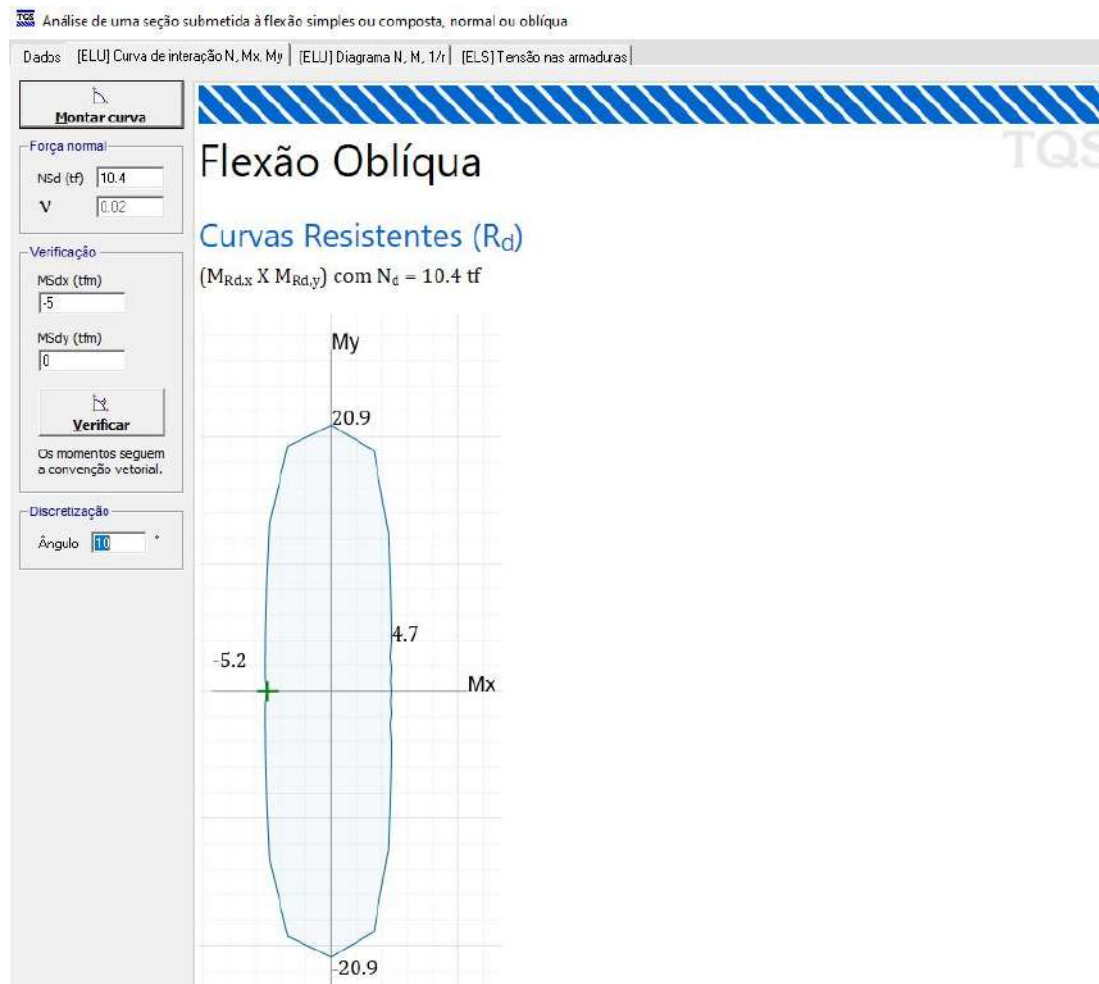
Materiais (concreto e aço)

f_{ck} (MPa): 30 f_{yk} (MPa): 500

γ_c: 1.4 γ_s: 1.15

Φ: 0 E_s (MPa): 210000

Empresa filiada a:



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL

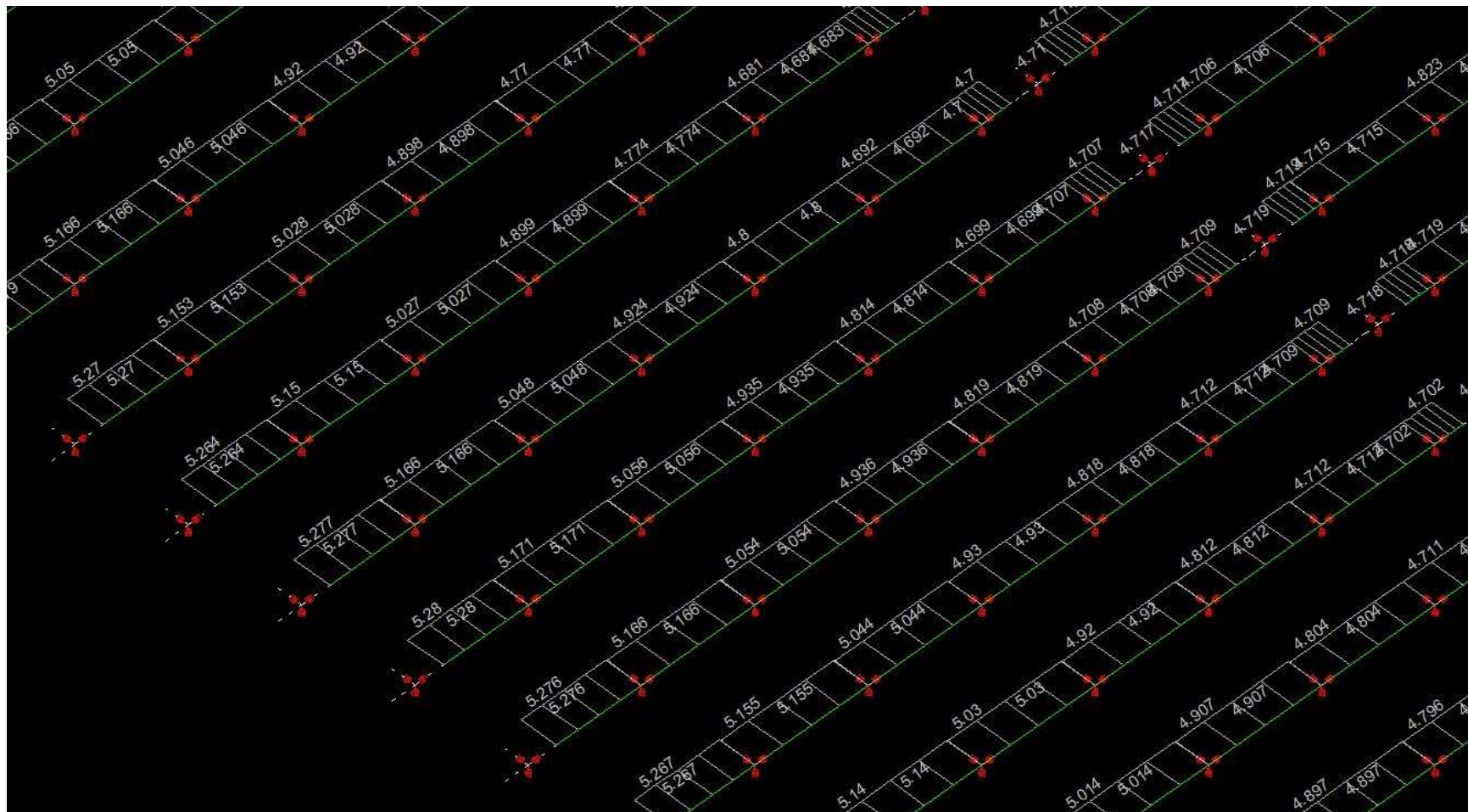


ABECE



-

Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



AN Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados | [ELU] Curva de interação N, Mx, My | [ELU] Diagrama N, M, 1/r | [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção: Observação:

Norma: ABNT NBR 6118

Armaduras

☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-46.2	3.8	1.7
2	-23.1	3.8	1.7
3	0	3.8	1.7
4	23.1	3.8	1.7
5	46.2	3.8	1.7
6	46.2	21.2	0.8
7	23.1	21.2	0.8
8	0	21.2	0.8
9	-23.1	21.2	0.8
10	-46.2	21.2	0.8

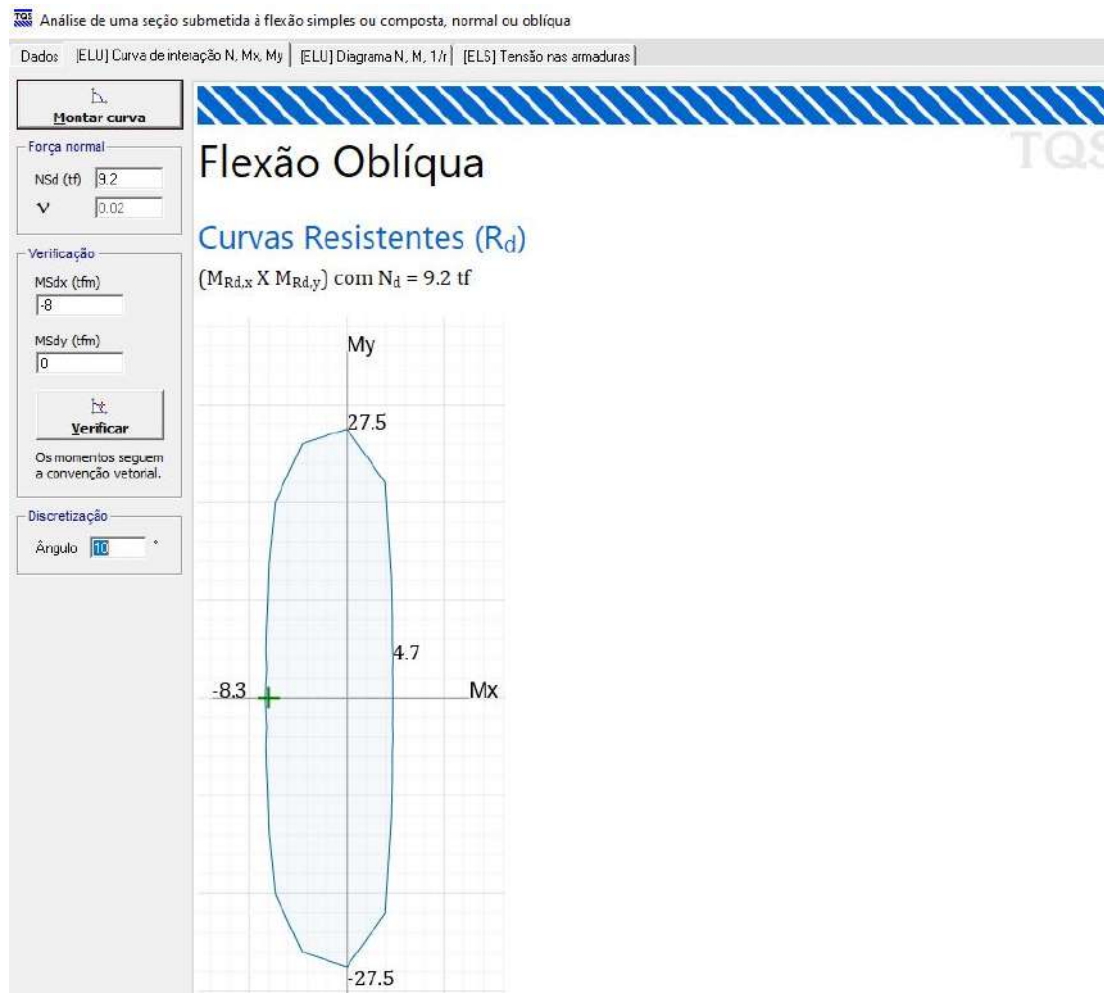
Materials (concreto e aço)

fck (MPa): 30 fyk (MPa): 500

γ_c : 1.4 γ_s : 1.15

ϕ : 0 Es (MPa): 210000

Empresa filiada a:



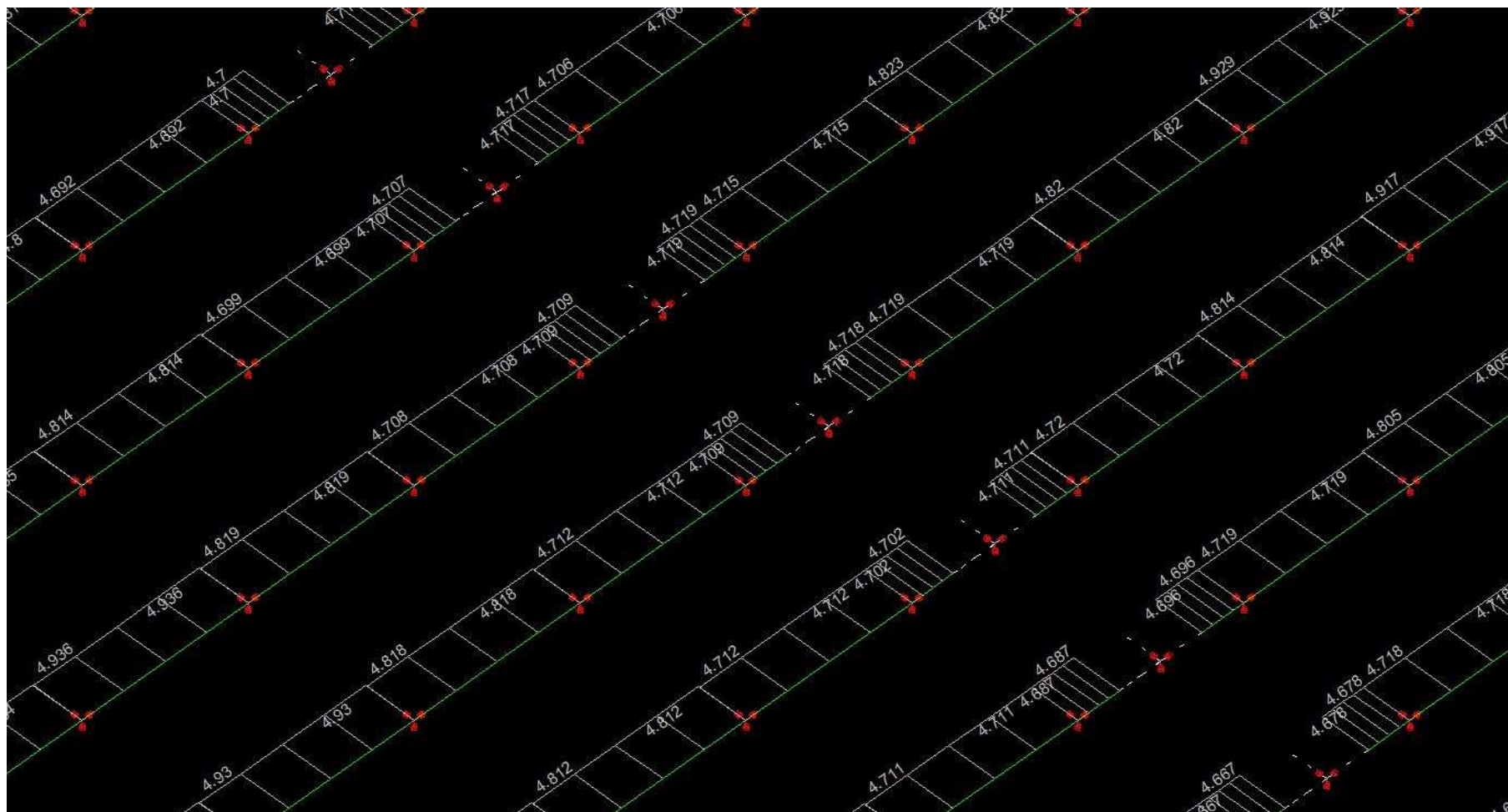
Empresa filiada a:



- Face inferior apoio central



Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



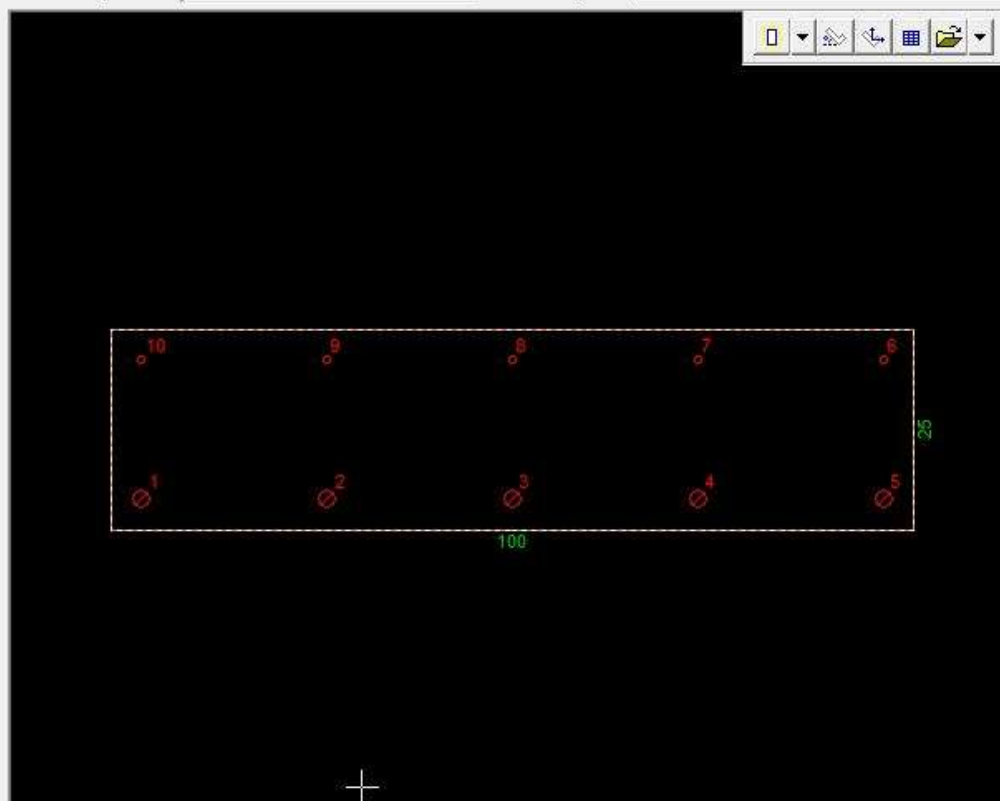
Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados | [ELU] Curva de interação N, Mx, My | [ELU] Diagrama N, M, 1/r | [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção

Observação



Norma

ABNT NBR 6118

Armaduras

☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-46.2	3.8	3.9
2	-23.1	3.8	3.9
3	0	3.8	3.9
4	23.1	3.8	3.9
5	46.2	3.8	3.9
6	46.2	21.2	0.8
7	23.1	21.2	0.8
8	0	21.2	0.8
9	-23.1	21.2	0.8
10	-46.2	21.2	0.8

Materiais (concreto e aço)

fck (MPa)

30

fyk (MPa)

500

γ_c

1.4

γ_s

1.15

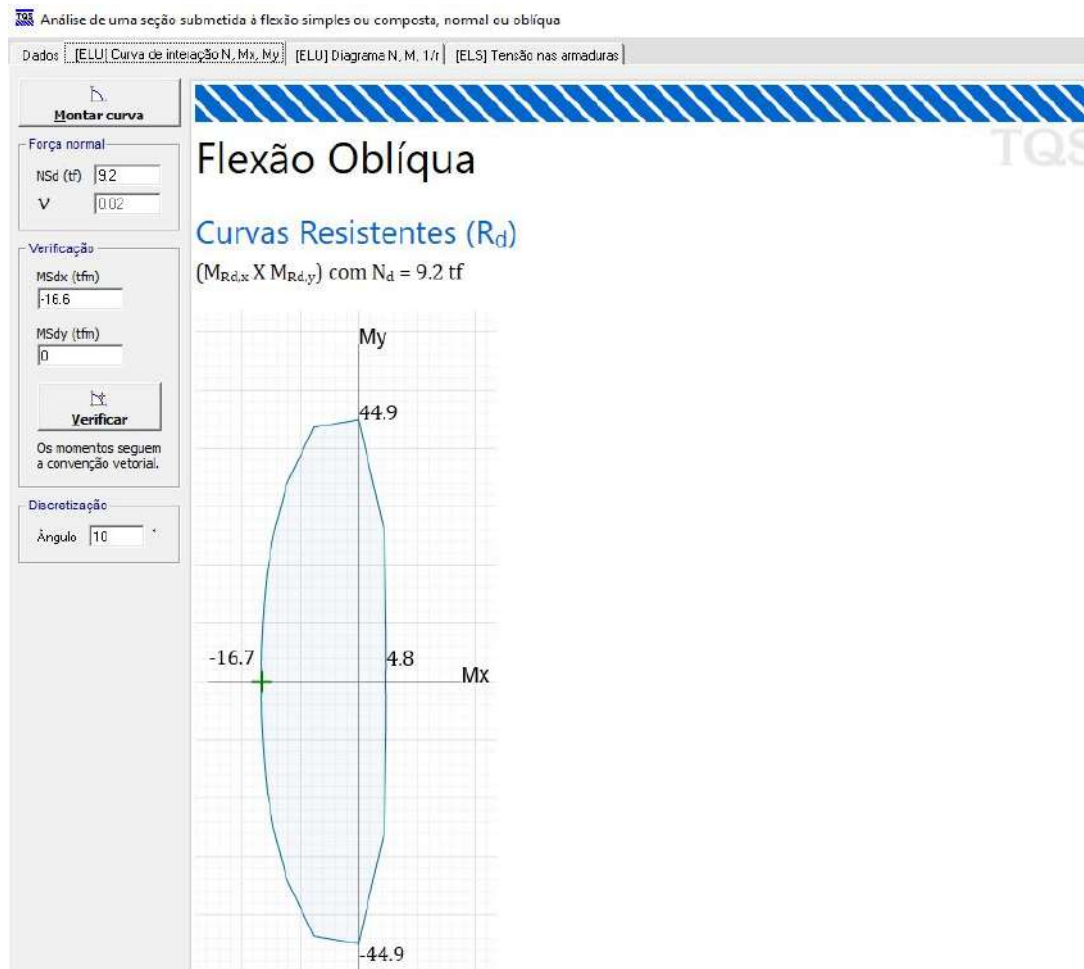
ϕ

0

Es (MPa)

210000

Empresa filiada a:



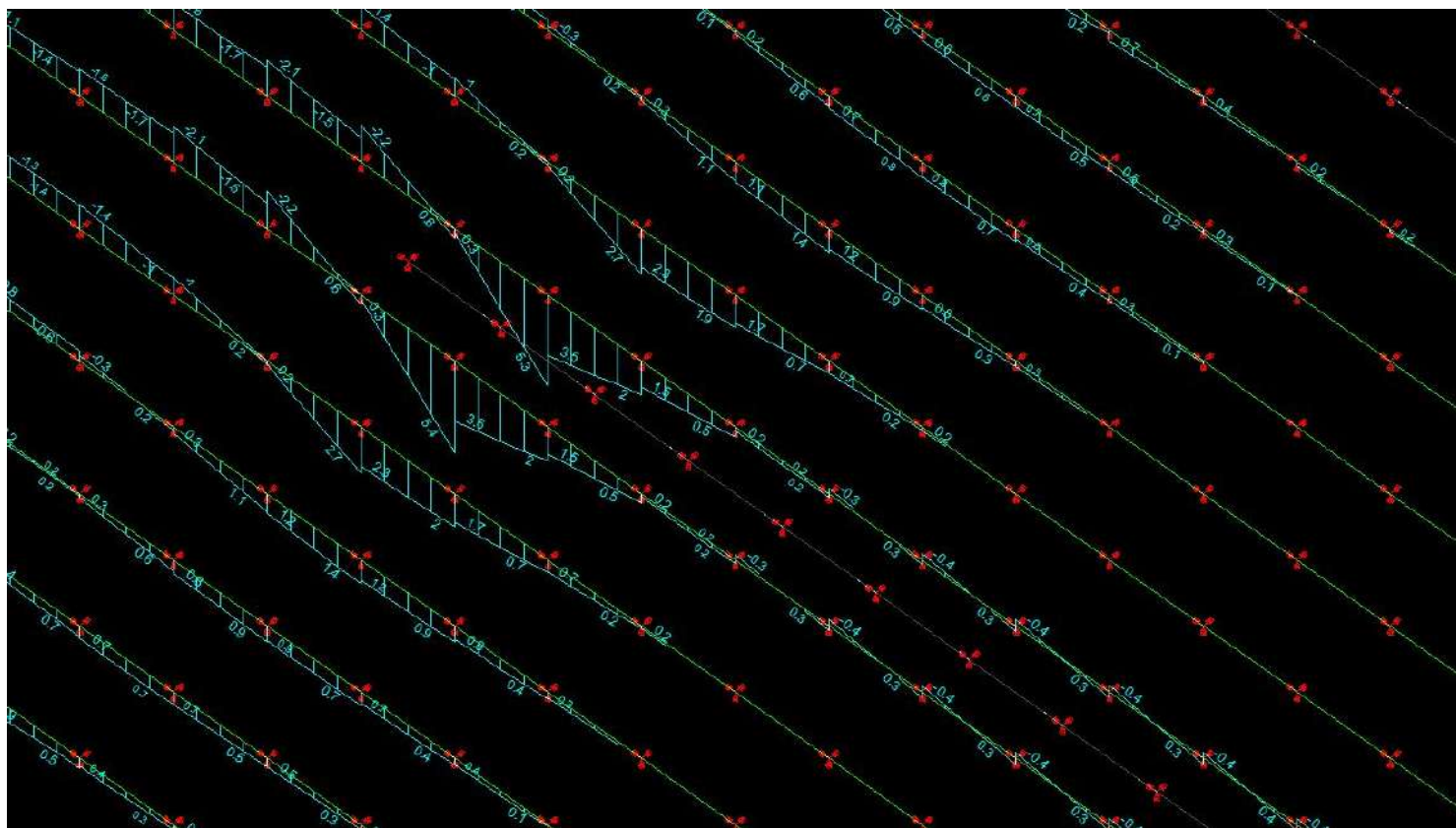
ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL



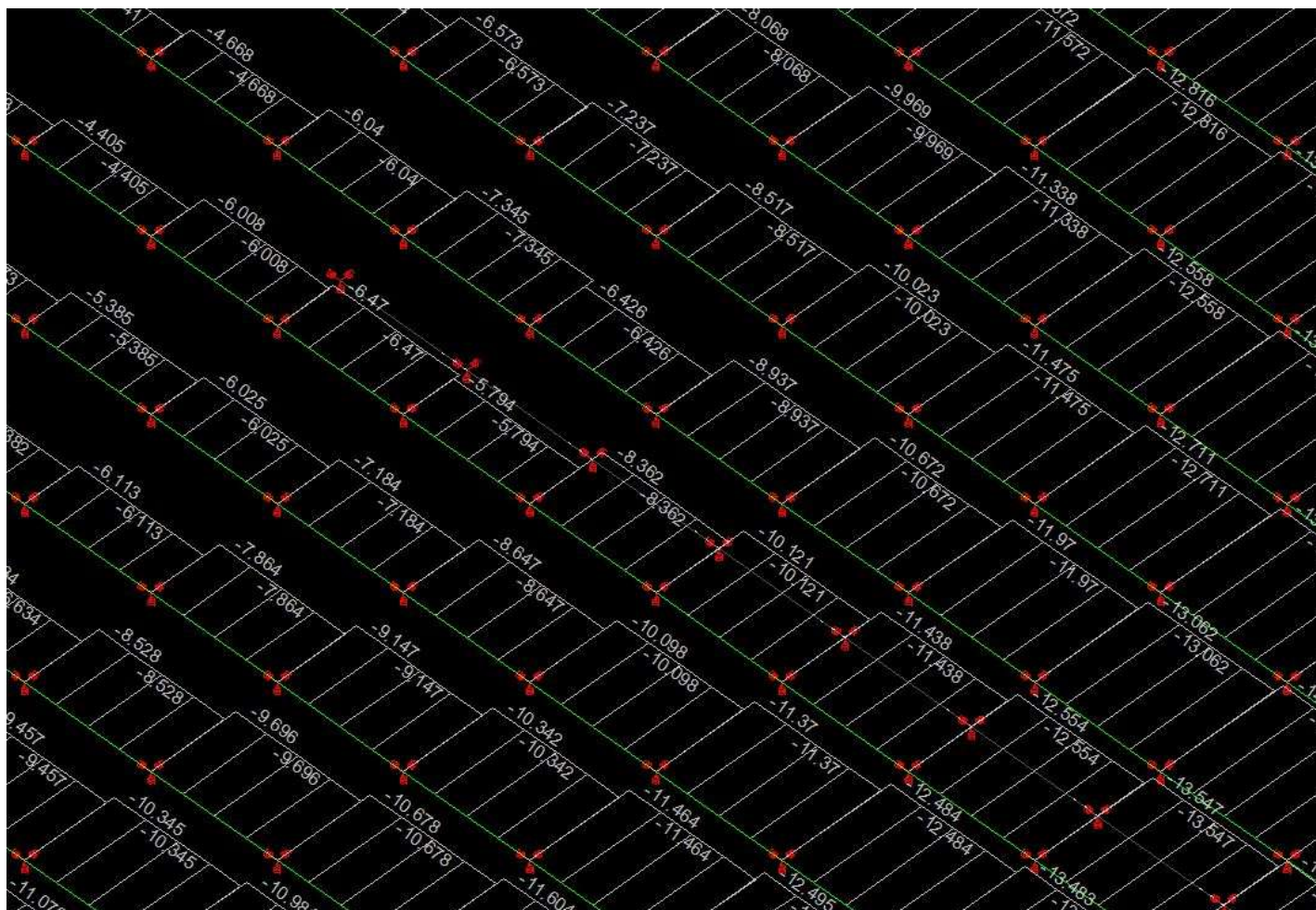
ABECE



- Face inferior extremidades



Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



TOE Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados: [ELU] Curva de interação N, Mx, My | [ELU] Diagrama N, M, 1/r | [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção: Observação:

Norma: ABNT NBR 6118

Armaduras: ☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-44.6	5.4	2.5
2	-22.3	5.4	2.5
3	0	5.4	2.5
4	22.3	5.4	2.5
5	44.6	5.4	2.5
6	44.6	19.6	0.8
7	22.3	19.6	0.8
8	0	19.6	0.8
9	-22.3	19.6	0.8
10	-44.6	19.6	0.8

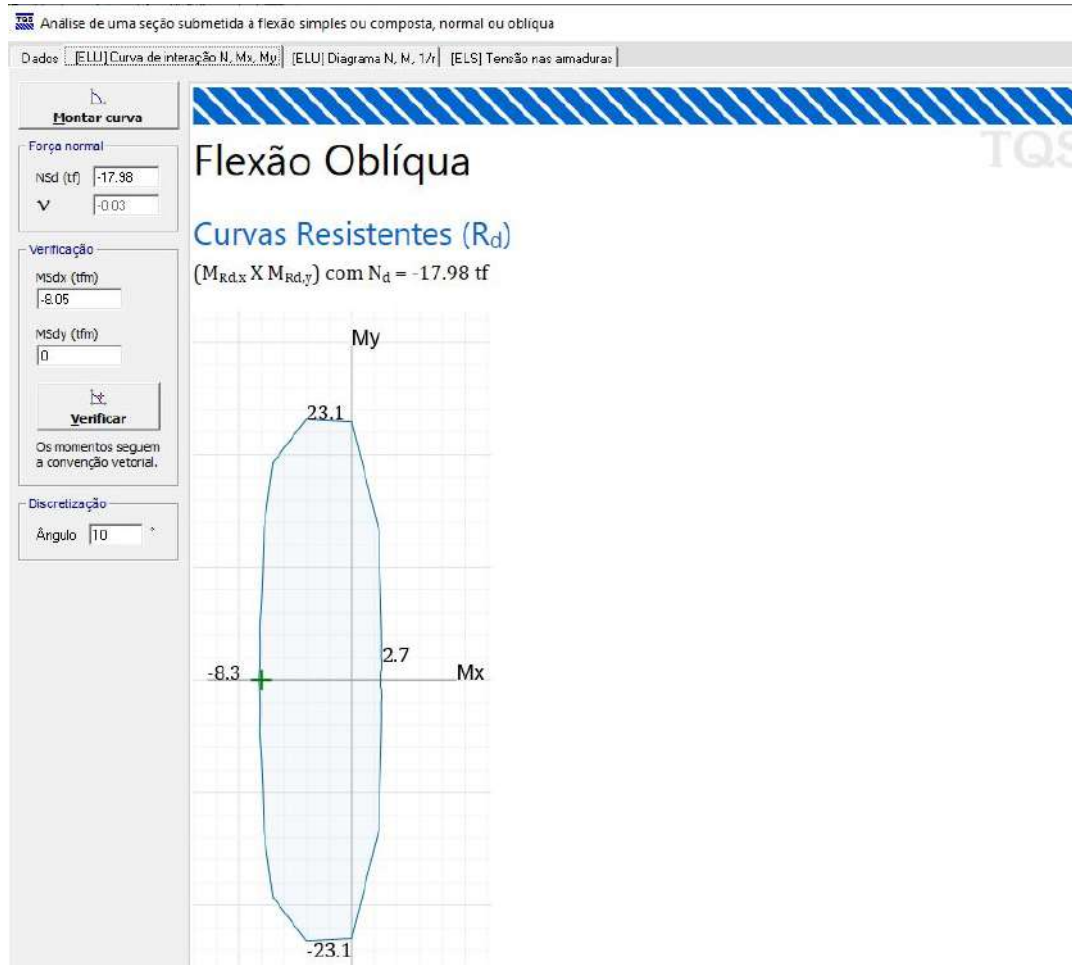
Materiais (concreto e aço)

f_{ck} (MPa): 30 f_{yk} (MPa): 500

γ_c: 1.4 γ_s: 1.15

Φ: 0 E_s (MPa): 210000

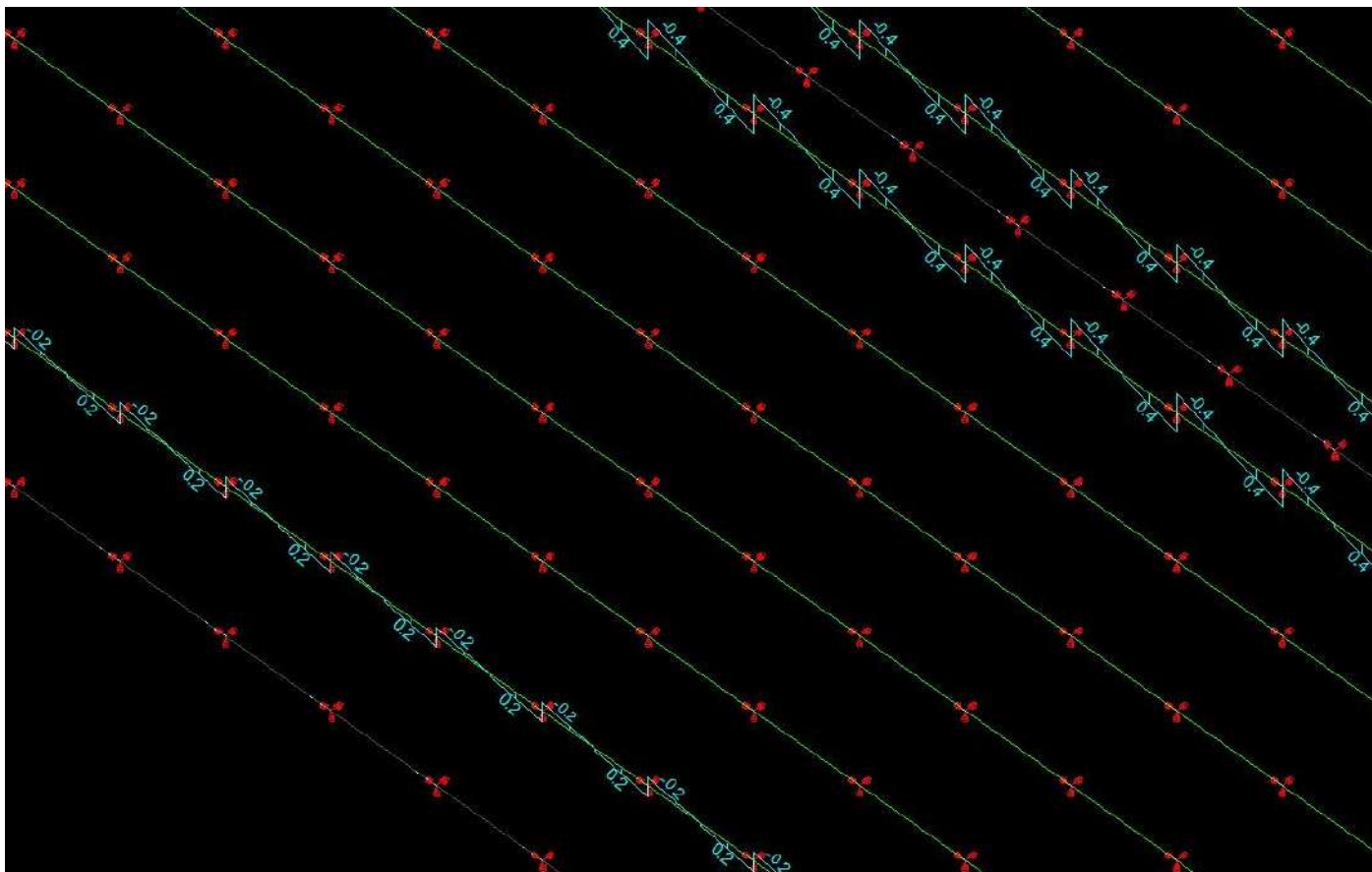
Empresa filiada a:



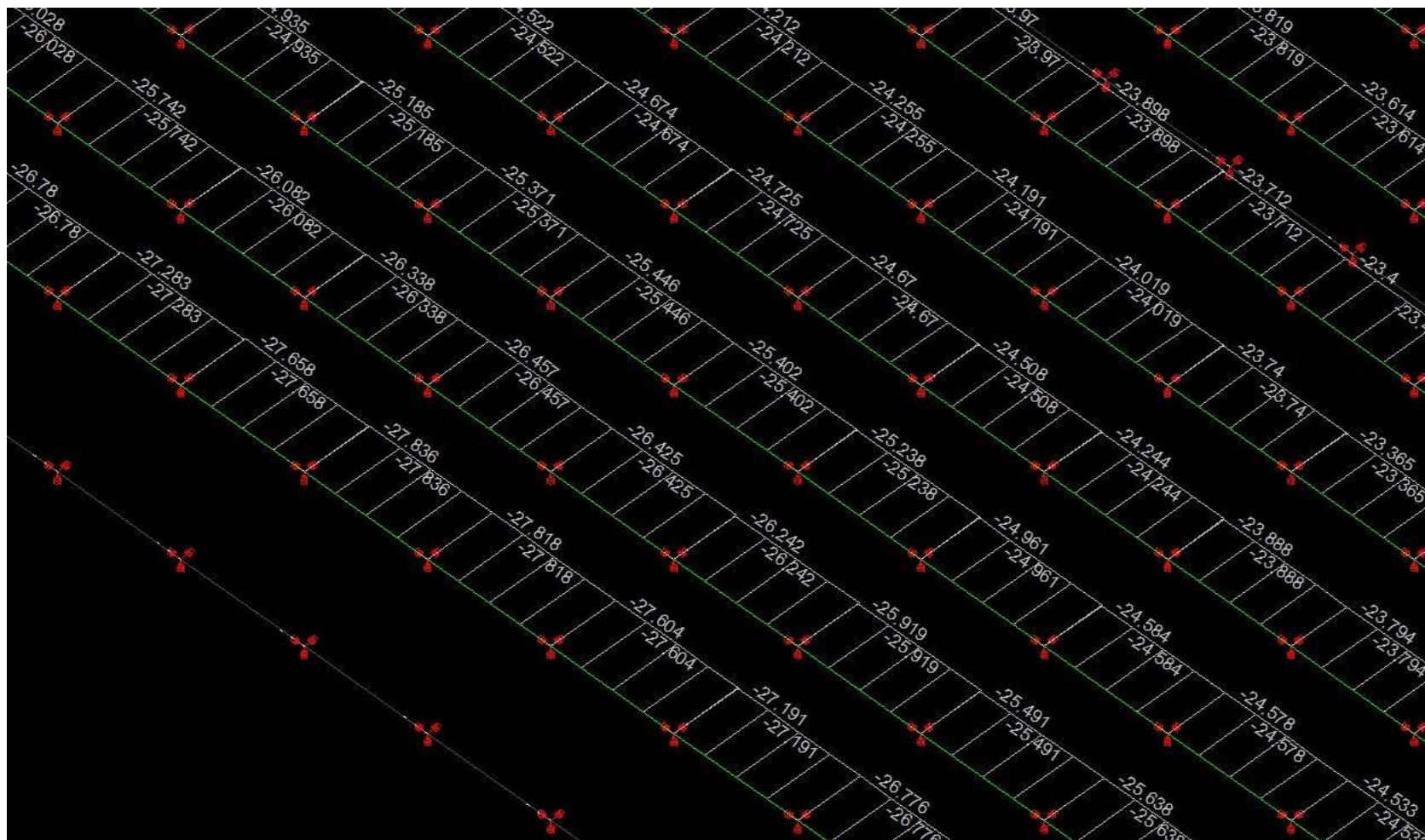
Empresa filiada a:



- Face superior e inferior central



Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



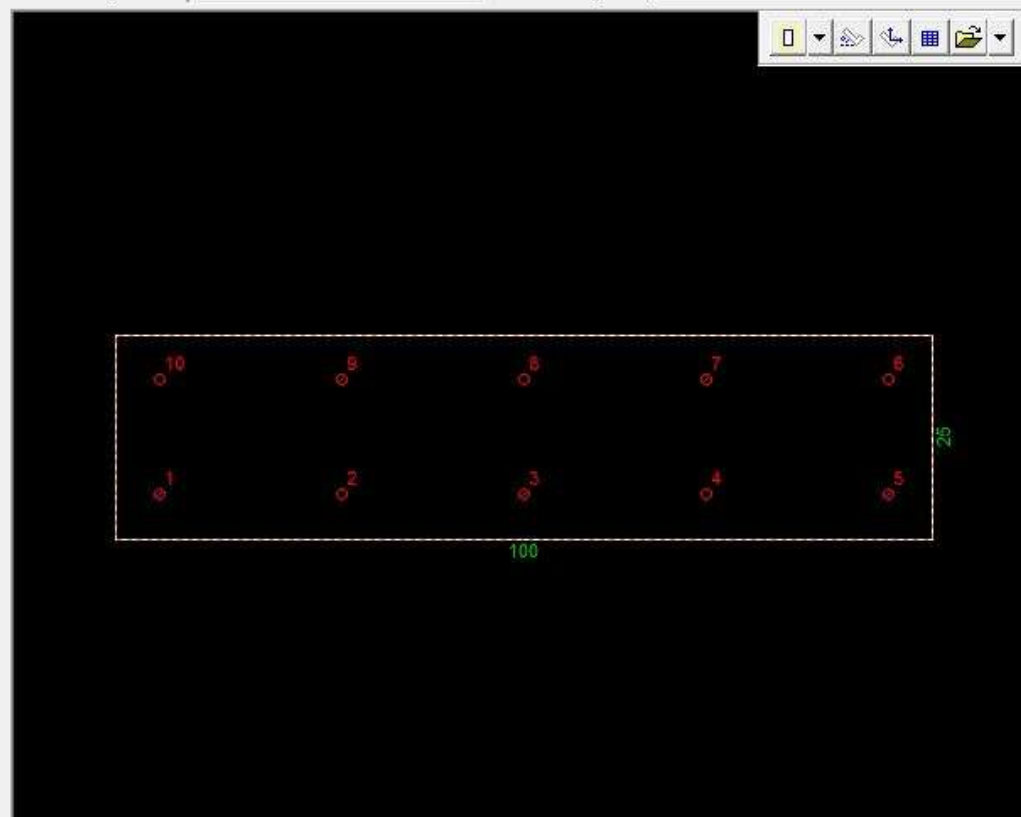
Tos Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados [ELU] Curva de interação N, Mx, My [ELU] Diagrama N, M, 1/r [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção

Observação



Norma

ABNT NBR 6118

Armaduras

☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-44.6	5.4	1.6
2	-22.3	5.4	1.6
3	0	5.4	1.6
4	22.3	5.4	1.6
5	44.6	5.4	1.6
6	44.6	19.6	1.6
7	22.3	19.6	1.6
8	0	19.6	1.6
9	-22.3	19.6	1.6
10	-44.6	19.6	1.6

Materiais (concreto e aço)

fck (MPa)

30

fyk (MPa)

500

γ_c

1.4

γ_s

1.15

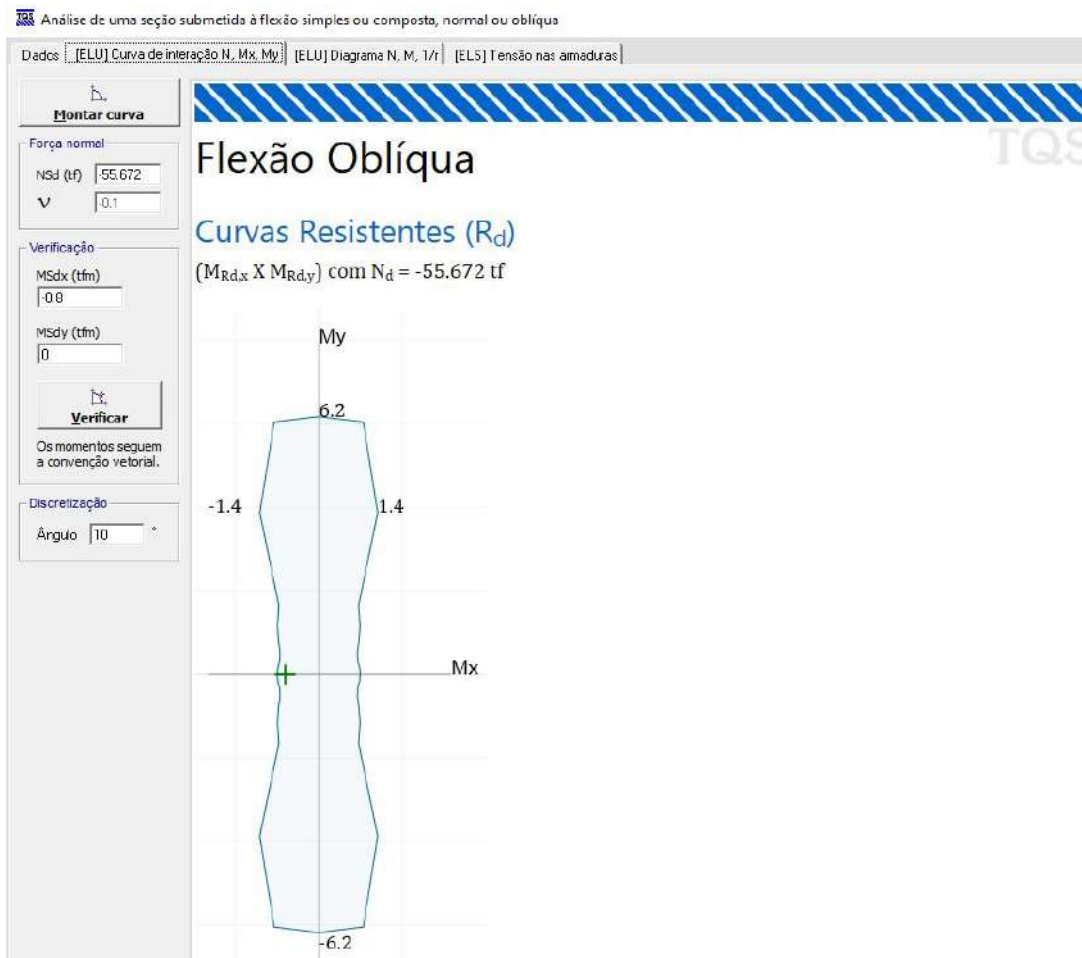
Φ

0

Es (MPa)

210000

Empresa filiada a:



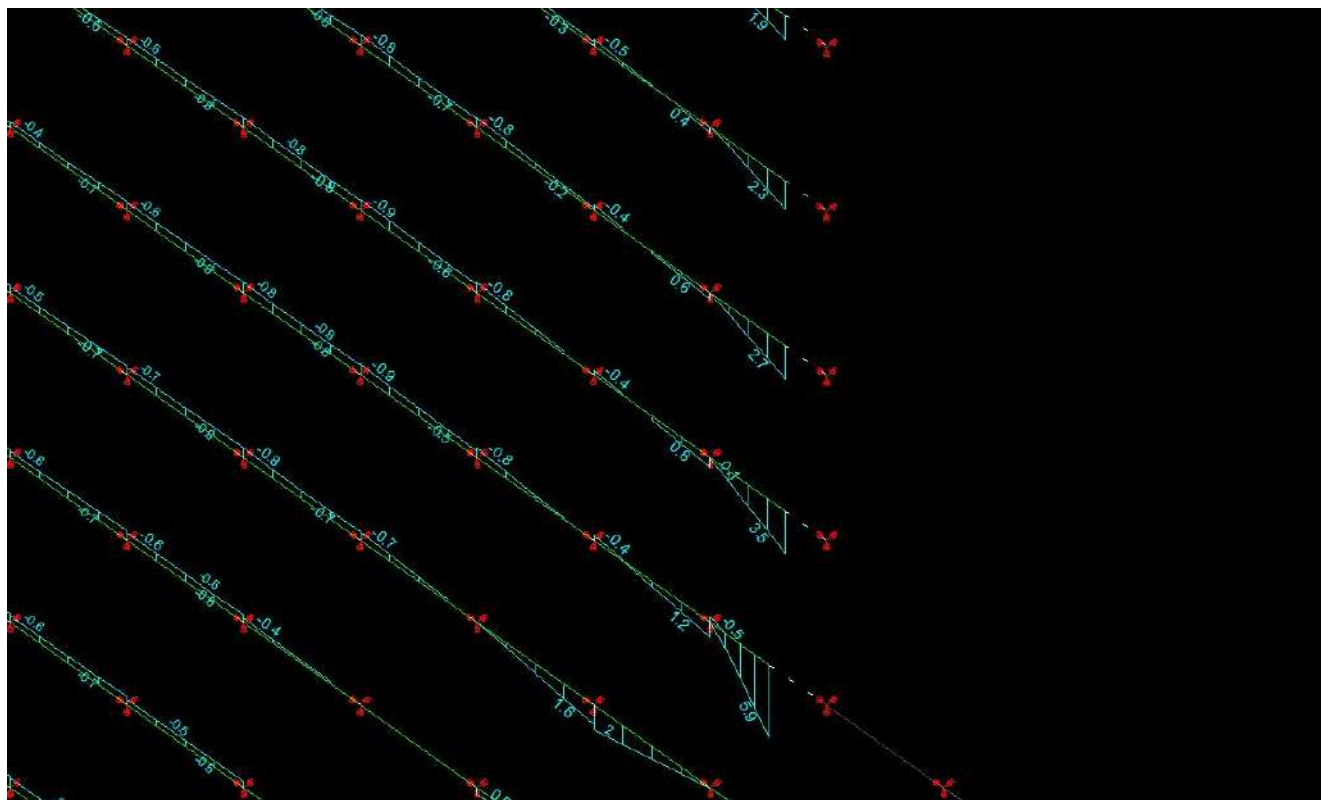
Empresa filiada a:



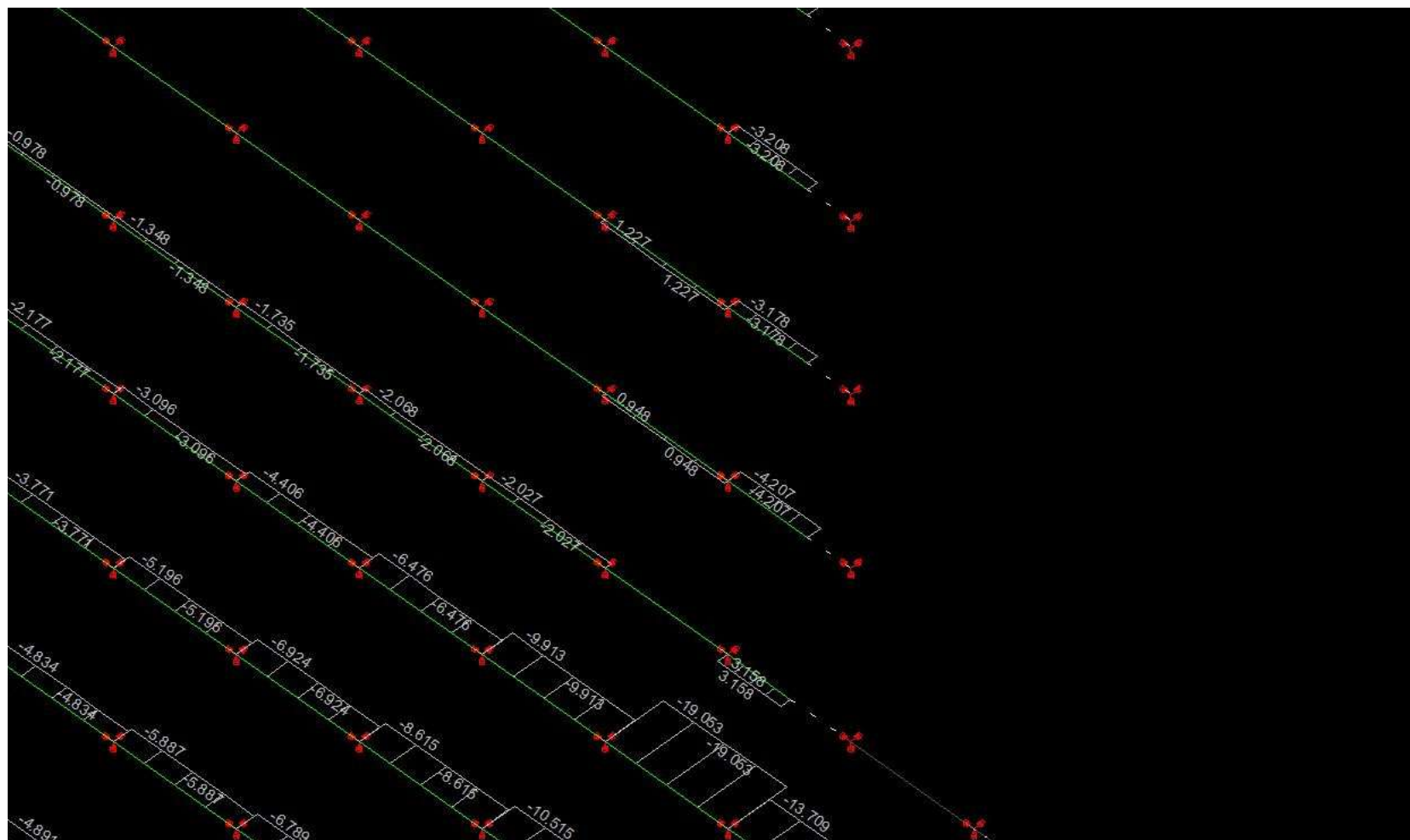
LAJE INFERIOR - ALAS

Direção Principal

- Face inferior – ligação ALAS



Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



TOE Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados: [ELU] Curva de interação N, Mx, My | [ELU] Diagrama N, M, 1/r | [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção: Observação:

Norma:

Armaduras

☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-44.6	5.4	2.4
2	-22.3	5.4	2.4
3	0	5.4	2.4
4	22.3	5.4	2.4
5	44.6	5.4	2.4
6	44.6	19.6	0.8
7	22.3	19.6	0.8
8	0	19.6	0.8
9	-22.3	19.6	0.8
10	-44.6	19.6	0.8

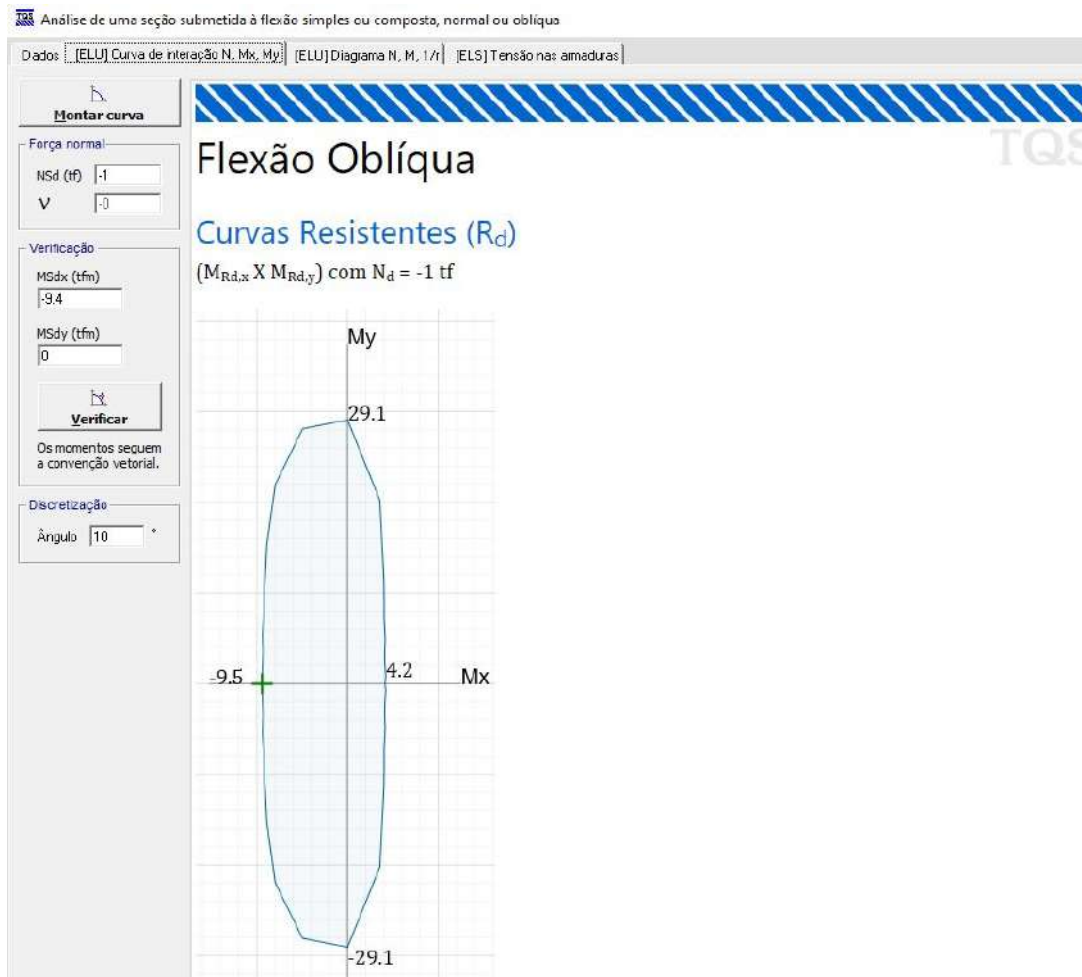
Materials (concreto e aço)

fck (MPa): fyk (MPa):

γ_c : γ_s :

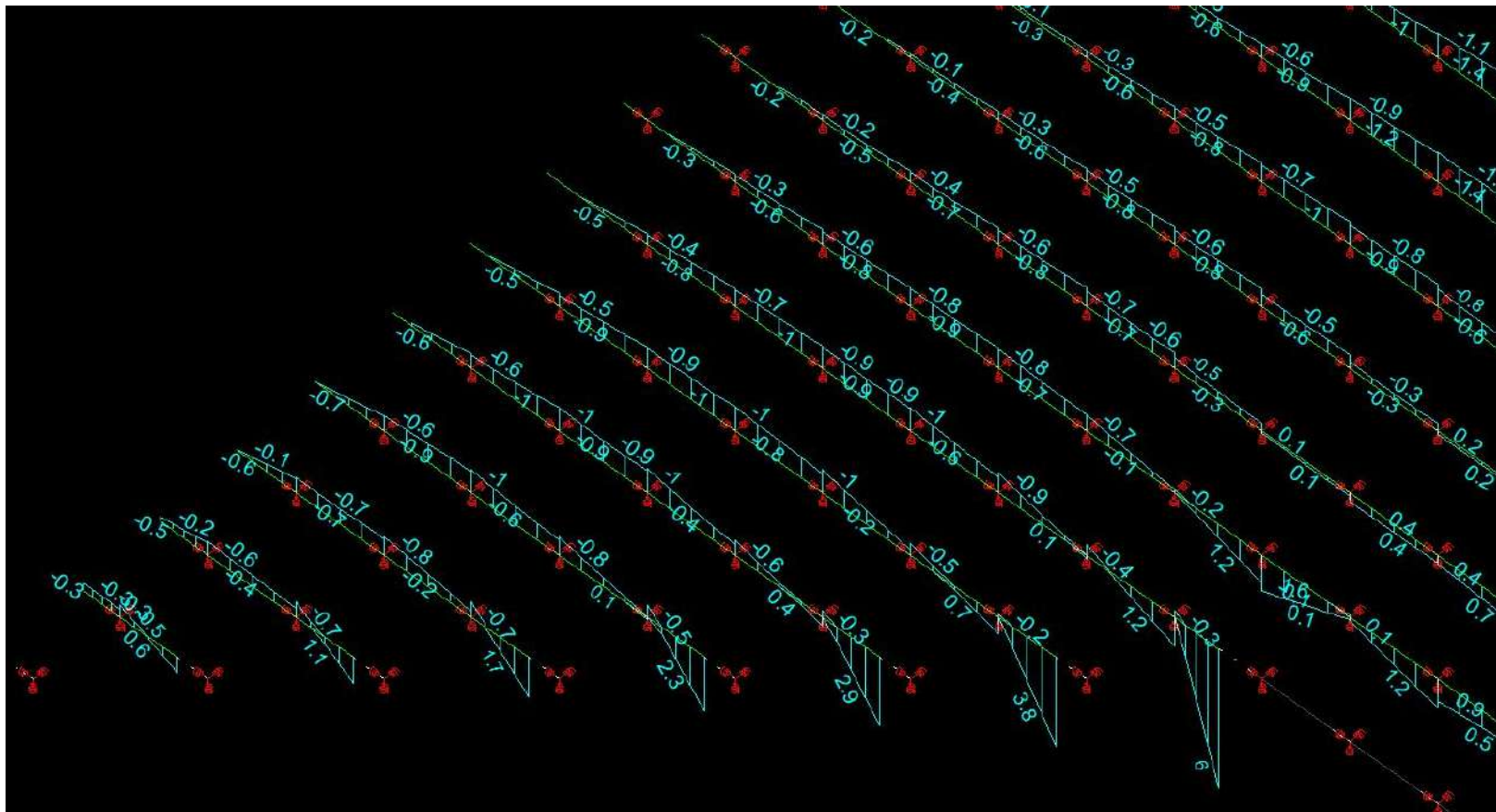
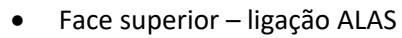
ϕ : Es (MPa):

Empresa filiada a:

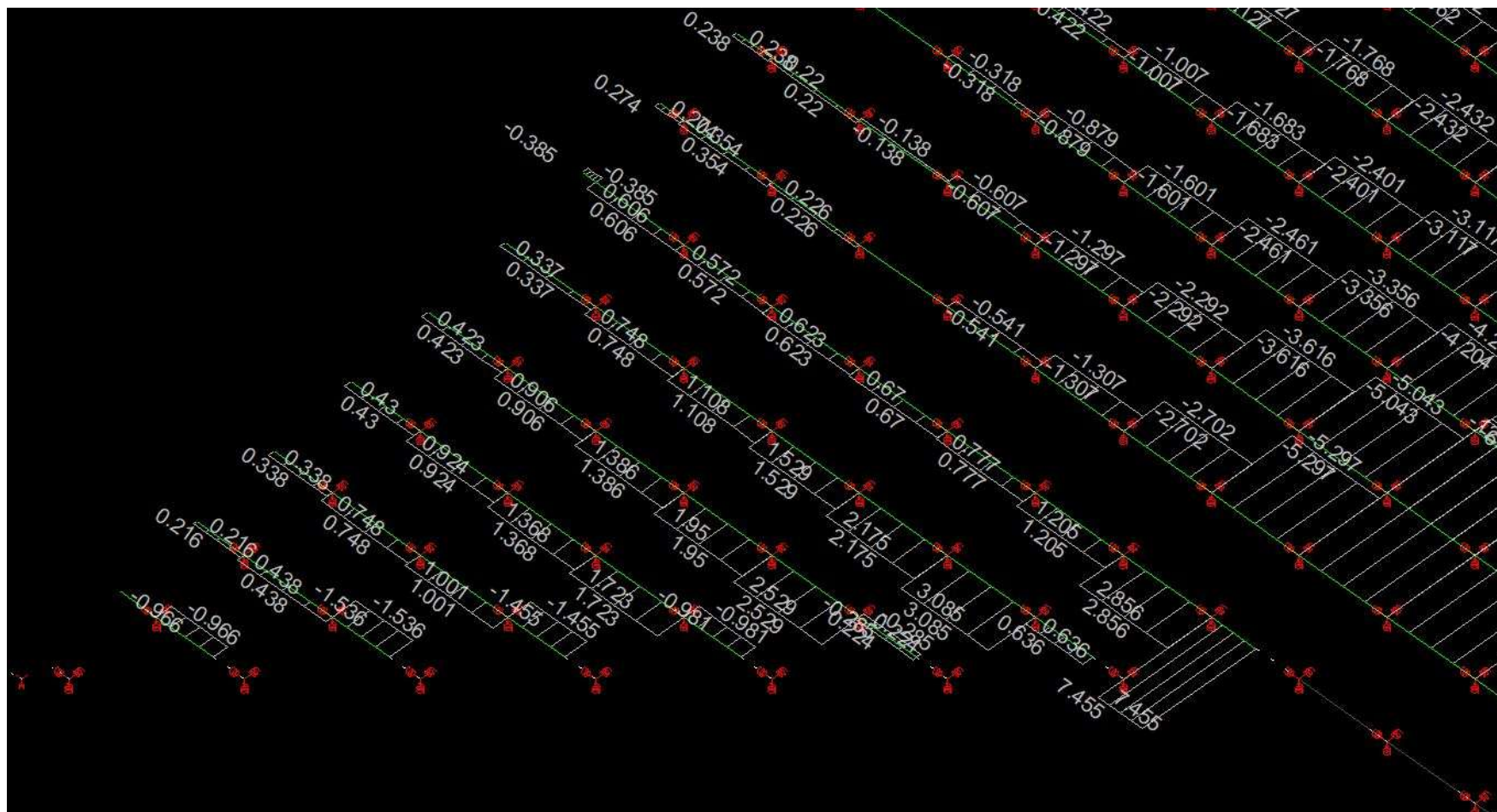


ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL

ABECE



Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



TOE Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados: [ELU] Curva de interação N, Mx, My | [ELU] Diagrama N, M, 1/r | [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção: Observação:

100 25

Norma: ABNT NBR 6118

Armaduras: ☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-44.6	5.4	0.8
2	-22.3	5.4	0.8
3	0	5.4	0.8
4	22.3	5.4	0.8
5	44.6	5.4	0.8
6	44.6	19.6	0.8
7	22.3	19.6	0.8
8	0	19.6	0.8
9	-22.3	19.6	0.8
10	-44.6	19.6	0.8

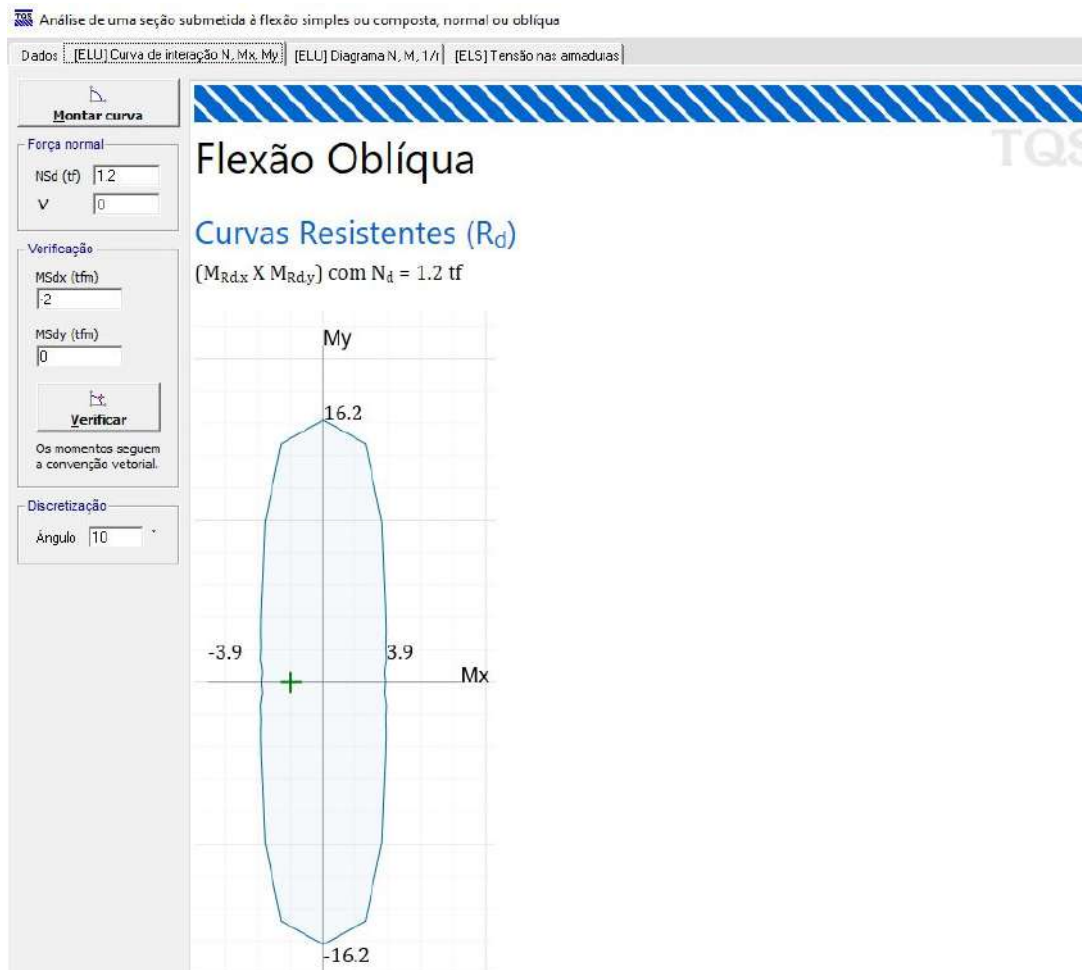
Materials (concreto e aço)

fck (MPa): 30 fyk (MPa): 500

γ_c : 1.4 γ_s : 1.15

ϕ : 0 Es (MPa): 210000

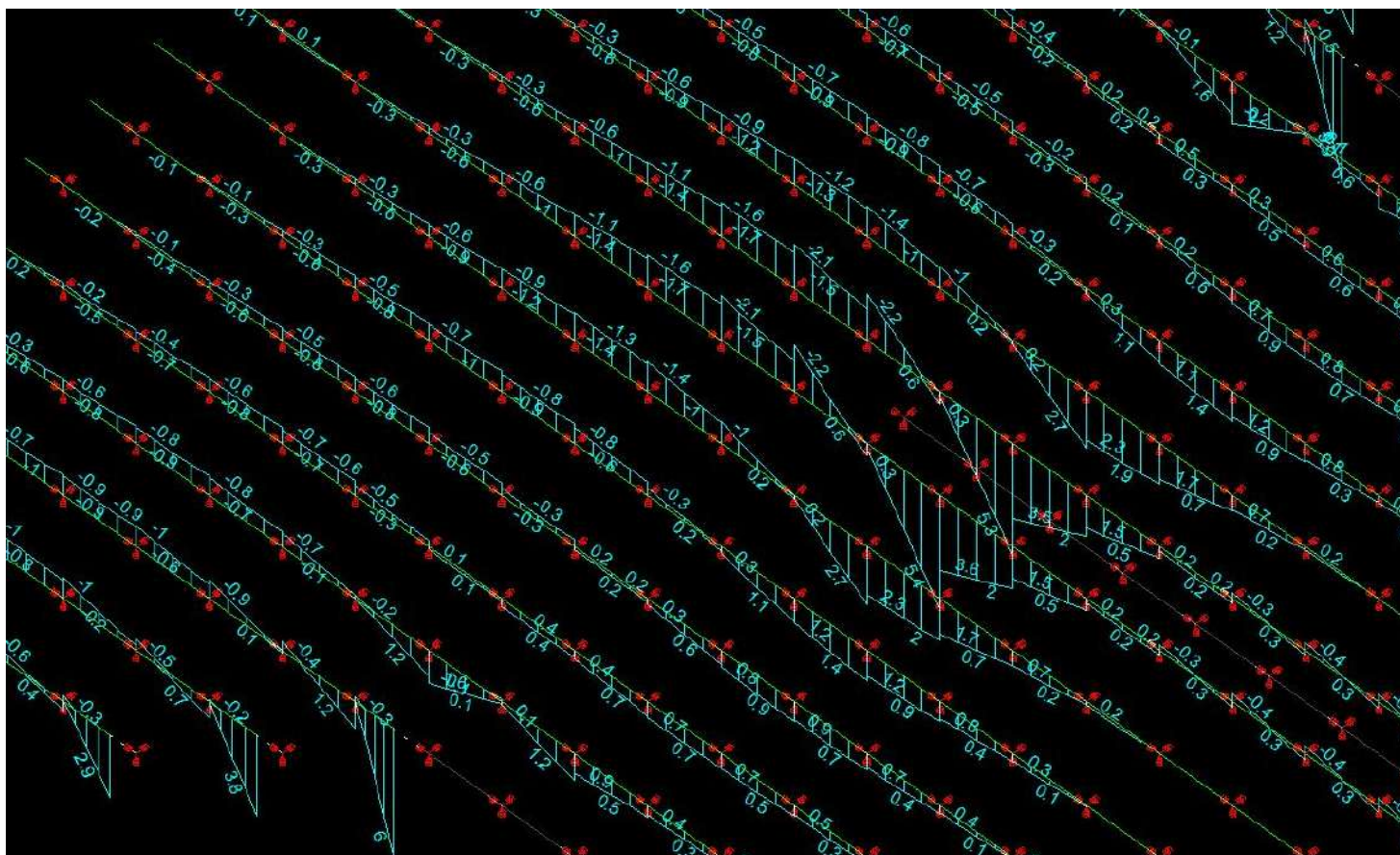
Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



- Face inferior – ligação BUEIRO



Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



TOE Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados | [ELU] Curva de interação N, Mx, My | [ELU] Diagrama N, M, 1/r | [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção: Observação:

Norma: ABNT NBR 6118

Armaduras: ☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-44.6	5.4	1.0
2	-22.3	5.4	1.0
3	0	5.4	1.0
4	22.3	5.4	1.0
5	44.6	5.4	1.0
6	44.6	19.6	0.8
7	22.3	19.6	0.8
8	0	19.6	0.8
9	-22.3	19.6	0.8
10	-44.6	19.6	0.8

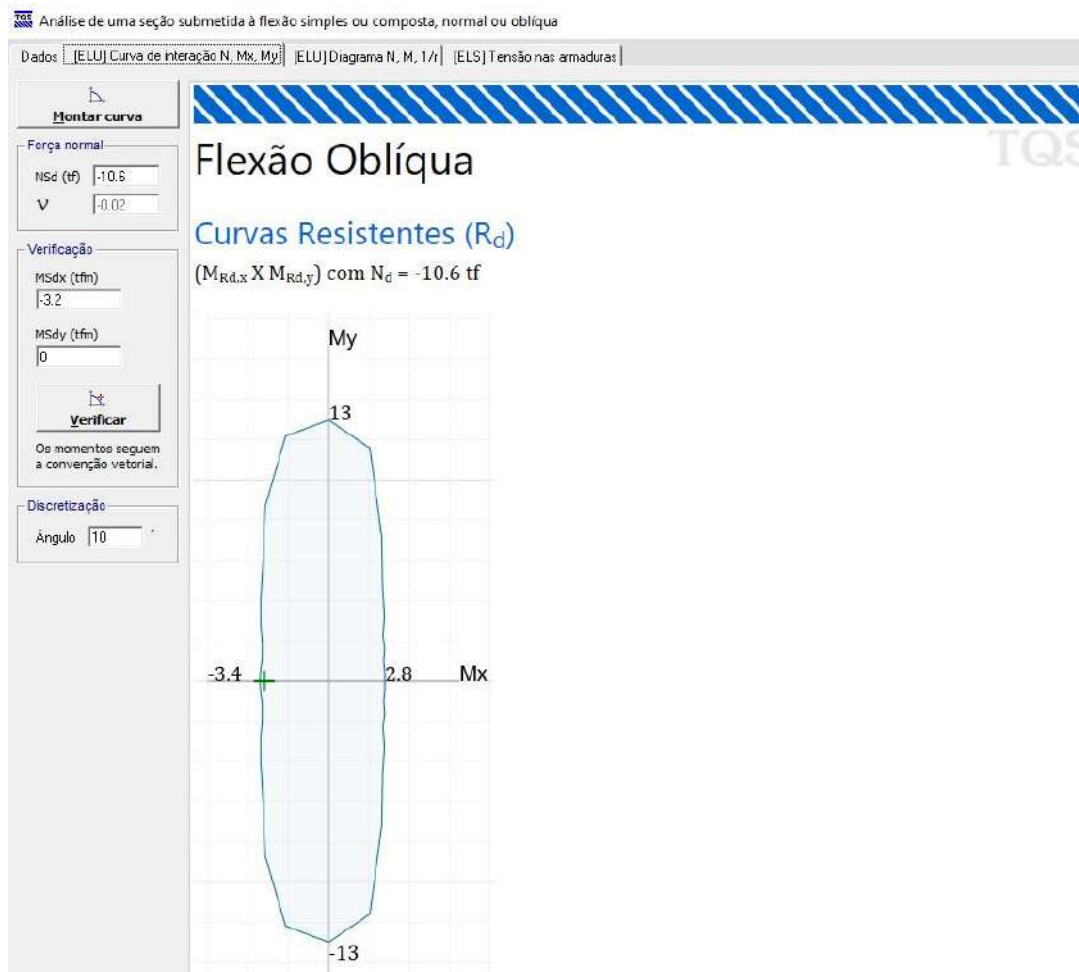
Materiais (concreto e aço)

fck (MPa): 30 fyk (MPa): 500

γ_c : 1.4 γ_s : 1.15

ϕ : 0 Es (MPa): 210000

Empresa filiada a:



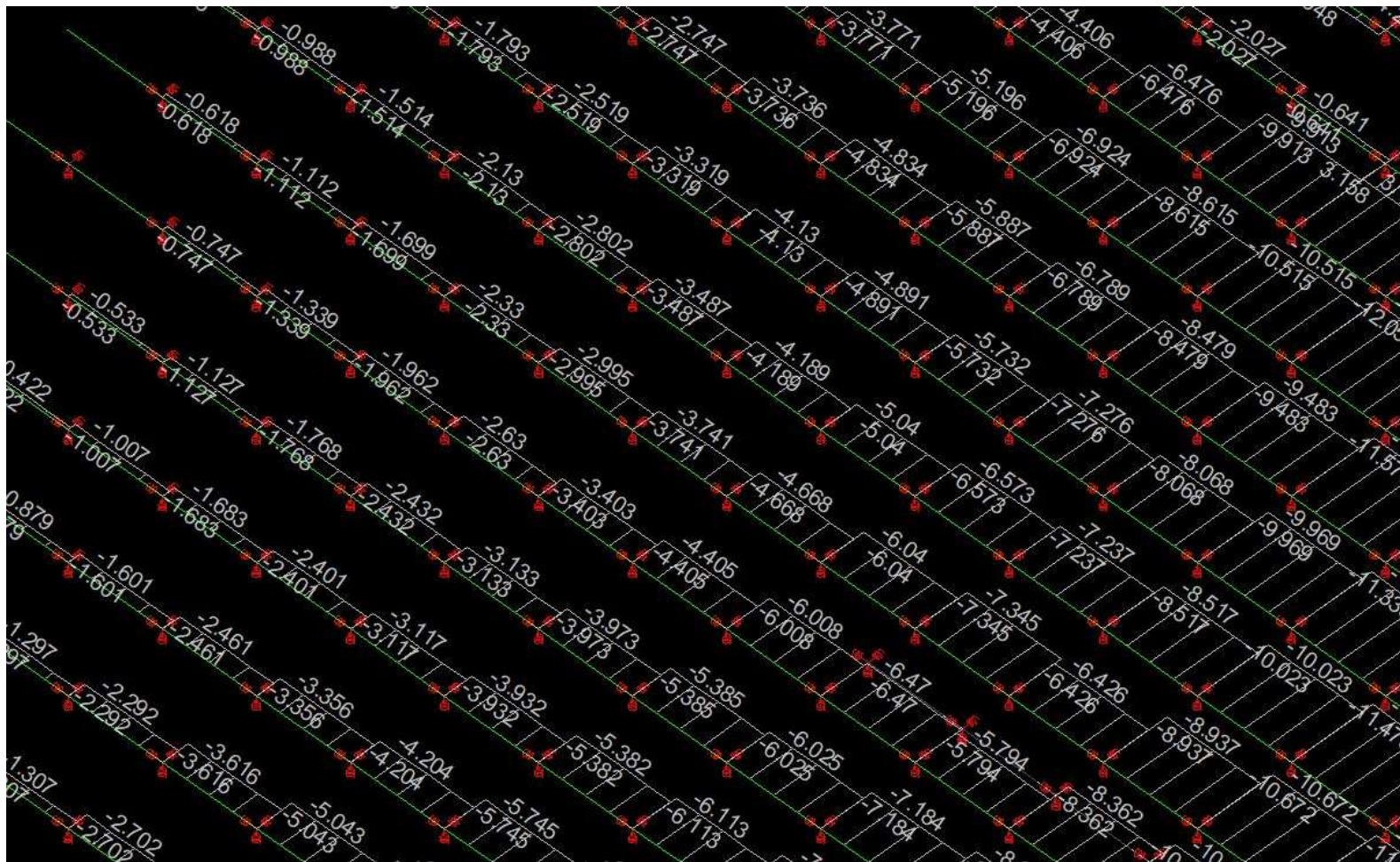
ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL

ABECE



-

Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



TOE Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados [ELU] Curva de interação N, Mx, My [ELU] Diagrama N, M, 1/r [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção Observação

100 25

Norma
ABNT NBR 6118

Armaduras
☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-44.6	5.4	1.2
2	-22.3	5.4	1.2
3	0	5.4	1.2
4	22.3	5.4	1.2
5	44.6	5.4	1.2
6	44.6	19.6	0.8
7	22.3	19.6	0.8
8	0	19.6	0.8
9	-22.3	19.6	0.8
10	-44.6	19.6	0.8

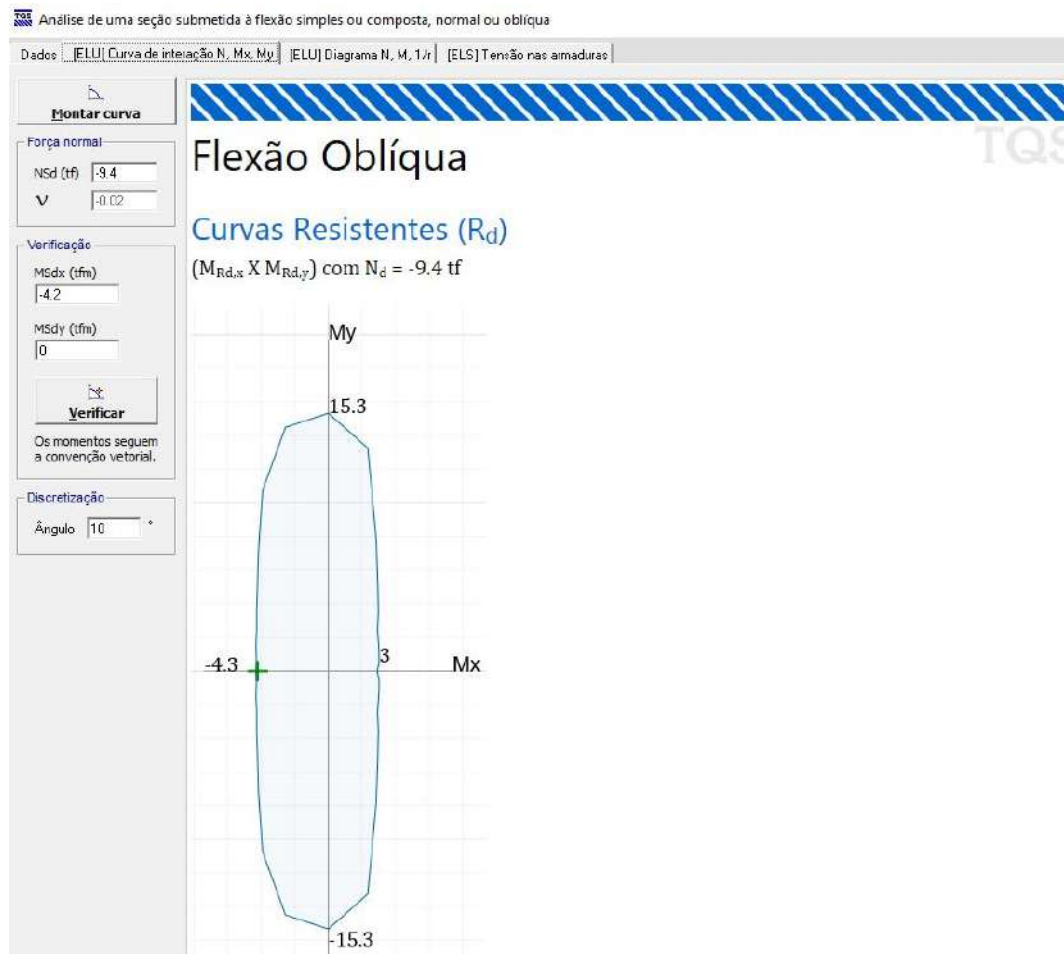
Materiais (concreto e aço)

fck (MPa) 30 fyk (MPa) 500

γ_c 1.4 γ_s 1.15

ϕ 0 Es (MPa) 210000

Empresa filiada a:

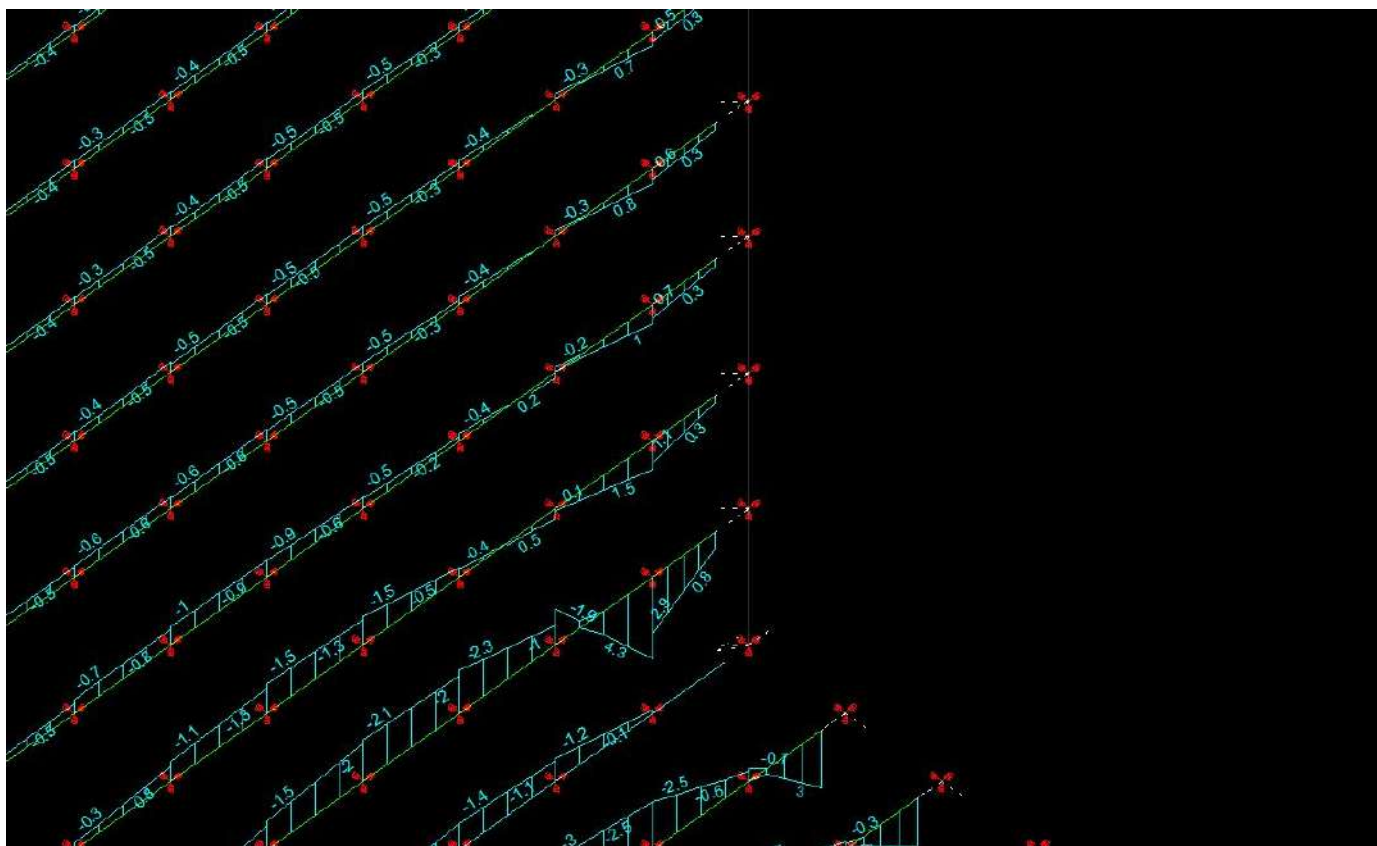


ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL

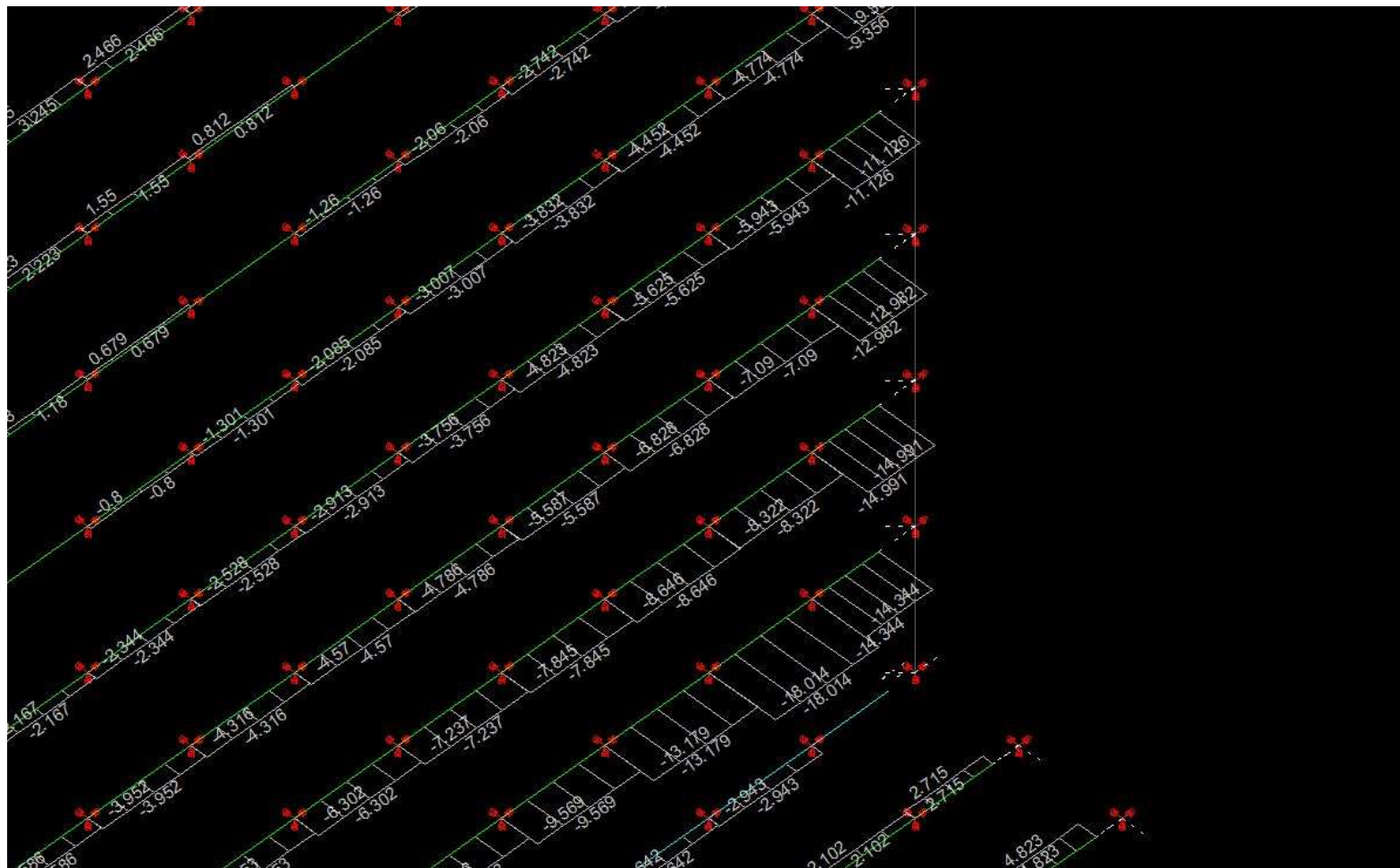
ABECE



- Face inferior



Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



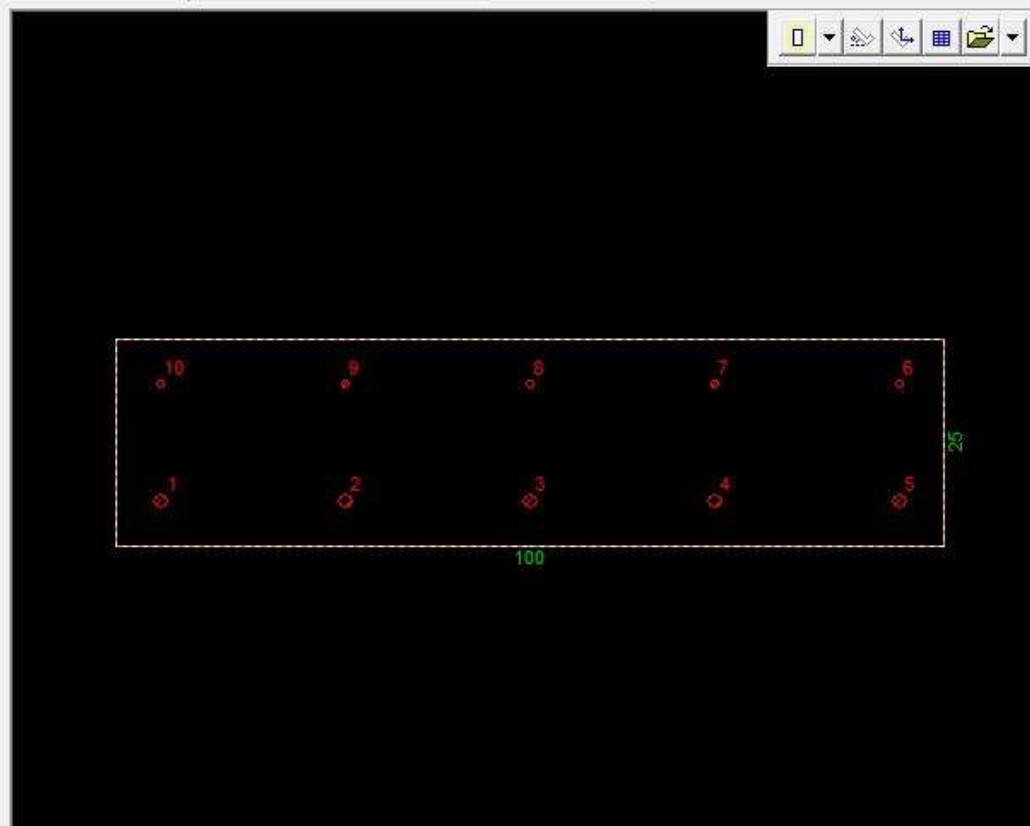
TOS Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados: [ELU] Curva de interação N, Mx, My | [ELU] Diagrama N, M, 1/r | [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção

Observação



Norma

ABNT NBR 6118

Armaduras

☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-44.6	5.4	2.3
2	-22.3	5.4	2.3
3	0	5.4	2.3
4	22.3	5.4	2.3
5	44.6	5.4	2.3
6	44.6	19.6	0.8
7	22.3	19.6	0.8
8	0	19.6	0.8
9	-22.3	19.6	0.8
10	-44.6	19.6	0.8

Materiais (concreto e aço)

fck (MPa)

30

fyk (MPa)

500

γ_c

1.4

γ_s

1.15

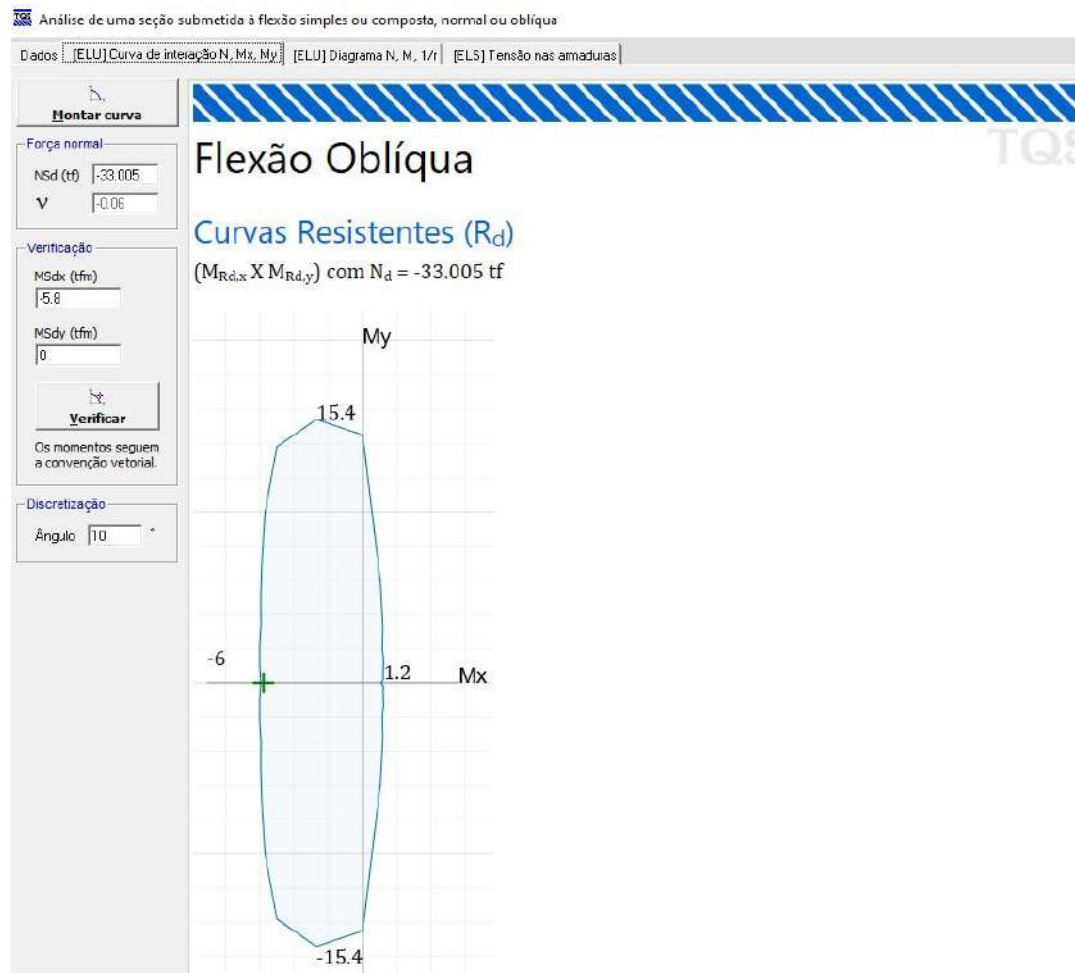
ϕ

0

Es (MPa)

210000

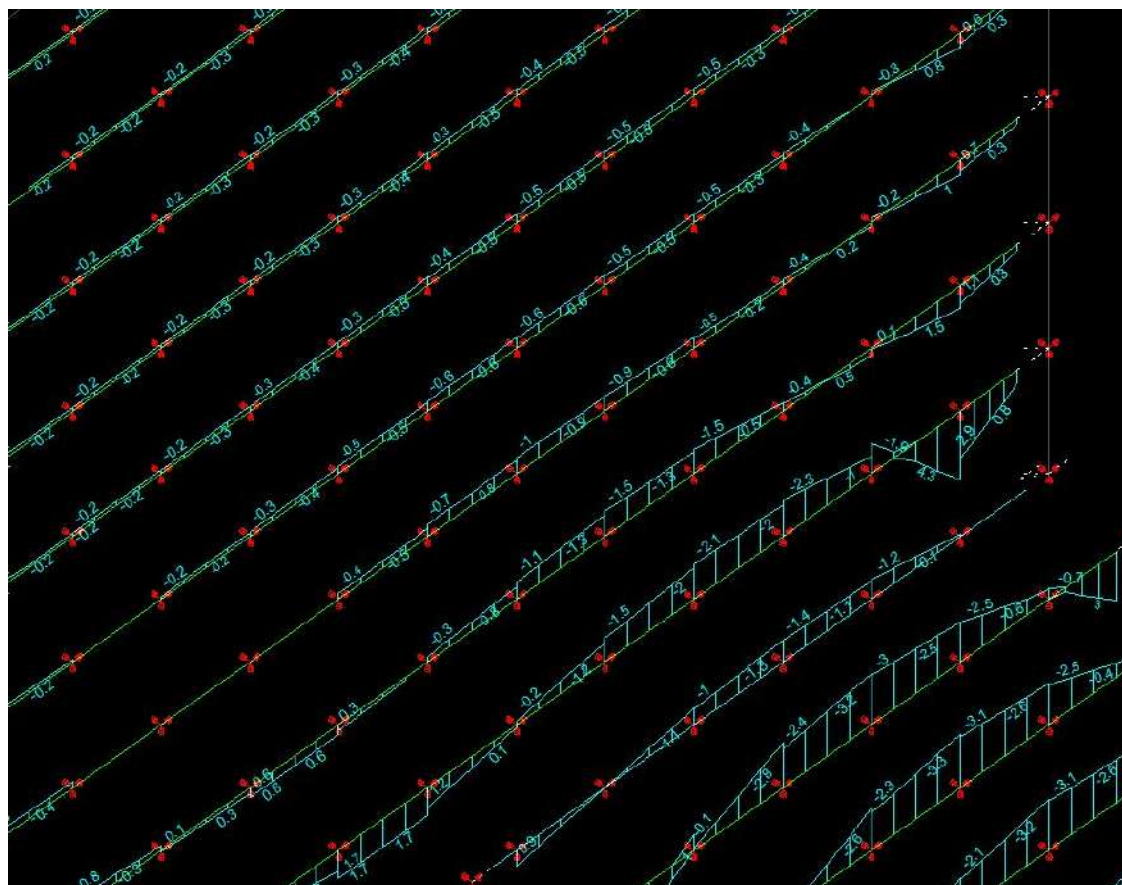
Empresa filiada a:



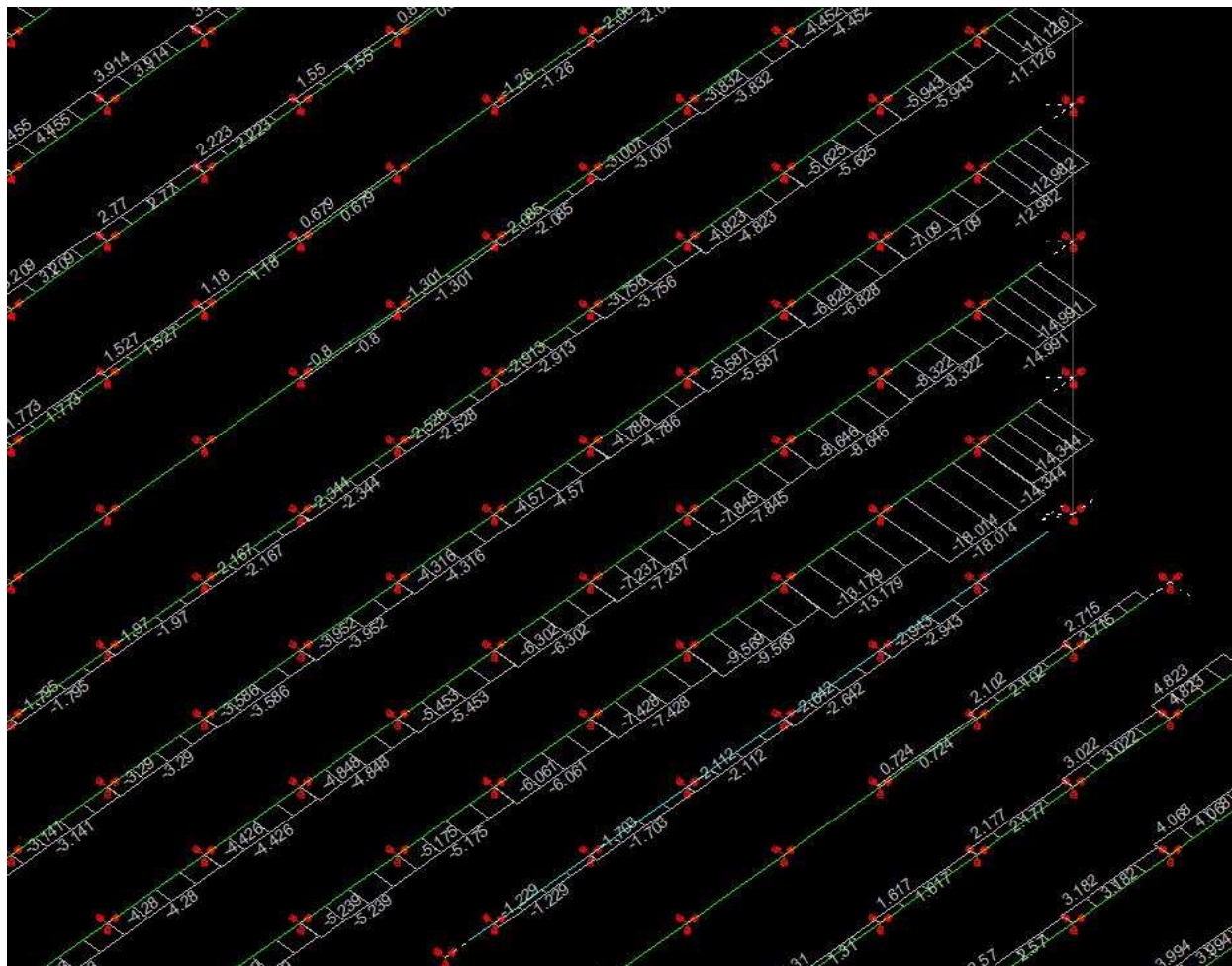
Empresa filiada a:



- Face superior



Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



TQS Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados [ELU] Curva de interação N, Mx, My [ELU] Diagrama N, M, 1/r [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção Observação

100 25

Norma
ABNT NBR 6118

Armaduras
☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-44.6	5.4	1.4
2	-22.3	5.4	1.4
3	0	5.4	1.4
4	22.3	5.4	1.4
5	44.6	5.4	1.4
6	44.6	19.6	0.8
7	22.3	19.6	0.8
8	0	19.6	0.8
9	-22.3	19.6	0.8
10	-44.6	19.6	0.8

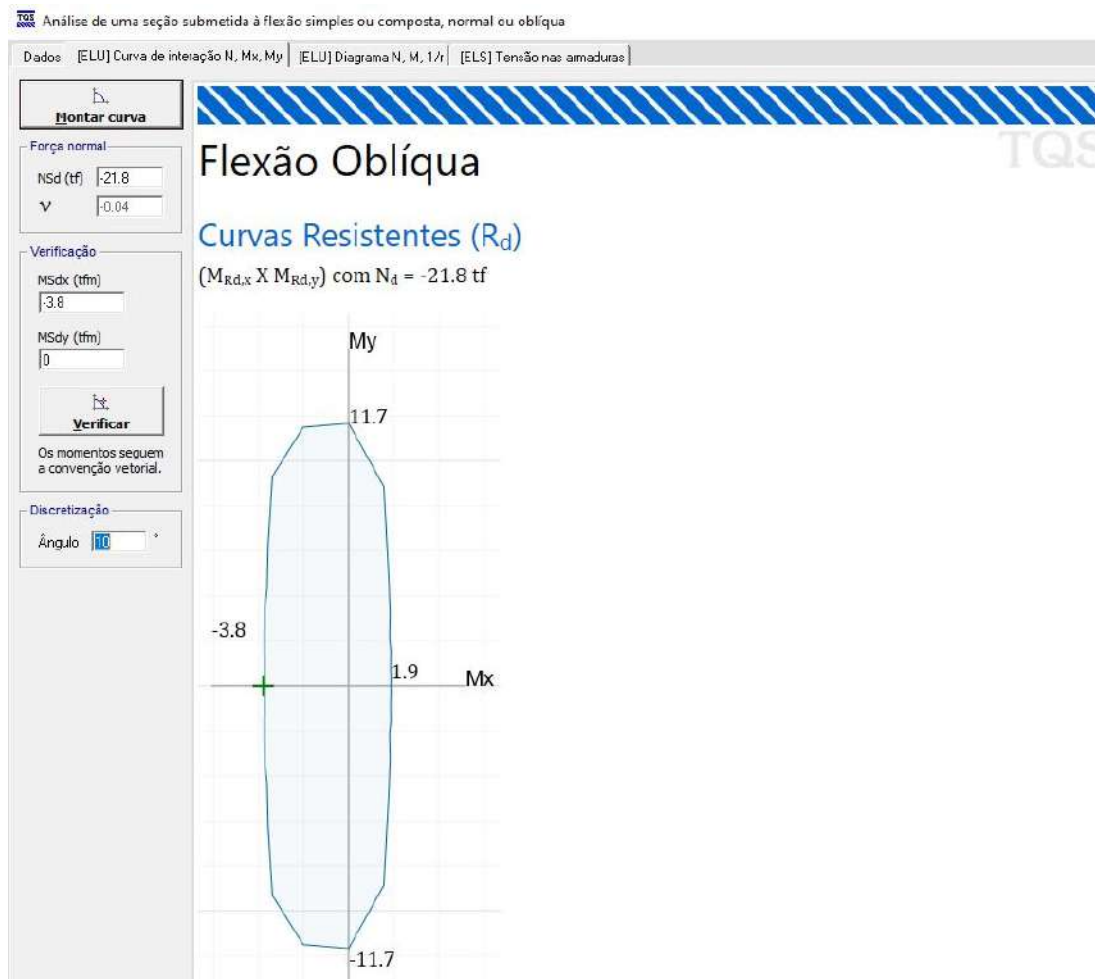
Materiais (concreto e aço)

fck (MPa) 30 fyk (MPa) 500

γ_c 1.4 γ_s 1.15

ϕ 0 Es (MPa) 210000

Empresa filiada a:



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL



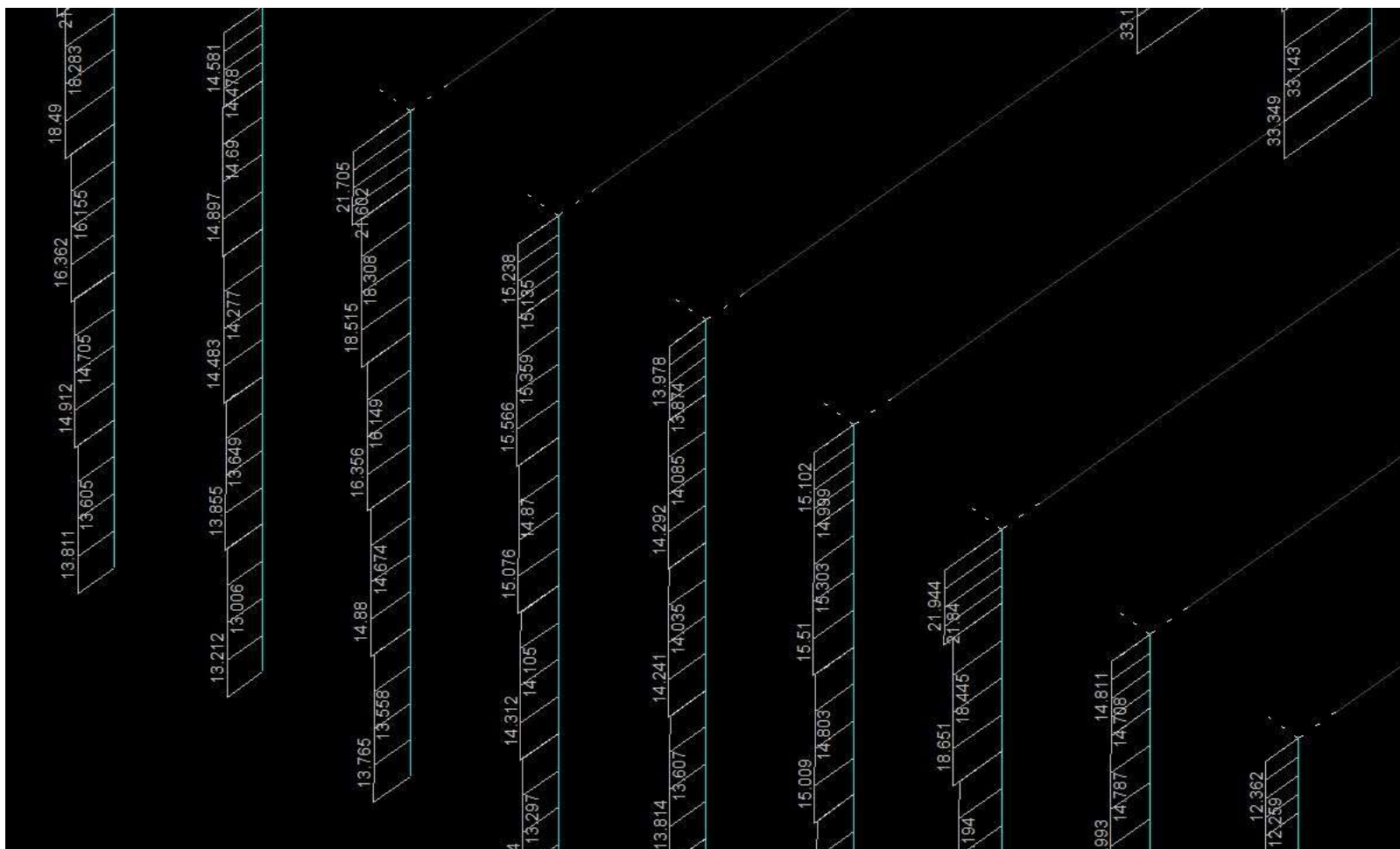
ABECE



Direção Principal

-
- The diagrams illustrate the construction of a roof truss structure. The construction proceeds from left to right, with each diagram showing a new stage of the process. The labels on the diagrams represent lengths and angles used in the construction.
- Diagram 1:** Shows the initial setup with a horizontal base of length 4.4 and a vertical height of 2.1. A diagonal member is added, labeled with a length of 2.1 and an angle of 4.4.
 - Diagram 2:** A second diagonal member is added, labeled with a length of 2.1 and an angle of 4.4. A horizontal member is added, labeled with a length of 0.6.
 - Diagram 3:** A third diagonal member is added, labeled with a length of 2.1 and an angle of 4.4. A horizontal member is added, labeled with a length of 0.6.
 - Diagram 4:** A fourth diagonal member is added, labeled with a length of 2.1 and an angle of 4.4. A horizontal member is added, labeled with a length of 0.6.
 - Diagram 5:** A fifth diagonal member is added, labeled with a length of 2.1 and an angle of 4.4. A horizontal member is added, labeled with a length of 0.6.

Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



TQS Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados: [ELU] Curva de interação N, Mx, My | [ELU] Diagrama N, M, 1/r | [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção: Observação:



Norma: ABNT NBR 6118

Armaduras: ☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-46.2	3.8	2.3
2	-23.1	3.8	2.3
3	0	3.8	2.3
4	23.1	3.8	2.3
5	46.2	3.8	2.3
6	46.2	21.2	0.8
7	23.1	21.2	0.8
8	0	21.2	0.8
9	-23.1	21.2	0.8
10	-46.2	21.2	0.8

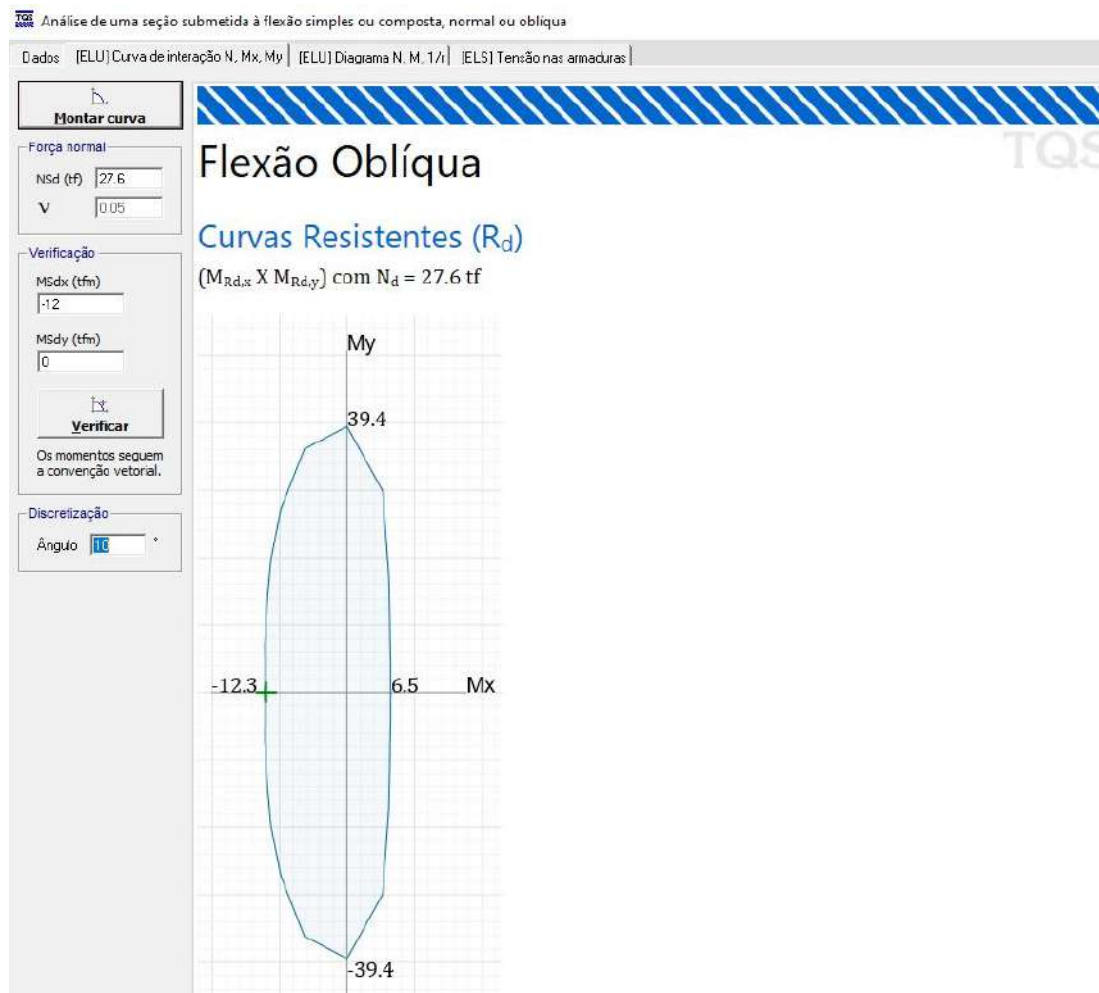
Materiais (concreto e aço)

fck (MPa): 30 fyk (MPa): 500

γ_c : 1.4 γ_s : 1.15

ϕ : 0 Es (MPa): 210000

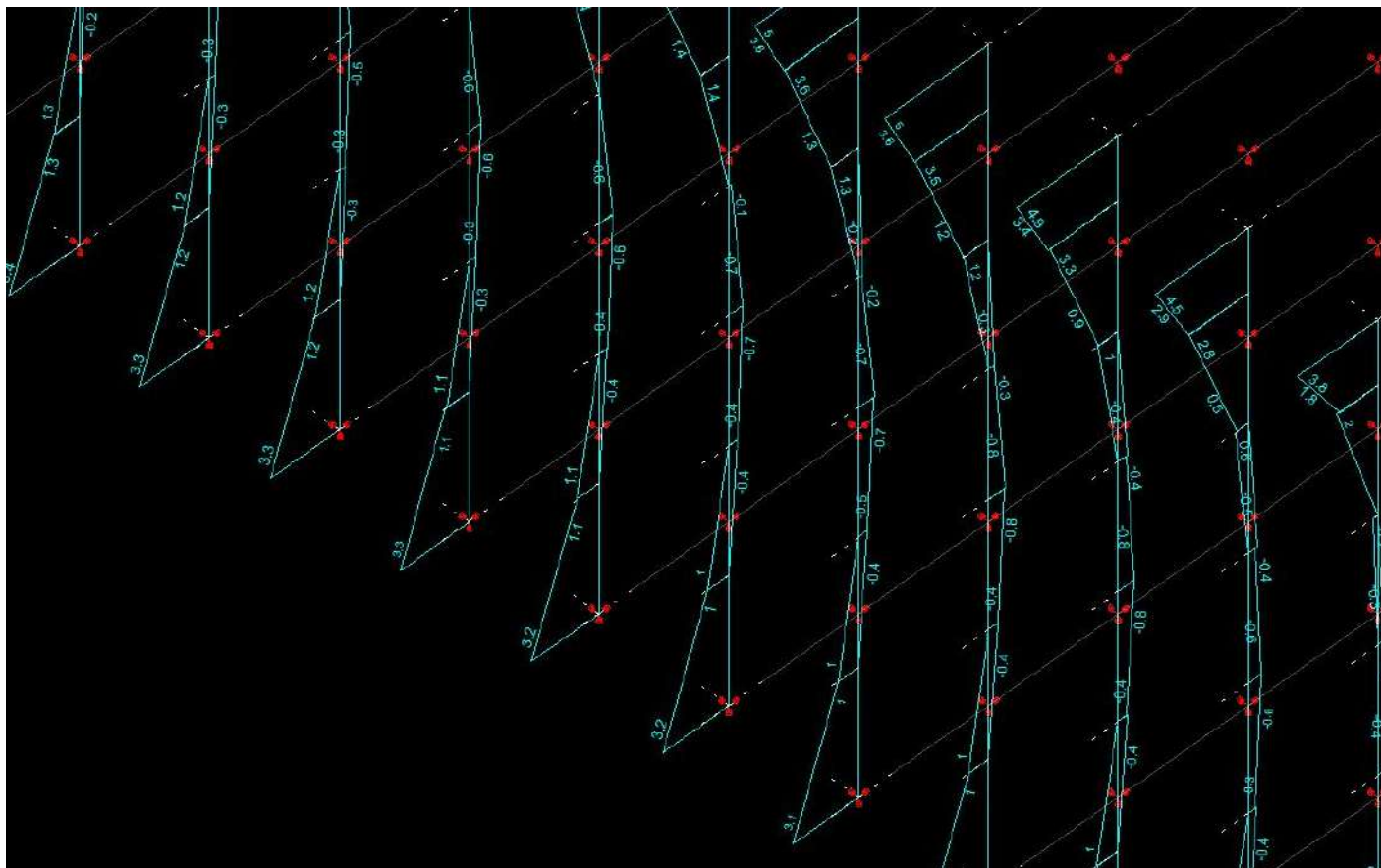
Empresa filiada a:



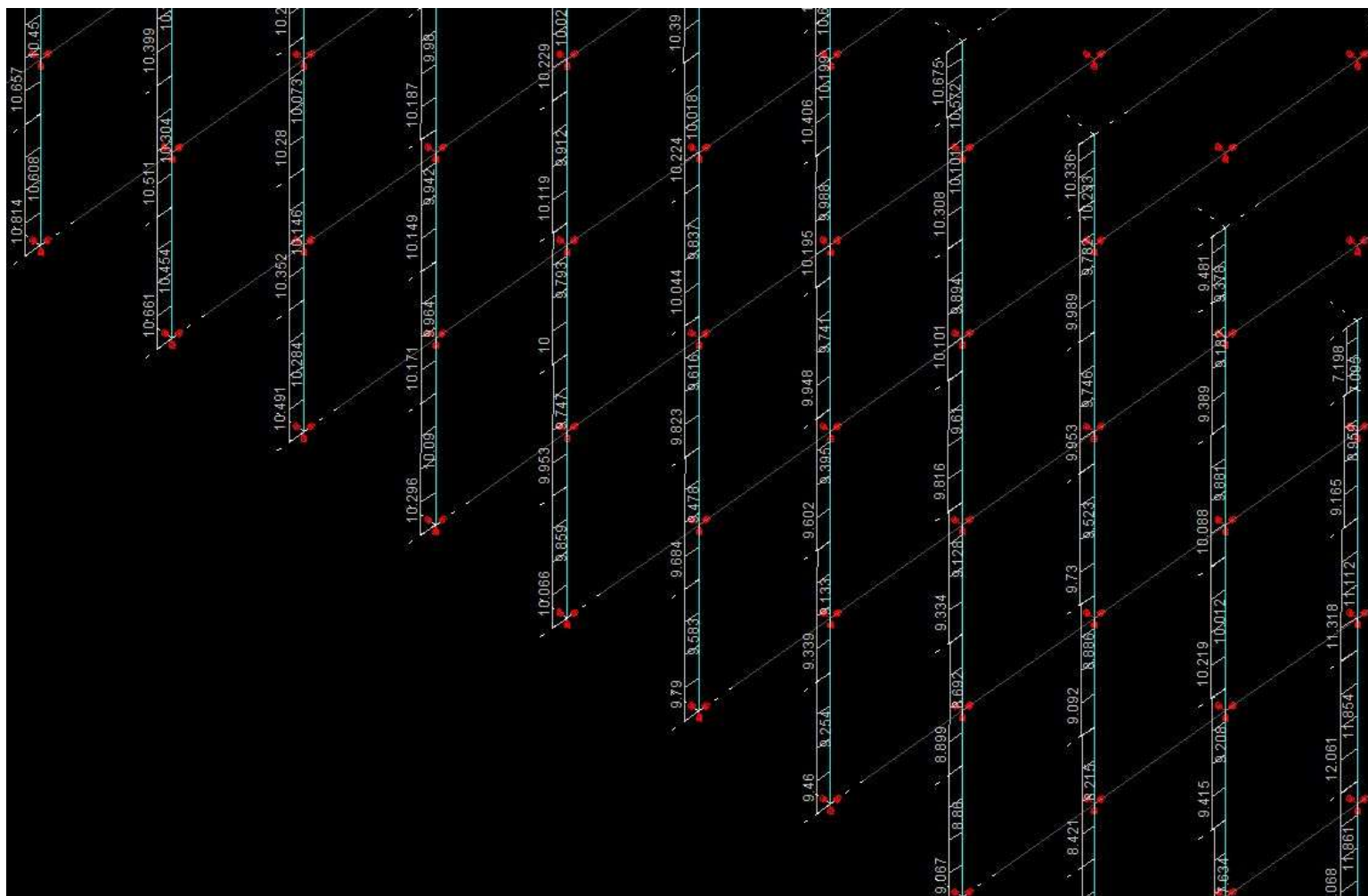
Empresa filiada a:



- Face interna



Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



ANÁLISE DE UMA SEÇÃO SUBMETIDA À FLEXÃO SIMPLES OU COMPOSTA, NORMAL OU OBLÍQUA

Dados | [ELU] Curva de interação N, Mx, My | [ELU] Diagrama N, M, 1/r | [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção: Observação:

100 25

Norma: ABNT NBR 6118

Armaduras: ☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-46.2	3.8	0.8
2	-23.1	3.8	0.8
3	0	3.8	0.8
4	23.1	3.8	0.8
5	46.2	3.8	0.8
6	46.2	21.2	0.8
7	23.1	21.2	0.8
8	0	21.2	0.8
9	-23.1	21.2	0.8
10	-46.2	21.2	0.8

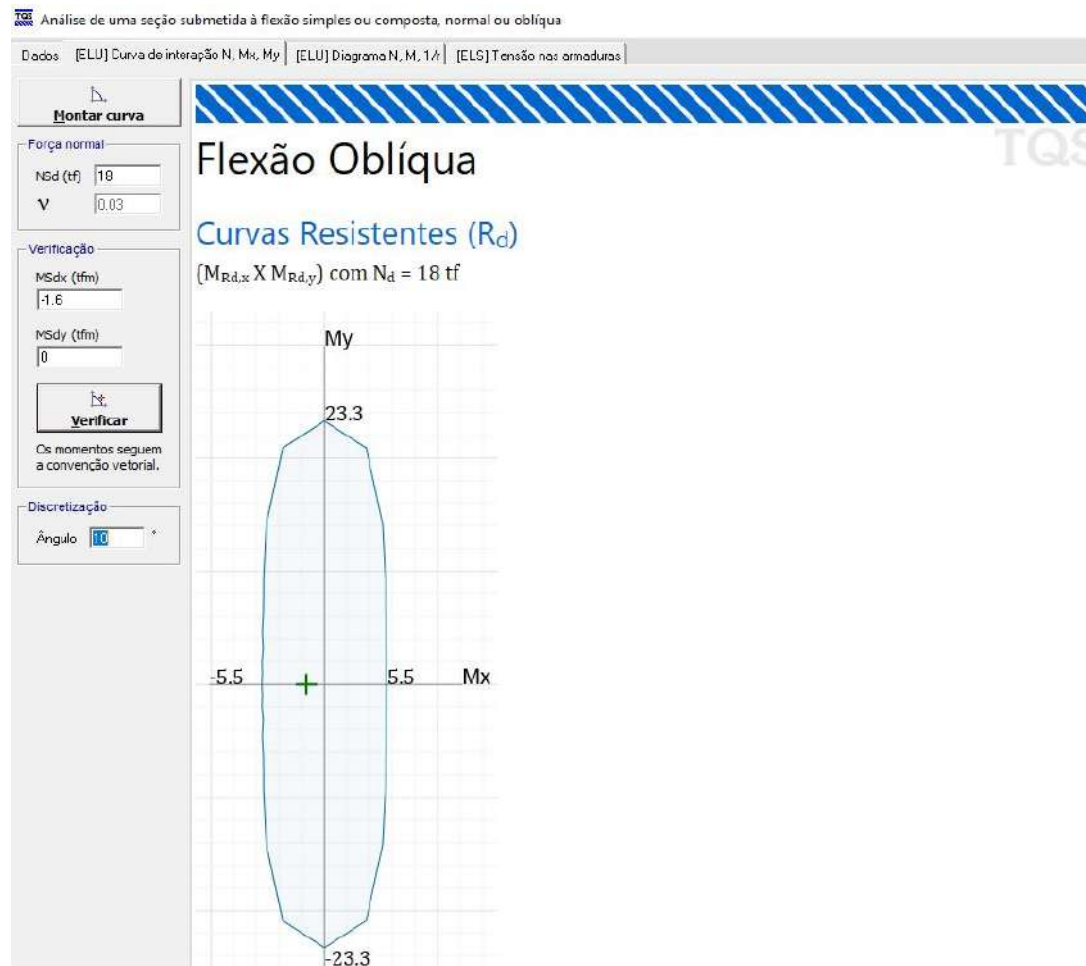
Material (concreto e aço)

f_{ck} (MPa): 30 f_{yk} (MPa): 500

γ_c: 1.4 γ_s: 1.15

φ: 0 E_s (MPa): 210000

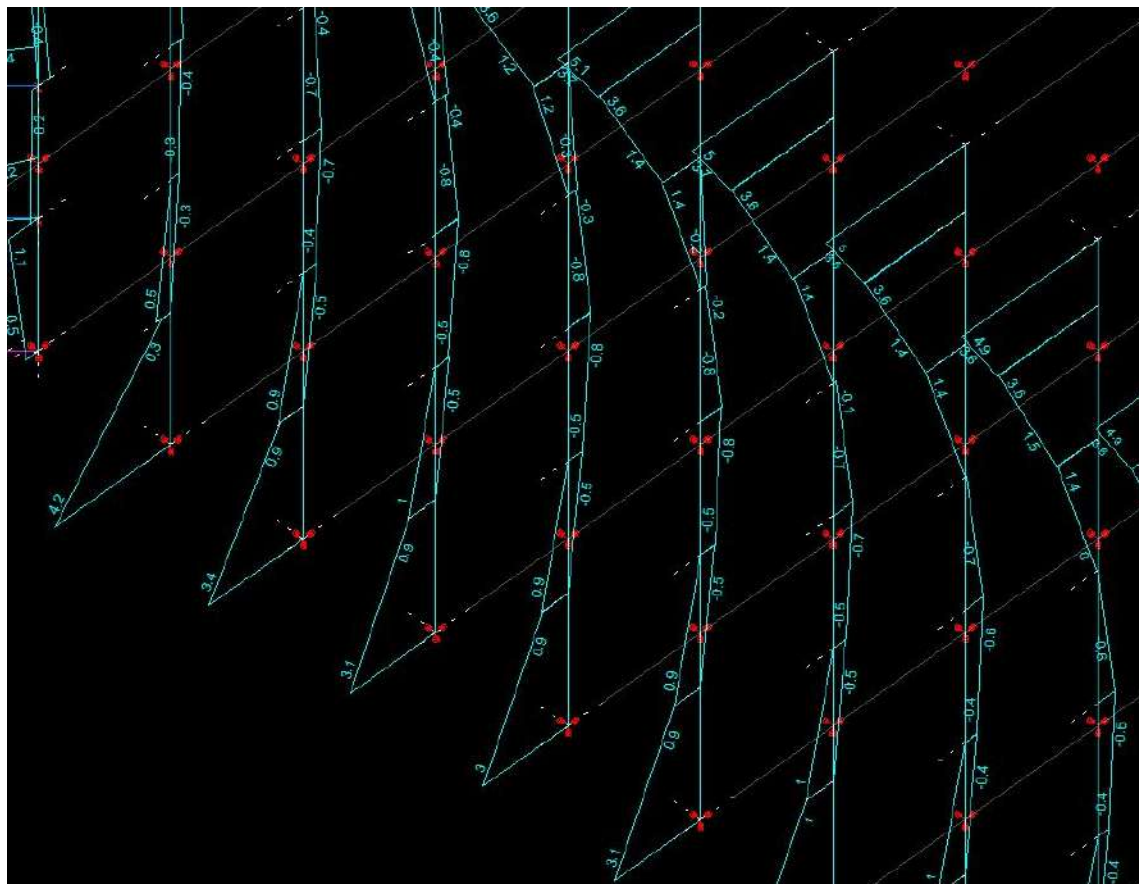
Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



- Face externa base



Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



Analise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados [ELU] Curva de interação N, Mx, My [ELU] Diagrama N, M, 1/r [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção Observação

Norma
ABNT NBR 6118

Armaduras
☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-46.2	3.8	1.3
2	-23.1	3.8	1.3
3	0	3.8	1.3
4	23.1	3.8	1.3
5	46.2	3.8	1.3
6	46.2	21.2	0.8
7	23.1	21.2	0.8
8	0	21.2	0.8
9	-23.1	21.2	0.8
10	-46.2	21.2	0.8

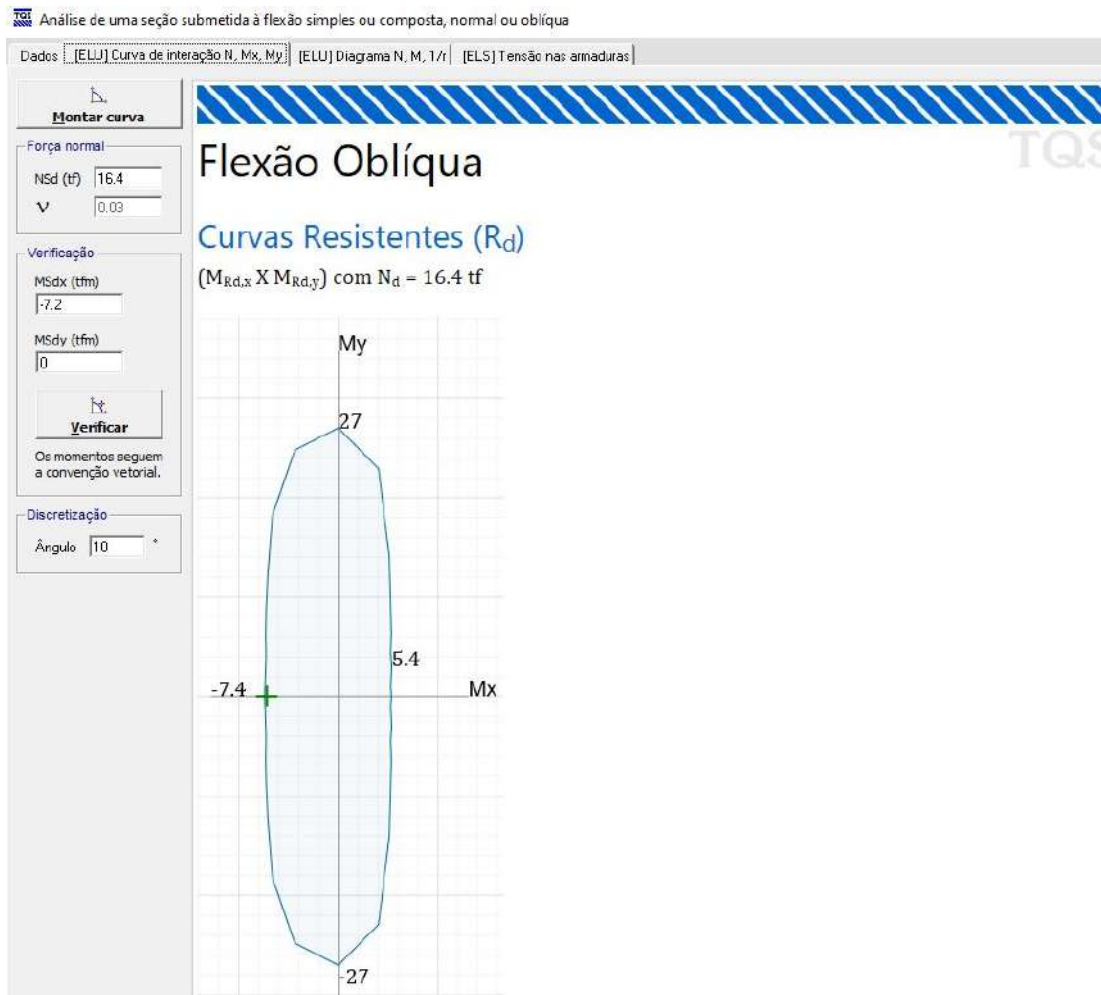
Materiais (concreto e aço)

f_{ck} (MPa) 30 f_{yk} (MPa) 500

γ_c 1.4 γ_s 1.15

φ 0 E_s (MPa) 210000

Empresa filiada a:

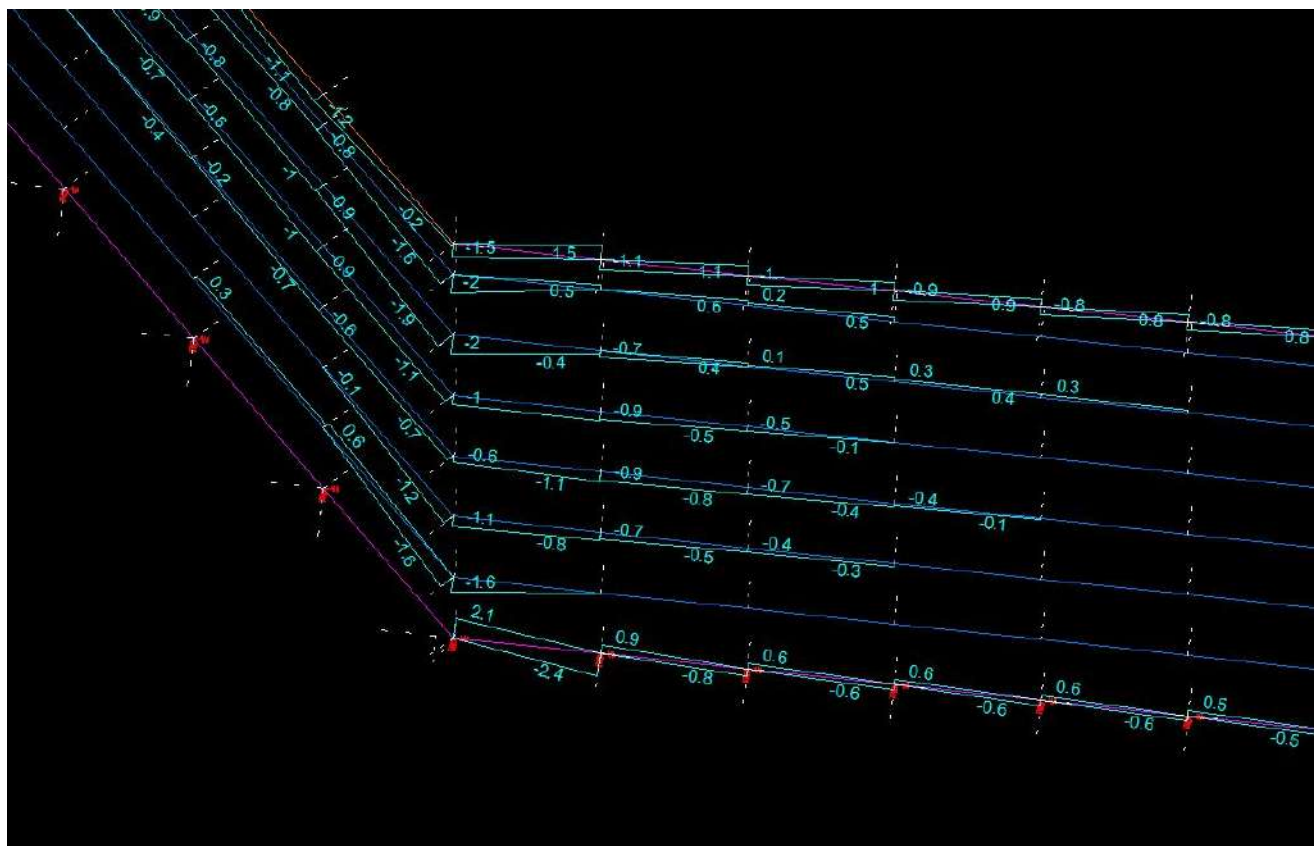


Empresa filiada a:



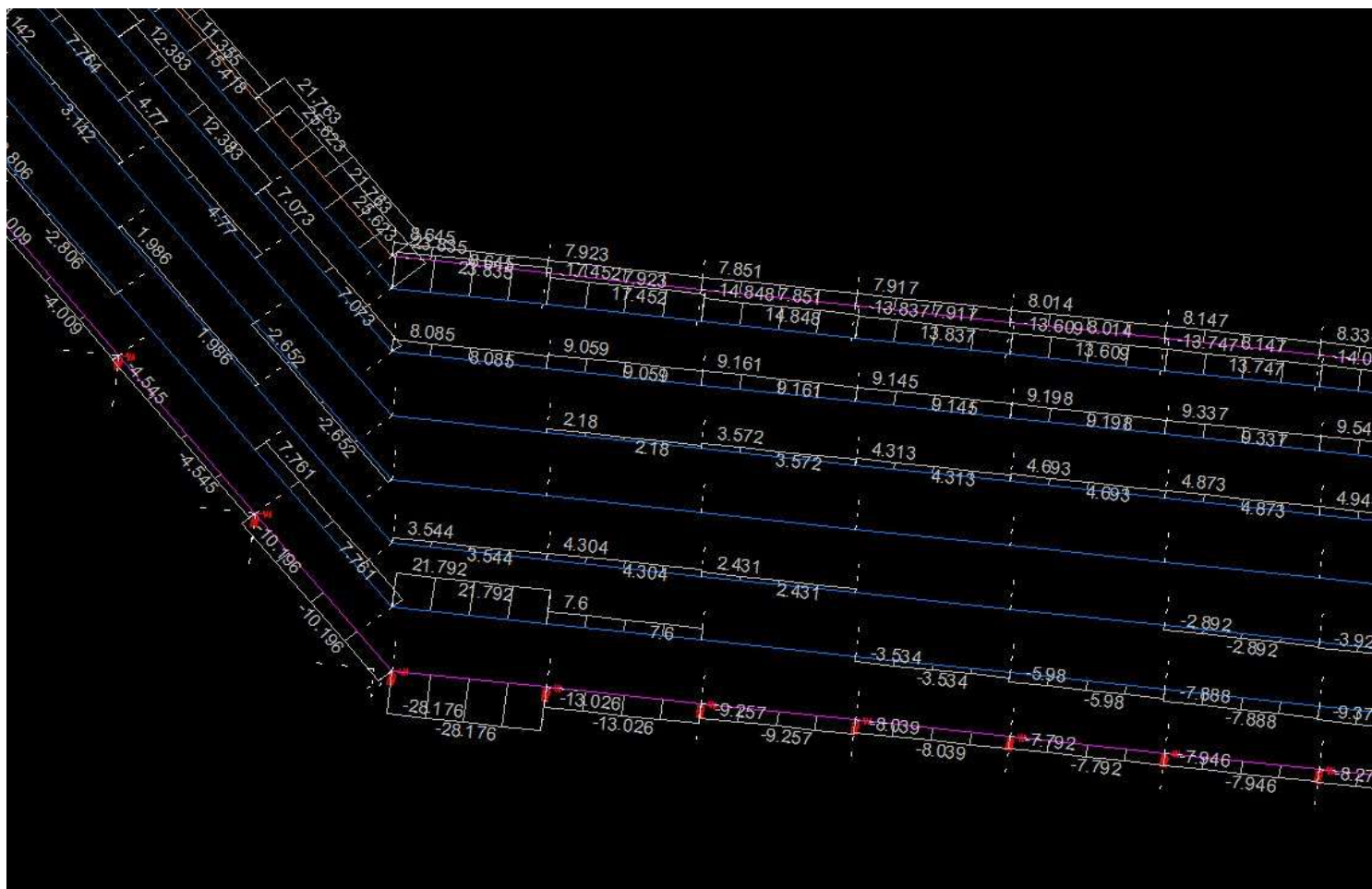
Direção Secundária

- Extremidades



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL

ABECE



Empresa filiada a:



AN Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados [ELU] Curva de interação N, Mx, My [ELU] Diagrama N, M, 1/r [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção Observação

Norma

ABNT NBR 6118

Armaduras

☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-44.6	5.4	1.95
2	-22.3	5.4	1.95
3	0	5.4	1.95
4	22.3	5.4	1.95
5	44.6	5.4	1.95
6	44.6	19.6	1.95
7	22.3	19.6	1.95
8	0	19.6	1.95
9	-22.3	19.6	1.95
10	-44.6	19.6	1.95

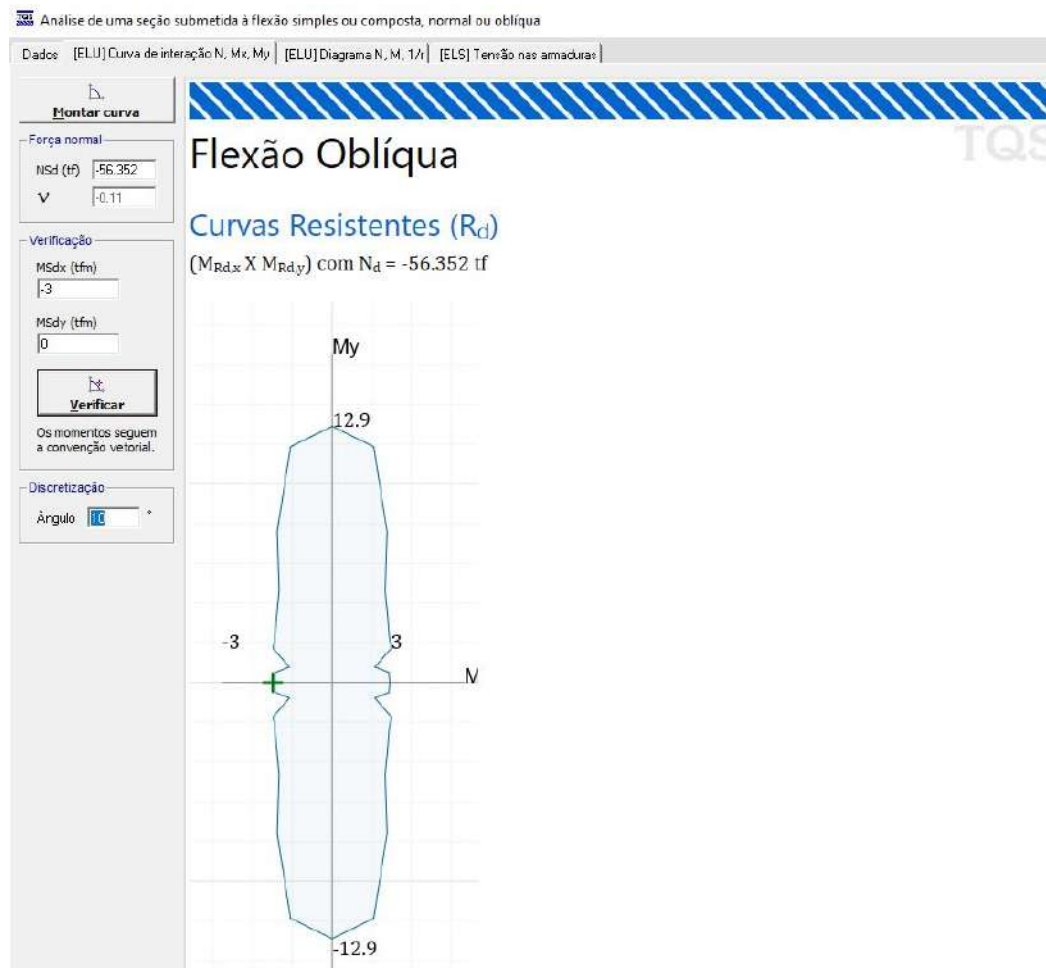
Materials (concreto e aço)

fck (MPa) 30 fyk (MPa) 500

γ_c 1.4 γ_s 1.15

Φ 0 Es (MPa) 210000

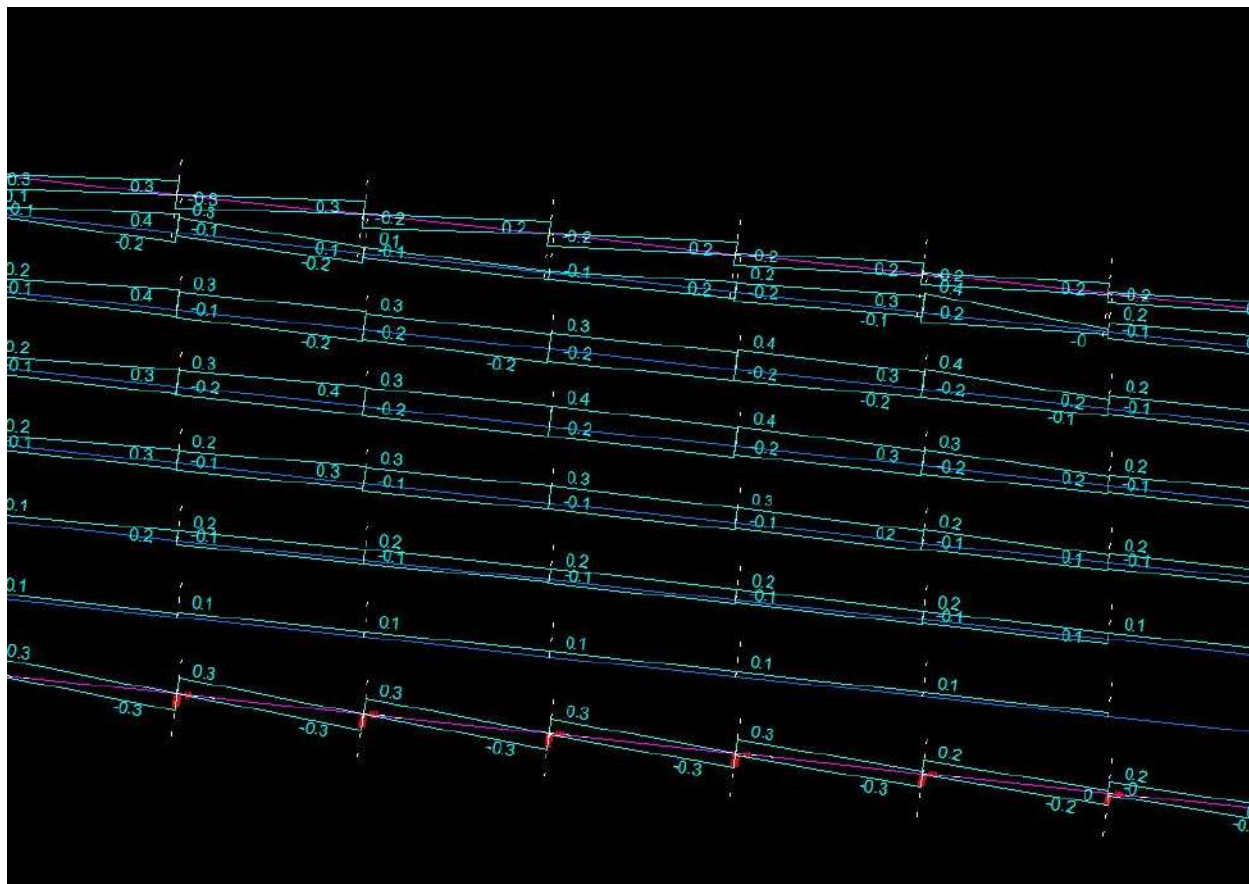
Empresa filiada a:



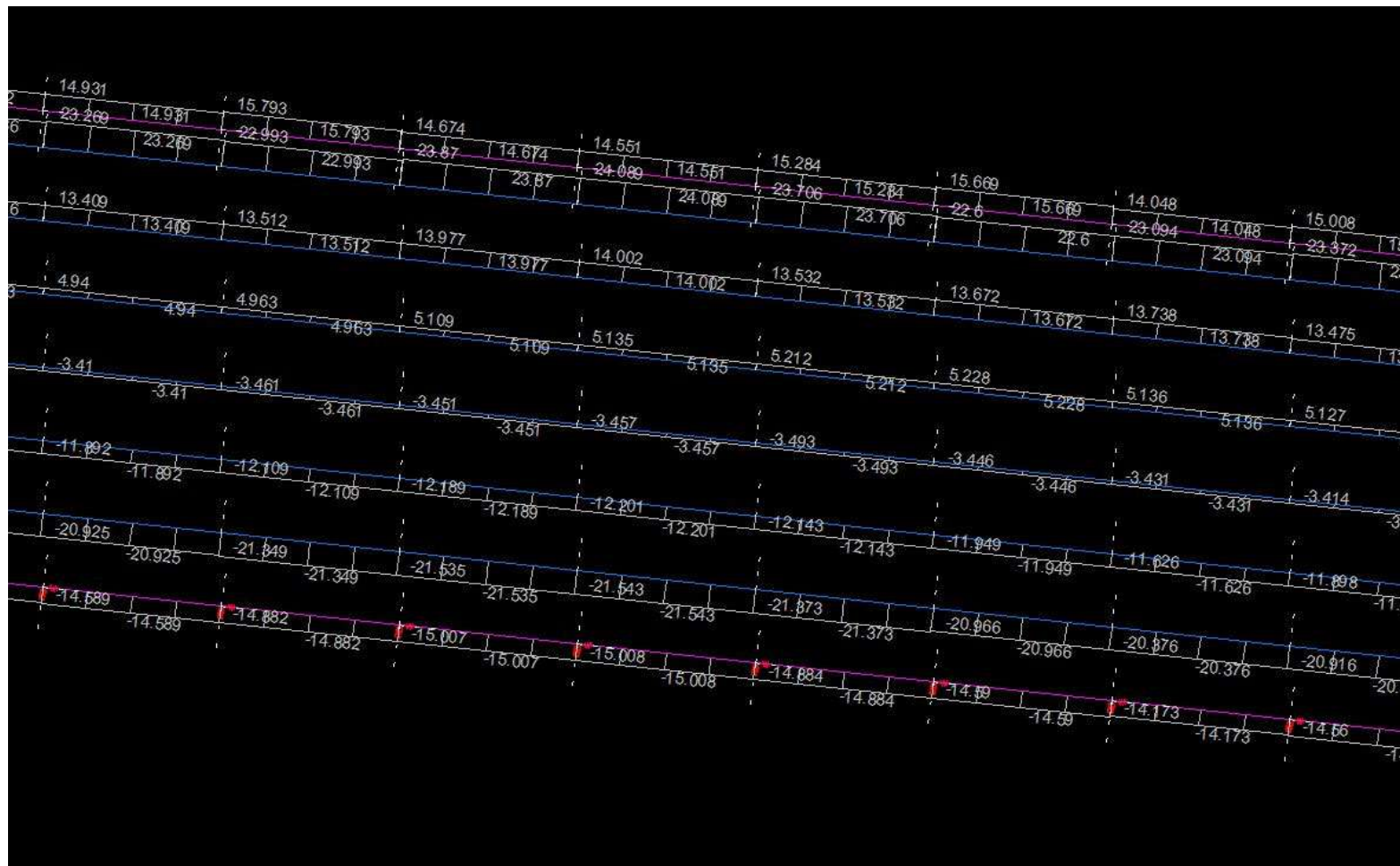
Empresa filiada a:



- Central



Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



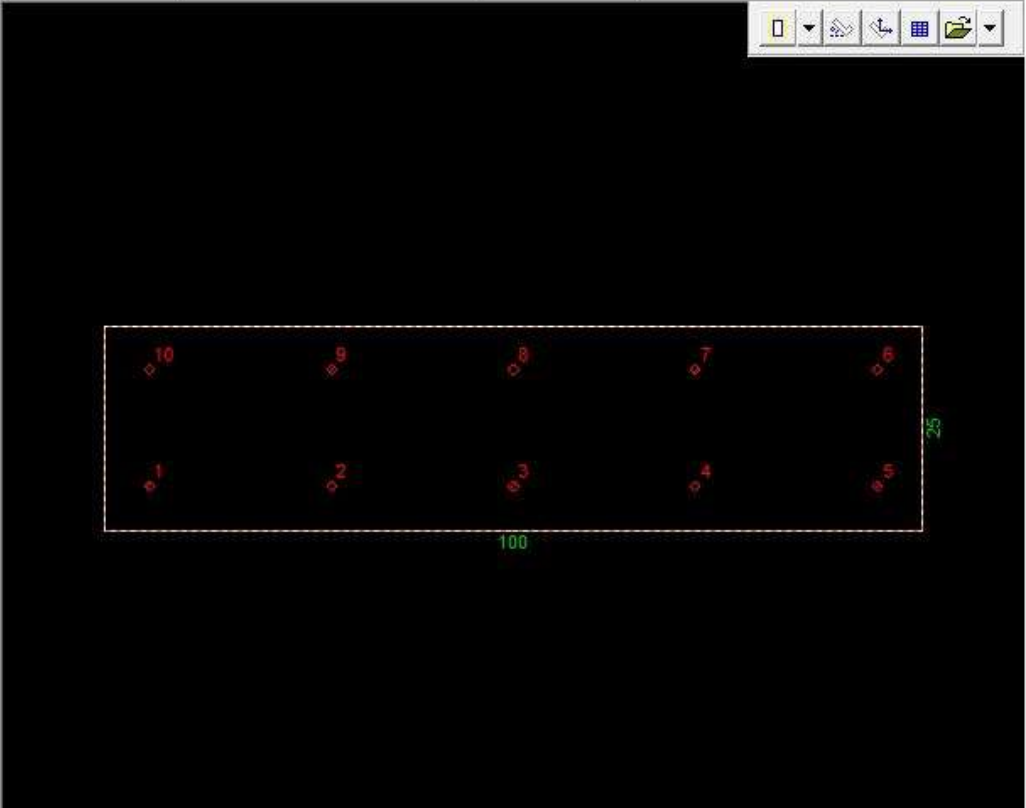
 Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados [ELU] Curva de interação N, Mx, My [ELU] Diagrama N, M, 1/r [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção Observação



Norma

ABNT NBR 6118

Armaduras

☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-44.6	5.4	1.25
2	-22.3	5.4	1.25
3	0	5.4	1.25
4	22.3	5.4	1.25
5	44.6	5.4	1.25
6	44.6	19.6	1.25
7	22.3	19.6	1.25
8	0	19.6	1.25
9	-22.3	19.6	1.25
10	-44.6	19.6	1.25

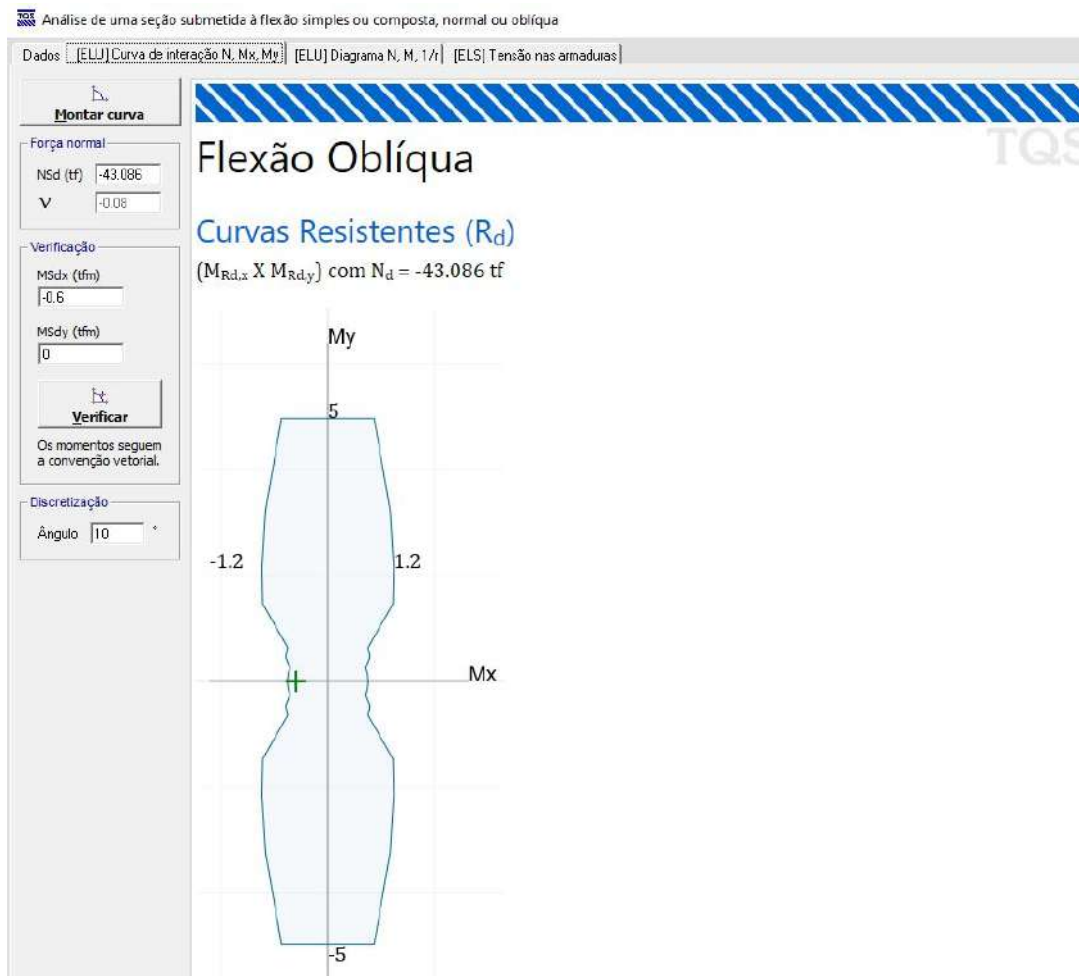
Materiais (concreto e aço)

fck (MPa) fyk (MPa)

γ_c γ_s

ϕ Es (MPa)

Empresa filiada a:



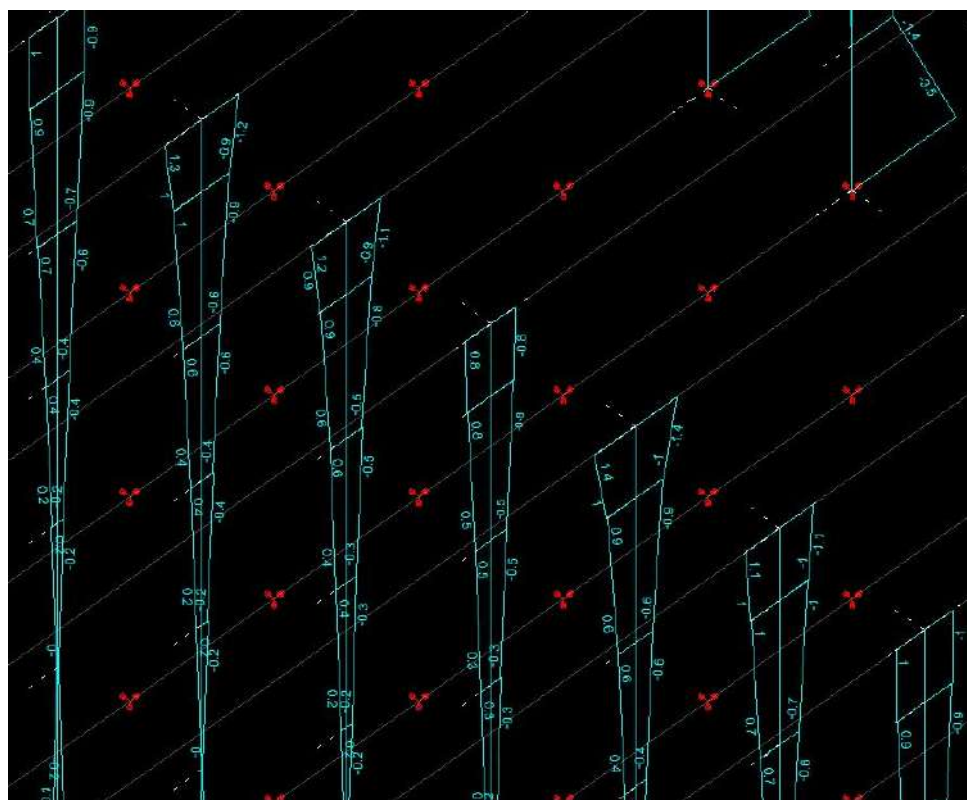
Empresa filiada a:



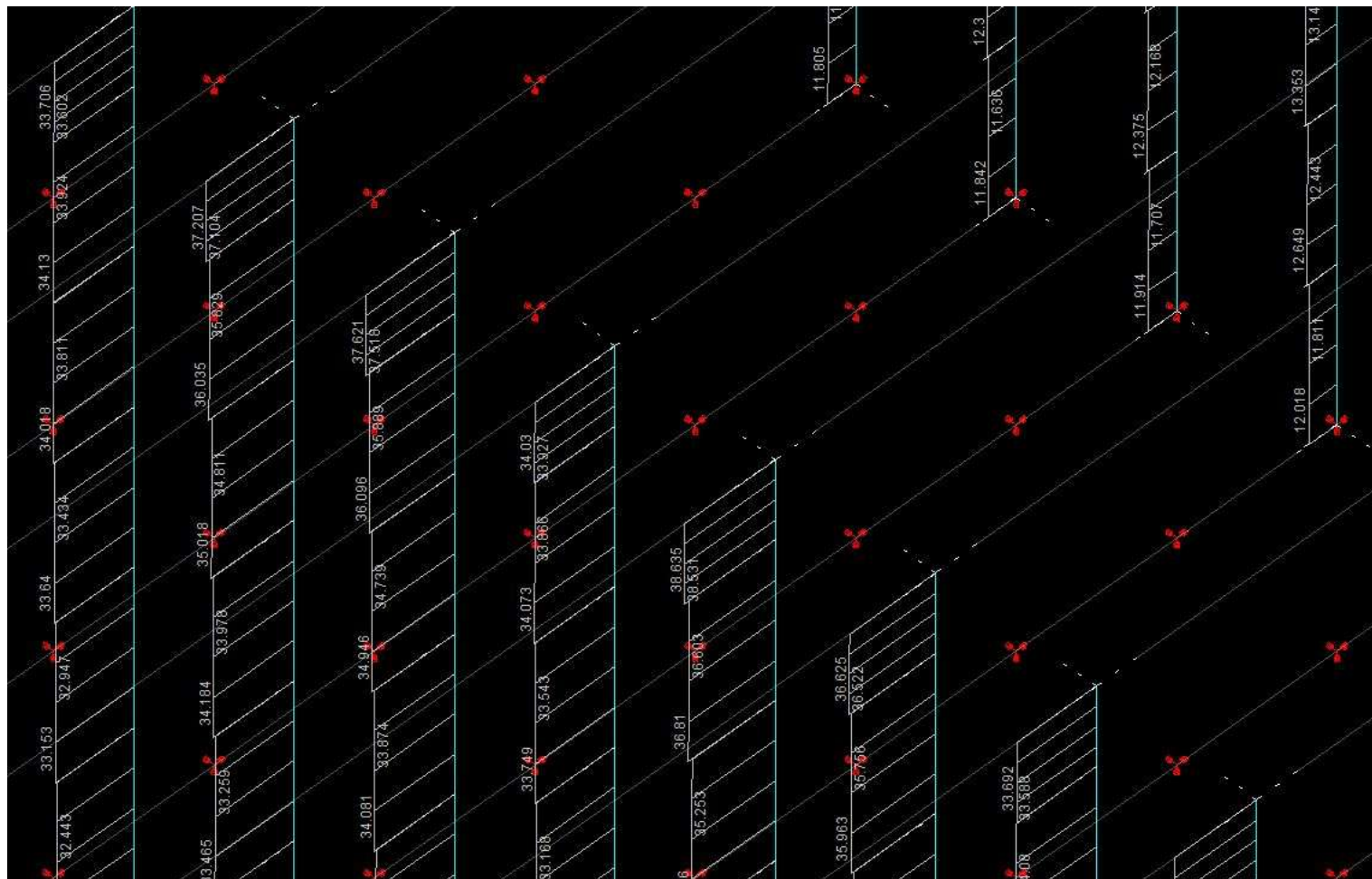
PAREDE INTERNA

Direção Principal

- Topo



Empresa filiada a:



Empresa filiada a:

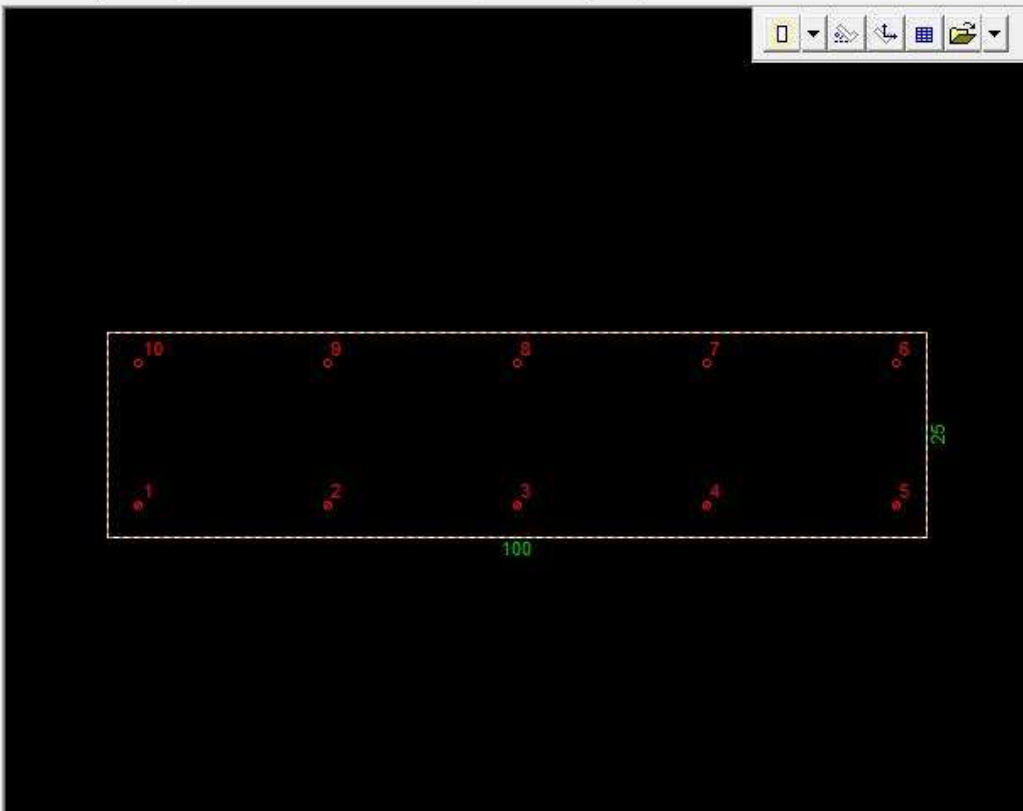


7.3.3 Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados [ELU] Curva de interação N, Mx, My [ELU] Diagrama N, M, 1/r [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção Observação



Norma

ABNT NBR 6118

Armaduras

☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-46.2	3.8	0.8
2	-23.1	3.8	0.8
3	0	3.8	0.8
4	23.1	3.8	0.8
5	46.2	3.8	0.8
6	46.2	21.2	0.8
7	23.1	21.2	0.8
8	0	21.2	0.8
9	-23.1	21.2	0.8
10	-46.2	21.2	0.8

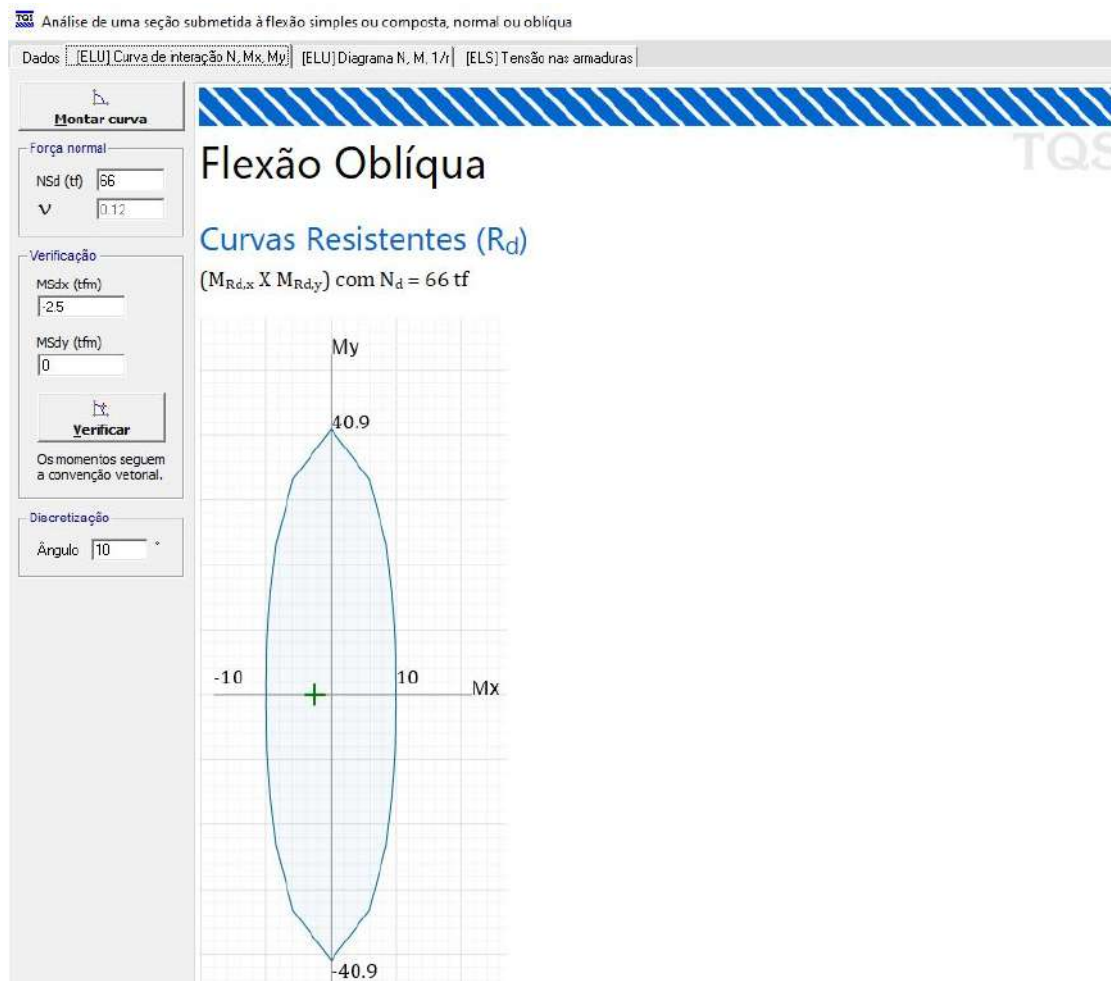
Materiais (concreto e aço)

f_{ck} (MPa) 30 f_{yk} (MPa) 500

γ_c 1.4 γ_s 1.15

φ 0 E_s (MPa) 210000

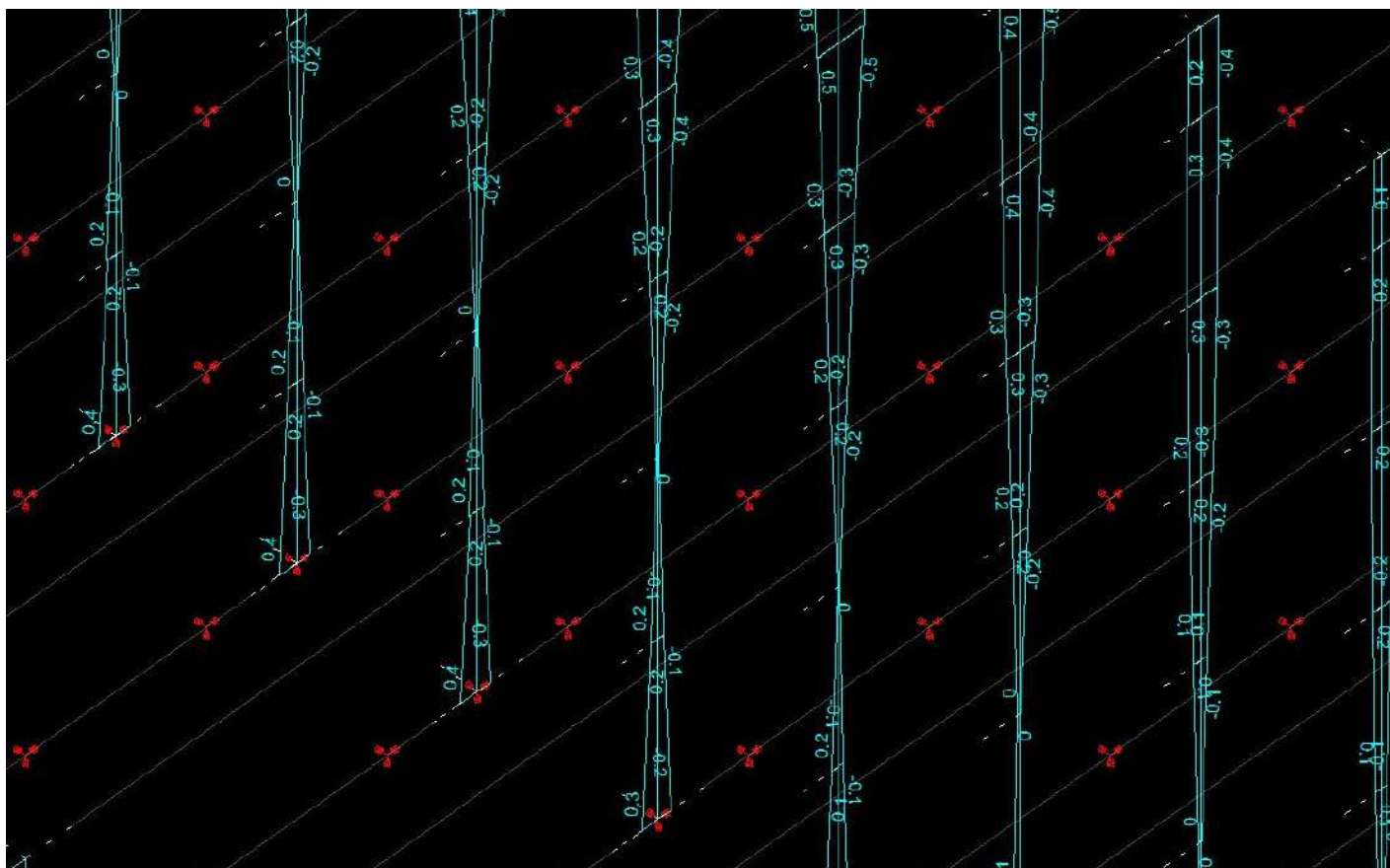
Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



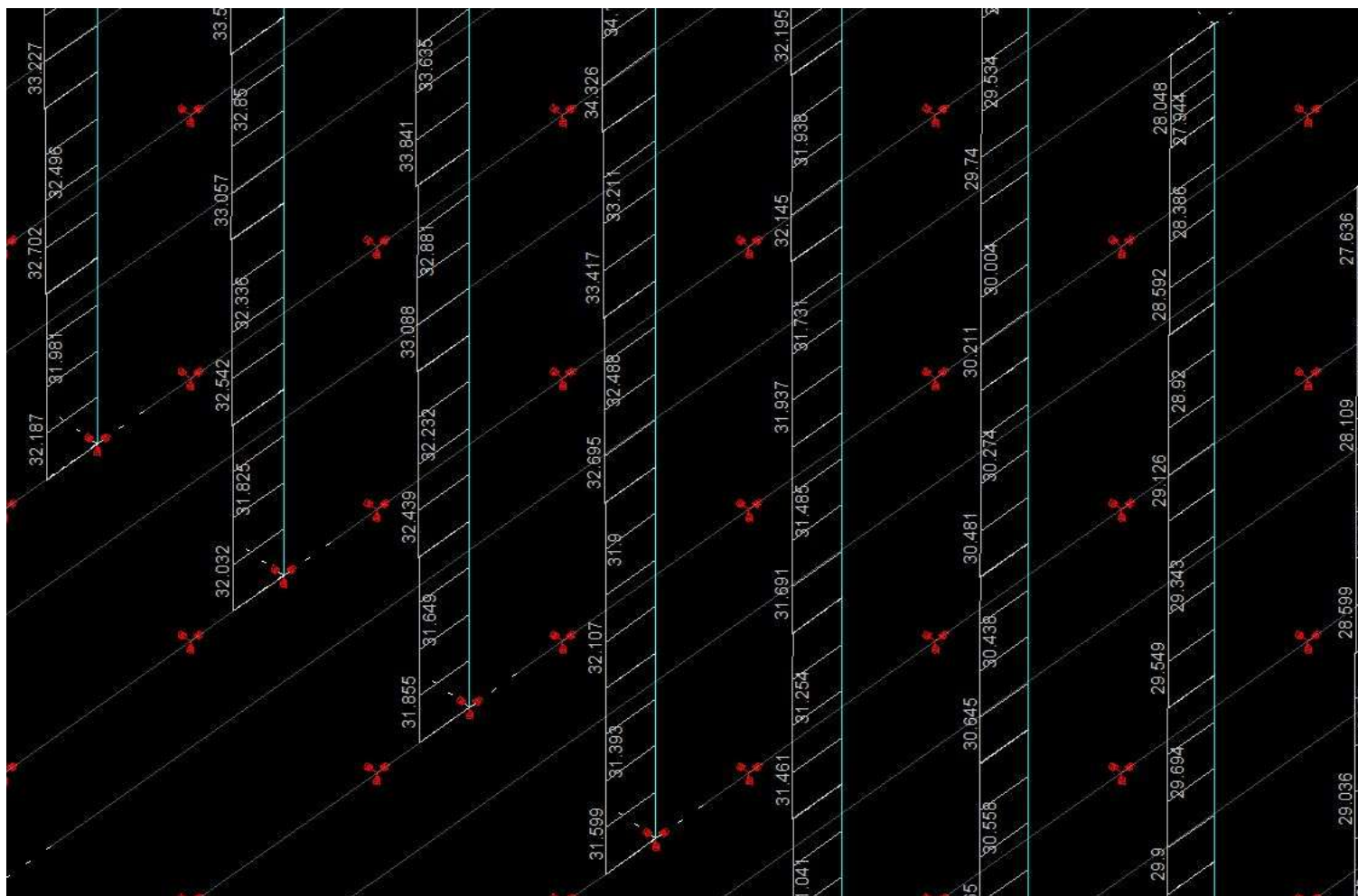
- Base



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL



ABECE



Empresa filiada a:



TOS Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados [ELU] Curva de interação N, Mx, My [ELU] Diagrama N, M, 1/r [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção Observação

Norma

ABNT NBR 6118

Armaduras

☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-46.2	3.8	0.8
2	-23.1	3.8	0.8
3	0	3.8	0.8
4	23.1	3.8	0.8
5	46.2	3.8	0.8
6	46.2	21.2	0.8
7	23.1	21.2	0.8
8	0	21.2	0.8
9	-23.1	21.2	0.8
10	-46.2	21.2	0.8

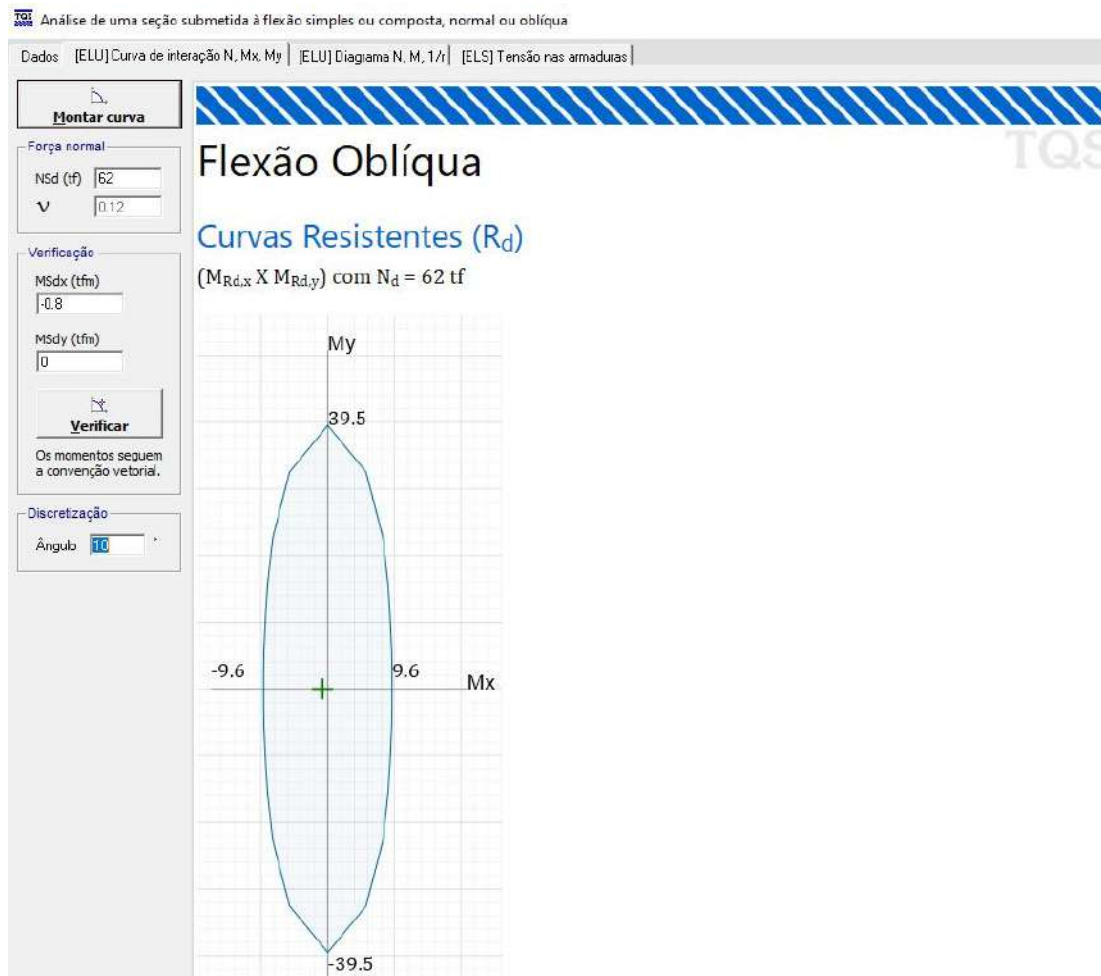
Materiais (concreto e aço)

fck (MPa) 30 fyk (MPa) 500

γ_c 1.4 γ_s 1.15

ϕ 0 Es (MPa) 210000

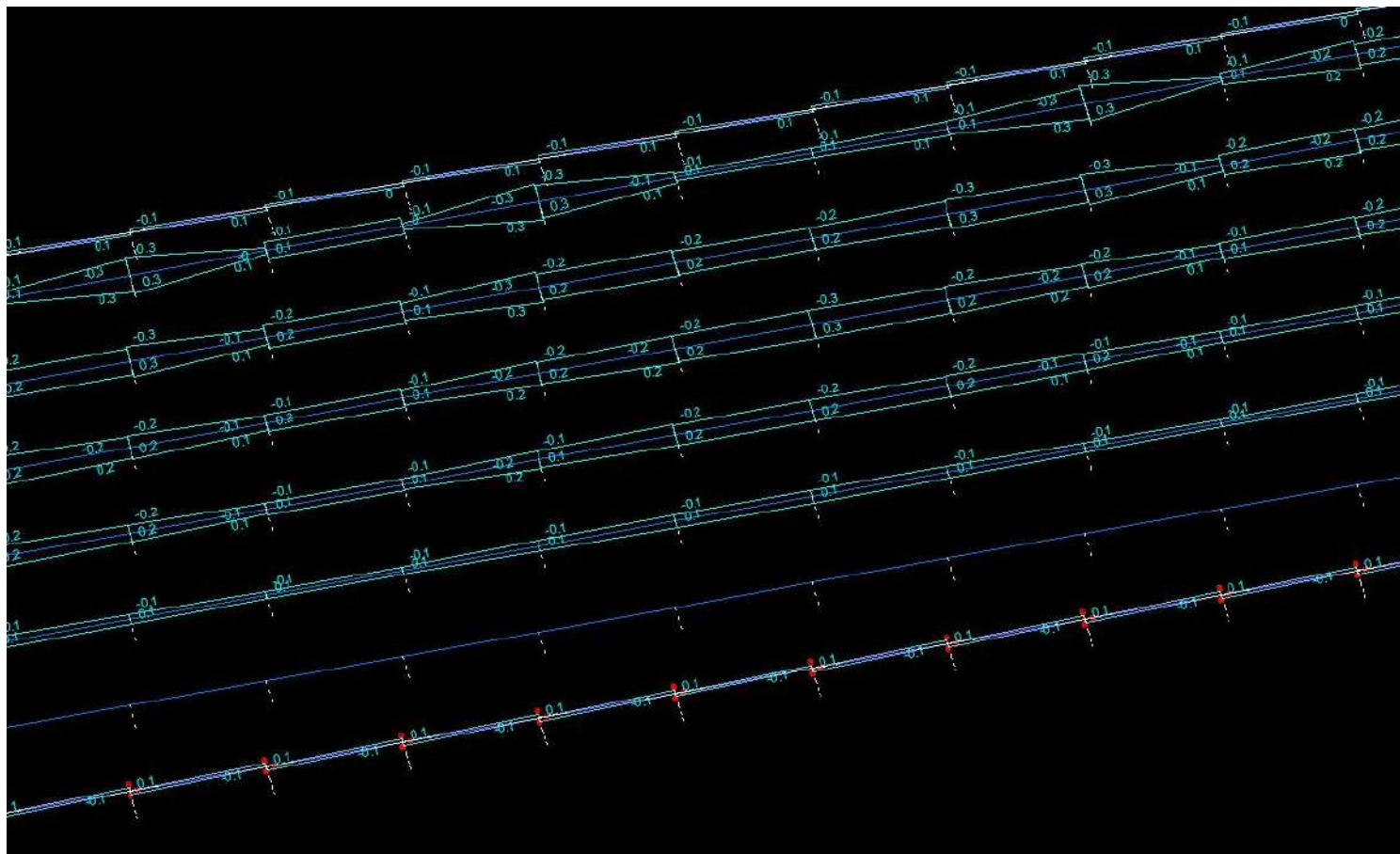
Empresa filiada a:



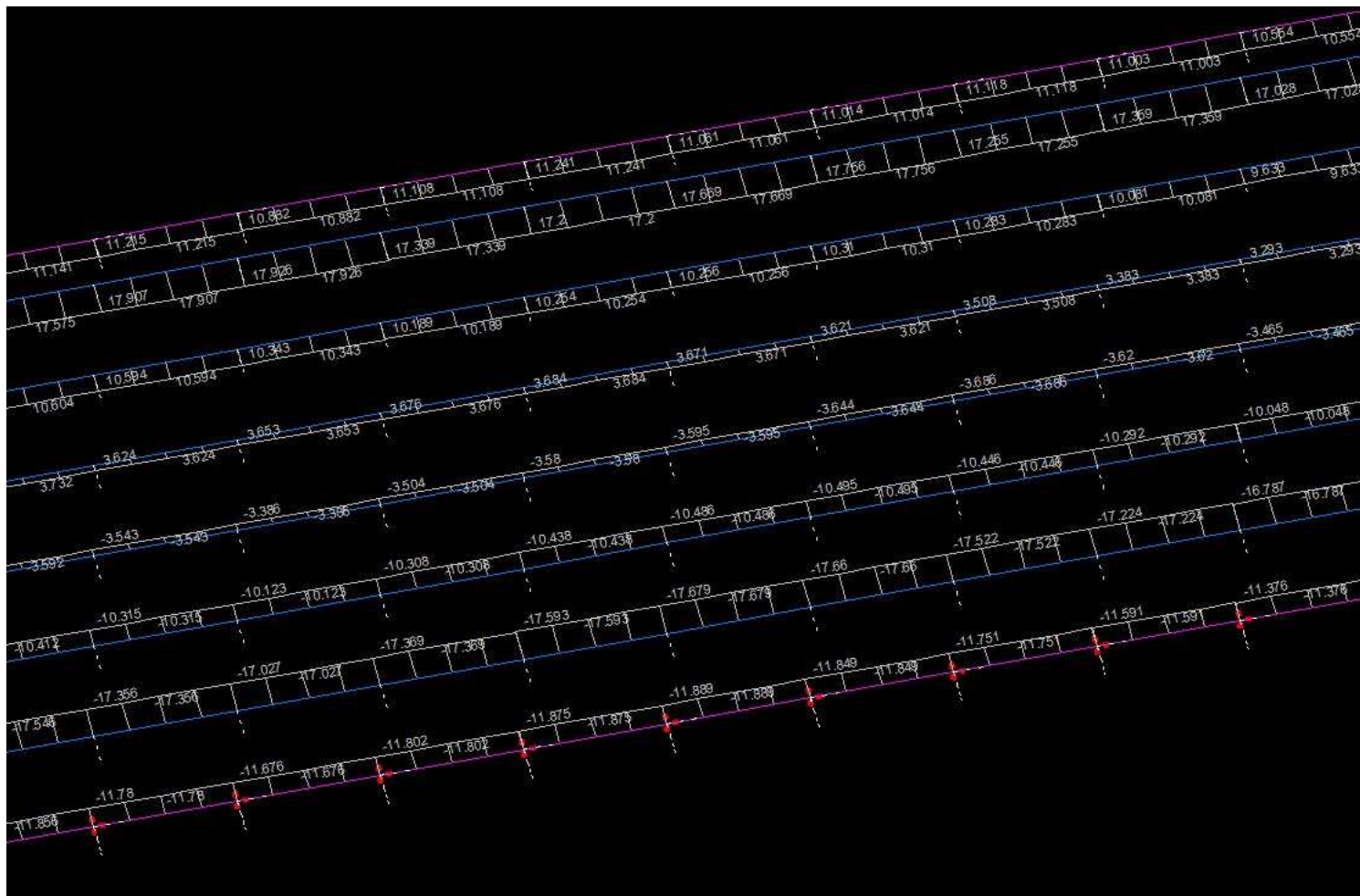
Empresa filiada a:



Direção Secundária



Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



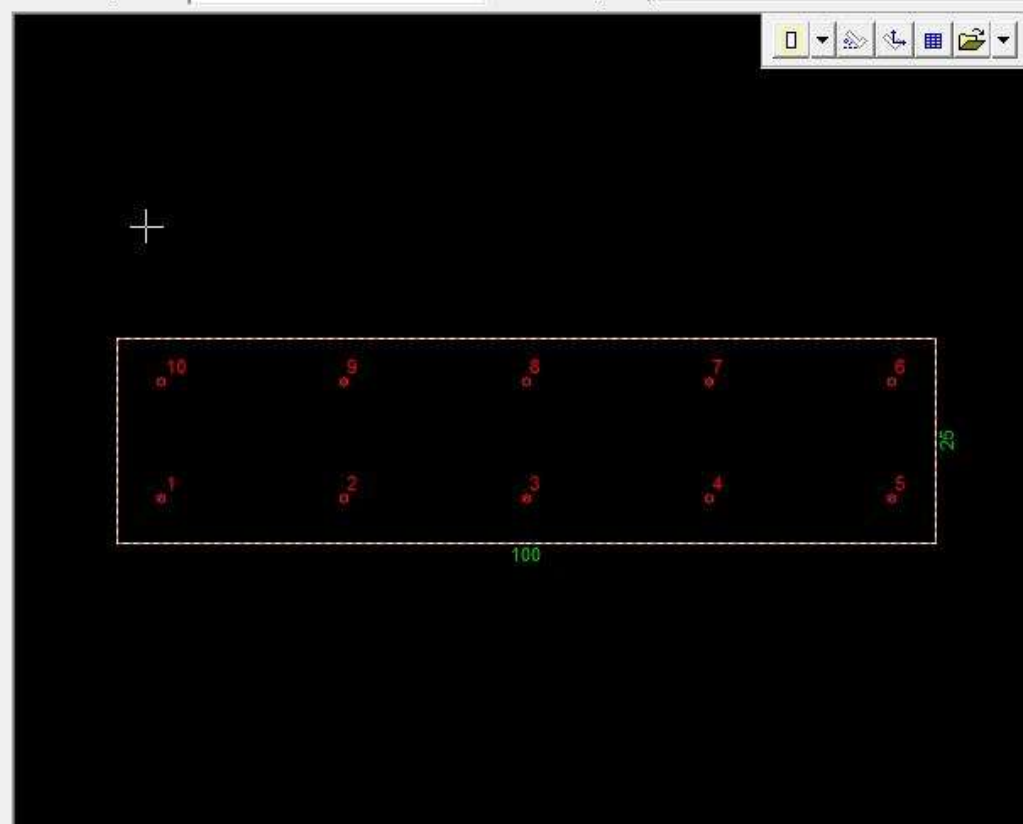
TQS Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados | [ELU] Curva de interação N, Mx, My | [ELU] Diagrama N, M, 1/r | [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção

Observação



Norma

ABNT NBR 6118

Armaduras

☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-44.6	5.4	1.0
2	-22.3	5.4	1.0
3	0	5.4	1.0
4	22.3	5.4	1.0
5	44.6	5.4	1.0
6	44.6	19.6	1.0
7	22.3	19.6	1.0
8	0	19.6	1.0
9	-22.3	19.6	1.0
10	-44.6	19.6	1.0

Materiais (concreto e aço)

fck (MPa)

30

fyk (MPa)

500

γ_c

1.4

γ_s

1.15

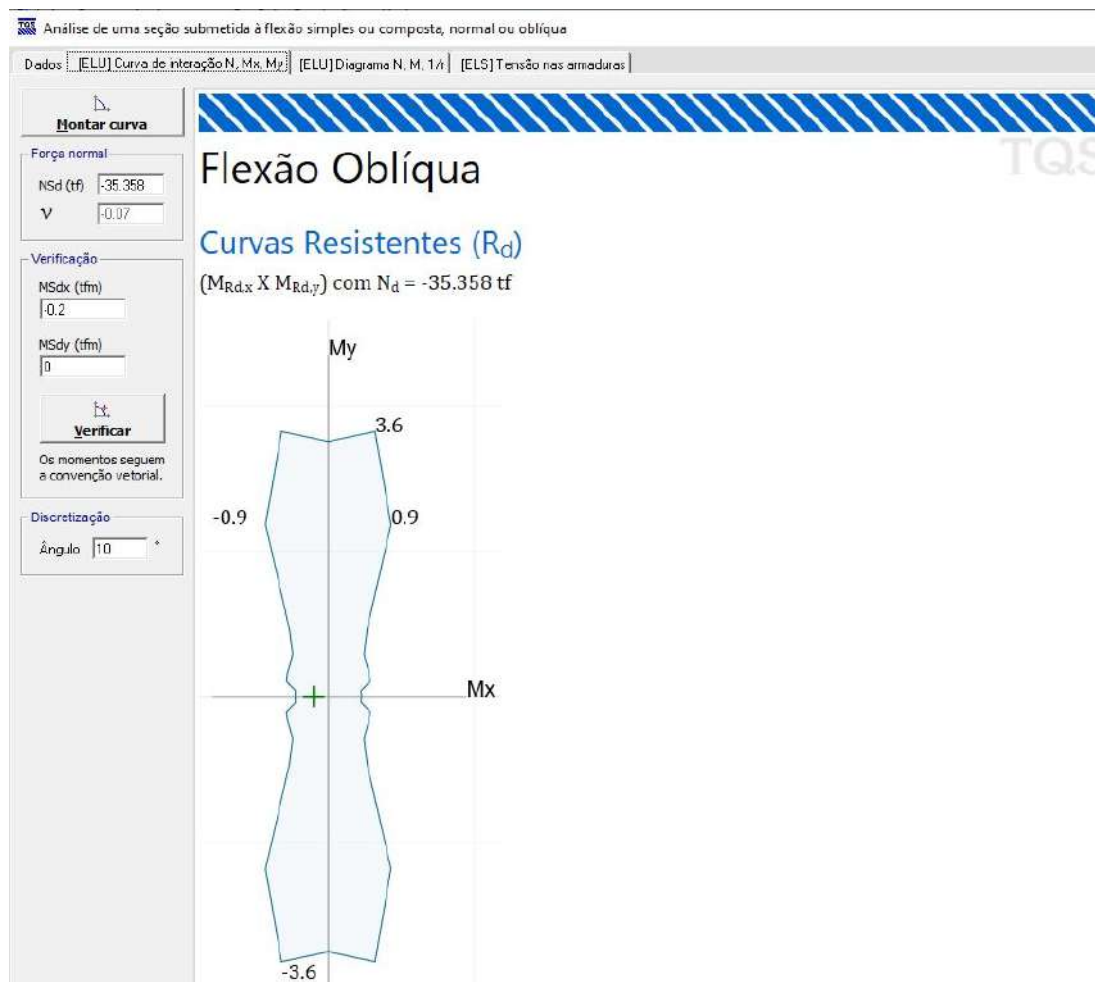
ϕ

0

Es (MPa)

210000

Empresa filiada a:

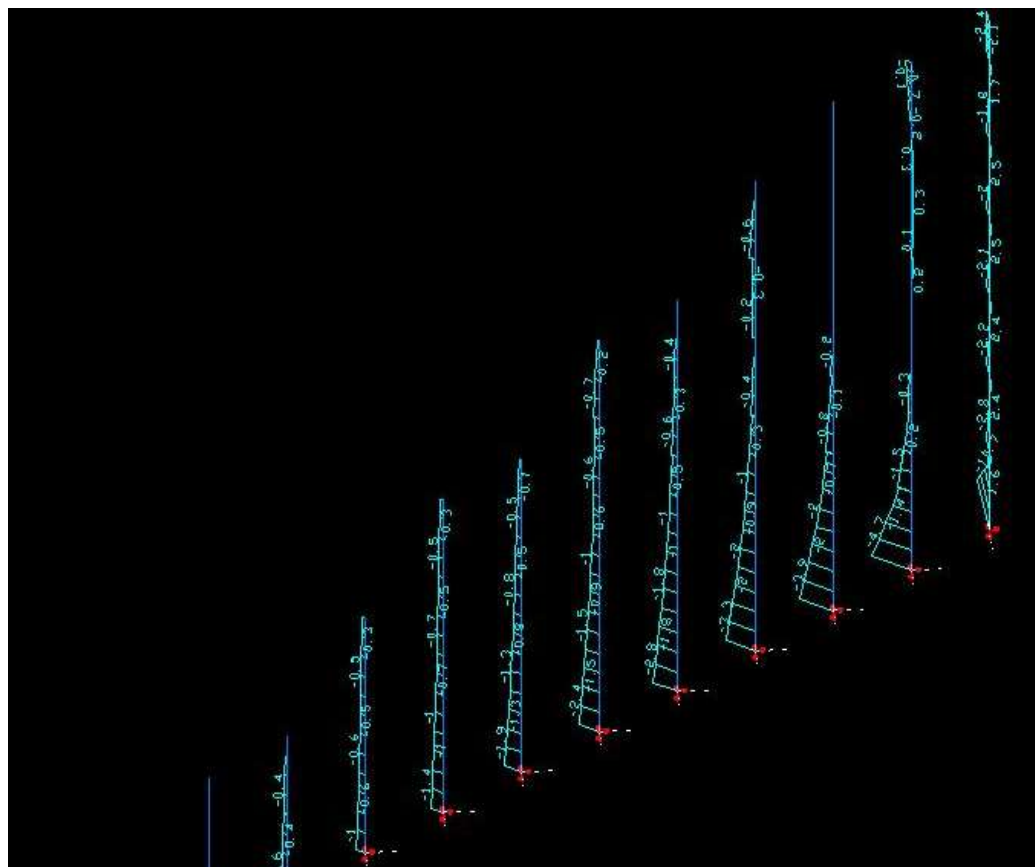


ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL

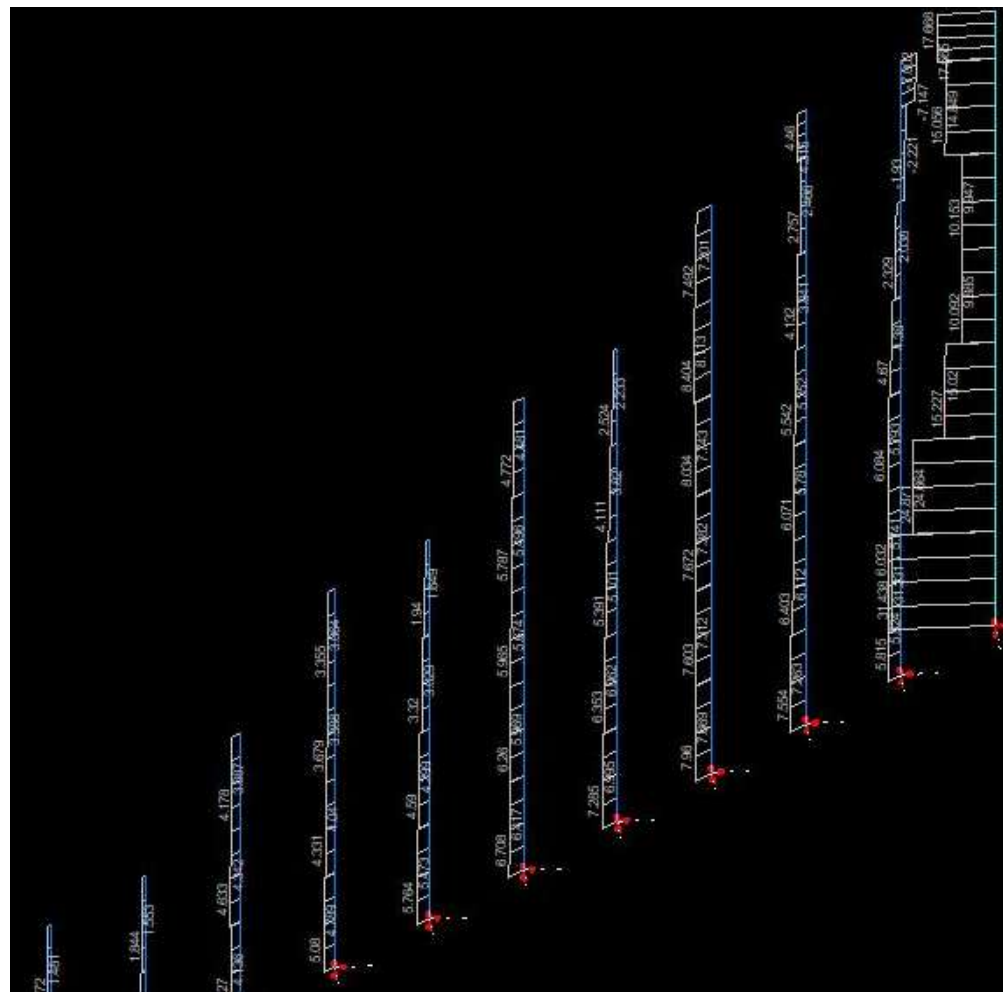


ABECE

Direção Principal



Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



TOS Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados | [ELU] Curva de interação N, Mx, My | [ELU] Diagrama N, M, 1/r | [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção: Observação:

Norma

ABNT NBR 6118

Armaduras

☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-44.6	5.4	1.8
2	-22.3	5.4	1.8
3	0	5.4	1.8
4	22.3	5.4	1.8
5	44.6	5.4	1.8
6	44.6	19.6	1.8
7	22.3	19.6	1.8
8	0	19.6	1.8
9	-22.3	19.6	1.8
10	-44.6	19.6	1.8

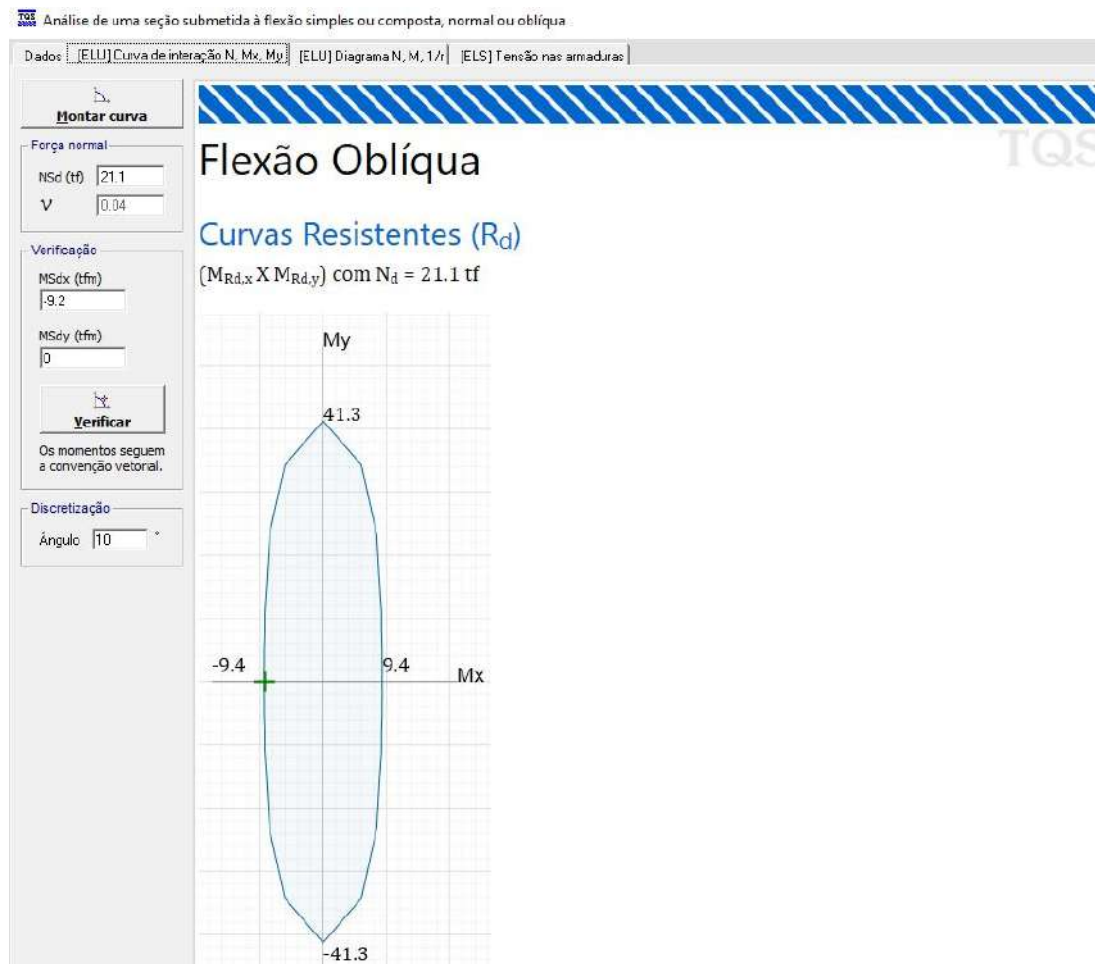
Materiais (concreto e aço)

f_{ck} (MPa): f_{yk} (MPa):

γ_c: γ_s:

φ: E_s (MPa):

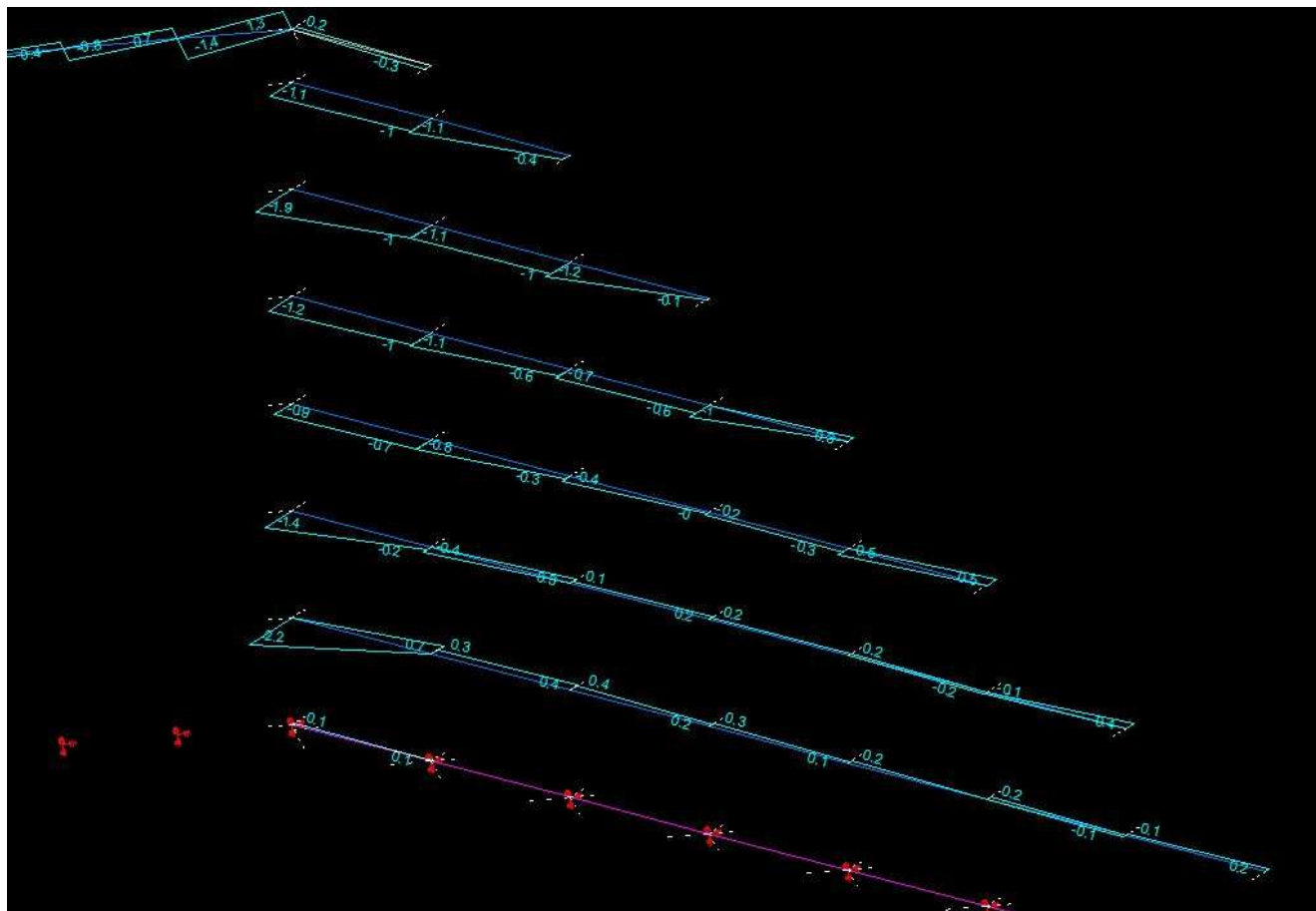
Empresa filiada a:



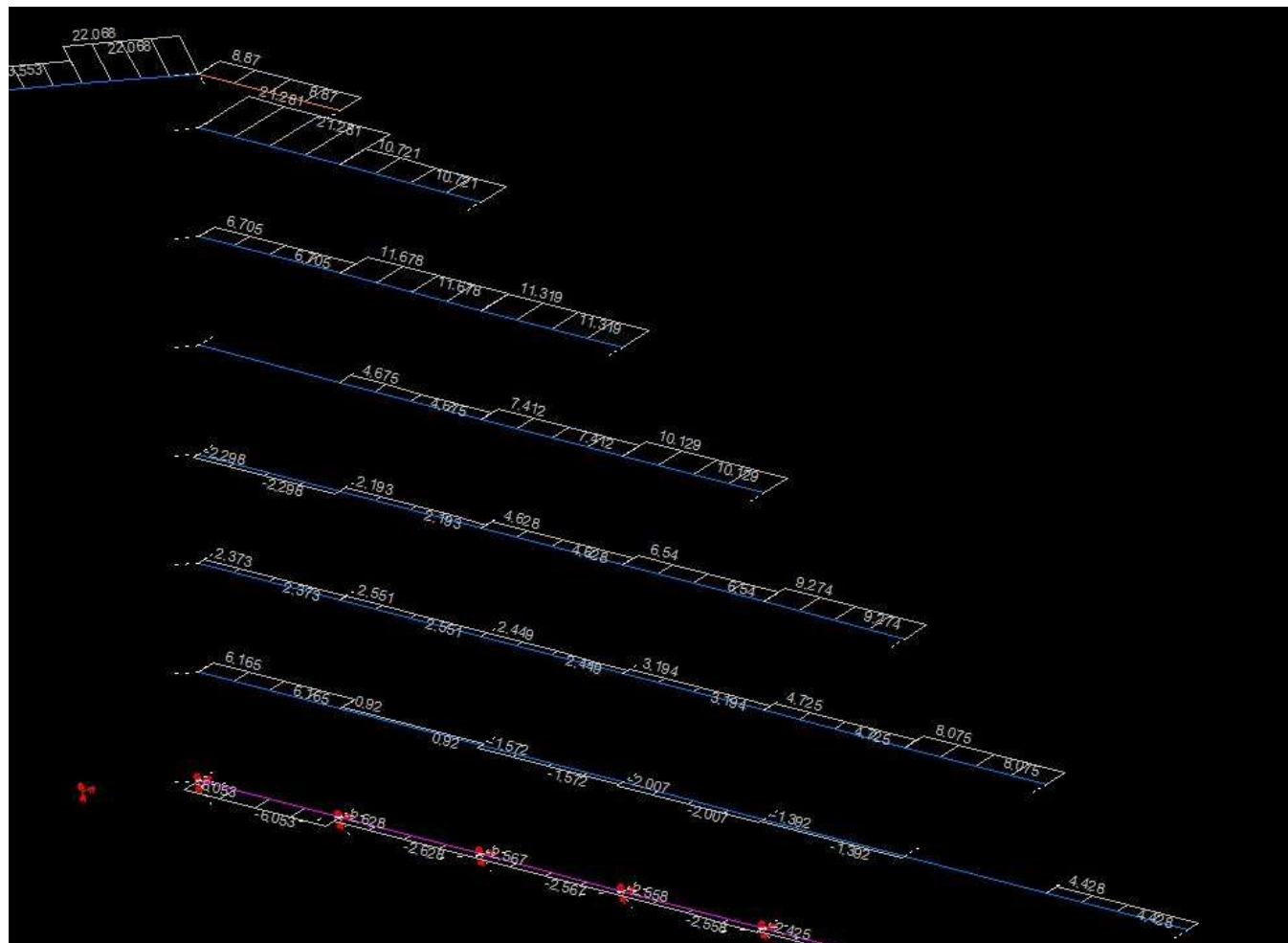
Empresa filiada a:



Direção Secundária



Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



Analise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados | [ELU] Curva de interação N, Mx, My | [ELU] Diagrama N, M, 1/r | [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção: Observação:

Norma

ABNT NBR 6118

Armaduras

☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-44.6	5.4	0.8
2	-22.3	5.4	0.8
3	0	5.4	0.8
4	22.3	5.4	0.8
5	44.6	5.4	0.8
6	44.6	19.6	0.8
7	22.3	19.6	0.8
8	0	19.6	0.8
9	-22.3	19.6	0.8
10	-44.6	19.6	0.8

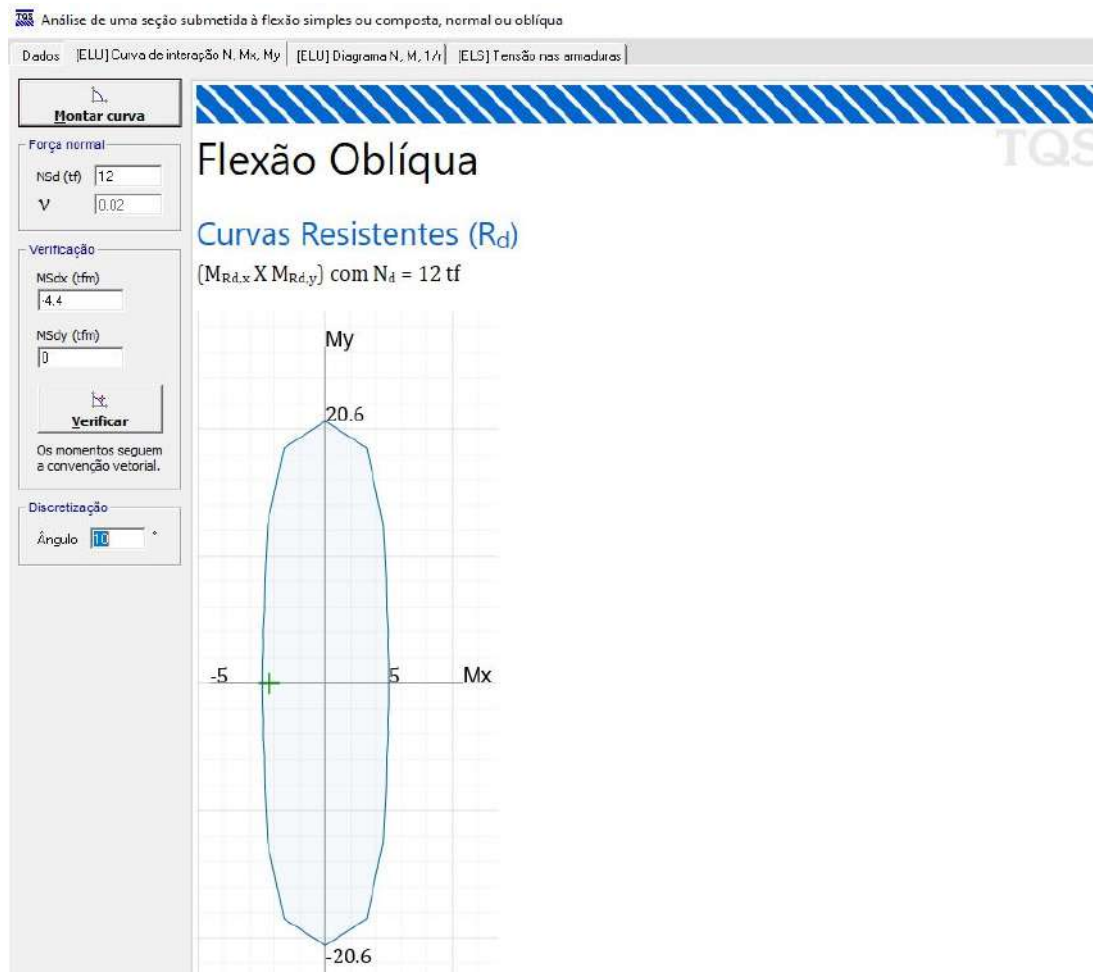
Materiais (concreto e aço)

f_{ck} (MPa): 30 f_{yk} (MPa): 500

γ_c: 1.4 γ_s: 1.15

φ: 0 E_s (MPa): 210000

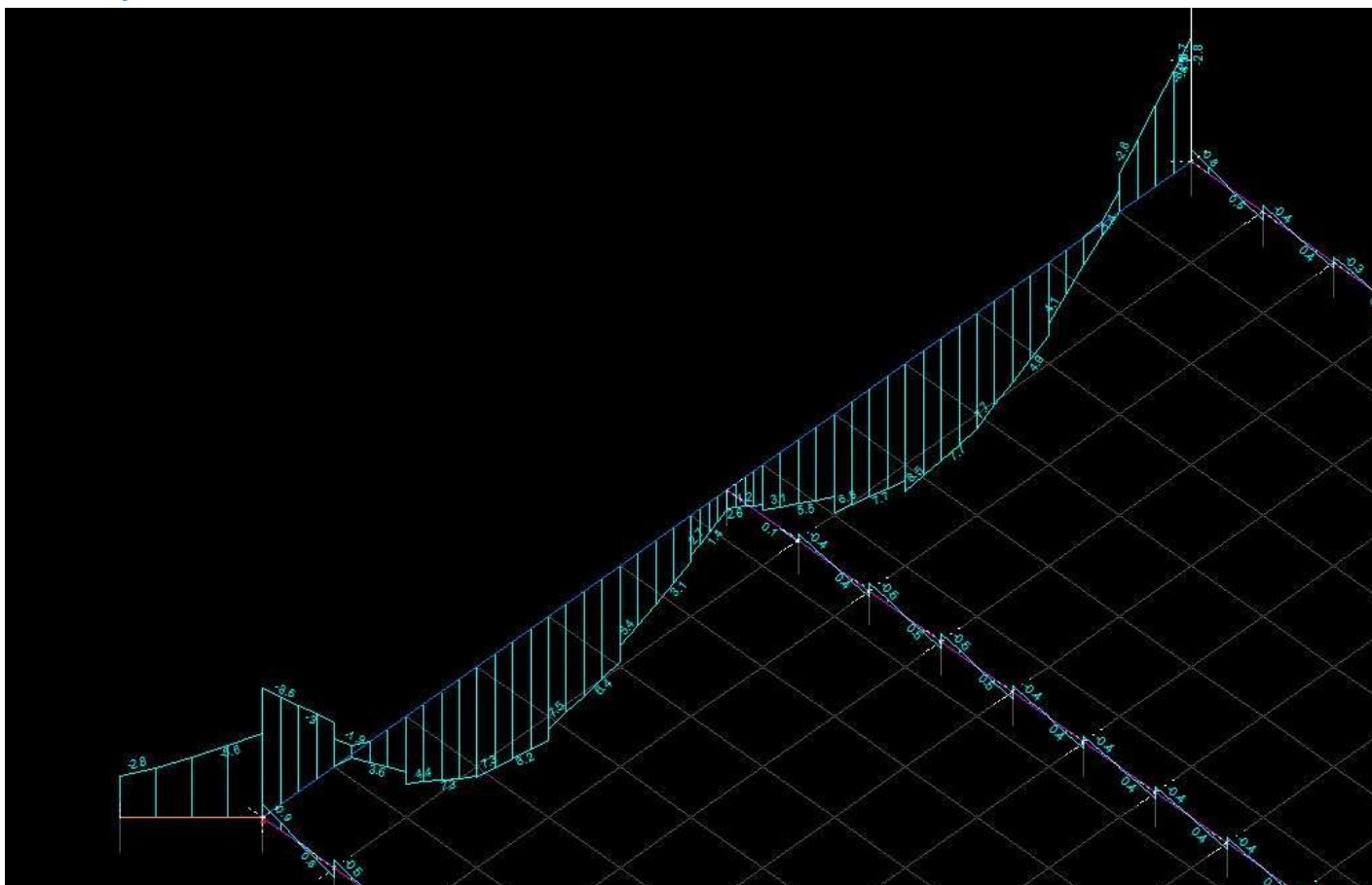
Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



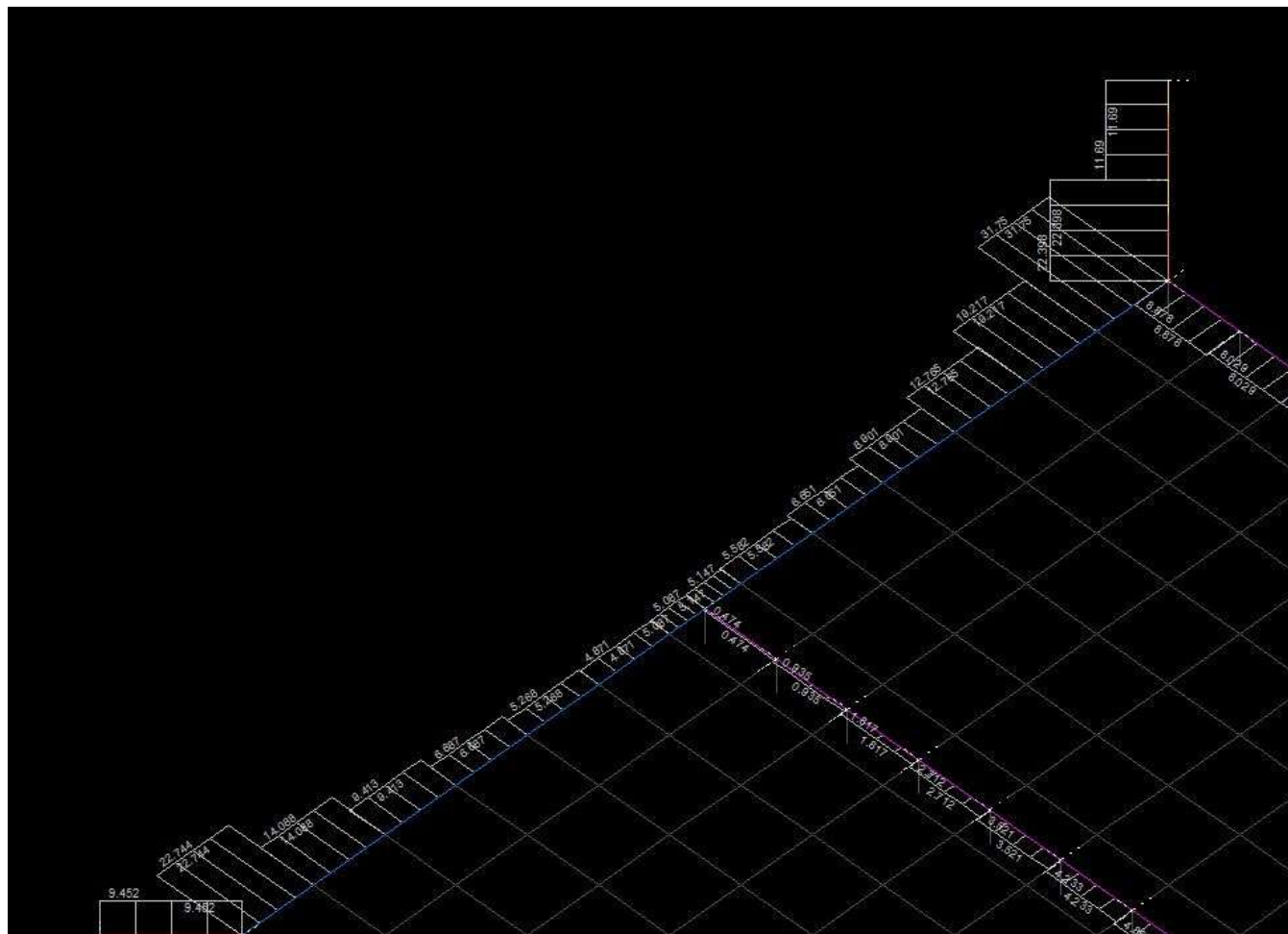
VIGAS TOPO (VT1=VT2)



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL



ABECE



Empresa filiada a:



ANÁLISE DE UMA SEÇÃO SUBMETIDA À FLEXÃO SIMPLES OU COMPOSTA, NORMAL OU OBLÍQUA

Dados: [ELU] Curva de interação N, Mx, My | [ELU] Diagrama N, M, 1/r | [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção: Observação:

Seção transversal (cm):

Norma: ABNT NBR 6118

Armaduras: ☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-8.1	4.4	1.3
2	8.1	4.4	1.3
3	8.1	70.6	1.3
4	-8.1	70.6	1.3

Materials (concreto e aço)

fck (MPa): 30 fyk (MPa): 500

γ_c : 1.4 γ_s : 1.15

ϕ : 0 Es (MPa): 210000

Empresa filiada a:



TOP Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados: [ELU] Curva de interação N, Mx, My; [ELU] Diagrama N, M, 1/r; [ELS] Tensão nas armaduras

Montar curva

Força normal

NSd (tf) 4

v 0.01

Verificação

MSdx (tfm)

-8.6

MSdy (tfm)

0

Verificar

Os momentos seguem a convenção vetorial.

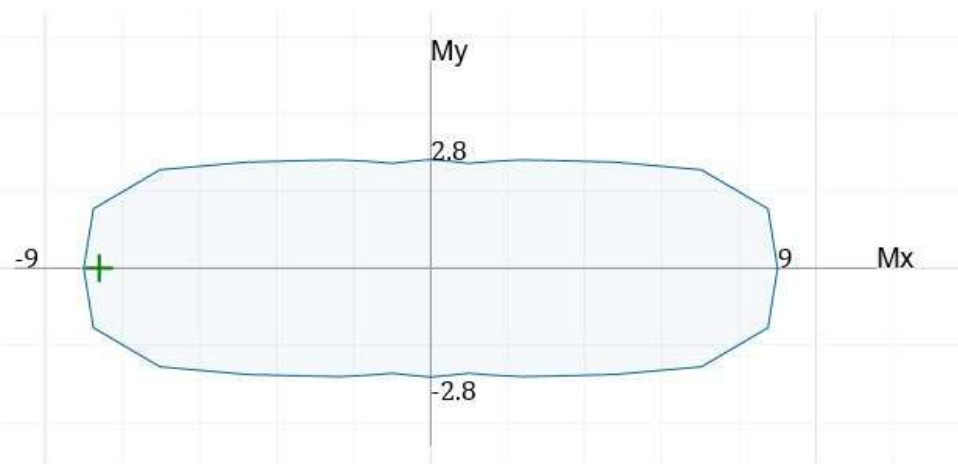
Discretização

Ângulo 10 °

Flexão Oblíqua

Curvas Resistentes (R_d)

($M_{Rd,x}$ X $M_{Rd,y}$) com $N_d = 4$ tf

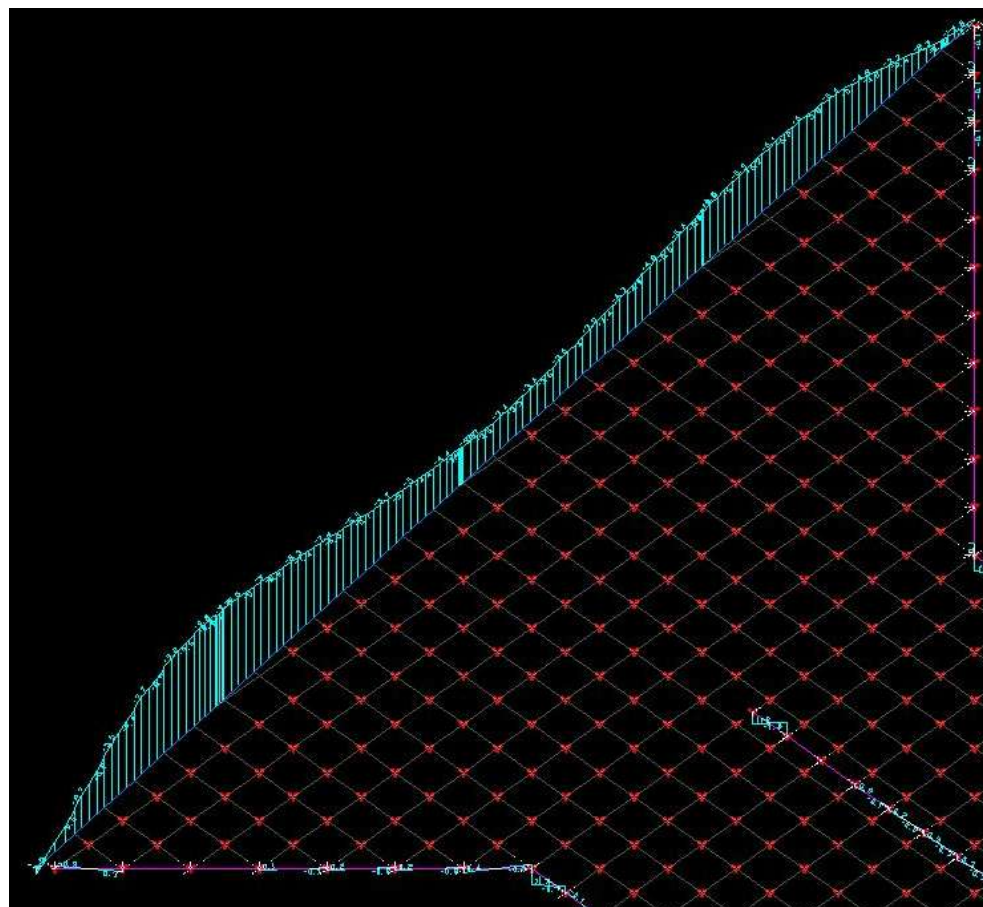


(N_{Rd} X $M_{Rd,x}$) com $M_{dy} = 0$ tfm

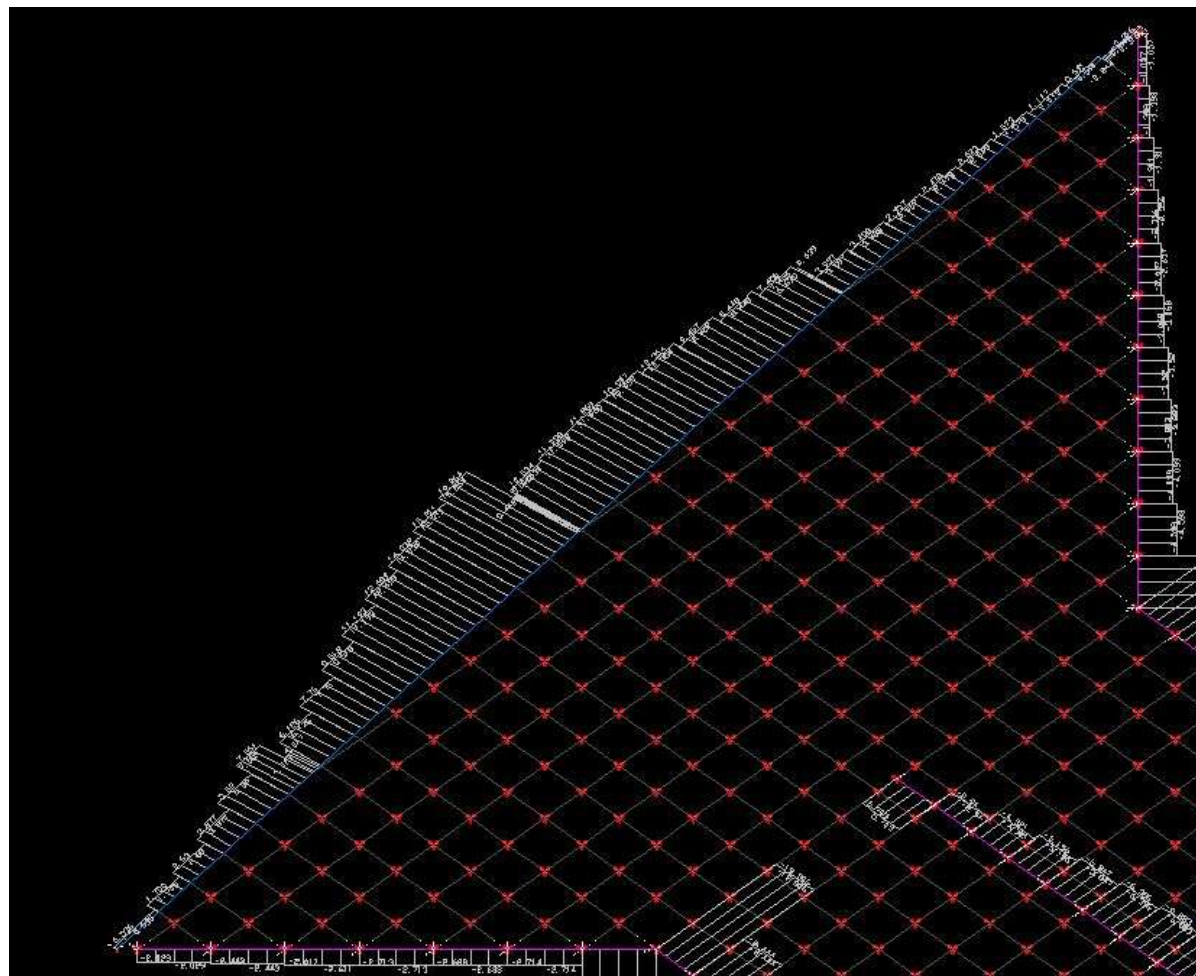
Empresa filiada a:



VIGAS BASE (VB1=VB2)



Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



Tela Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados [ELU] Curva de interação N, Mx, My | [ELU] Diagrama N, M, 1/r | [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção: Observação:

Norma

ABNT NBR 6118

Armaduras

☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-8.1	4.4	1.5
2	8.1	4.4	1.5
3	8.1	70.6	1.5
4	-8.1	70.6	1.5

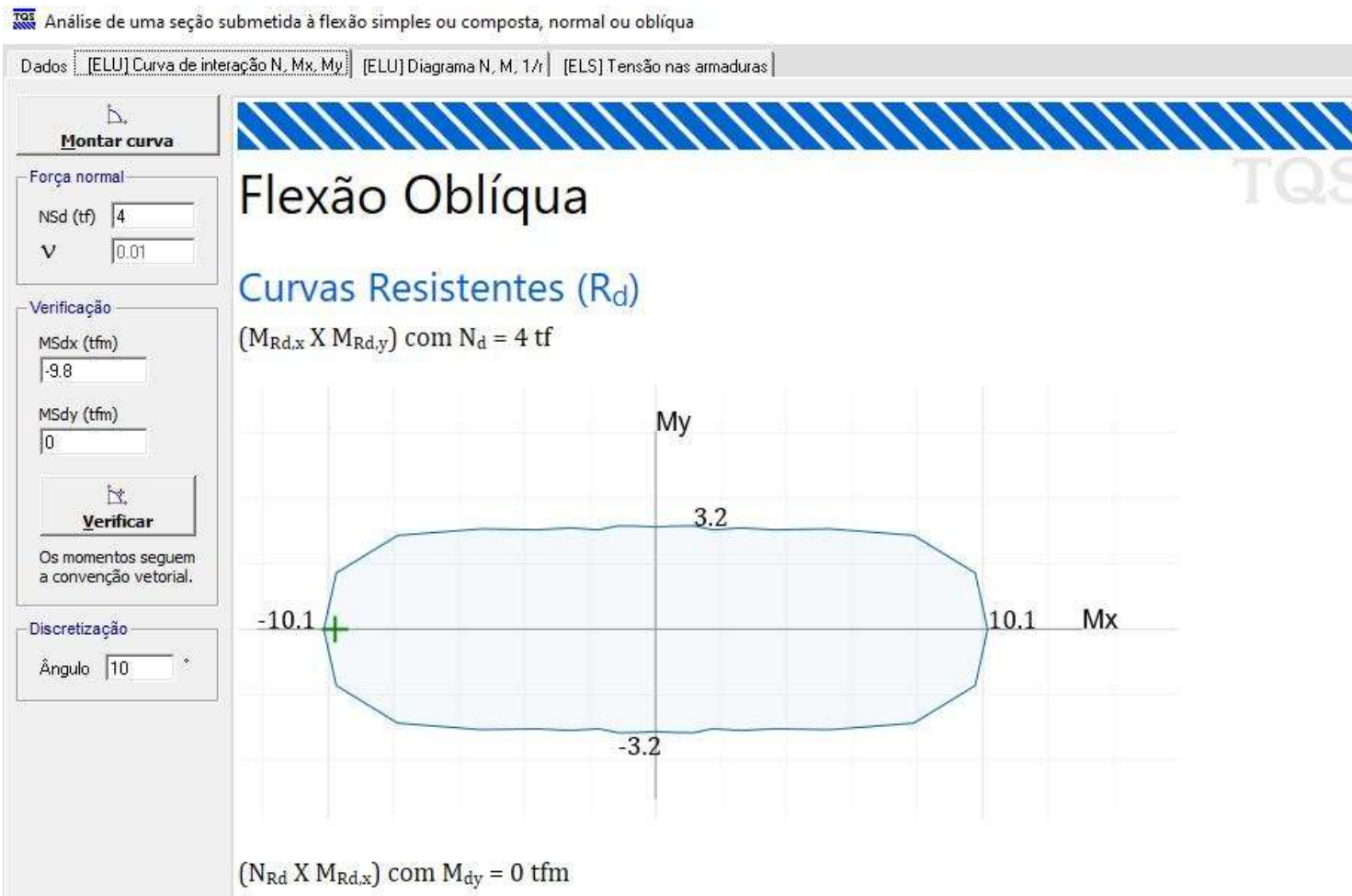
Materiais (concreto e aço)

fck (MPa): 30 fyk (MPa): 500

γ_c : 1.4 γ_s : 1.15

ϕ : 0 Es (MPa): 210000

Empresa filiada a:



CRITÉRIOS PROJETO - GERENCIADOS

A seguir são apresentados alguns dos critérios de projeto utilizados.

Critérios gerais

- 1) Norma em uso
 - a) NBR-6118-2014
- 2) Verificação de f_{ck} mínimo
 - a) Desativa
- 3) Verificação de cobrimentos mínimos
 - a) Desativa
- 4) Verificação de dimensões mínimas
 - a) Verifica segunda a ABNT NBR 6118
- 5) Permite rebaixo de pilar
 - a) Não permite

Ações

- 1) Separação de cargas permanentes e variáveis
 - a) Com separação
- 2) Caso 1 agrupa outros casos
 - a) Casos de 2 a 4
- 3) Consideração de peso-próprio de lajes
 - a) Sim
- 4) Consideração de peso-próprio de vigas
 - a) Sim
- 5) Carga estimada em viga de transição
 - a) Entre a carga estimada pelo pórtico e a definida pelo engenheiro, usar o valor de maior módulo.
- 6) Permite cálculo $c/$ altura de alvenaria igual a zero
 - a) Não
- 7) Ponderadores
 - a) Ponderador do peso-próprio
 - (1) 1,35
 - b) Ponderador das demais ações permanentes (CV)
 - (1) 1,4
 - c) Ponderador das ações variáveis (CV)
 - (1) 1,5

Análise Estrutural

- 1) Modelo global do edifício

- a) Modelo de vigas e pilares, flexibilizado conforme critérios
- 2) Modelo para viga de transição
 - a) Modelo adicional com vigas de transição enrijecidas
- 3) Trechos rígidos
 - a) Método p/ definir extensão de apoio
 - (1) em função da altura da viga
 - b) Multiplicador da altura da viga p/ extensão de apoio
 - (1) 2
- 4) Pórtico espacial
 - a) Vigas
 - (1) Consideração de seção T
 - (a) Calcular inércia das vigas com seção T em todo o vão
 - (2) Inércia p/ vigas s/ rigidez à torção
 - (a) 100
 - (3) Fator de engastamento parcial em vigas
 - (a) 1
 - b) Pilares
 - (1) Majoração da rigidez axial p/ efeitos construtivos
 - (a) Considera majoração da rigidez axial
 - (2) Multiplicador da rigidez axial p/ efeitos construtivos
 - (a) 3
 - (3) Pilares não-retangulares c/ eixos principais
 - (a) Calcula.
 - c) Ligações viga-pilar
 - (1) Flexibilização de ligações
 - (a) Sim
 - (2) Multiplicador de largura de apoio p/ coeficiente de mola
 - (a) 1,5
 - (3) Divisor de coeficiente de mola
 - (a) 0,6
 - (4) Offset-rígido
 - (a) Sim
 - d) Separação de modelos para ELU e ELS
 - (1) Sim
 - e) Modelo ELU
 - (1) Não-linearidade física p/ vigas
 - (a) 0,3
 - (2) Não-linearidade física p/ pilares
 - (a) 0,3

- (3) Não-linearidade física p/ lajes
 - (a) 0,3
- f) Modelo ELS
 - (1) Não-linearidade física p/ lajes
 - (a) 1
- g) Transferência de esforços
 - (1) Transferência dos esforços de 2ª ordem (GamaZ)
 - (a) Sim
 - (2) Transferência de força normal para vigas
 - (a) Sim
 - (3) Tolerância p/ transferência de forças das grelhas
 - (a) 0
 - (4) Tolerância p/ transferência de momentos das grelhas
 - (a) 0
- 5) Grelha
 - a) Vigas
 - (1) Consideração da seção T em vigas
 - (a) Calcular inércia das vigas com seção T em todo o vão
 - (2) Inércia p/ vigas s/ rigidez à torção
 - (a) 100
 - (3) Fator de engastamento parcial em vigas
 - (a) 1
 - b) Apoios (restrições)
 - (1) Apoio de vigas em pilares
 - (a) Modelo p/ o apoio de vigas em pilares
 - (i) Elástico independente
 - (b) Multiplicador de largura de apoio p/ coeficiente de mola
 - (i) 1
 - (c) Divisor de coeficiente de mola
 - (i) 4
 - (2) Modelo p/ o apoio de nervuras em pilares
 - (a) Sim
 - (3) Modelo p/ o apoio de lajes maciças em pilares
 - (a) Sim
 - c) Lajes nervuradas
 - (1) Considera seção T para nervuras
 - (a) Sim
 - (2) Plastificação de nervuras apoiadas em vigas
 - (a) Não

- d) Lajes maciças (planas)
 - (1) Divisor de inércia à torção em barras de lajes
 - (a) 6
 - (2) Consideração de Wood&Armer
 - (a) Sim
 - (3) Espaçamento de barras em X
 - (a) 50
 - (4) Espaçamento de barras em Y
 - (a) 50
 - (5) Plastificação de barras de lajes apoiadas em vigas
 - (a) Não
- e) Multiplicador p/ deformação lenta
 - (1) 2
- 6) Estabilidade global
 - a) Cálculo de GamaZ com valores de cálculo
 - (1) Esforços de cálculo.
 - b) Considera deslocamentos horizontais gerados por cargas verticais
 - (1) Sim
- 7) Análise P-Delta
 - a) Análise em 2 passos
 - (1) P-Δ em 2 passos
 - b) Multiplicador de esforços pós-análise
 - (1) 1
- 8) Deslocamentos laterais do edifício
 - a) Verifica deslocamentos laterais do edifício
 - (1) ABNT NBR 6118
 - b) Considera efeitos das cargas verticais
 - (1) Não
 - c) P-Delta na avaliação dos deslocamentos laterais
 - (1) Adota análise P-Δ na avaliação dos deslocamentos laterais
 - d) Limites
 - (1) Deslocamento máximo no topo do edifício
 - (a) 1700
 - (2) Deslocamento máximo entre pisos
 - (a) 850
- 9) Grelha não-linear
 - a) Análise p/ todas combinações ELS
 - (1) Adota todas combinações ELS definidas
 - b) Número total de incrementos de carga

- (1) 12
- c) Consideração da fissuração
 - (1) Considera fissuração à flexão e à torção
- d) Consideração da fluência
 - (1) Correção do diagrama tensão-deformação do concreto pelos coeficientes de fluência (ϕ).

Dimensionamento, detalhamento e desenho

- 1) Lajes
 - a) Flexão composta
 - (1) Verifica flexão composta normal
 - (a) Sim
 - (2) Força pequena a ser desprezada
 - (a) 6
 - b) Verifica armadura mínima
 - (1) Sempre que a armadura de flexão tiver valores menores que a armadura mínima recomendada pela NBR 6118, este valor de norma será adotado.
 - c) Norma p/ verificação ao cisalhamento
 - (1) Dimensionamento de acordo com a ABNT NBR 6118 vigente
 - d) Norma p/ verificação à punção
 - (1) Dimensionamento de acordo com a ABNT NBR 6118:2014
 - e) Ponderadores p/ valores de cálculo
 - (1) Ponderador da resistência do concreto
 - (a) 1,4
 - (2) Ponderador da resistência do aço
 - (a) 1,15
 - (3) Ponderador das solicitações
 - (a) 1
 - f) Homogeneização de faixas de armaduras
 - (1) Porcentagem mínima de média ponderada p/ M(-)
 - (a) 50
 - (2) Porcentagem mínima de média ponderada p/ M(+)
 - (a) 80
- 2) Vigas
 - a) Norma p/ cálculo
 - (1) Dimensionamento de acordo com critérios K117 e K118
 - b) Ponderadores p/ valores de cálculo
 - (1) Ponderador da resistência do concreto
 - (a) 1,4

- (2) Ponderador da resistência do aço
 - (a) 1,15
- (3) Ponderador das solicitações
 - (a) 1
- c) Cálculo de esforços
 - (1) Redução de momentos negativos
 - (a) Cálculo em regime plástico, com cálculo do momento negativo nos apoios em função dos momentos positivos isostáticos, dimensões da seção da viga, tipo de aço e concreto usados.
- d) Flexão
 - (1) Armadura mínima
 - (a) Limite p/ armadura mínima
 - (i) O limite é definido de acordo com as prescrições da ABNT NBR 6118
 - (b) Seção T para cálculo de $M_{1d,mín}$ e $As_{mín}$
 - (i) Armadura mínima e Momento mínimo ($M_{1d,mín}$) calculados considerando seção T.
 - (2) Alojamento de barras sem simetria
 - (a) Aloja as barras na seção transversal em diversas camadas, sem a preocupação de fazer uma distribuição simétrica.
 - (3) Armadura que chega em apoio extremo
 - (a) É considerado o valor de $0.75 \cdot V_d / f_{yd}$ para cálculo do As junto ao pilar extremo.
 - (4) Verificação de ductilidade
 - (a) Verifica limites de redistribuição de $M(-)$, plastificação, nos extremos dos vãos e impõe critérios de ductilidade no dimensionamento das seções transversais conforme prescrições da NBR 6118:2003. É realizada a limitação da posição relativa da Linha Neutra na seção transversal e, conseqüentemente, aumento da armadura de compressão.
 - (5) Ancoragem positiva
 - (a) Ancoragem nos apoios extremos
 - (i) Ancoragem da armadura positiva combinando com grampos, calculados por processo exato quando o comprimento do apoio é pequeno perante o raio de dobra da barra. É válido também para vãos internos com faces inferiores não coincidentes.
 - (b) Bitola que chega no apoio extremo
 - (i) A bitola obedecerá a condição de ancoragem nos apoios extremos: $(R + 5.5\phi) <$ (largura efetiva do apoio).
- e) Cisalhamento e Torção
 - (1) Modelo de cálculo
 - (a) Modelo I

- (2) Limite p/ desprezar torção
 - (a) 5
- f) Armadura lateral
 - (1) Dimensionamento da armadura lateral
 - (a) Dimensionamento da armadura lateral segundo ABNT NBR 6118:2003 (2007)
 - (2) Altura mínima para colocação de A_s, lat
 - (a) 60
- g) Furo em viga
 - (1) Largura máxima do furo
 - (a) 0
 - (2) Cortante p/ cálculo de suspensão
 - (a) 0
- 3) Pilares
 - a) Norma para cálculo
 - (1) ABNT NBR 6118:2014 (2014)
 - b) Ponderadores p/ valores de cálculo
 - (1) Ponderador da resistência do concreto
 - (a) 1,4
 - (2) Ponderador da resistência do aço
 - (a) 1,15
 - (3) Ponderador das solicitações
 - (a) 1
 - c) Índices de esbeltez limites
 - (1) Limite p/ 2ª ordem aproximada ($1/r$ e $k\alpha$)
 - (a) 90
 - (2) Limite p/ 2ª ordem c/ N, M, $1/r$
 - (a) 140
 - d) Definição dos comprimentos equivalentes
 - (1) Comprimento equivalente calculado conforme item 15.6 da ABNT NBR 6118:2003.
 - e) Transformação de FCO em FCN
 - (1) Não se alternam os esforços da flexão composta oblíqua para dimensionamento.
 - f) Porcentagens limites de armadura
 - (1) Porcentagem limite de armadura mínima
 - (a) 0,4
 - (2) Porcentagem limite de armadura máxima
 - (a) 8
 - g) Grampos
 - (1) Grampos verticais no último pavimento
 - (a) Não

- (2) Desenho de grampos em forma de S
 - (a) 2
- h) Consideração de peso-próprio
 - (1) Sim
- i) Pilares-parede
 - (1) Esbeltez limite p/ desprezar efeitos localizados
 - (a) 35
 - (2) Avaliação dos efeitos locais de 2ª ordem
 - (a) Sim
 - (3) Porcentagem mínima de estribos
 - (a) 0
- j) Seleção de bitolas no lance
 - (1) % limite p/ seleção no lance
 - (a) 10
 - (2) Número de bitolas a mais p/ seleção no lance
 - (a) 1
- 4) Fundações
 - a) Sapatas
 - (1) Ponderadores p/ valores de cálculo
 - (a) Ponderador da resistência do concreto
 - (i) 1,4
 - (b) Ponderador da resistência do aço
 - (i) 1,15
 - (c) Ponderador das solicitações
 - (i) 1
 - (d) Coeficiente adicional de segurança
 - (i) 1,2
 - (e) Coeficiente de segurança ao tombamento
 - (i) 1,5
 - (f) Coeficiente de segurança ao deslizamento
 - (i) 1,5
 - b) Blocos sobre estacas
 - (1) Ponderadores p/ valores de cálculo
 - (a) Ponderador da resistência do concreto
 - (i) 1,4
 - (b) Ponderador da resistência do aço
 - (i) 1,15
 - (c) Ponderador das solicitações
 - (i) 1

Empresa filiada a:



- (d) Coeficiente adicional de segurança
 - (i) 1,2
- (2) Blocos quadrados
 - (a) Igualar armaduras pela maior
 - (i) iguala armaduras pela maior
 - (b) Diferença máxima entre as dimensões
 - (i) 9
- (3) Blocos de 7 a 24 estacas
 - (a) Método de Cálculo - Bloco Rígido
 - (i) Método CEB-FIP (recomendado)
 - (b) % de armadura principal detalhada
 - (i) 100
- 5) Escadas
 - a) Ponderadores p/ valores de cálculo
 - (1) Ponderador da resistência do concreto
 - (a) 1,4
 - (2) Ponderador da resistência do aço
 - (a) 1,15
 - (3) Ponderador das solicitações
 - (a) 1
 - b) Homogeneização de armaduras
 - (1) Porcentagem mínima p/ M(-)
 - (a) 50
 - (2) Porcentagem mínima p/ M(+)
 - (a) 80
 - c) Cálculo de armadura mínima
 - (1) O limite é definido de acordo com as prescrições da ABNT NBR 6118

3 BUEIRO 02 - BSCC 3,0X3,0 - ESTACA 2432 + 8.072

A seguir é apresentada a memória de cálculo estrutural do bueiro simples celular de concreto de 3,0 x 3,0 m de seção localizado na estaca 2432+8,072.



MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO



Empresa filiada a:



INDICE	
CORTES DO BUEIRO	4
DESCRIÇÃO DA OBRA DE ARTE ESPECIAL	6
Corte esquemático	8
Localização	9
NORMAS EM USO	10
SOFTWARE UTILIZADO.....	10
MATERIAIS	10
Concreto	10
Módulo de elasticidade	10
Aço de armadura passiva.....	11
PARÂMETRO DE DURABILIDADE.....	11
Classe de agressividade	11
Cobrimentos gerais.....	11
AÇÕES E COMBINAÇÕES.....	12
Cargas Permanentes	12
Empuxo	12
Cargas de Água	13
Cargas Acidentais.....	13
Hipóteses para as cargas móveis.....	14
Coeficientes adicionais	15
Resumo de combinações no modelo global	17
Lista de combinações no modelo global	17
MODELO ESTRUTURAL	26
Explicações.....	26
Modelo estrutural dos pavimentos	26
Modelo estrutural global	27
Modelo ELU	27
Modelo ELS	27
Deformação excessiva	27

Empresa filiada a:



INDICE	
Abertura de fissuras.....	27
Esforços de cálculo	27
Discretização do Modelo Estrutural	28
MEMORIAL DE CÁLCULO	34
LAJE SUPERIOR.....	35
Direção Principal	35
Direção Secundária	43
LAJE INFERIOR - BUEIRO	51
Direção Principal	51
Direção Secundária	59
LAJE INFERIOR - ALAS.....	63
Direção Principal	63
Direção Secundária	71
PAREDES	87
Direção Principal	87
Direção Secundária	95
ALAS	103
Direção Principal	103
Direção Secundária	107
VIGAS TOPO (VT1=VT2)	111
VIGAS BASE (VB1=VB2)	115
CRITÉRIOS PROJETO - GERENCIADOS	119
Critérios gerais	119
Ações.....	119
Análise Estrutural.....	119
Dimensionamento, detalhamento e desenho	123

ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL



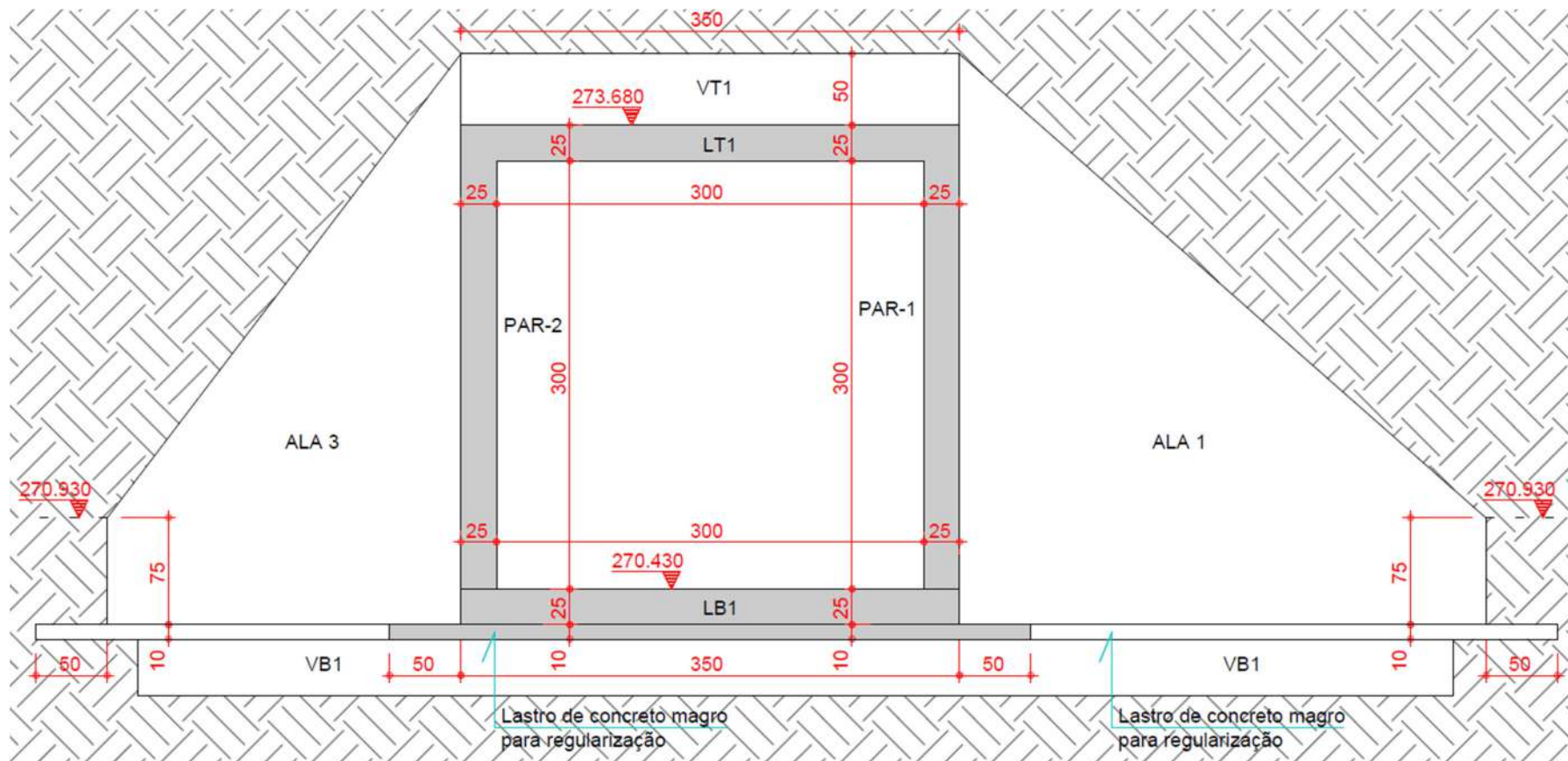
ABECE



Rua 124, Qd. F-23, Lt. 14, nº 90, Setor Sul – CEP: 74.093-060 – Goiânia-GO – T +55 62 3254-5500

4

Empresa filiada a:

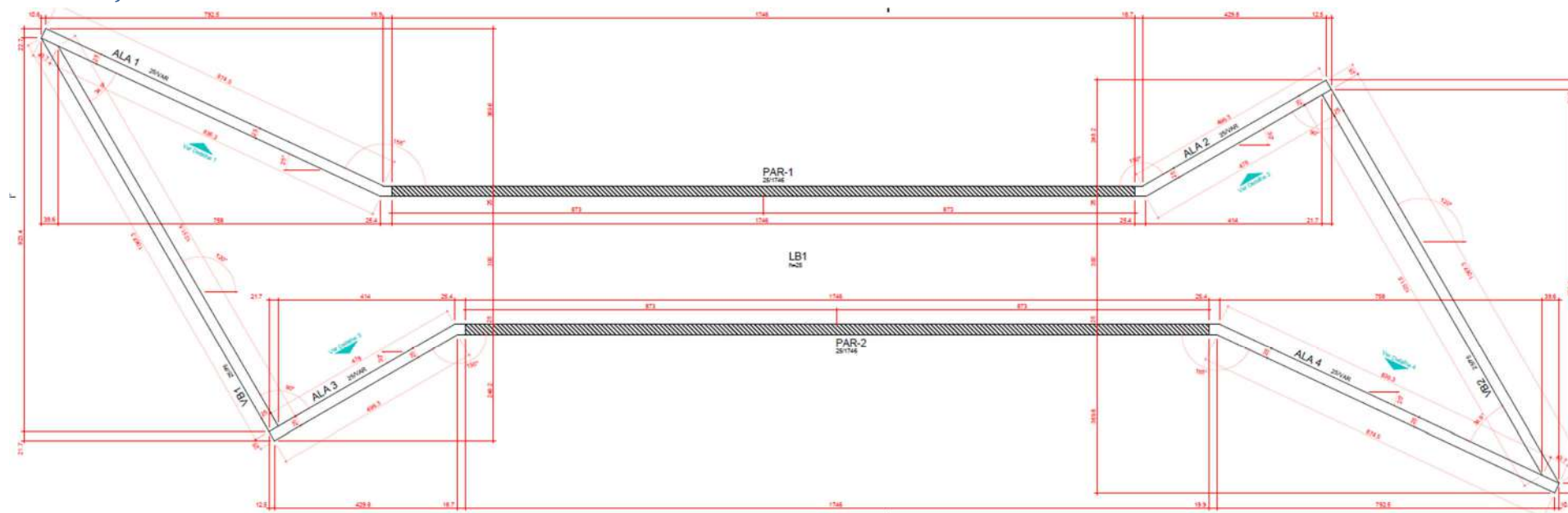


Seção transversal

Empresa filiada a:



DESCRIÇÃO DA OBRA DE ARTE ESPECIAL

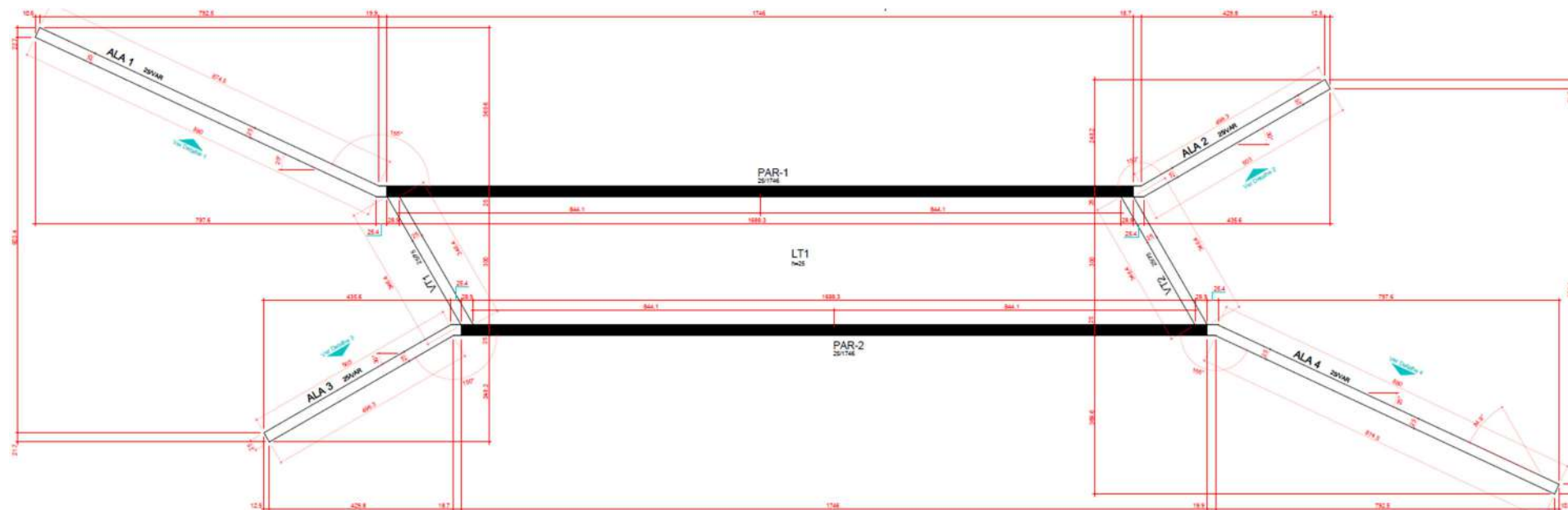


Planta de Formas Laje Inferior

ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL



ABECE



Planta de Formas Laje Superior

Empresa filiada a:



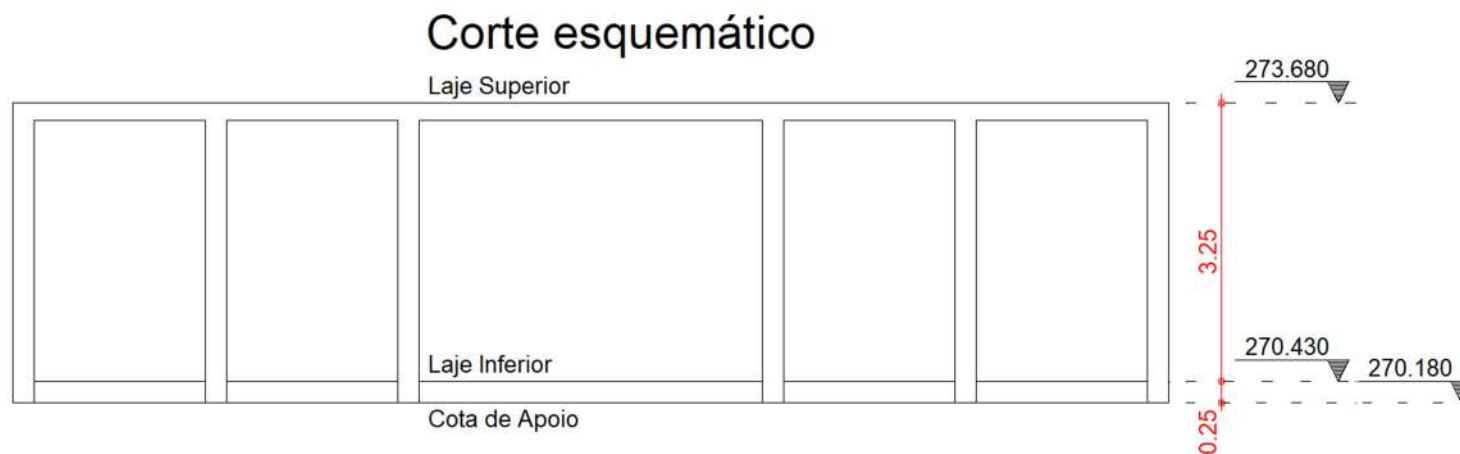
A obra de arte especial é um bueiro simples de concreto celular de 3x3.

Pavimentos	Piso a Piso (m)	Cota (m)	Área (m ²)
Laje Superior	3.25	273.680	68.218
Laje Inferior	0.25	270.430	140.915
Cota de Apoio	0.00	270.180	0.000
TOTAL	---	---	209.133

A altura total da obra de arte especial é de 3.25 m.

Corte esquemático

A seguir é apresentado um corte esquemático da obra de arte especial. Nele é possível visualizar as distâncias entre pavimentos, cotas e nomenclaturas utilizadas:



Empresa filiada a:



Localização

Bueiro BSCC 3,0x3,0 - Rodovia GO-336 Estaca 2432 + 8.072



Empresa filiada a:



NORMAS EM USO

Na análise, dimensionamento e detalhamento dos elementos estruturais desta obra de arte especial foram utilizadas as prescrições indicadas pelas seguintes normas:

- NBR7187:2003 - Projeto e execução de pontes de concreto armado e protendido;
- NBR6118:2014 - Projeto de estruturas de concreto - Procedimentos;
- NBR7188:2013 - Carga móvel em ponte rodoviária e passarela de pedestres;
- NBR6120:2019 - Cargas para o cálculo de estruturas de edificações - Procedimentos;
- NBR6123:1988 - Forças devidas ao vento em edificações – Procedimentos;
- NBR8681:2003 - Ações e segurança nas estruturas – Procedimentos;
- NBR12655:2015 - Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento.

SOFTWARE UTILIZADO

Para a análise estrutural e dimensionamento e detalhamento estrutural foi utilizado o sistema TQS na versão V22.0.901.

MATERIAIS

Concreto

A seguir são apresentados os valores de f_{ck} utilizados para cada um dos elementos estruturais, para cada um dos pavimentos:

Pavimento	Bueiro (MPa)
Laje Superior	30
Laje Inferior	30

Módulo de elasticidade

O módulo de elasticidade, em MPa, utilizado para cada um dos concretos utilizados é listado a seguir:

	Ecs	Eci
C30	26838.00	30672.00

Empresa filiada a:



Aço de armadura passiva

Foram utilizadas as seguintes características para o aço estrutural utilizado no projeto:

<i>Tipo de barra</i>	<i>Es (MPa)</i>	<i>fyk (MPa)</i>	<i>Massa específica (kgf/m³)</i>	<i>n1</i>
CA-50	210000	500	7850	2,25

PARÂMETRO DE DURABILIDADE

Classe de agressividade

Para o dimensionamento e detalhamento dos elementos estruturais foi considerada a seguinte Classe de Agressividade Ambiental no projeto: **II - Moderada**.

Cobrimentos gerais

A definição dos cobrimentos foi feita com base na Classe de Agressividade Ambiental definida anteriormente.

A seguir são apresentados os valores de cobertura utilizados para os diversos elementos estruturais existentes no projeto:

<i>Elemento Estrutural</i>	<i>Cobrimento (cm)</i>
Lajes	3.0
Vigas	3.0
Paredes	3.0

Empresa filiada a:



AÇÕES E COMBINAÇÕES

Cargas Permanentes

Para altura de solo sobre o bueiro foi utilizada uma carga de 2.7 tf/m^2 , equivalente a 1.5 metros de solo sobre toda laje superior do bueiro.

Foi utilizada uma carga permanente na projeção da pista de 0.2 tf/m^2 para pavimentação da rodovia sobre o bueiro.

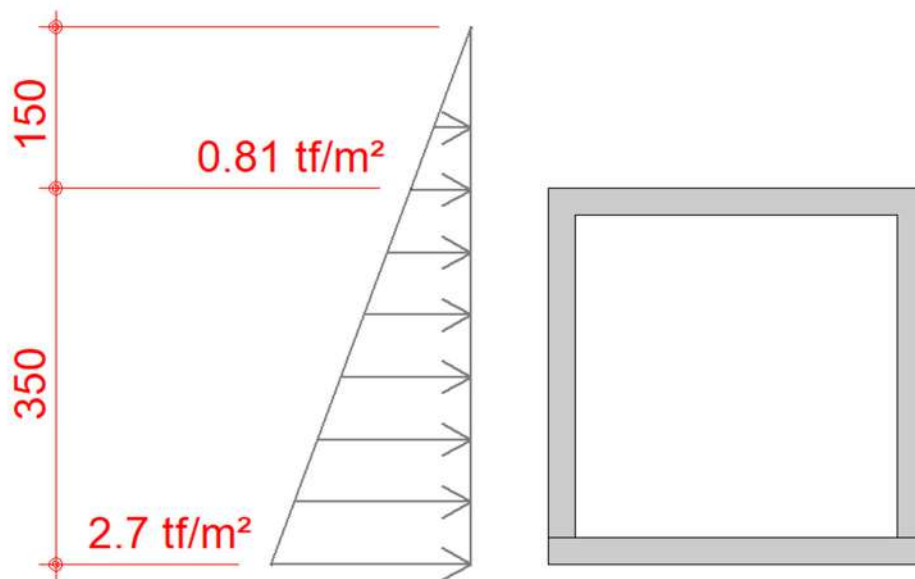
Empuxo

O empuxo de solo acima do bueiro implica em uma carga de empuxo trapezoidal no bueiro, logo a carga de empuxo no topo do bueiro é:

$$E = 1.5 * 1.8 * .3 = 0.81 \text{ tf/m}^2$$

A carga de empuxo na base do bueiro é:

$$E = 5 * 1.8 * .3 = 2.7 \text{ tf/m}^2$$



Para cargas de empuxo nas alas a altura de solo é variável:

Do lado mais alto das alas a altura de solo é de 4 metros, logo:

$$E = 4 * 1.8 * 1.3 = 2.16 \text{ tf/m}^2$$

Do lado mais baixo das alas a altura de solo é de 0.75 metros, logo:

$$E = 0.75 * 1.8 * 1.3 = 0.405 \text{ tf/m}^2$$

Cargas de Água

Como o bueiro tem 3 metros de altura livre, foi considerado uma carga de 3 tf/m² em toda laje inferior do bueiro.

Cargas Acidentais

As cargas móveis compõem-se de um veículo tipo e de cargas uniformemente distribuídas de acordo com a classe da obra de arte especial. As cargas móveis foram adotadas para o veículo tipo classe 45, de acordo com a NBR 7188/2013.

A carga de multidão foi admitida na área do veículo tipo, logo a carga do veículo tipo foi reduzida em 12 tf.

Carga Veículo tipo – (Área Veículo Tipo * Carga Multidão)

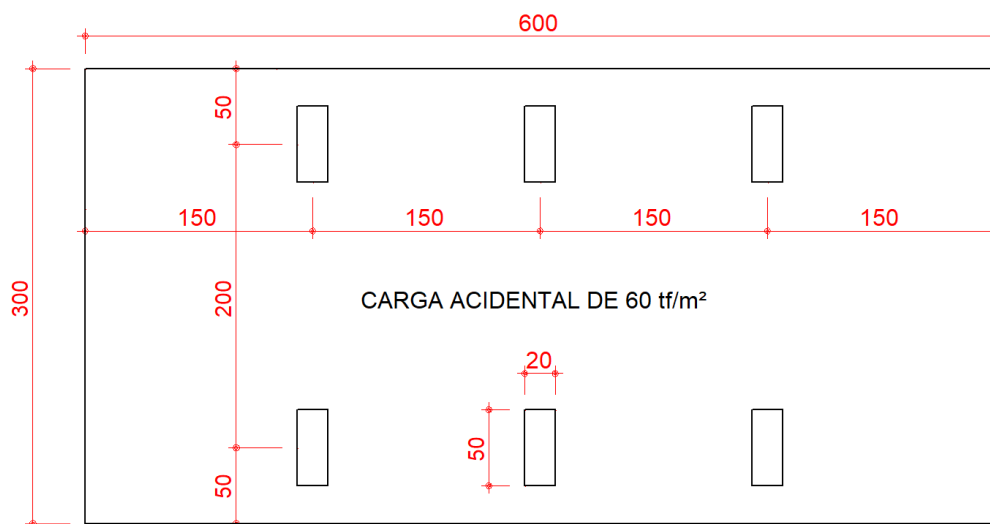
$$45 \text{ tf} - (6,0 \text{ m} * 3,0 \text{ m} * 0.5 \text{ tf}) = 36 \text{ tf}$$

$$Veículo = \frac{36}{6} = 6.0 \text{ tf}$$

Considerando as rodas de 20x50 cm, temos:

$$Veículo = \frac{6}{0.5 * 0.2} = 60 \text{ tf/m}^2$$

Carregamento de multidão de 0.5 tf/m².

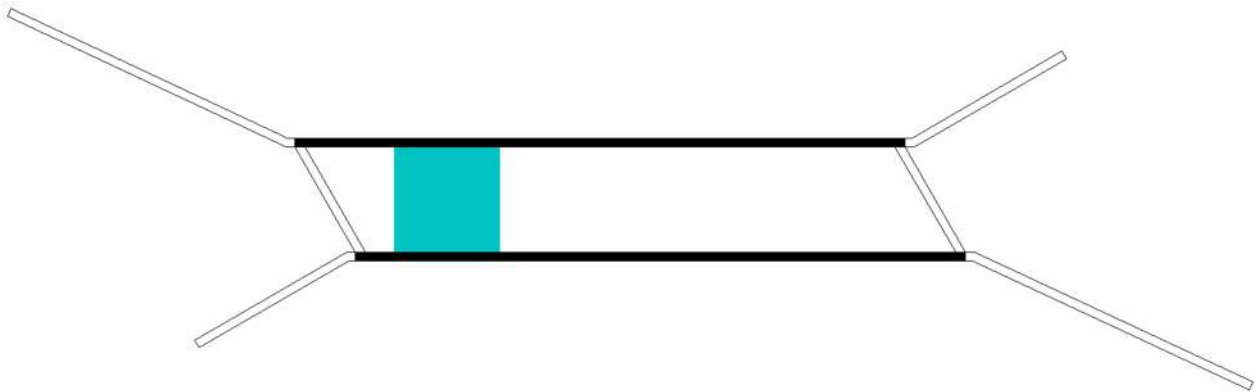


Hipóteses para as cargas móveis

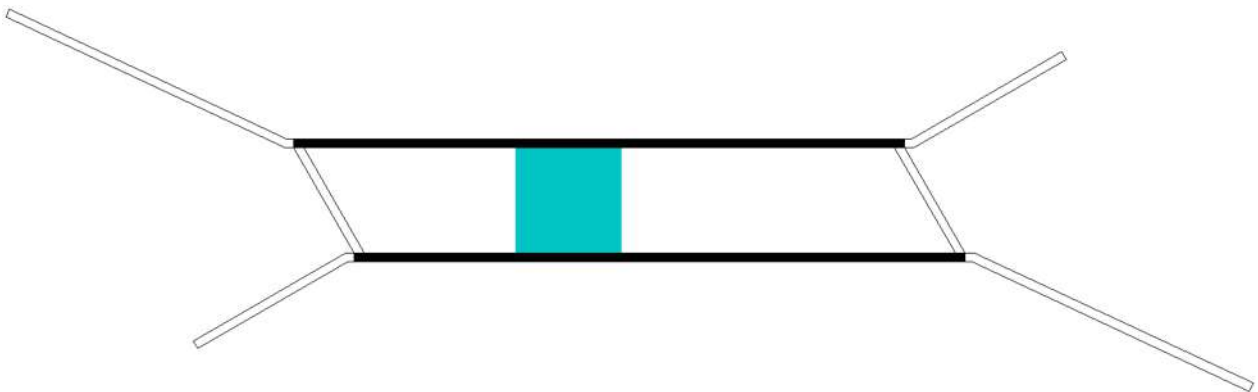
- Para carga de multidão:

Na projeção da rodovia.

- Para cargas de TREM-TIPO (As posições estão descritas nas imagens a seguir):
Foi considerada a posição para TREM-TIPO ao longo de cada linha hachurada no bueiro. Para cada linha de cargas, os TREM-TIPO estão distribuídos da seguinte forma: 01 TREM-TIPO no centro de cada laje.

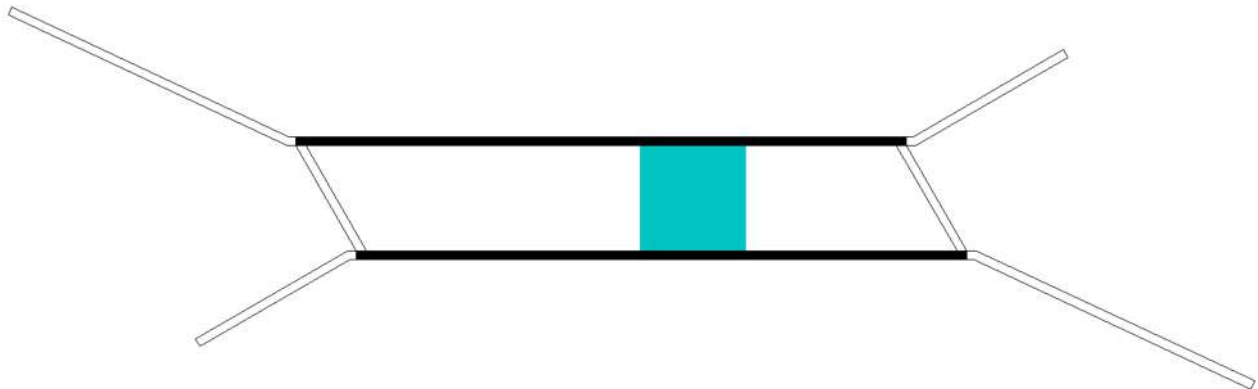


1ª Linha de carga TREM-TIPO

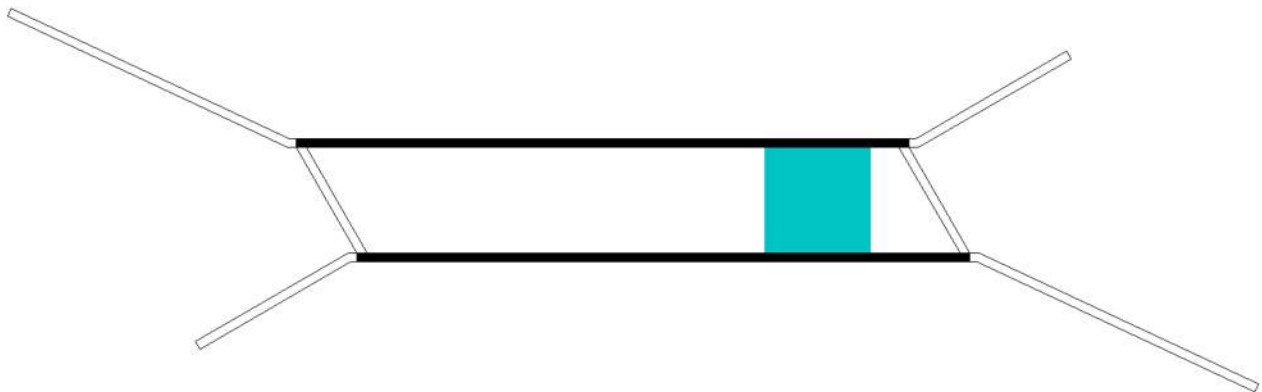


2ª Linha de carga TREM-TIPO

Empresa filiada a:



3ª Linha de carga TREM-TIPO



4ª Linha de carga TREM-TIPO

Coeficientes adicionais

Os coeficientes adicionais são usados para majorar todas as cargas moveis da obra de arte.

Foram considerados os seguintes coeficientes: coeficiente de impacto vertical, coeficiente de número de faixas e o coeficiente de impacto adicional.

- O coeficiente de impacto vertical (CIV) será diferente de acordo com o vão.

Para o vão de 3.25 metros temos : $CIV = 1.35$

- O coeficiente de número de faixas (CNF) será de 1.00.
- O coeficiente de impacto adicional (CIA) será de 1.25.

Empresa filiada a:



O coeficiente de impacto adicional aplica-se somente as regiões até 5.00 metros distantes de juntas de dilatação e extremidades da obra de arte. Como não temos juntas de dilatação o coeficiente de impacto adicional será aplicado somente as extremidades da obra de arte.

Para as regiões até 5.00 metros distantes das extremidades da obra de arte o coeficiente final será:
 $CIV * CNF * CIA$

$$1.35 * 1.00 * 1.25 = 1.6875$$

Para o restante da obra de arte será: $CIV * CNF$

$$1.35 * 1.00 = 1.35$$

Empresa filiada a:



Resumo de combinações no modelo global

No modelo estrutural global foram consideradas as seguintes combinações:

Tipo	Descrição	N. Combinações
ELU1	Verificações de estado limite último - Vigas e lajes	50
ELU2	Verificações de estado limite último - Pilares e fundações	50
FOGO	Verificações em situação de incêndio	16
ELS	Verificações de estado limite de serviço	32
COMBFLU	Cálculo de fluência (método geral)	8
LAJEPRO	Combinações p/ flechas em lajes protendidas	0

Lista de combinações no modelo global

No modelo estrutural global foram consideradas as seguintes combinações:

Listagem de casos e combinações padrão
Edifício: 1442-CAR-BASITEC_Bueiro_E2432
Regras de combinações: [COMBPOR.DAT]
01/07/2021 13:45:12

Casos de carregamento simples

Sufixo "_R" Carga accidental reduzida
Sufixo "_V" Vigas de transição c/inércia normal
Sufixo "_E" Engastado, com caso correspondente articulado

Num Prefixo	Título
1 TODAS	Todas permanentes e accidentais dos pavimentos
2 PP	Peso Próprio
3 PERM	Cargas permanentes
4 ACID	Cargas accidentais
5 EMPU	Empuxo
6 ADIA1	TREM TIPO (1)
7 ADIA2	TREM TIPO (2)
8 ADIA3	TREM TIPO (3)
9 ADIA4	TREM TIPO (4)
10 ADIB	AGUA
11 TODAS_V	Todas permanentes e accidentais dos pavimentos - VTN
12 PP_V	Peso Próprio - VTN
13 PERM_V	Cargas permanentes - VTN
14 ACID_V	Cargas accidentais - VTN

Dados por caso de carregamento

Num	Número do caso, referenciado na listagem de combinações
Prefixo	Usado para montar os títulos das combinações
Tipo	Tipo de carga quanto à sua permanência
TOD	Cargas permanentes e variáveis lançadas nas grelhas
PER	Permanentes

Empresa filiada a:



VAR Variáveis normais
 VARB Variáveis excepcionais 1
 VARC Variáveis excepcionais 2
 VTN Caso com vigas de transição com inércia normal. Nos outros casos, as vigas de transição são enrijecidas conforme critérios.
 ACR Caso de carga accidental reduzida nos pisos
 GAMAF Ponderador de ações desfavorável
 GAMAFD Ponderador de ações favorável
 PSI0 Fator de redução de combinação para o Estado Limite Último
 PSI1 Fator de redução de combin frequente p/Estado Limite de Serviço
 PSI2 Fator de redução de combin quase permanente p/Estado Limite de Serviço
 FOR Número do caso correspondente na planta de formas/grelha
 USU Marcado se o caso foi lançado pelo usuário
 ART Marcado se barras articuladas

Num	Prefixo	Tipo	VTN	ACR	GAMAF	GAMAFD	PSI0	PSI1	PSI2	FOR	USU	ART
1	TODAS	TOD			1.40					1		
2	PP	PER			1.35					2		
3	PERM	PER			1.40					3		
4	ACID	VAR			1.50		0.70	0.50	0.30	4		
5	EMPU	PER	X		1.40					5		
6	ADIA1	VAR	X		1.50		0.70	0.50	0.30	6	X	
7	ADIA2	VAR	X		1.50		0.70	0.50	0.30	7	X	
8	ADIA3	VAR	X		1.50		0.70	0.50	0.30	8	X	
9	ADIA4	VAR	X		1.50		0.70	0.50	0.30	9	X	
10	ADIB	VAR	X		1.50	0.00	0.70	0.50	0.30	10	X	
11	TODAS_V	TOD	X		1.40					1		
12	PP_V	PER	X		1.35					2		
13	PERM_V	PER	X		1.40					3		
14	ACID_V	VAR	X		1.50		0.70	0.50	0.30	4		

Grupos de combinação [COMBPOR.DAT]

Grupo ELU1 "Verificações de estado limite último - Vigas e lajes"
 PERMACID "Permanentes, Acidentais"
 ACIDCOMB "Todas as acidentais combinadas"

Grupo ELU2 "Verificações de estado limite último - Pilares e fundações"
 PERMACID "Permanentes, Acidentais"
 ACIDCOMB "Todas as acidentais combinadas"

Grupo FOGO "Verificações em situação de incêndio"
 PERMVAR "Todas permanentes e variáveis ponderadas"

Grupo ELS "Verificações de estado limite de serviço"
 CFREQ "Combinações frequentes"
 CQPERM "Combinações quase permanentes"

Grupo COMBFLU "Cálculo de fluência (método geral)"
 COMBFLU "Combinação para cálculo da fluência (método geral)"

Grupo LAJEPRO "Combinações p/ flechas em lajes protendidas"

Combinações geradas

Num Número da combinação
 AC Marcado se carga accidental reduzida
 VT Marcado se viga de transição com inércia normal

Empresa filiada a:



Título Título gerado pelo sistema

Num	AC	VT	Título
15			ELU1/PERMACID/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.5ACID
16			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.5ACID+1.05ADIA1+1.05ADIB
17			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.5ACID+1.05ADIA1
18			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.5ACID+1.05ADIA2+1.05ADIB
19			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.5ACID+1.05ADIA2
20			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.5ACID+1.05ADIA3+1.05ADIB
21			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.5ACID+1.05ADIA3
22			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.5ACID+1.05ADIA4+1.05ADIB
23			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.5ACID+1.05ADIA4
24			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.5ADIA1+1.05ADIB
25			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.5ADIA1
26			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.5ADIA2+1.05ADIB
27			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.5ADIA2
28			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.5ADIA3+1.05ADIB
29			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.5ADIA3
30			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.5ADIA4+1.05ADIB
31			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.5ADIA4
32			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.05ADIA1+1.5ADIB
33			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.05ADIA1
34			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.05ADIA2+1.5ADIB
35			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.05ADIA2
36			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.05ADIA3+1.5ADIB
37			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.05ADIA3
38			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.05ADIA4+1.5ADIB
39			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.05ADIA4
40			FOGO/PERMVAR/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+0.45ACID+0.45ADIA1+0.45ADIB
41			FOGO/PERMVAR/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+0.45ACID+0.45ADIA1
42			FOGO/PERMVAR/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+0.45ACID+0.45ADIA2+0.45ADIB
43			FOGO/PERMVAR/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+0.45ACID+0.45ADIA2
44			FOGO/PERMVAR/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+0.45ACID+0.45ADIA3+0.45ADIB
45			FOGO/PERMVAR/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+0.45ACID+0.45ADIA3
46			FOGO/PERMVAR/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+0.45ACID+0.45ADIA4+0.45ADIB
47			FOGO/PERMVAR/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+0.45ACID+0.45ADIA4
48			ELS/CFREQ/PP+PERM+EMPU+0.5ACID+0.3ADIA1+0.3ADIB
49			ELS/CFREQ/PP+PERM+EMPU+0.5ACID+0.3ADIA2+0.3ADIB
50			ELS/CFREQ/PP+PERM+EMPU+0.5ACID+0.3ADIA3+0.3ADIB
51			ELS/CFREQ/PP+PERM+EMPU+0.5ACID+0.3ADIA4+0.3ADIB
52			ELS/CFREQ/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.5ADIA1+0.3ADIB
53			ELS/CFREQ/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.5ADIA2+0.3ADIB
54			ELS/CFREQ/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.5ADIA3+0.3ADIB
55			ELS/CFREQ/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.5ADIA4+0.3ADIB
56			ELS/CFREQ/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.3ADIA1+0.5ADIB
57			ELS/CFREQ/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.3ADIA2+0.5ADIB
58			ELS/CFREQ/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.3ADIA3+0.5ADIB
59			ELS/CFREQ/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.3ADIA4+0.5ADIB
60			ELS/CQPERM/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.3ADIA1+0.3ADIB
61			ELS/CQPERM/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.3ADIA2+0.3ADIB
62			ELS/CQPERM/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.3ADIA3+0.3ADIB
63			ELS/CQPERM/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.3ADIA4+0.3ADIB
64			COMBFLU/COMBFLU/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.3ADIA1+0.3ADIB
65			COMBFLU/COMBFLU/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.3ADIA2+0.3ADIB
66			COMBFLU/COMBFLU/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.3ADIA3+0.3ADIB
67			COMBFLU/COMBFLU/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.3ADIA4+0.3ADIB
68	X		ELU1/PERMACID/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.5ACID_V
69	X		ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.5ACID_V+1.05ADIA1+1.05ADIB
70	X		ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.5ACID_V+1.05ADIA1

Empresa filiada a:



71 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.5ACID_V+1.05ADIA2+1.05ADIB
72 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.5ACID_V+1.05ADIA2
73 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.5ACID_V+1.05ADIA3+1.05ADIB
74 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.5ACID_V+1.05ADIA3
75 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.5ACID_V+1.05ADIA4+1.05ADIB
76 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.5ACID_V+1.05ADIA4
77 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.5ADIA1+1.05ADIB
78 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.5ADIA1
79 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.5ADIA2+1.05ADIB
80 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.5ADIA2
81 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.5ADIA3+1.05ADIB
82 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.5ADIA3
83 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.5ADIA4+1.05ADIB
84 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.5ADIA4
85 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.05ADIA1+1.5ADIB
86 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.05ADIA1
87 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.05ADIA2+1.5ADIB
88 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.05ADIA2
89 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.05ADIA3+1.5ADIB
90 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.05ADIA3
91 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.05ADIA4+1.5ADIB
92 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.05ADIA4
93 X FOGO/PERMVAR/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+0.45ACID_V+0.45ADIA1+0.45ADIB
94 X FOGO/PERMVAR/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+0.45ACID_V+0.45ADIA1
95 X FOGO/PERMVAR/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+0.45ACID_V+0.45ADIA2+0.45ADIB
96 X FOGO/PERMVAR/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+0.45ACID_V+0.45ADIA2
97 X FOGO/PERMVAR/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+0.45ACID_V+0.45ADIA3+0.45ADIB
98 X FOGO/PERMVAR/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+0.45ACID_V+0.45ADIA3
99 X FOGO/PERMVAR/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+0.45ACID_V+0.45ADIA4+0.45ADIB
100 X FOGO/PERMVAR/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+0.45ACID_V+0.45ADIA4
101 X ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+EMPU+0.5ACID_V+0.3ADIA1+0.3ADIB
102 X ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+EMPU+0.5ACID_V+0.3ADIA2+0.3ADIB
103 X ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+EMPU+0.5ACID_V+0.3ADIA3+0.3ADIB
104 X ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+EMPU+0.5ACID_V+0.3ADIA4+0.3ADIB
105 X ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.5ADIA1+0.3ADIB
106 X ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.5ADIA2+0.3ADIB
107 X ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.5ADIA3+0.3ADIB
108 X ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.5ADIA4+0.3ADIB
109 X ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.3ADIA1+0.5ADIB
110 X ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.3ADIA2+0.5ADIB
111 X ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.3ADIA3+0.5ADIB
112 X ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.3ADIA4+0.5ADIB
113 X ELS/CQPERM/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.3ADIA1+0.3ADIB
114 X ELS/CQPERM/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.3ADIA2+0.3ADIB
115 X ELS/CQPERM/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.3ADIA3+0.3ADIB
116 X ELS/CQPERM/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.3ADIA4+0.3ADIB
117 X COMBFLU/COMBFLU/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.3ADIA1+0.3ADIB
118 X COMBFLU/COMBFLU/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.3ADIA2+0.3ADIB
119 X COMBFLU/COMBFLU/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.3ADIA3+0.3ADIB
120 X COMBFLU/COMBFLU/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.3ADIA4+0.3ADIB

Empresa filiada a:



Matriz de combinações - fatores de ponderação

As linhas representam combinações
As colunas representam casos simples

Caso	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
15		1.35	1.40	1.50	1.40									
16		1.35	1.40	1.50	1.40	1.05				1.05				
17		1.35	1.40	1.50	1.40	1.05								
18		1.35	1.40	1.50	1.40		1.05			1.05				
19		1.35	1.40	1.50	1.40		1.05							
20		1.35	1.40	1.50	1.40			1.05		1.05				
21		1.35	1.40	1.50	1.40			1.05						
22		1.35	1.40	1.50	1.40				1.05	1.05				
23		1.35	1.40	1.50	1.40				1.05					
24		1.35	1.40	1.05	1.40	1.50				1.05				
25		1.35	1.40	1.05	1.40	1.50								
26		1.35	1.40	1.05	1.40		1.50			1.05				
27		1.35	1.40	1.05	1.40		1.50							
28		1.35	1.40	1.05	1.40			1.50		1.05				
29		1.35	1.40	1.05	1.40			1.50						
30		1.35	1.40	1.05	1.40				1.50	1.05				
31		1.35	1.40	1.05	1.40				1.50					
32		1.35	1.40	1.05	1.40	1.05					1.50			
33		1.35	1.40	1.05	1.40	1.05								
34		1.35	1.40	1.05	1.40		1.05			1.50				
35		1.35	1.40	1.05	1.40		1.05							
36		1.35	1.40	1.05	1.40			1.05		1.50				
37		1.35	1.40	1.05	1.40			1.05						
38		1.35	1.40	1.05	1.40				1.05	1.50				
39		1.35	1.40	1.05	1.40				1.05					

Empresa filiada a:



40	1.35	1.40	0.45	1.40	0.45		0.45
41	1.35	1.40	0.45	1.40	0.45		
42	1.35	1.40	0.45	1.40		0.45	0.45
43	1.35	1.40	0.45	1.40		0.45	
44	1.35	1.40	0.45	1.40		0.45	0.45
45	1.35	1.40	0.45	1.40		0.45	
46	1.35	1.40	0.45	1.40		0.45	0.45
47	1.35	1.40	0.45	1.40		0.45	
48	1.00	1.00	0.50	1.00	0.30		0.30
49	1.00	1.00	0.50	1.00		0.30	0.30
50	1.00	1.00	0.50	1.00		0.30	0.30
51	1.00	1.00	0.50	1.00		0.30	0.30
52	1.00	1.00	0.30	1.00	0.50		0.30
53	1.00	1.00	0.30	1.00		0.50	0.30
54	1.00	1.00	0.30	1.00		0.50	0.30
55	1.00	1.00	0.30	1.00		0.50	0.30
56	1.00	1.00	0.30	1.00	0.30		0.50
57	1.00	1.00	0.30	1.00		0.30	0.50
58	1.00	1.00	0.30	1.00		0.30	0.50
59	1.00	1.00	0.30	1.00		0.30	0.50
60	1.00	1.00	0.30	1.00	0.30		0.30
61	1.00	1.00	0.30	1.00		0.30	0.30
62	1.00	1.00	0.30	1.00		0.30	0.30
63	1.00	1.00	0.30	1.00		0.30	0.30
64	1.00	1.00	0.30	1.00	0.30		0.30
65	1.00	1.00	0.30	1.00		0.30	0.30
66	1.00	1.00	0.30	1.00		0.30	0.30
67	1.00	1.00	0.30	1.00		0.30	0.30
68				1.40			1.35 1.40 1.50
69				1.40 1.05		1.05	1.35 1.40 1.50
70				1.40 1.05			1.35 1.40 1.50

Empresa filiada a:



71	1.40	1.05	1.05	1.35	1.40	1.50
72	1.40	1.05		1.35	1.40	1.50
73	1.40	1.05	1.05	1.35	1.40	1.50
74	1.40	1.05		1.35	1.40	1.50
75	1.40		1.05	1.35	1.40	1.50
76	1.40		1.05	1.35	1.40	1.50
77	1.40	1.50	1.05	1.35	1.40	1.05
78	1.40	1.50		1.35	1.40	1.05
79	1.40	1.50	1.05	1.35	1.40	1.05
80	1.40	1.50		1.35	1.40	1.05
81	1.40	1.50	1.05	1.35	1.40	1.05
82	1.40	1.50		1.35	1.40	1.05
83	1.40		1.50	1.35	1.40	1.05
84	1.40		1.50	1.35	1.40	1.05
85	1.40	1.05	1.50	1.35	1.40	1.05
86	1.40	1.05		1.35	1.40	1.05
87	1.40	1.05	1.50	1.35	1.40	1.05
88	1.40	1.05		1.35	1.40	1.05
89	1.40	1.05	1.50	1.35	1.40	1.05
90	1.40	1.05		1.35	1.40	1.05
91	1.40		1.05	1.35	1.40	1.05
92	1.40		1.05	1.35	1.40	1.05
93	1.40	0.45	0.45	1.35	1.40	0.45
94	1.40	0.45		1.35	1.40	0.45
95	1.40	0.45	0.45	1.35	1.40	0.45
96	1.40	0.45		1.35	1.40	0.45
97	1.40		0.45	1.35	1.40	0.45
98	1.40		0.45	1.35	1.40	0.45
99	1.40		0.45	1.35	1.40	0.45
100	1.40		0.45	1.35	1.40	0.45
101	1.00	0.30	0.30	1.00	1.00	0.50

Empresa filiada a:



102	1.00	0.30	0.30	1.00	1.00	0.50
103	1.00	0.30	0.30	1.00	1.00	0.50
104	1.00	0.30	0.30	1.00	1.00	0.50
105	1.00	0.50	0.30	1.00	1.00	0.30
106	1.00	0.50	0.30	1.00	1.00	0.30
107	1.00	0.50	0.30	1.00	1.00	0.30
108	1.00	0.50	0.30	1.00	1.00	0.30
109	1.00	0.30	0.50	1.00	1.00	0.30
110	1.00	0.30	0.50	1.00	1.00	0.30
111	1.00	0.30	0.50	1.00	1.00	0.30
112	1.00	0.30	0.50	1.00	1.00	0.30
113	1.00	0.30	0.30	1.00	1.00	0.30
114	1.00	0.30	0.30	1.00	1.00	0.30
115	1.00	0.30	0.30	1.00	1.00	0.30
116	1.00	0.30	0.30	1.00	1.00	0.30
117	1.00	0.30	0.30	1.00	1.00	0.30
118	1.00	0.30	0.30	1.00	1.00	0.30
119	1.00	0.30	0.30	1.00	1.00	0.30
120	1.00	0.30	0.30	1.00	1.00	0.30

Empresa filiada a:



Envoltórias

Os números mostrados são o das combinações que participam de cada envoltória

Grupo "ELU1" "Verificações de estado limite último - Vigas e lajes"

Casos: 50

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	68	69	70	71	72	73	74
75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92														

Grupo "ELU2" "Verificações de estado limite último - Pilares e fundações"

Casos: 50

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	68	69	70	71	72	73	74
75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92														

Grupo "FOGO" "Verificações em situação de incêndio"

Casos: 16

40	41	42	43	44	45	46	47	93	94	95	96	97	98	99	100
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

Grupo "ELS" "Verificações de estado limite de serviço"

Casos: 32

48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116

Grupo "COMBFLU" "Cálculo de fluência (método geral)"

Casos: 8

64	65	66	67	117	118	119	120
----	----	----	----	-----	-----	-----	-----

Grupo "LAJEPRO" "Combinações p/ flechas em lajes protendidas"

Casos: 0

Empresa filiada a:



MODELO ESTRUTURAL

Explicações

Na análise estrutural da obra de arte especial foi utilizado o 'Modelo 6' do sistema TQS. Este modelo consiste em um único modelo de cálculo.

A obra de arte especial será modelada por um pórtico espacial único, composto por elementos que simularão as vigas, as paredes e as lajes da estrutura. Desta forma, além das vigas e paredes, as lajes passarão a resistir parte dos esforços gerados pelas cargas horizontais, situação esta não flagrada em outros modelos do sistema TQS.

Os efeitos oriundos das ações verticais e horizontais nas vigas, paredes e lajes serão calculados com o pórtico espacial único.

Modelo estrutural dos pavimentos

A análise do comportamento estrutural dos pavimentos foi realizada através de modelos de grelha ou pórtico plano. Nestes modelos as lajes foram integralmente consideradas, junto com as vigas e os apoios formados pelos paredes existentes.

A seguir são apresentados o tipo de modelo estrutural utilizado em cada um dos pavimentos:

Pavimento	Descrição do Modelo	Modelo Estrutural
Laje Superior	Modelo de lajes planas	Pórtico (6 graus de liberdade)
Laje Inferior	Modelo de lajes planas	Pórtico (6 graus de liberdade)

Os esforços obtidos dos modelos estruturais dos pavimentos foram utilizados para o dimensionamento das lajes à flexão e cisalhamento.

Nestes modelos foi utilizado o módulo de elasticidade secante do concreto. A seguir são apresentados os valores utilizados para cada um dos pavimentos:

Pavimento	Módulo de elasticidade adotado (MPa)
Laje Superior	26838
Laje Inferior	26838

Modelo estrutural global

No modelo de pórtico foram incluídos todos os elementos principais da estrutura, ou seja, paredes e vigas, além da consideração do diafragma rígido formado nos planos de cada pavimento (lajes). A rigidez à flexão das lajes foi desprezada na análise de esforços horizontais.

Os pórticos espaciais foram modelados com todos os pavimentos da obra de arte especial, para a avaliação dos efeitos das ações horizontais e os efeitos de redistribuição de esforços em toda a estrutura devido aos carregamentos verticais.

As cargas verticais atuantes nas vigas e paredes do pórtico foram extraídas de modelos de grelha de cada um dos pavimentos.

Foram utilizados dois modelos de pórtico espacial em cada etapa construtiva: um específico para análises de Estado Limite Último - ELU e outro para o Estado Limite de Serviço - ELS. As características de cada um destes modelos são apresentadas a seguir.

Modelo ELU

O modelo ELU foi utilizado para obtenção dos esforços necessários para o dimensionamento e detalhamento dos elementos estruturais.

Modelo ELS

O modelo ELS foi utilizado para análise de deslocamento da obra de arte especial. Neste modelo a inércia utilizada para os elementos estruturais foi a bruta.

Deformação excessiva

Foi verificado conforme seção 13, item 13.3 da NBR 6118:2014.

Abertura de fissuras

Foi verificado conforme seção 13, item 13.4 da NBR 6118:2014.

Esforços de cálculo

Os esforços obtidos na análise de pórtico foram utilizados para o dimensionamento dos elementos estruturais.

No dimensionamento das armaduras das vigas é utilizada uma envoltória de esforços solicitantes de todas as combinações pertencentes ao grupo ELU1. Para o dimensionamento de armaduras das paredes são utilizadas todas as hipóteses de solicitações (combinações do grupo ELU2).

Empresa filiada a:

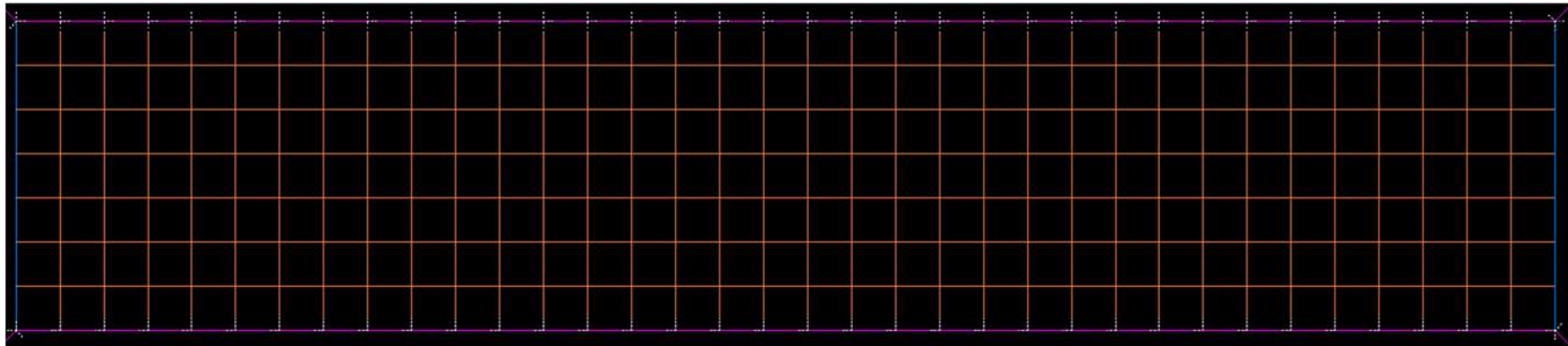


Discretização do Modelo Estrutural

Todos os elementos do modelo estrutural foram discretizados no modelo de barras. A seguir será apresentado a discretização utilizada em cada elemento:

- Laje Superior

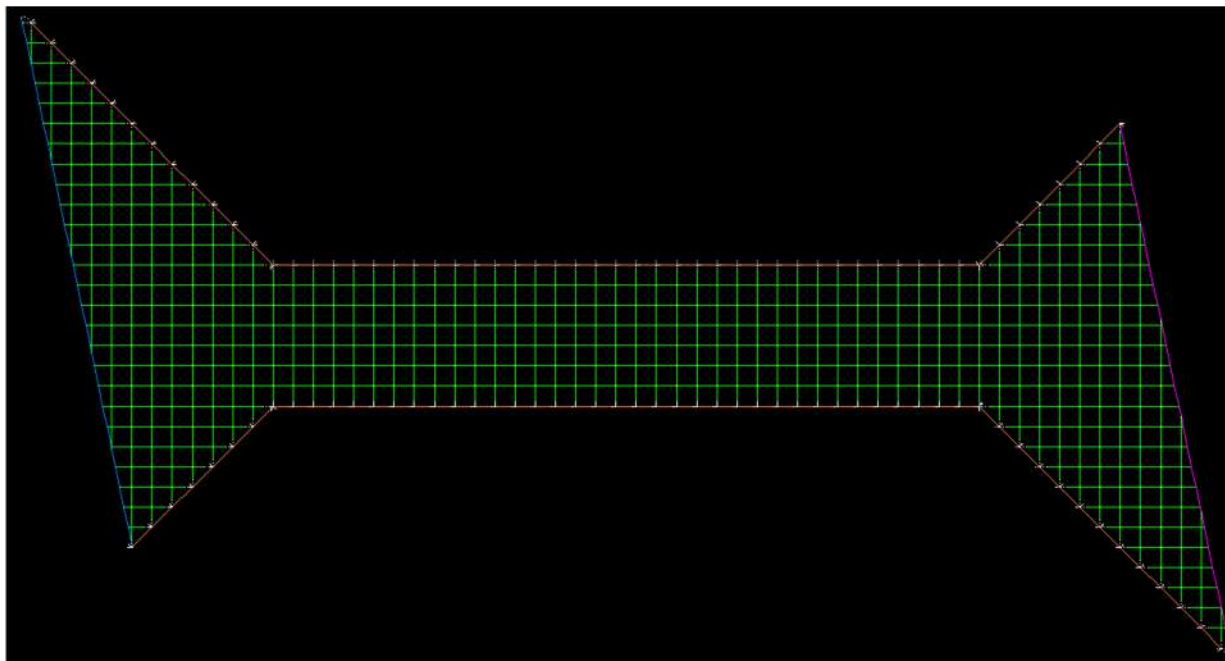
Grelha discretizada a cada 50 cm nas duas direções



- Laje Inferior

Grelha discretizada a cada 50 cm nas duas direções

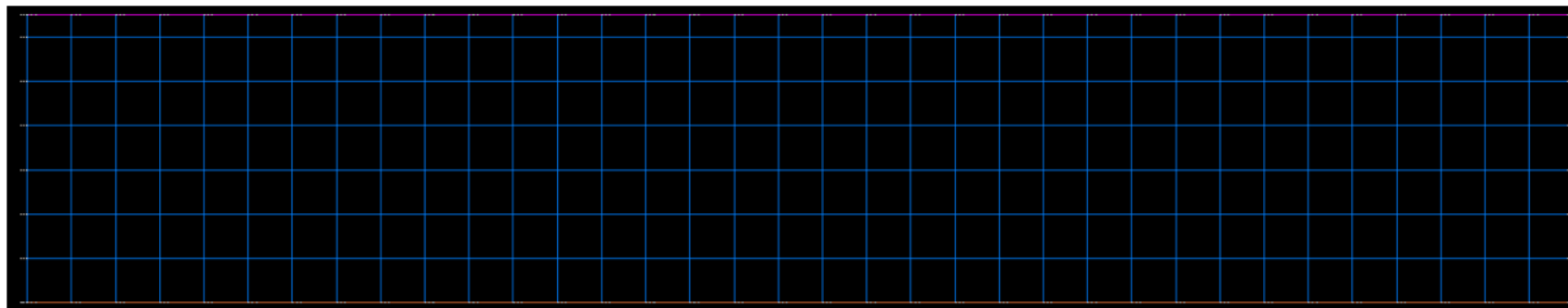
Empresa filiada a:



- Paredes

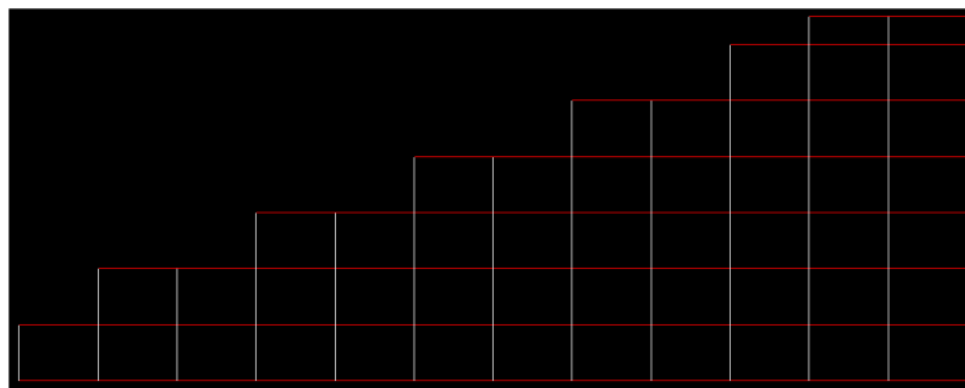
A grelha da vertical discretizada a cada 50 cm e a grelha da horizontal somente a barra superior esta com espaçamento de 25 cm, o restante a cada 50 cm.

Empresa filiada a:



- Alas

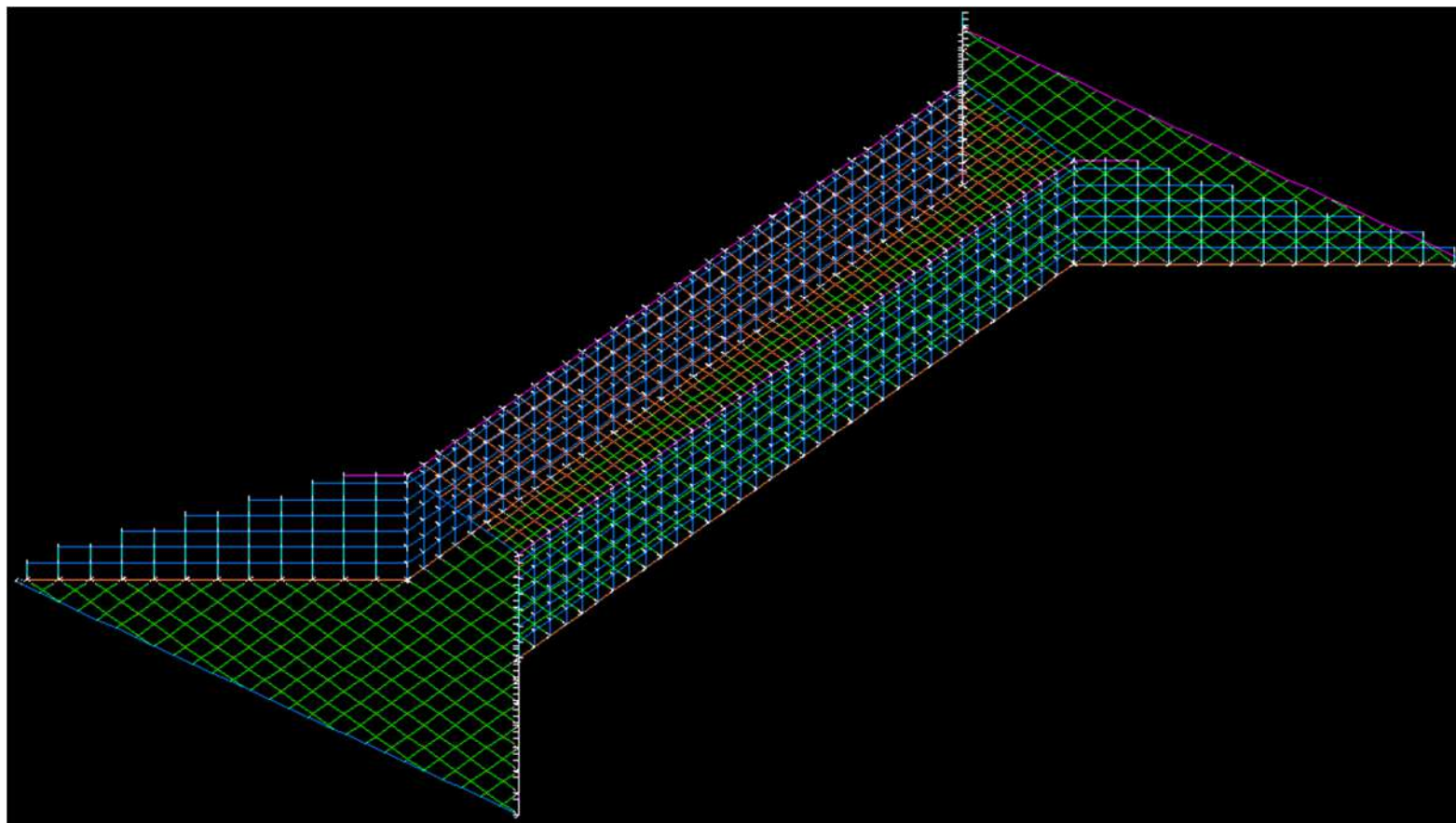
A grelha da vertical foi discretizada a cada 70 cm e a grelha da horizontal somente a barra superior esta com espaçamento de 25 cm, o restante a cada 50 cm.



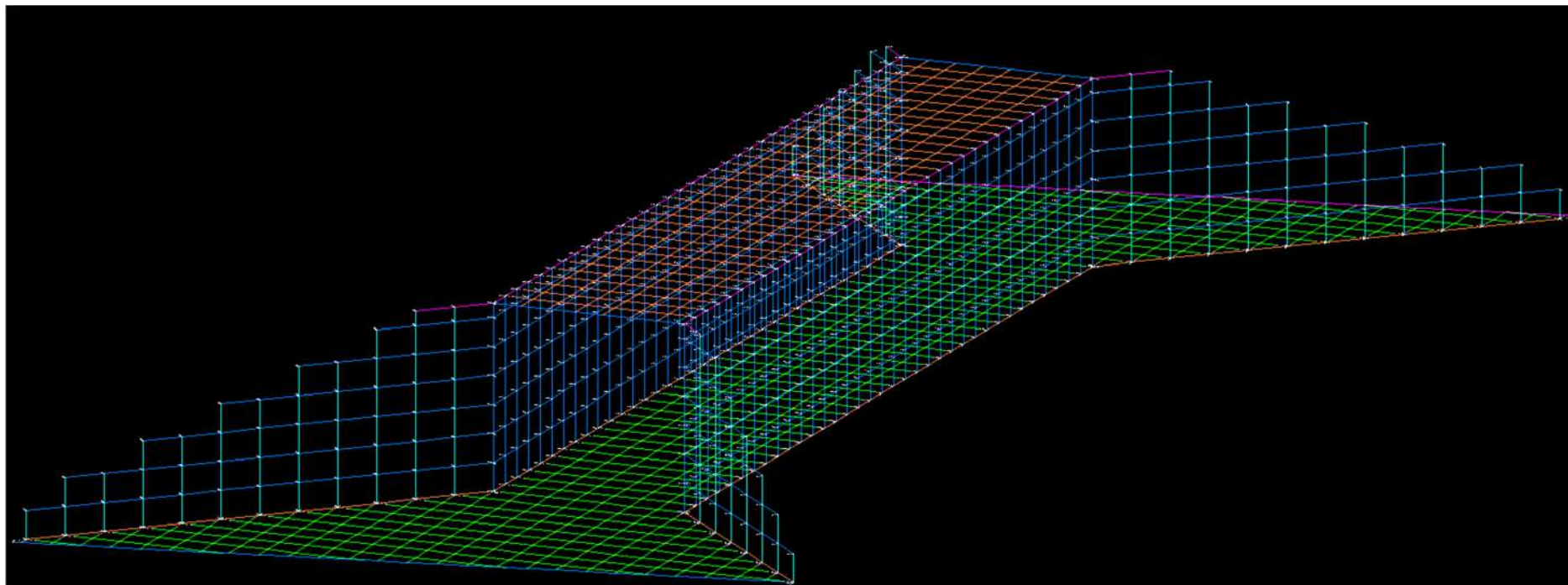
Empresa filiada a:



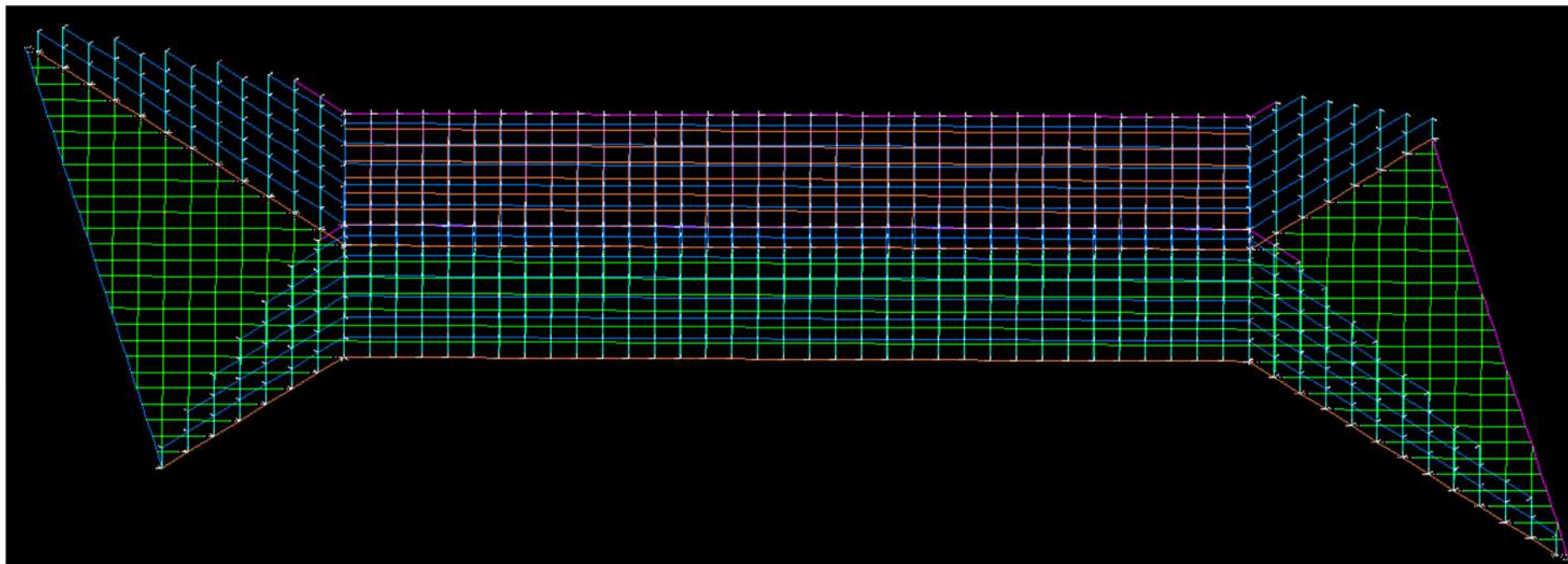
A seguir algumas imagens do modelo estrutural completo.



Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



MEMORIAL DE CÁLCULO

Todos os esforços apresentados a seguir são de cálculo

Todas imagens a seguir estão dispostas na seguinte ordem:

Imagem 1 – Diagrama de momento fletor em tf.m;

Imagem 2 – Diagrama de esforço normal em tf;

Imagem 3 – Dados utilizados para cálculo de cada seção por metro, os esforços foram convertidos dos diagramas por barras para esforço por metro;

Imagem 4 – Verificação de flexão composta oblíqua.

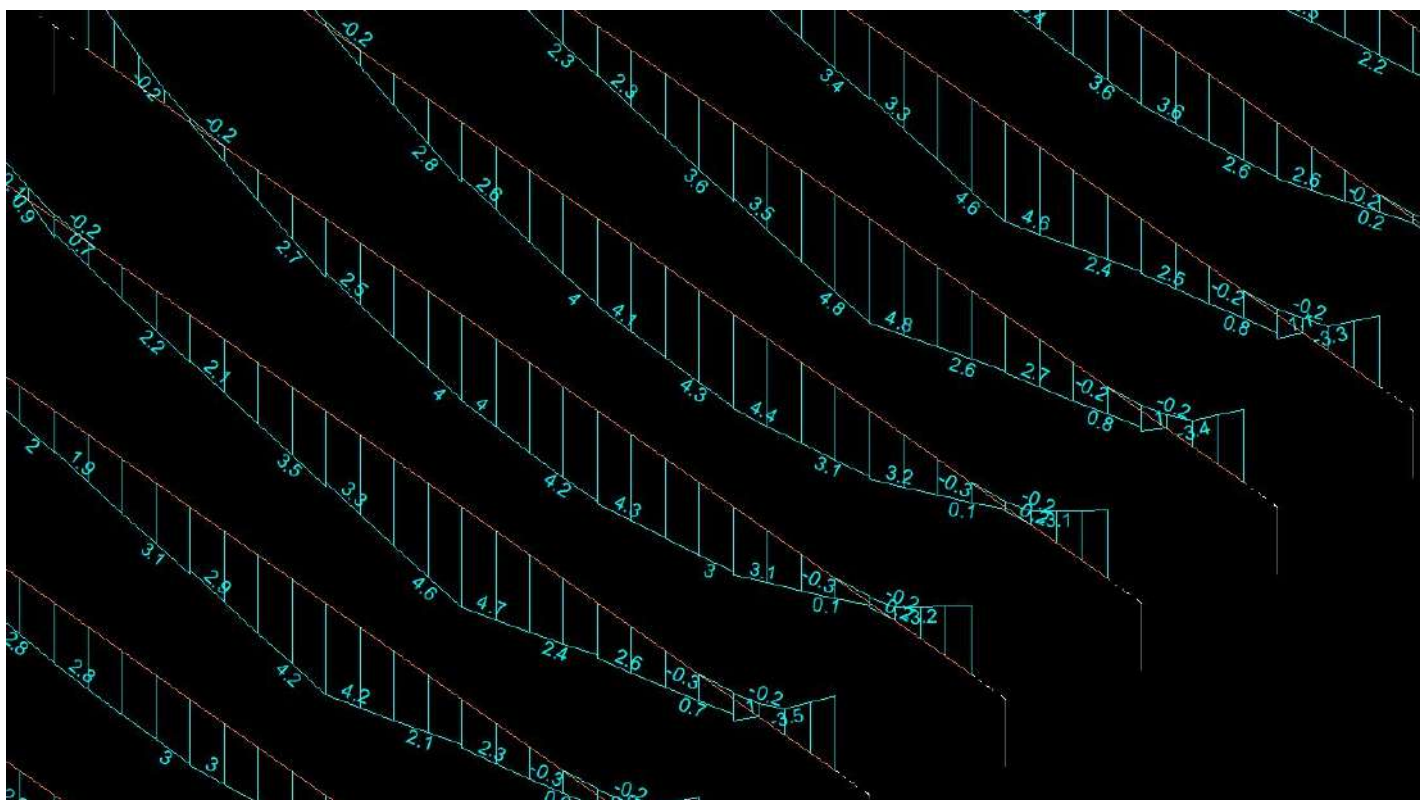
Empresa filiada a:



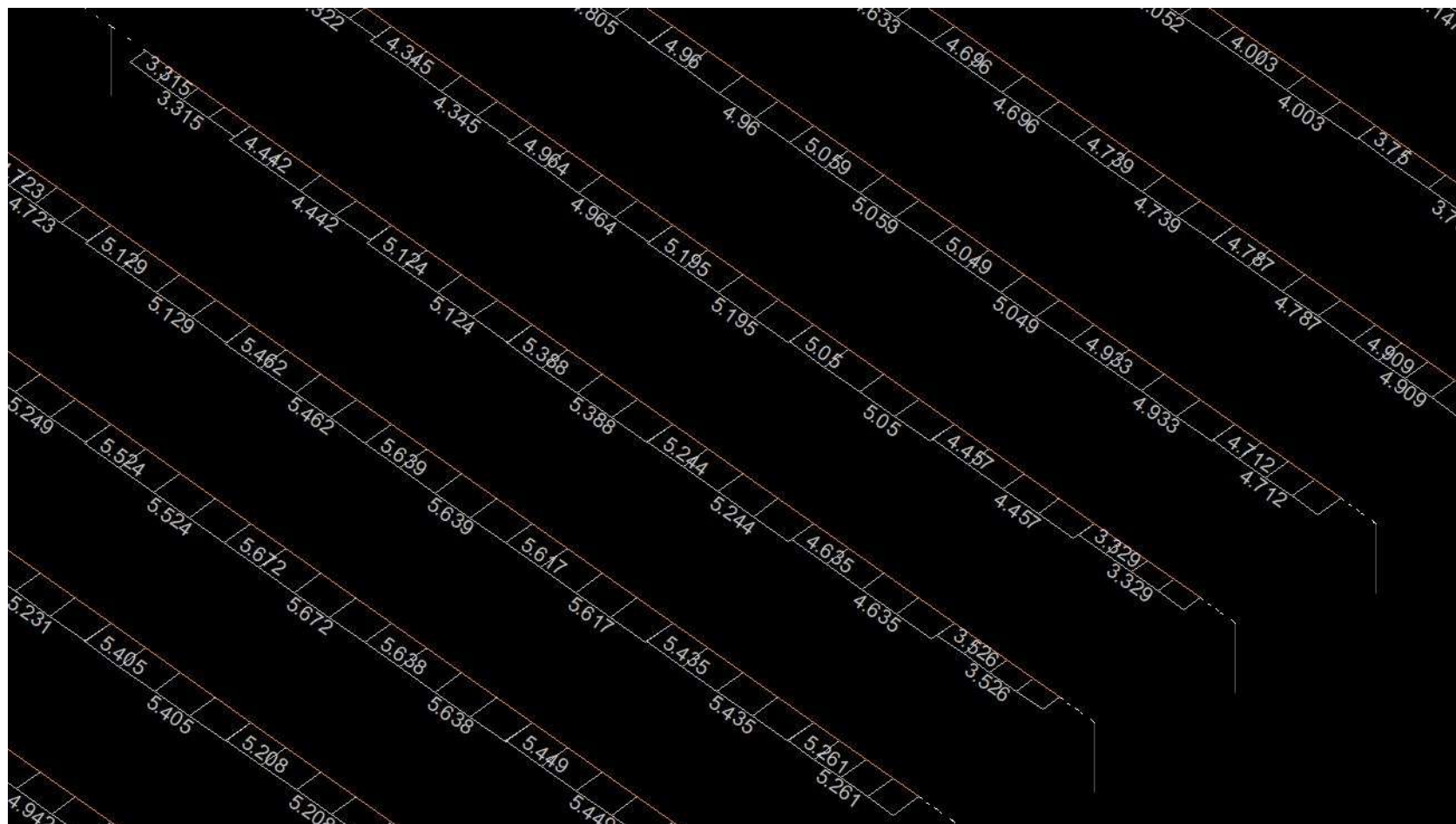
LAJE SUPERIOR

Direção Principal

- Face inferior



Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



TOS Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados | [ELU] Curva de interação N, Mx, My | [ELU] Diagrama N, M, 1/r | [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção: Observação:

Norma:

Armaduras

☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-46.2	3.8	1.9
2	-23.1	3.8	1.9
3	0	3.8	1.9
4	23.1	3.8	1.9
5	46.2	3.8	1.9
6	46.2	21.2	0.8
7	23.1	21.2	0.8
8	0	21.2	0.8
9	-23.1	21.2	0.8
10	-46.2	21.2	0.8

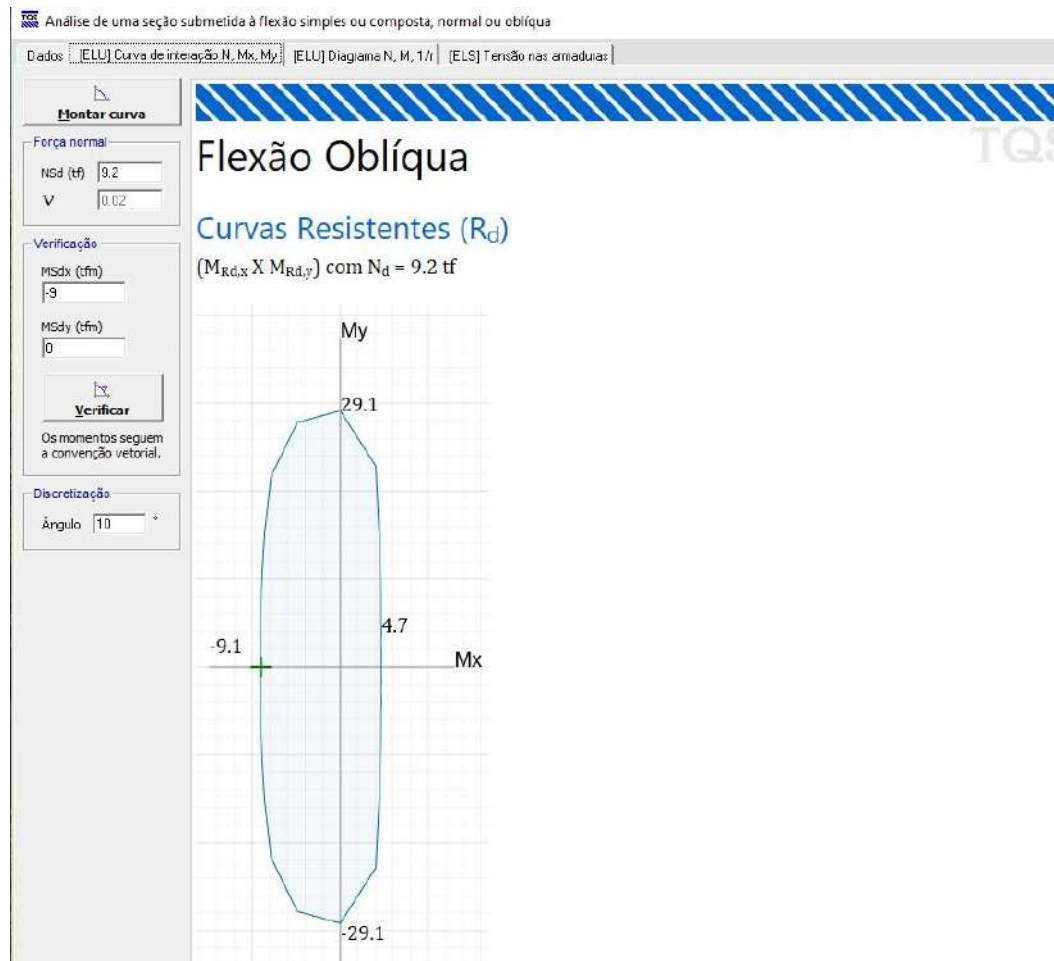
Materiais (concreto e aço)

fck (MPa): fyk (MPa):

γ_c : γ_s :

ϕ : Es (MPa):

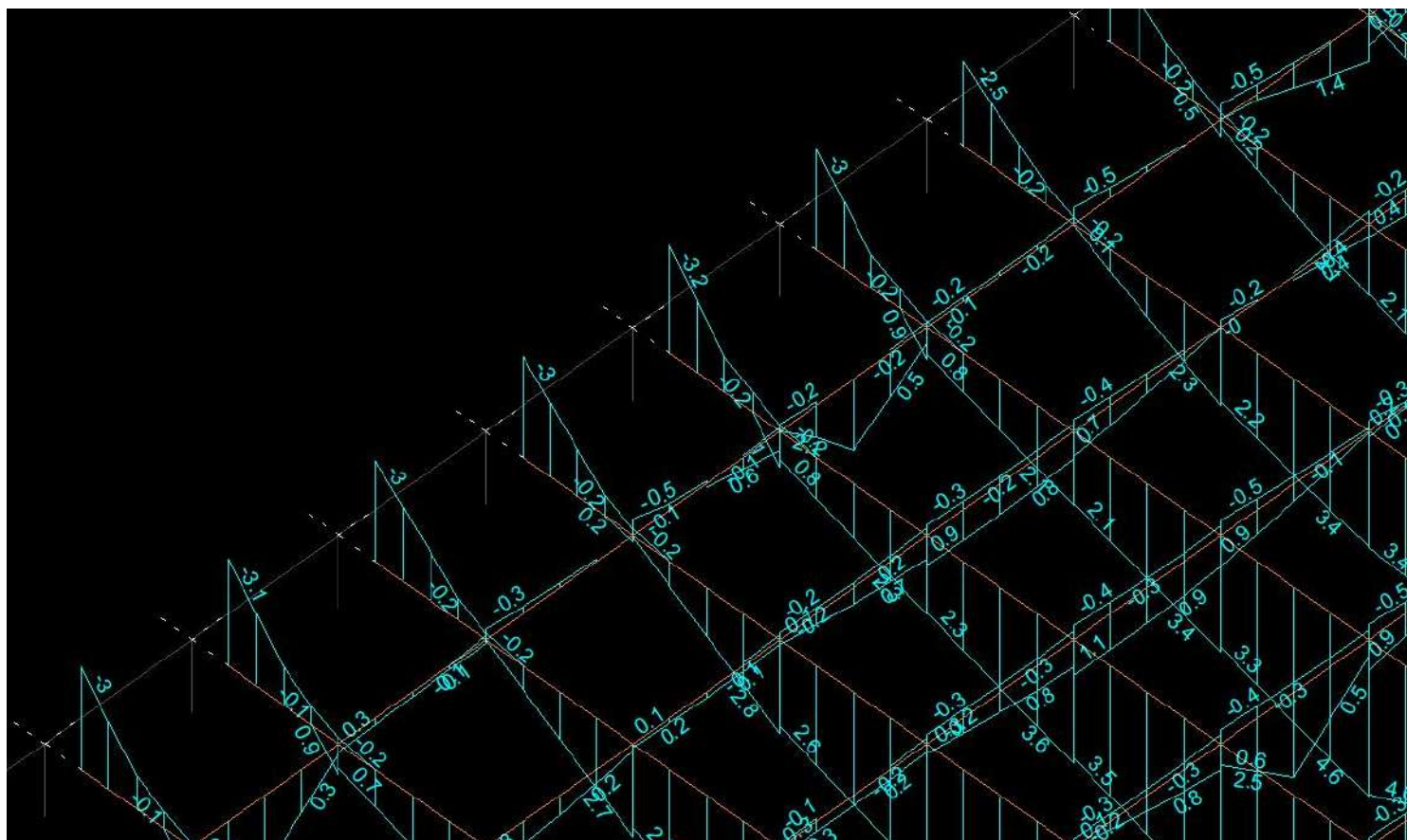
Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



- Face superior



Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



TOE Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados [ELU] Curva de interação N, Mx, My [ELU] Diagrama N, M, 1/r [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção Observação

Norma

ABNT NBR 6118

Armaduras

☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-46.2	3.8	1.3
2	-23.1	3.8	1.3
3	0	3.8	1.3
4	23.1	3.8	1.3
5	46.2	3.8	1.3
6	46.2	21.2	0.8
7	23.1	21.2	0.8
8	0	21.2	0.8
9	-23.1	21.2	0.8
10	-46.2	21.2	0.8

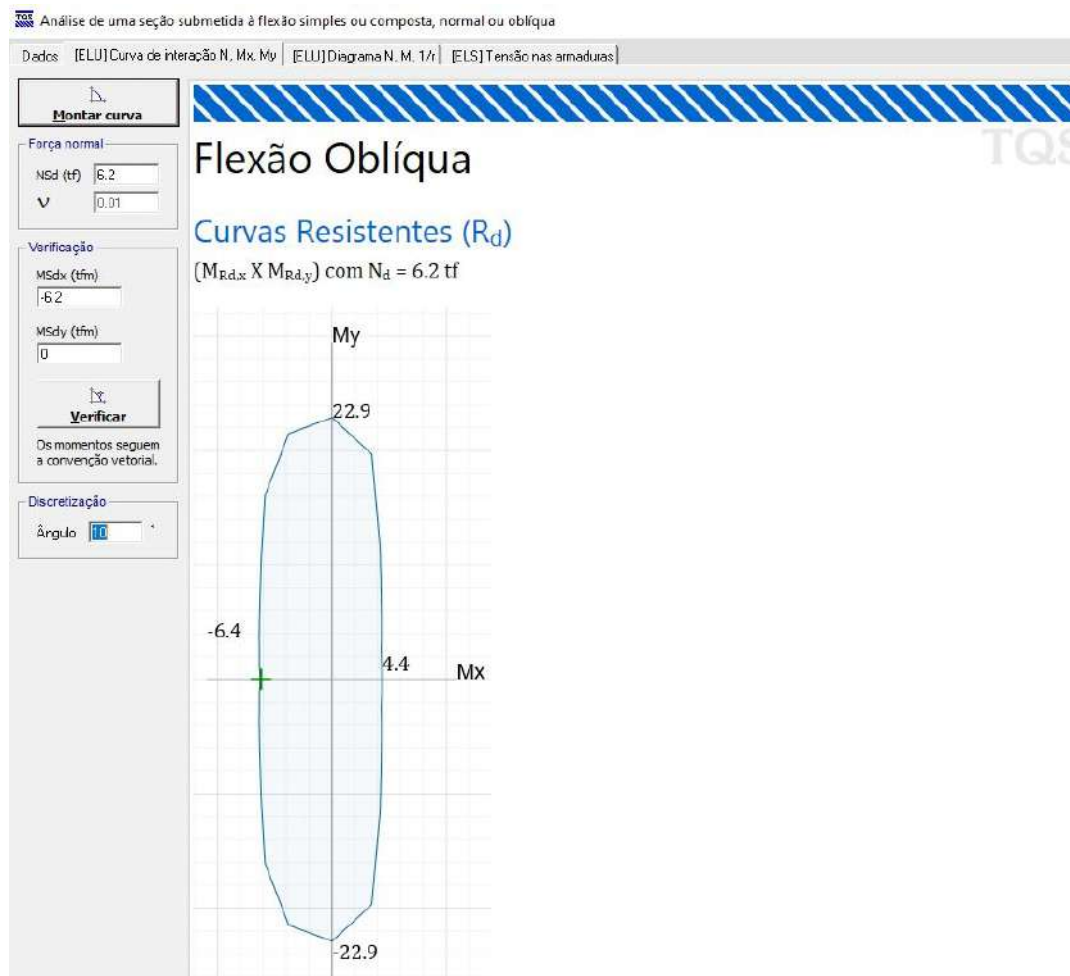
Materiais (concreto e aço)

fck (MPa) 30 fyk (MPa) 500

γ_c 1.4 γ_s 1.15

Φ 0 Es (MPa) 210000

Empresa filiada a:

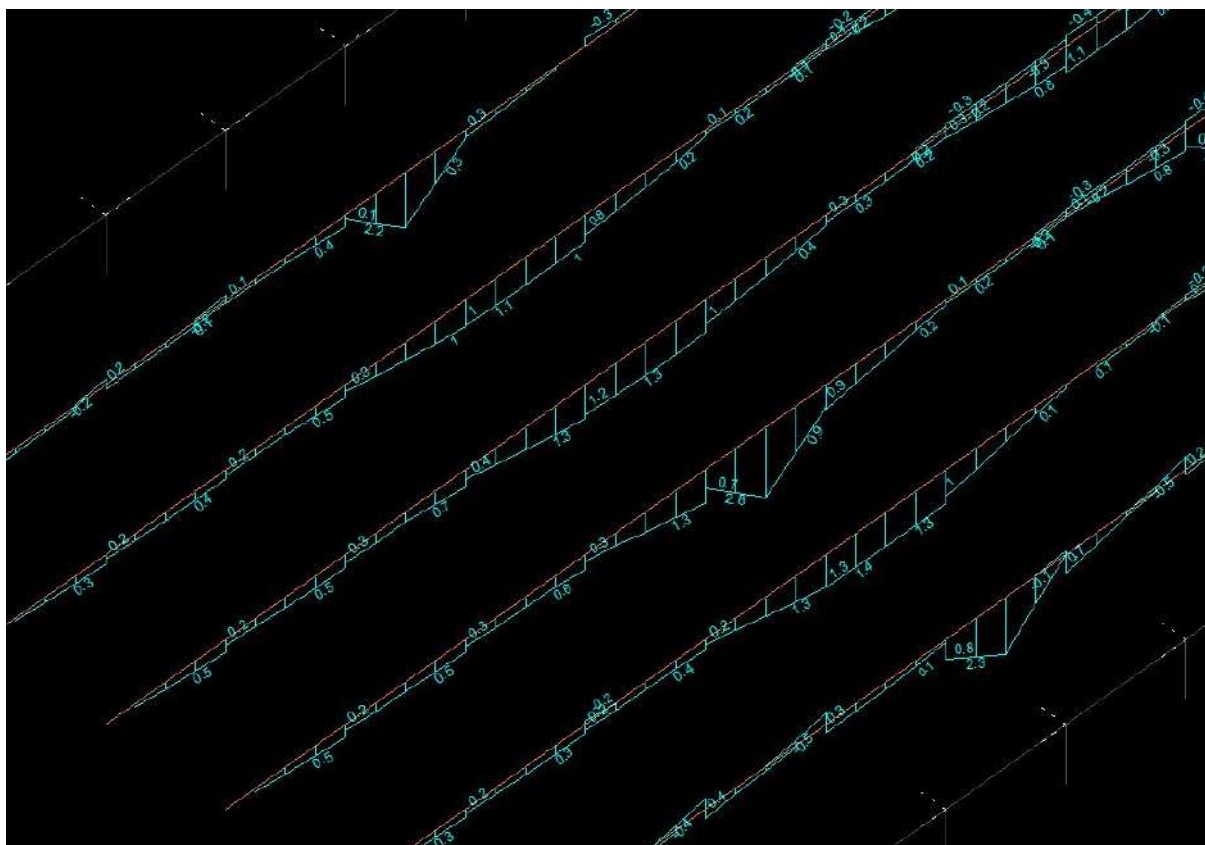


Empresa filiada a:



Direção Secundária

- Face inferior



Empresa filiada a:



Rua 124, Qd. F-23, Lt. 14, nº 90, Setor Sul – CEP: 74.093-060 – Goiânia-GO – T +55 62 3254-5500

Visite nosso site! <http://www.buenoprojetos.com.br>

Empresa filiada a:



TQS Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados [ELU] Curva de interação N, Mx, My | [ELU] Diagrama N, M, 1/r | [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção: Observação:

Norma

ABNT NBR 6118

Armaduras

☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-46.2	3.8	0.8
2	-23.1	3.8	0.8
3	0	3.8	0.8
4	23.1	3.8	0.8
5	46.2	3.8	0.8
6	46.2	21.2	0.8
7	23.1	21.2	0.8
8	0	21.2	0.8
9	-23.1	21.2	0.8
10	-46.2	21.2	0.8

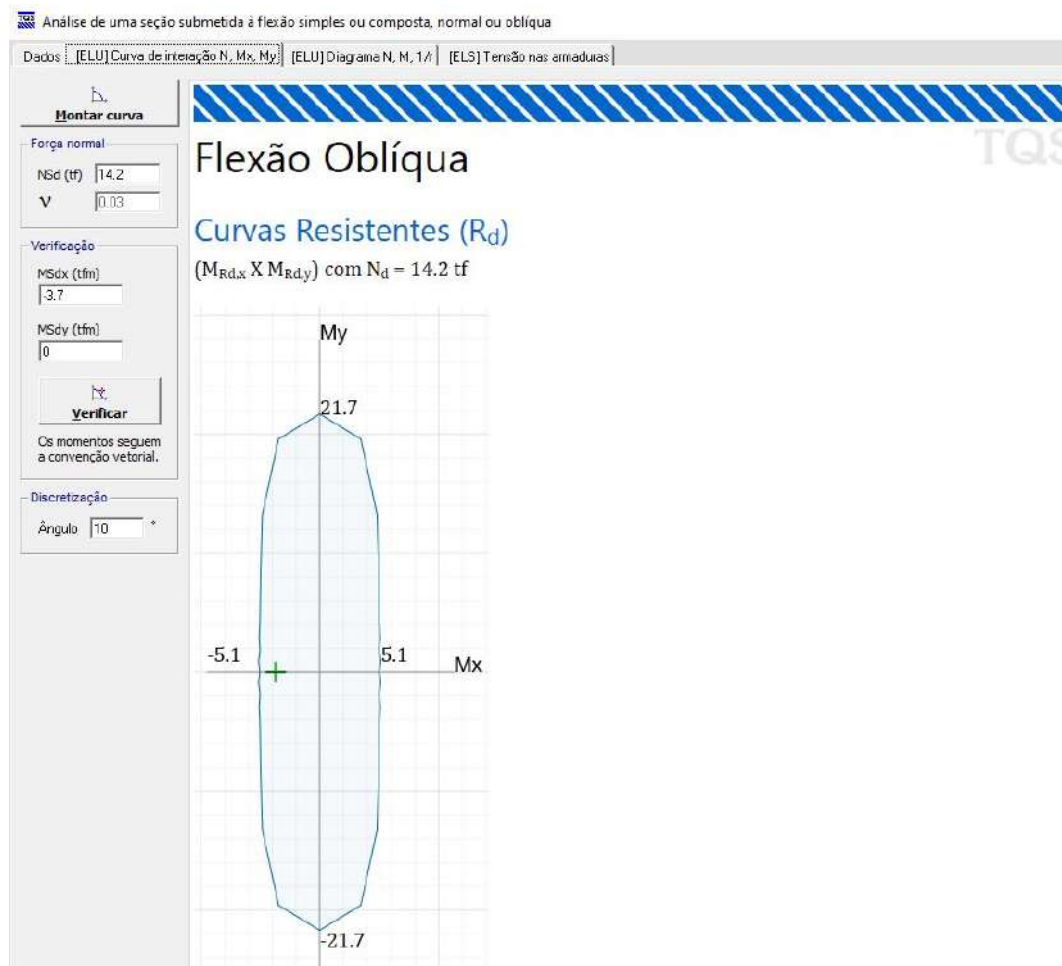
Materiais (concreto e aço)

fck (MPa): 30 fyk (MPa): 500

γ_c : 1.4 γ_s : 1.15

ϕ : 0 Es (MPa): 210000

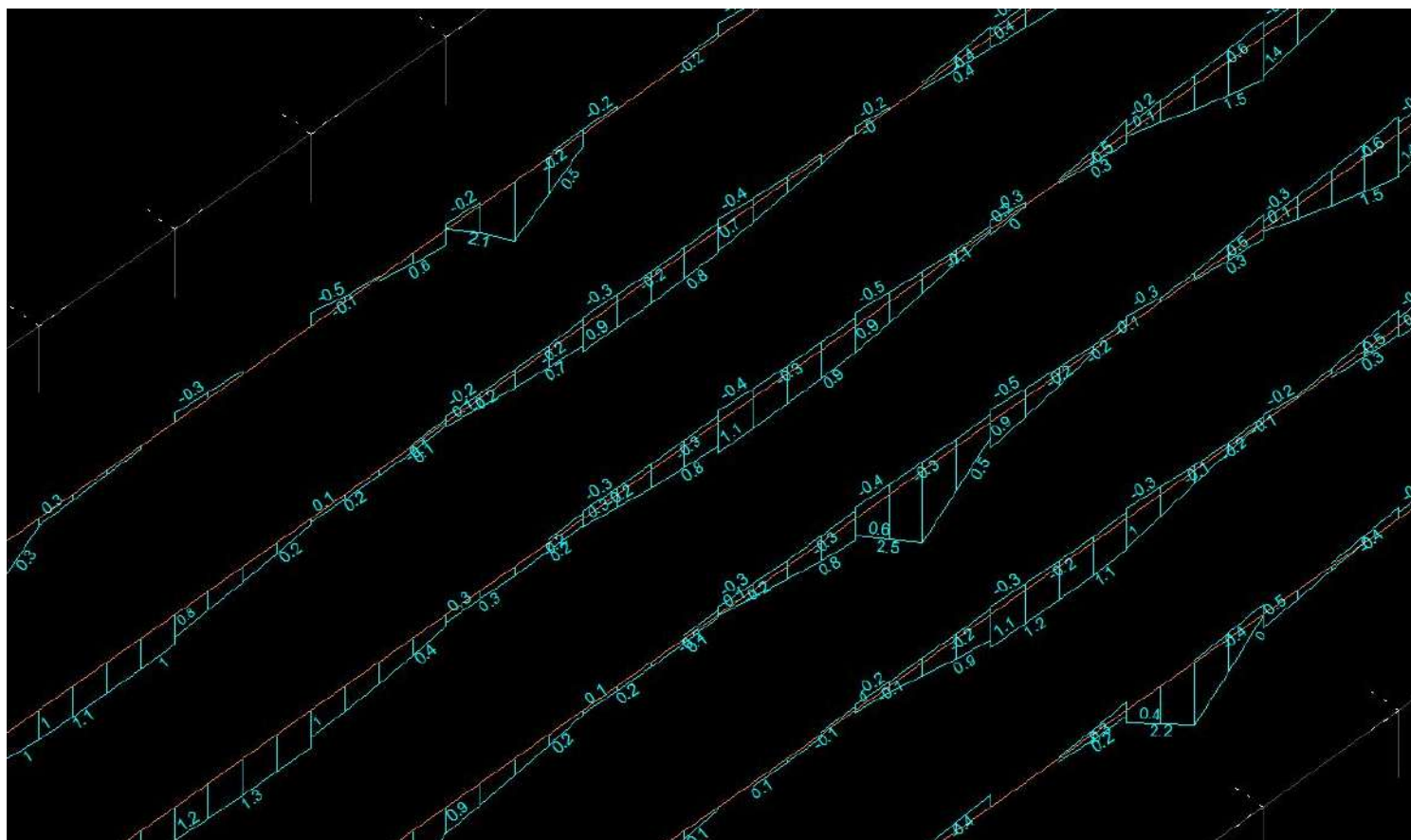
Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



- Face superior



Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



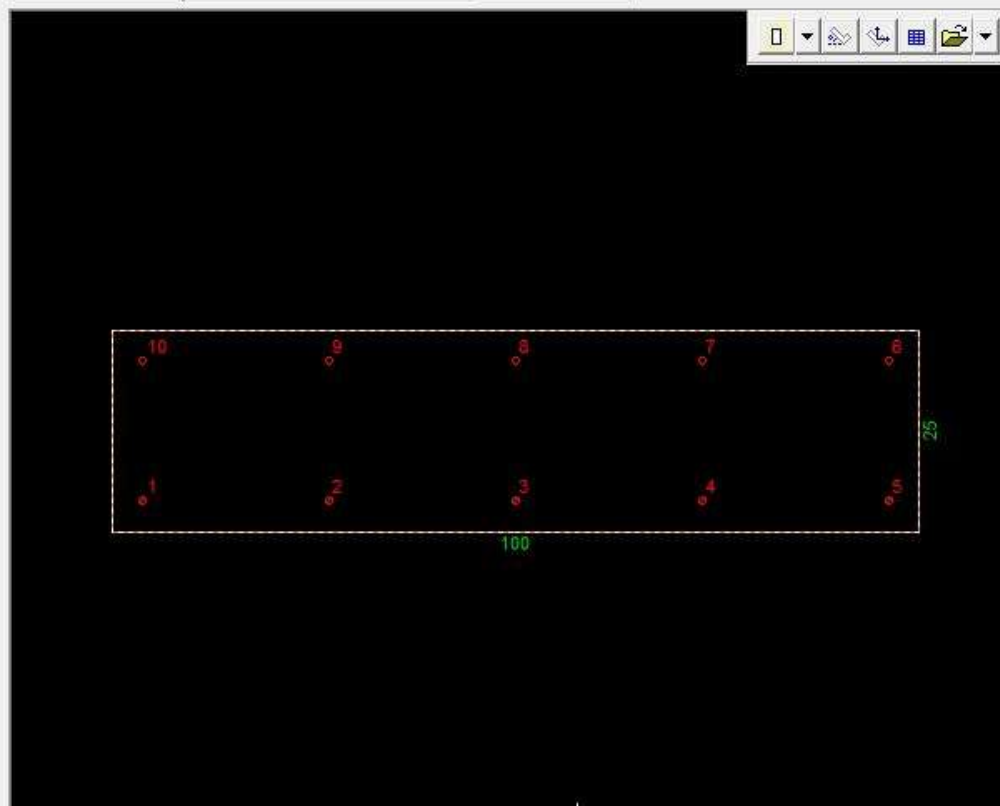
TOE Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados: [ELU] Curva de interação N, Mx, My | [ELU] Diagrama N, M, 1/r | [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção

Observação



Norma

ABNT NBR 6118

Armaduras

☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-46.2	3.8	0.8
2	-23.1	3.8	0.8
3	0	3.8	0.8
4	23.1	3.8	0.8
5	46.2	3.8	0.8
6	46.2	21.2	0.8
7	23.1	21.2	0.8
8	0	21.2	0.8
9	-23.1	21.2	0.8
10	-46.2	21.2	0.8

Materiais (concreto e aço)

fck (MPa)

30

fyk (MPa)

500

γ_c

1.4

γ_s

1.15

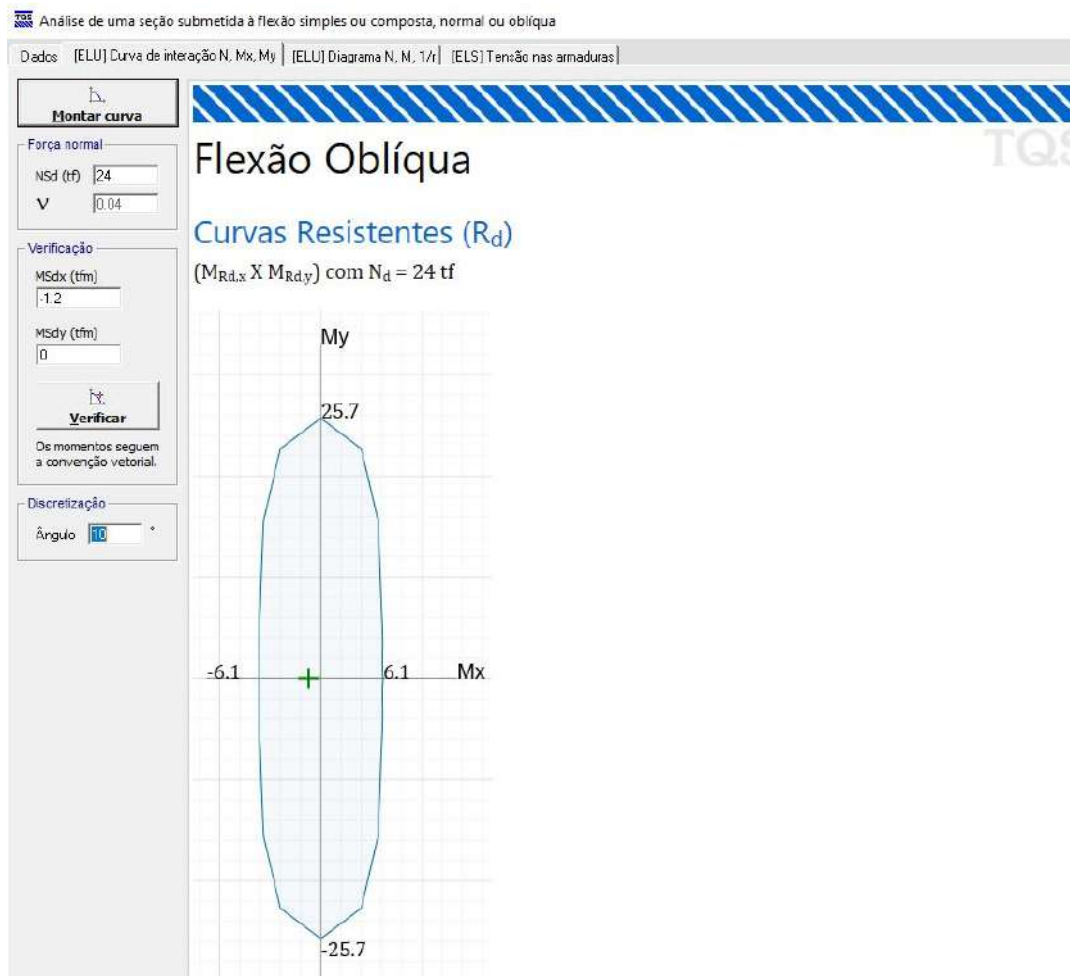
ϕ

0

Es (MPa)

210000

Empresa filiada a:



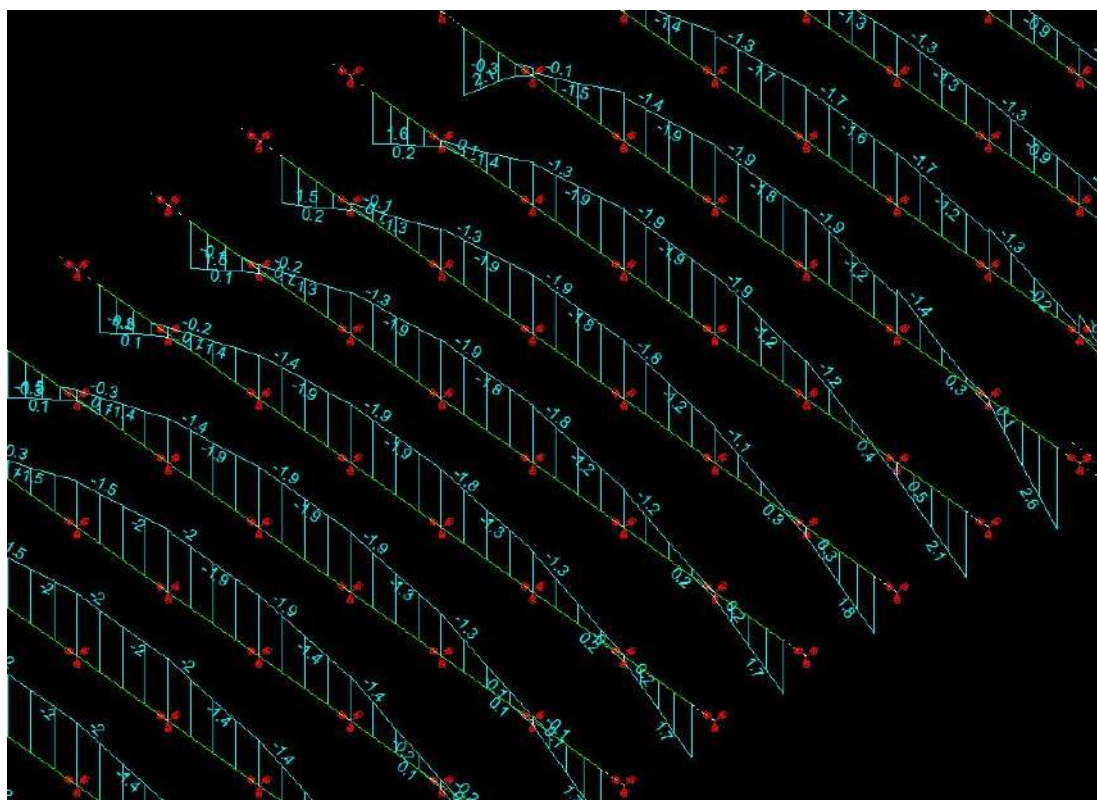
Empresa filiada a:



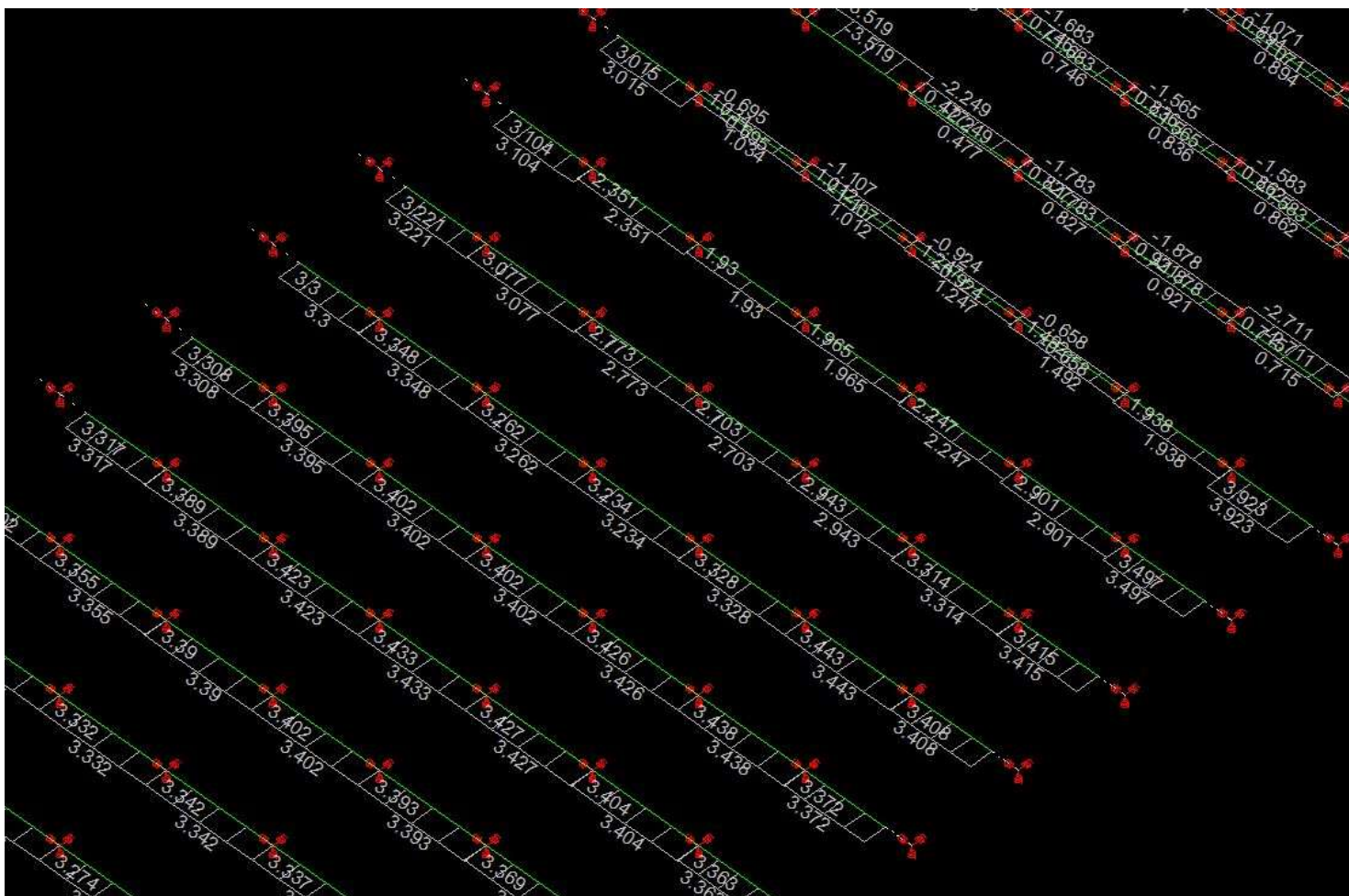
LAJE INFERIOR - BUEIRO

Direção Principal

- Face inferior



Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



TOS Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados [ELU] Curva de interação N, Mx, My [ELU] Diagrama N, M, 1/r [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção Observação

100 25

Norma

ABNT NBR 6118

Armaduras

☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-46.2	3.8	0.9
2	-23.1	3.8	0.9
3	0	3.8	0.9
4	23.1	3.8	0.9
5	46.2	3.8	0.9
6	46.2	21.2	0.8
7	23.1	21.2	0.8
8	0	21.2	0.8
9	-23.1	21.2	0.8
10	-46.2	21.2	0.8

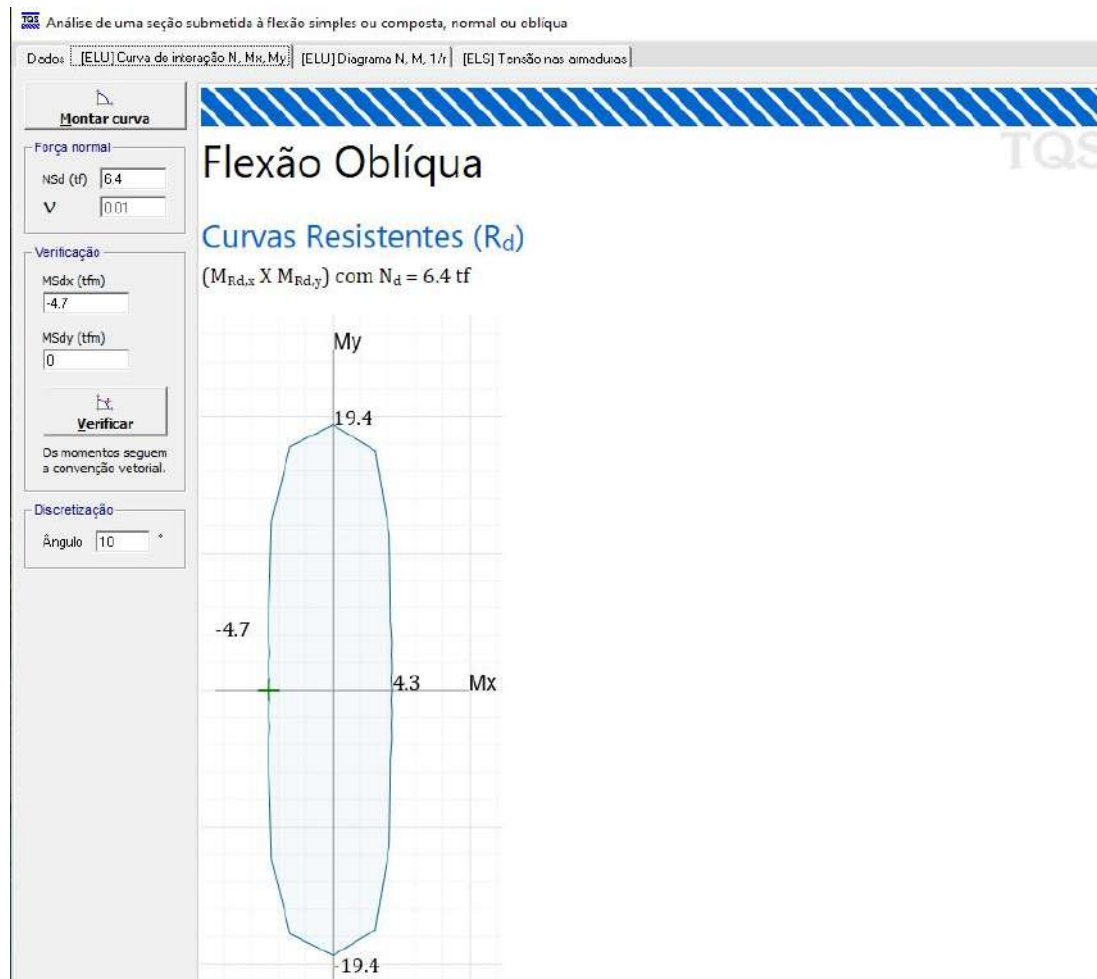
Materials (concreto e aço)

fck (MPa) 30 fyk (MPa) 500

γ_c 1.4 γ_s 1.15

ϕ 0 Es (MPa) 210000

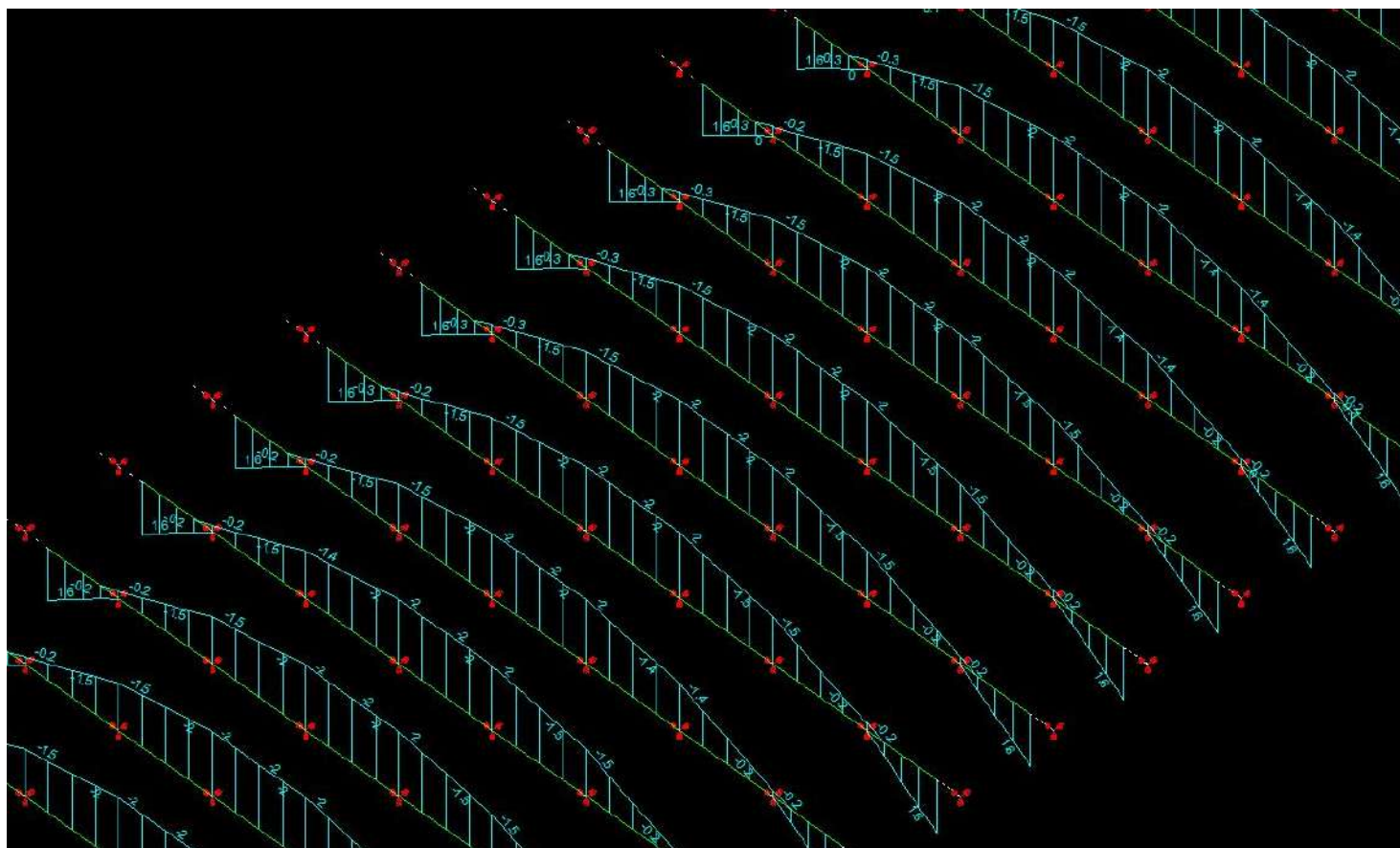
Empresa filiada a:



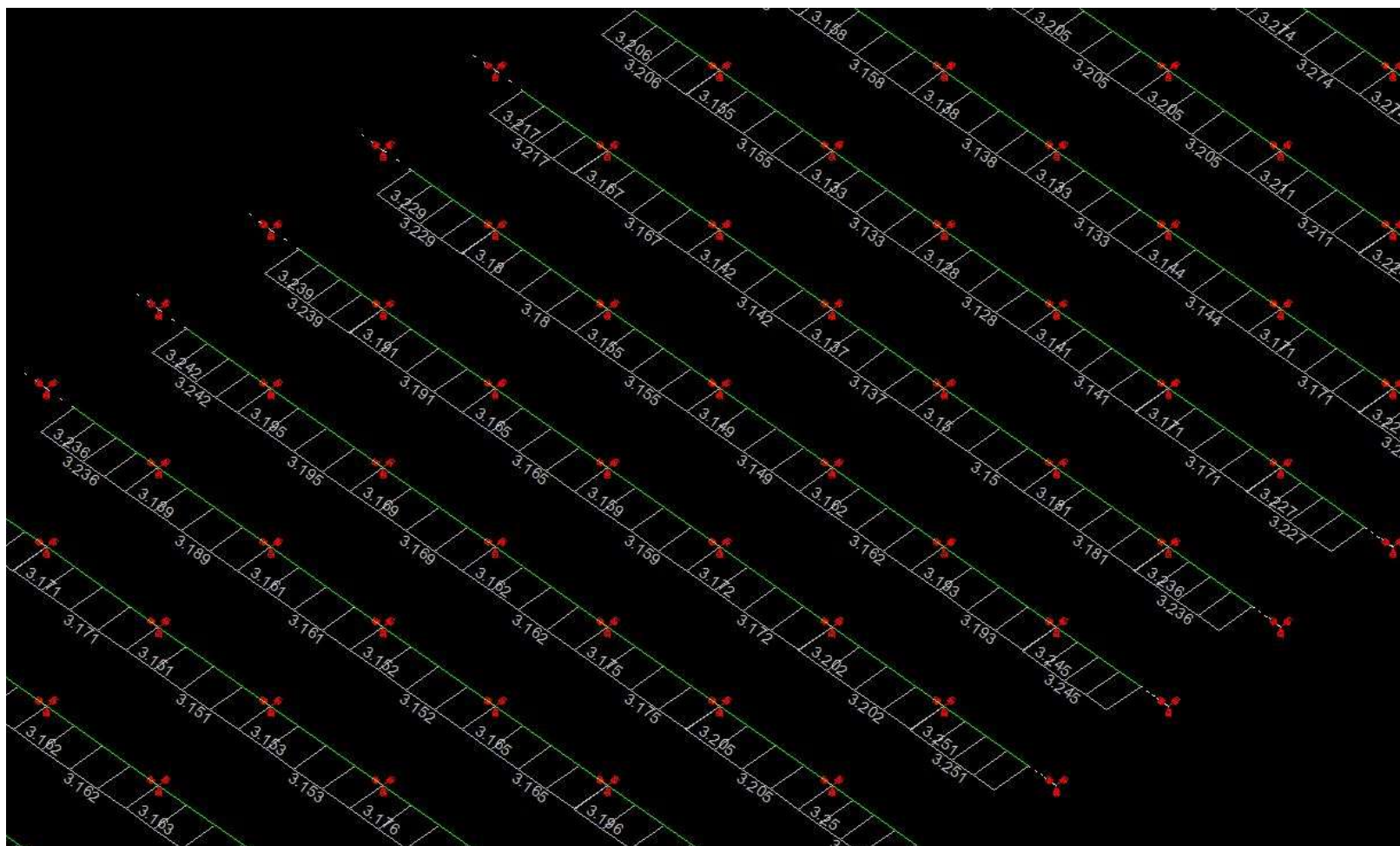
Empresa filiada a:



- Face superior



Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



Tela Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados [ELU] Curva de interação N, Mx, My [ELU] Diagrama N, M, 1/r [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção Observação

Norma

ABNT NBR 6118

Armaduras

☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-46.2	3.8	0.8
2	-23.1	3.8	0.8
3	0	3.8	0.8
4	23.1	3.8	0.8
5	46.2	3.8	0.8
6	46.2	21.2	0.8
7	23.1	21.2	0.8
8	0	21.2	0.8
9	-23.1	21.2	0.8
10	-46.2	21.2	0.8

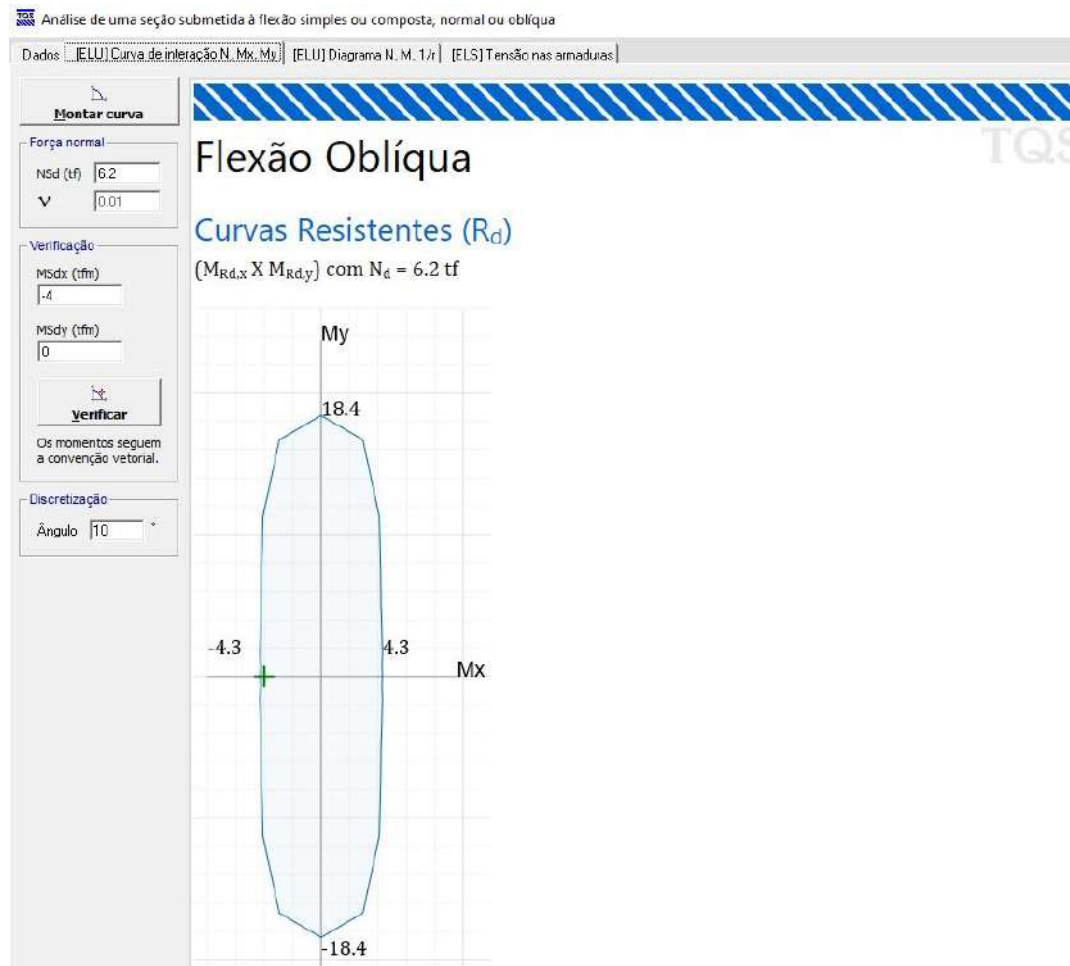
Materiais (concreto e aço)

fck (MPa) 30 fyk (MPa) 500

γ_c 1.4 γ_s 1.15

Φ 0 Es (MPa) 210000

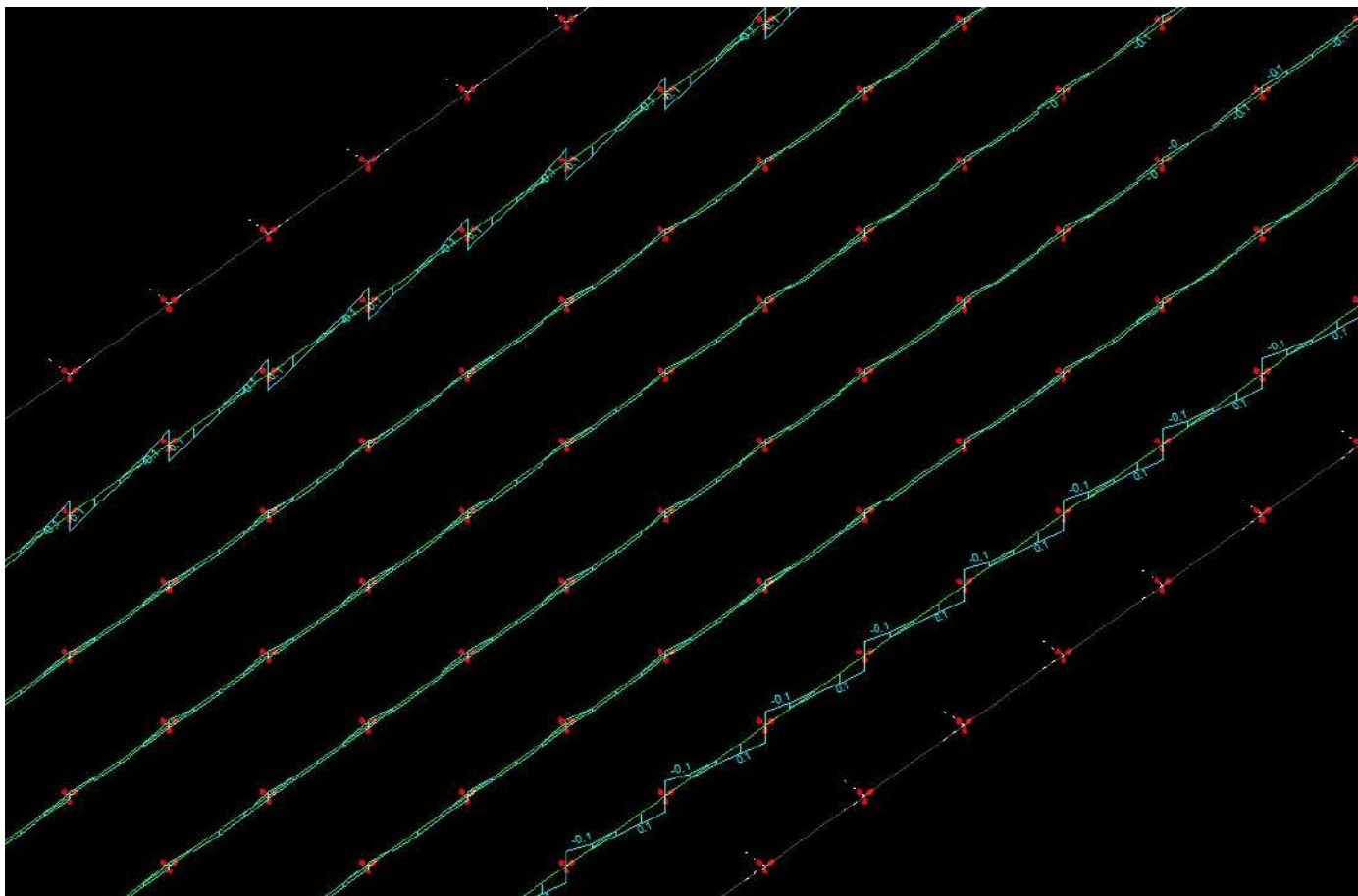
Empresa filiada a:



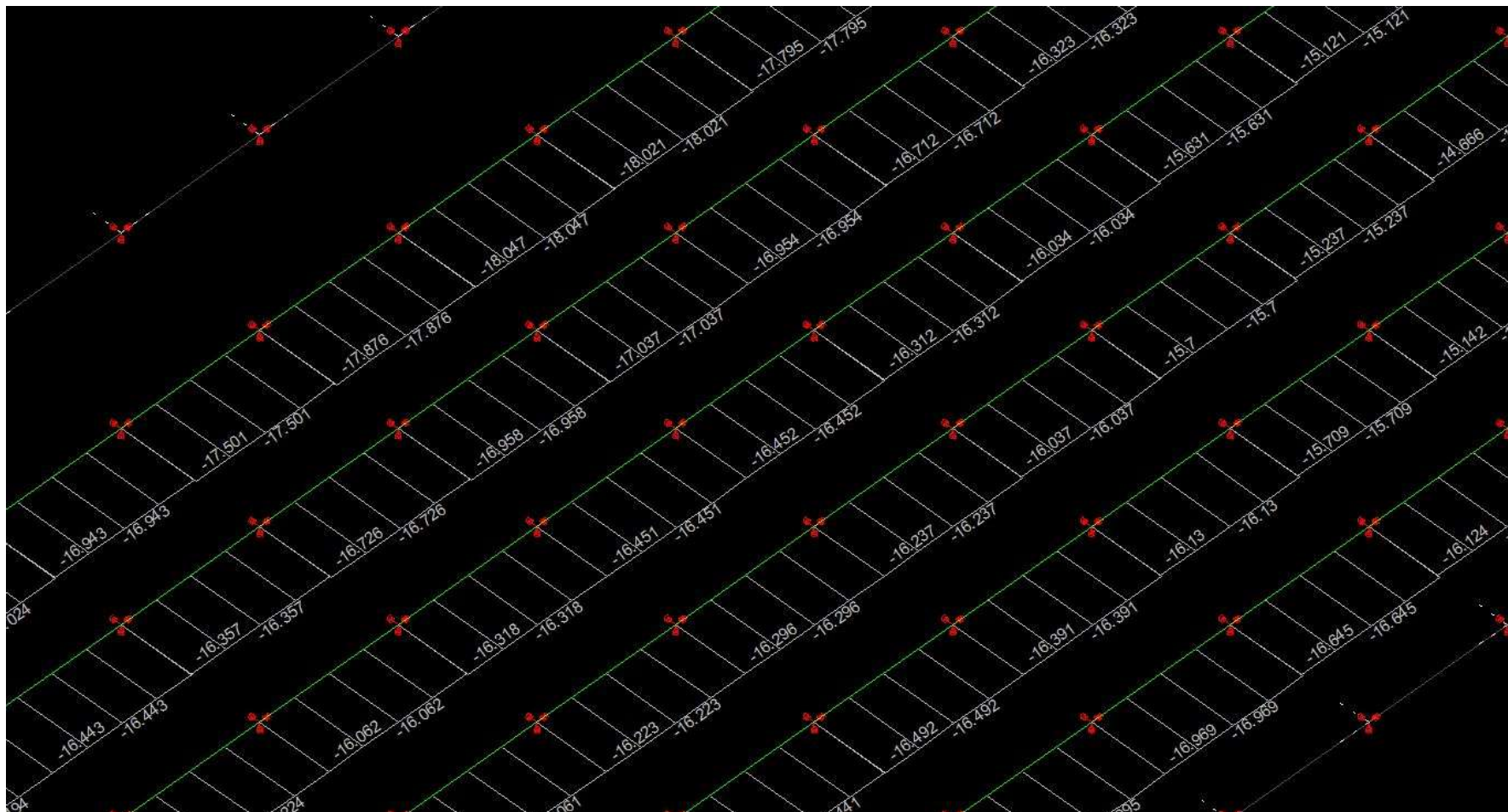
Empresa filiada a:



Direção Secundária



Empresa filiada a:



Empresa filiada a:

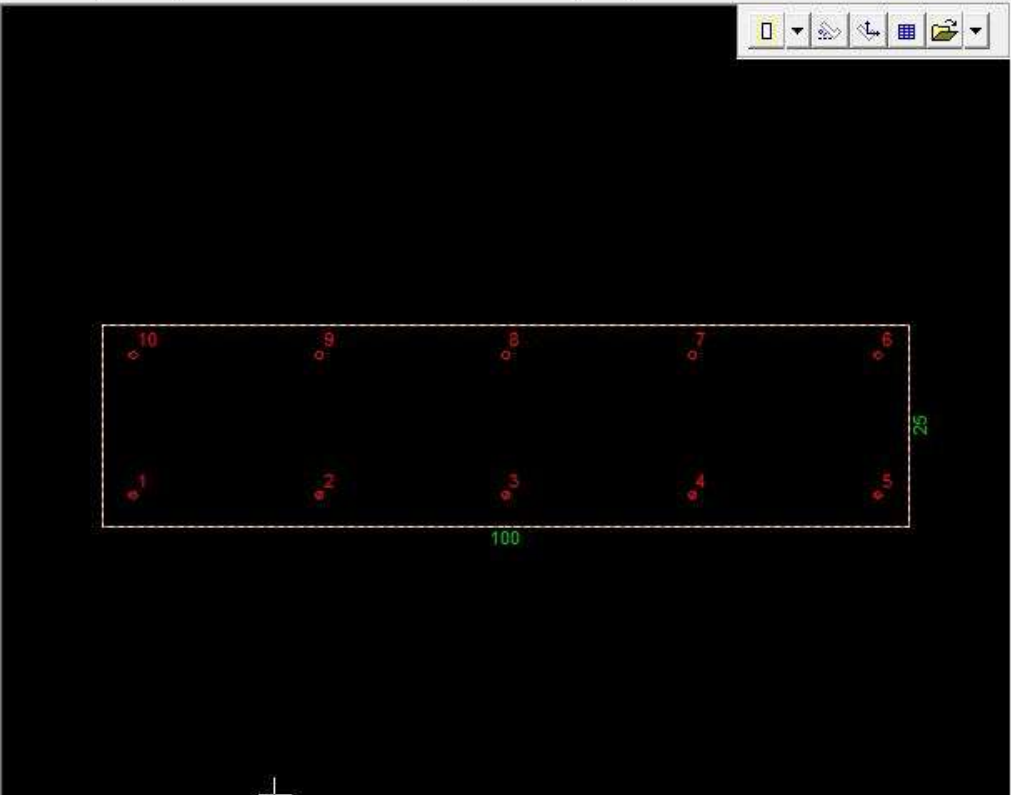


TQS Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados: [ELU] Curva de interação N, Mx, My | [ELU] Diagrama N, M, 1/r | [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção: Observação:



Norma: ABNT NBR 6118

Armaduras: ☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-46.2	3.8	1.0
2	-23.1	3.8	1.0
3	0	3.8	1.0
4	23.1	3.8	1.0
5	46.2	3.8	1.0
6	46.2	21.2	1.0
7	23.1	21.2	1.0
8	0	21.2	1.0
9	-23.1	21.2	1.0
10	-46.2	21.2	1.0

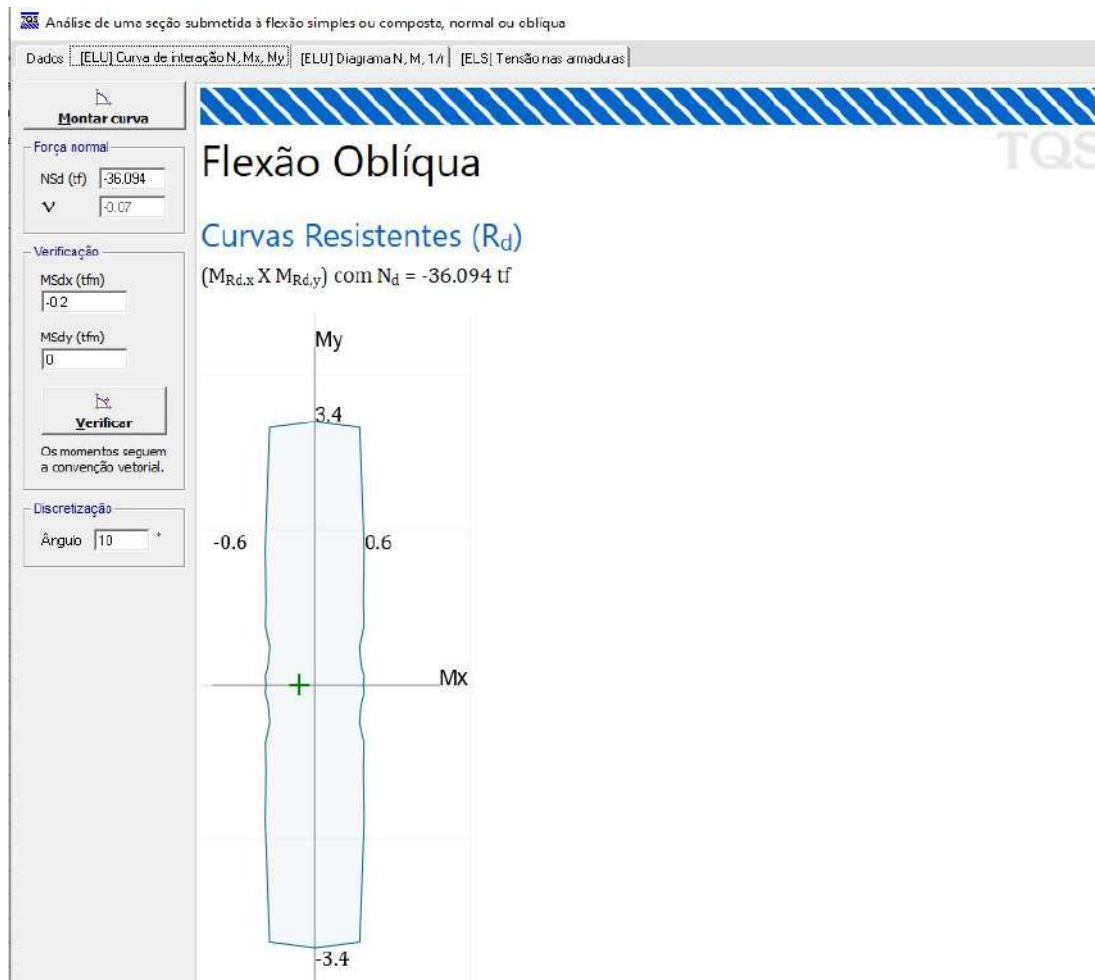
Materiais (concreto e aço)

fck (MPa): 30 fyk (MPa): 500

γ_c : 1.4 γ_s : 1.15

Φ : 0 Es (MPa): 210000

Empresa filiada a:



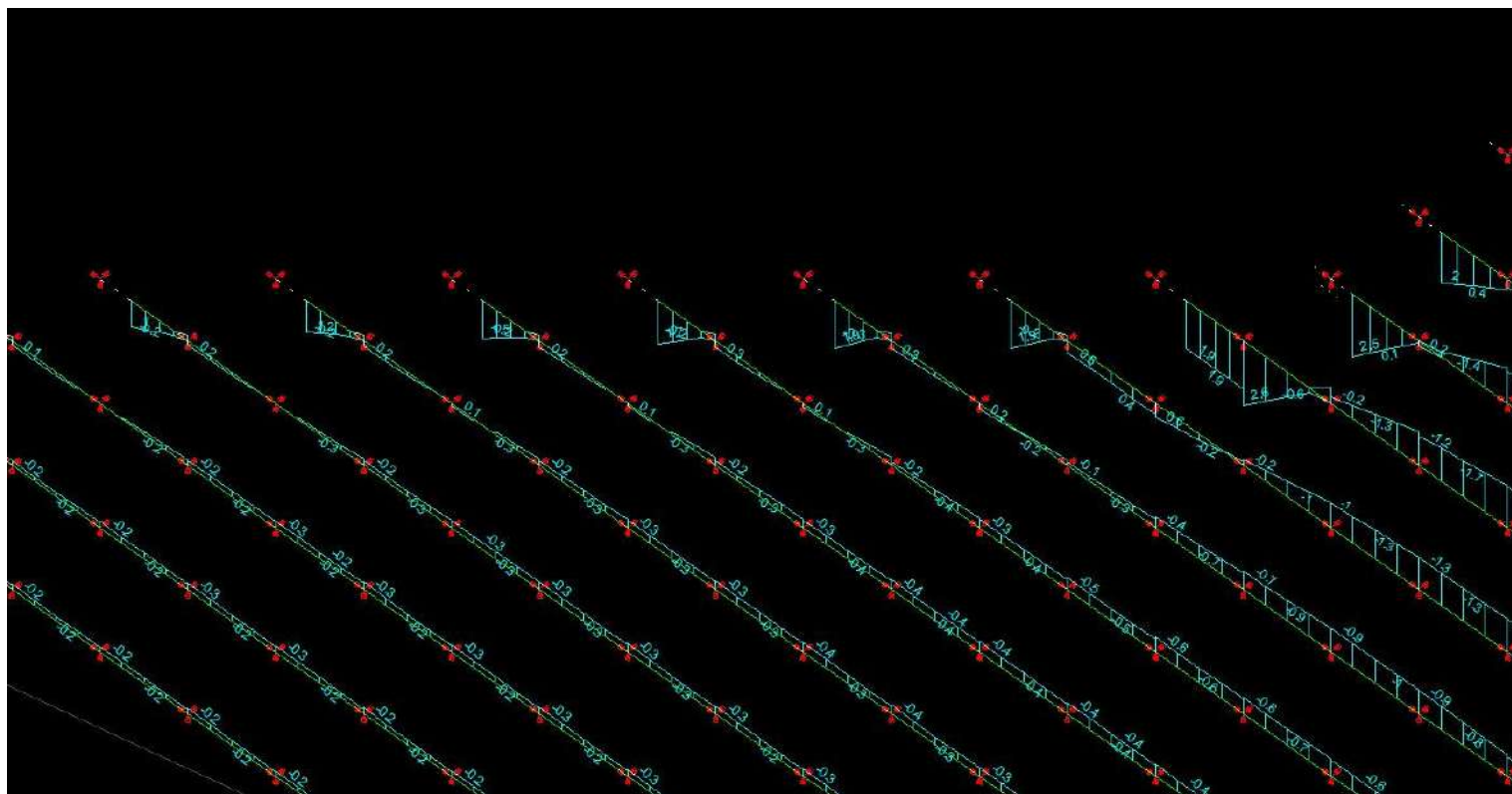
Empresa filiada a:



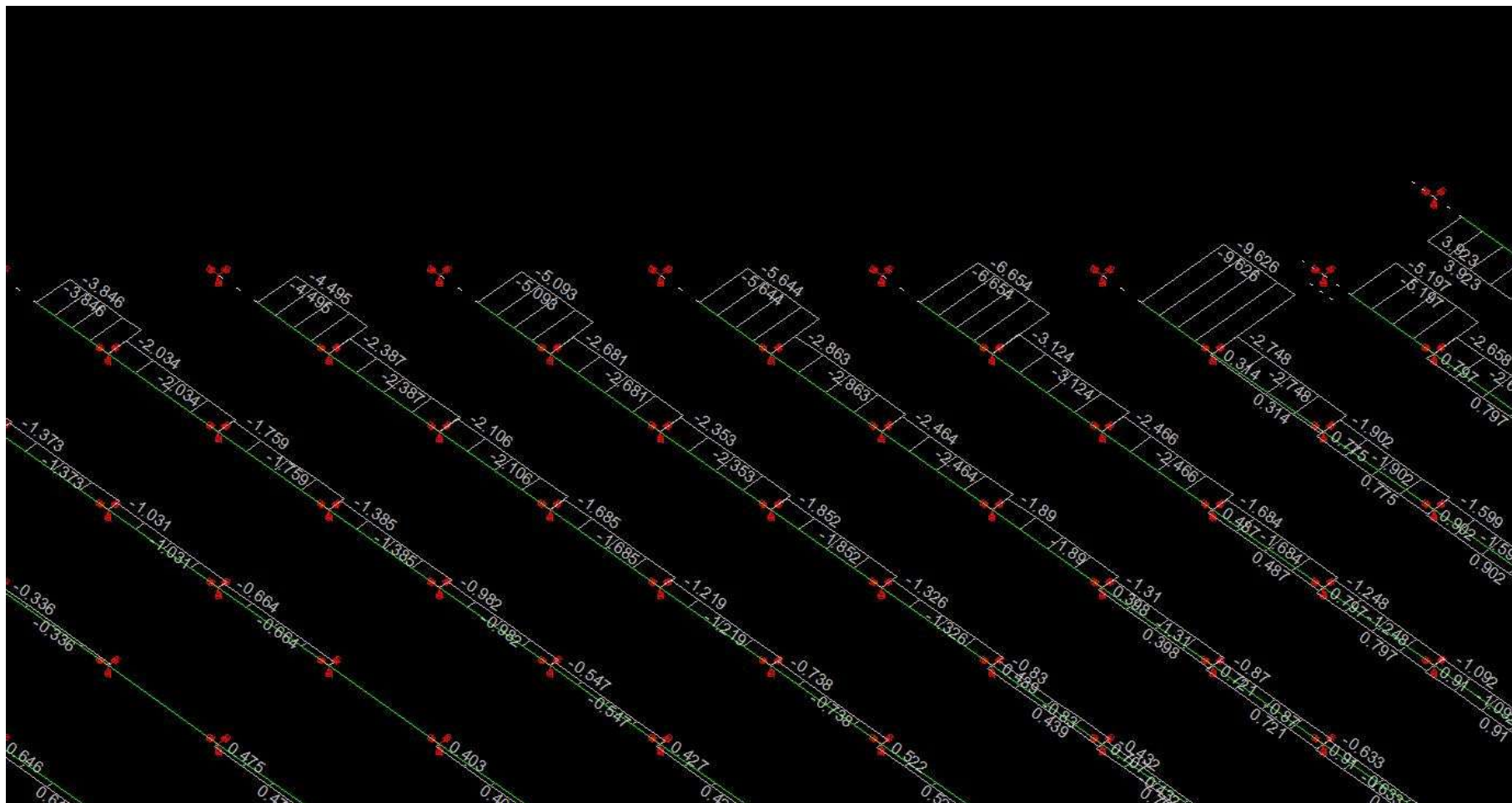
LAJE INFERIOR - ALAS

Direção Principal

- Face inferior



Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



ANÁLISE DE UMA SEÇÃO SUBMETIDA À FLEXÃO SIMPLES OU COMPOSTA, NORMAL OU OBLÍQUA

Dados | [ELU] Curva de interação N, Mx, My | [ELU] Diagrama N, M, 1/r | [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção: Observação:

Norma: ABNT NBR 6118

Armaduras

☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-46.2	3.8	1.7
2	-23.1	3.8	1.7
3	0	3.8	1.7
4	23.1	3.8	1.7
5	46.2	3.8	1.7
6	46.2	21.2	0.8
7	23.1	21.2	0.8
8	0	21.2	0.8
9	-23.1	21.2	0.8
10	-46.2	21.2	0.8

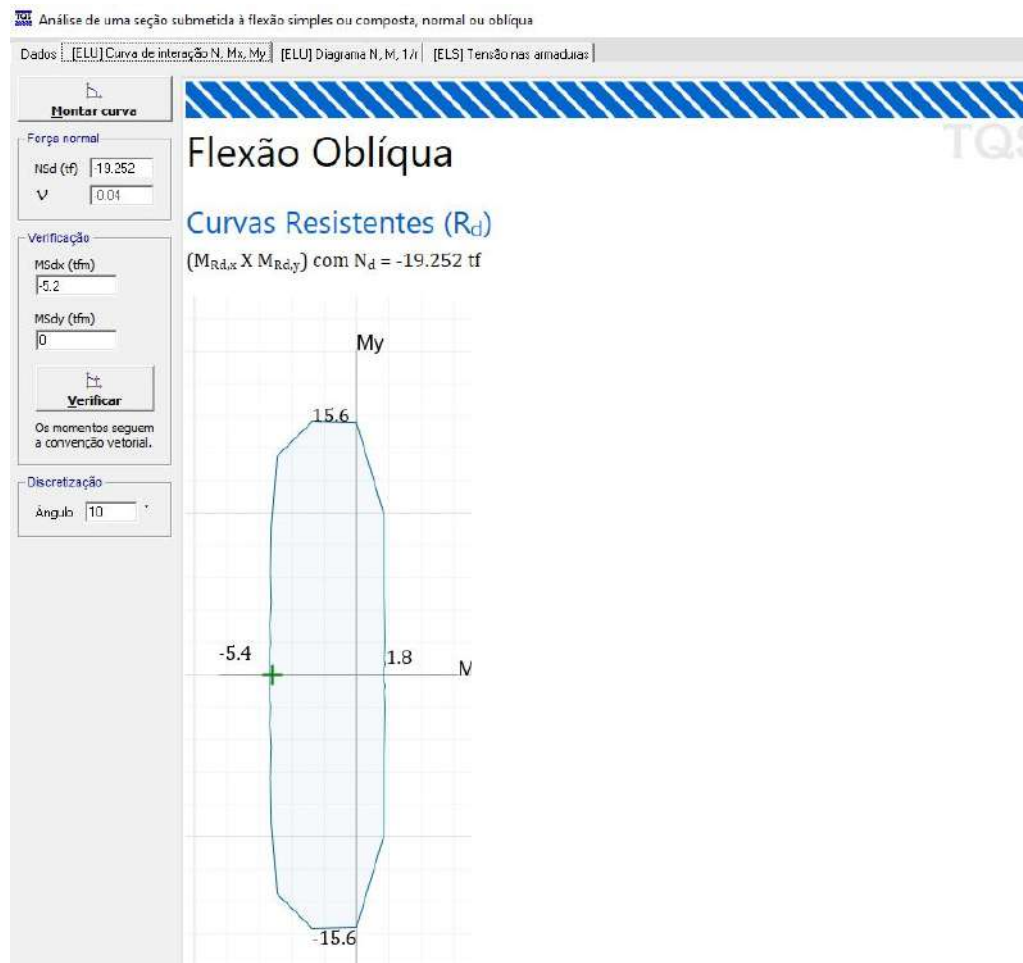
Materiais (concreto e aço)

fck (MPa): 30 fyk (MPa): 500

γ_c : 1.4 γ_s : 1.15

ϕ : 0 Es (MPa): 210000

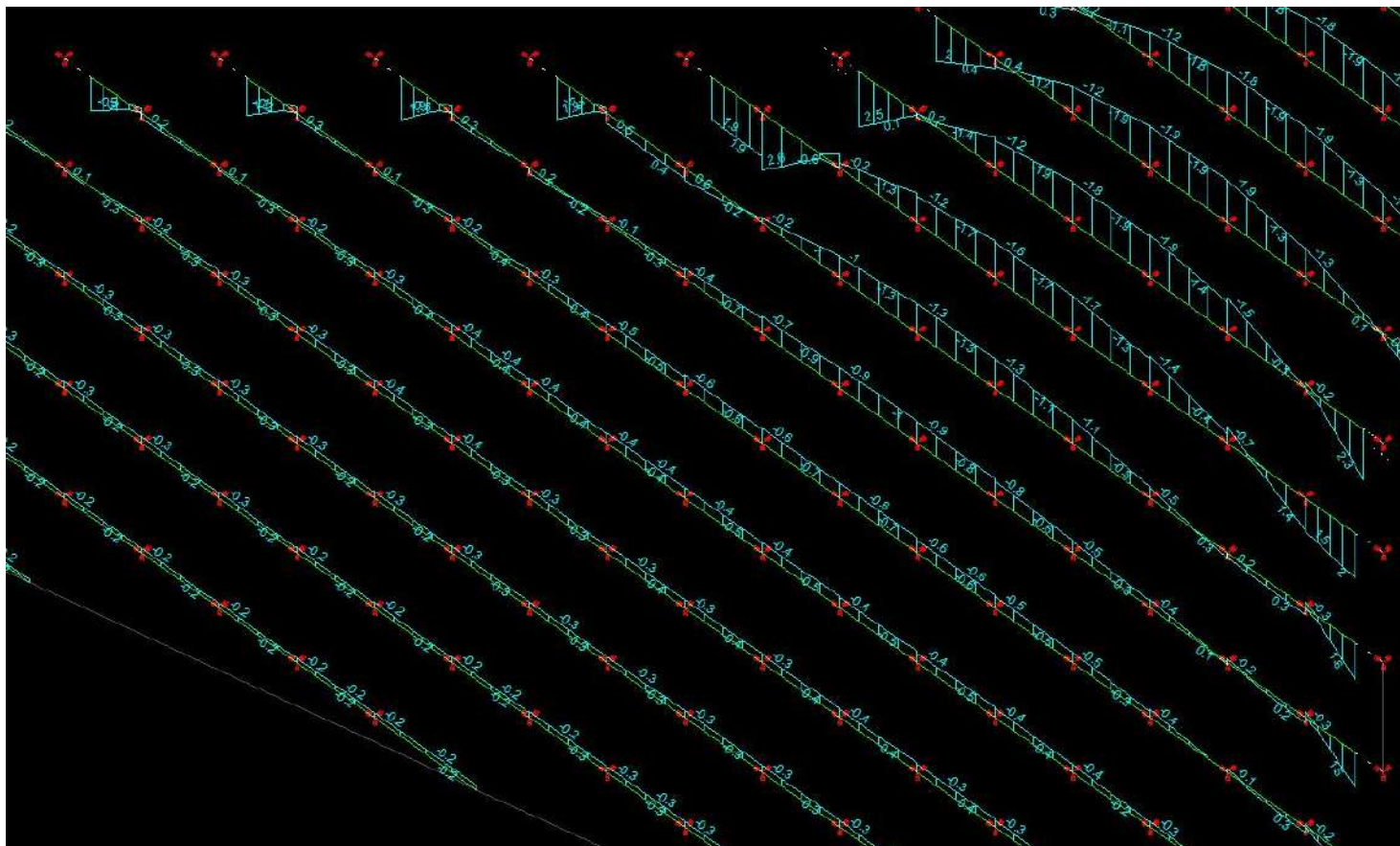
Empresa filiada a:



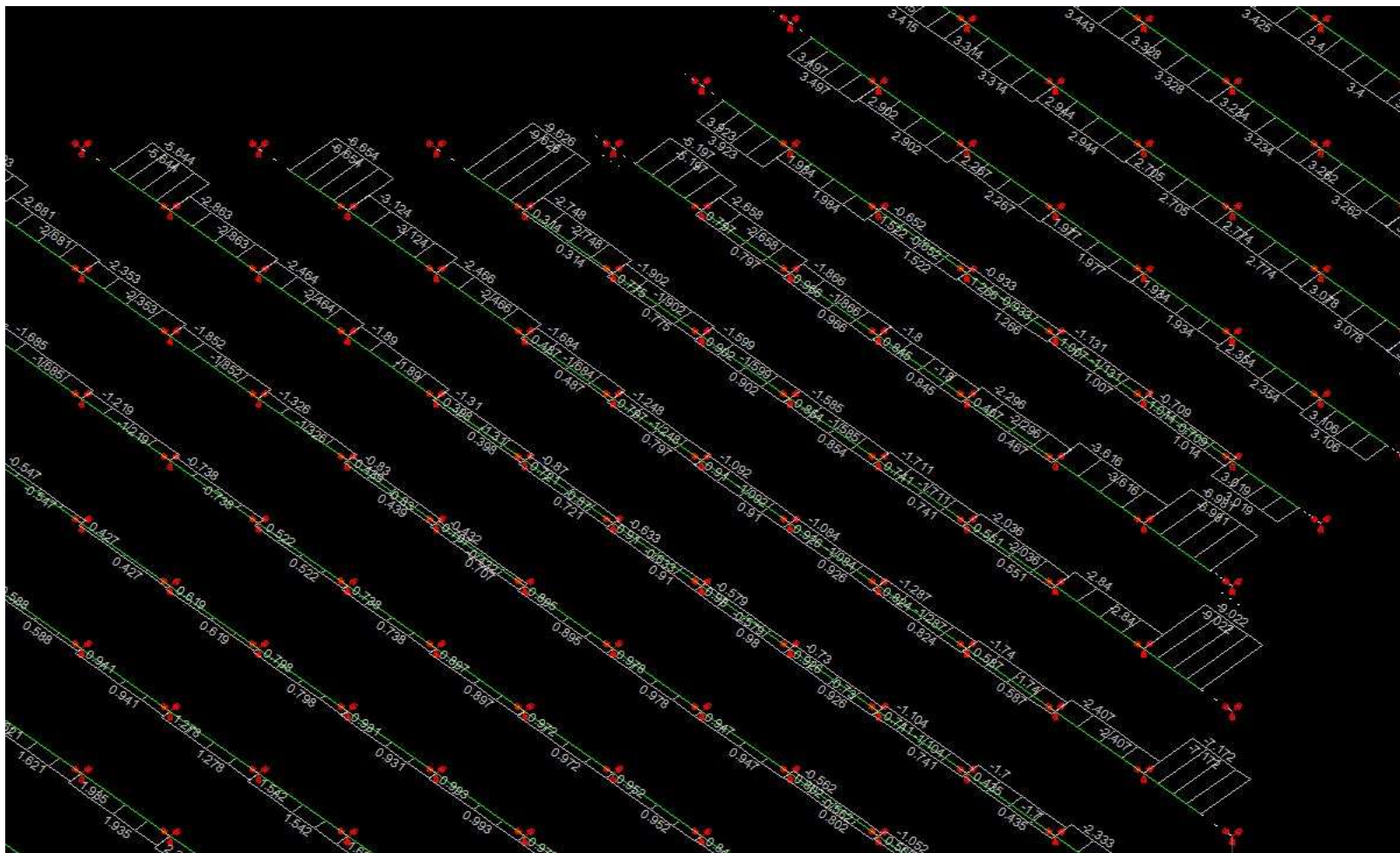
Empresa filiada a:



- Face superior



Empresa filiada a:



Empresa filiada a:

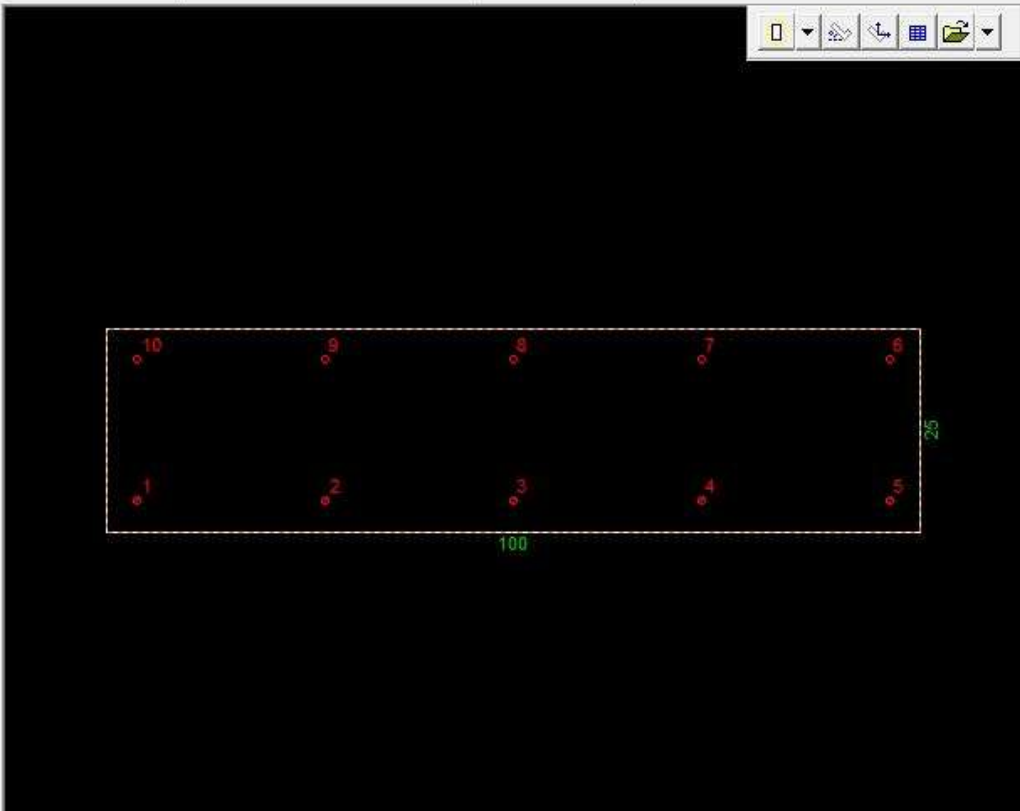


TOE Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados [ELU] Curva de interação N, Mx, My [ELU] Diagrama N, M, 1/r [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção Observação



Norma

ABNT NBR 6118

Armaduras

☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-46.2	3.8	0.9
2	-23.1	3.8	0.9
3	0	3.8	0.9
4	23.1	3.8	0.9
5	46.2	3.8	0.9
6	46.2	21.2	0.8
7	23.1	21.2	0.8
8	0	21.2	0.8
9	-23.1	21.2	0.8
10	-46.2	21.2	0.8

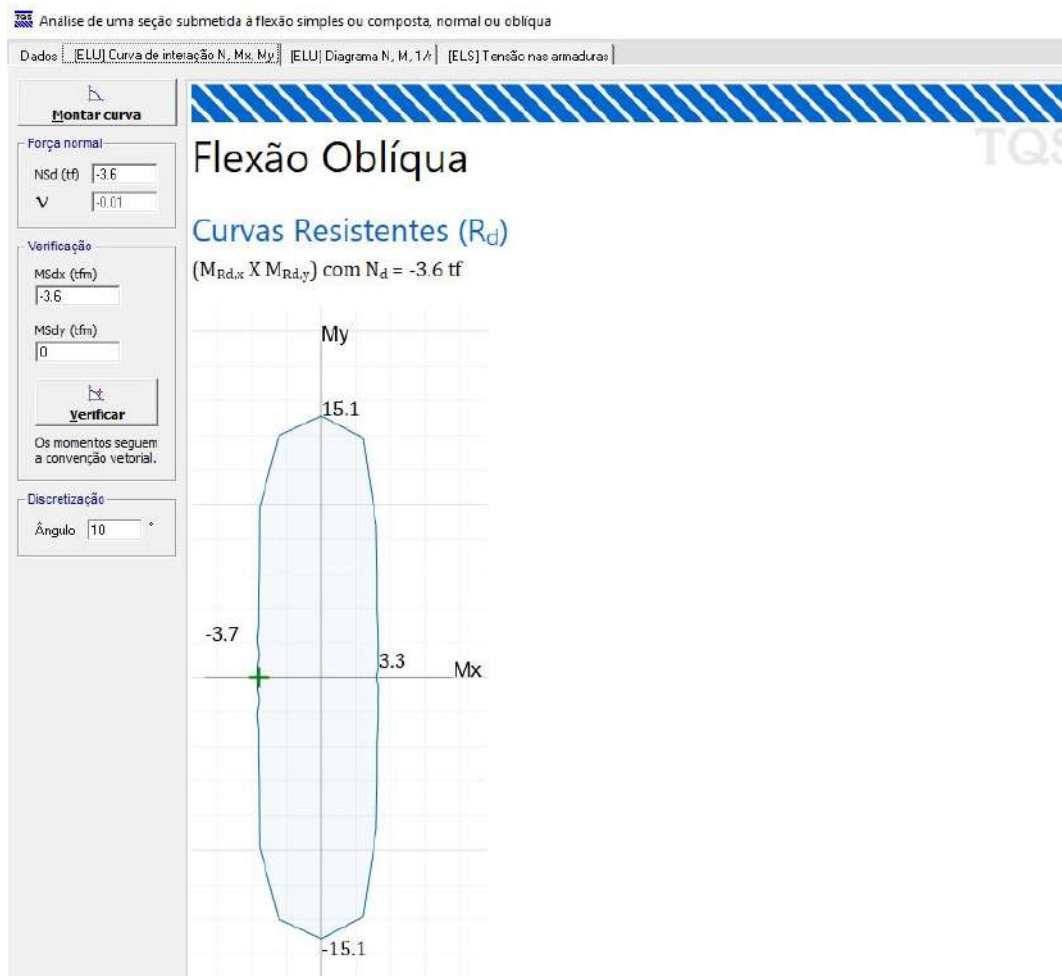
Materiais (concreto e aço)

fck (MPa) 30 fyk (MPa) 500

γ_c 1.4 γ_s 1.15

ϕ 0 Es (MPa) 210000

Empresa filiada a:

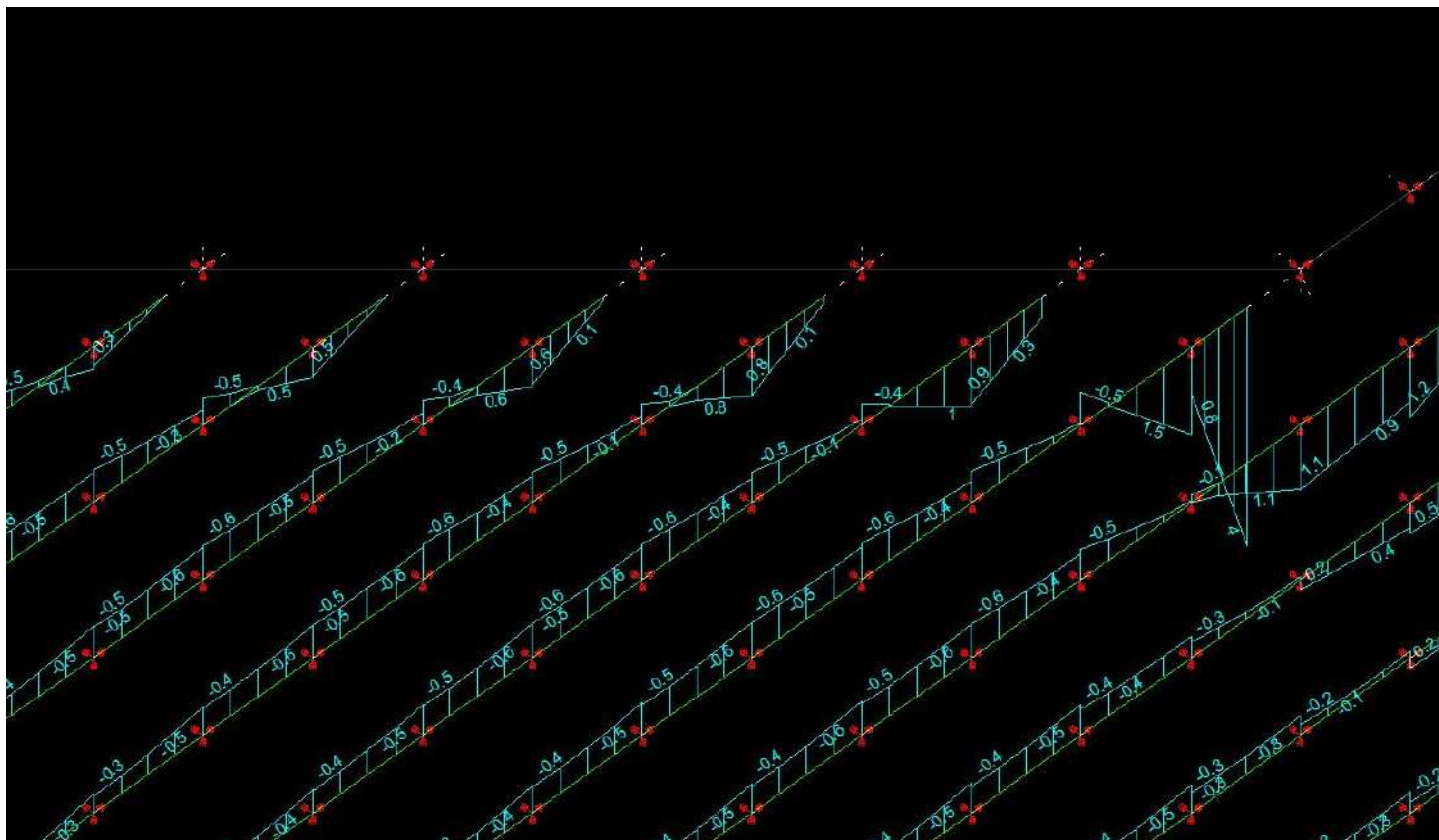


Empresa filiada a:



Direção Secundária

- Face inferior – Ligação ALAS



Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



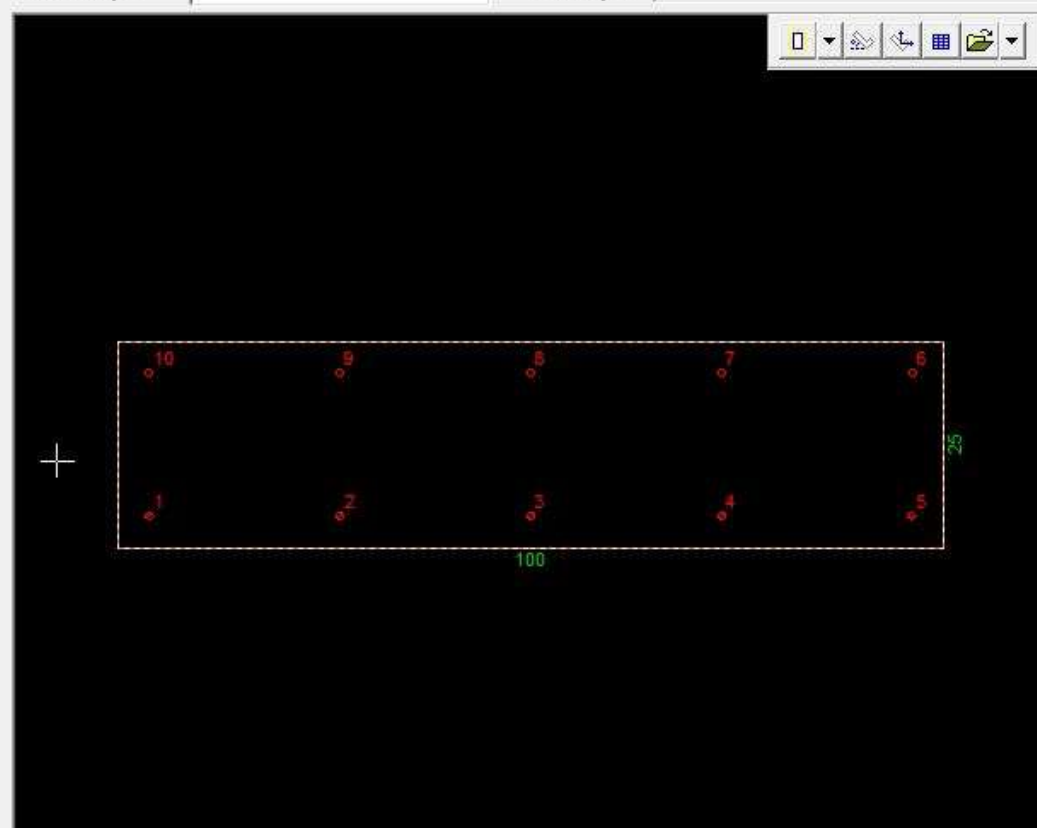
T05 Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados [ELU] Curva de interação N, Mx, My [ELU] Diagrama N, M, 1/r [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção

Observação



Norma

ABNT NBR 6118

Armaduras

☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-46.2	3.8	1.0
2	-23.1	3.8	1.0
3	0	3.8	1.0
4	23.1	3.8	1.0
5	46.2	3.8	1.0
6	46.2	21.2	0.8
7	23.1	21.2	0.8
8	0	21.2	0.8
9	-23.1	21.2	0.8
10	-46.2	21.2	0.8

Materiais (concreto e aço)

f_{ck} (MPa)

30

f_{yk} (MPa)

500

γ_c

1.4

γ_s

1.15

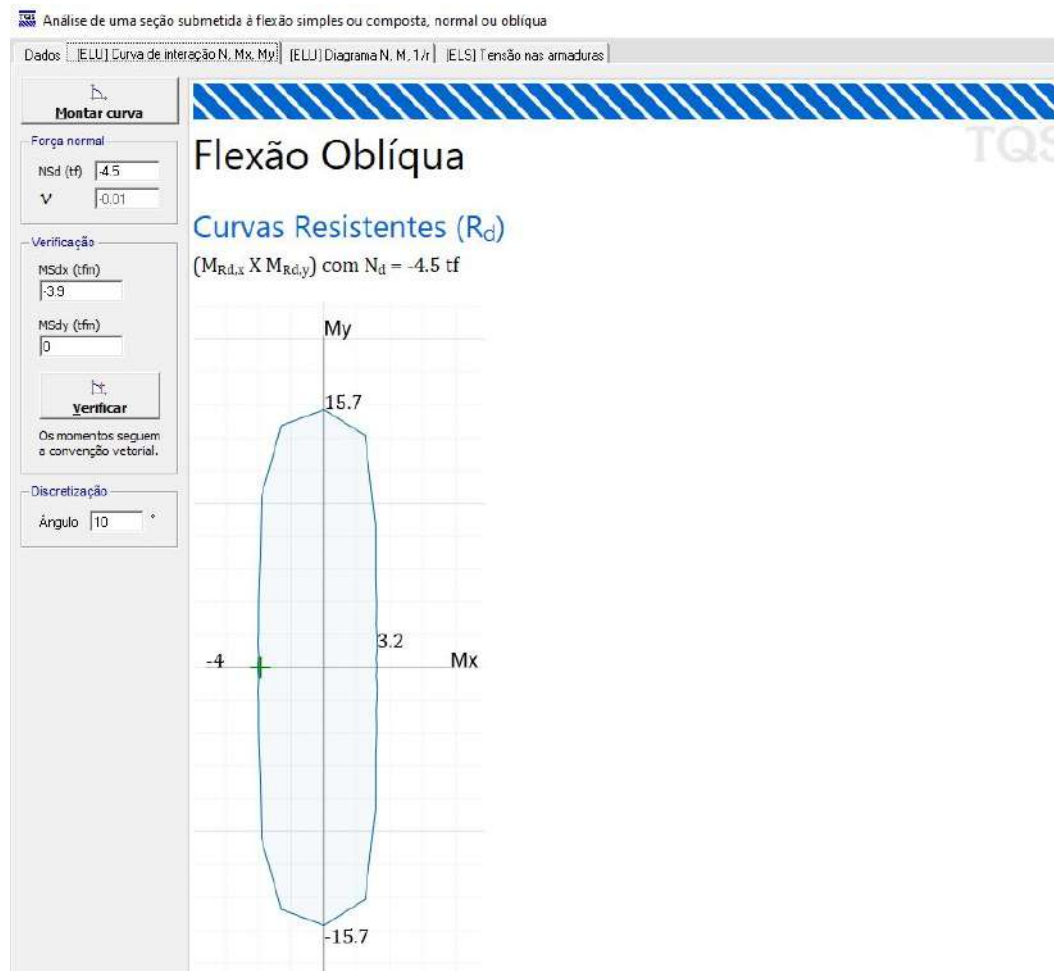
φ

0

E_s (MPa)

210000

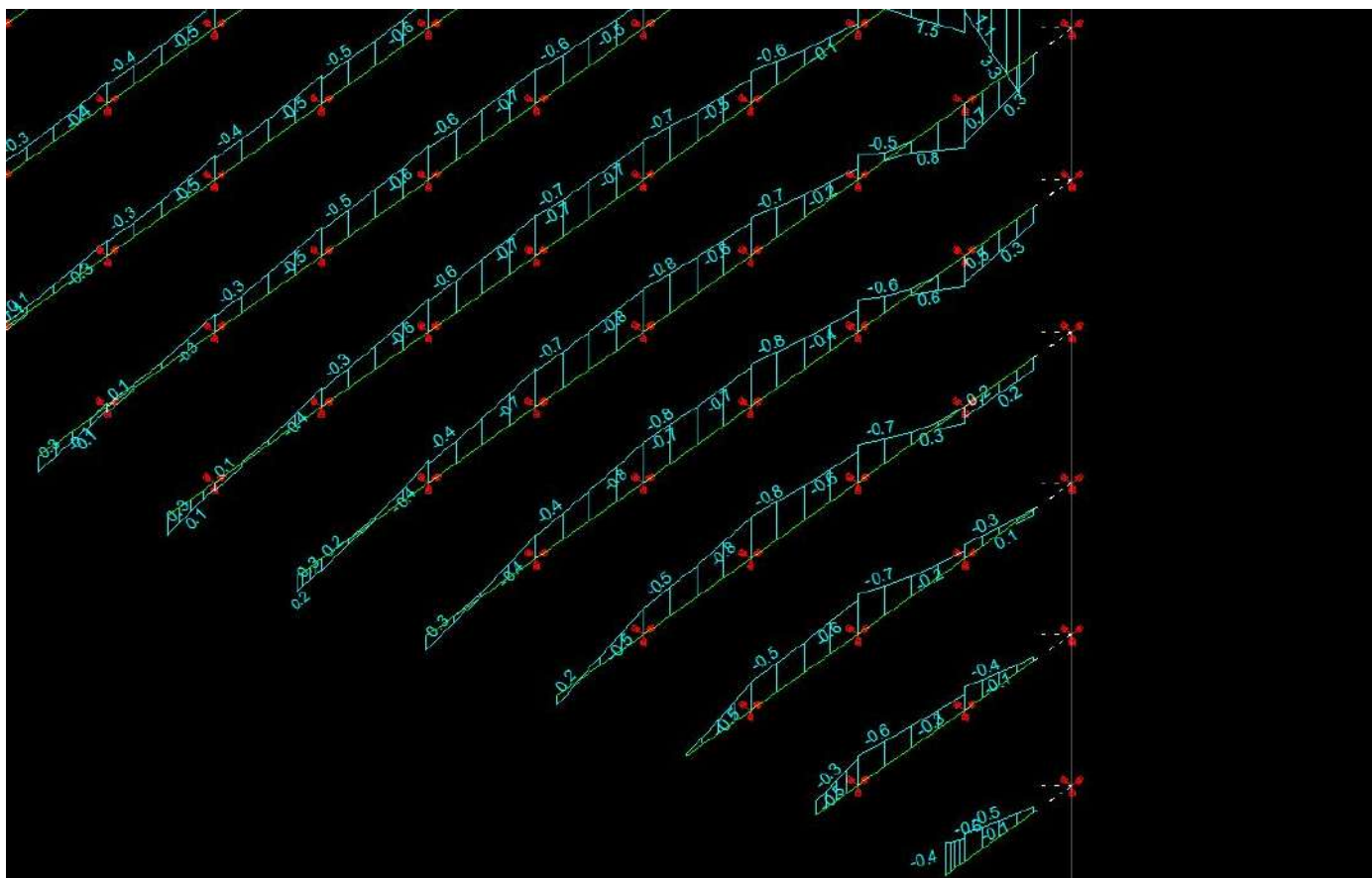
Empresa filiada a:



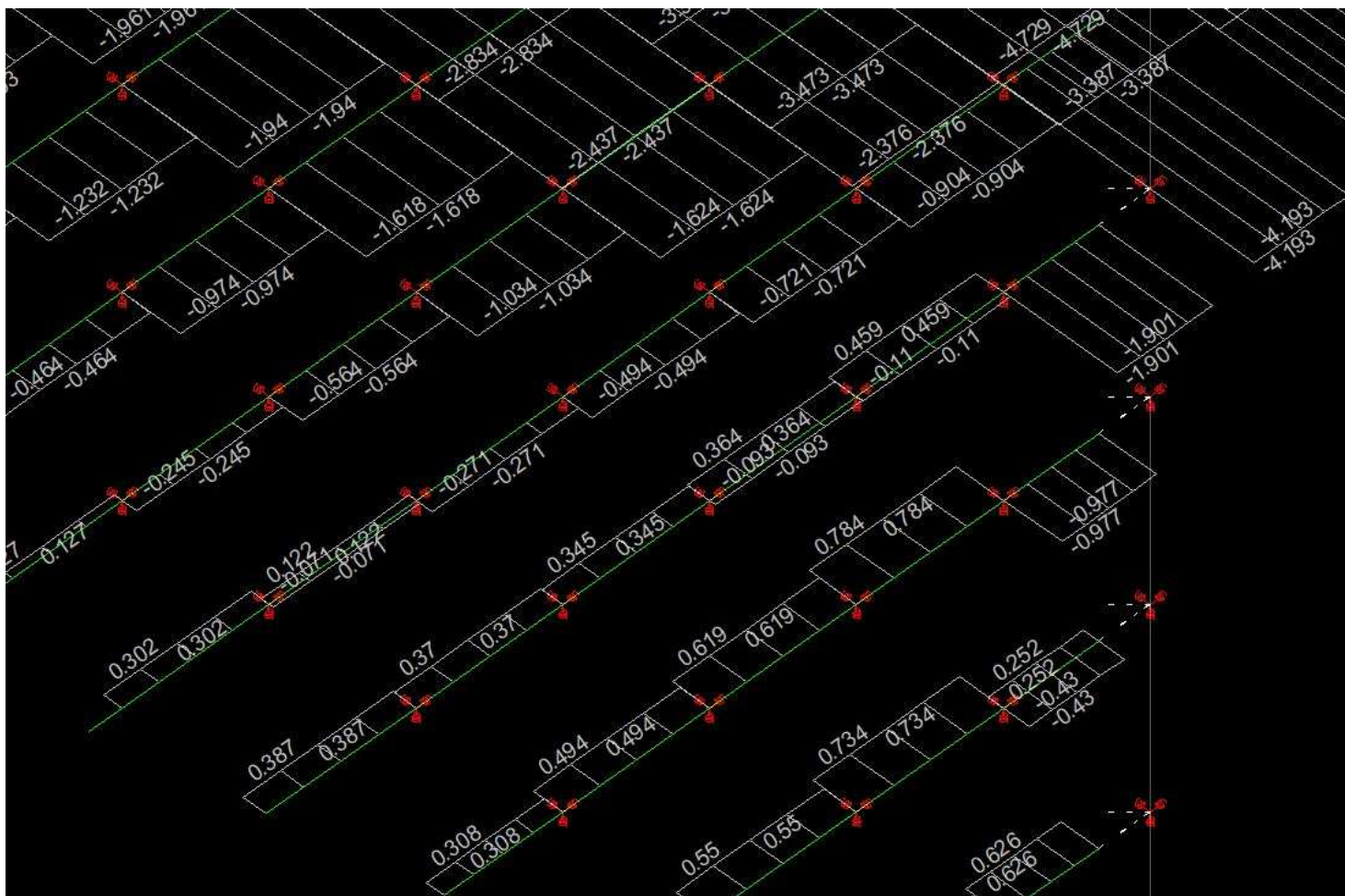
Empresa filiada a:



- Face superior – Ligação ALAS



Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



Top Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados [ELU] Curva de interação N, Mx, My [ELU] Diagrama N, M, 1/r [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção Observação

Norma

ABNT NBR 6118

Armaduras

☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-46.2	3.8	0.8
2	-23.1	3.8	0.8
3	0	3.8	0.8
4	23.1	3.8	0.8
5	46.2	3.8	0.8
6	46.2	21.2	0.8
7	23.1	21.2	0.8
8	0	21.2	0.8
9	-23.1	21.2	0.8
10	-46.2	21.2	0.8

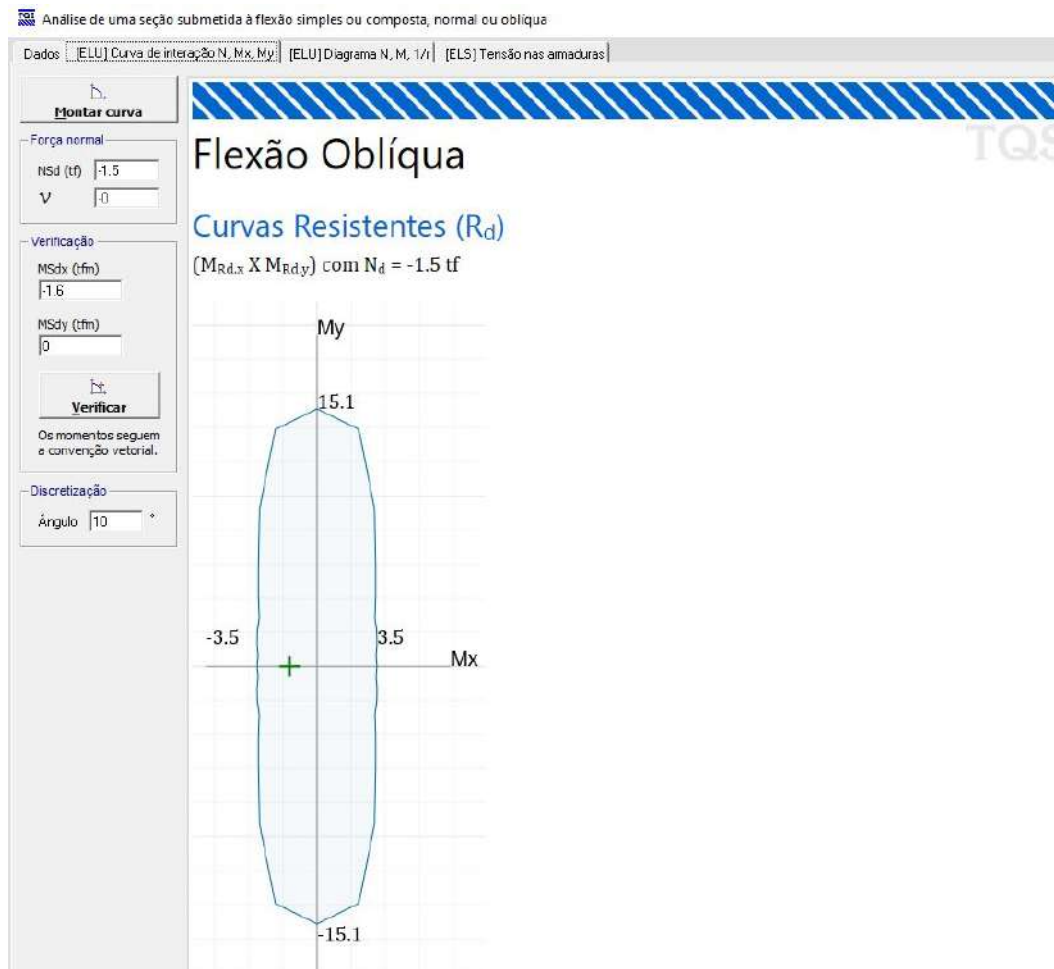
Materiais (concreto e aço)

fck (MPa) fyk (MPa)

γ_c γ_s

ϕ Es (MPa)

Empresa filiada a:



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL



ABECE

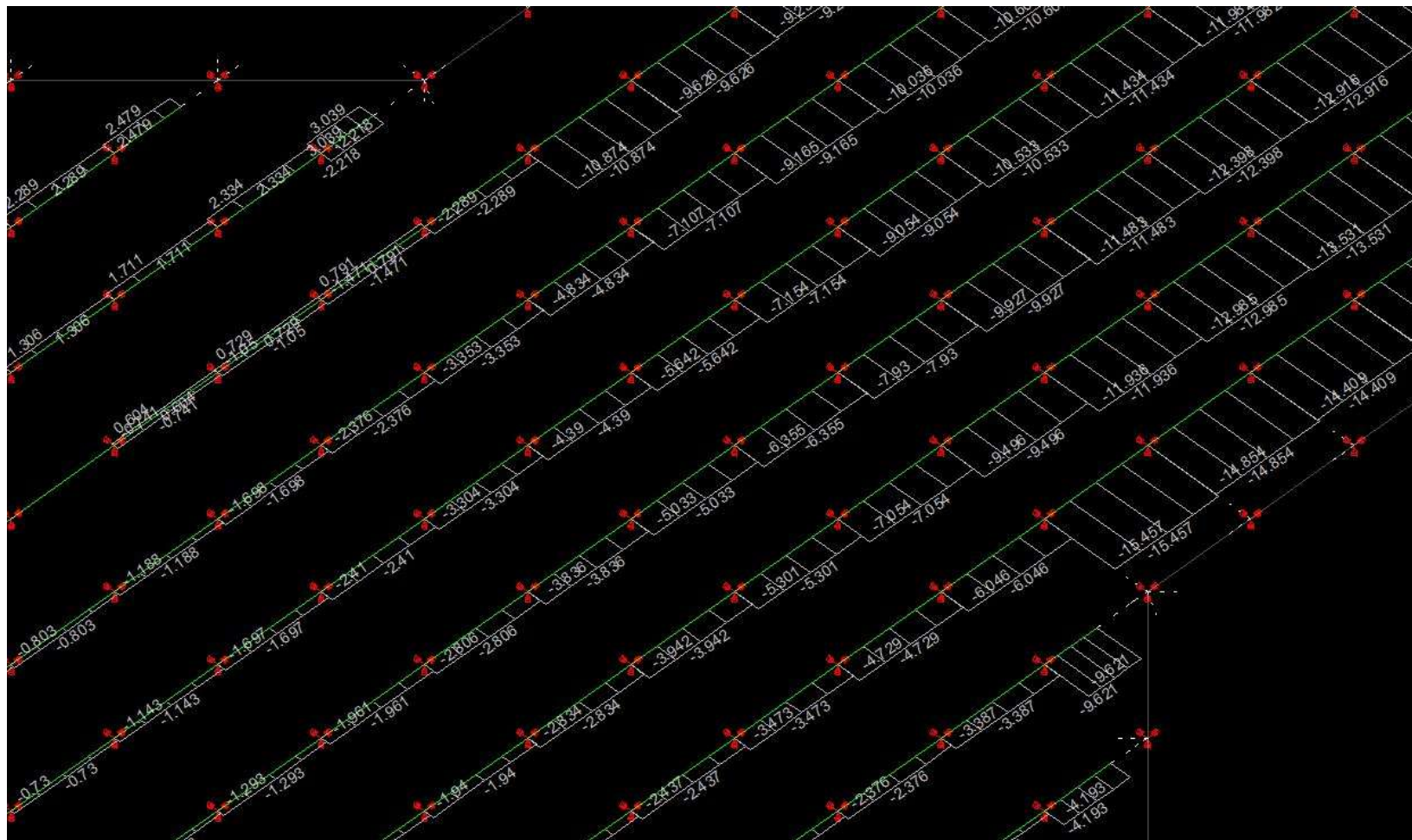


-

ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL



ABECE



Empresa filiada a:



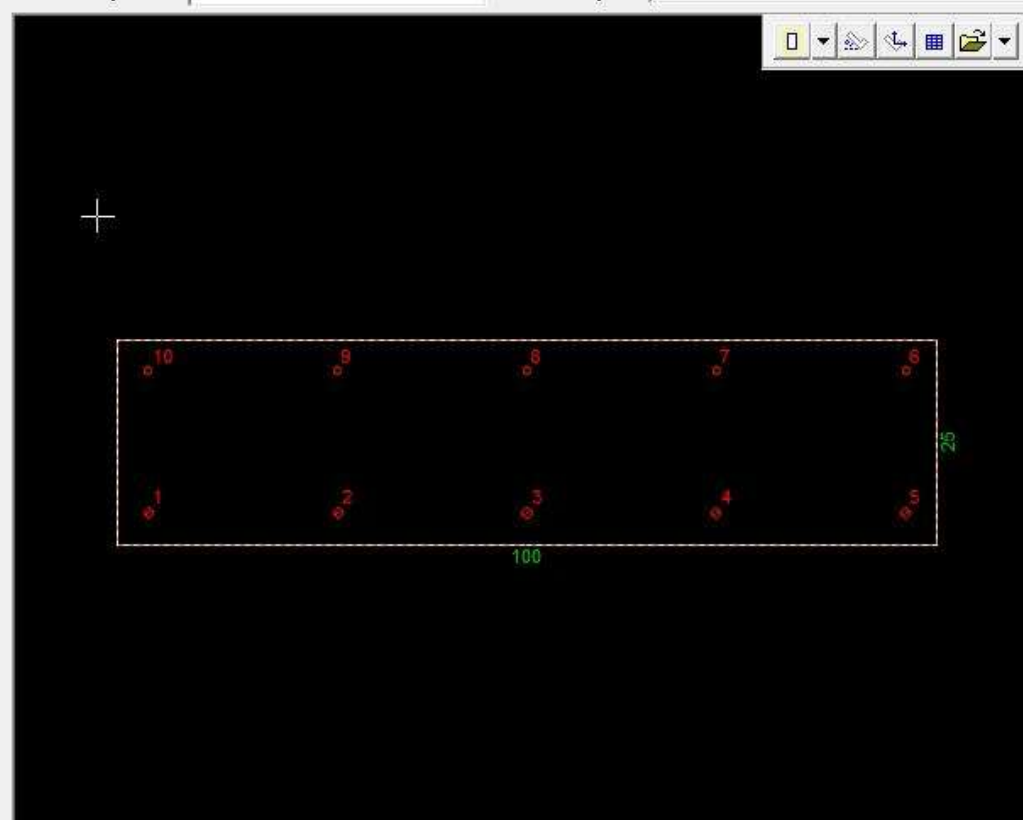
TQS Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados | [ELU] Curva de interação N, Mx, My | [ELU] Diagrama N, M, 1/r | [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção

Observação



Norma

ABNT NBR 6118

Armaduras

☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-46.2	3.8	1.3
2	-23.1	3.8	1.3
3	0	3.8	1.3
4	23.1	3.8	1.3
5	46.2	3.8	1.3
6	46.2	21.2	0.8
7	23.1	21.2	0.8
8	0	21.2	0.8
9	-23.1	21.2	0.8
10	-46.2	21.2	0.8

Materiais (concreto e aço)

fck (MPa)

30

fyk (MPa)

500

γ_c

1.4

γ_s

1.15

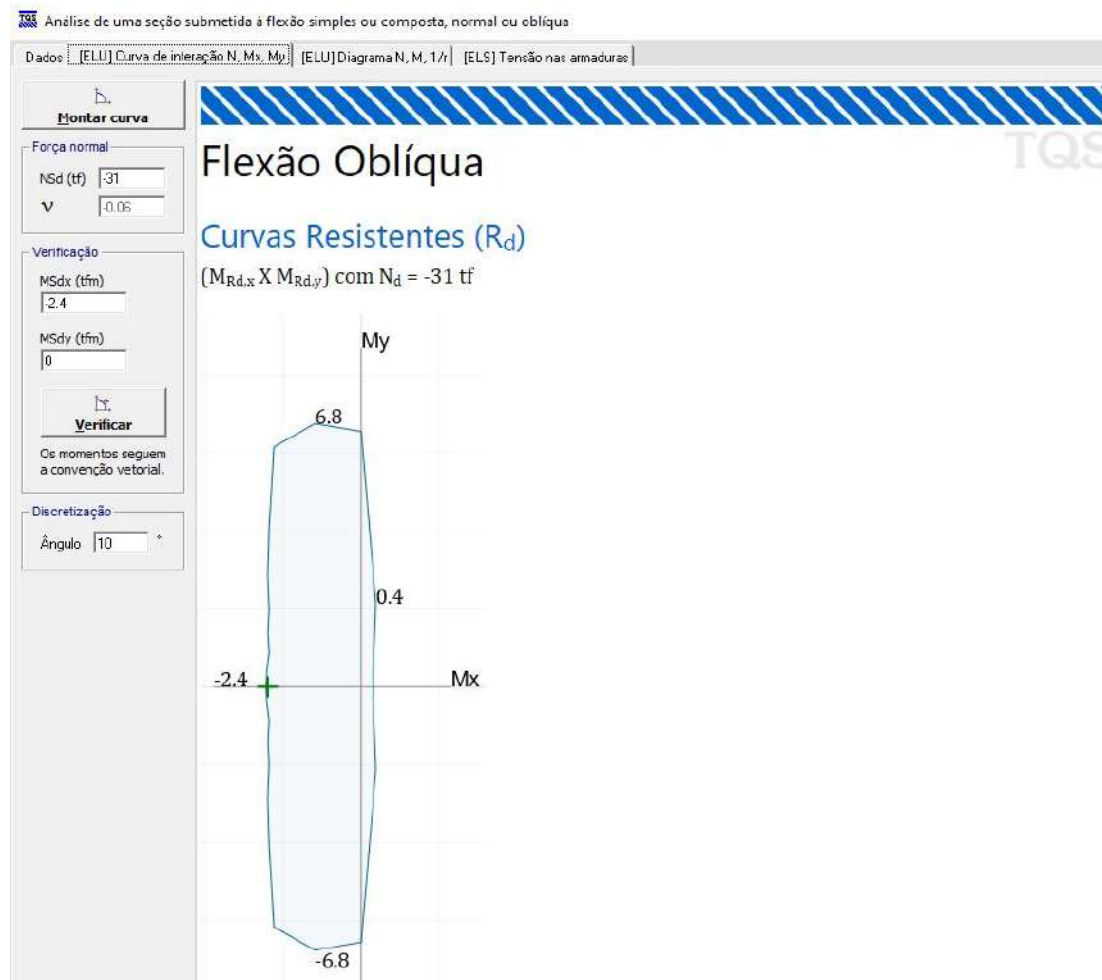
ϕ

0

Es (MPa)

210000

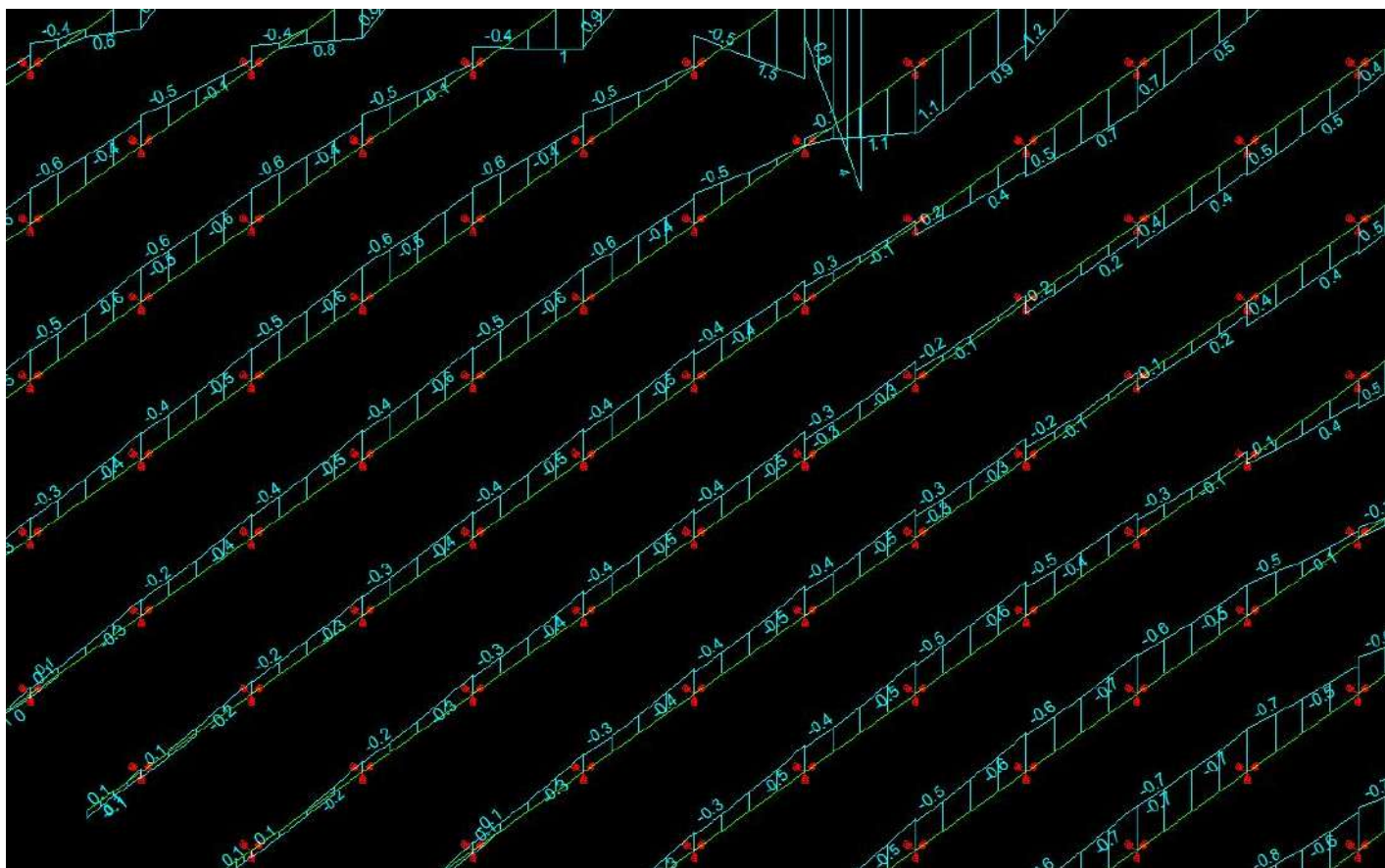
Empresa filiada a:



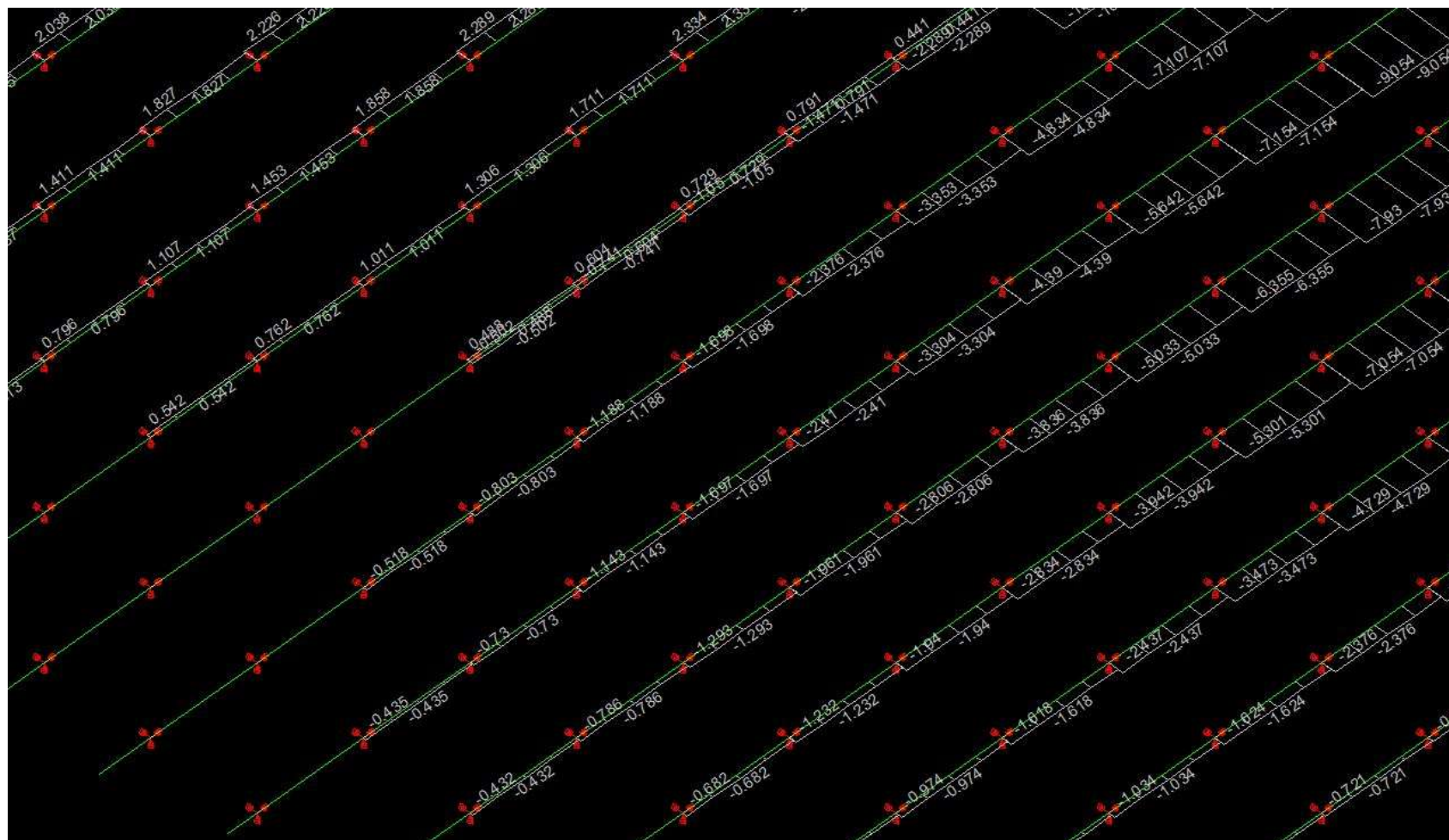
Empresa filiada a:



- Face superior – Ligação BUEIRO



Empresa filiada a:



Rua 124, Qd. F-23, Lt. 14, nº 90, Setor Sul – CEP: 74.093-060 – Goiânia-GO – T +55 62 3254-5500

Visite nosso site! <http://www.buenoprojetos.com.br>

Empresa filiada a:



ANÁLISE DE UMA SEÇÃO SUBMETIDA À FLEXÃO SIMPLES OU COMPOSTA, NORMAL OU OBLÍQUA

Dados [ELU] Curva de interação N, Mx, My [ELU] Diagrama N, M, 1/r [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção Observação

Norma
ABNT NBR 6118

Armaduras

☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-46.2	3.8	0.8
2	-23.1	3.8	0.8
3	0	3.8	0.8
4	23.1	3.8	0.8
5	46.2	3.8	0.8
6	46.2	21.2	0.8
7	23.1	21.2	0.8
8	0	21.2	0.8
9	-23.1	21.2	0.8
10	-46.2	21.2	0.8

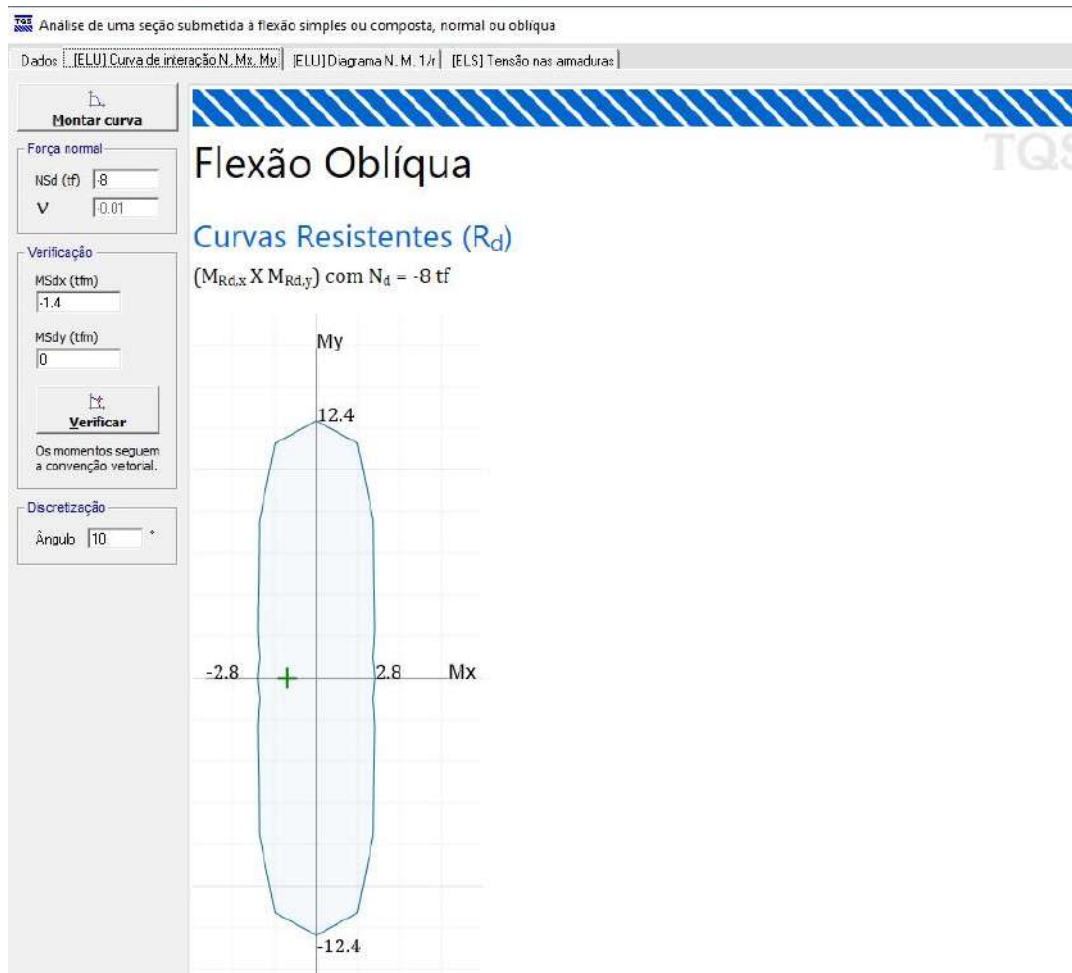
Materiais (concreto e aço)

fck (MPa) 30 fyk (MPa) 500

γ_c 1.4 γ_s 1.15

ϕ 0 Es (MPa) 210000

Empresa filiada a:



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL



ABECE



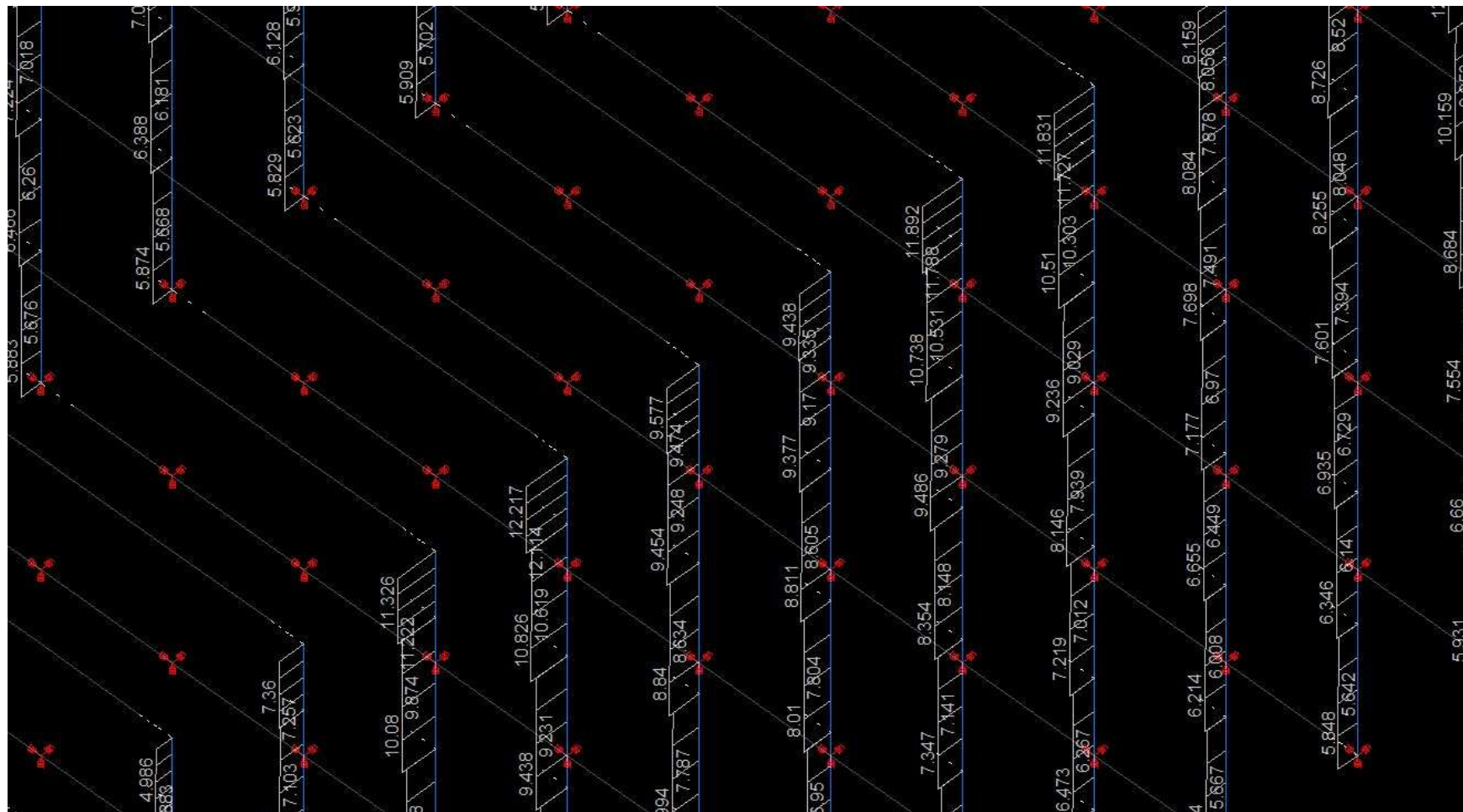
Direção Principal

- [illegible]

ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL



ABECE



Empresa filiada a:



TOS Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados [ELU] Curva de interação N, Mx, My [ELU] Diagrama N, M, 1/r [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção Observação

100 25

Norma

ABNT NBR 6118

Armaduras

☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-46.2	3.8	1.7
2	-23.1	3.8	1.7
3	0	3.8	1.7
4	23.1	3.8	1.7
5	46.2	3.8	1.7
6	46.2	21.2	0.8
7	23.1	21.2	0.8
8	0	21.2	0.8
9	-23.1	21.2	0.8
10	-46.2	21.2	0.8

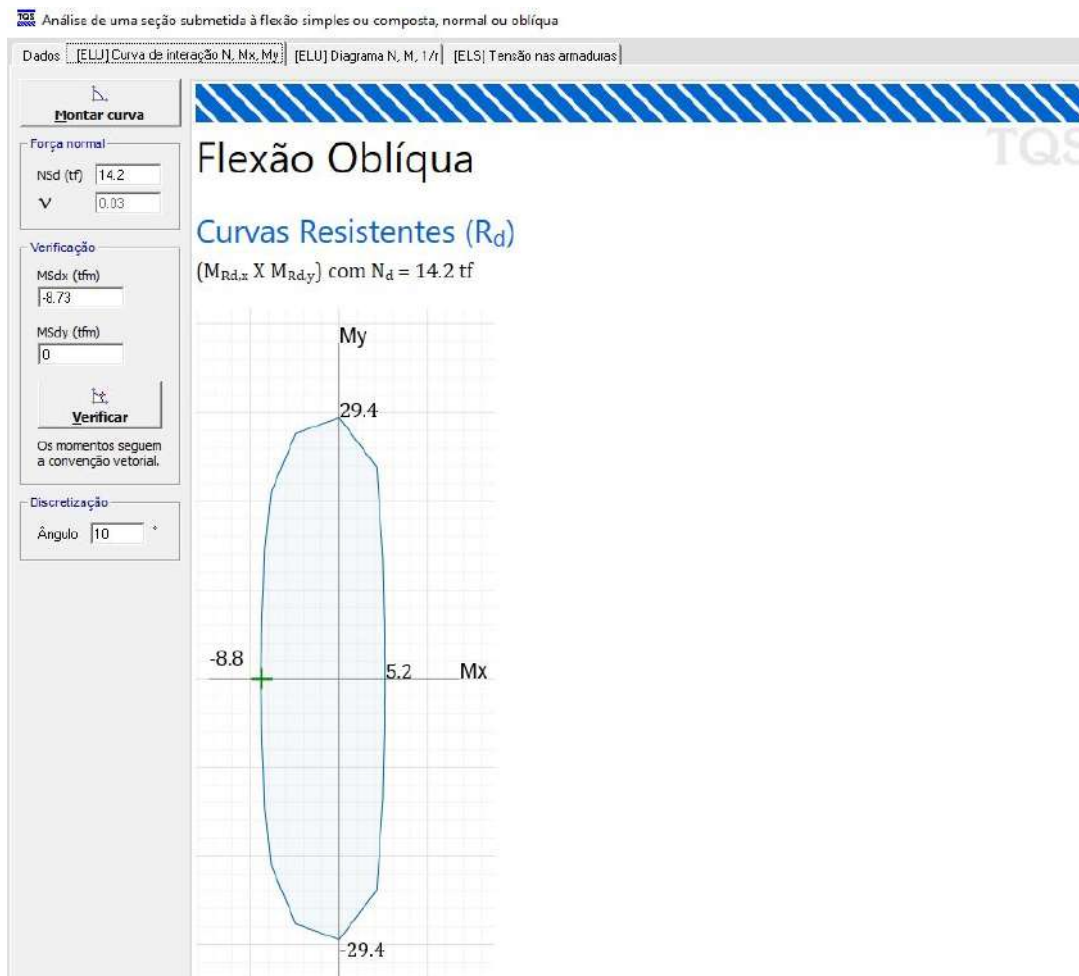
Materiais (concreto e aço)

fck (MPa) 30 fyk (MPa) 500

γ_c 1.4 γ_s 1.15

Φ 0 Es (MPa) 210000

Empresa filiada a:



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL

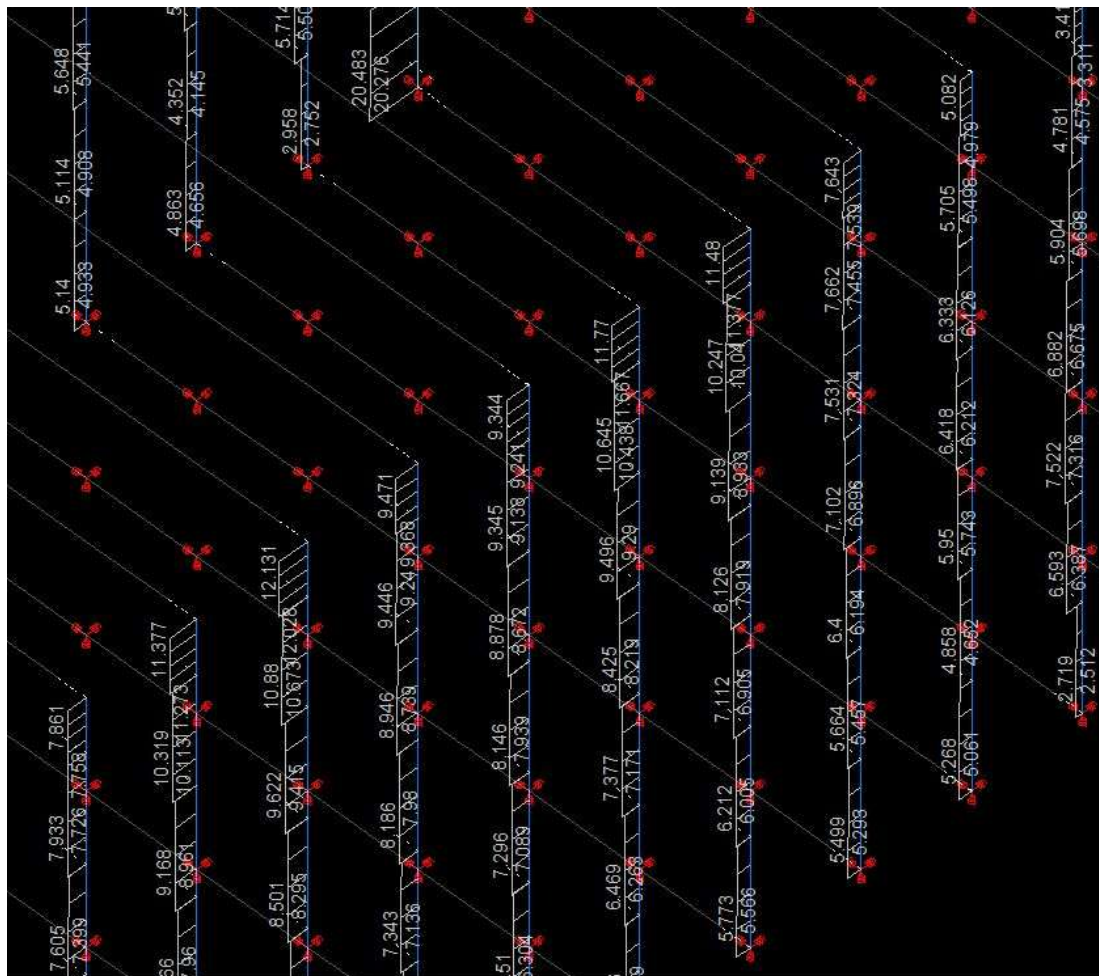


ABECE



-
- The map displays a region with a river and a dam. The river flows from the top left towards the bottom right. A dam is located on the river, with a spillway and a reservoir area. The map includes a scale bar at the bottom left, a north arrow at the bottom center, and a title 'Contour Map of a Region' at the bottom right.

Empresa filiada a:



Empresa filiada a:

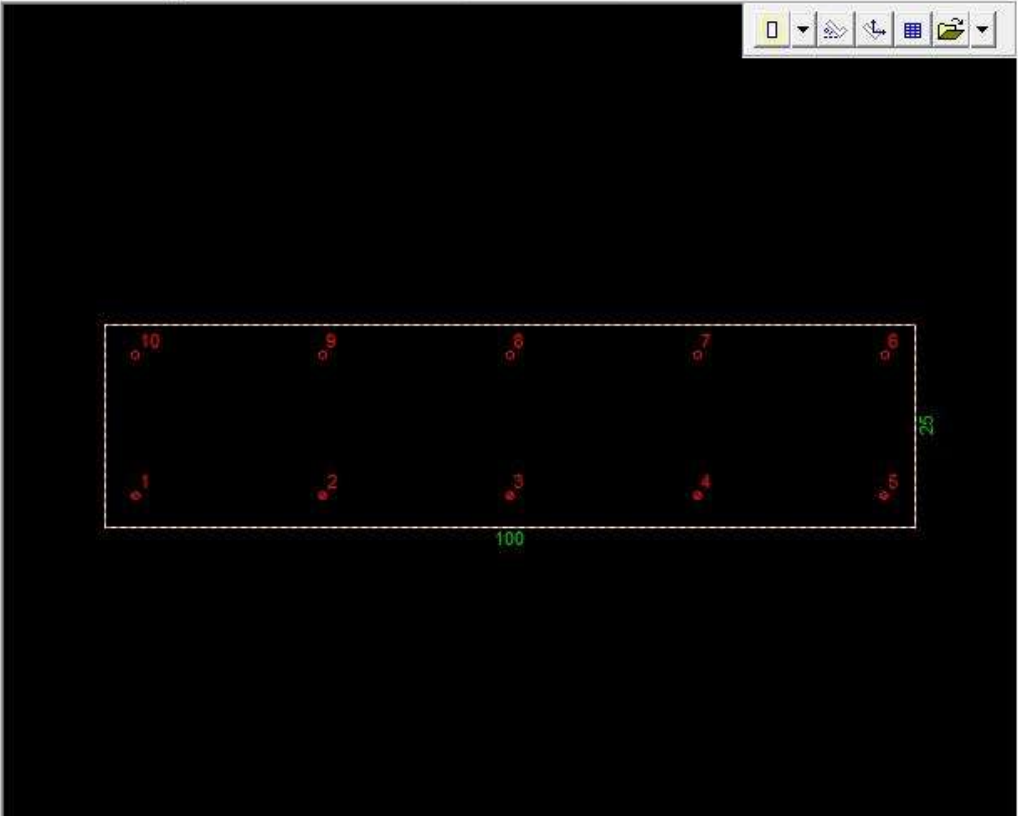


TOS Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados: [ELU] Curva de interação N, Mx, My | [ELU] Diagrama N, M, 1/r | [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção: Observação:



Norma: ABNT NBR 6118

Armaduras: ☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-46.2	3.8	1.0
2	-23.1	3.8	1.0
3	0	3.8	1.0
4	23.1	3.8	1.0
5	46.2	3.8	1.0
6	46.2	21.2	0.8
7	23.1	21.2	0.8
8	0	21.2	0.8
9	-23.1	21.2	0.8
10	-46.2	21.2	0.8

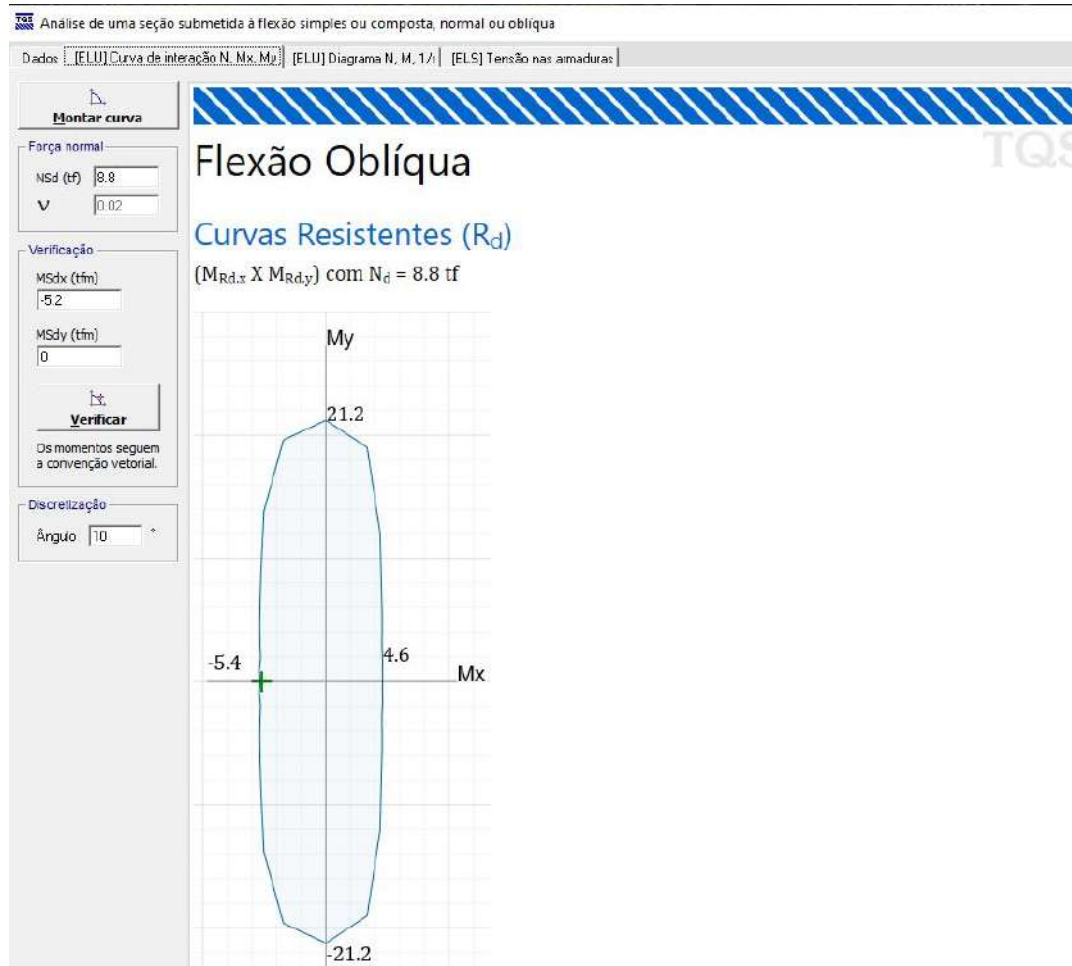
Materiais (concreto e aço)

fck (MPa): 30 fyk (MPa): 500

γ_c : 1.4 γ_s : 1.15

ϕ : 0 Es (MPa): 210000

Empresa filiada a:

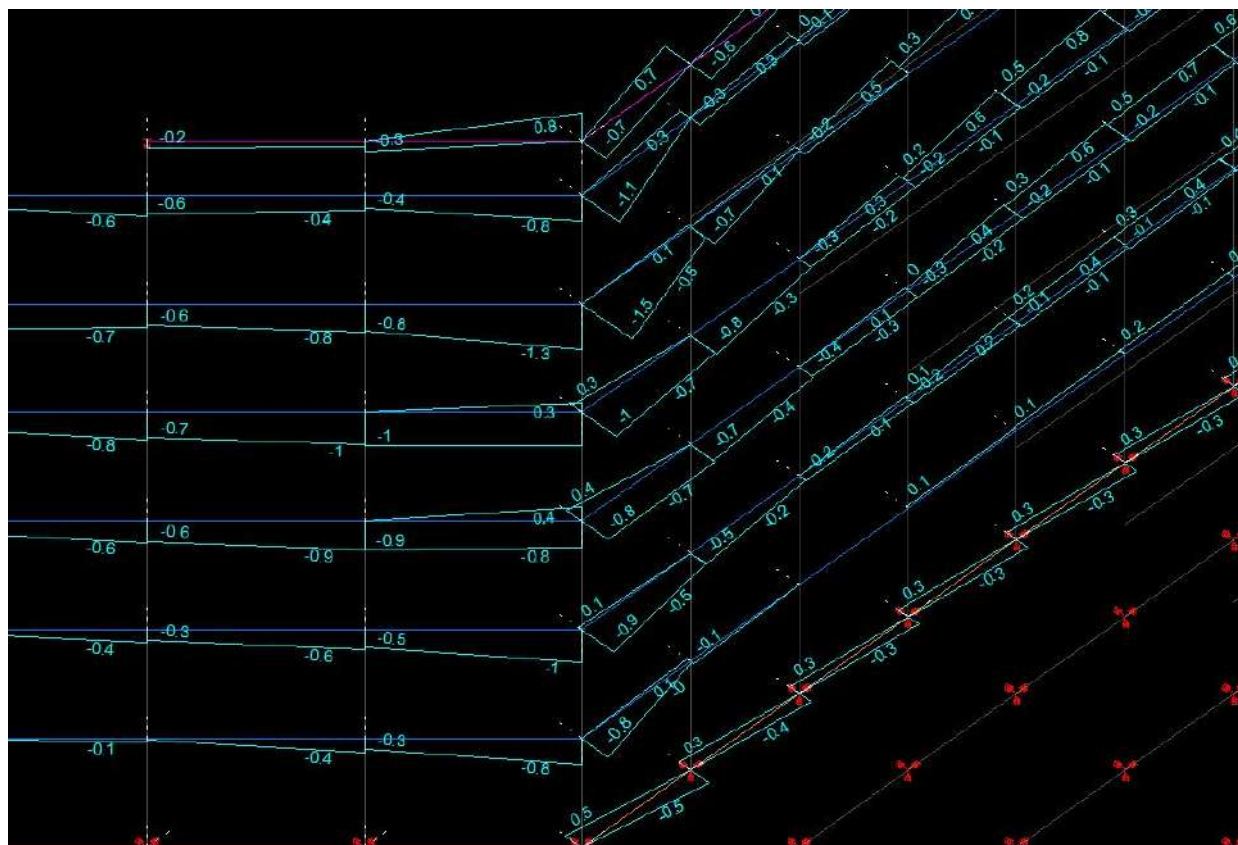


Empresa filiada a:



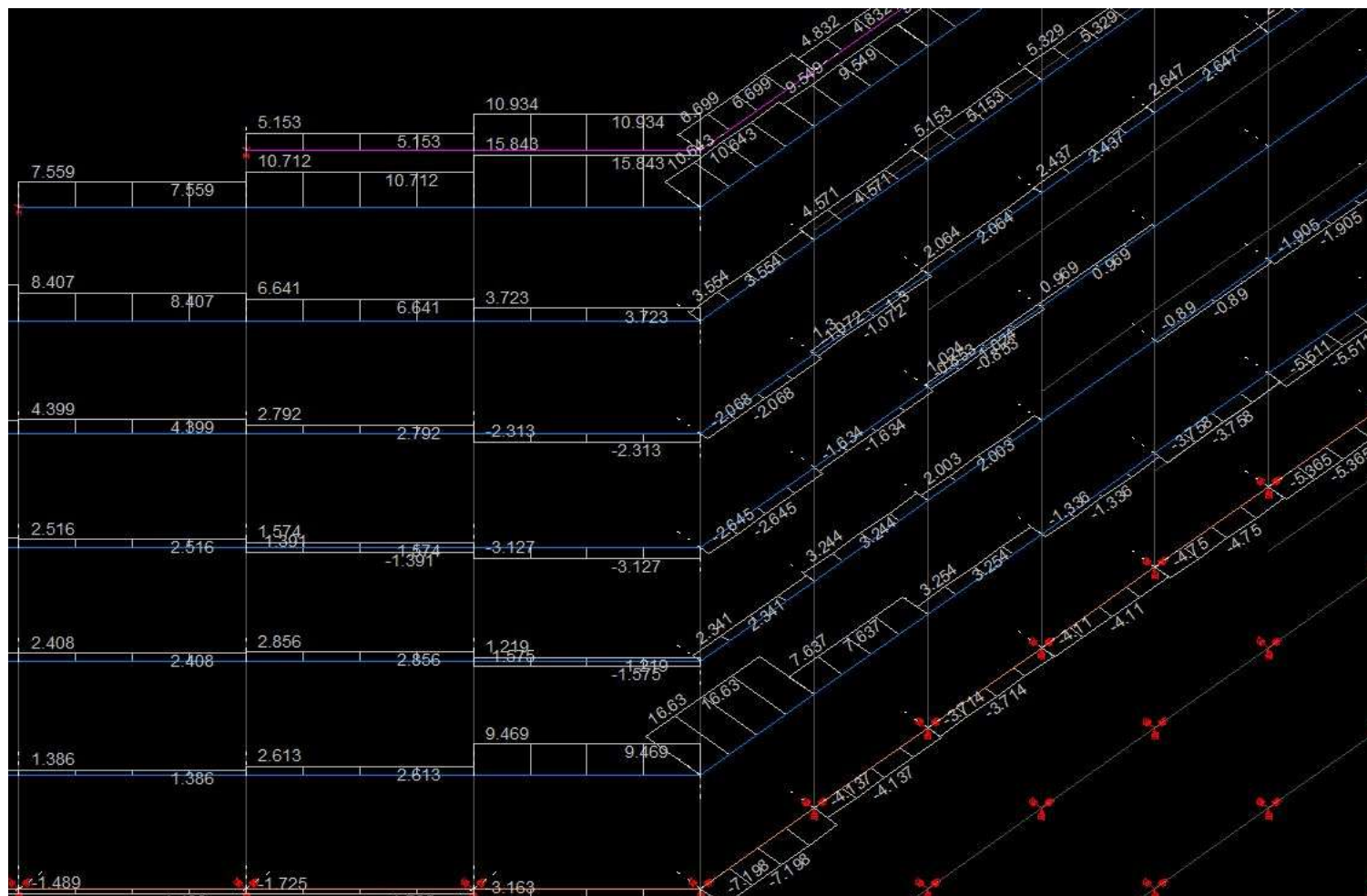
Direção Secundária

- Extremidades



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL

ABECE



Empresa filiada a:



TCES Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados: [ELU] Curva de interação N, Mx, My | [ELU] Diagrama N, M, 1/r | [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção: Observação:

Norma: ABNT NBR 6118

Armaduras: ☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-46.2	3.8	0.8
2	-23.1	3.8	0.8
3	0	3.8	0.8
4	23.1	3.8	0.8
5	46.2	3.8	0.8
6	46.2	21.2	0.8
7	23.1	21.2	0.8
8	0	21.2	0.8
9	-23.1	21.2	0.8
10	-46.2	21.2	0.8

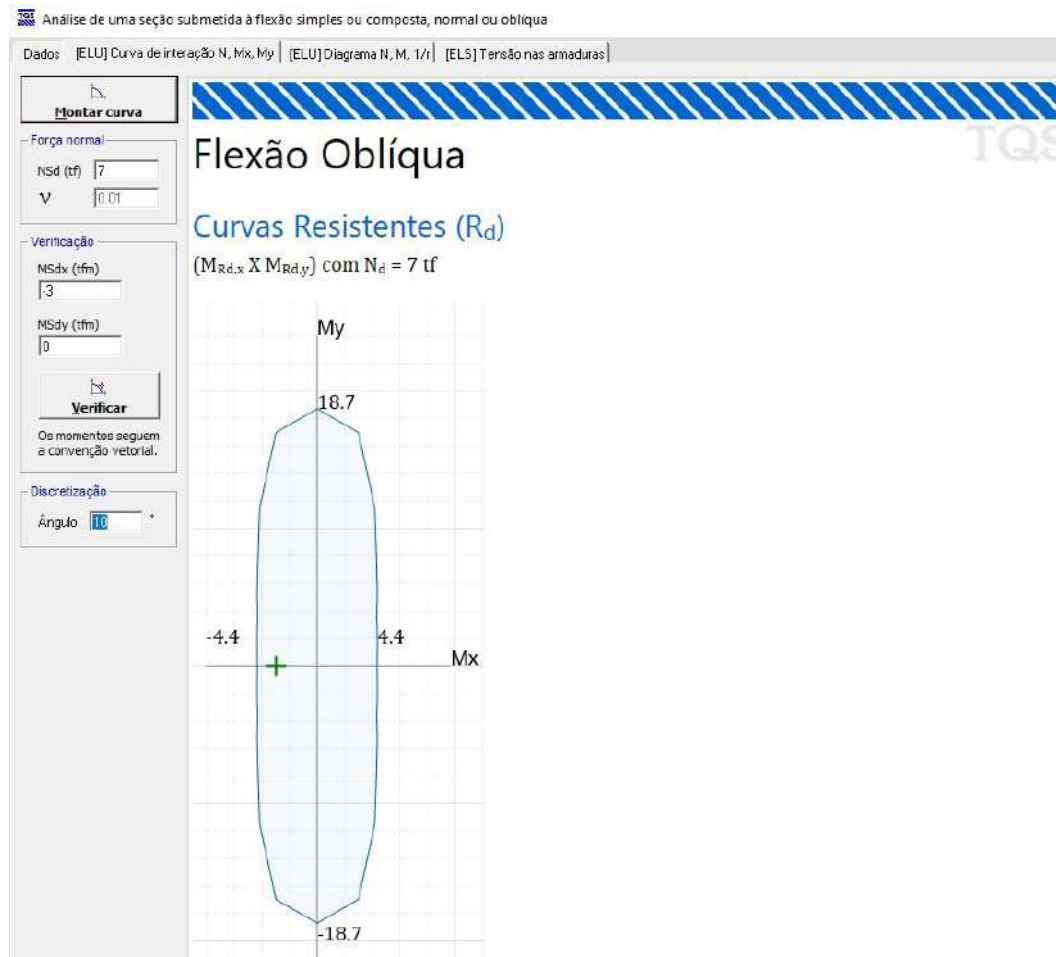
Materiais (concreto e aço)

fck (MPa): 30 fyk (MPa): 500

γ_c : 1.4 γ_s : 1.15

ϕ : 0 Es (MPa): 210000

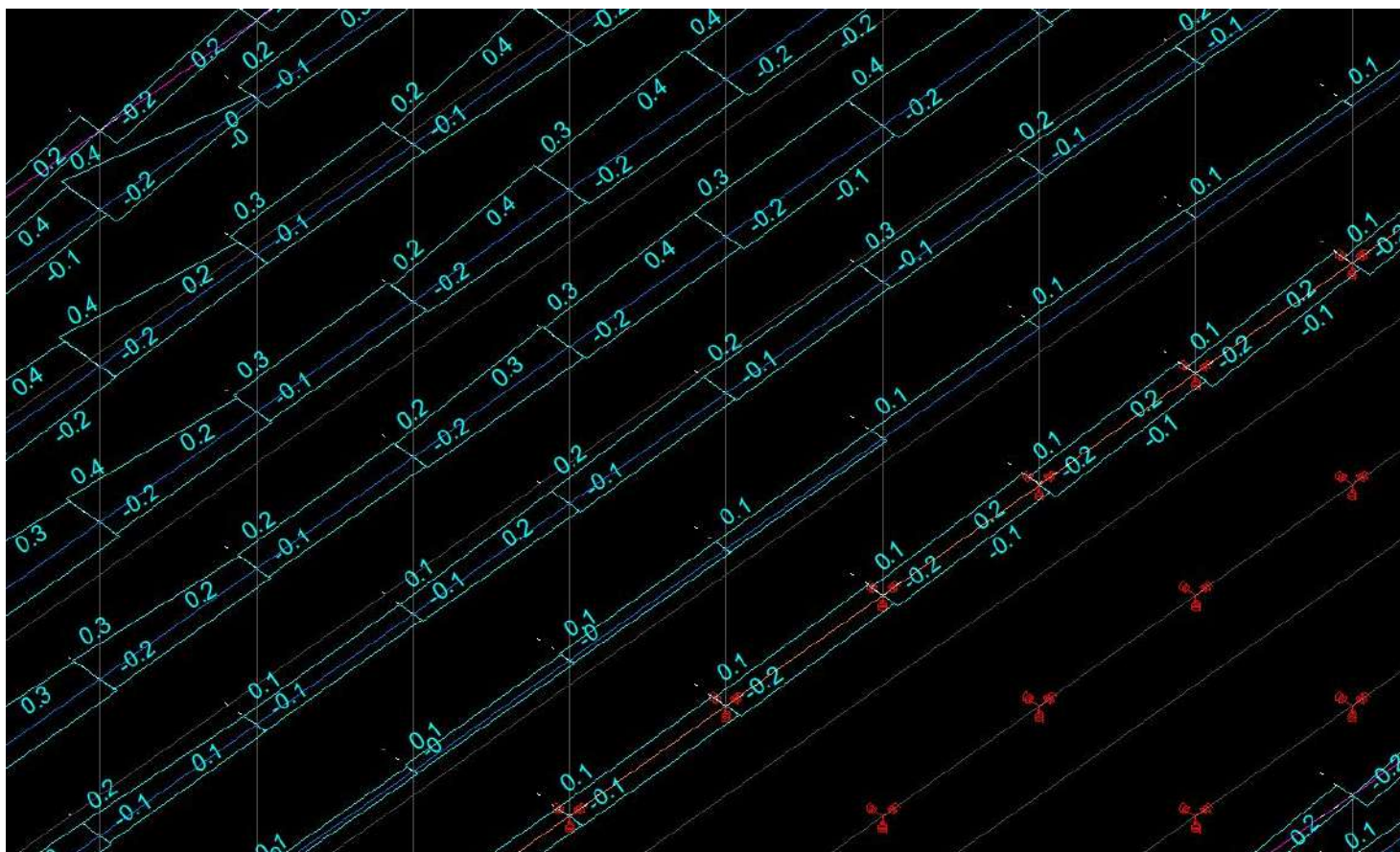
Empresa filiada a:



Empresa filiada a:

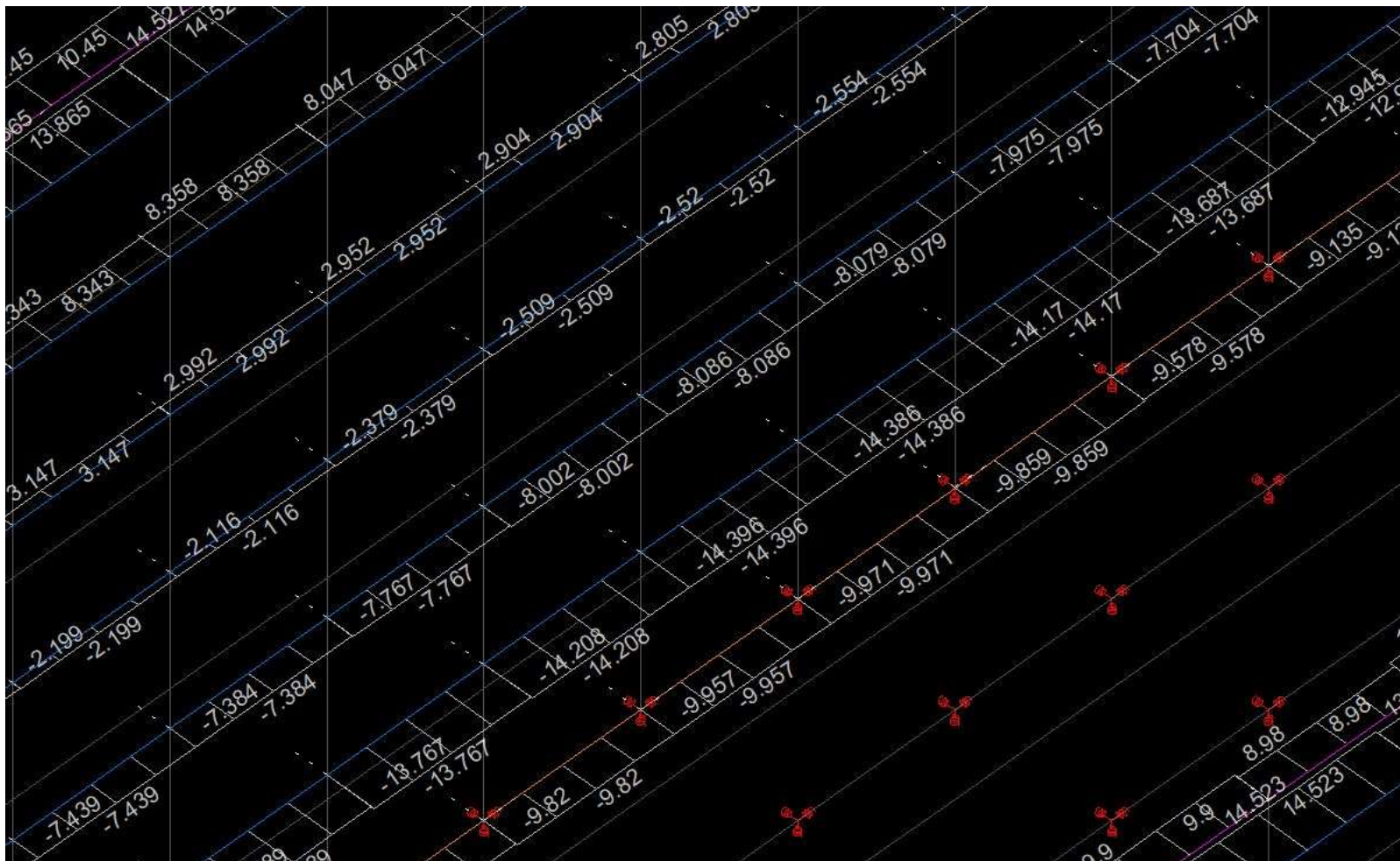


- Central



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL

ABECE



Empresa filiada a:



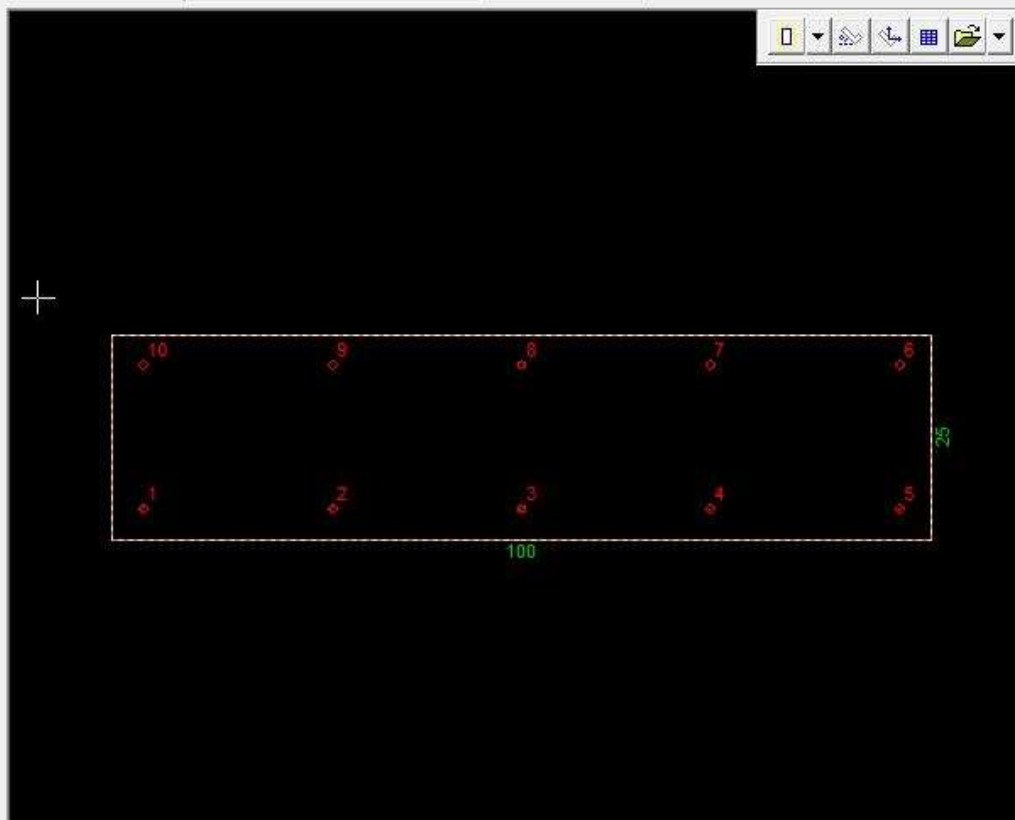
TOS Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados [ELU] Curva de interação N, Mx, My [ELU] Diagrama N, M, 1/r [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção

Observação



Norma

ABNT NBR 6118

Armaduras

☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-46.2	3.8	1.15
2	-23.1	3.8	1.15
3	0	3.8	1.15
4	23.1	3.8	1.15
5	46.2	3.8	1.15
6	46.2	21.2	1.15
7	23.1	21.2	1.15
8	0	21.2	1.15
9	-23.1	21.2	1.15
10	-46.2	21.2	1.15

Materiais (concreto e aço)

fck (MPa)

30

fyk (MPa)

500

γ_c

1.4

γ_s

1.15

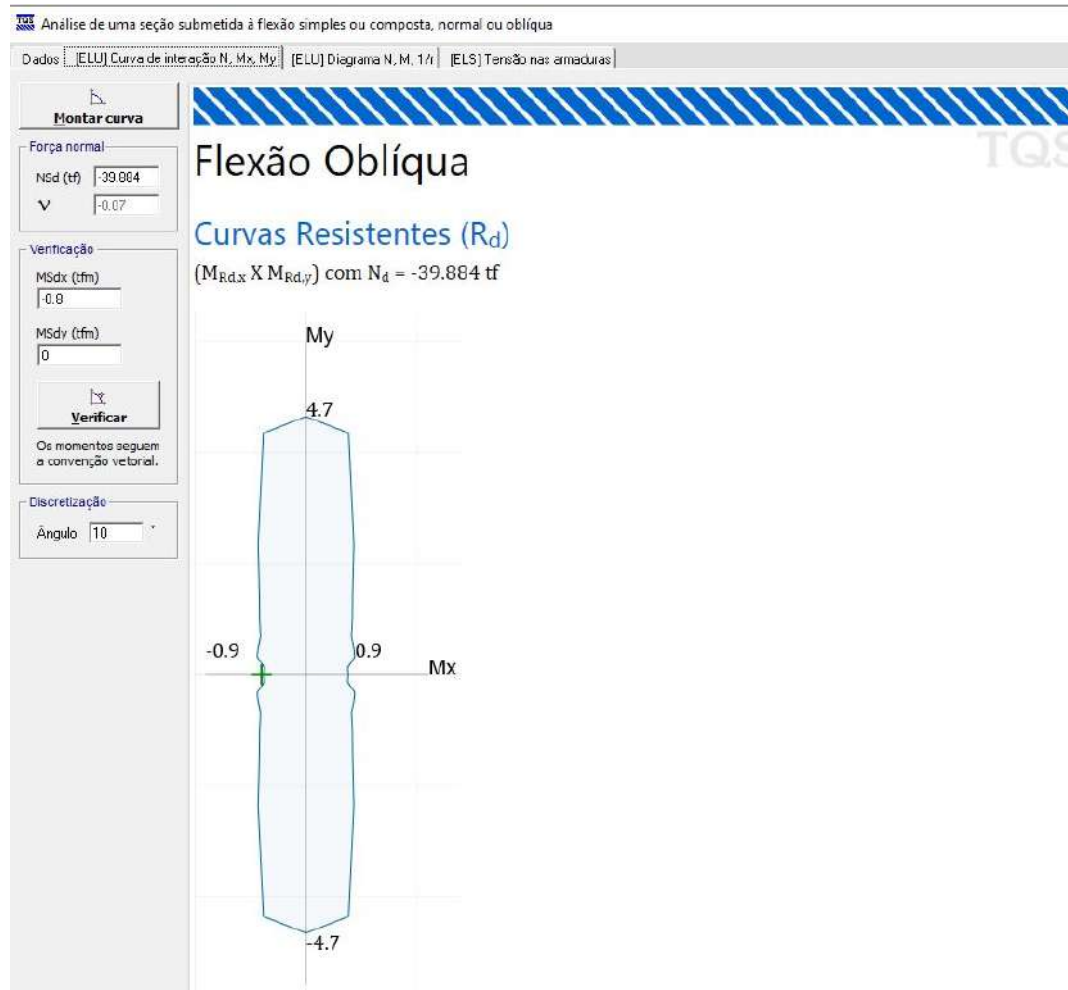
ϕ

0

Es (MPa)

210000

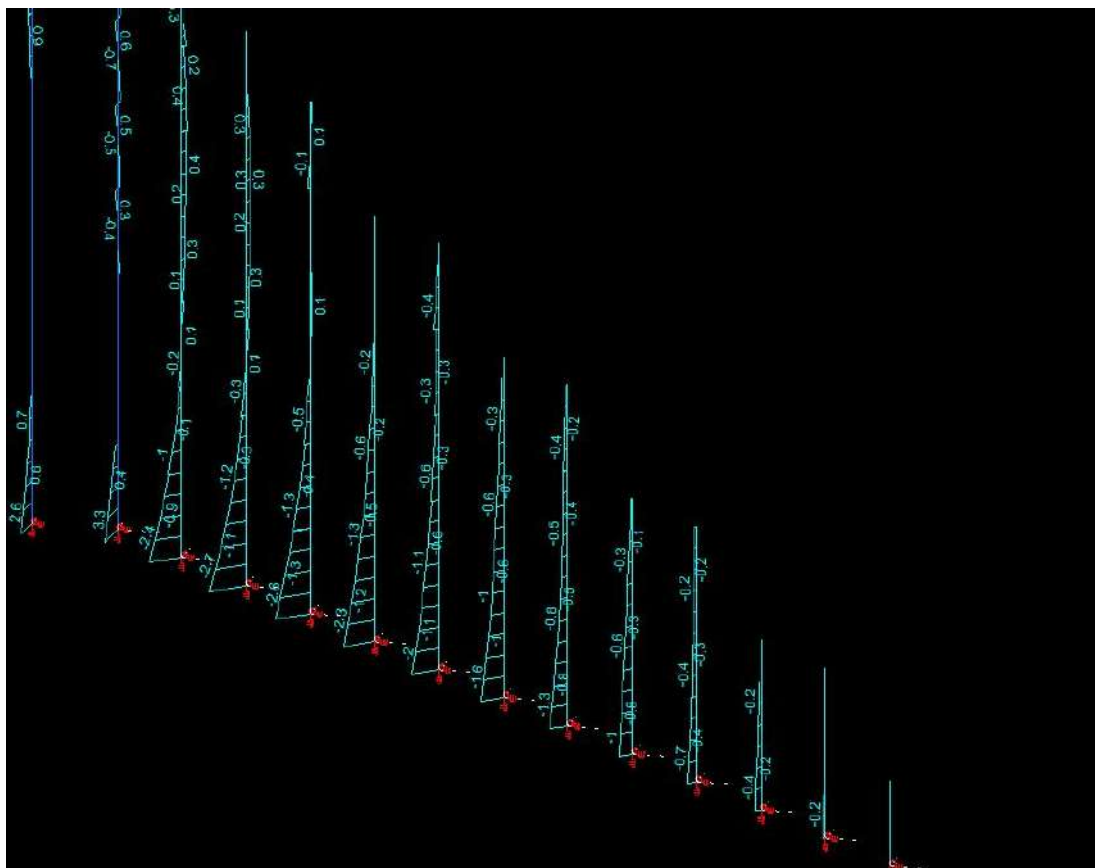
Empresa filiada a:



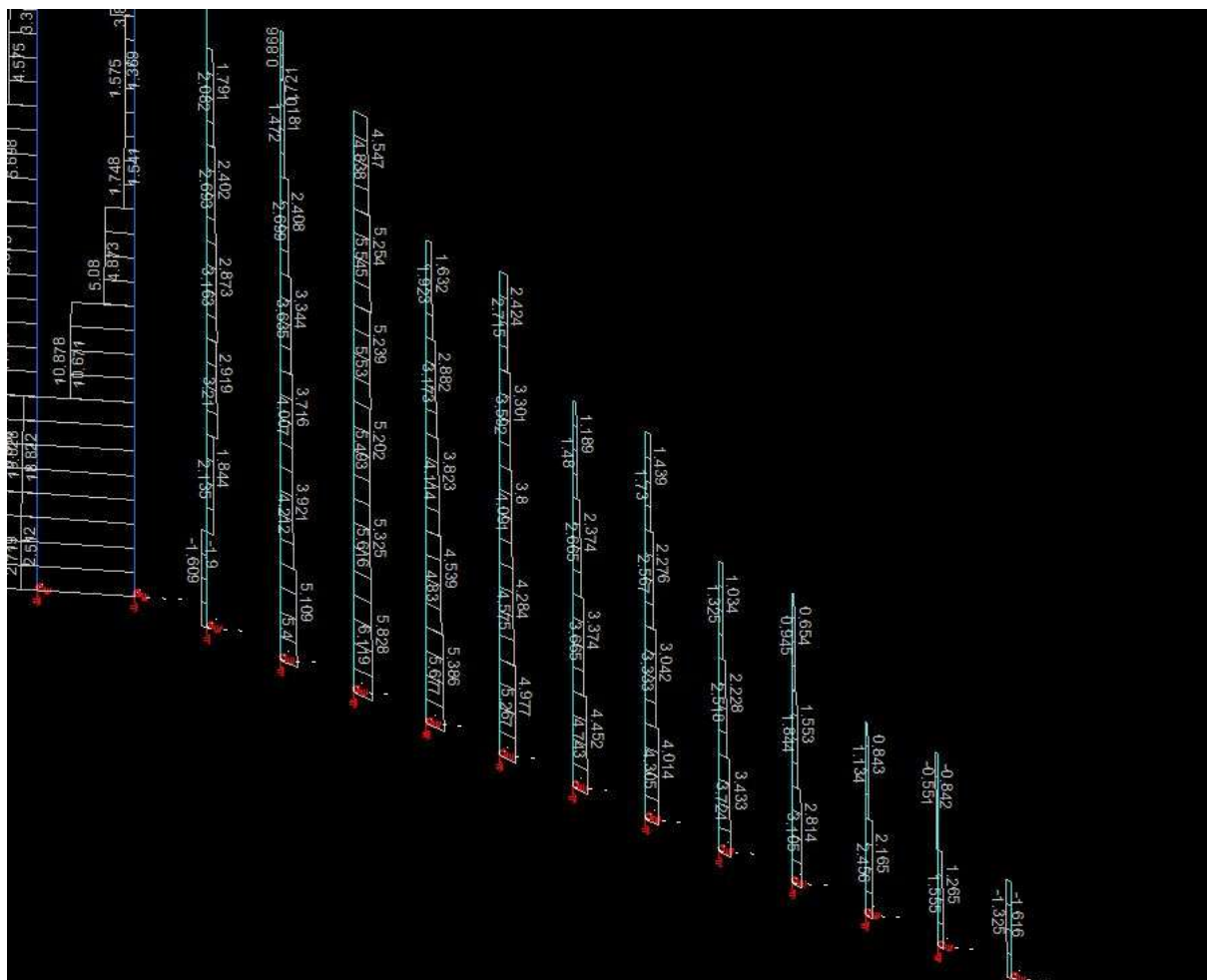
Empresa filiada a:



ALAS
Direção Principal



Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



TOS Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados [ELU] Curva de interação N, Mx, My [ELU] Diagrama N, M, 1/r [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção Observação

100 25

Norma

ABNT NBR 6118

Armaduras

☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-46.2	3.8	0.8
2	-23.1	3.8	0.8
3	0	3.8	0.8
4	23.1	3.8	0.8
5	46.2	3.8	0.8
6	46.2	21.2	0.8
7	23.1	21.2	0.8
8	0	21.2	0.8
9	-23.1	21.2	0.8
10	-46.2	21.2	0.8

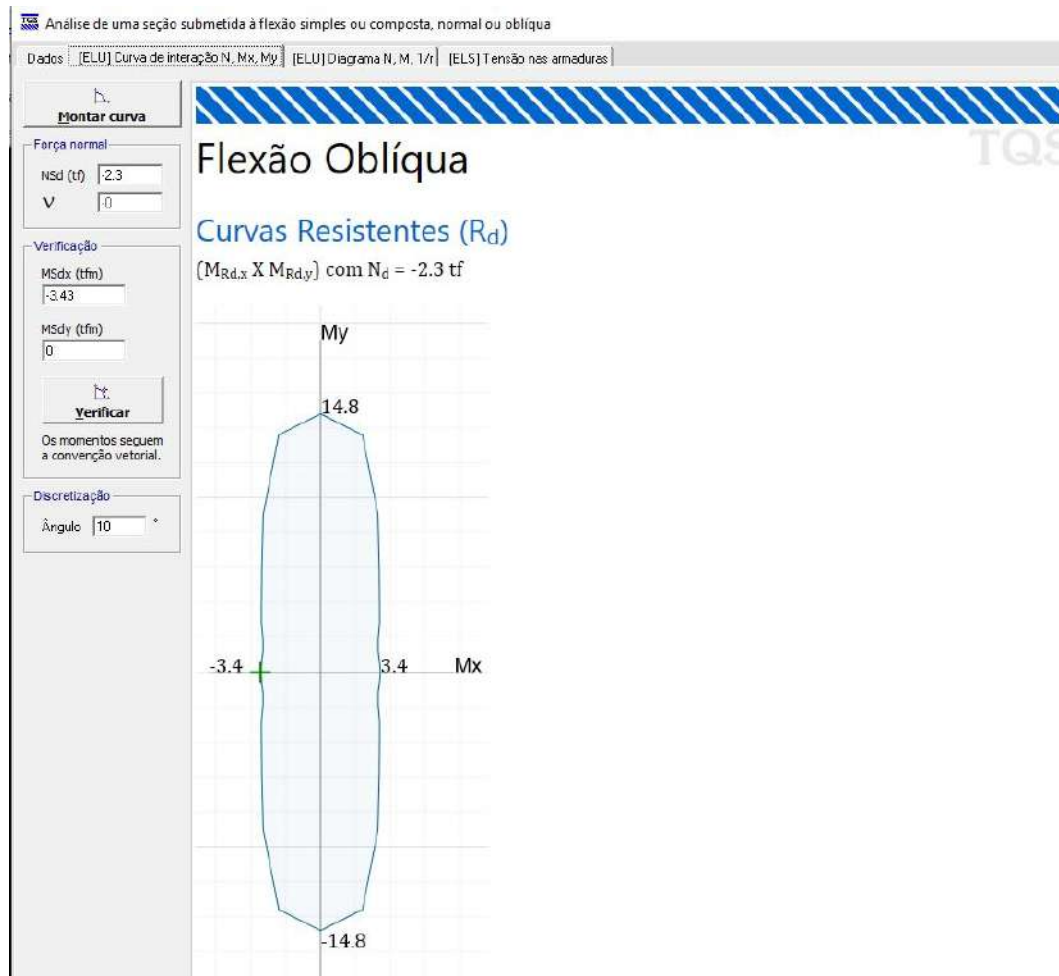
Materiais (concreto e aço)

fck (MPa) 30 fyk (MPa) 500

γ_c 1.4 γ_s 1.15

ϕ 0 Es (MPa) 210000

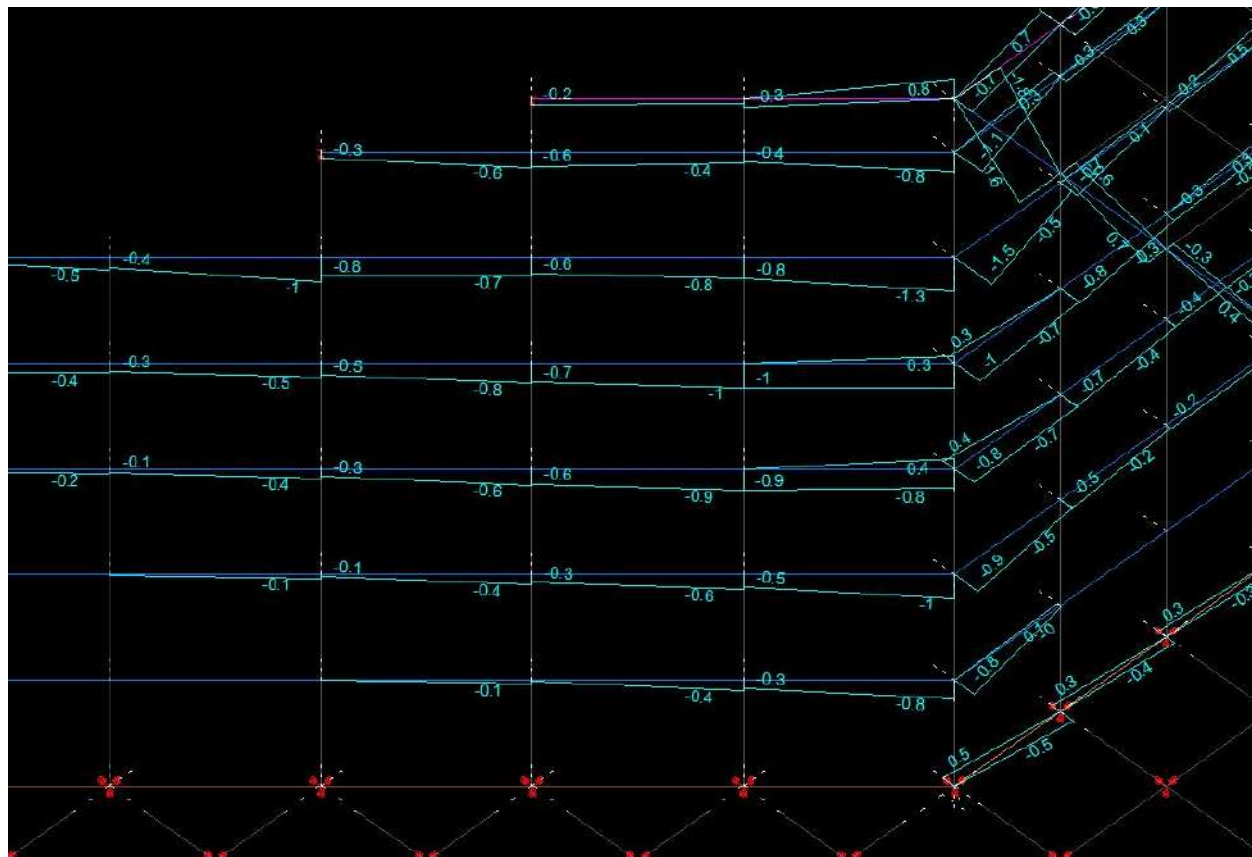
Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



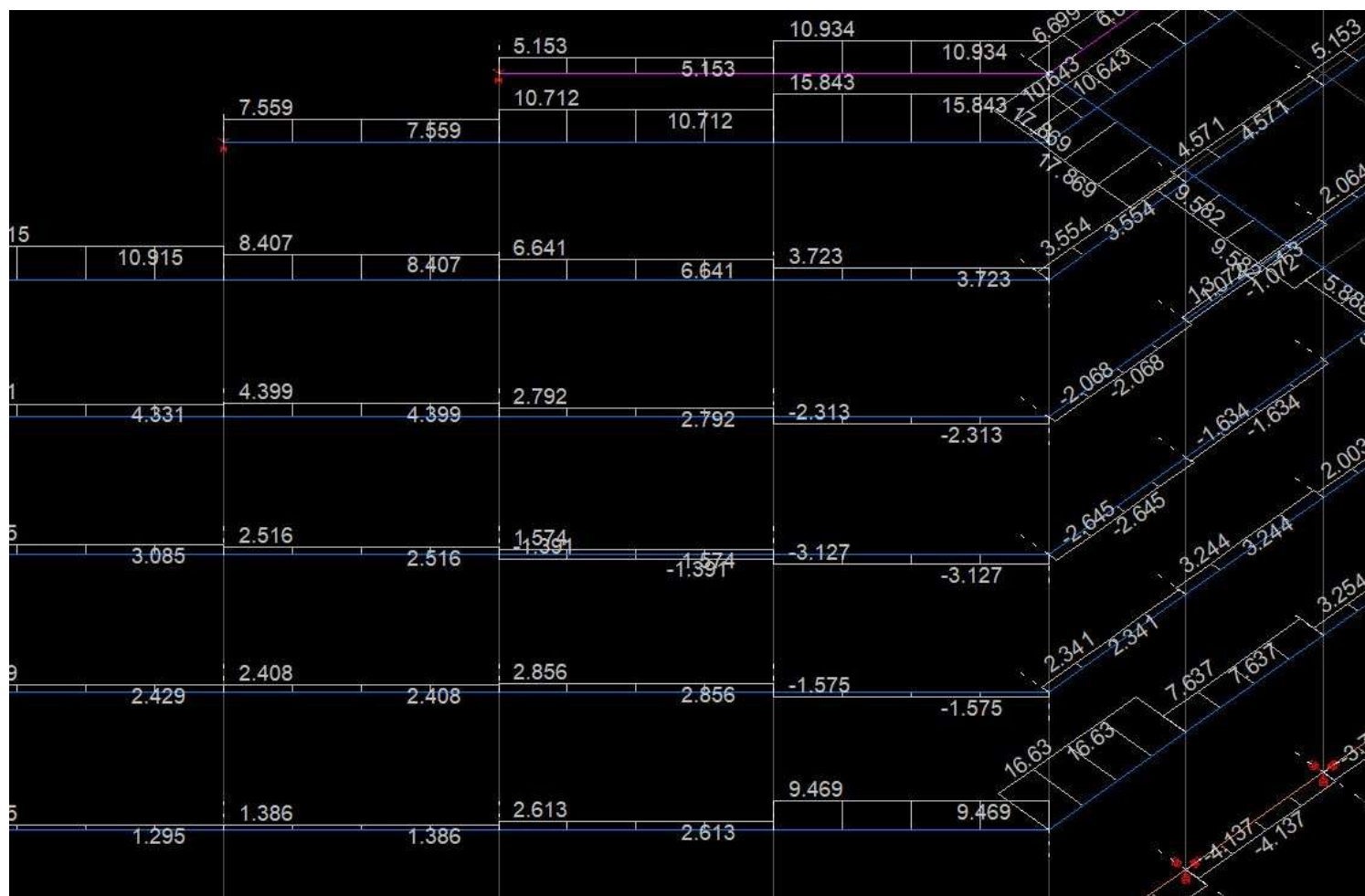
Direção Secundária



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL



ABECE



Empresa filiada a:



Tela Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados [ELU] Curva de interação N, Mx, My [ELU] Diagrama N, M, 1/r [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção Observação

Norma

ABNT NBR 6118

Armaduras

☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-46.2	3.8	0.8
2	-23.1	3.8	0.8
3	0	3.8	0.8
4	23.1	3.8	0.8
5	46.2	3.8	0.8
6	46.2	21.2	0.8
7	23.1	21.2	0.8
8	0	21.2	0.8
9	-23.1	21.2	0.8
10	-46.2	21.2	0.8

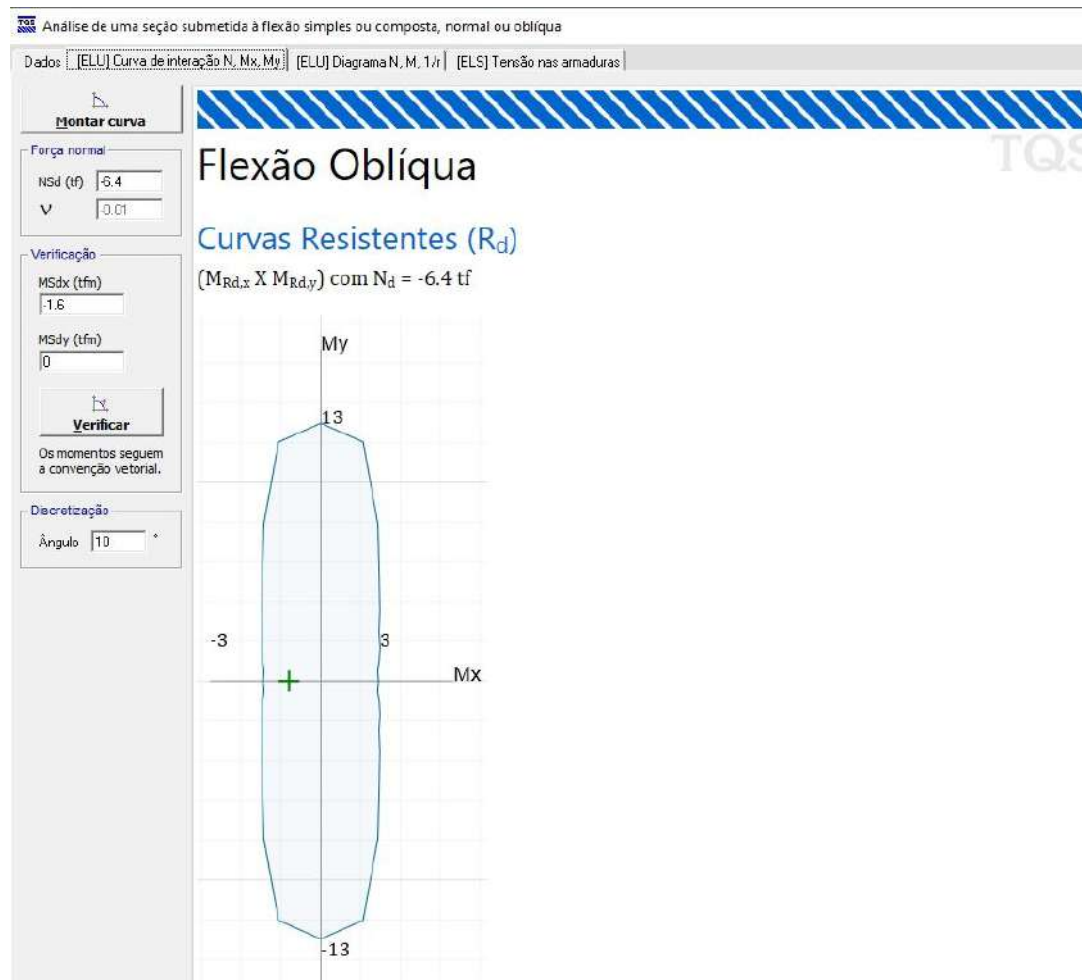
Materiais (concreto e aço)

f_{ck} (MPa) f_{yk} (MPa)

γ_c γ_s

φ E_s (MPa)

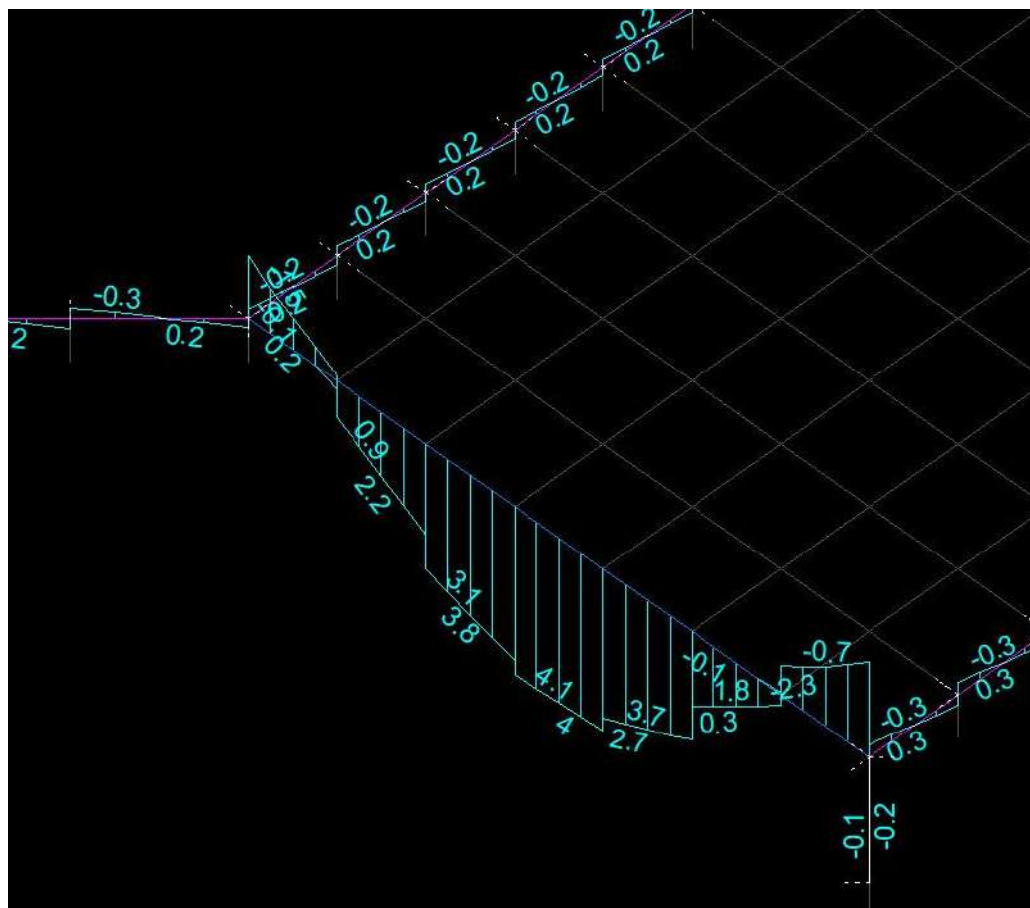
Empresa filiada a:



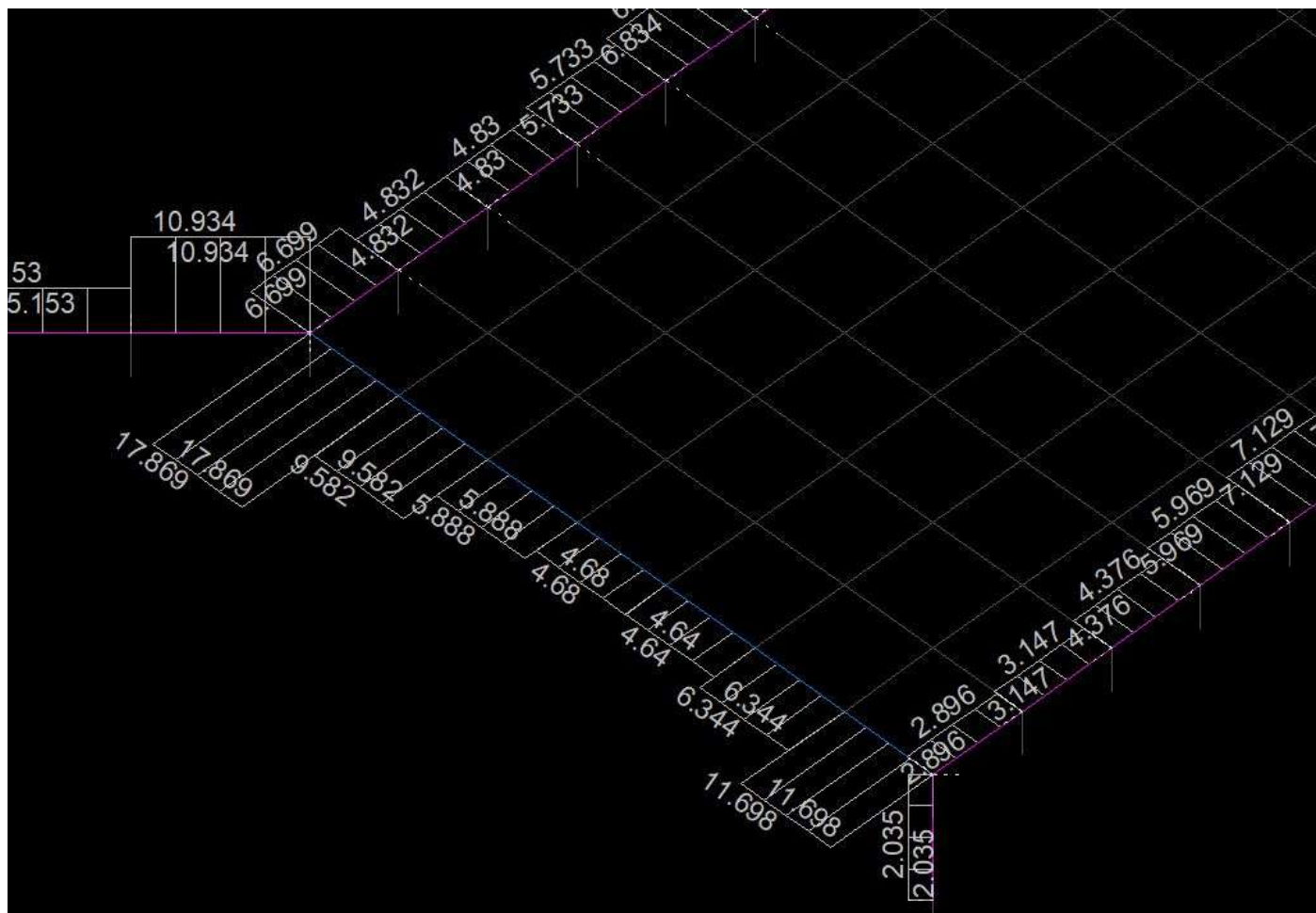
ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL



ABECE



Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



TOE Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados [ELU] Curva de interação N, Mx, My [ELU] Diagrama N, M, 1/r [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção Observação

Norma

ABNT NBR 6118

Armaduras

☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-8.7	3.8	1.4
2	8.7	3.8	1.4
3	8.7	71.2	1.4
4	-8.7	71.2	1.4

Materiais (concreto e aço)

fck (MPa) 30 fyk (MPa) 500

γ_c 1.4 γ_s 1.15

ϕ 0 Es (MPa) 210000

Empresa filiada a:



TQS
Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados [ELU] Curva de interação N, M_x, M_y [ELU] Diagrama N, M, 1/r [ELS] Tensão nas armaduras

Montar curva

Força normal

NSd (tf) 4.6

v 0.01

Verificação

MSdx (tfm)

-4.1

MSdy (tfm)

0



Verificar

Os momentos seguem a convenção vetorial.

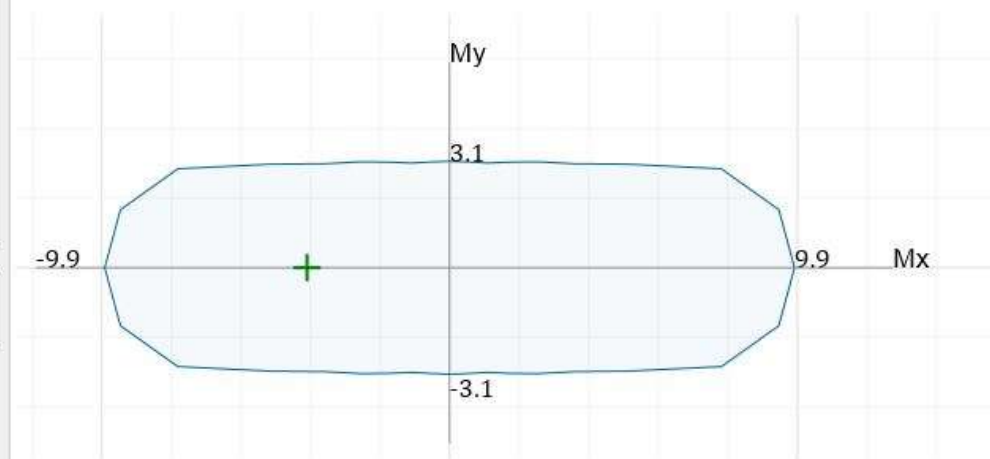
Discretização

Ângulo 10°

Flexão Oblíqua

Curvas Resistentes (R_d)

($M_{Rd,x}$ X $M_{Rd,y}$) com $N_d = 4.6$ tf

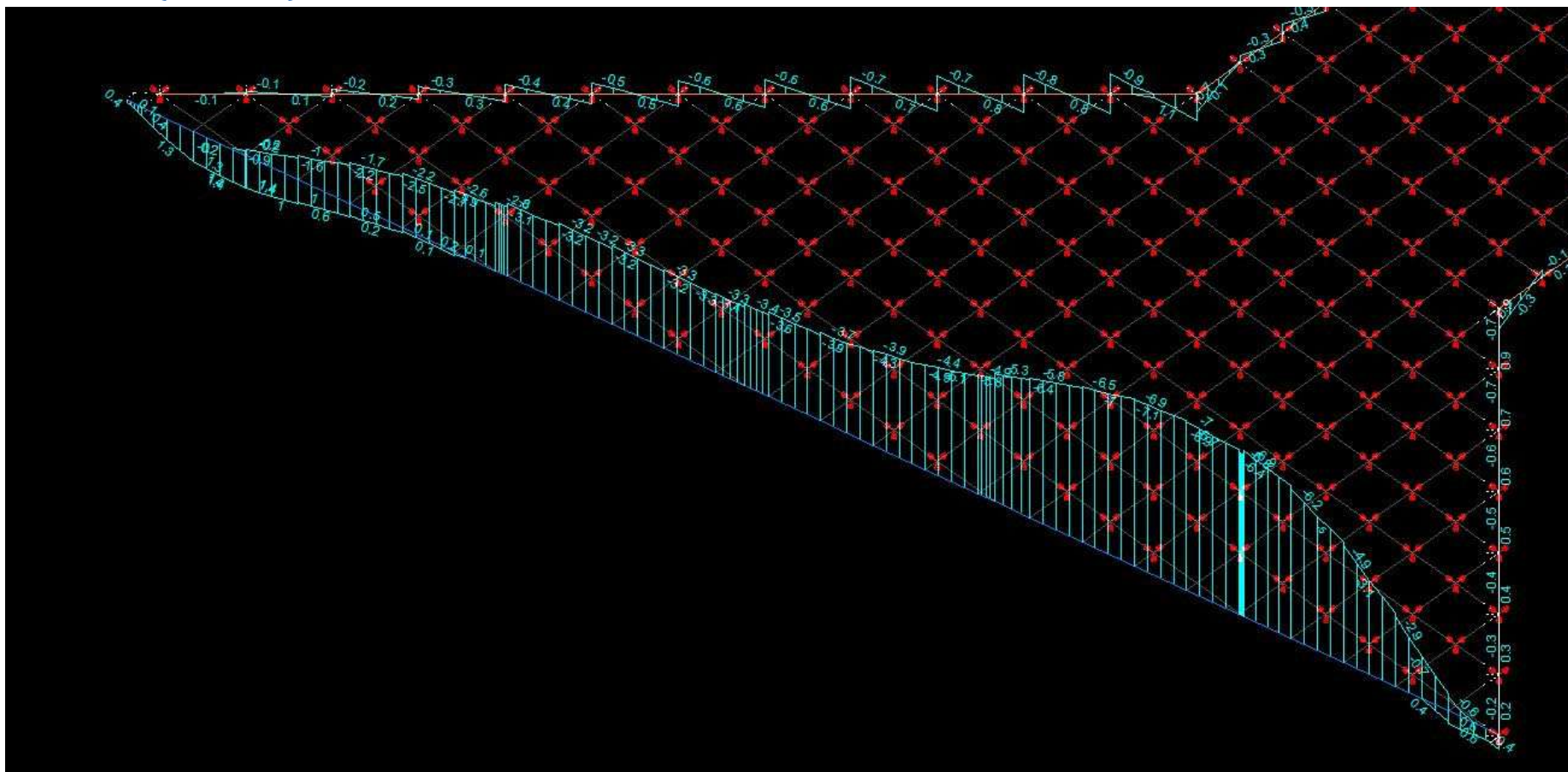


(N_{Rd} X $M_{Rd,x}$) com $M_{dy} = 0$ tfm

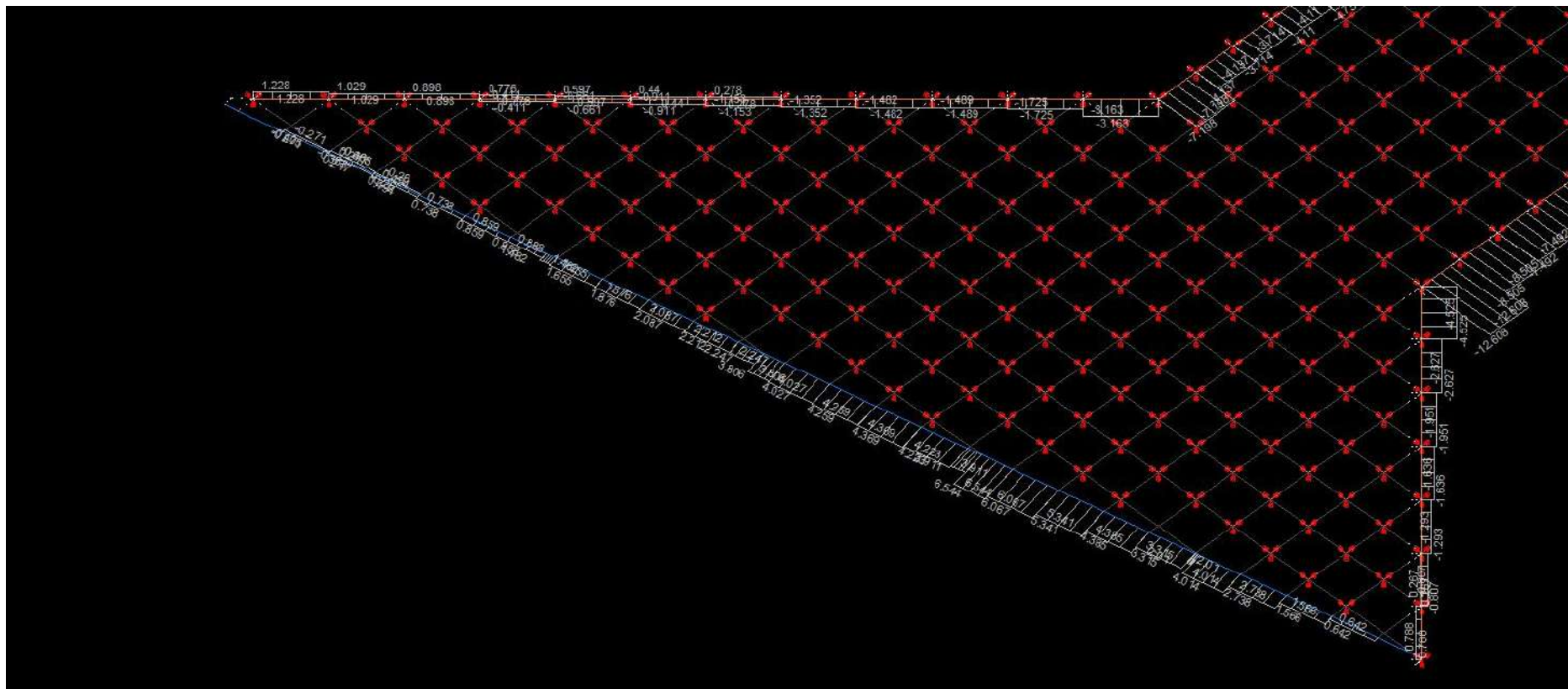
Empresa filiada a:



VIGAS BASE (VB1=VB2)



Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



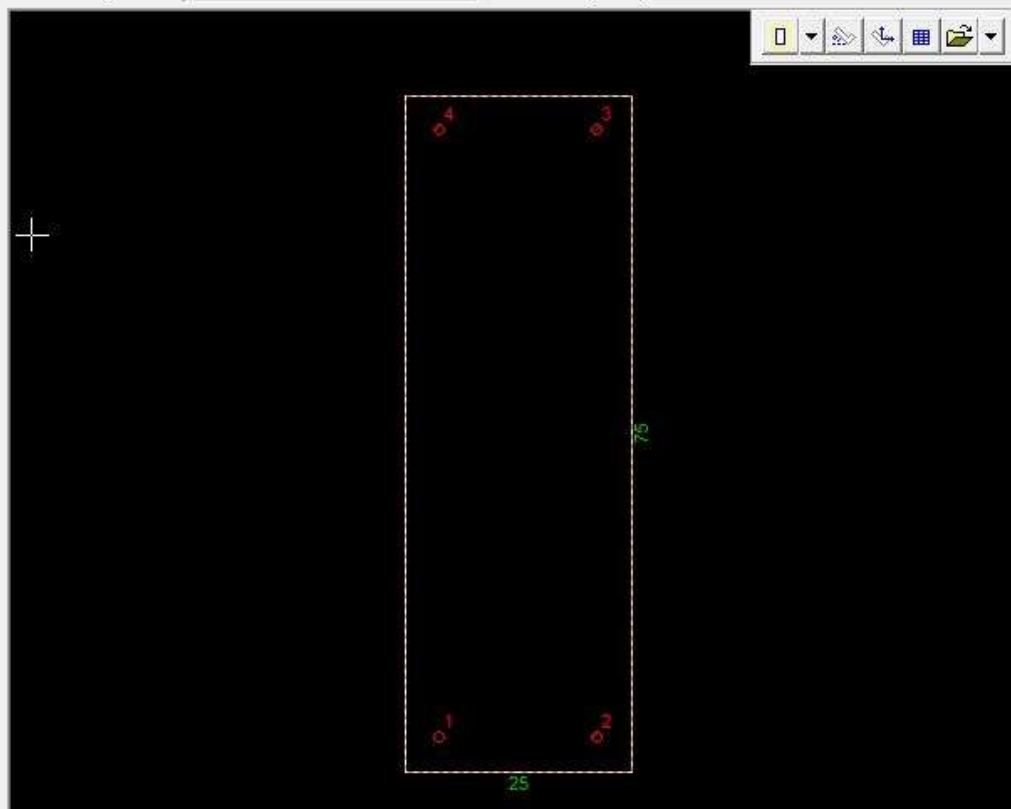
TOS Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados | [ELU] Curva de interação N, Mx, My | [ELU] Diagrama N, M, 1/r | [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção

Observação



Norma

ABNT NBR 6118

Armaduras

☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-8.7	3.8	1.4
2	8.7	3.8	1.4
3	8.7	71.2	1.4
4	-8.7	71.2	1.4

Materiais (concreto e aço)

fck (MPa)

30

fyk (MPa)

500

γ_c

1.4

γ_s

1.15

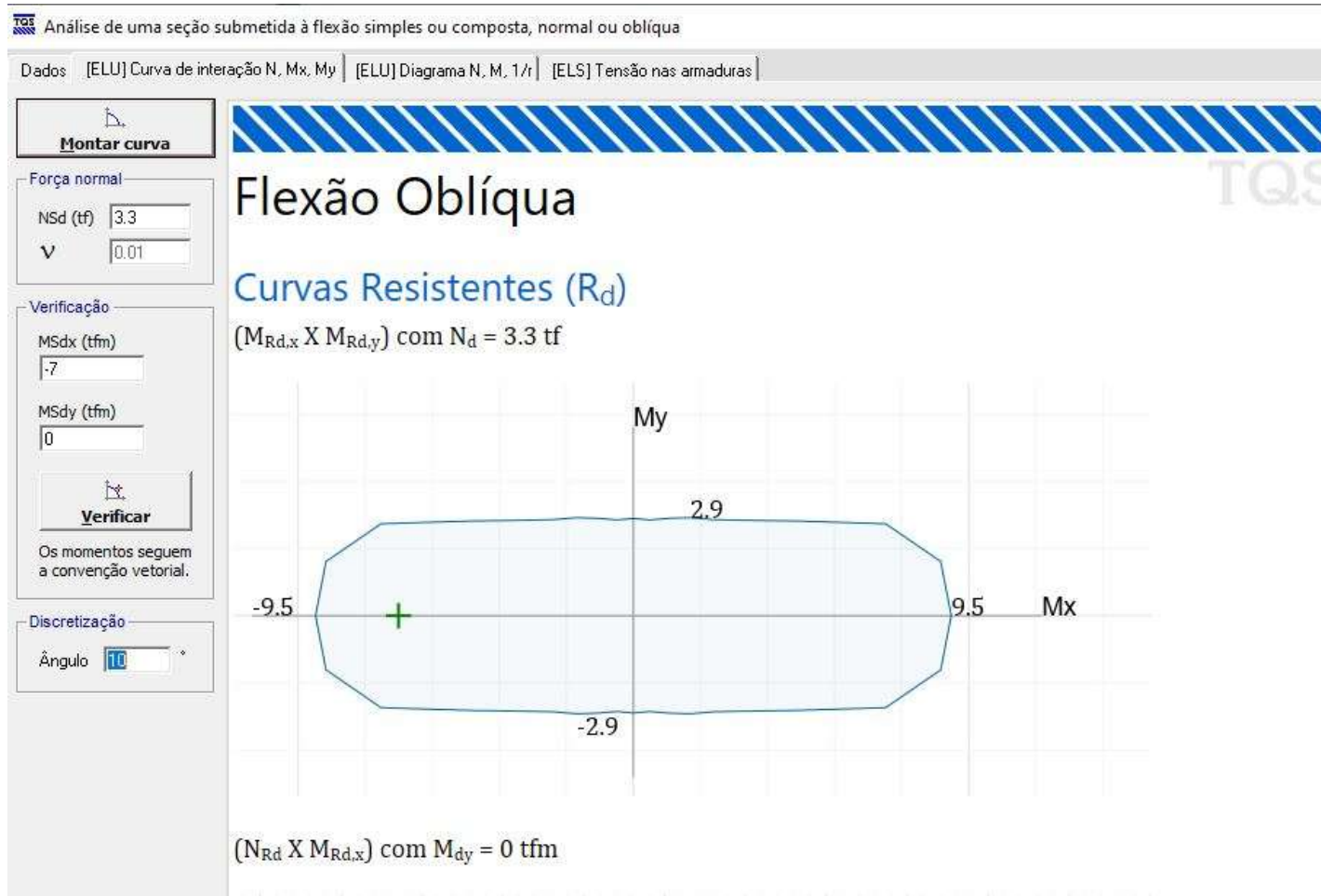
Φ

0

Es (MPa)

210000

Empresa filiada a:



CRITÉRIOS PROJETO - GERENCIADOS

A seguir são apresentados alguns dos critérios de projeto utilizados.

Critérios gerais

- 1) Norma em uso
 - a) NBR-6118-2014
- 2) Verificação de f_{ck} mínimo
 - a) Desativa
- 3) Verificação de cobrimentos mínimos
 - a) Desativa
- 4) Verificação de dimensões mínimas
 - a) Verifica segunda a ABNT NBR 6118
- 5) Permite rebaixo de pilar
 - a) Não permite

Ações

- 1) Separação de cargas permanentes e variáveis
 - a) Com separação
- 2) Caso 1 agrupa outros casos
 - a) Casos de 2 a 4
- 3) Consideração de peso-próprio de lajes
 - a) Sim
- 4) Consideração de peso-próprio de vigas
 - a) Sim
- 5) Carga estimada em viga de transição
 - a) Entre a carga estimada pelo pórtico e a definida pelo engenheiro, usar o valor de maior módulo.
- 6) Permite cálculo $c/$ altura de alvenaria igual a zero
 - a) Não
- 7) Ponderadores
 - a) Ponderador do peso-próprio
 - (1) 1,35
 - b) Ponderador das demais ações permanentes (CV)
 - (1) 1,4
 - c) Ponderador das ações variáveis (CV)
 - (1) 1,5

Análise Estrutural

- 1) Modelo global do edifício

- a) Modelo de vigas e pilares, flexibilizado conforme critérios
- 2) Modelo para viga de transição
 - a) Modelo adicional com vigas de transição enrijecidas
- 3) Trechos rígidos
 - a) Método p/ definir extensão de apoio
 - (1) em função da altura da viga
 - b) Multiplicador da altura da viga p/ extensão de apoio
 - (1) 2
- 4) Pórtico espacial
 - a) Vigas
 - (1) Consideração de seção T
 - (a) Calcular inércia das vigas com seção T em todo o vão
 - (2) Inércia p/ vigas s/ rigidez à torção
 - (a) 100
 - (3) Fator de engastamento parcial em vigas
 - (a) 1
 - b) Pilares
 - (1) Majoração da rigidez axial p/ efeitos construtivos
 - (a) Considera majoração da rigidez axial
 - (2) Multiplicador da rigidez axial p/ efeitos construtivos
 - (a) 3
 - (3) Pilares não-retangulares c/ eixos principais
 - (a) Calcula.
 - c) Ligações viga-pilar
 - (1) Flexibilização de ligações
 - (a) Sim
 - (2) Multiplicador de largura de apoio p/ coeficiente de mola
 - (a) 1,5
 - (3) Divisor de coeficiente de mola
 - (a) 0,6
 - (4) Offset-rígido
 - (a) Sim
 - d) Separação de modelos para ELU e ELS
 - (1) Sim
 - e) Modelo ELU
 - (1) Não-linearidade física p/ vigas
 - (a) 0,3
 - (2) Não-linearidade física p/ pilares
 - (a) 0,3

- (3) Não-linearidade física p/ lajes
 - (a) 0,3
- f) Modelo ELS
 - (1) Não-linearidade física p/ lajes
 - (a) 1
- g) Transferência de esforços
 - (1) Transferência dos esforços de 2ª ordem (GamaZ)
 - (a) Sim
 - (2) Transferência de força normal para vigas
 - (a) Sim
 - (3) Tolerância p/ transferência de forças das grelhas
 - (a) 0
 - (4) Tolerância p/ transferência de momentos das grelhas
 - (a) 0
- 5) Grelha
 - a) Vigas
 - (1) Consideração da seção T em vigas
 - (a) Calcular inércia das vigas com seção T em todo o vão
 - (2) Inércia p/ vigas s/ rigidez à torção
 - (a) 100
 - (3) Fator de engastamento parcial em vigas
 - (a) 1
 - b) Apoios (restrições)
 - (1) Apoio de vigas em pilares
 - (a) Modelo p/ o apoio de vigas em pilares
 - (i) Elástico independente
 - (b) Multiplicador de largura de apoio p/ coeficiente de mola
 - (i) 1
 - (c) Divisor de coeficiente de mola
 - (i) 4
 - (2) Modelo p/ o apoio de nervuras em pilares
 - (a) Sim
 - (3) Modelo p/ o apoio de lajes maciças em pilares
 - (a) Sim
 - c) Lajes nervuradas
 - (1) Considera seção T para nervuras
 - (a) Sim
 - (2) Plastificação de nervuras apoiadas em vigas
 - (a) Não

- d) Lajes maciças (planas)
 - (1) Divisor de inércia à torção em barras de lajes
 - (a) 6
 - (2) Consideração de Wood&Armer
 - (a) Sim
 - (3) Espaçamento de barras em X
 - (a) 50
 - (4) Espaçamento de barras em Y
 - (a) 50
 - (5) Plastificação de barras de lajes apoiadas em vigas
 - (a) Não
- e) Multiplicador p/ deformação lenta
 - (1) 2
- 6) Estabilidade global
 - a) Cálculo de GamaZ com valores de cálculo
 - (1) Esforços de cálculo.
 - b) Considera deslocamentos horizontais gerados por cargas verticais
 - (1) Sim
- 7) Análise P-Delta
 - a) Análise em 2 passos
 - (1) P-Δ em 2 passos
 - b) Multiplicador de esforços pós-análise
 - (1) 1
- 8) Deslocamentos laterais do edifício
 - a) Verifica deslocamentos laterais do edifício
 - (1) ABNT NBR 6118
 - b) Considera efeitos das cargas verticais
 - (1) Não
 - c) P-Delta na avaliação dos deslocamentos laterais
 - (1) Adota análise P-Δ na avaliação dos deslocamentos laterais
 - d) Limites
 - (1) Deslocamento máximo no topo do edifício
 - (a) 1700
 - (2) Deslocamento máximo entre pisos
 - (a) 850
- 9) Grelha não-linear
 - a) Análise p/ todas combinações ELS
 - (1) Adota todas combinações ELS definidas
 - b) Número total de incrementos de carga

- (1) 12
- c) Consideração da fissuração
 - (1) Considera fissuração à flexão e à torção
- d) Consideração da fluência
 - (1) Correção do diagrama tensão-deformação do concreto pelos coeficientes de fluência (ϕ).

Dimensionamento, detalhamento e desenho

- 1) Lajes
 - a) Flexão composta
 - (1) Verifica flexão composta normal
 - (a) Sim
 - (2) Força pequena a ser desprezada
 - (a) 6
 - b) Verifica armadura mínima
 - (1) Sempre que a armadura de flexão tiver valores menores que a armadura mínima recomendada pela NBR 6118, este valor de norma será adotado.
 - c) Norma p/ verificação ao cisalhamento
 - (1) Dimensionamento de acordo com a ABNT NBR 6118 vigente
 - d) Norma p/ verificação à punção
 - (1) Dimensionamento de acordo com a ABNT NBR 6118:2014
 - e) Ponderadores p/ valores de cálculo
 - (1) Ponderador da resistência do concreto
 - (a) 1,4
 - (2) Ponderador da resistência do aço
 - (a) 1,15
 - (3) Ponderador das solicitações
 - (a) 1
 - f) Homogeneização de faixas de armaduras
 - (1) Porcentagem mínima de média ponderada p/ M(-)
 - (a) 50
 - (2) Porcentagem mínima de média ponderada p/ M(+)
 - (a) 80
- 2) Vigas
 - a) Norma p/ cálculo
 - (1) Dimensionamento de acordo com critérios K117 e K118
 - b) Ponderadores p/ valores de cálculo
 - (1) Ponderador da resistência do concreto
 - (a) 1,4

- (2) Ponderador da resistência do aço
 - (a) 1,15
- (3) Ponderador das solicitações
 - (a) 1
- c) Cálculo de esforços
 - (1) Redução de momentos negativos
 - (a) Cálculo em regime plástico, com cálculo do momento negativo nos apoios em função dos momentos positivos isostáticos, dimensões da seção da viga, tipo de aço e concreto usados.
- d) Flexão
 - (1) Armadura mínima
 - (a) Limite p/ armadura mínima
 - (i) O limite é definido de acordo com as prescrições da ABNT NBR 6118
 - (b) Seção T para cálculo de $M_{1d,mín}$ e $As_{mín}$
 - (i) Armadura mínima e Momento mínimo ($M_{1d,mín}$) calculados considerando seção T.
 - (2) Alojamento de barras sem simetria
 - (a) Aloja as barras na seção transversal em diversas camadas, sem a preocupação de fazer uma distribuição simétrica.
 - (3) Armadura que chega em apoio extremo
 - (a) É considerado o valor de $0.75 \cdot V_d / f_{yd}$ para cálculo do As junto ao pilar extremo.
 - (4) Verificação de ductilidade
 - (a) Verifica limites de redistribuição de $M(-)$, plastificação, nos extremos dos vãos e impõe critérios de ductilidade no dimensionamento das seções transversais conforme prescrições da NBR 6118:2003. É realizada a limitação da posição relativa da Linha Neutra na seção transversal e, conseqüentemente, aumento da armadura de compressão.
 - (5) Ancoragem positiva
 - (a) Ancoragem nos apoios extremos
 - (i) Ancoragem da armadura positiva combinando com grampos, calculados por processo exato quando o comprimento do apoio é pequeno perante o raio de dobra da barra. É válido também para vãos internos com faces inferiores não coincidentes.
 - (b) Bitola que chega no apoio extremo
 - (i) A bitola obedecerá a condição de ancoragem nos apoios extremos: $(R + 5.5\phi) <$ (largura efetiva do apoio).
- e) Cisalhamento e Torção
 - (1) Modelo de cálculo
 - (a) Modelo I

- (2) Limite p/ desprezar torção
 - (a) 5
- f) Armadura lateral
 - (1) Dimensionamento da armadura lateral
 - (a) Dimensionamento da armadura lateral segundo ABNT NBR 6118:2003 (2007)
 - (2) Altura mínima para colocação de $A_{s,lat}$
 - (a) 60
- g) Furo em viga
 - (1) Largura máxima do furo
 - (a) 0
 - (2) Cortante p/ cálculo de suspensão
 - (a) 0
- 3) Pilares
 - a) Norma para cálculo
 - (1) ABNT NBR 6118:2014 (2014)
 - b) Ponderadores p/ valores de cálculo
 - (1) Ponderador da resistência do concreto
 - (a) 1,4
 - (2) Ponderador da resistência do aço
 - (a) 1,15
 - (3) Ponderador das solicitações
 - (a) 1
 - c) Índices de esbeltez limites
 - (1) Limite p/ 2ª ordem aproximada ($1/r$ e $k\phi$)
 - (a) 90
 - (2) Limite p/ 2ª ordem c/ N, M, $1/r$
 - (a) 140
 - d) Definição dos comprimentos equivalentes
 - (1) Comprimento equivalente calculado conforme item 15.6 da ABNT NBR 6118:2003.
 - e) Transformação de FCO em FCN
 - (1) Não se alternam os esforços da flexão composta oblíqua para dimensionamento.
 - f) Porcentagens limites de armadura
 - (1) Porcentagem limite de armadura mínima
 - (a) 0,4
 - (2) Porcentagem limite de armadura máxima
 - (a) 8
 - g) Grampos
 - (1) Grampos verticais no último pavimento
 - (a) Não

- (2) Desenho de grampos em forma de S
 - (a) 2
- h) Consideração de peso-próprio
 - (1) Sim
- i) Pilares-parede
 - (1) Esbeltez limite p/ desprezar efeitos localizados
 - (a) 35
 - (2) Avaliação dos efeitos locais de 2ª ordem
 - (a) Sim
 - (3) Porcentagem mínima de estribos
 - (a) 0
- j) Seleção de bitolas no lance
 - (1) % limite p/ seleção no lance
 - (a) 10
 - (2) Número de bitolas a mais p/ seleção no lance
 - (a) 1
- 4) Fundações
 - a) Sapatas
 - (1) Ponderadores p/ valores de cálculo
 - (a) Ponderador da resistência do concreto
 - (i) 1,4
 - (b) Ponderador da resistência do aço
 - (i) 1,15
 - (c) Ponderador das solicitações
 - (i) 1
 - (d) Coeficiente adicional de segurança
 - (i) 1,2
 - (e) Coeficiente de segurança ao tombamento
 - (i) 1,5
 - (f) Coeficiente de segurança ao deslizamento
 - (i) 1,5
 - b) Blocos sobre estacas
 - (1) Ponderadores p/ valores de cálculo
 - (a) Ponderador da resistência do concreto
 - (i) 1,4
 - (b) Ponderador da resistência do aço
 - (i) 1,15
 - (c) Ponderador das solicitações
 - (i) 1

Empresa filiada a:



- (d) Coeficiente adicional de segurança
 - (i) 1,2
- (2) Blocos quadrados
 - (a) Igualar armaduras pela maior
 - (i) iguala armaduras pela maior
 - (b) Diferença máxima entre as dimensões
 - (i) 9
- (3) Blocos de 7 a 24 estacas
 - (a) Método de Cálculo - Bloco Rígido
 - (i) Método CEB-FIP (recomendado)
 - (b) % de armadura principal detalhada
 - (i) 100
- 5) Escadas
 - a) Ponderadores p/ valores de cálculo
 - (1) Ponderador da resistência do concreto
 - (a) 1,4
 - (2) Ponderador da resistência do aço
 - (a) 1,15
 - (3) Ponderador das solicitações
 - (a) 1
 - b) Homogeneização de armaduras
 - (1) Porcentagem mínima p/ M(-)
 - (a) 50
 - (2) Porcentagem mínima p/ M(+)
 - (a) 80
 - c) Cálculo de armadura mínima
 - (1) O limite é definido de acordo com as prescrições da ABNT NBR 6118

4 BUEIRO 03 - BSCC 3,0X3,0 - ESTACA 3179 + 0.996

A seguir é apresentada a memória de cálculo estrutural do bueiro simples celular de concreto de 3,0 x 3,0 m de seção localizado na estaca 3179+0,996.



MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO



Empresa filiada a:



INDICE	
CORTES DO BUEIRO	4
DESCRIÇÃO DA OBRA DE ARTE ESPECIAL	6
Corte esquemático	8
Localização	9
NORMAS EM USO	10
SOFTWARE UTILIZADO.....	10
MATERIAIS	10
Concreto	10
Módulo de elasticidade	10
Aço de armadura passiva.....	11
PARÂMETRO DE DURABILIDADE.....	11
Classe de agressividade	11
Cobrimentos gerais.....	11
AÇÕES E COMBINAÇÕES.....	12
Cargas Permanentes	12
Empuxo	12
Cargas de Água	13
Cargas Acidentais.....	13
Hipóteses para as cargas móveis.....	14
Coeficientes adicionais	15
Resumo de combinações no modelo global	17
Lista de combinações no modelo global	17
MODELO ESTRUTURAL	26
Explicações.....	26
Modelo estrutural dos pavimentos	26
Modelo estrutural global	27
Modelo ELU	27
Modelo ELS	27
Deformação excessiva	27

Empresa filiada a:

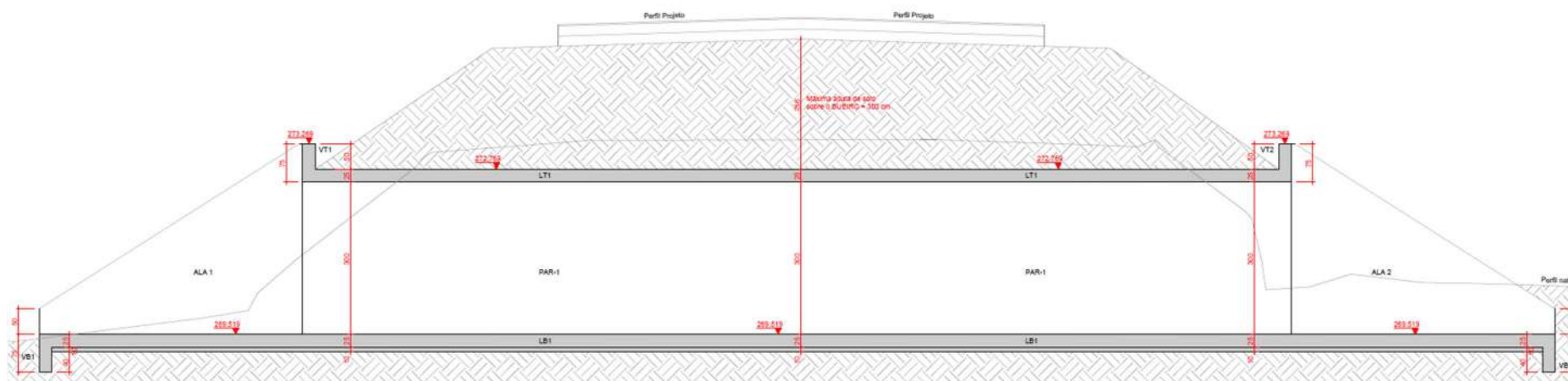


INDICE	
Abertura de fissuras.....	27
Esforços de cálculo	27
Discretização do Modelo Estrutural	28
MEMORIAL DE CÁLCULO	34
LAJE SUPERIOR.....	35
Direção Principal	35
Direção Secundária	43
LAJE INFERIOR - BUEIRO	47
Direção Principal	47
Direção Secundária	55
LAJE INFERIOR - ALAS.....	59
Direção Principal	59
Direção Secundária	67
PAREDES	83
Direção Principal	83
Direção Secundária	91
ALAS	95
Direção Principal	95
Direção Secundária	99
VIGAS TOPO (VT1=VT2)	103
VIGAS BASE (VB1=VB2)	107
CRITÉRIOS PROJETO - GERENCIADOS	111
Critérios gerais	111
Ações.....	111
Análise Estrutural.....	111
Dimensionamento, detalhamento e desenho	115

Empresa filiada a:

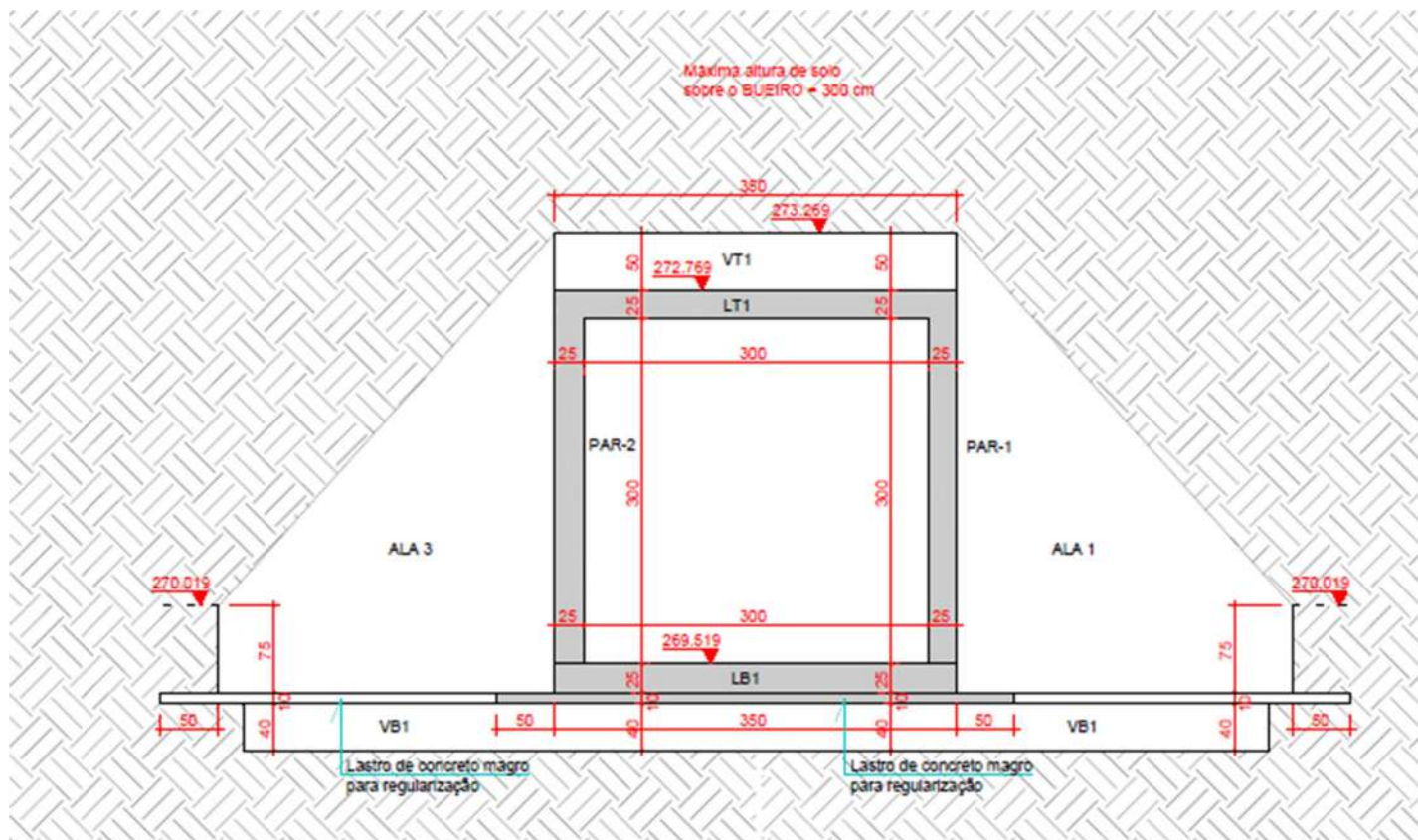


CORTES DO BUEIRO



Seção longitudinal

Empresa filiada a:



Seção transversal

ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL



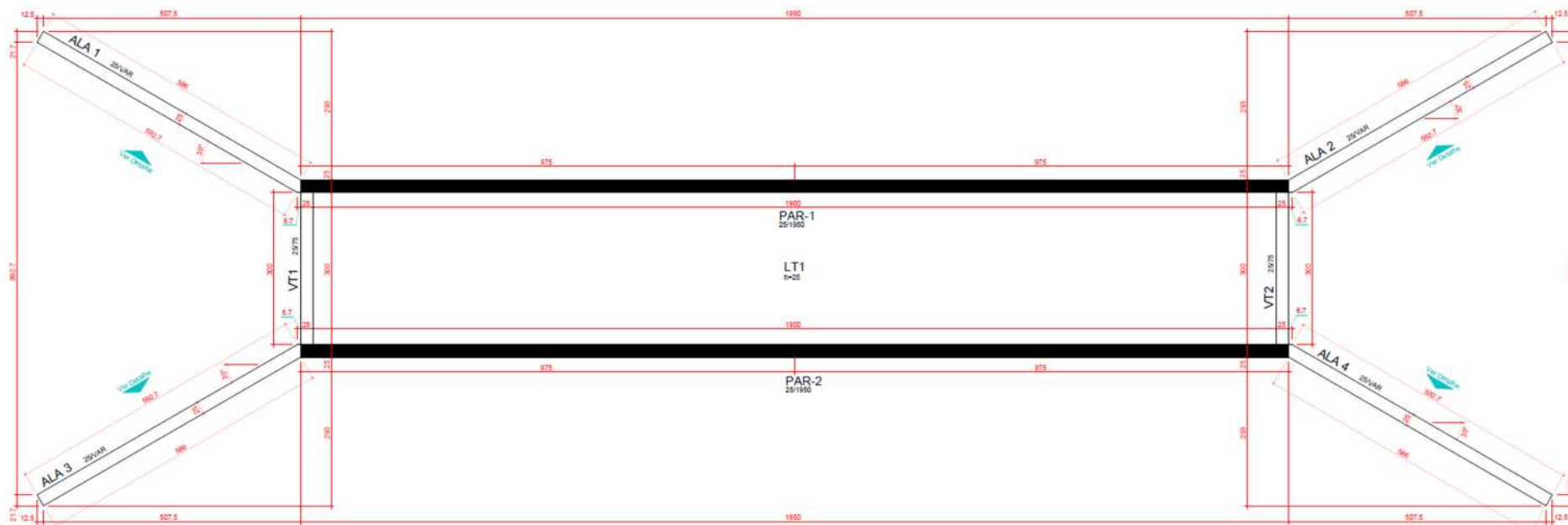
ABECE



Rua 124, Qd. F-23, Lt. 14, nº 90, Setor Sul – CEP: 74.093-060 – Goiânia-GO – T +55 62 3254-5500

6

Empresa filiada a:



Planta de Formas Laje Superior

Empresa filiada a:



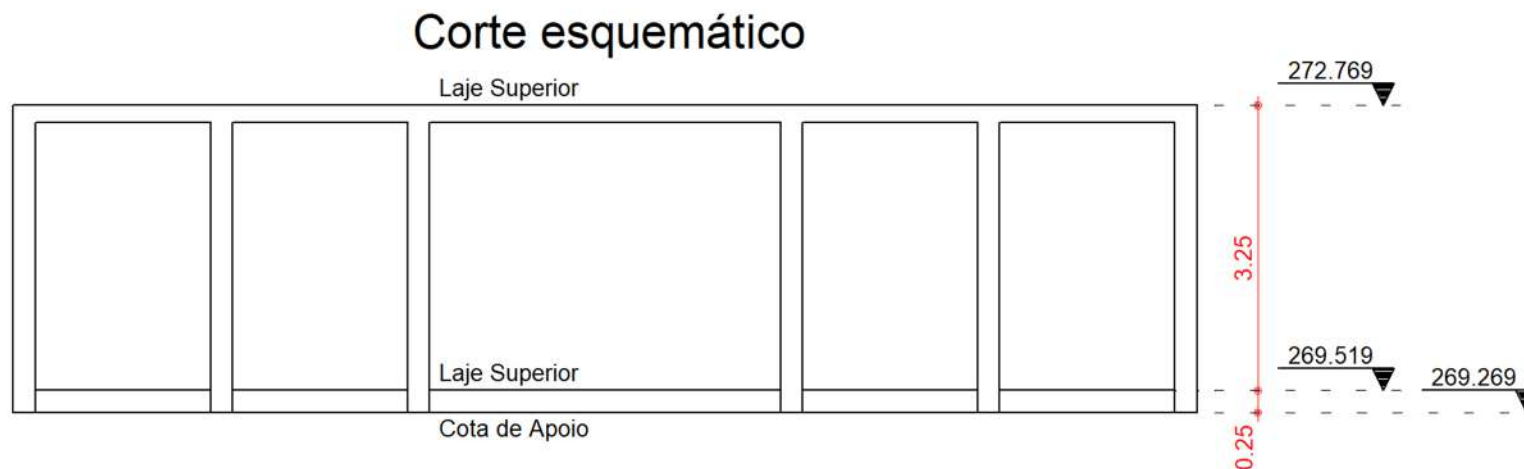
A obra de arte especial é um bueiro simples de concreto celular de 3x3.

Pavimentos	Piso a Piso (m)	Cota (m)	Área (m ²)
Laje Superior	3.25	272.769	74.177
Laje Inferior	0.25	269.519	135.801
Cota de Apoio	0.00	269.269	0.000
TOTAL	---	---	209.978

A altura total da obra de arte especial é de 3.25 m.

Corte esquemático

A seguir é apresentado um corte esquemático da obra de arte especial. Nele é possível visualizar as distâncias entre pavimentos, cotas e nomenclaturas utilizadas:



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL



ABECE



Bueiro BSCC 3,0x3,0 - Rodovia GO-336 Estaca 3179 + 0.996



Empresa filiada a:



NORMAS EM USO

Na análise, dimensionamento e detalhamento dos elementos estruturais desta obra de arte especial foram utilizadas as prescrições indicadas pelas seguintes normas:

- NBR7187:2003 - Projeto e execução de pontes de concreto armado e protendido;
- NBR6118:2014 - Projeto de estruturas de concreto - Procedimentos;
- NBR7188:2013 - Carga móvel em ponte rodoviária e passarela de pedestres;
- NBR6120:2019 - Cargas para o cálculo de estruturas de edificações - Procedimentos;
- NBR6123:1988 - Forças devidas ao vento em edificações – Procedimentos;
- NBR8681:2003 - Ações e segurança nas estruturas – Procedimentos;
- NBR12655:2015 - Concreto de cimento Portland - Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento.

SOFTWARE UTILIZADO

Para a análise estrutural e dimensionamento e detalhamento estrutural foi utilizado o sistema TQS na versão V22.0.901.

MATERIAIS

Concreto

A seguir são apresentados os valores de f_{ck} utilizados para cada um dos elementos estruturais, para cada um dos pavimentos:

Pavimento	Bueiro (MPa)
Laje Superior	30
Laje Inferior	30

Módulo de elasticidade

O módulo de elasticidade, em MPa, utilizado para cada um dos concretos utilizados é listado a seguir:

	Ecs	Eci
C30	26838.00	30672.00

Empresa filiada a:



Aço de armadura passiva

Foram utilizadas as seguintes características para o aço estrutural utilizado no projeto:

<i>Tipo de barra</i>	<i>Es (MPa)</i>	<i>fyk (MPa)</i>	<i>Massa específica (kgf/m³)</i>	<i>n1</i>
CA-50	210000	500	7850	2,25

PARÂMETRO DE DURABILIDADE

Classe de agressividade

Para o dimensionamento e detalhamento dos elementos estruturais foi considerada a seguinte Classe de Agressividade Ambiental no projeto: **II - Moderada**.

Cobrimentos gerais

A definição dos cobrimentos foi feita com base na Classe de Agressividade Ambiental definida anteriormente.

A seguir são apresentados os valores de cobrimento utilizados para os diversos elementos estruturais existentes no projeto:

<i>Elemento Estrutural</i>	<i>Cobrimento (cm)</i>
Lajes	3.0
Vigas	3.0
Paredes	3.0

Empresa filiada a:



AÇÕES E COMBINAÇÕES

Cargas Permanentes

Para altura de solo sobre o bueiro foi utilizada uma carga de 5.4 tf/m^2 , equivalente a 3 metros de solo sobre toda laje superior do bueiro.

Foi utilizada uma carga permanente na projeção da pista de 0.2 tf/m^2 para pavimentação da rodovia sobre o bueiro.

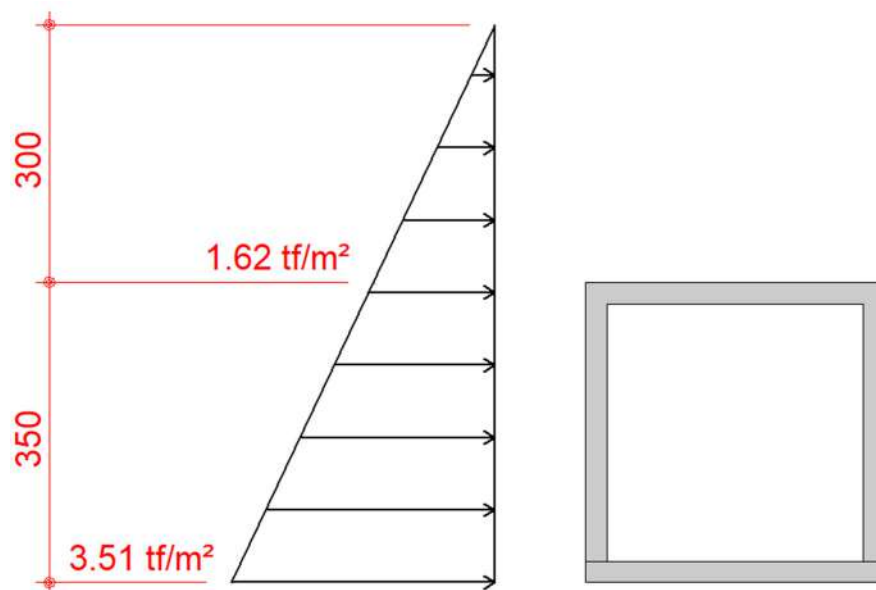
Empuxo

O empuxo de solo acima do bueiro implica em uma carga de empuxo trapezoidal no bueiro, logo a carga de empuxo no topo do bueiro é:

$$E = 3 * 1.8 * 0.3 = 1.62 \text{ tf/m}^2$$

A carga de empuxo na base do bueiro é:

$$E = 6.5 * 1.8 * 0.3 = 3.51 \text{ tf/m}^2$$



Para cargas de empuxo nas alas a altura de solo é variável:

Do lado mais alto das alas a altura de solo é de 4 metros, logo:'

$$E = 4 * 1.8 * 1.3 = 2.16 \text{ tf/m}^2$$

Do lado mais baixo das alas a altura de solo é de 0.75 metros, logo:

$$E = 0.75 * 1.8 * 1.3 = 0.405 \text{ tf/m}^2$$

Cargas de Água

Como o bueiro tem 3 metros de altura livre, foi considerado uma carga de 3 tf/m² em toda laje inferior do bueiro.

Cargas Acidentais

As cargas móveis compõem-se de um veículo tipo e de cargas uniformemente distribuídas de acordo com a classe da obra de arte especial. As cargas móveis foram adotadas para o veículo tipo classe 45, de acordo com a NBR 7188/2013.

A carga de multidão foi admitida na área do veículo tipo, logo a carga do veículo tipo foi reduzida em 12 tf.

Carga Veículo tipo – (Área Veículo Tipo * Carga Multidão)

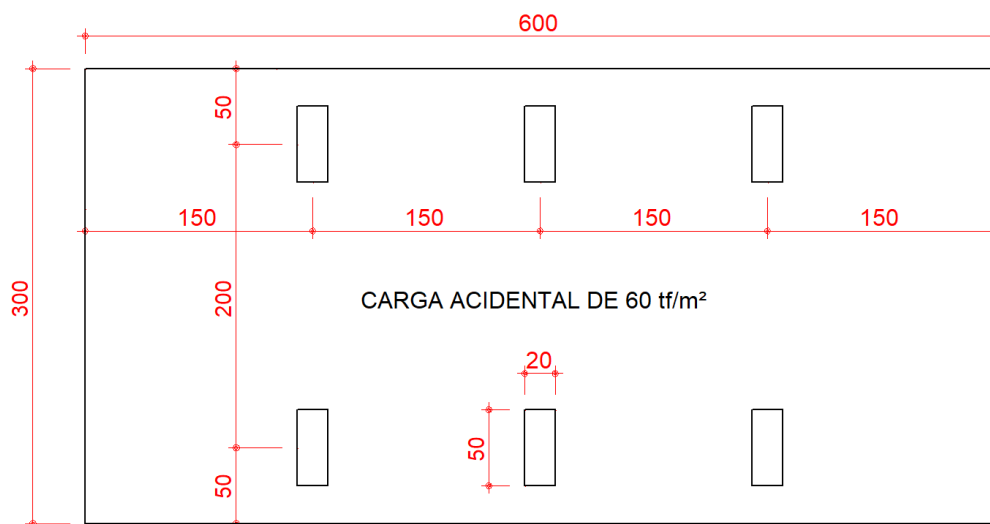
$$45 \text{ tf} - (6,0 \text{ m} * 3,0 \text{ m} * 0.5 \text{ tf}) = 36 \text{ tf}$$

$$Veículo = \frac{36}{6} = 6.0 \text{ tf}$$

Considerando as rodas de 20x50 cm, temos:

$$Veículo = \frac{6}{0.5 * 0.2} = 60 \text{ tf/m}^2$$

Carregamento de multidão de 0.5 tf/m².



Empresa filiada a:

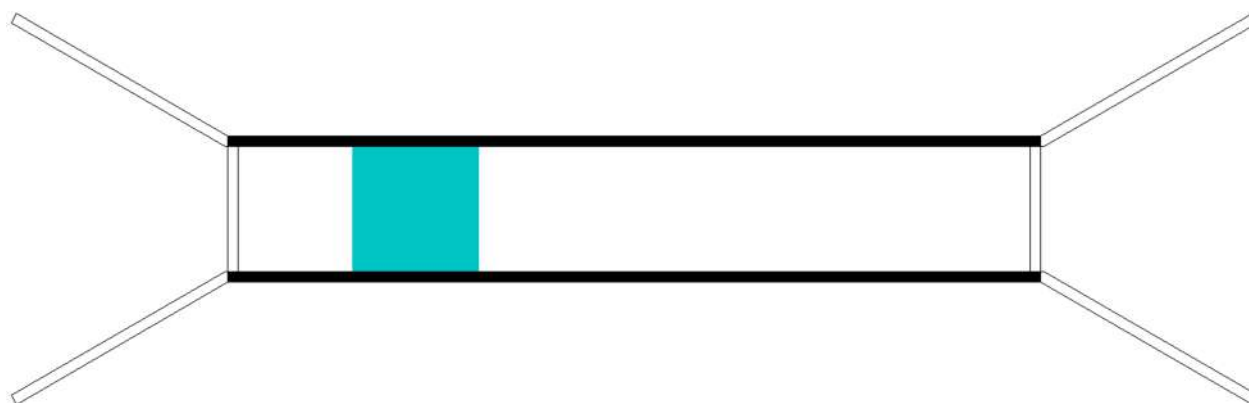


Hipóteses para as cargas móveis

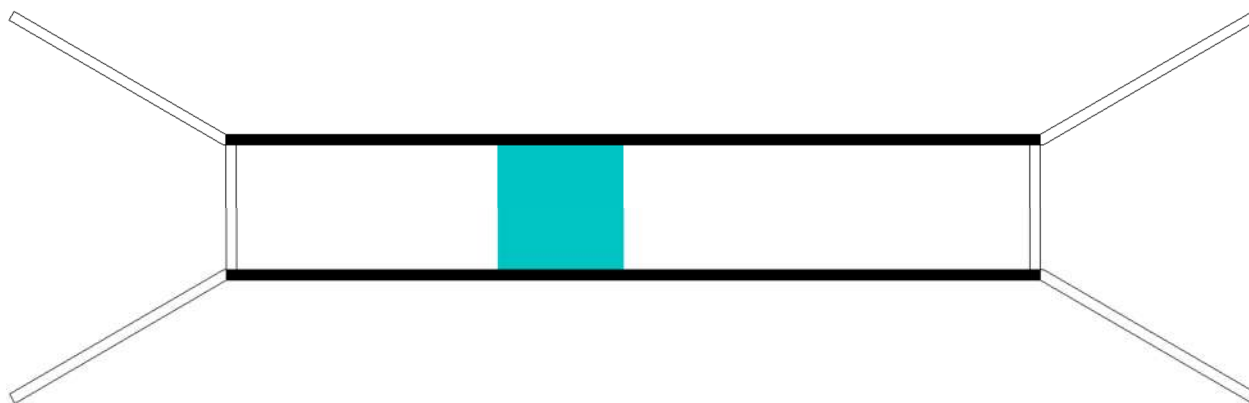
- Para carga de multidão:

Na projeção da rodovia.

- Para cargas de TREM-TIPO (As posições estão descritas nas imagens a seguir):
Foi considerada a posição para TREM-TIPO ao longo de cada linha hachurada no bueiro. Para cada linha de cargas, os TREM-TIPO estão distribuídos da seguinte forma: 01 TREM-TIPO no centro de cada laje.

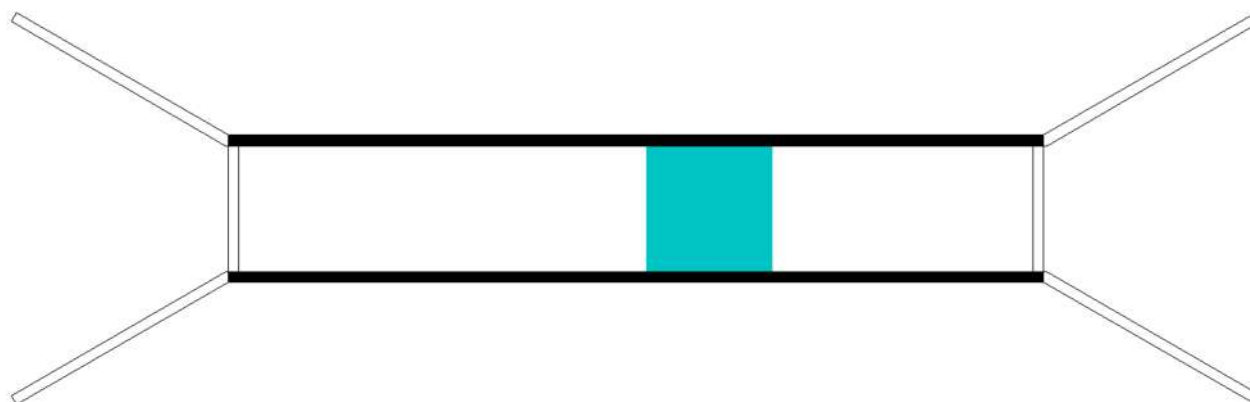


1ª Linha de carga TREM-TIPO

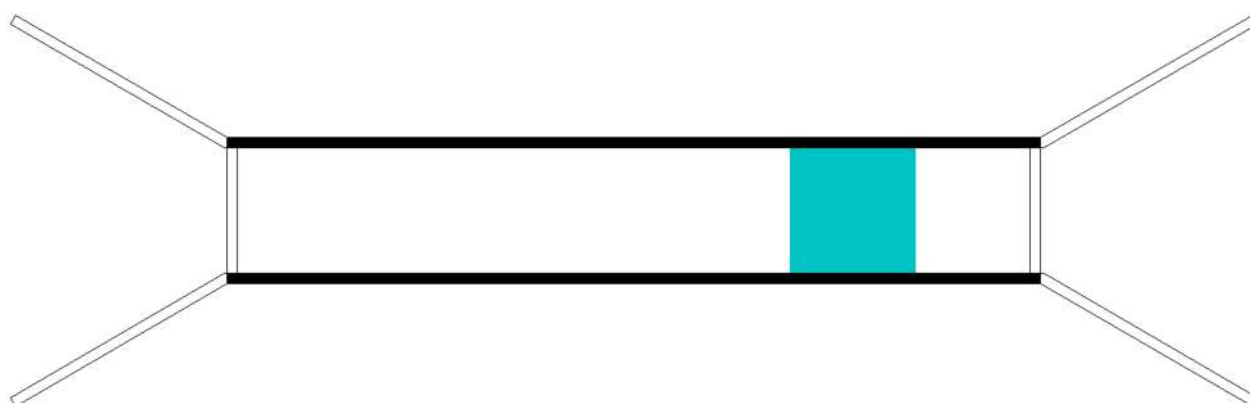


2ª Linha de carga TREM-TIPO

Empresa filiada a:



3ª Linha de carga TREM-TIPO



4ª Linha de carga TREM-TIPO

Coeficientes adicionais

Os coeficientes adicionais são usados para majorar todas as cargas moveis da obra de arte.

Foram considerados os seguintes coeficientes: coeficiente de impacto vertical, coeficiente de número de faixas e o coeficiente de impacto adicional.

- O coeficiente de impacto vertical (CIV) será diferente de acordo com o vão.

Para o vão de 3.25 metros temos : $CIV = 1.35$

- O coeficiente de número de faixas (CNF) será de 1.00.
- O coeficiente de impacto adicional (CIA) será de 1.25.

Empresa filiada a:



O coeficiente de impacto adicional aplica-se somente as regiões até 5.00 metros distantes de juntas de dilatação e extremidades da obra de arte. Como não temos juntas de dilatação o coeficiente de impacto adicional será aplicado somente as extremidades da obra de arte.

Para as regiões até 5.00 metros distantes das extremidades da obra de arte o coeficiente final será:
 $CIV * CNF * CIA$

$$1.35 * 1.00 * 1.25 = 1.6875$$

Para o restante da obra de arte será: $CIV * CNF$

$$1.35 * 1.00 = 1.35$$

Empresa filiada a:



Resumo de combinações no modelo global

No modelo estrutural global foram consideradas as seguintes combinações:

Tipo	Descrição	N. Combinações
ELU1	Verificações de estado limite último - Vigas e lajes	50
ELU2	Verificações de estado limite último - Pilares e fundações	50
FOGO	Verificações em situação de incêndio	16
ELS	Verificações de estado limite de serviço	32
COMBFLU	Cálculo de fluência (método geral)	8
LAJEPRO	Combinações p/ flechas em lajes protendidas	0

Lista de combinações no modelo global

No modelo estrutural global foram consideradas as seguintes combinações:

Listagem de casos e combinações padrão
Edifício: 1442-CAR-BASITEC_Bueiro_E3179
Regras de combinações: [COMBPOR.DAT]
01/07/2021 15:23:57

Casos de carregamento simples

Sufixo "_R" Carga accidental reduzida
Sufixo "_V" Vigas de transição c/inércia normal
Sufixo "_E" Engastado, com caso correspondente articulado

Num	Prefixo	Título
1	TODAS	Todas permanentes e accidentais dos pavimentos
2	PP	Peso Próprio
3	PERM	Cargas permanentes
4	ACID	Cargas accidentais
5	EMPU	Empuxo
6	ADIA1	TREM TIPO (1)
7	ADIA2	TREM TIPO (2)
8	ADIA3	TREM TIPO (3)
9	ADIA4	TREM TIPO (4)
10	ADIB	AGUA
11	TODAS_V	Todas permanentes e accidentais dos pavimentos - VTN
12	PP_V	Peso Próprio - VTN
13	PERM_V	Cargas permanentes - VTN
14	ACID_V	Cargas accidentais - VTN

Dados por caso de carregamento

Num	Número do caso, referenciado na listagem de combinações
Prefixo	Usado para montar os títulos das combinações
Tipo	Tipo de carga quanto à sua permanência
TOD	Cargas permanentes e variáveis lançadas nas grelhas
PER	Permanentes

Empresa filiada a:



VAR Variáveis normais
 VARB Variáveis excepcionais 1
 VARC Variáveis excepcionais 2
 VTN Caso com vigas de transição com inércia normal. Nos outros casos, as vigas de transição são enrijecidas conforme critérios.
 ACR Caso de carga accidental reduzida nos pisos
 GAMAF Ponderador de ações desfavorável
 GAMAFD Ponderador de ações favorável
 PSI0 Fator de redução de combinação para o Estado Limite Último
 PSI1 Fator de redução de combin frequente p/Estado Limite de Serviço
 PSI2 Fator de redução de combin quase permanente p/Estado Limite de Serviço
 FOR Número do caso correspondente na planta de formas/grelha
 USU Marcado se o caso foi lançado pelo usuário
 ART Marcado se barras articuladas

Num	Prefixo	Tipo	VTN	ACR	GAMAF	GAMAFD	PSI0	PSI1	PSI2	FOR	USU	ART
1	TODAS	TOD			1.40					1		
2	PP	PER			1.35					2		
3	PERM	PER			1.40					3		
4	ACID	VAR			1.50		0.70	0.50	0.30	4		
5	EMPU	PER	X		1.40					5		
6	ADIA1	VAR	X		1.50		0.70	0.50	0.30	6	X	
7	ADIA2	VAR	X		1.50		0.70	0.50	0.30	7	X	
8	ADIA3	VAR	X		1.50		0.70	0.50	0.30	8	X	
9	ADIA4	VAR	X		1.50		0.70	0.50	0.30	9	X	
10	ADIB	VAR	X		1.50	0.00	0.70	0.50	0.30	10	X	
11	TODAS_V	TOD	X		1.40					1		
12	PP_V	PER	X		1.35					2		
13	PERM_V	PER	X		1.40					3		
14	ACID_V	VAR	X		1.50		0.70	0.50	0.30	4		

Grupos de combinação [COMBPOR.DAT]

Grupo ELU1 "Verificações de estado limite último - Vigas e lajes"
 PERMACID "Permanentes, Acidentais"
 ACIDCOMB "Todas as acidentais combinadas"

Grupo ELU2 "Verificações de estado limite último - Pilares e fundações"
 PERMACID "Permanentes, Acidentais"
 ACIDCOMB "Todas as acidentais combinadas"

Grupo FOGO "Verificações em situação de incêndio"
 PERMVAR "Todas permanentes e variáveis ponderadas"

Grupo ELS "Verificações de estado limite de serviço"
 CFREQ "Combinações frequentes"
 CQPERM "Combinações quase permanentes"

Grupo COMBFLU "Cálculo de fluência (método geral)"
 COMBFLU "Combinação para cálculo da fluência (método geral)"

Grupo LAJEPRO "Combinações p/ flechas em lajes protendidas"

Combinações geradas

Num Número da combinação
 AC Marcado se carga accidental reduzida
 VT Marcado se viga de transição com inércia normal

Empresa filiada a:



Título Título gerado pelo sistema

Num	AC	VT	Título
15			ELU1/PERMACID/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.5ACID
16			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.5ACID+1.05ADIA1+1.05ADIB
17			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.5ACID+1.05ADIA1
18			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.5ACID+1.05ADIA2+1.05ADIB
19			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.5ACID+1.05ADIA2
20			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.5ACID+1.05ADIA3+1.05ADIB
21			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.5ACID+1.05ADIA3
22			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.5ACID+1.05ADIA4+1.05ADIB
23			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.5ACID+1.05ADIA4
24			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.5ADIA1+1.05ADIB
25			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.5ADIA1
26			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.5ADIA2+1.05ADIB
27			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.5ADIA2
28			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.5ADIA3+1.05ADIB
29			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.5ADIA3
30			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.5ADIA4+1.05ADIB
31			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.5ADIA4
32			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.05ADIA1+1.5ADIB
33			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.05ADIA1
34			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.05ADIA2+1.5ADIB
35			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.05ADIA2
36			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.05ADIA3+1.5ADIB
37			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.05ADIA3
38			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.05ADIA4+1.5ADIB
39			ELU1/ACIDCOMB/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+1.05ACID+1.05ADIA4
40			FOGO/PERMVAR/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+0.45ACID+0.45ADIA1+0.45ADIB
41			FOGO/PERMVAR/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+0.45ACID+0.45ADIA1
42			FOGO/PERMVAR/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+0.45ACID+0.45ADIA2+0.45ADIB
43			FOGO/PERMVAR/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+0.45ACID+0.45ADIA2
44			FOGO/PERMVAR/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+0.45ACID+0.45ADIA3+0.45ADIB
45			FOGO/PERMVAR/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+0.45ACID+0.45ADIA3
46			FOGO/PERMVAR/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+0.45ACID+0.45ADIA4+0.45ADIB
47			FOGO/PERMVAR/1.35PP+1.4PERM+1.4EMPU+0.45ACID+0.45ADIA4
48			ELS/CFREQ/PP+PERM+EMPU+0.5ACID+0.3ADIA1+0.3ADIB
49			ELS/CFREQ/PP+PERM+EMPU+0.5ACID+0.3ADIA2+0.3ADIB
50			ELS/CFREQ/PP+PERM+EMPU+0.5ACID+0.3ADIA3+0.3ADIB
51			ELS/CFREQ/PP+PERM+EMPU+0.5ACID+0.3ADIA4+0.3ADIB
52			ELS/CFREQ/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.5ADIA1+0.3ADIB
53			ELS/CFREQ/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.5ADIA2+0.3ADIB
54			ELS/CFREQ/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.5ADIA3+0.3ADIB
55			ELS/CFREQ/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.5ADIA4+0.3ADIB
56			ELS/CFREQ/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.3ADIA1+0.5ADIB
57			ELS/CFREQ/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.3ADIA2+0.5ADIB
58			ELS/CFREQ/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.3ADIA3+0.5ADIB
59			ELS/CFREQ/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.3ADIA4+0.5ADIB
60			ELS/CQPERM/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.3ADIA1+0.3ADIB
61			ELS/CQPERM/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.3ADIA2+0.3ADIB
62			ELS/CQPERM/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.3ADIA3+0.3ADIB
63			ELS/CQPERM/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.3ADIA4+0.3ADIB
64			COMBFLU/COMBFLU/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.3ADIA1+0.3ADIB
65			COMBFLU/COMBFLU/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.3ADIA2+0.3ADIB
66			COMBFLU/COMBFLU/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.3ADIA3+0.3ADIB
67			COMBFLU/COMBFLU/PP+PERM+EMPU+0.3ACID+0.3ADIA4+0.3ADIB
68	X		ELU1/PERMACID/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.5ACID_V
69	X		ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.5ACID_V+1.05ADIA1+1.05ADIB
70	X		ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.5ACID_V+1.05ADIA1

Empresa filiada a:



71 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.5ACID_V+1.05ADIA2+1.05ADIB
72 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.5ACID_V+1.05ADIA2
73 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.5ACID_V+1.05ADIA3+1.05ADIB
74 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.5ACID_V+1.05ADIA3
75 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.5ACID_V+1.05ADIA4+1.05ADIB
76 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.5ACID_V+1.05ADIA4
77 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.5ADIA1+1.05ADIB
78 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.5ADIA1
79 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.5ADIA2+1.05ADIB
80 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.5ADIA2
81 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.5ADIA3+1.05ADIB
82 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.5ADIA3
83 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.5ADIA4+1.05ADIB
84 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.5ADIA4
85 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.05ADIA1+1.5ADIB
86 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.05ADIA1
87 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.05ADIA2+1.5ADIB
88 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.05ADIA2
89 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.05ADIA3+1.5ADIB
90 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.05ADIA3
91 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.05ADIA4+1.5ADIB
92 X ELU1/ACIDCOMB/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+1.05ACID_V+1.05ADIA4
93 X FOGO/PERMVAR/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+0.45ACID_V+0.45ADIA1+0.45ADIB
94 X FOGO/PERMVAR/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+0.45ACID_V+0.45ADIA1
95 X FOGO/PERMVAR/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+0.45ACID_V+0.45ADIA2+0.45ADIB
96 X FOGO/PERMVAR/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+0.45ACID_V+0.45ADIA2
97 X FOGO/PERMVAR/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+0.45ACID_V+0.45ADIA3+0.45ADIB
98 X FOGO/PERMVAR/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+0.45ACID_V+0.45ADIA3
99 X FOGO/PERMVAR/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+0.45ACID_V+0.45ADIA4+0.45ADIB
100 X FOGO/PERMVAR/1.35PP_V+1.4PERM_V+1.4EMPU+0.45ACID_V+0.45ADIA4
101 X ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+EMPU+0.5ACID_V+0.3ADIA1+0.3ADIB
102 X ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+EMPU+0.5ACID_V+0.3ADIA2+0.3ADIB
103 X ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+EMPU+0.5ACID_V+0.3ADIA3+0.3ADIB
104 X ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+EMPU+0.5ACID_V+0.3ADIA4+0.3ADIB
105 X ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.5ADIA1+0.3ADIB
106 X ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.5ADIA2+0.3ADIB
107 X ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.5ADIA3+0.3ADIB
108 X ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.5ADIA4+0.3ADIB
109 X ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.3ADIA1+0.5ADIB
110 X ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.3ADIA2+0.5ADIB
111 X ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.3ADIA3+0.5ADIB
112 X ELS/CFREQ/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.3ADIA4+0.5ADIB
113 X ELS/CQPERM/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.3ADIA1+0.3ADIB
114 X ELS/CQPERM/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.3ADIA2+0.3ADIB
115 X ELS/CQPERM/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.3ADIA3+0.3ADIB
116 X ELS/CQPERM/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.3ADIA4+0.3ADIB
117 X COMBFLU/COMBFLU/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.3ADIA1+0.3ADIB
118 X COMBFLU/COMBFLU/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.3ADIA2+0.3ADIB
119 X COMBFLU/COMBFLU/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.3ADIA3+0.3ADIB
120 X COMBFLU/COMBFLU/PP_V+PERM_V+EMPU+0.3ACID_V+0.3ADIA4+0.3ADIB

Empresa filiada a:



Matriz de combinações - fatores de ponderação

As linhas representam combinações
As colunas representam casos simples

Caso	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
15		1.35	1.40	1.50	1.40									
16		1.35	1.40	1.50	1.40	1.05				1.05				
17		1.35	1.40	1.50	1.40	1.05								
18		1.35	1.40	1.50	1.40		1.05			1.05				
19		1.35	1.40	1.50	1.40		1.05							
20		1.35	1.40	1.50	1.40			1.05		1.05				
21		1.35	1.40	1.50	1.40			1.05						
22		1.35	1.40	1.50	1.40				1.05	1.05				
23		1.35	1.40	1.50	1.40				1.05					
24		1.35	1.40	1.05	1.40	1.50				1.05				
25		1.35	1.40	1.05	1.40	1.50								
26		1.35	1.40	1.05	1.40		1.50			1.05				
27		1.35	1.40	1.05	1.40		1.50							
28		1.35	1.40	1.05	1.40			1.50		1.05				
29		1.35	1.40	1.05	1.40			1.50						
30		1.35	1.40	1.05	1.40				1.50	1.05				
31		1.35	1.40	1.05	1.40				1.50					
32		1.35	1.40	1.05	1.40	1.05					1.50			
33		1.35	1.40	1.05	1.40	1.05								
34		1.35	1.40	1.05	1.40		1.05			1.50				
35		1.35	1.40	1.05	1.40		1.05							
36		1.35	1.40	1.05	1.40			1.05		1.50				
37		1.35	1.40	1.05	1.40			1.05						
38		1.35	1.40	1.05	1.40				1.05	1.50				
39		1.35	1.40	1.05	1.40				1.05					

Empresa filiada a:



40	1.35	1.40	0.45	1.40	0.45		0.45
41	1.35	1.40	0.45	1.40	0.45		
42	1.35	1.40	0.45	1.40		0.45	0.45
43	1.35	1.40	0.45	1.40		0.45	
44	1.35	1.40	0.45	1.40		0.45	0.45
45	1.35	1.40	0.45	1.40		0.45	
46	1.35	1.40	0.45	1.40		0.45	0.45
47	1.35	1.40	0.45	1.40		0.45	
48	1.00	1.00	0.50	1.00	0.30		0.30
49	1.00	1.00	0.50	1.00		0.30	0.30
50	1.00	1.00	0.50	1.00		0.30	0.30
51	1.00	1.00	0.50	1.00		0.30	0.30
52	1.00	1.00	0.30	1.00	0.50		0.30
53	1.00	1.00	0.30	1.00		0.50	0.30
54	1.00	1.00	0.30	1.00		0.50	0.30
55	1.00	1.00	0.30	1.00		0.50	0.30
56	1.00	1.00	0.30	1.00	0.30		0.50
57	1.00	1.00	0.30	1.00		0.30	0.50
58	1.00	1.00	0.30	1.00		0.30	0.50
59	1.00	1.00	0.30	1.00		0.30	0.50
60	1.00	1.00	0.30	1.00	0.30		0.30
61	1.00	1.00	0.30	1.00		0.30	0.30
62	1.00	1.00	0.30	1.00		0.30	0.30
63	1.00	1.00	0.30	1.00		0.30	0.30
64	1.00	1.00	0.30	1.00	0.30		0.30
65	1.00	1.00	0.30	1.00		0.30	0.30
66	1.00	1.00	0.30	1.00		0.30	0.30
67	1.00	1.00	0.30	1.00		0.30	0.30
68				1.40			1.35 1.40 1.50
69				1.40 1.05		1.05	1.35 1.40 1.50
70				1.40 1.05			1.35 1.40 1.50

Empresa filiada a:



71	1.40	1.05	1.05	1.35	1.40	1.50
72	1.40	1.05		1.35	1.40	1.50
73	1.40	1.05	1.05	1.35	1.40	1.50
74	1.40	1.05		1.35	1.40	1.50
75	1.40		1.05	1.35	1.40	1.50
76	1.40		1.05	1.35	1.40	1.50
77	1.40	1.50	1.05	1.35	1.40	1.05
78	1.40	1.50		1.35	1.40	1.05
79	1.40	1.50	1.05	1.35	1.40	1.05
80	1.40	1.50		1.35	1.40	1.05
81	1.40	1.50	1.05	1.35	1.40	1.05
82	1.40	1.50		1.35	1.40	1.05
83	1.40		1.50	1.35	1.40	1.05
84	1.40		1.50	1.35	1.40	1.05
85	1.40	1.05	1.50	1.35	1.40	1.05
86	1.40	1.05		1.35	1.40	1.05
87	1.40	1.05	1.50	1.35	1.40	1.05
88	1.40	1.05		1.35	1.40	1.05
89	1.40	1.05	1.50	1.35	1.40	1.05
90	1.40	1.05		1.35	1.40	1.05
91	1.40		1.05	1.35	1.40	1.05
92	1.40		1.05	1.35	1.40	1.05
93	1.40	0.45	0.45	1.35	1.40	0.45
94	1.40	0.45		1.35	1.40	0.45
95	1.40	0.45	0.45	1.35	1.40	0.45
96	1.40	0.45		1.35	1.40	0.45
97	1.40		0.45	1.35	1.40	0.45
98	1.40		0.45	1.35	1.40	0.45
99	1.40		0.45	1.35	1.40	0.45
100	1.40		0.45	1.35	1.40	0.45
101	1.00	0.30	0.30	1.00	1.00	0.50

Empresa filiada a:



102	1.00	0.30	0.30	1.00	1.00	0.50
103	1.00	0.30	0.30	1.00	1.00	0.50
104	1.00	0.30	0.30	1.00	1.00	0.50
105	1.00	0.50	0.30	1.00	1.00	0.30
106	1.00	0.50	0.30	1.00	1.00	0.30
107	1.00	0.50	0.30	1.00	1.00	0.30
108	1.00	0.50	0.30	1.00	1.00	0.30
109	1.00	0.30	0.50	1.00	1.00	0.30
110	1.00	0.30	0.50	1.00	1.00	0.30
111	1.00	0.30	0.50	1.00	1.00	0.30
112	1.00	0.30	0.50	1.00	1.00	0.30
113	1.00	0.30	0.30	1.00	1.00	0.30
114	1.00	0.30	0.30	1.00	1.00	0.30
115	1.00	0.30	0.30	1.00	1.00	0.30
116	1.00	0.30	0.30	1.00	1.00	0.30
117	1.00	0.30	0.30	1.00	1.00	0.30
118	1.00	0.30	0.30	1.00	1.00	0.30
119	1.00	0.30	0.30	1.00	1.00	0.30
120	1.00	0.30	0.30	1.00	1.00	0.30

Empresa filiada a:



Envoltórias

Os números mostrados são o das combinações que participam de cada envoltória

Grupo "ELU1" "Verificações de estado limite último - Vigas e lajes"

Casos: 50

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	68	69	70	71	72	73	74
75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92														

Grupo "ELU2" "Verificações de estado limite último - Pilares e fundações"

Casos: 50

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	68	69	70	71	72	73	74
75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92														

Grupo "FOGO" "Verificações em situação de incêndio"

Casos: 16

40	41	42	43	44	45	46	47	93	94	95	96	97	98	99	100
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

Grupo "ELS" "Verificações de estado limite de serviço"

Casos: 32

48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116

Grupo "COMBFLU" "Cálculo de fluência (método geral)"

Casos: 8

64	65	66	67	117	118	119	120
----	----	----	----	-----	-----	-----	-----

Grupo "LAJEPRO" "Combinações p/ flechas em lajes protendidas"

Casos: 0

Empresa filiada a:



MODELO ESTRUTURAL

Explicações

Na análise estrutural da obra de arte especial foi utilizado o 'Modelo 6' do sistema TQS. Este modelo consiste em um único modelo de cálculo.

A obra de arte especial será modelada por um pórtico espacial único, composto por elementos que simularão as vigas, as paredes e as lajes da estrutura. Desta forma, além das vigas e paredes, as lajes passarão a resistir parte dos esforços gerados pelas cargas horizontais, situação esta não flagrada em outros modelos do sistema TQS.

Os efeitos oriundos das ações verticais e horizontais nas vigas, paredes e lajes serão calculados com o pórtico espacial único.

Modelo estrutural dos pavimentos

A análise do comportamento estrutural dos pavimentos foi realizada através de modelos de grelha ou pórtico plano. Nestes modelos as lajes foram integralmente consideradas, junto com as vigas e os apoios formados pelos paredes existentes.

A seguir são apresentados o tipo de modelo estrutural utilizado em cada um dos pavimentos:

Pavimento	Descrição do Modelo	Modelo Estrutural
Laje Superior	Modelo de lajes planas	Pórtico (6 graus de liberdade)
Laje Inferior	Modelo de lajes planas	Pórtico (6 graus de liberdade)

Os esforços obtidos dos modelos estruturais dos pavimentos foram utilizados para o dimensionamento das lajes à flexão e cisalhamento.

Nestes modelos foi utilizado o módulo de elasticidade secante do concreto. A seguir são apresentados os valores utilizados para cada um dos pavimentos:

Pavimento	Módulo de elasticidade adotado (MPa)
Laje Superior	26838
Laje Inferior	26838

Modelo estrutural global

No modelo de pórtico foram incluídos todos os elementos principais da estrutura, ou seja, paredes e vigas, além da consideração do diafragma rígido formado nos planos de cada pavimento (lajes). A rigidez à flexão das lajes foi desprezada na análise de esforços horizontais.

Os pórticos espaciais foram modelados com todos os pavimentos da obra de arte especial, para a avaliação dos efeitos das ações horizontais e os efeitos de redistribuição de esforços em toda a estrutura devido aos carregamentos verticais.

As cargas verticais atuantes nas vigas e paredes do pórtico foram extraídas de modelos de grelha de cada um dos pavimentos.

Foram utilizados dois modelos de pórtico espacial em cada etapa construtiva: um específico para análises de Estado Limite Último - ELU e outro para o Estado Limite de Serviço - ELS. As características de cada um destes modelos são apresentadas a seguir.

Modelo ELU

O modelo ELU foi utilizado para obtenção dos esforços necessários para o dimensionamento e detalhamento dos elementos estruturais.

Modelo ELS

O modelo ELS foi utilizado para análise de deslocamento da obra de arte especial. Neste modelo a inércia utilizada para os elementos estruturais foi a bruta.

Deformação excessiva

Foi verificado conforme seção 13, item 13.3 da NBR 6118:2014.

Abertura de fissuras

Foi verificado conforme seção 13, item 13.4 da NBR 6118:2014.

Esforços de cálculo

Os esforços obtidos na análise de pórtico foram utilizados para o dimensionamento dos elementos estruturais.

No dimensionamento das armaduras das vigas é utilizada uma envoltória de esforços solicitantes de todas as combinações pertencentes ao grupo ELU1. Para o dimensionamento de armaduras das paredes são utilizadas todas as hipóteses de solicitações (combinações do grupo ELU2).

Empresa filiada a:

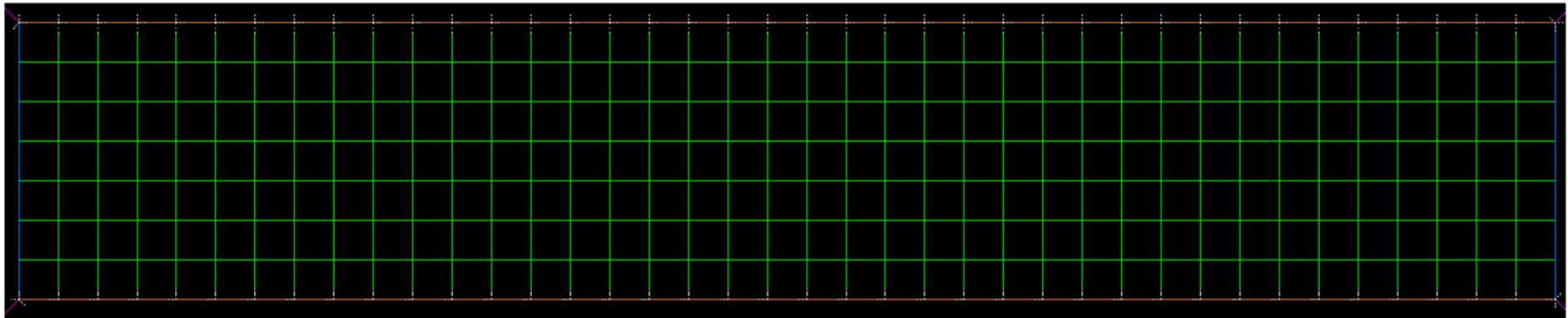


Discretização do Modelo Estrutural

Todos os elementos do modelo estrutural foram discretizados no modelo de barras. A seguir será apresentado a discretização utilizada em cada elemento:

- Laje Superior

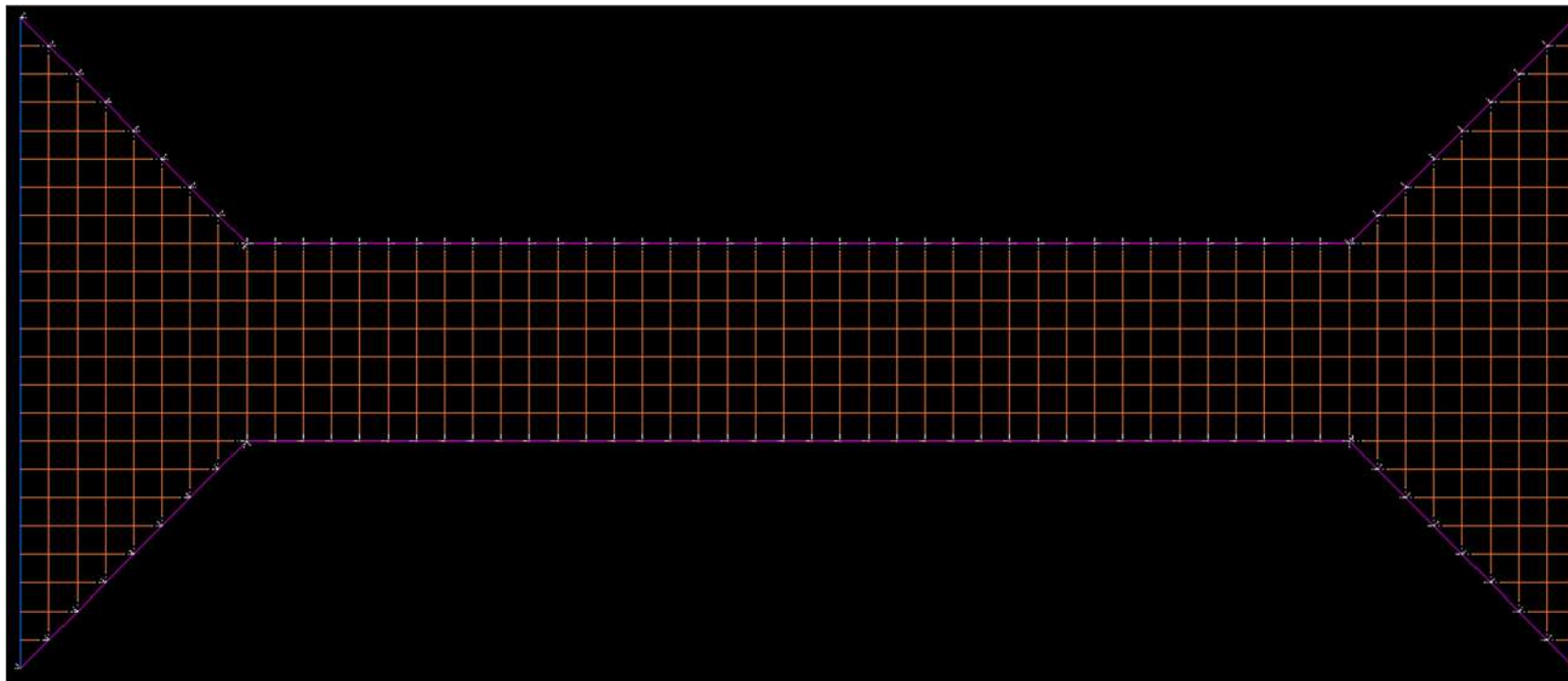
Grelha discretizada a cada 50 cm nas duas direções



- Laje Inferior

Grelha discretizada a cada 50 cm nas duas direções

Empresa filiada a:



- Paredes

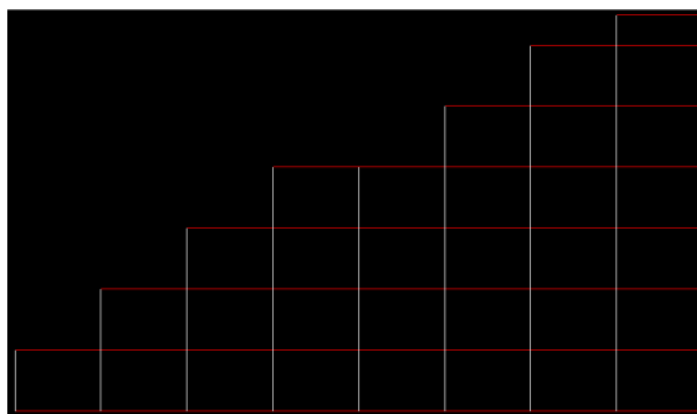
A grelha da vertical discretizada a cada 50 cm e a grelha da horizontal somente a barra superior esta com espaçamento de 25 cm, o restante a cada 50 cm.

Empresa filiada a:



- Alas

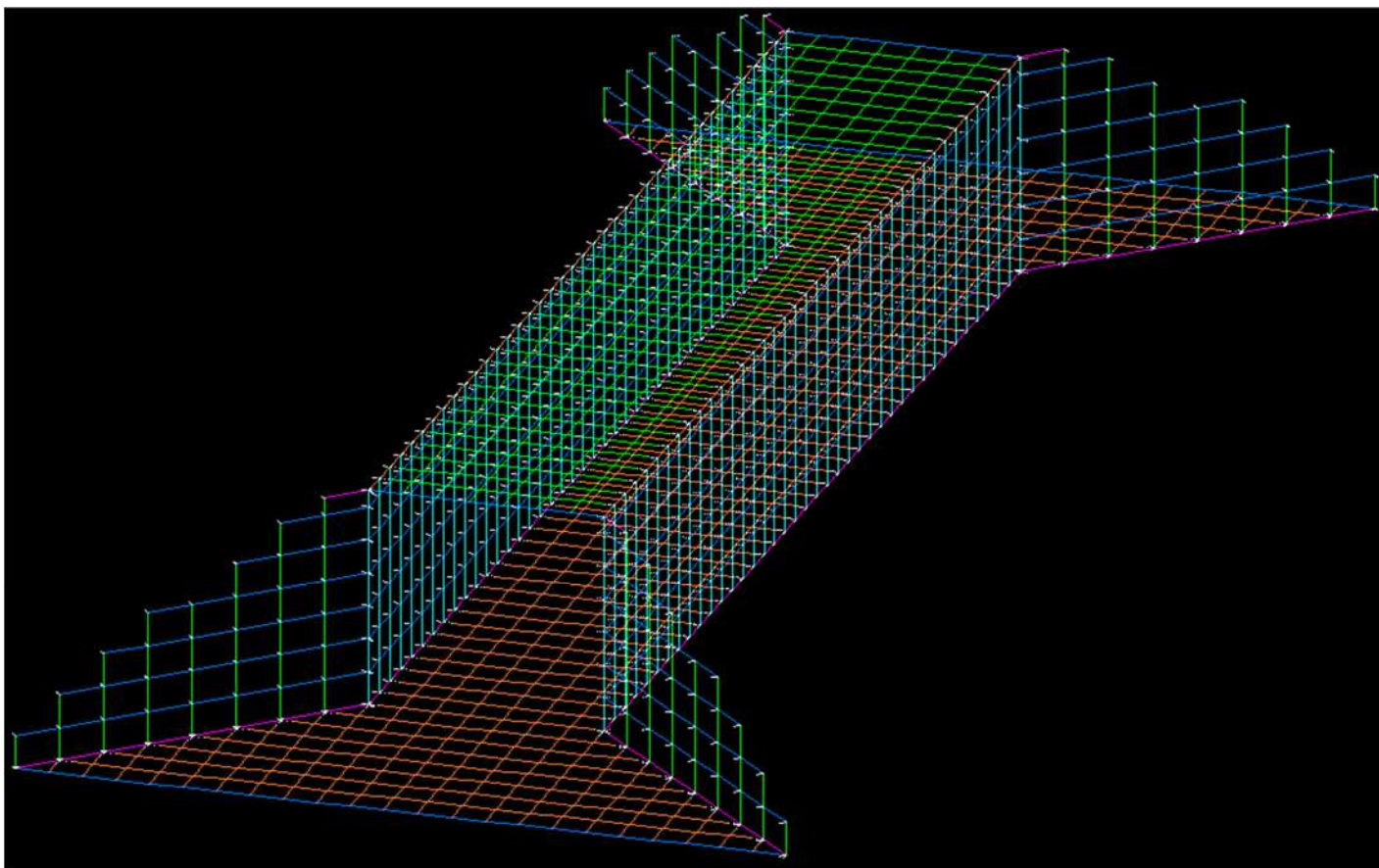
A grelha da vertical foi discretizada a cada 70 cm e a grelha da horizontal somente a barra superior esta com espaçamento de 25 cm, o restante a cada 50 cm.



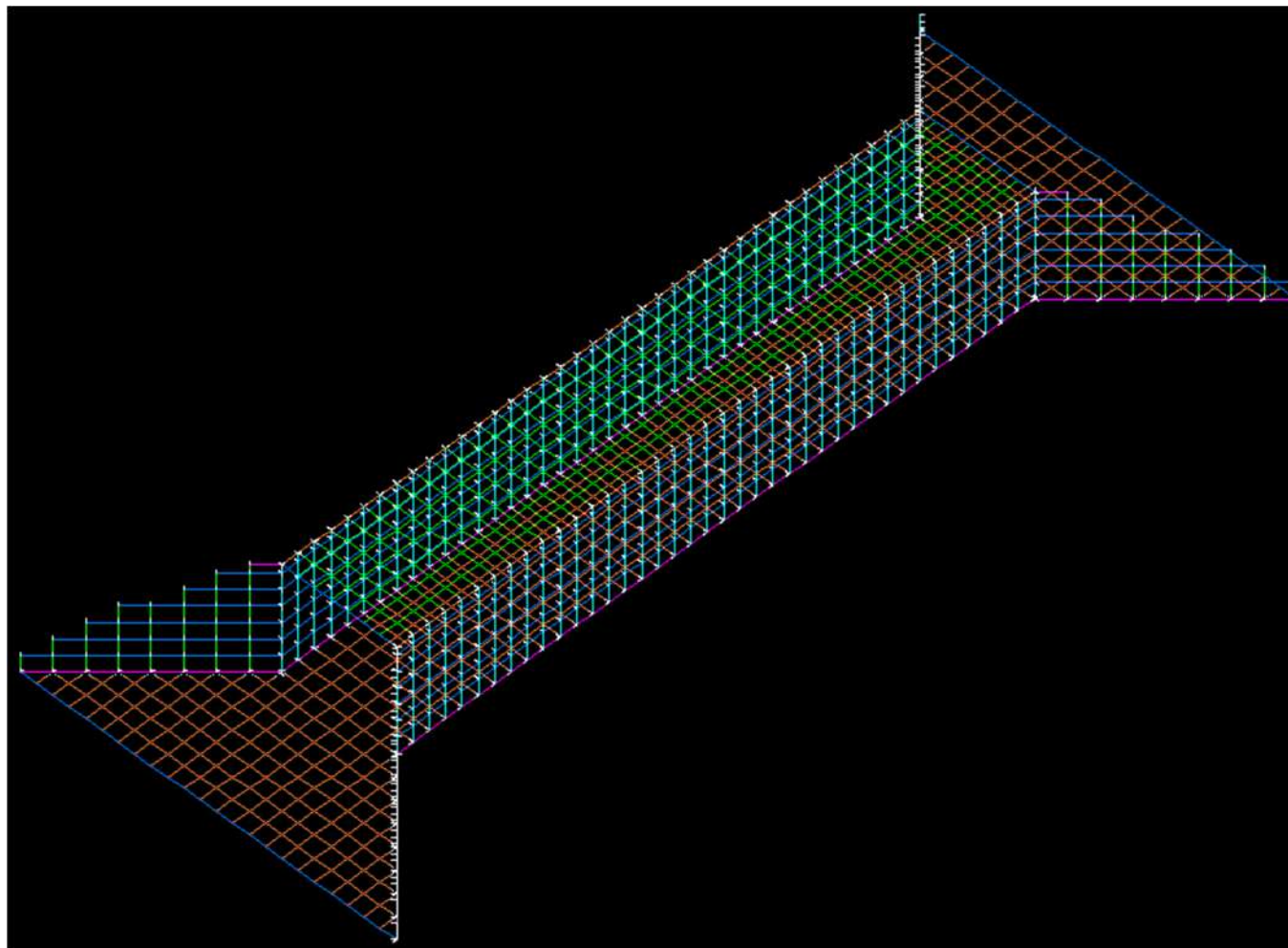
Empresa filiada a:



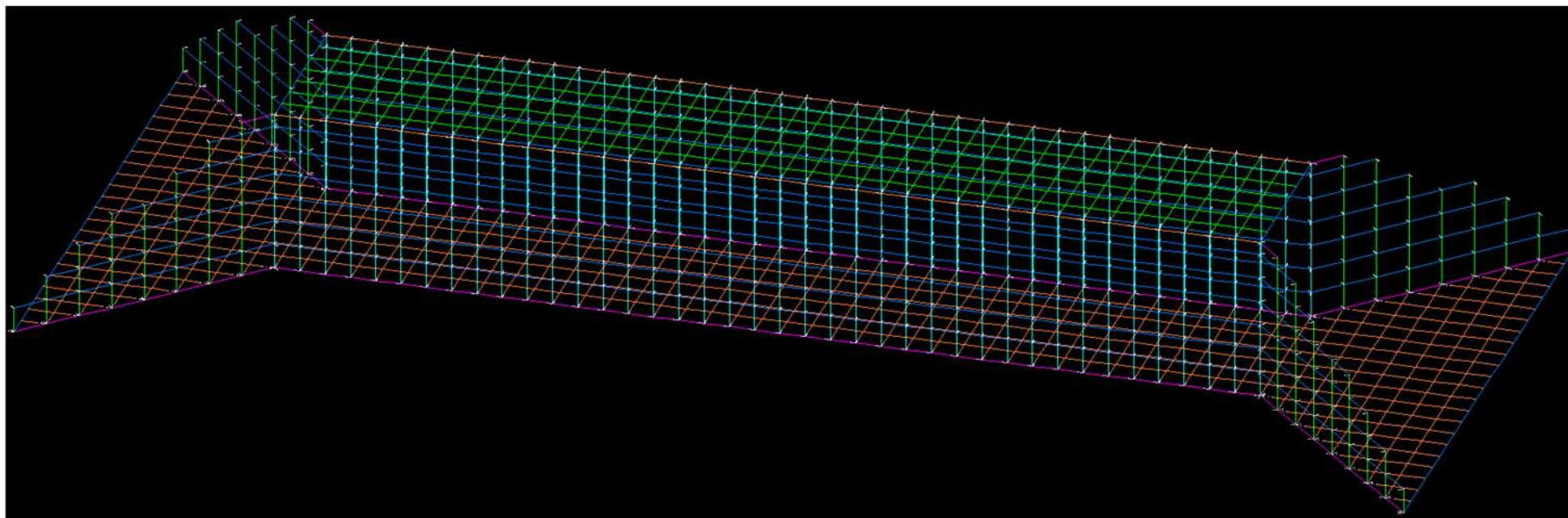
A seguir algumas imagem do modelo estrutural completo.



Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



MEMORIAL DE CÁLCULO

Todos os esforços apresentados a seguir são de cálculo

Todas imagens a seguir estão dispostas na seguinte ordem:

Imagem 1 – Diagrama de momento fletor em tf.m;

Imagem 2 – Diagrama de esforço normal em tf;

Imagem 3 – Dados utilizados para cálculo de cada seção por metro, os esforços foram convertidos dos diagramas por barras para esforço por metro;

Imagem 4 – Verificação de flexão composta oblíqua.

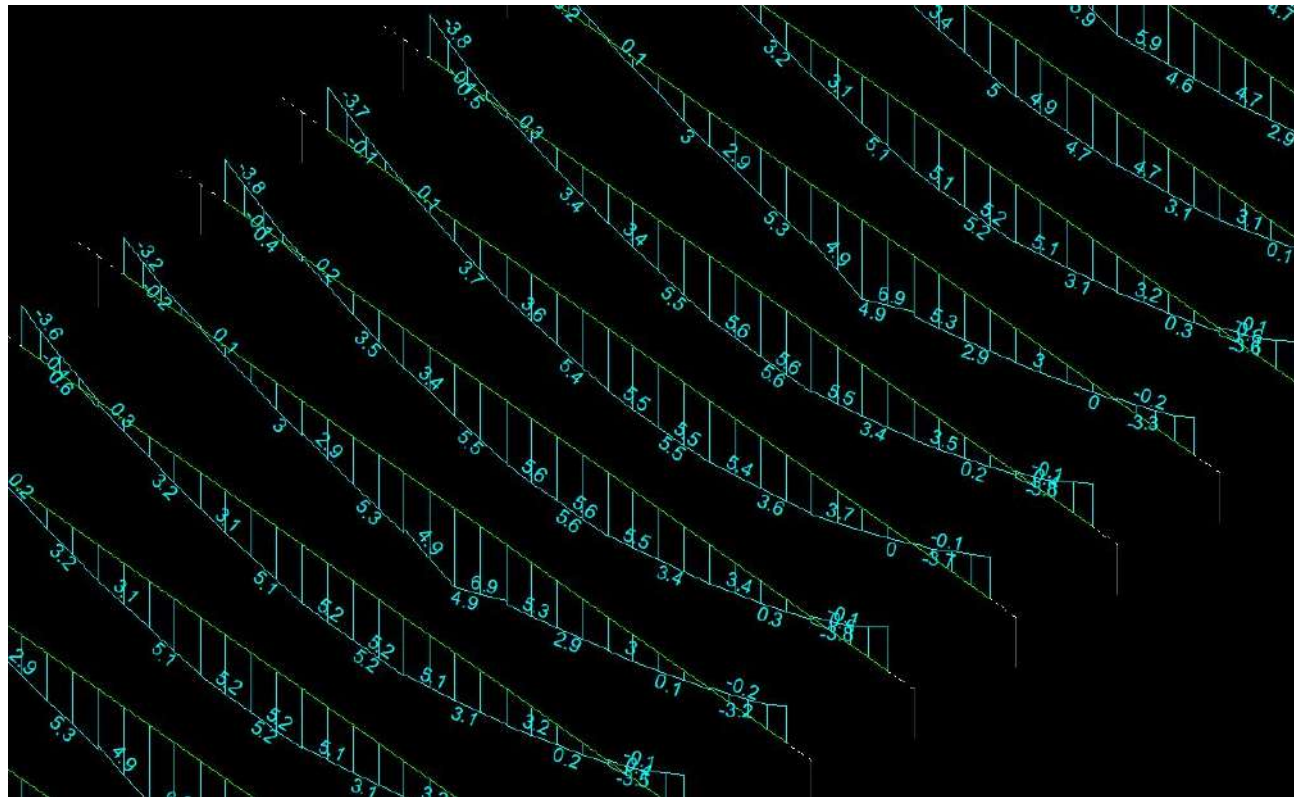
ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL



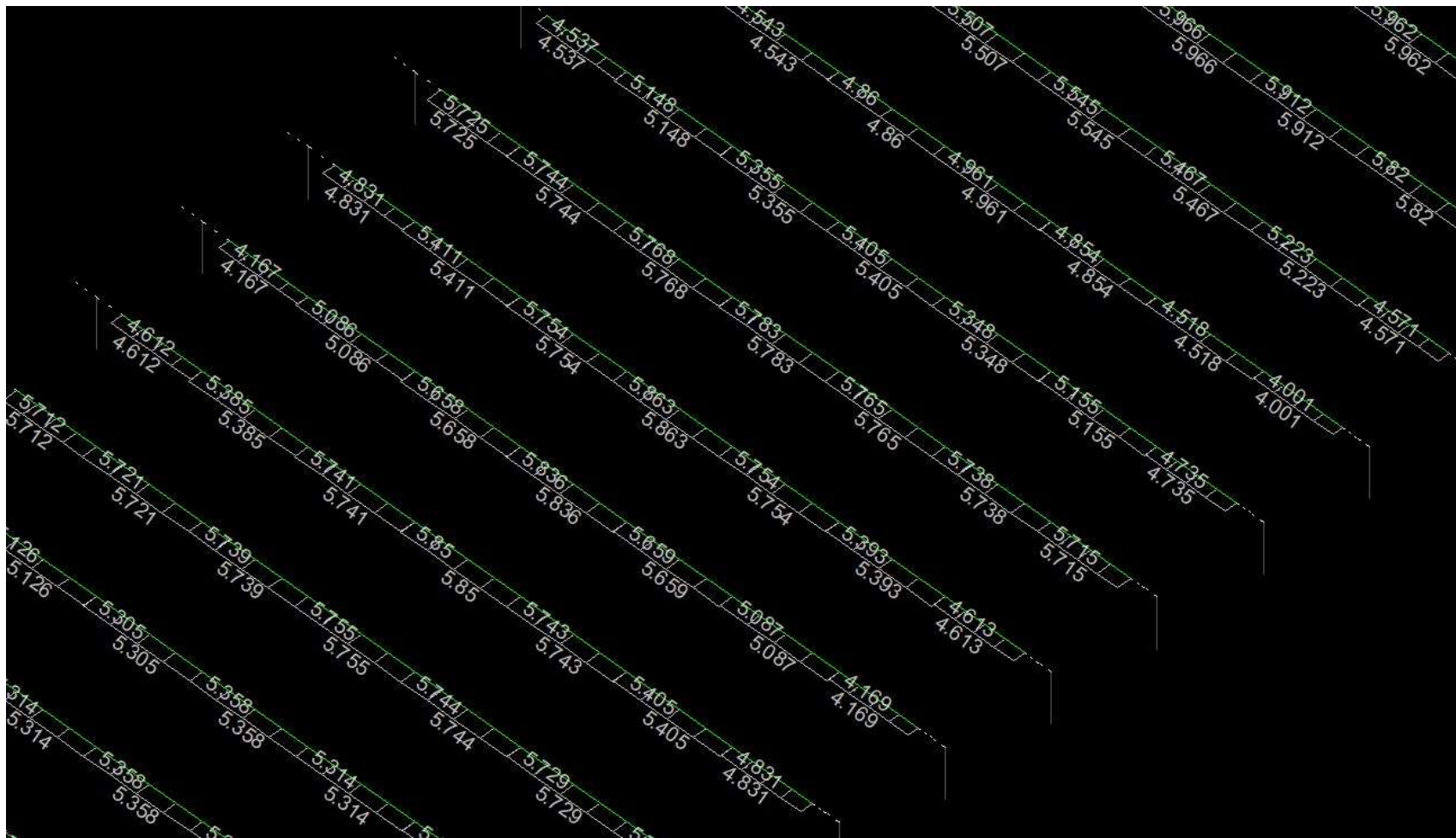
ABECE



- Face inferior



Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



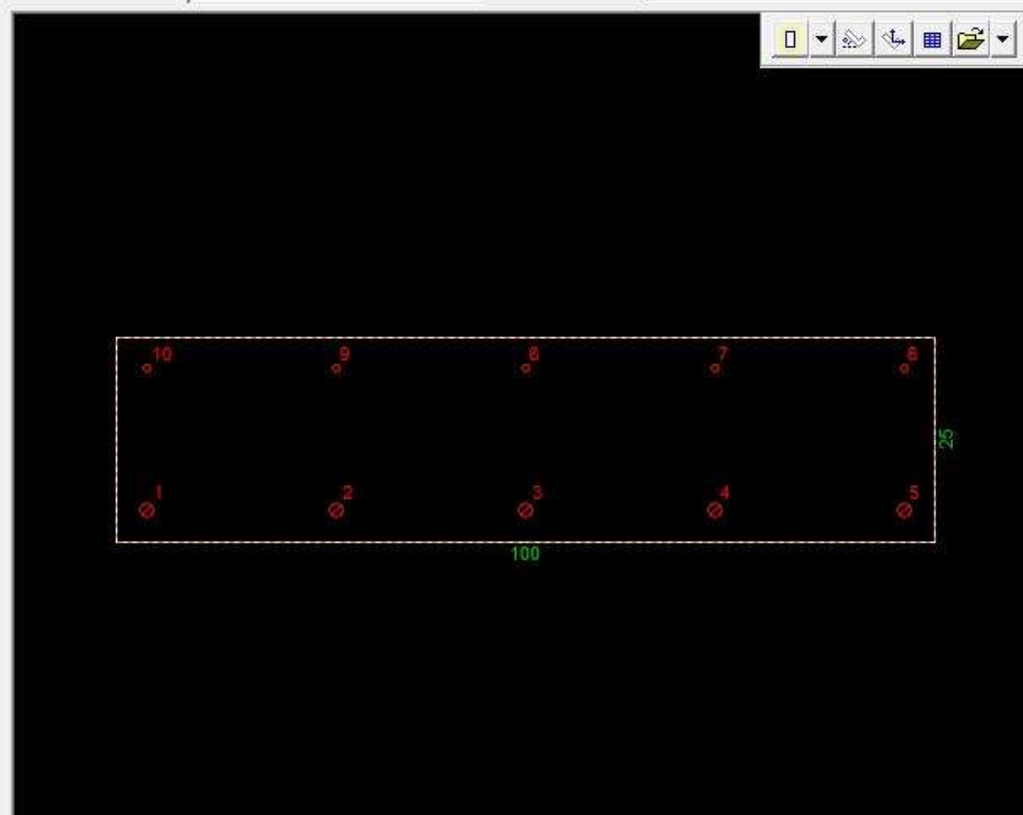
TOE Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados: [ELU] Curva de interação N, Mx, My | [ELU] Diagrama N, M, 1/r | [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção

Observação



Norma

ABNT NBR 6118

Armaduras

☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-46.2	3.8	2.6
2	-23.1	3.8	2.6
3	0	3.8	2.6
4	23.1	3.8	2.6
5	46.2	3.8	2.6
6	46.2	21.2	0.8
7	23.1	21.2	0.8
8	0	21.2	0.8
9	-23.1	21.2	0.8
10	-46.2	21.2	0.8

Materials (concreto e aço)

fck (MPa)

30

fyk (MPa)

500

γ_c

1.4

γ_s

1.15

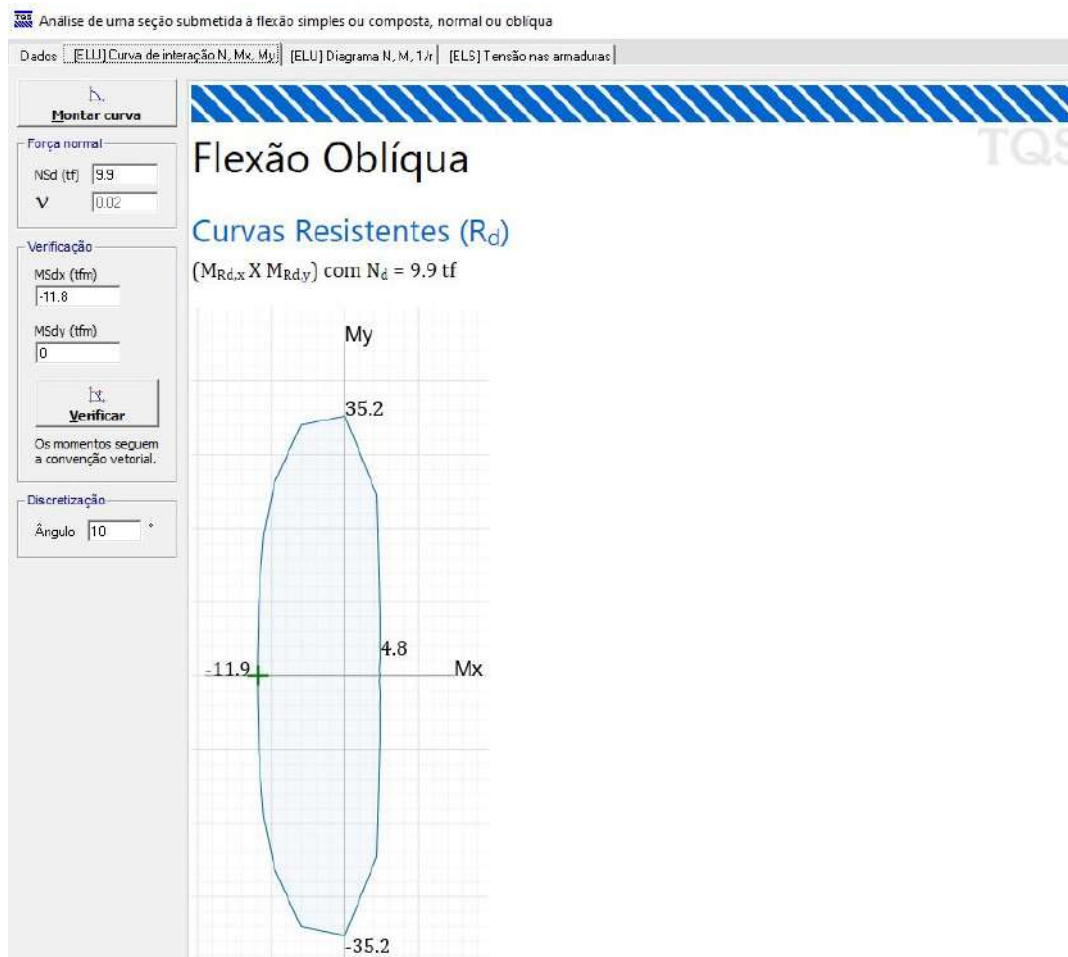
ϕ

0

Es (MPa)

210000

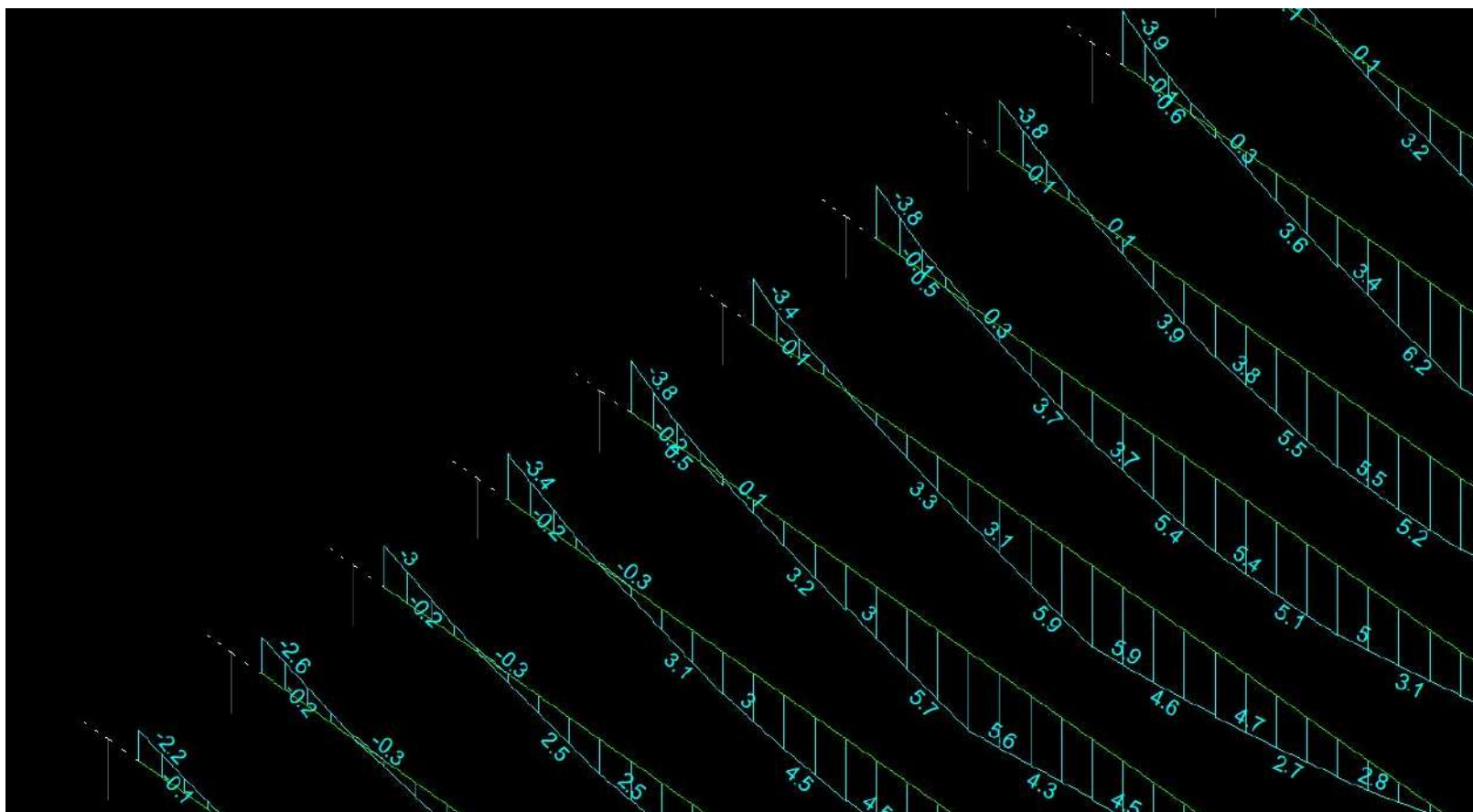
Empresa filiada a:



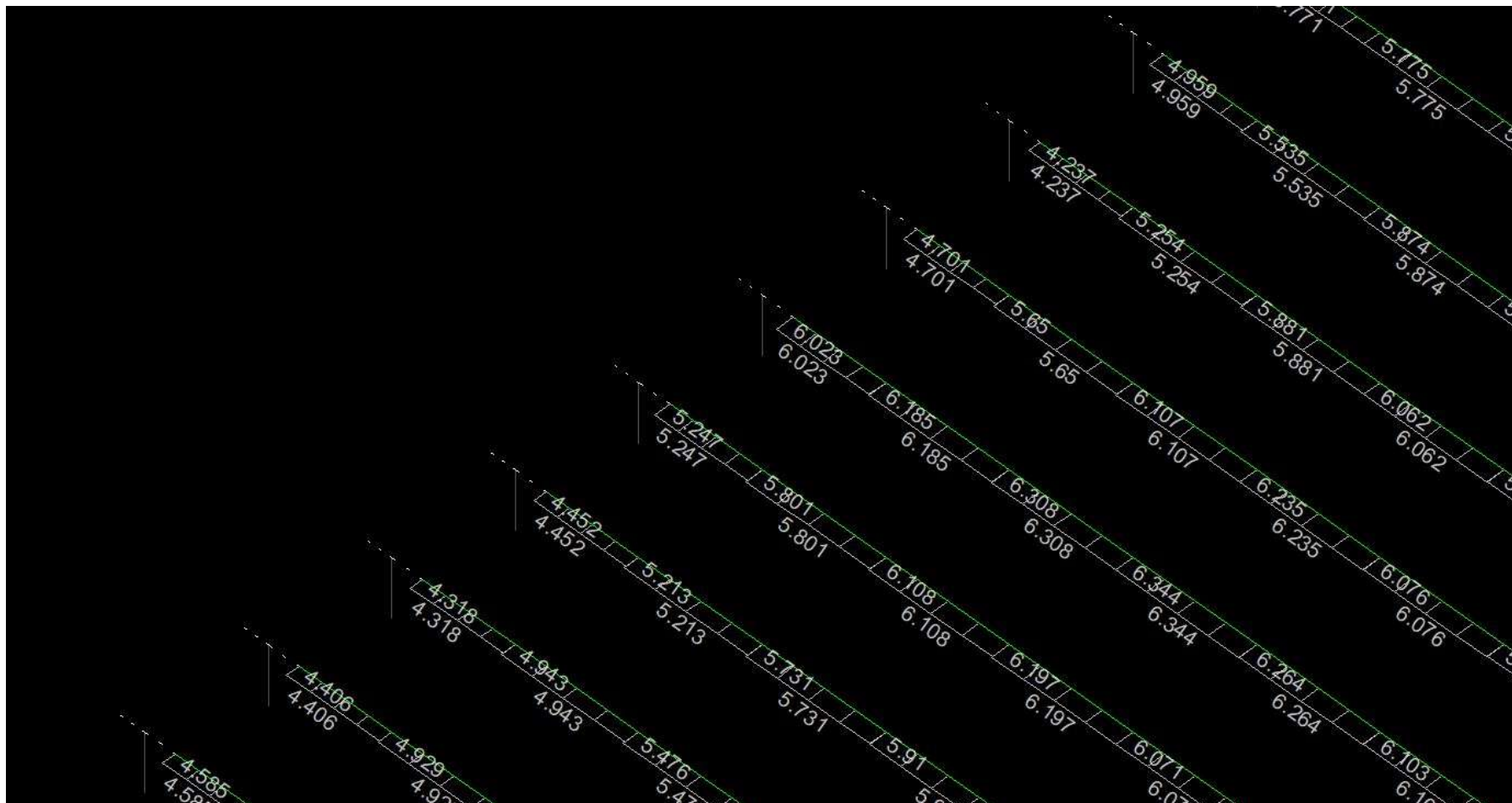
Empresa filiada a:



- Face superior



Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



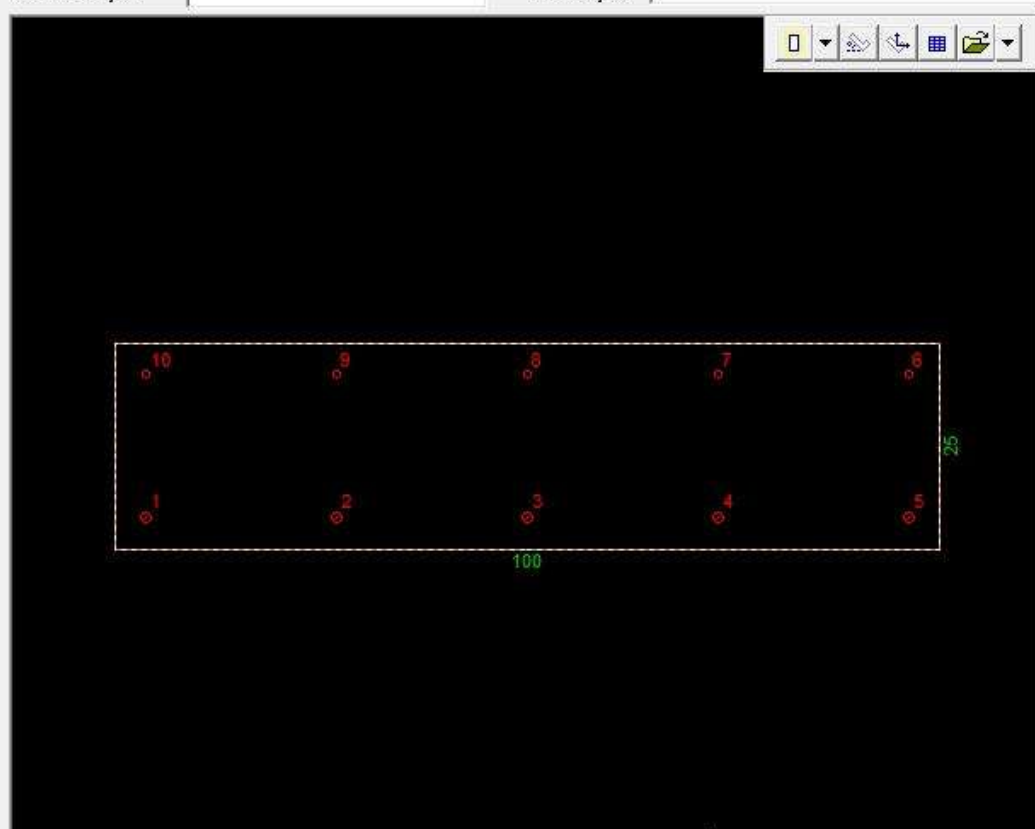
TOS Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados | [ELU] Curva de interação N, Mx, My | [ELU] Diagrama N, M, 1/r | [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm):

Título da seção

Observação



Norma

ABNT NBR 6118

Armaduras

☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-46.2	3.8	1.6
2	-23.1	3.8	1.6
3	0	3.8	1.6
4	23.1	3.8	1.6
5	46.2	3.8	1.6
6	46.2	21.2	0.8
7	23.1	21.2	0.8
8	0	21.2	0.8
9	-23.1	21.2	0.8
10	-46.2	21.2	0.8

Materiais (concreto e aço)

fck (MPa)

30

fyk (MPa)

500

γ_c

1.4

γ_s

1.15

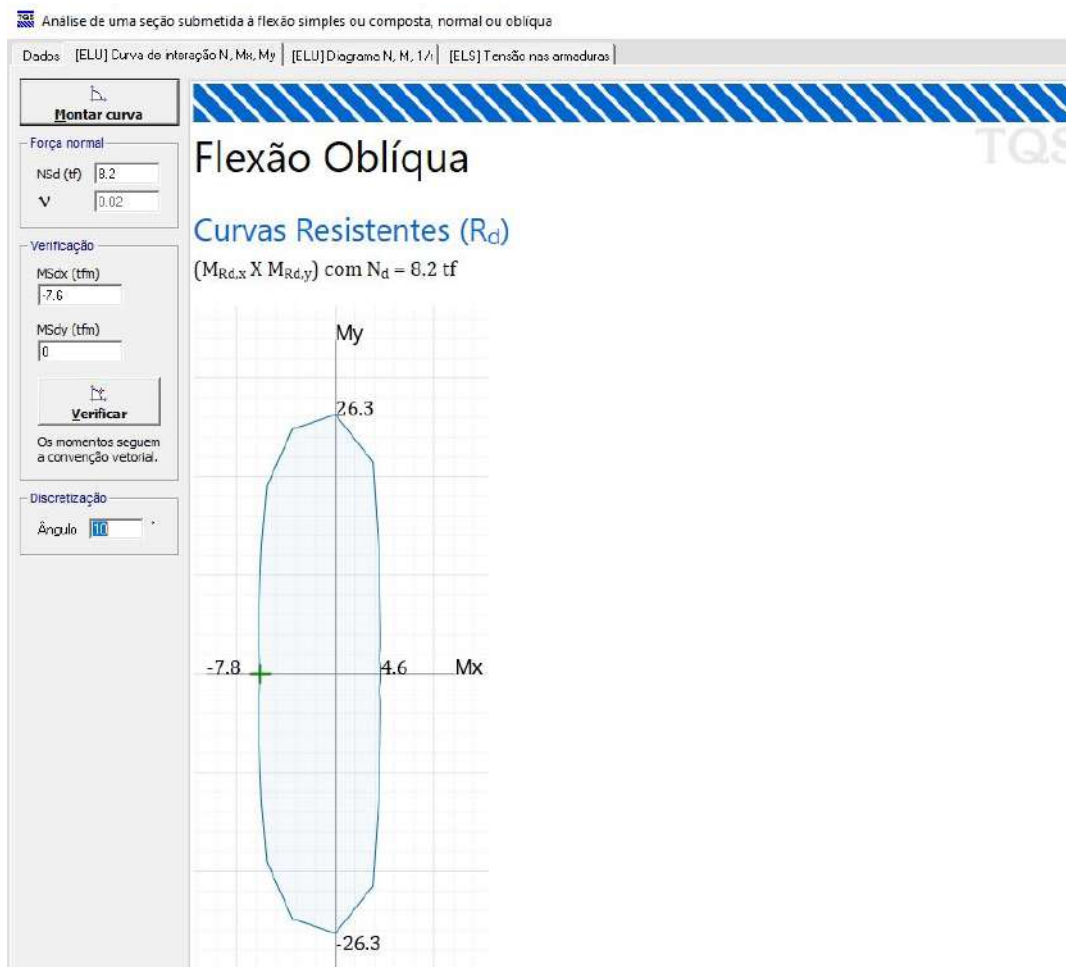
ϕ

0

Es (MPa)

210000

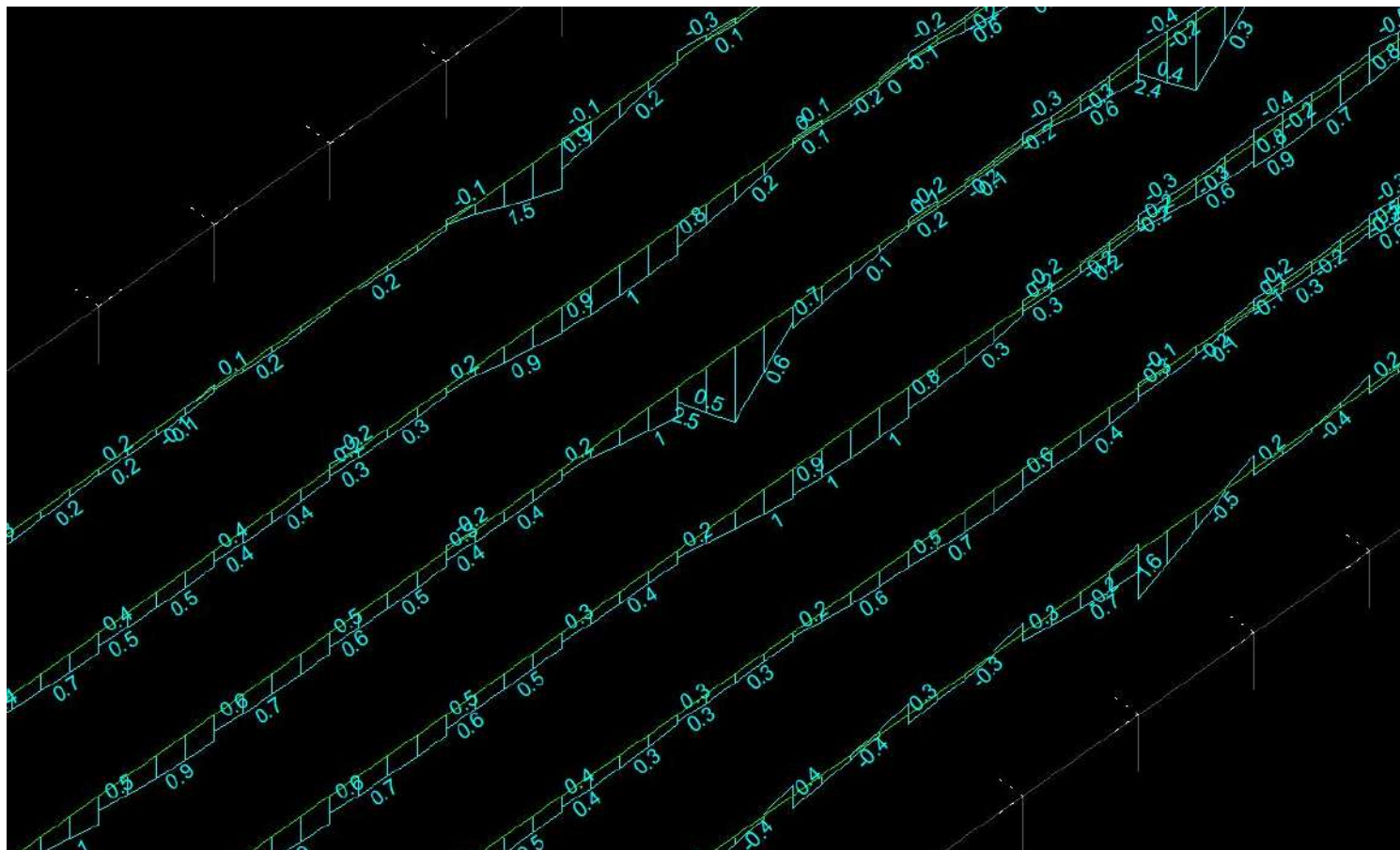
Empresa filiada a:



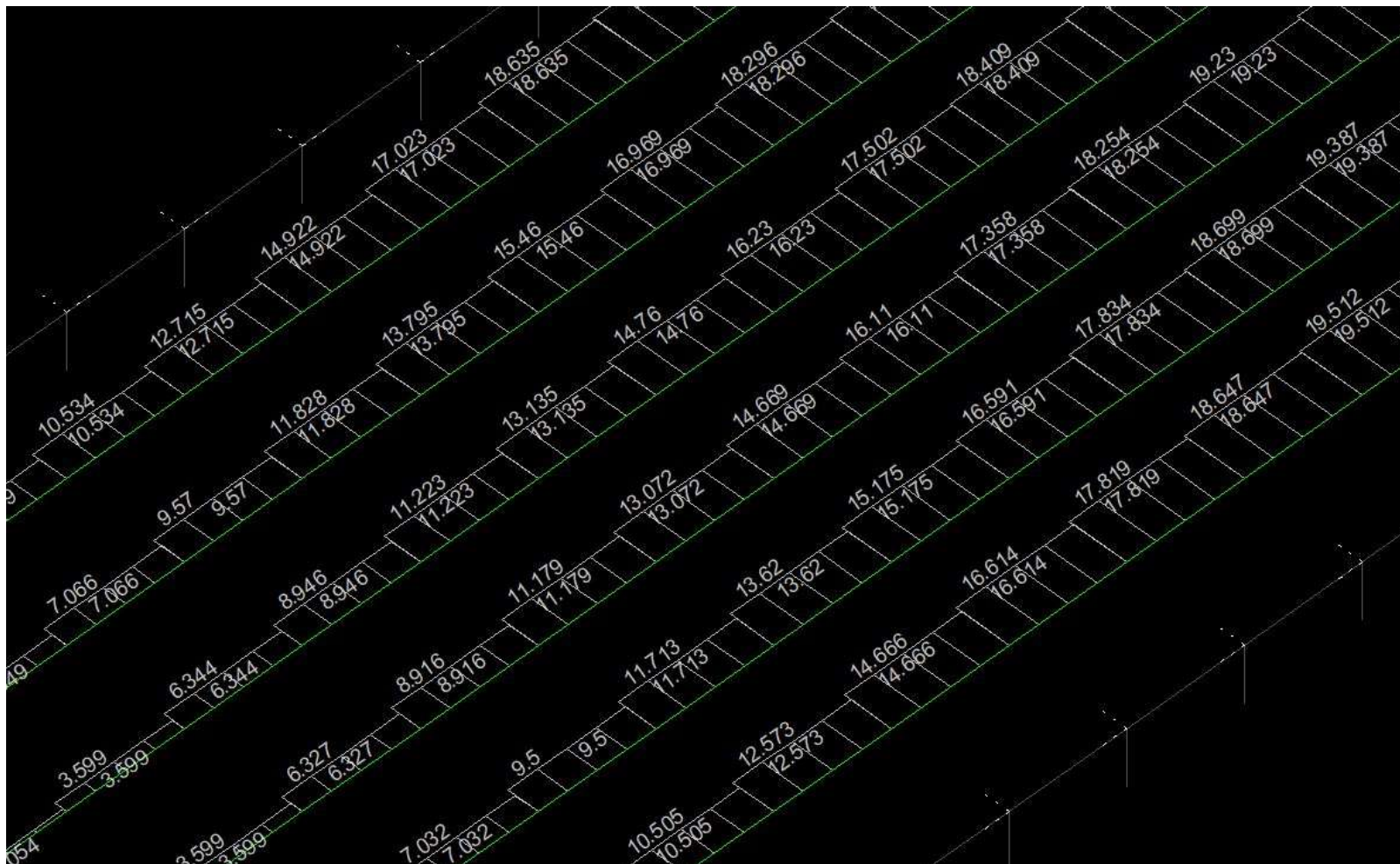
Empresa filiada a:



Direção Secundária



Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



T05 Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados [ELU] Curva de interação N, Mx, My | [ELU] Diagrama N, M, 1/r | [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção: Observação:

Norma: ABNT NBR 6118

Armaduras: ☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-46.2	3.8	0.8
2	-23.1	3.8	0.8
3	0	3.8	0.8
4	23.1	3.8	0.8
5	46.2	3.8	0.8
6	46.2	21.2	0.8
7	23.1	21.2	0.8
8	0	21.2	0.8
9	-23.1	21.2	0.8
10	-46.2	21.2	0.8

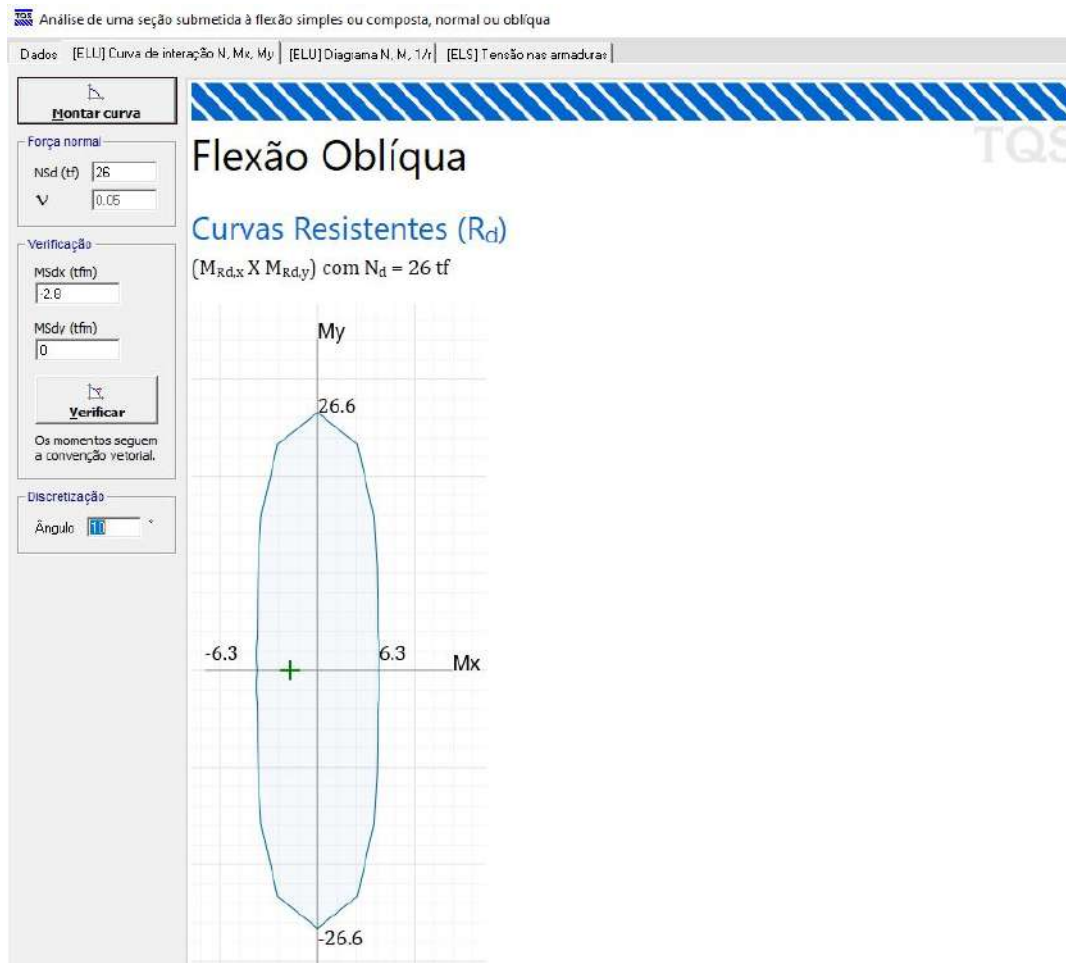
Materiais (concreto e aço)

f_{ck} (MPa): 30 f_{yk} (MPa): 500

γ_c: 1.4 γ_s: 1.15

Φ: 0 E_s (MPa): 210000

Empresa filiada a:



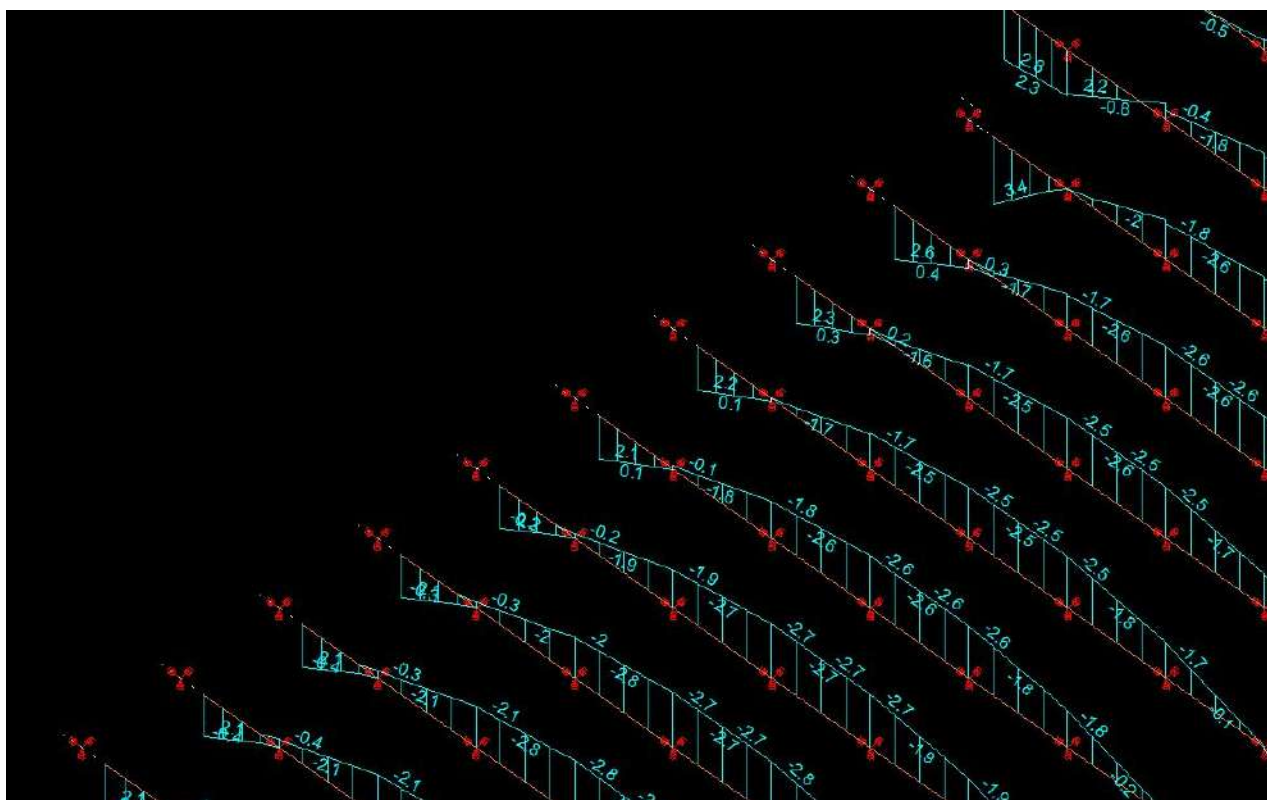
Empresa filiada a:



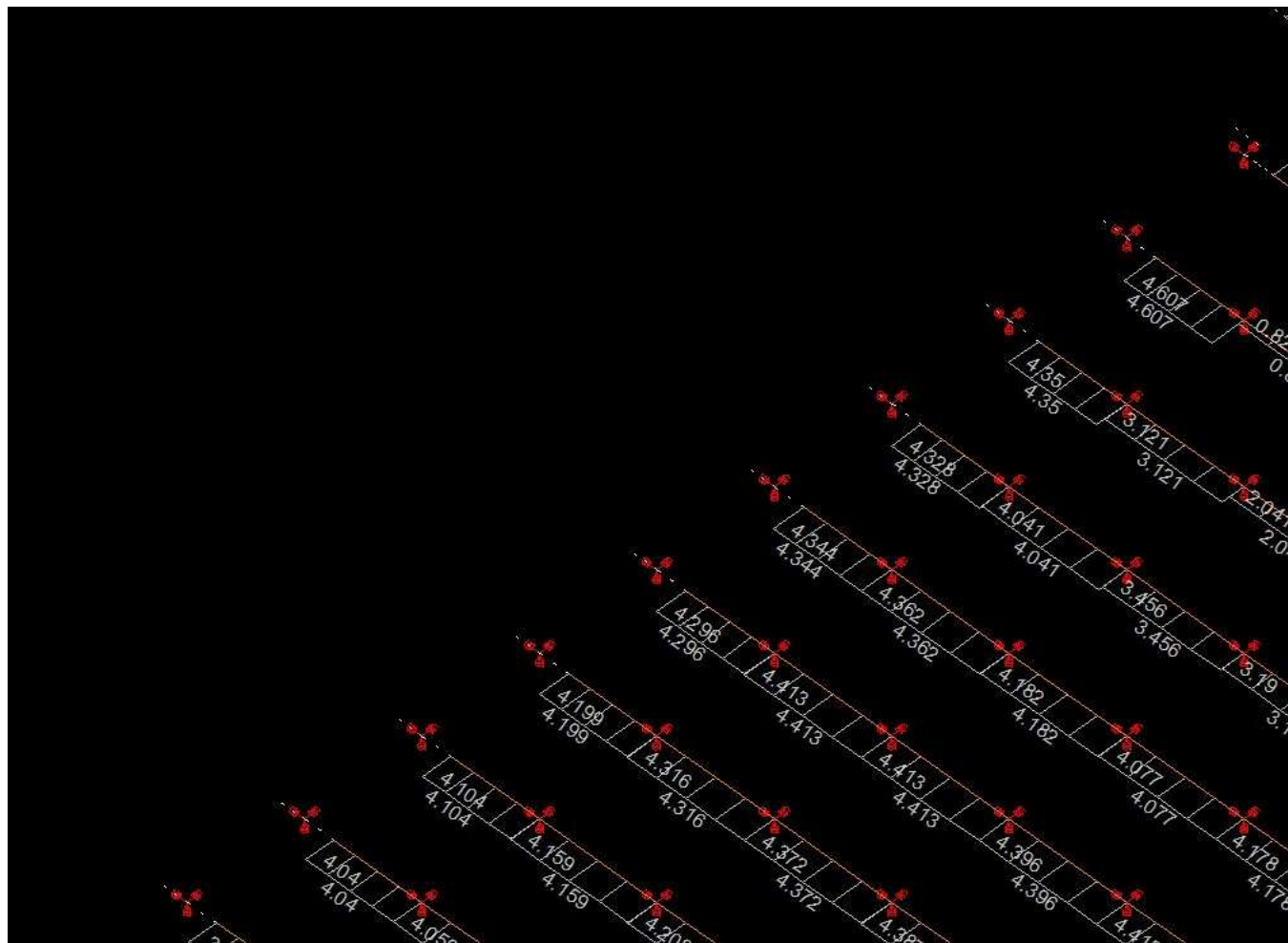
LAJE INFERIOR - BUEIRO

Direção Principal

- Face inferior



Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



TOS Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados [ELU] Curva de interação N, Mx, My [ELU] Diagrama N, M, 1/r [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção Observação

Norma

ABNT NBR 6118

Armaduras

☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-46.2	3.8	1.2
2	-23.1	3.8	1.2
3	0	3.8	1.2
4	23.1	3.8	1.2
5	46.2	3.8	1.2
6	46.2	21.2	0.8
7	23.1	21.2	0.8
8	0	21.2	0.8
9	-23.1	21.2	0.8
10	-46.2	21.2	0.8

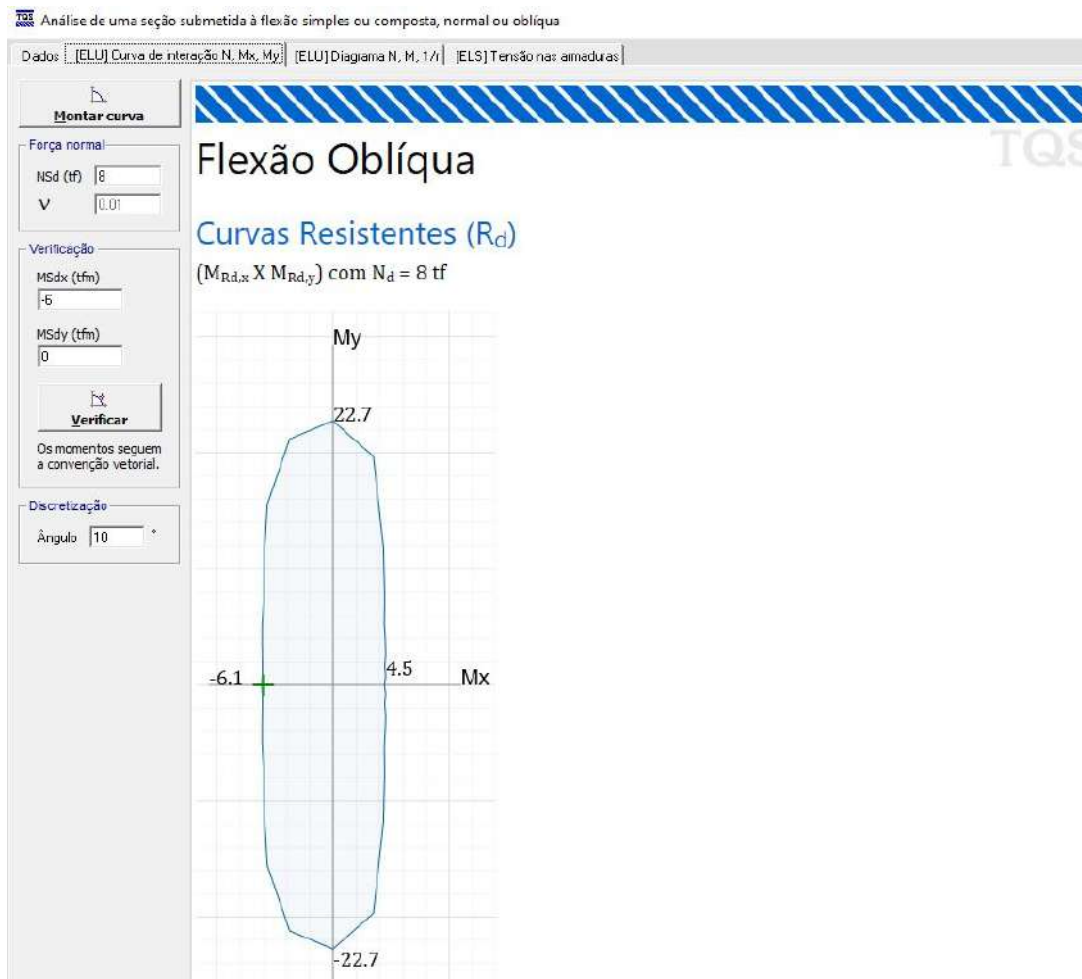
Materiais (concreto e aço)

fck (MPa) 30 fyk (MPa) 500

γ_c 1.4 γ_s 1.15

ϕ 0 Es (MPa) 210000

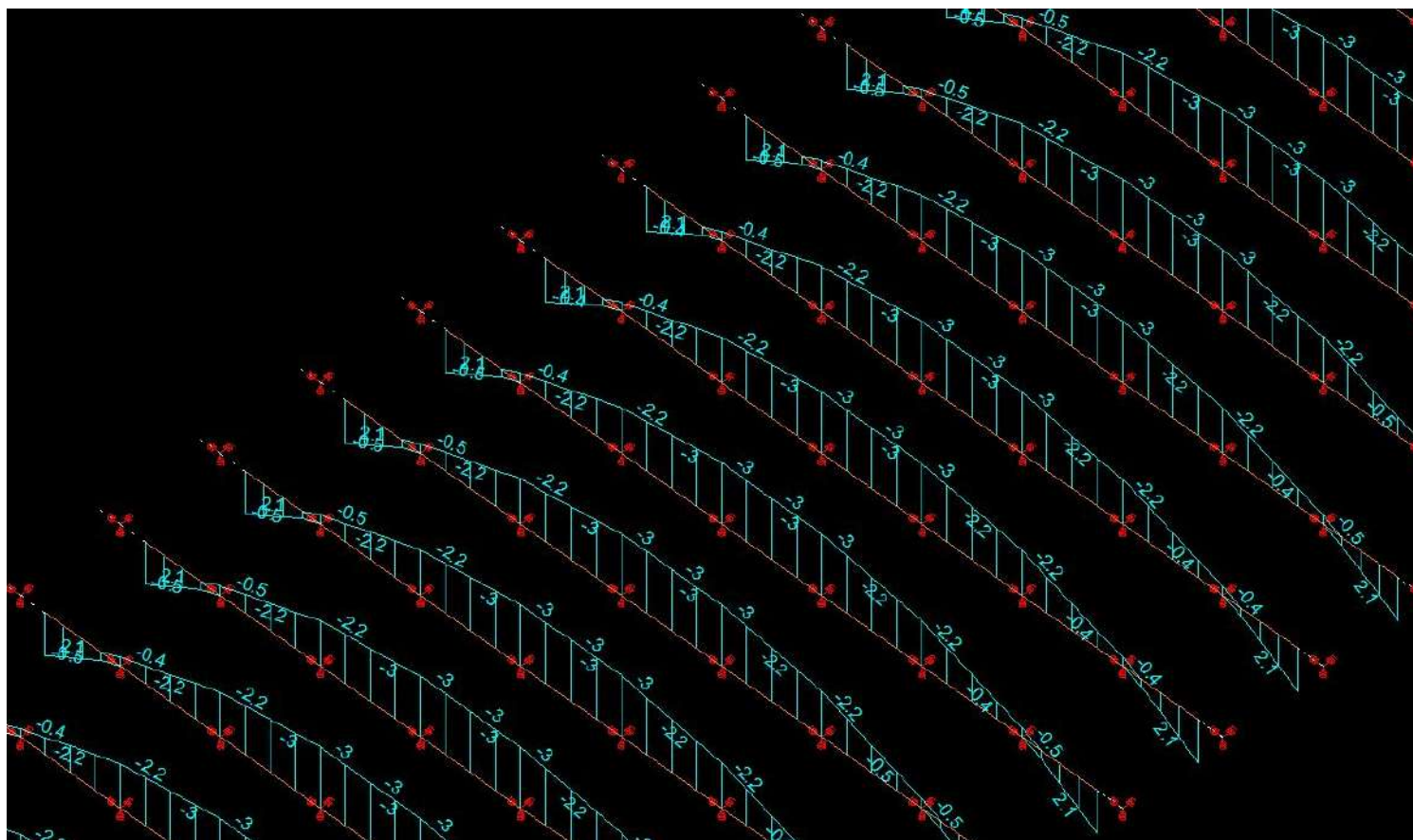
Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



- Face superior



Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



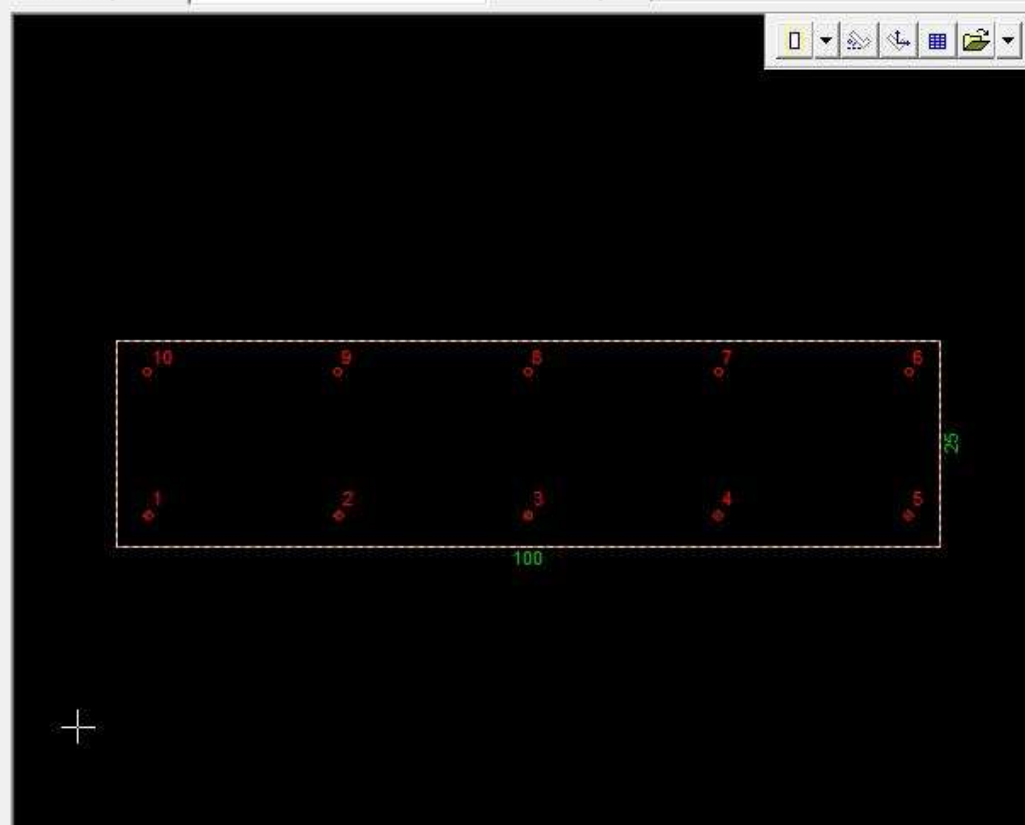
T05 Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados: [ELU] Curva de interação N, Mx, My | [ELU] Diagrama N, M, 1/r | [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção

Observação



Norma

ABNT NBR 6118

Armaduras

☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-46.2	3.8	1.2
2	-23.1	3.8	1.2
3	0	3.8	1.2
4	23.1	3.8	1.2
5	46.2	3.8	1.2
6	46.2	21.2	0.8
7	23.1	21.2	0.8
8	0	21.2	0.8
9	-23.1	21.2	0.8
10	-46.2	21.2	0.8

Materiais (concreto e aço)

fck (MPa)

30

fyk (MPa)

500

γ_c

1.4

γ_s

1.15

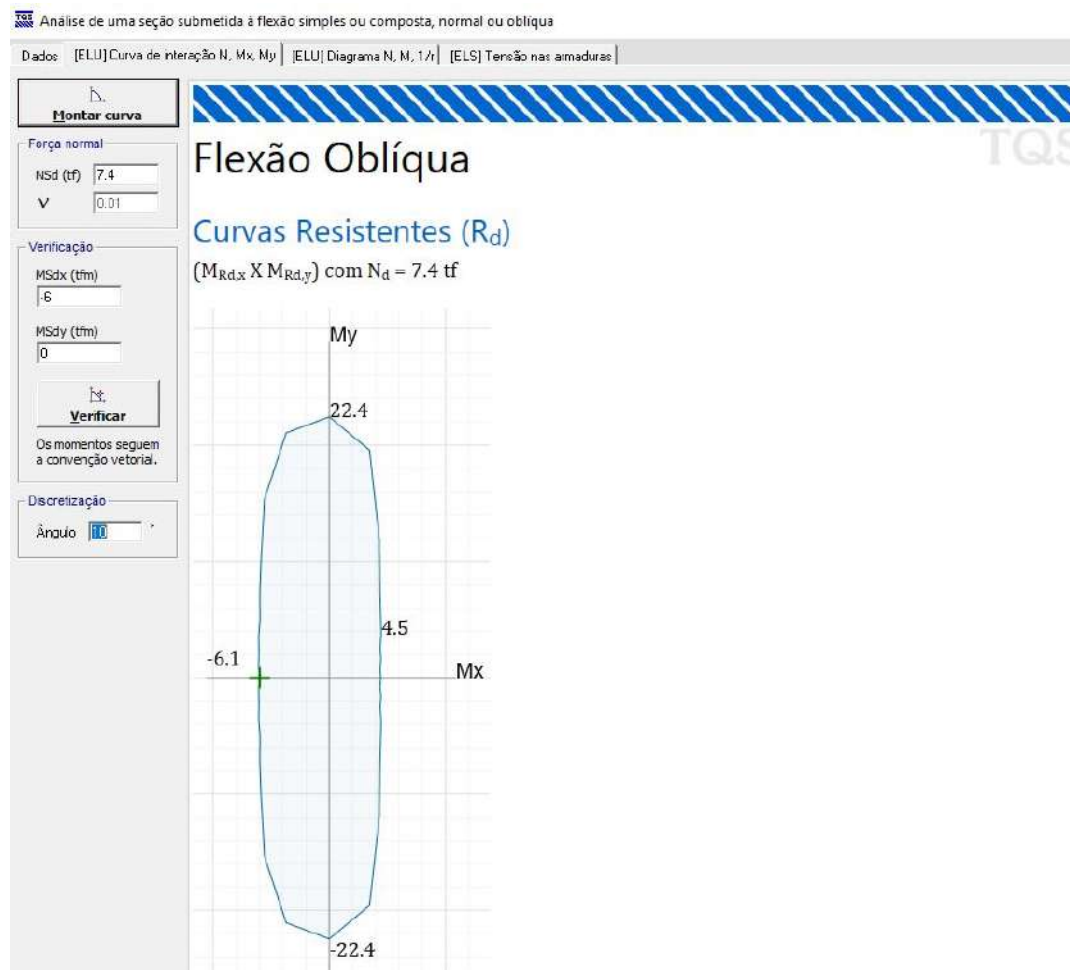
ϕ

0

Es (MPa)

210000

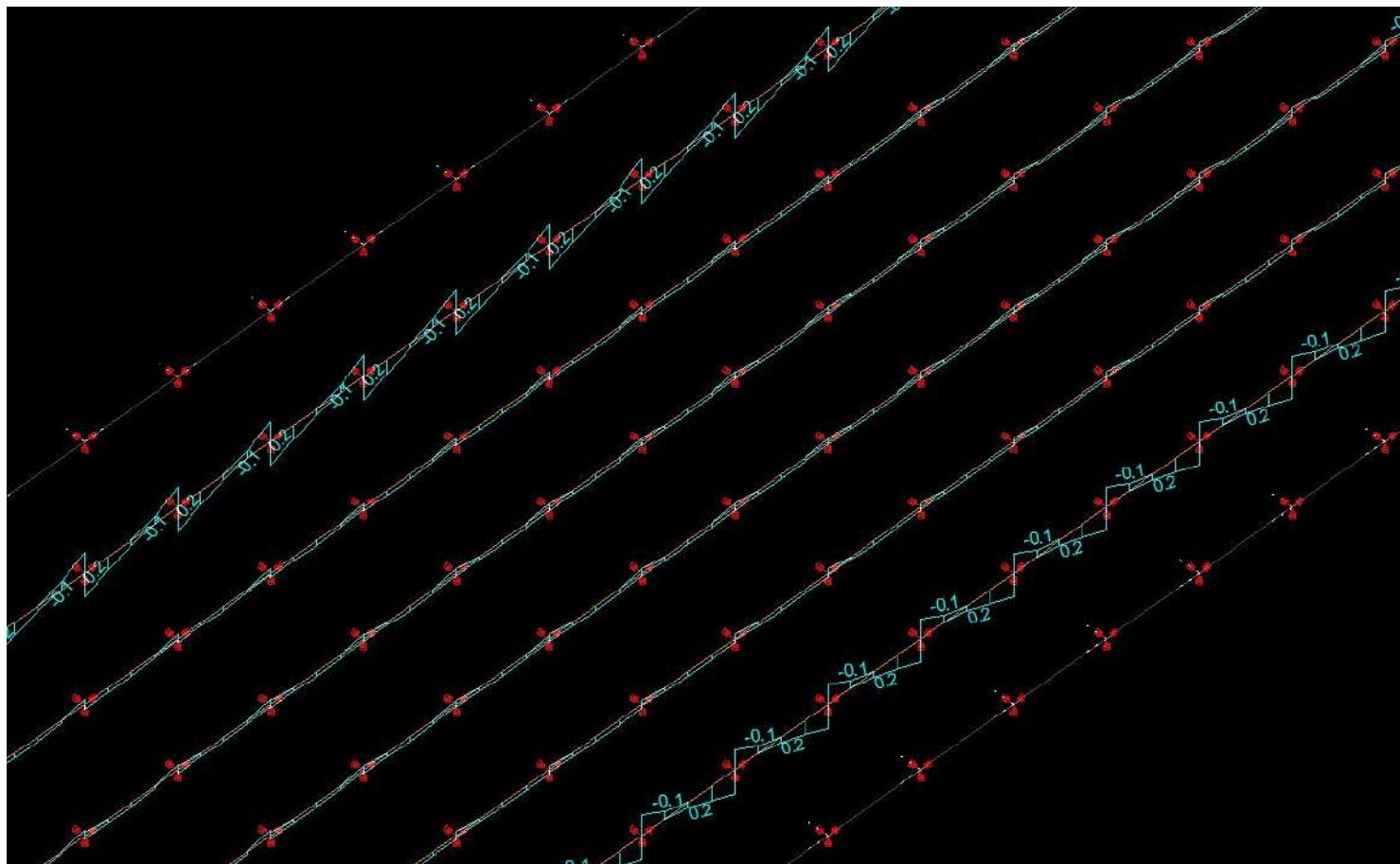
Empresa filiada a:



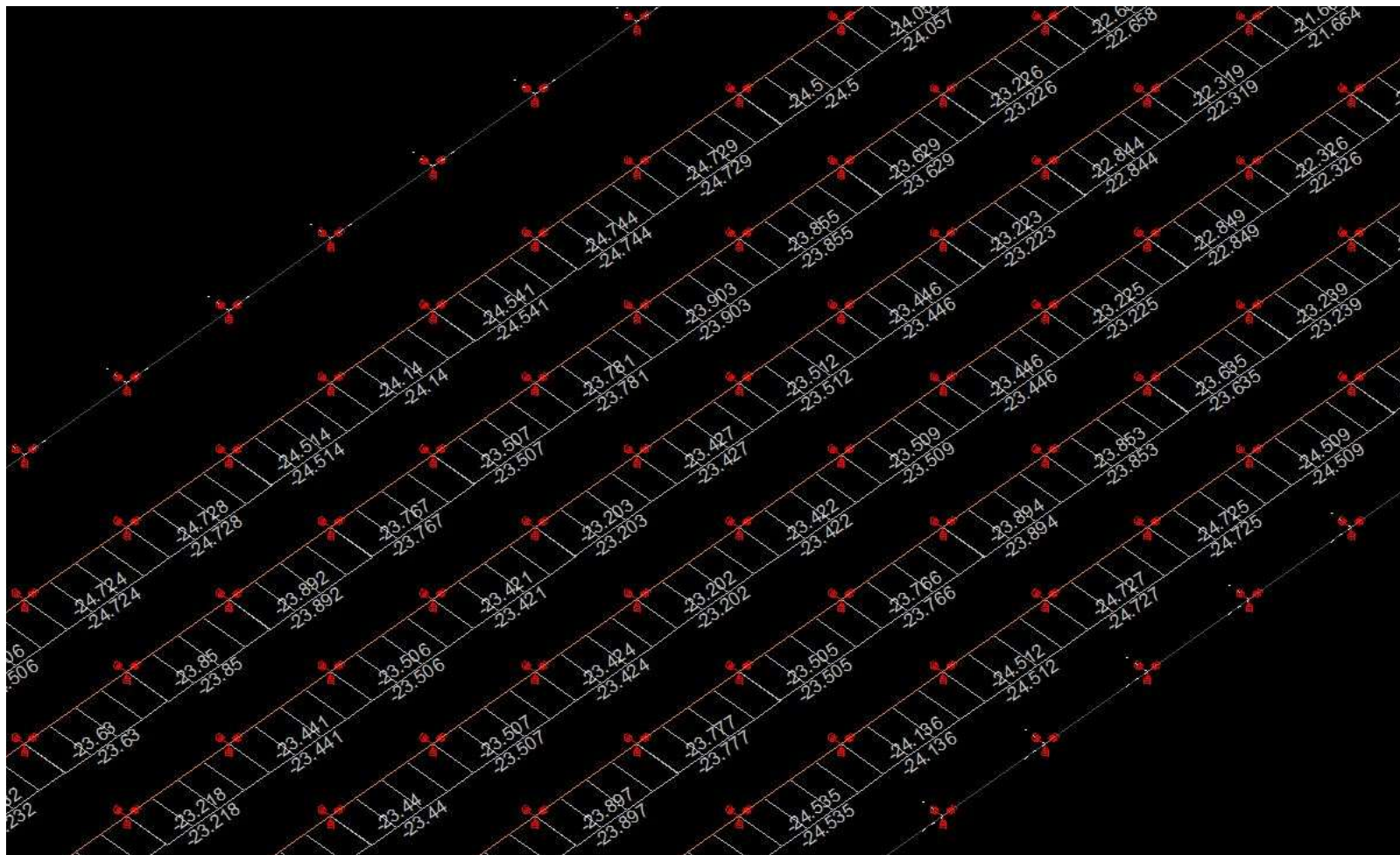
Empresa filiada a:



Direção Secundária



Empresa filiada a:



Empresa filiada a:

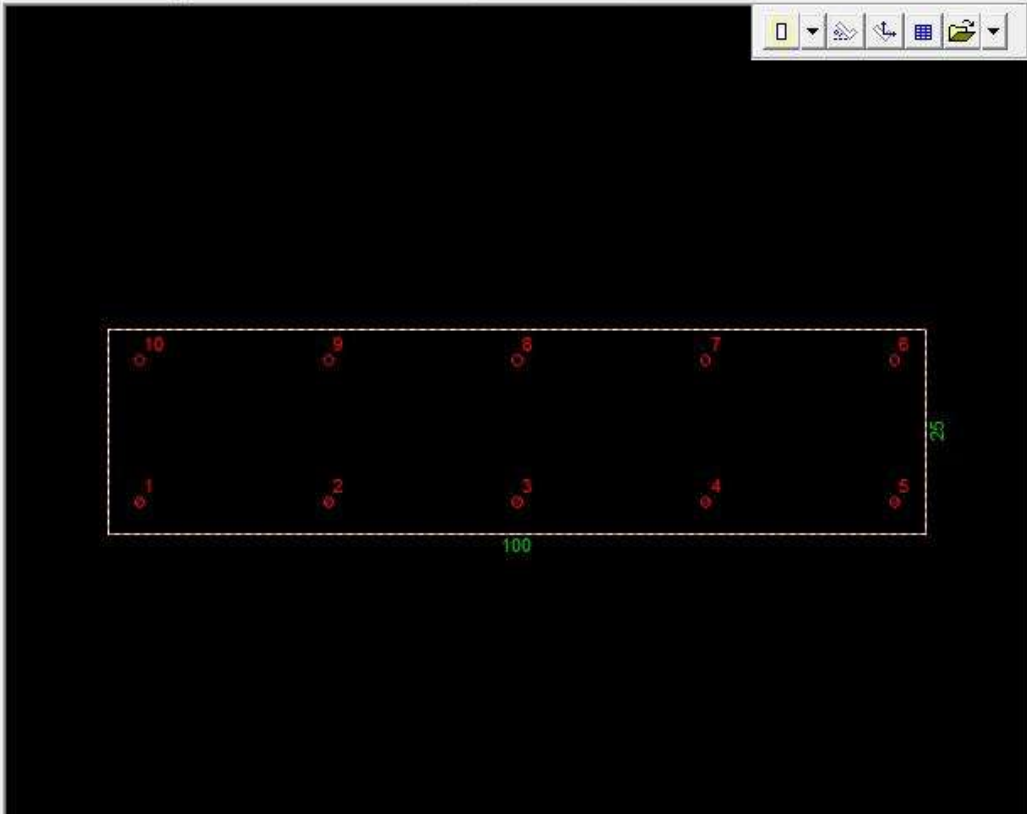


TOS Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados [ELU] Curva de interação N, Mx, My [ELU] Diagrama N, M, 1/r [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção Observação



Norma

ABNT NBR 6118

Armaduras

☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-46,2	3,8	1,3
2	-23,1	3,8	1,3
3	0	3,8	1,3
4	23,1	3,8	1,3
5	46,2	3,8	1,3
6	46,2	21,2	1,3
7	23,1	21,2	1,3
8	0	21,2	1,3
9	-23,1	21,2	1,3
10	-46,2	21,2	1,3

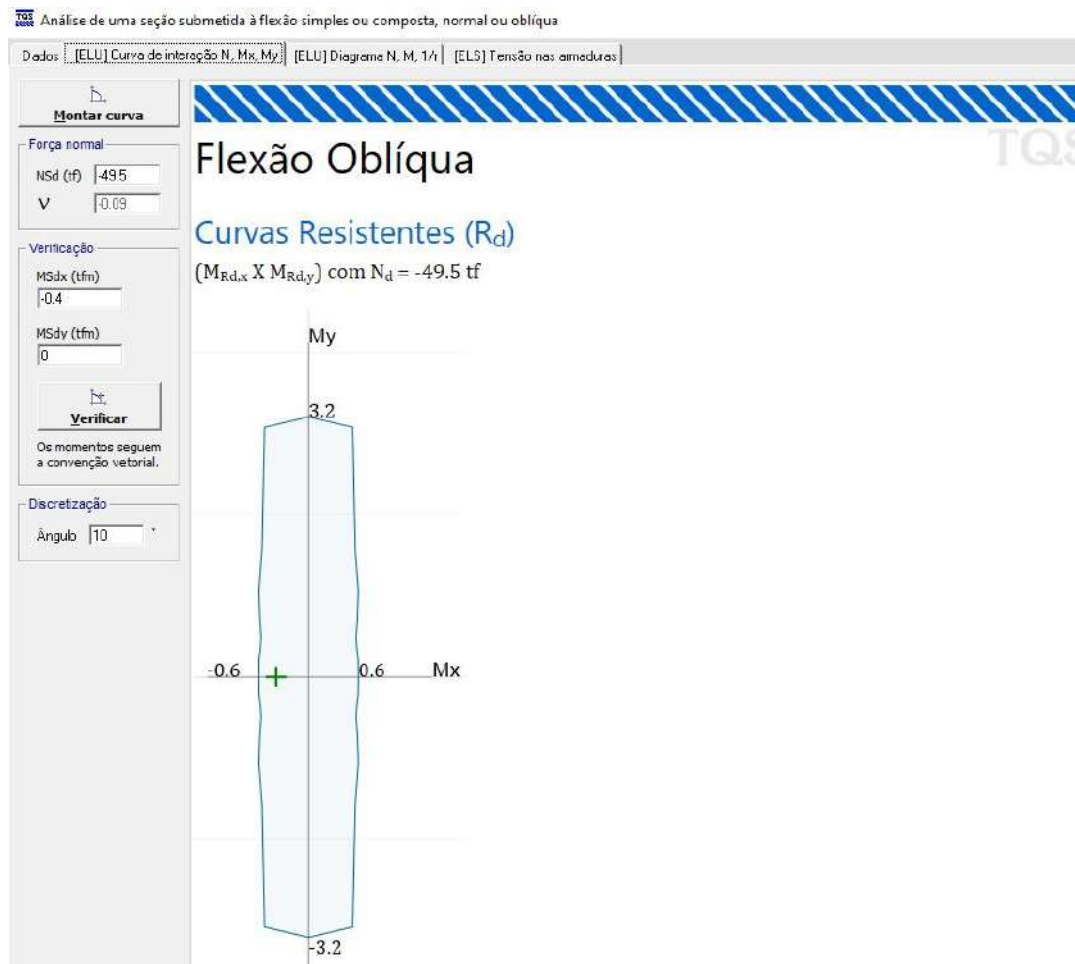
Materiais (concreto e aço)

fck (MPa) 30 fyk (MPa) 500

γ_c 1,4 γ_s 1,15

ϕ 0 Es (MPa) 210000

Empresa filiada a:



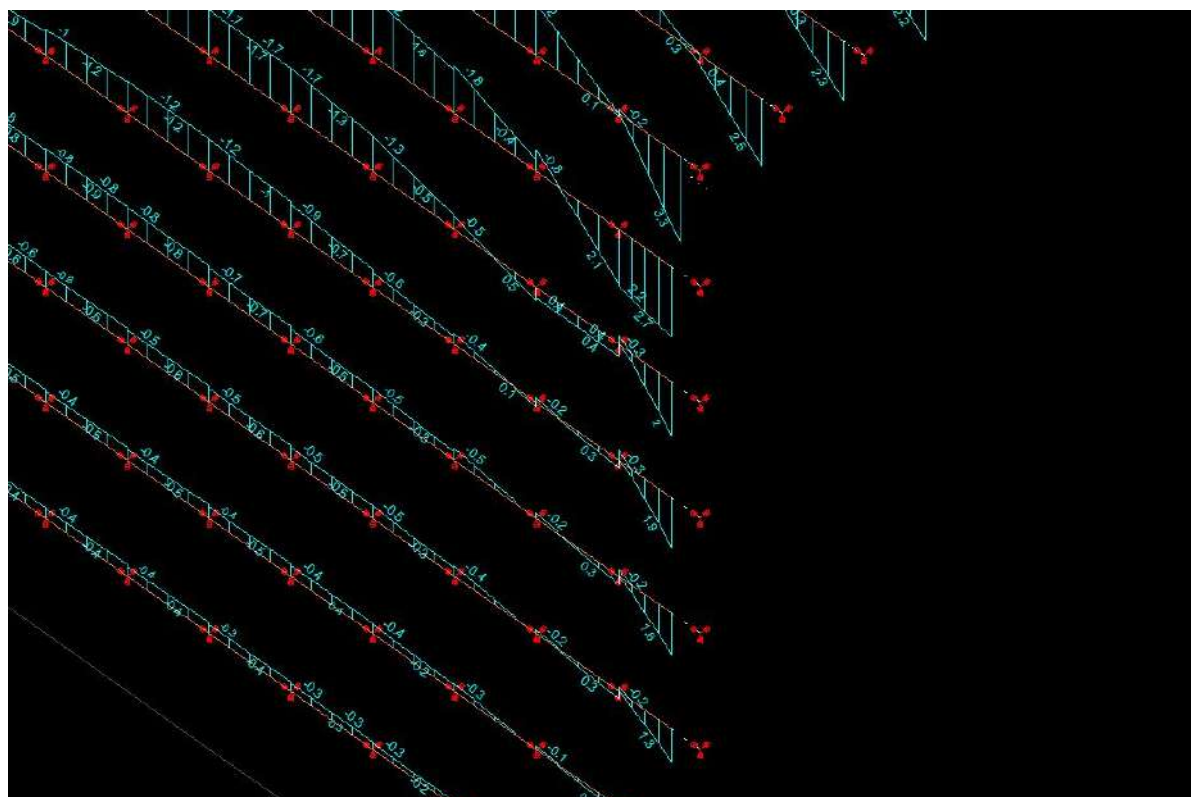
Empresa filiada a:



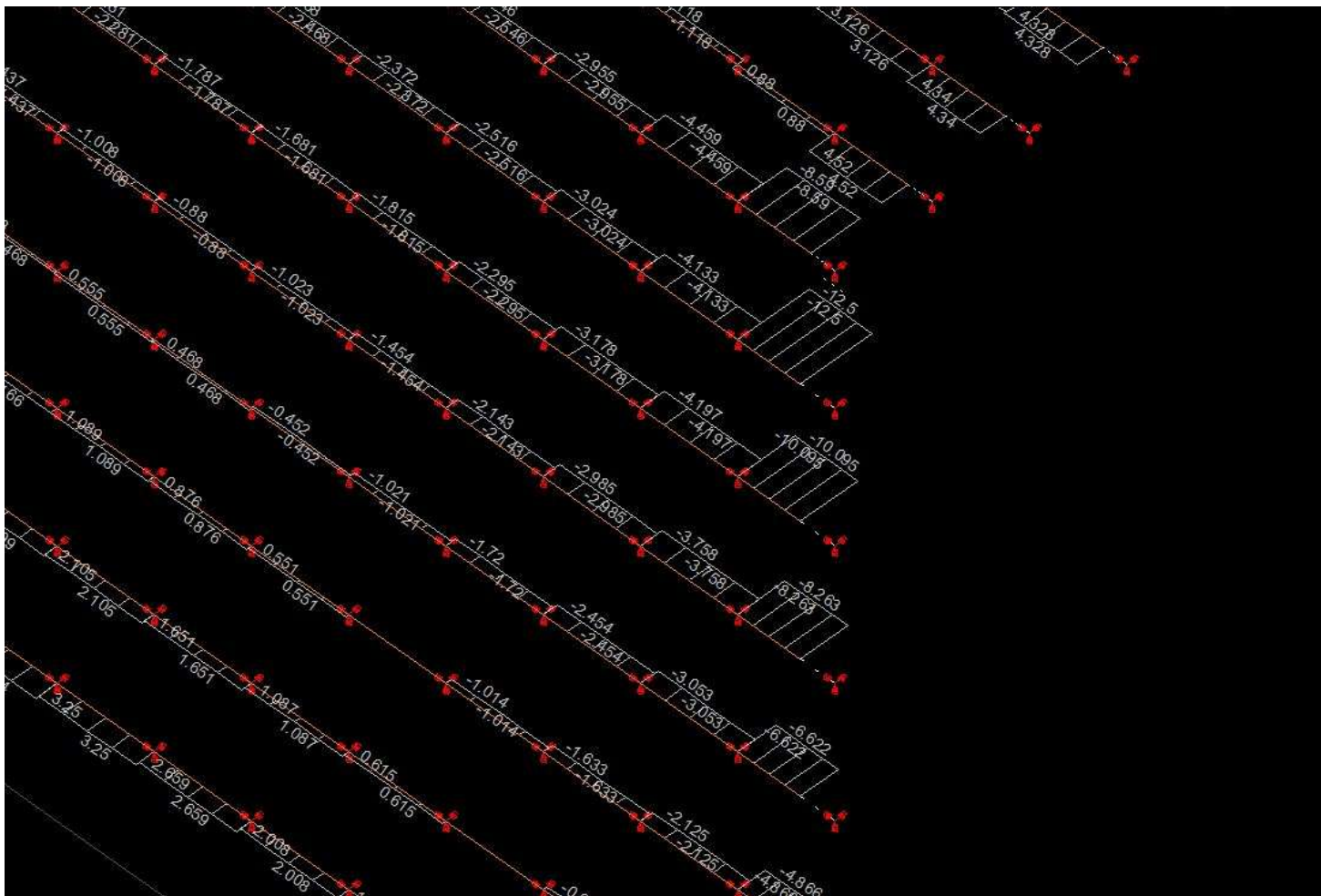
LAJE INFERIOR - ALAS

Direção Principal

- Face inferior



Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



TOS Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados [ELU] Curva de interação N, Mx, My [ELU] Diagrama N, M, 1/i [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção Observação

Norma

ABNT NBR 6118

Armaduras

☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-46.2	3.8	2.0
2	-23.1	3.8	2.0
3	0	3.8	2.0
4	23.1	3.8	2.0
5	46.2	3.8	2.0
6	46.2	21.2	0.8
7	23.1	21.2	0.8
8	0	21.2	0.8
9	-23.1	21.2	0.8
10	-46.2	21.2	0.8

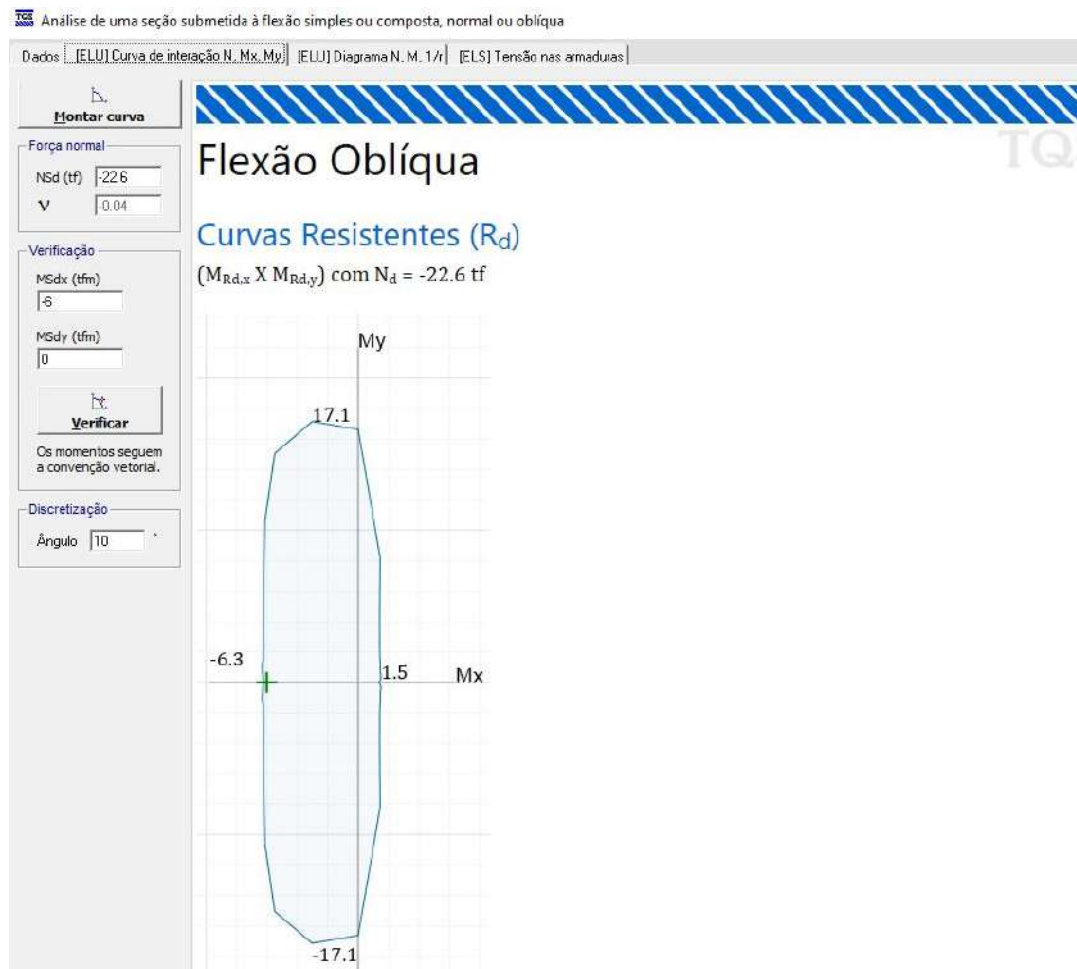
Materiais (concreto e aço)

fck (MPa) 30 fyk (MPa) 500

γ_c 1.4 γ_s 1.15

ϕ 0 Es (MPa) 210000

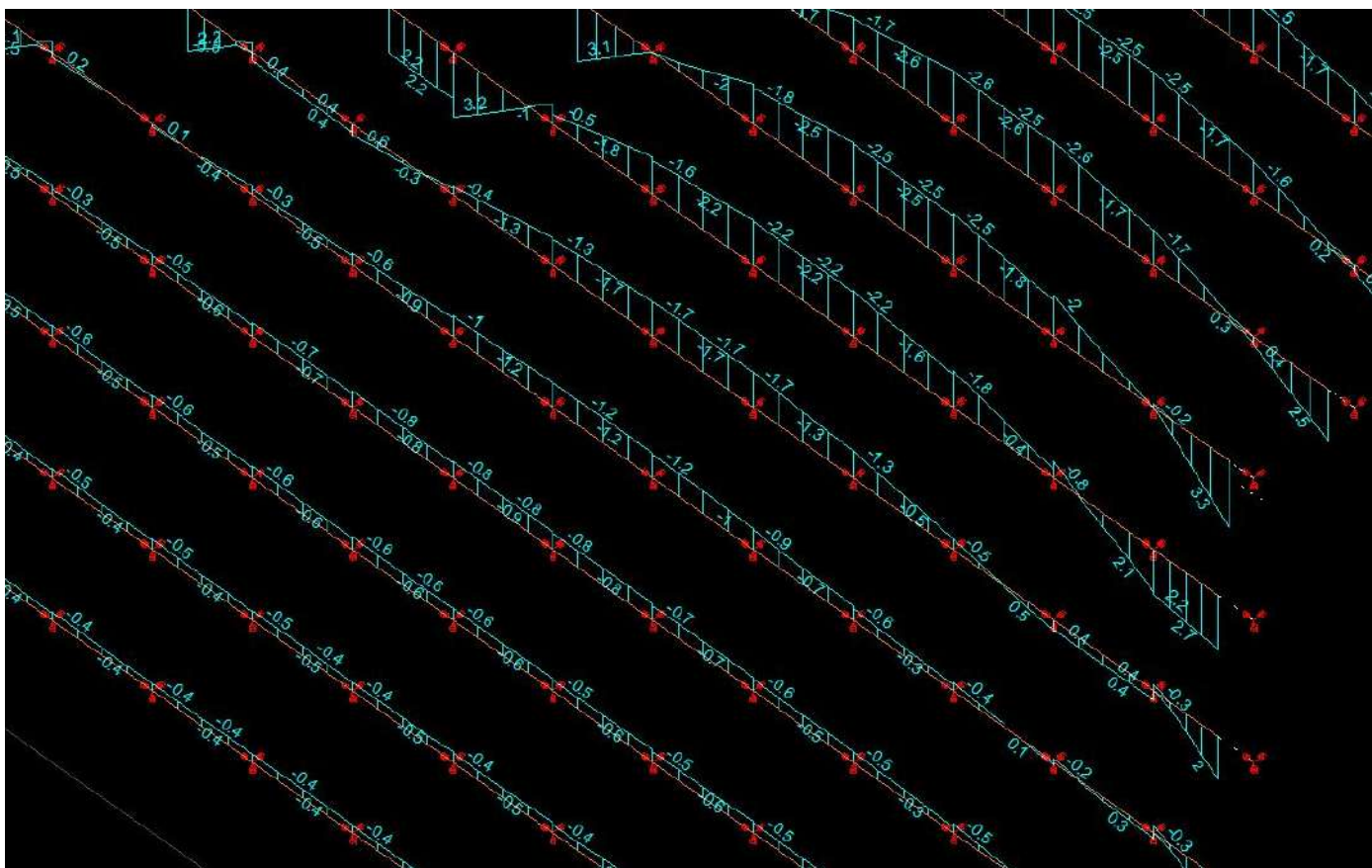
Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



- Face superior



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL



ABECE



Empresa filiada a:



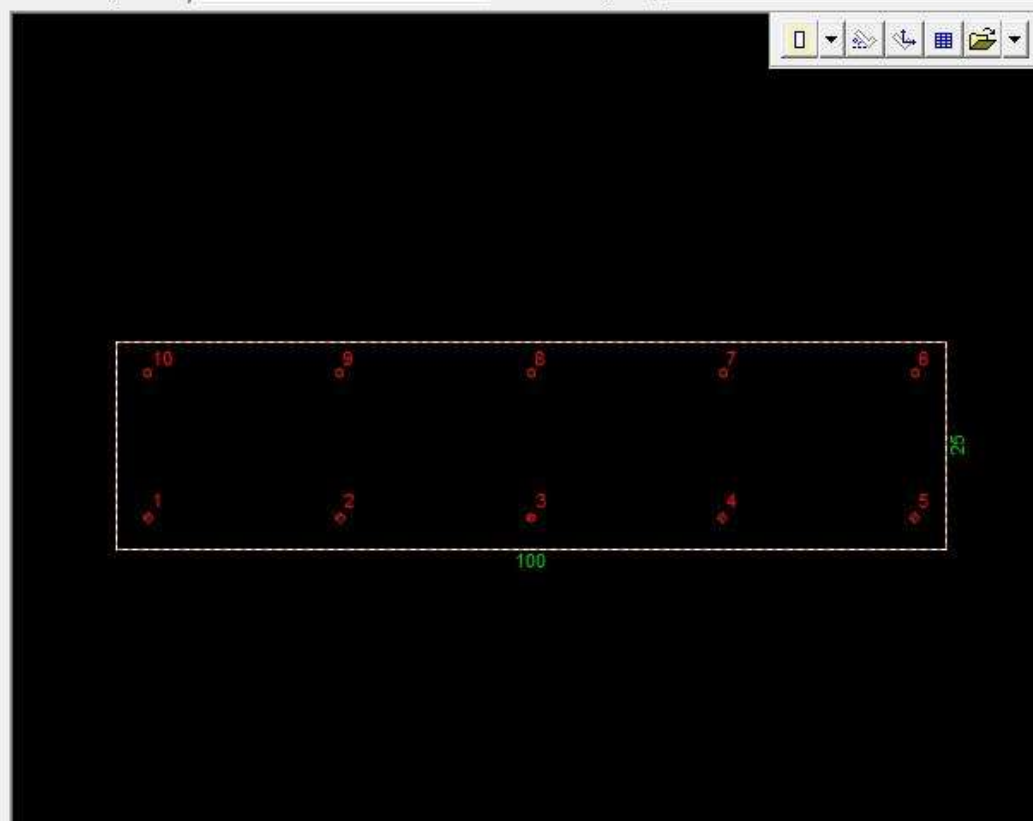
703 Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados: [ELU] Curva de interação N, Mx, My [ELU] Diagrama N, M, 1/r [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção

Observação



Norma

ABNT NBR 6118

Armaduras

☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-46.2	3.8	1.2
2	-23.1	3.8	1.2
3	0	3.8	1.2
4	23.1	3.8	1.2
5	46.2	3.8	1.2
6	46.2	21.2	0.8
7	23.1	21.2	0.8
8	0	21.2	0.8
9	-23.1	21.2	0.8
10	-46.2	21.2	0.8

Materiais (concreto e aço)

fck (MPa)

30

fyk (MPa)

500

γ_c

1.4

γ_s

1.15

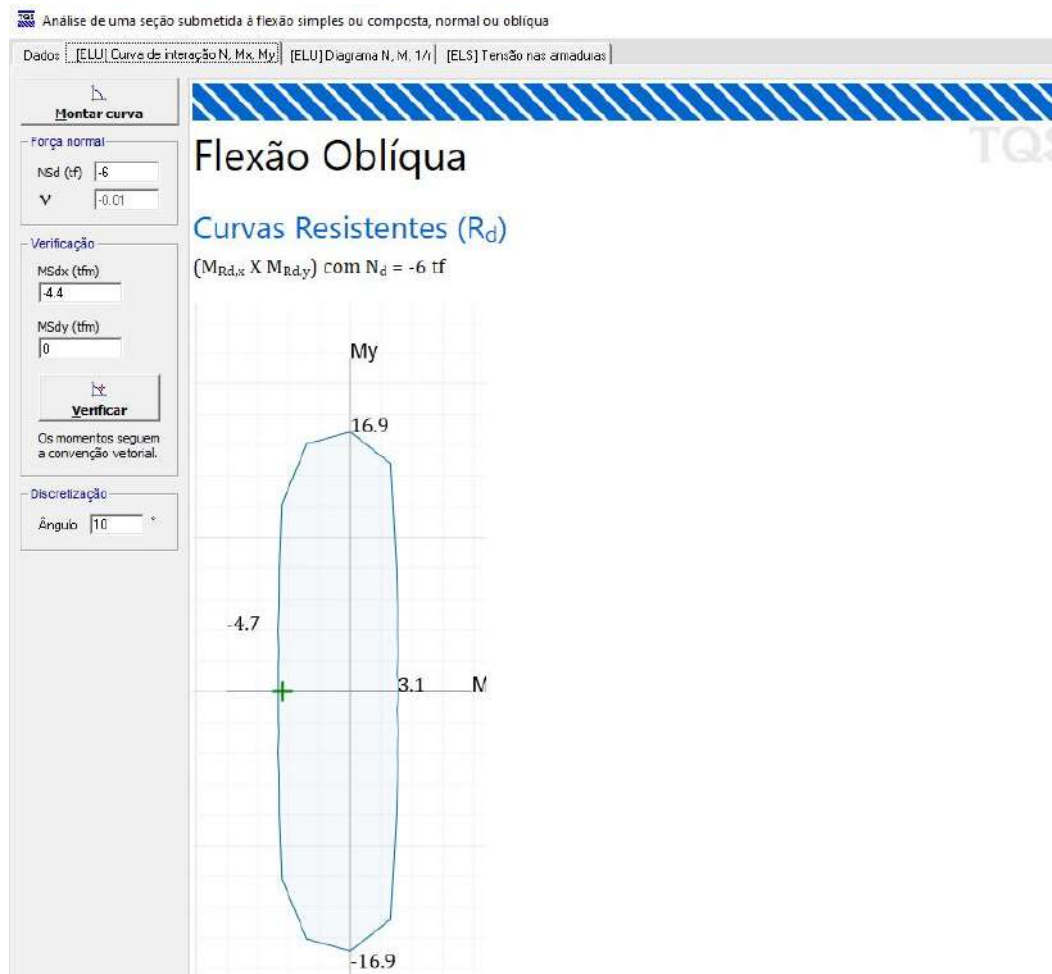
Φ

0

Es (MPa)

210000

Empresa filiada a:

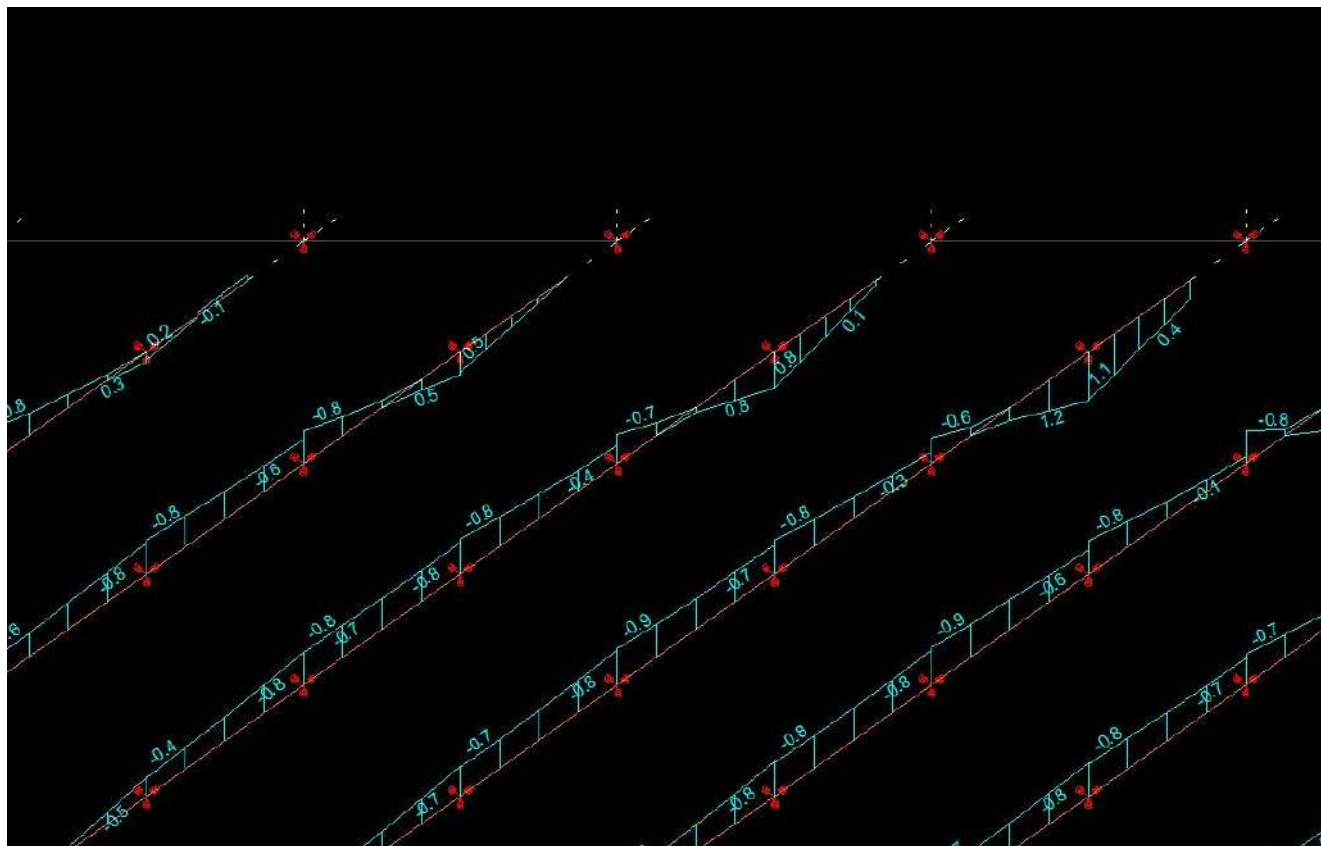


Empresa filiada a:

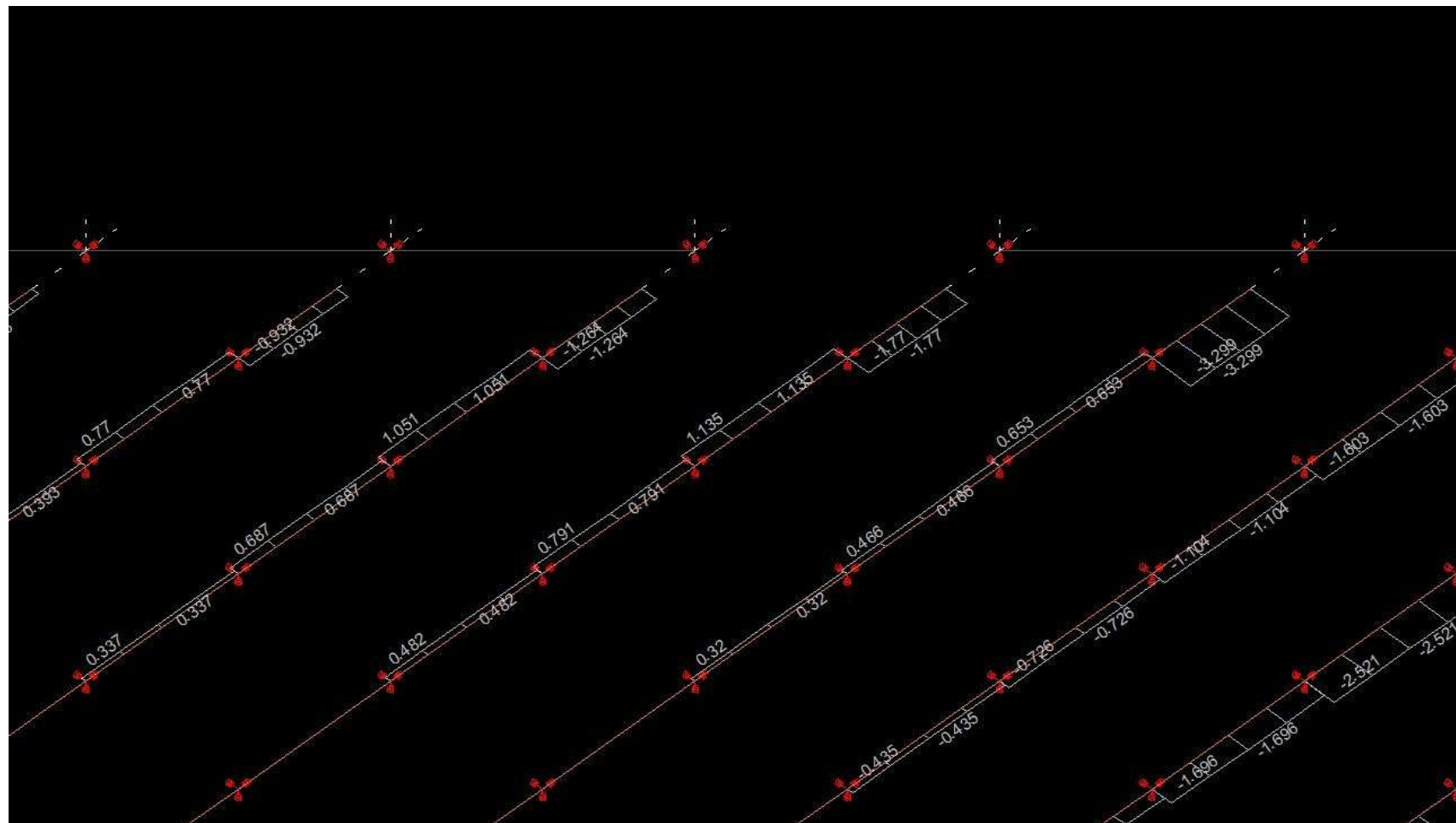


Direção Secundária

- Face inferior – Ligação ALAS



Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



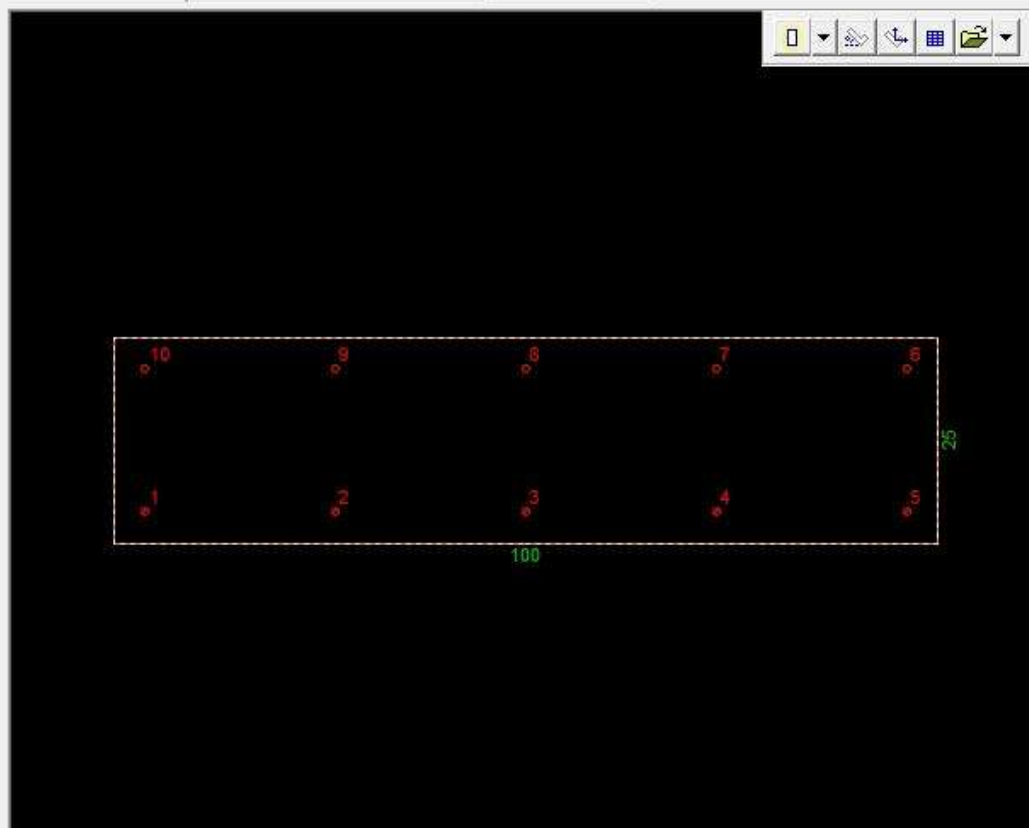
 Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados | [ELU] Curva de interação N, Mx, My | [ELU] Diagrama N, M, 1/r | [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção

Observação



Norma

ABNT NBR 6118

Armaduras

☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-46.2	3.8	0.8
2	-23.1	3.8	0.8
3	0	3.8	0.8
4	23.1	3.8	0.8
5	46.2	3.8	0.8
6	46.2	21.2	0.8
7	23.1	21.2	0.8
8	0	21.2	0.8
9	-23.1	21.2	0.8
10	-46.2	21.2	0.8

Materiais (concreto e aço)

fck (MPa)

30

fyk (MPa)

500

γ_c

1.4

γ_s

1.15

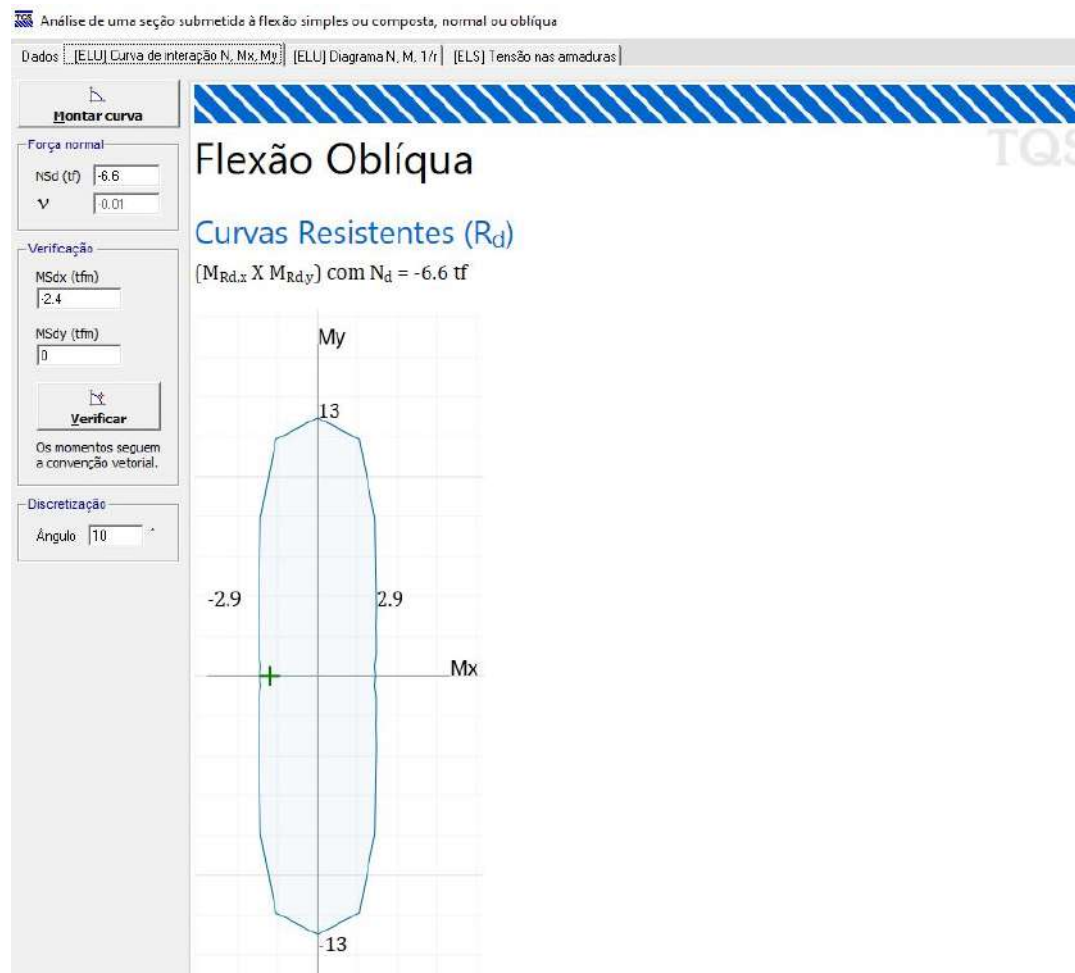
ϕ

0

Es (MPa)

210000

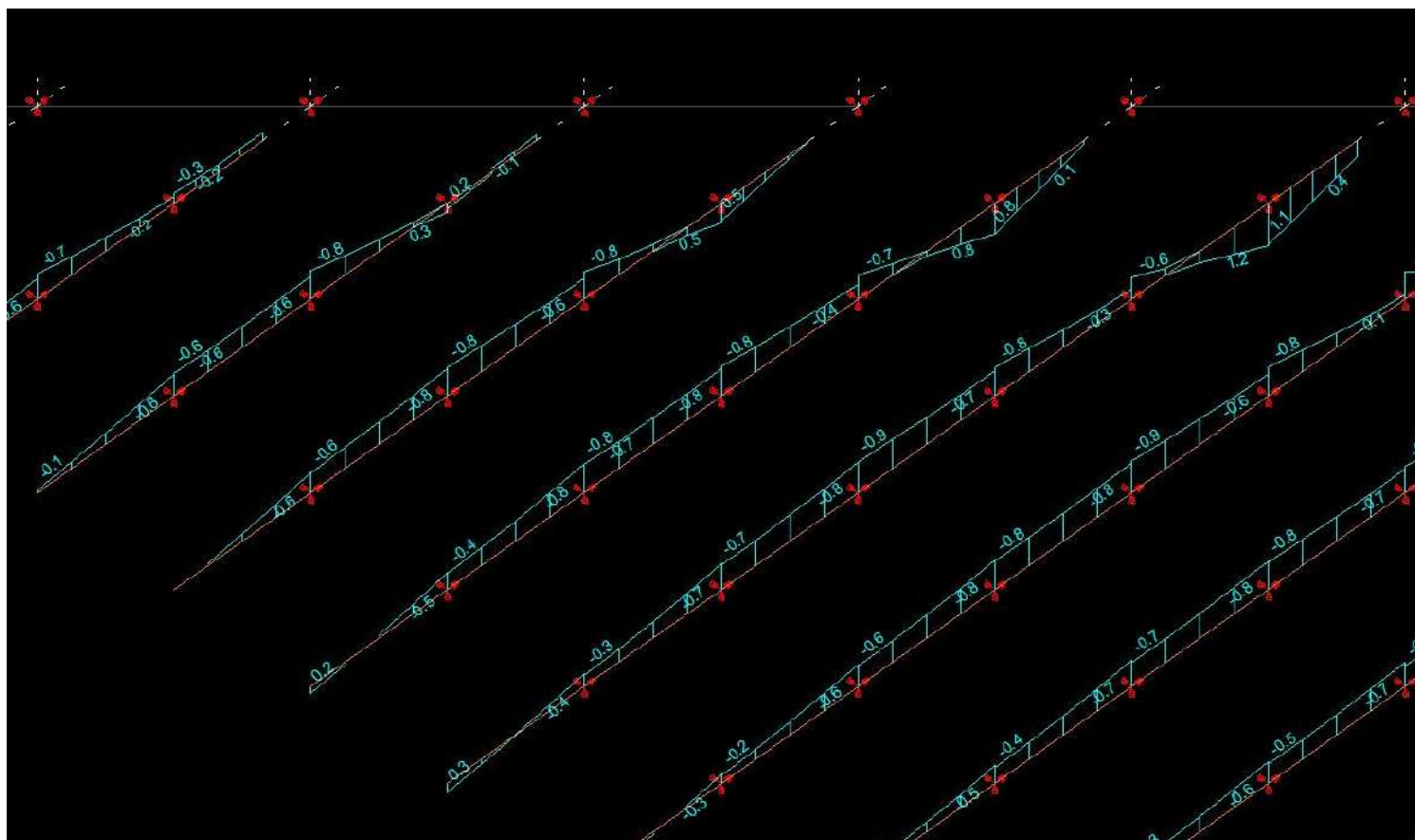
Empresa filiada a:



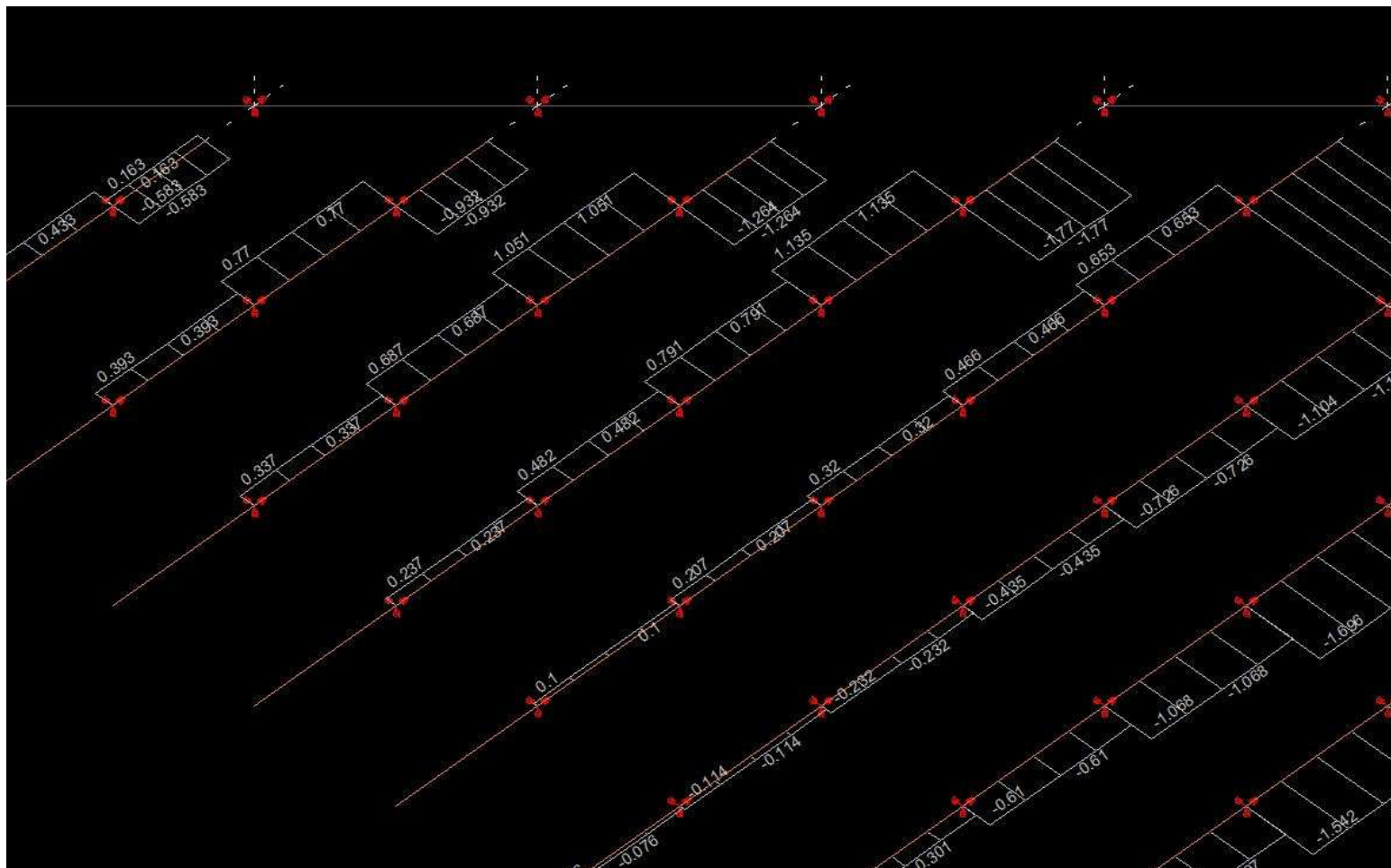
Empresa filiada a:



- Face superior – Ligação ALAS



Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



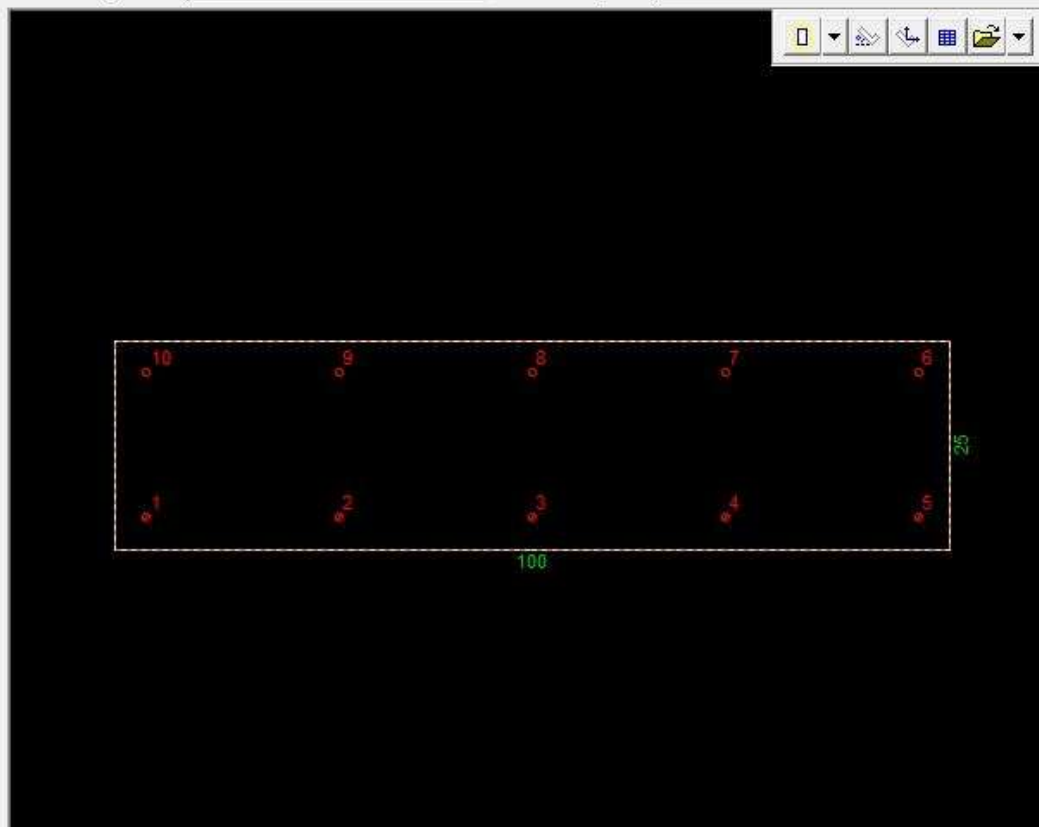
ANÁLISE DE UMA SEÇÃO SUBMETIDA À FLEXÃO SIMPLES OU COMPOSTA, NORMAL OU OBLÍQUA

Dados [ELU] Curva de interação N, M_x, M_y [ELU] Diagrama N, M, 1/r [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção

Observação



Norma

ABNT NBR 6118

Armaduras

☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-46.2	3.8	0.8
2	-23.1	3.8	0.8
3	0	3.8	0.8
4	23.1	3.8	0.8
5	46.2	3.8	0.8
6	46.2	21.2	0.8
7	23.1	21.2	0.8
8	0	21.2	0.8
9	-23.1	21.2	0.8
10	-46.2	21.2	0.8

Materiais (concreto e aço)

f_{ck} (MPa)

30

f_{yk} (MPa)

500

γ_c

1.4

γ_s

1.15

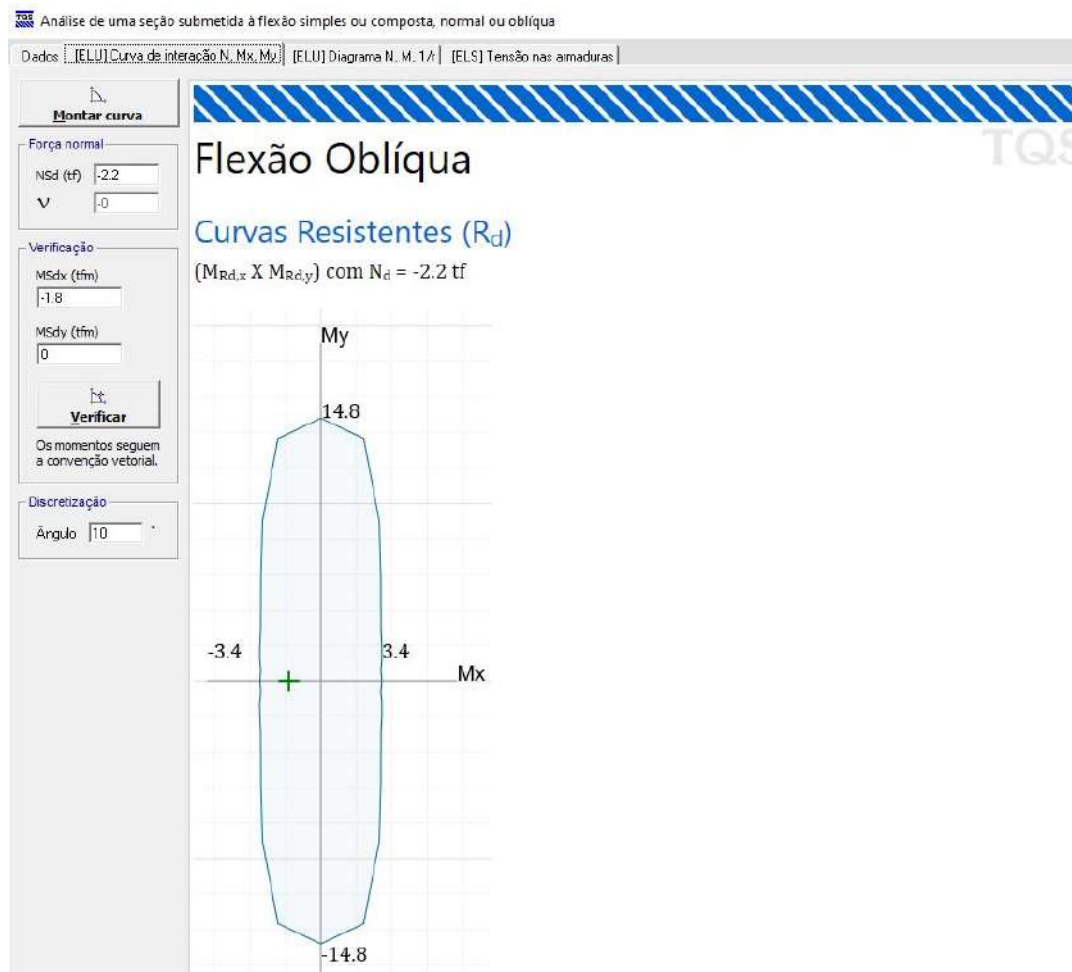
Φ

0

E_s (MPa)

210000

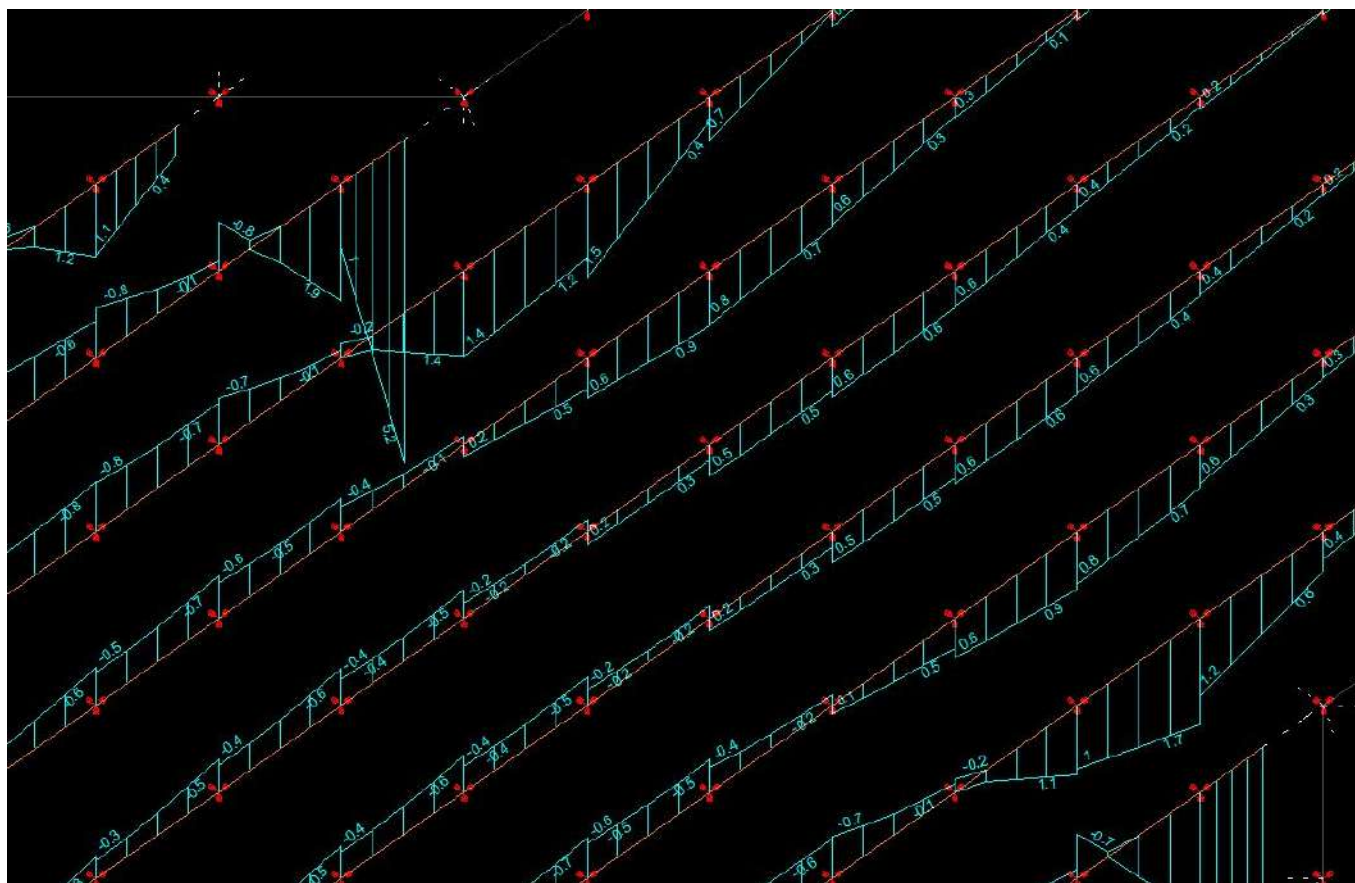
Empresa filiada a:



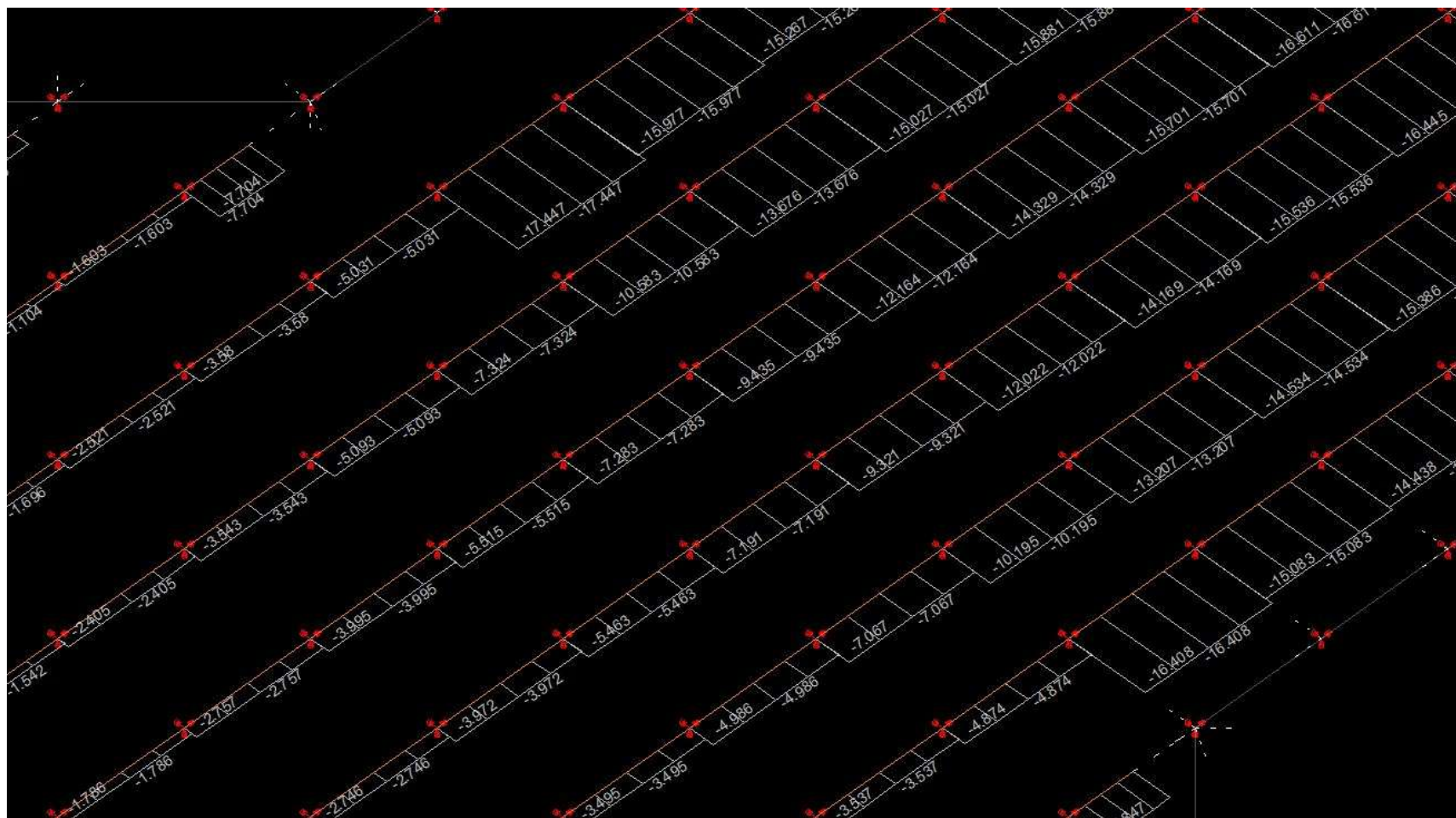
Empresa filiada a:



- Face inferior – Ligação BUEIRO



Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



TOE Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados [ELU] Curva de interação N, Mx, My [ELU] Diagrama N, M, 1/r [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção Observação

100 25

Norma
ABNT NBR 6118

Armaduras
☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-46.2	3.8	1.4
2	-23.1	3.8	1.4
3	0	3.8	1.4
4	23.1	3.8	1.4
5	46.2	3.8	1.4
6	46.2	21.2	0.8
7	23.1	21.2	0.8
8	0	21.2	0.8
9	-23.1	21.2	0.8
10	-46.2	21.2	0.8

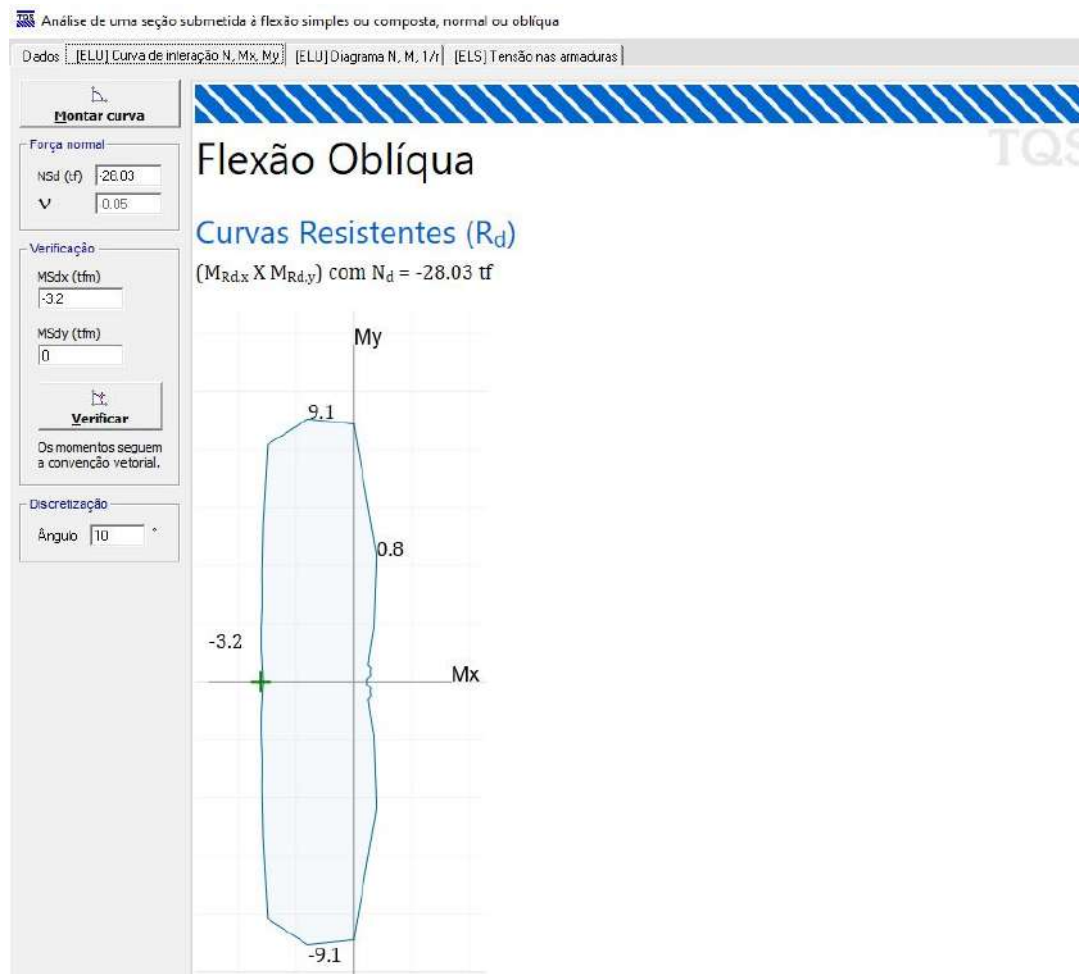
Material (concreto e aço)

fck (MPa) 30 fyk (MPa) 500

γ_c 1.4 γ_s 1.15

ϕ 0 Es (MPa) 210000

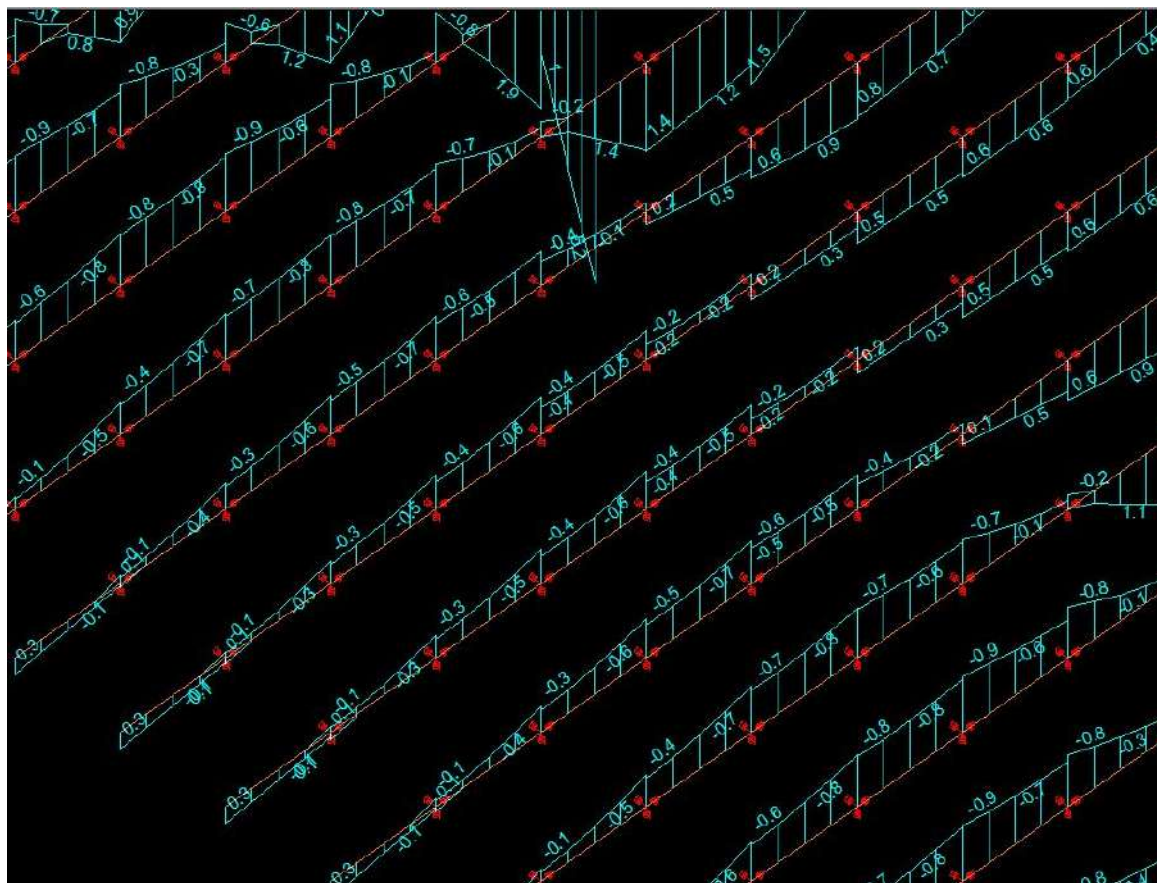
Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



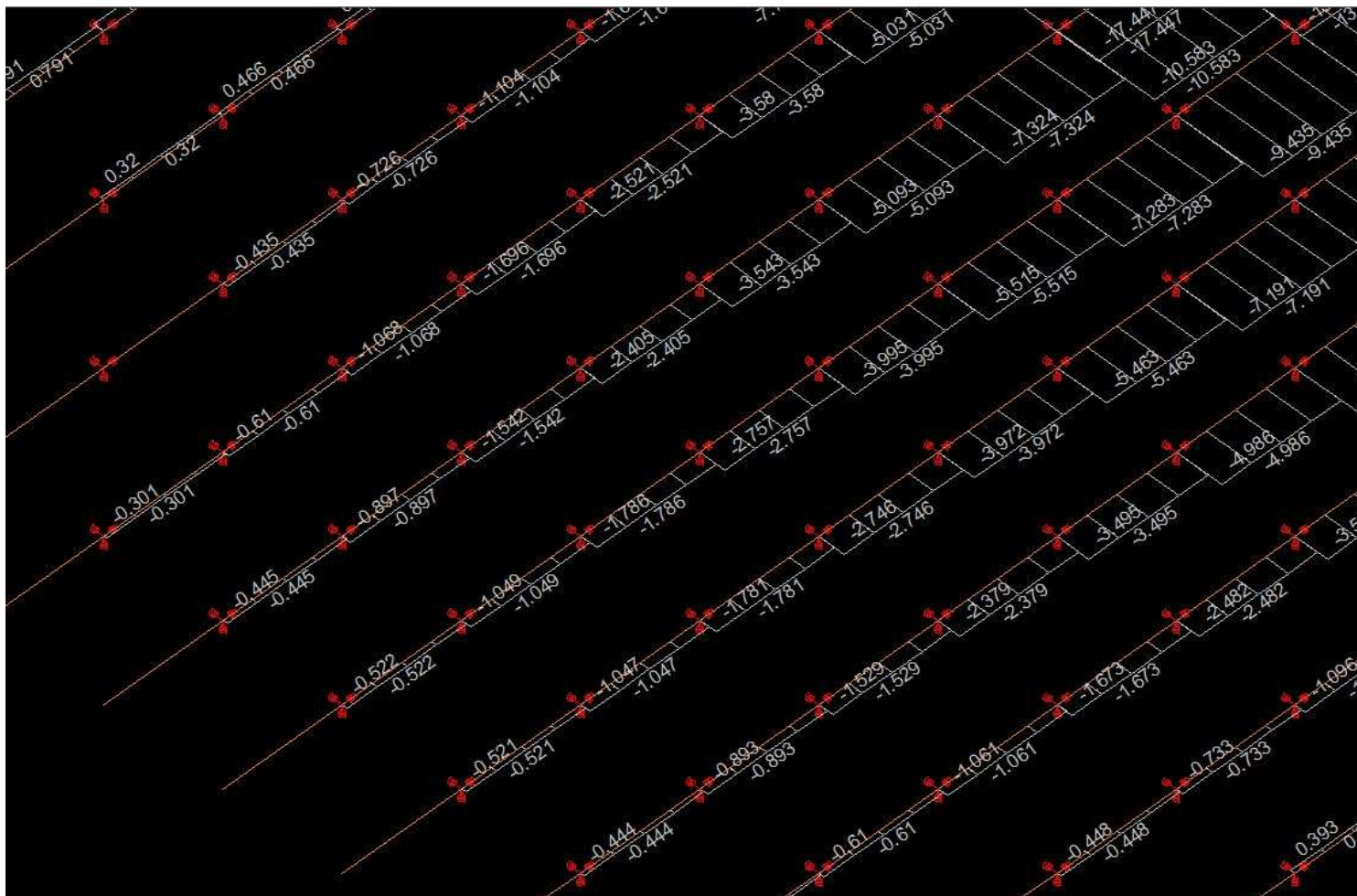
- Face superior – Ligação BUEIRO



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL



ABECE



Empresa filiada a:



Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados [ELU] Curva de interação N, Mx, My [ELU] Diagrama N, M, 1/r [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção Observação

100 25

Norma
ABNT NBR 6118

Armaduras
☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-46.2	3.8	0.8
2	-23.1	3.8	0.8
3	0	3.8	0.8
4	23.1	3.8	0.8
5	46.2	3.8	0.8
6	46.2	21.2	0.8
7	23.1	21.2	0.8
8	0	21.2	0.8
9	-23.1	21.2	0.8
10	-46.2	21.2	0.8

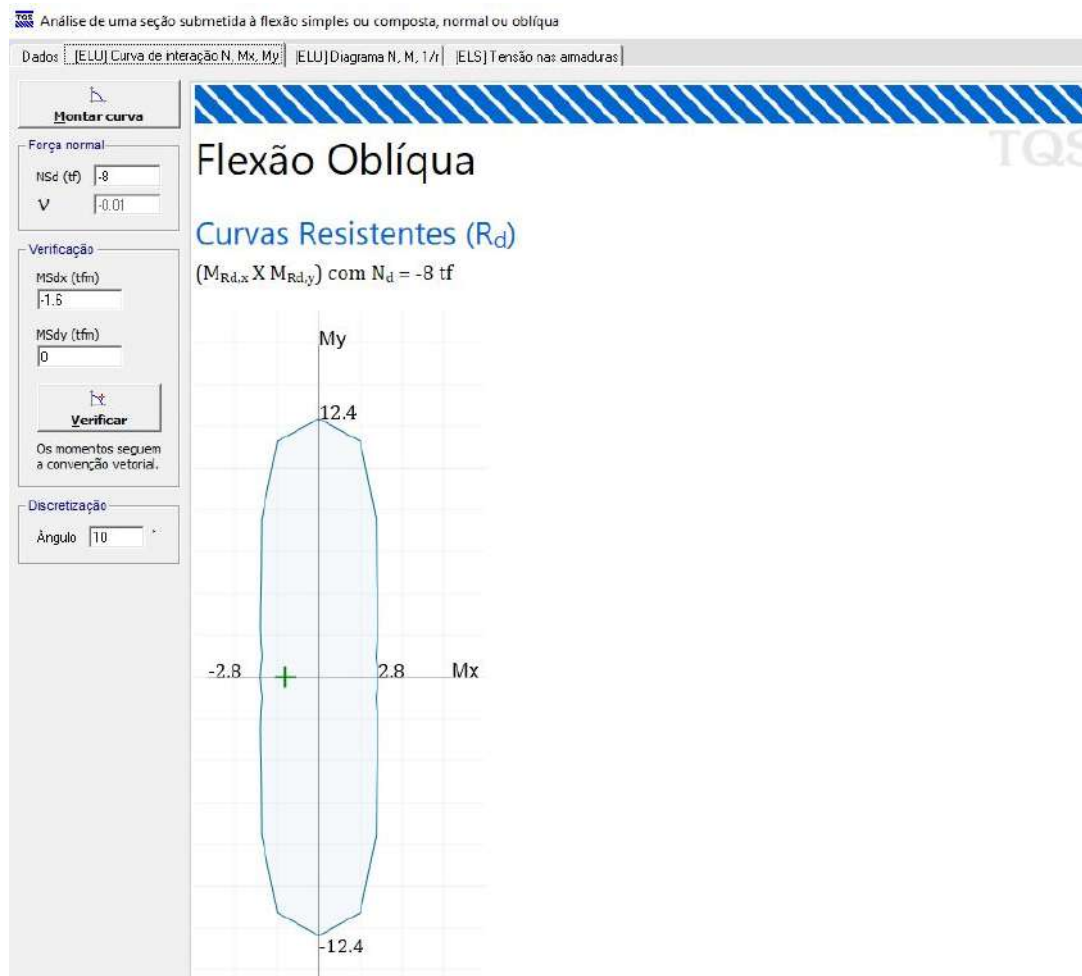
Materiais (concreto e aço)

f_{ck} (MPa) 30 f_{yk} (MPa) 500

γ_c 1.4 γ_s 1.15

φ 0 Es (MPa) 210000

Empresa filiada a:



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL



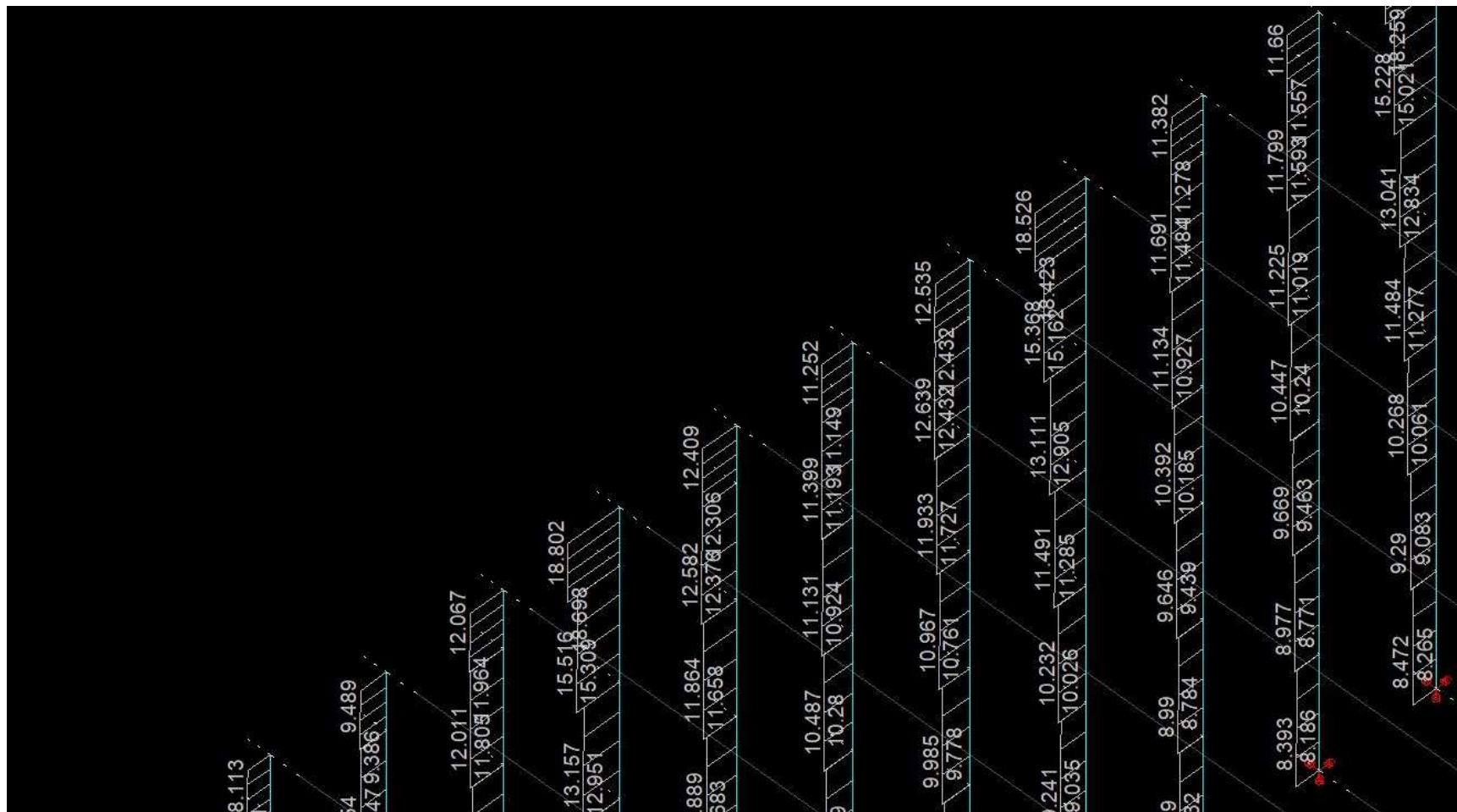
ABECE



Direção Principal

-
- The diagrams illustrate the construction of a Shear Force Diagram (SFD) for a beam of length 10m, subjected to a uniformly distributed load (UDL) of 10 kN/m over the first 2m. The beam is divided into segments of 2m, 2m, 2m, and 4m.
- Diagram 1: Initial State**
 The beam is shown with a UDL of 10 kN/m over the first 2m. The shear force is 0 kN at the left end and -20 kN at the right end. The bending moment is 0 kNm at the left end and -20 kNm at the right end.
- Diagram 2: Shear Force Diagram (SFD)**
 The SFD is shown with a linear variation of shear force from 0 kN at the left end to -20 kN at the right end. The bending moment is 0 kNm at the left end and -20 kNm at the right end.
- Diagram 3: Bending Moment Diagram (BMD)**
 The BMD is shown with a parabolic variation of bending moment from 0 kNm at the left end to -20 kNm at the right end. The shear force is 0 kN at the left end and -20 kN at the right end.
- Diagram 4: Shear Force Diagram (SFD)**
 The SFD is shown with a linear variation of shear force from 0 kN at the left end to -20 kN at the right end. The bending moment is 0 kNm at the left end and -20 kNm at the right end.
- Diagram 5: Bending Moment Diagram (BMD)**
 The BMD is shown with a parabolic variation of bending moment from 0 kNm at the left end to -20 kNm at the right end. The shear force is 0 kN at the left end and -20 kN at the right end.
- Diagram 6: Shear Force Diagram (SFD)**
 The SFD is shown with a linear variation of shear force from 0 kN at the left end to -20 kN at the right end. The bending moment is 0 kNm at the left end and -20 kNm at the right end.
- Diagram 7: Bending Moment Diagram (BMD)**
 The BMD is shown with a parabolic variation of bending moment from 0 kNm at the left end to -20 kNm at the right end. The shear force is 0 kN at the left end and -20 kN at the right end.

Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



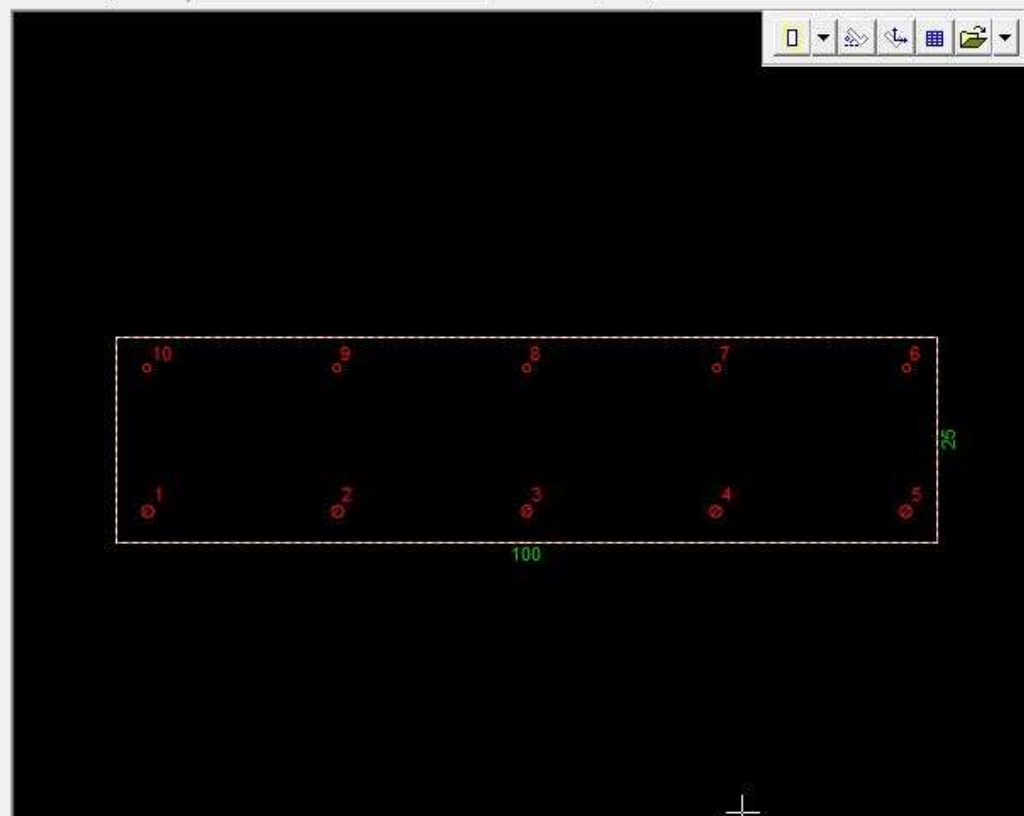
Tos Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados | [ELU] Curva de interação N, Mx, My | [ELU] Diagrama N, M, 1/r | [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção

Observação



Norma

ABNT NBR 6118

Armaduras

☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-46.2	3.8	2.1
2	-23.1	3.8	2.1
3	0	3.8	2.1
4	23.1	3.8	2.1
5	46.2	3.8	2.1
6	46.2	21.2	0.8
7	23.1	21.2	0.8
8	0	21.2	0.8
9	-23.1	21.2	0.8
10	-46.2	21.2	0.8

Materiais (concreto e aço)

fck (MPa)

30

fyk (MPa)

500

γ_c

1.4

γ_s

1.15

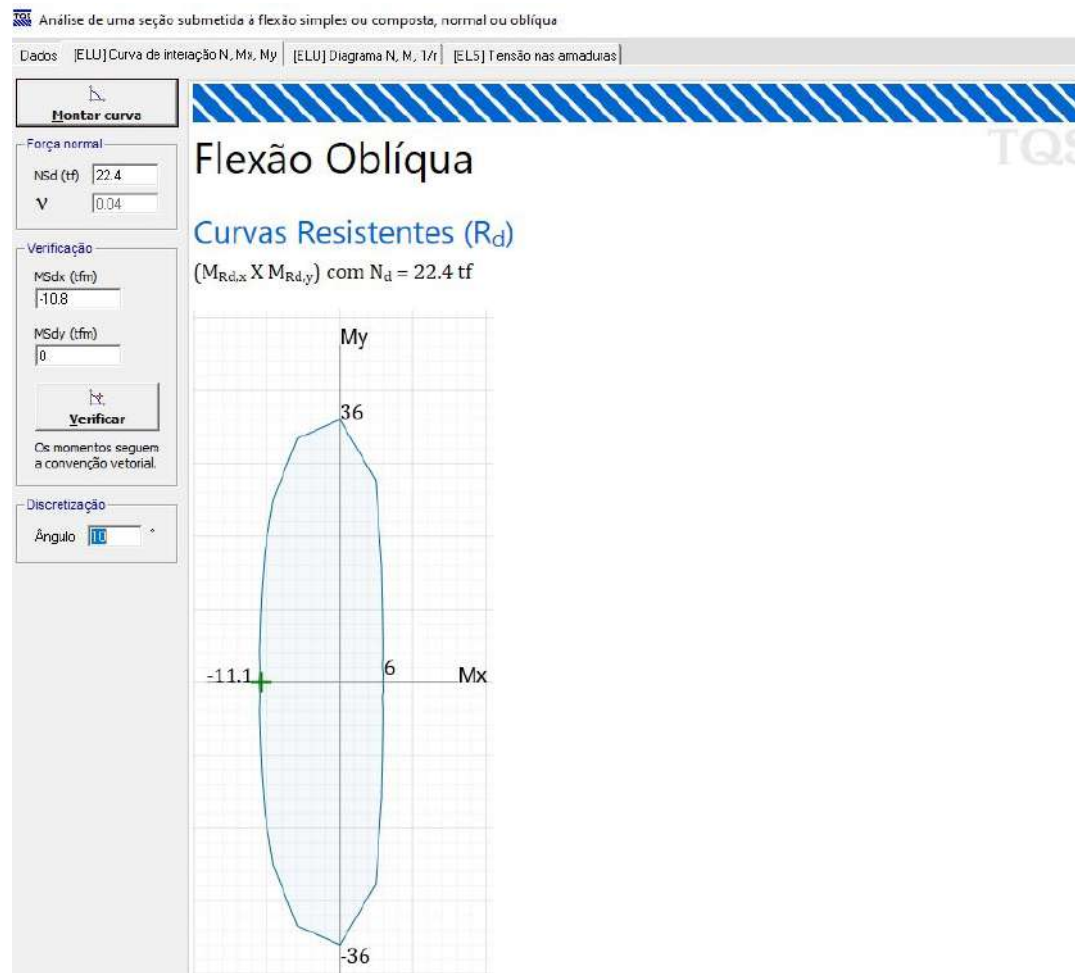
Φ

0

Es (MPa)

210000

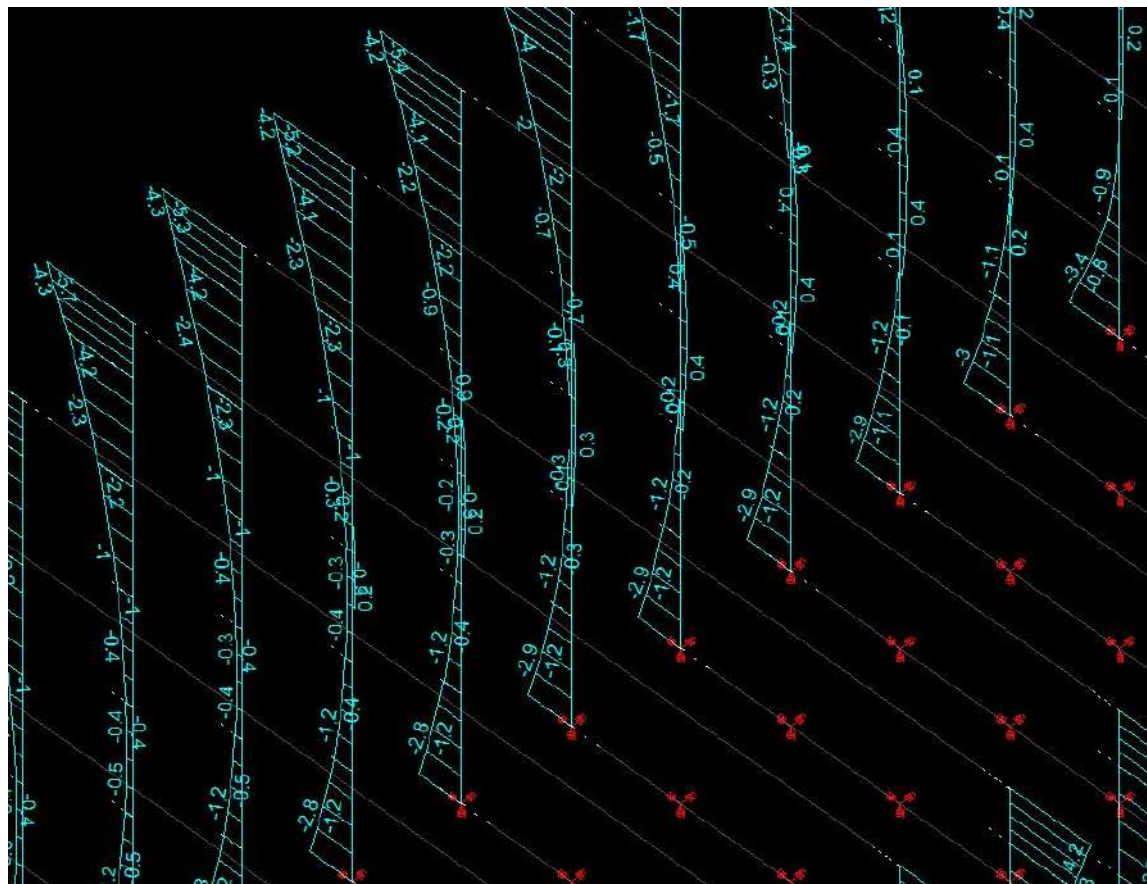
Empresa filiada a:



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL



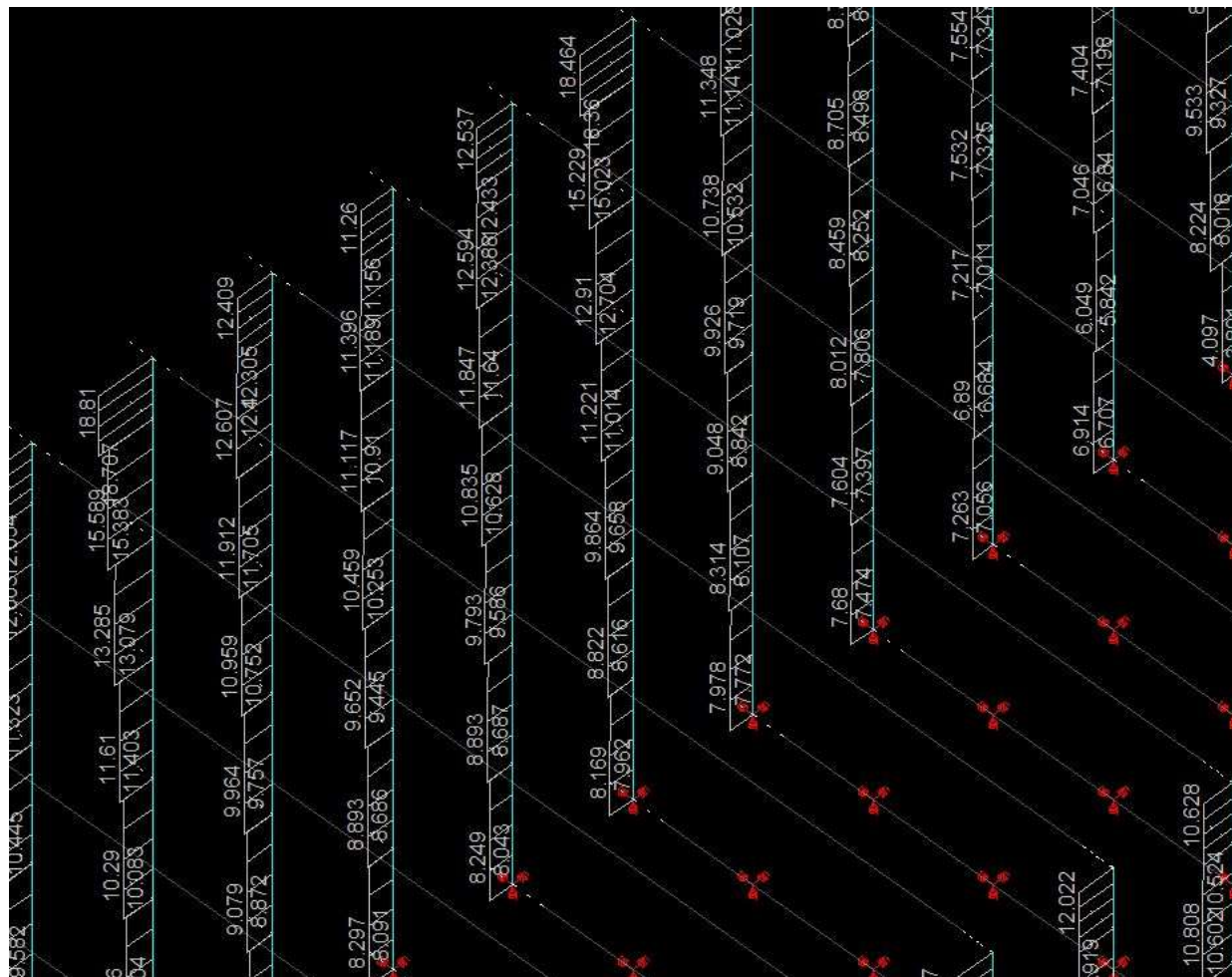
ABECE



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL



ABECE



Empresa filiada a:



TQS Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados | [ELU] Curva de interação N, Mx, My | [ELU] Diagrama N, M, 1/r | [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção: Observação:

Norma: ABNT NBR 6118

Armaduras

☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-46.2	3.8	1.3
2	-23.1	3.8	1.3
3	0	3.8	1.3
4	23.1	3.8	1.3
5	46.2	3.8	1.3
6	46.2	21.2	0.8
7	23.1	21.2	0.8
8	0	21.2	0.8
9	-23.1	21.2	0.8
10	-46.2	21.2	0.8

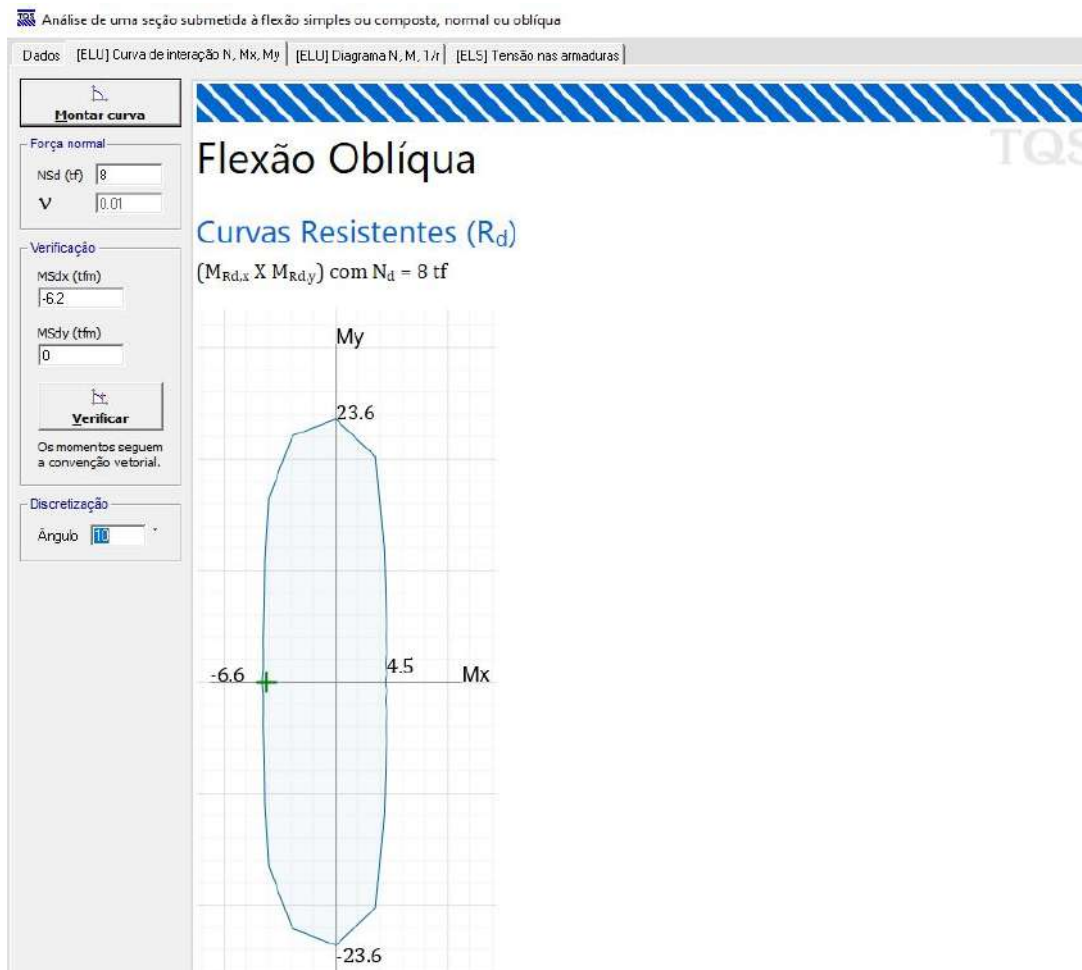
Materiais (concreto e aço)

f_{ck} (MPa): 30 f_{yk} (MPa): 500

γ_c: 1.4 γ_s: 1.15

φ: 0 Es (MPa): 210000

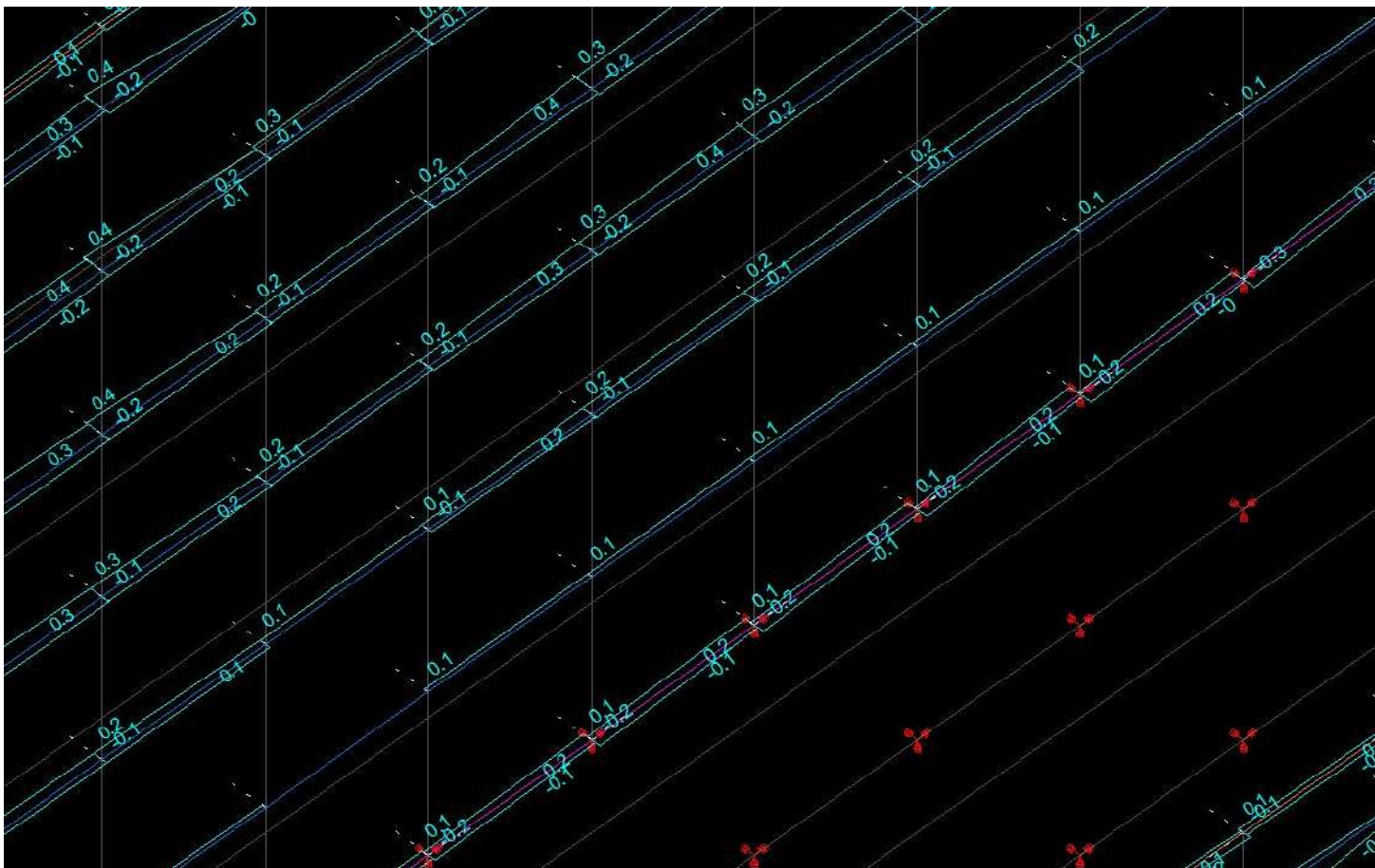
Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



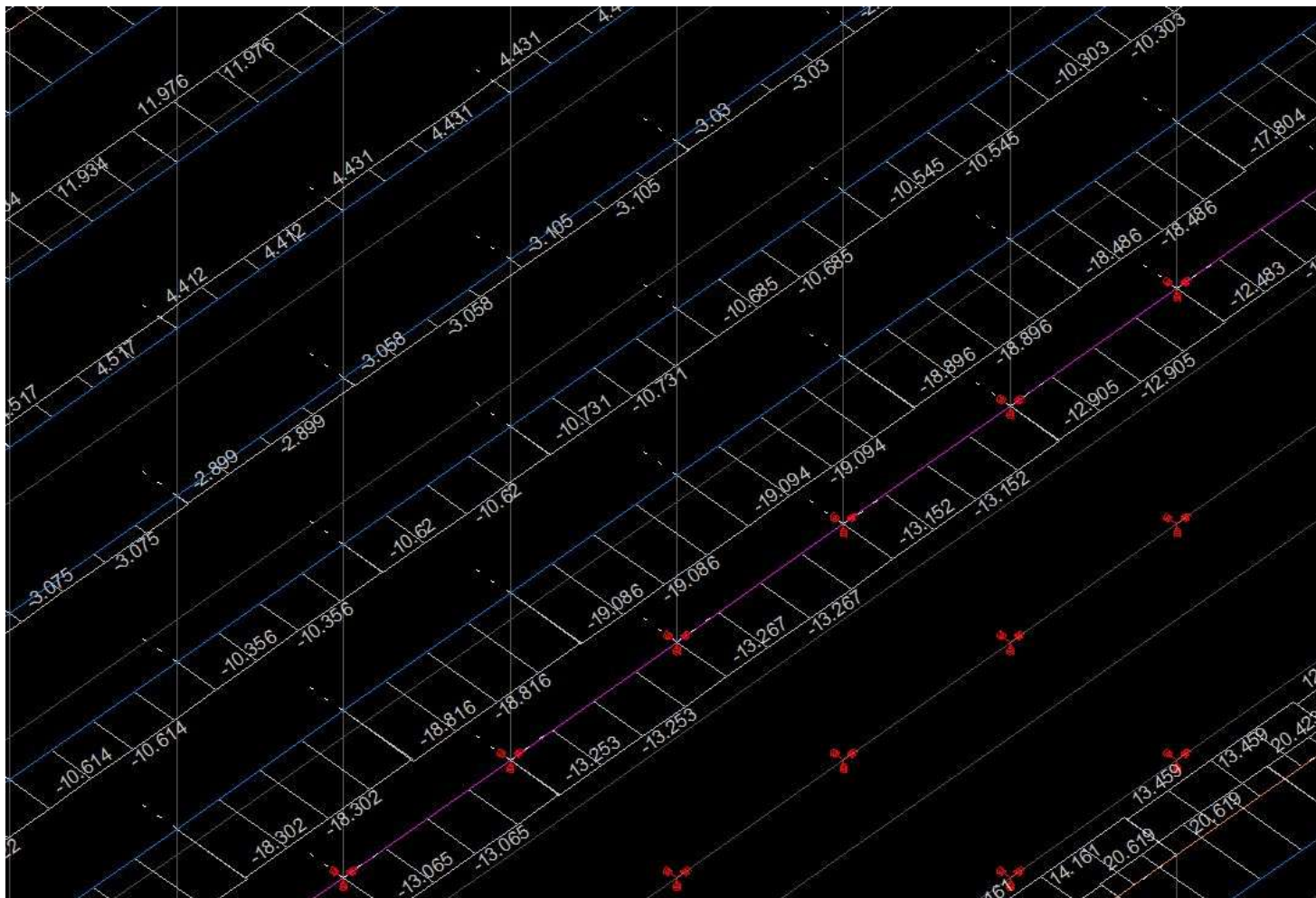
Direção Secundária



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL



ABECE



Empresa filiada a:



TOE Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados | [ELU] Curva de interação N, Mx, My | [ELU] Diagrama N, M, 1/r | [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção: Observação:

Norma: ABNT NBR 6118

Armaduras

☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-46.2	3.8	1.3
2	-23.1	3.8	1.3
3	0	3.8	1.3
4	23.1	3.8	1.3
5	46.2	3.8	1.3
6	46.2	21.2	1.3
7	23.1	21.2	1.3
8	0	21.2	1.3
9	-23.1	21.2	1.3
10	-46.2	21.2	1.3

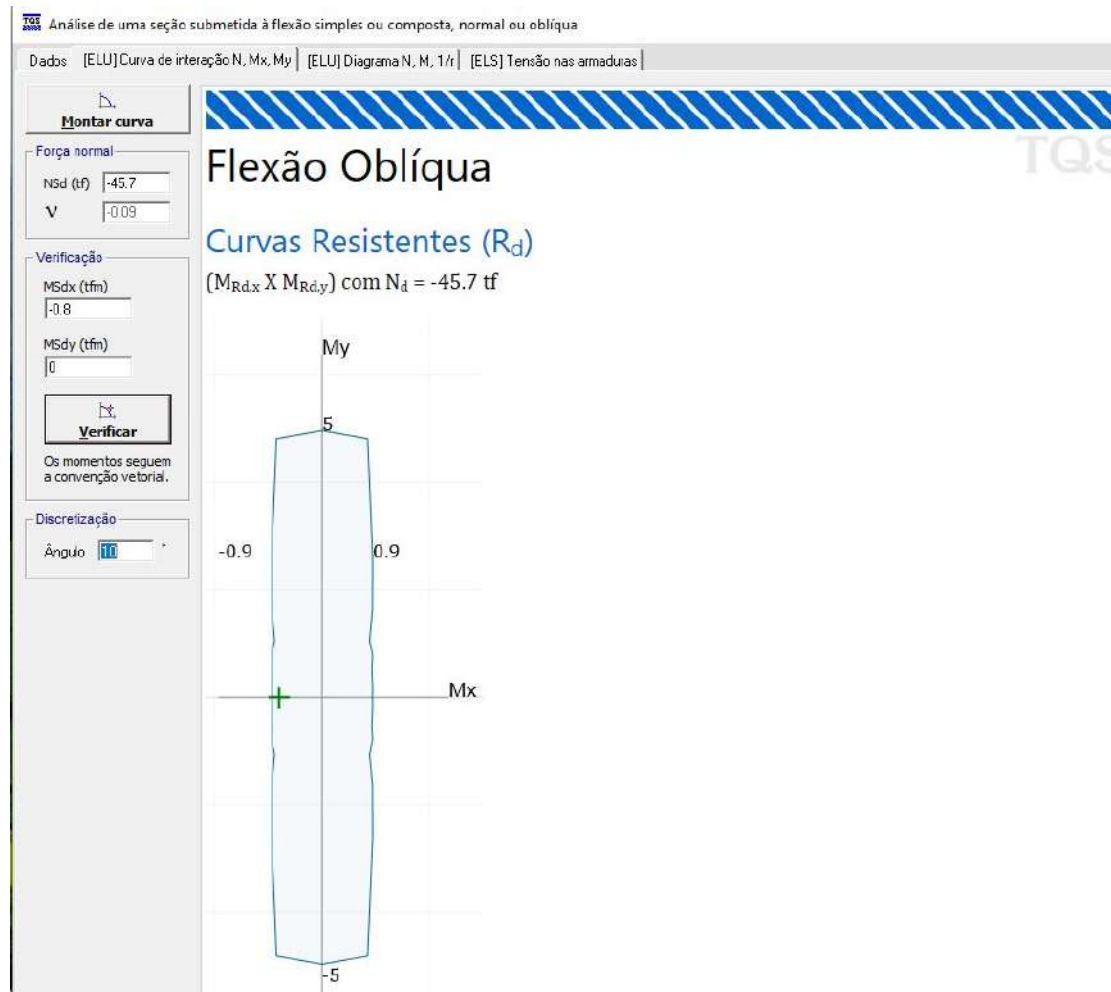
Materiais (concreto e aço)

f_{ck} (MPa): 30 f_{yk} (MPa): 500

γ_c: 1.4 γ_s: 1.15

Φ: 0 E_s (MPa): 210000

Empresa filiada a:

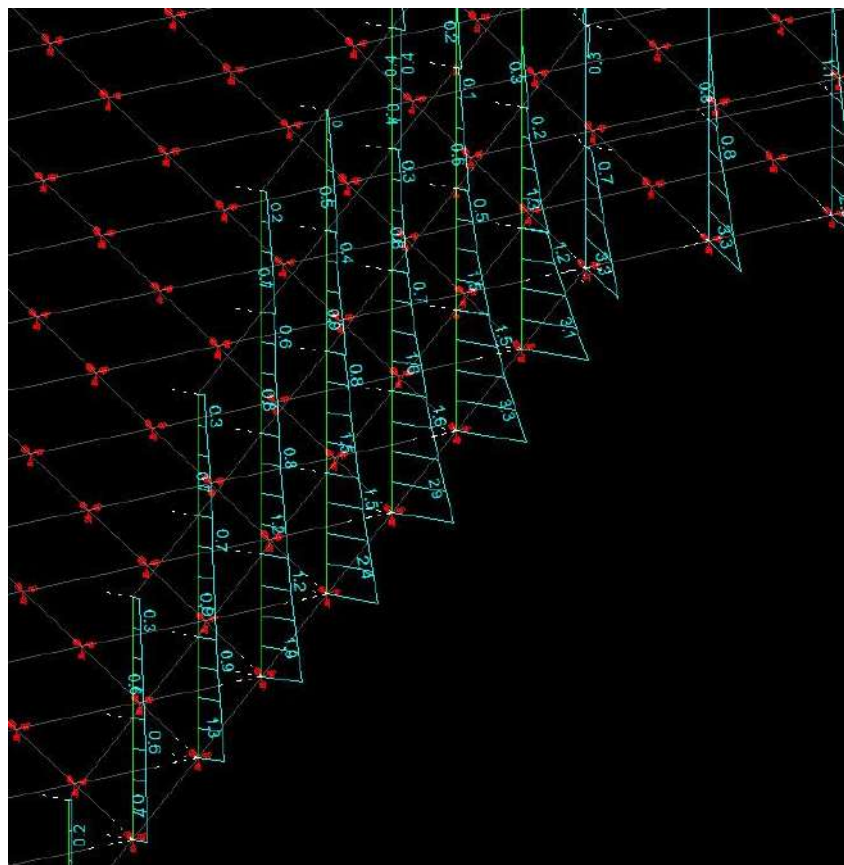


Empresa filiada a:

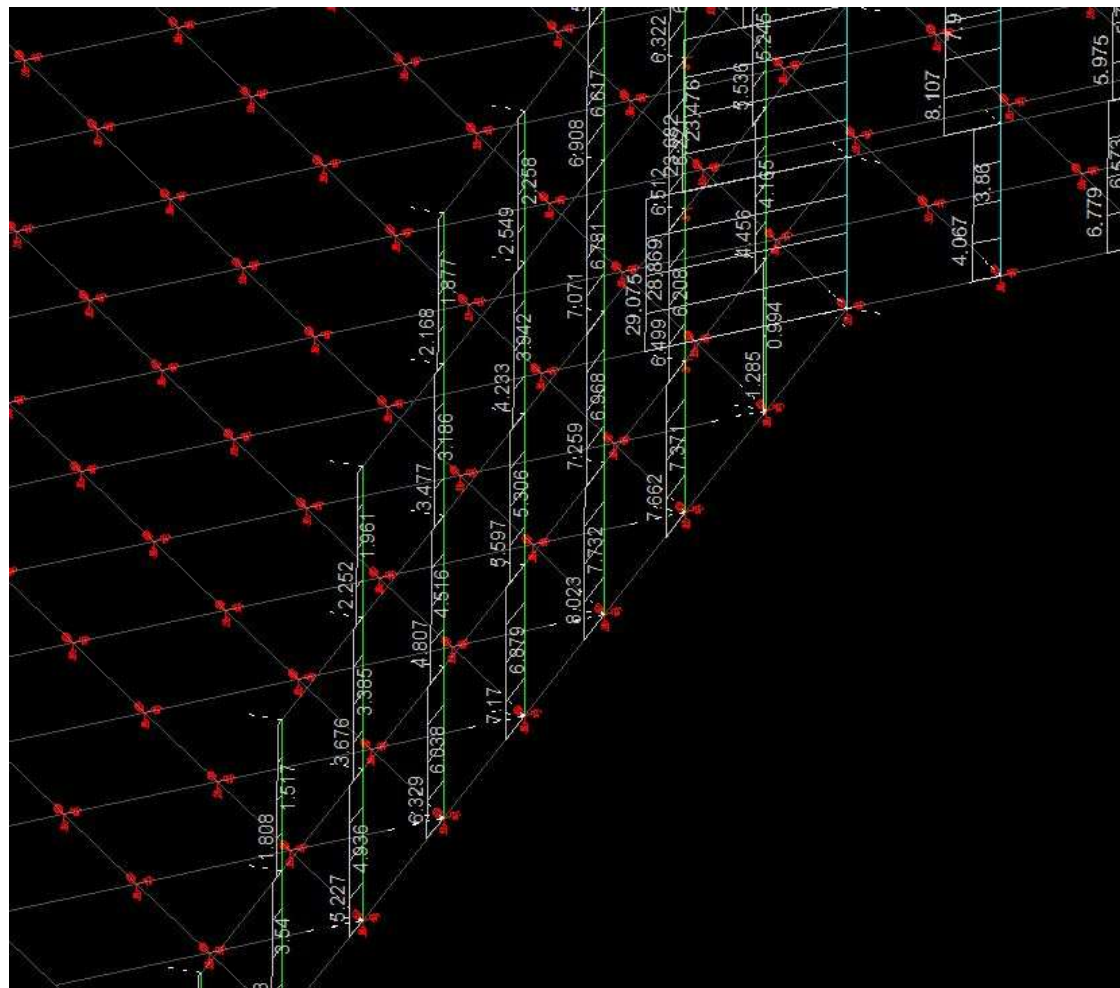


ALAS

Direção Principal



Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



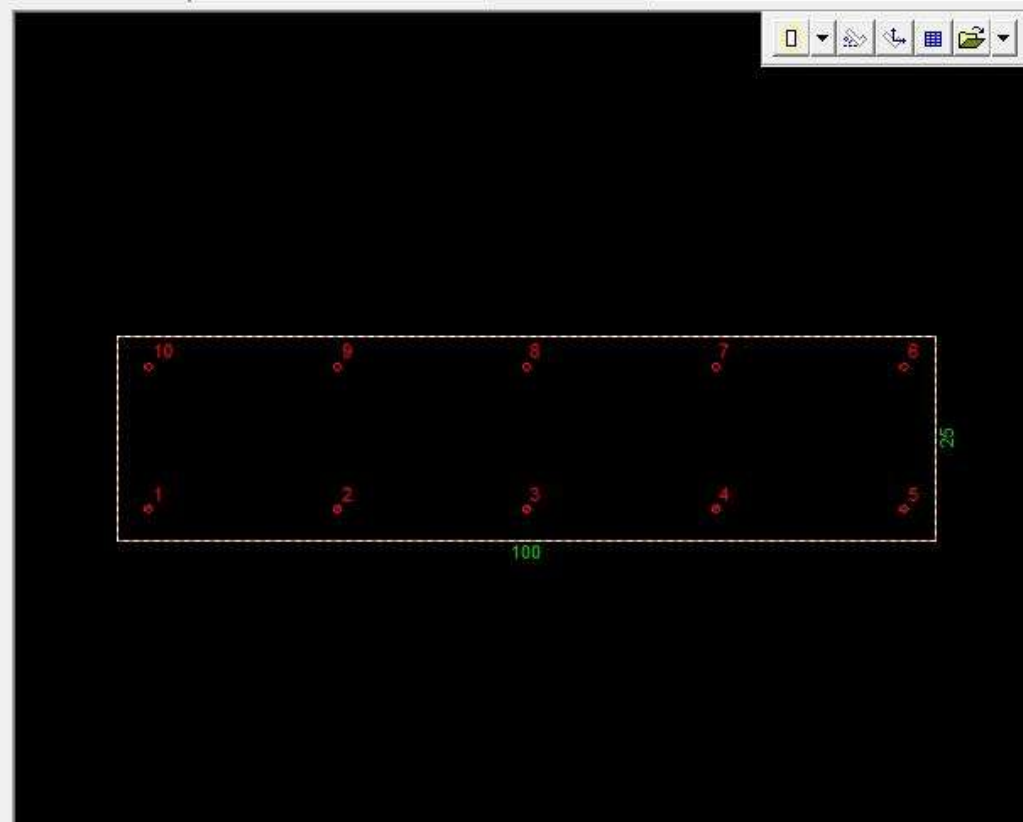
Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados [ELU] Curva de interação N, Mx, My [ELU] Diagrama N, M, 1/r [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção

Observação



Norma

ABNT NBR 6118

Armaduras

☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-46.2	3.8	1.0
2	-23.1	3.8	1.0
3	0	3.8	1.0
4	23.1	3.8	1.0
5	46.2	3.8	1.0
6	46.2	21.2	1.0
7	23.1	21.2	1.0
8	0	21.2	1.0
9	-23.1	21.2	1.0
10	-46.2	21.2	1.0

Materials (concreto e aço)

fck (MPa)

30

fyk (MPa)

500

γ_c

1.4

γ_s

1.15

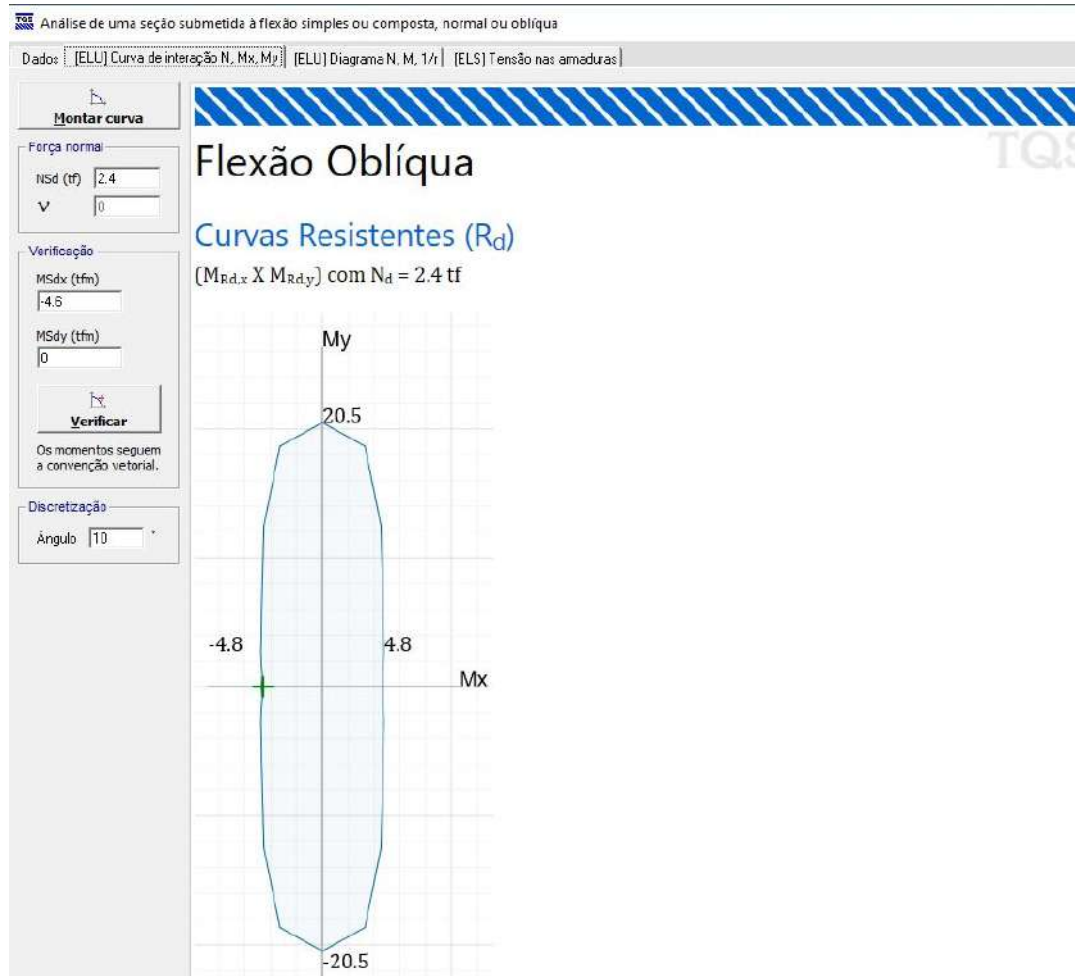
Φ

0

Es (MPa)

210000

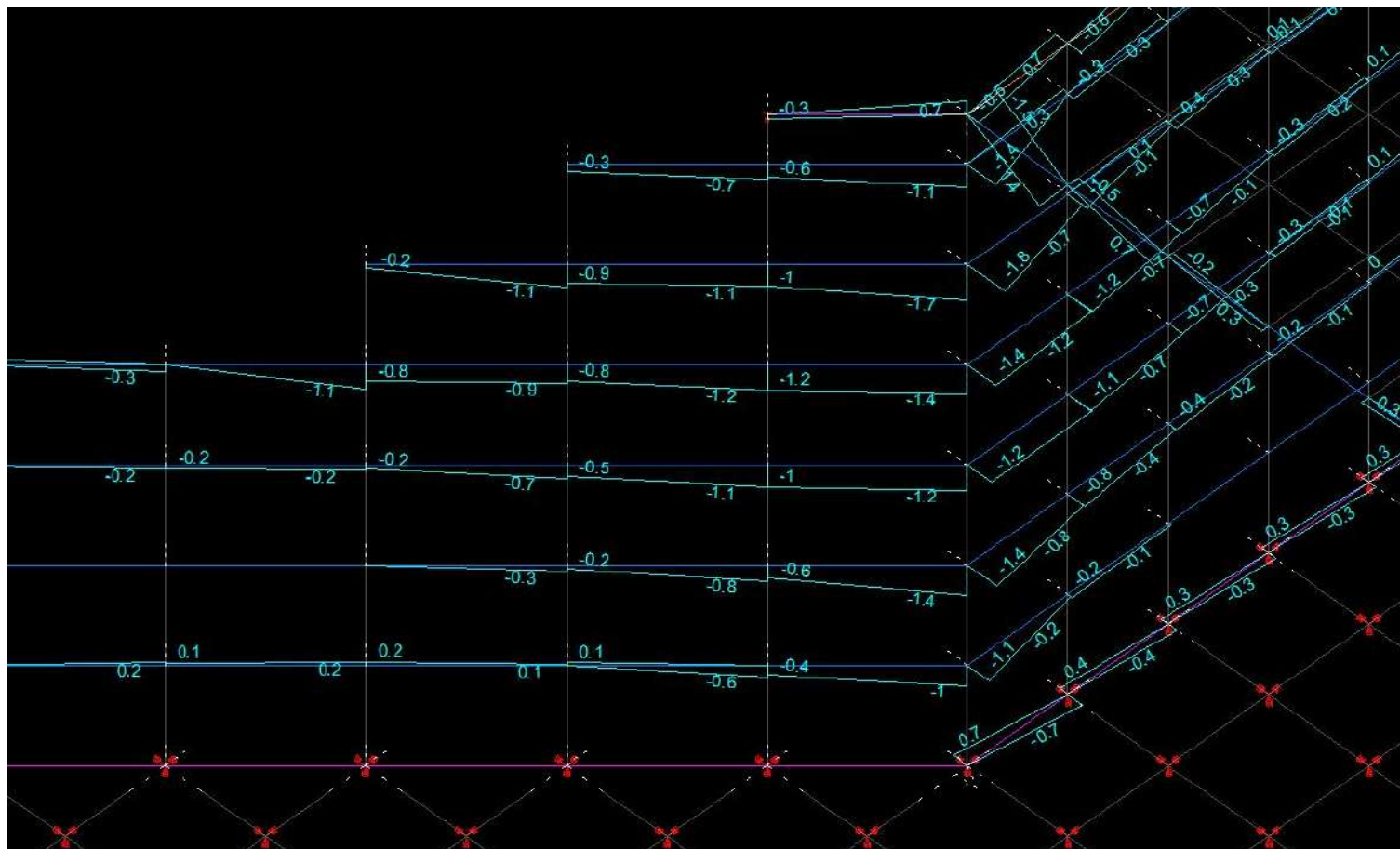
Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



Direção Secundária



Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



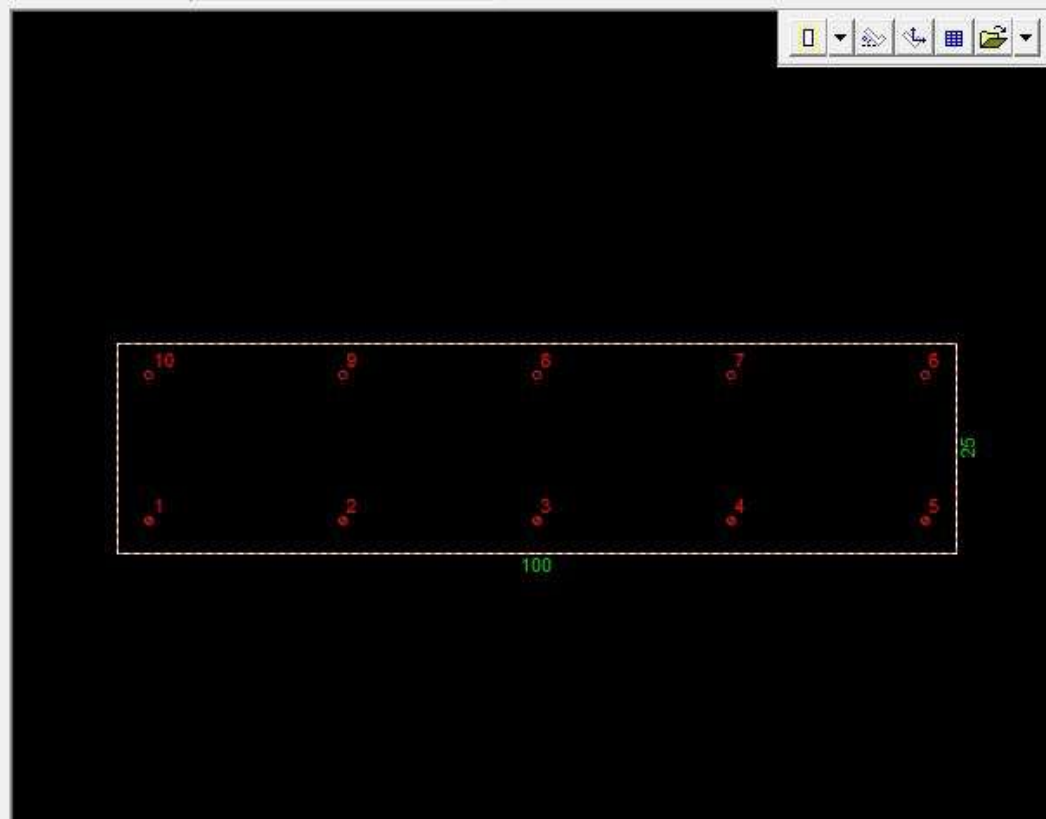
☰ Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados [ELU] Curva de interação N, Mx, My [ELU] Diagrama N, M, 1/r [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção

Observação



Norma

ABNT NBR 6118

Armaduras

☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-46.2	3.8	0.8
2	-23.1	3.8	0.8
3	0	3.8	0.8
4	23.1	3.8	0.8
5	46.2	3.8	0.8
6	46.2	21.2	0.8
7	23.1	21.2	0.8
8	0	21.2	0.8
9	-23.1	21.2	0.8
10	-46.2	21.2	0.8

Materiais (concreto e aço)

fck (MPa)

30

fyk (MPa)

500

γ_c

1.4

γ_s

1.15

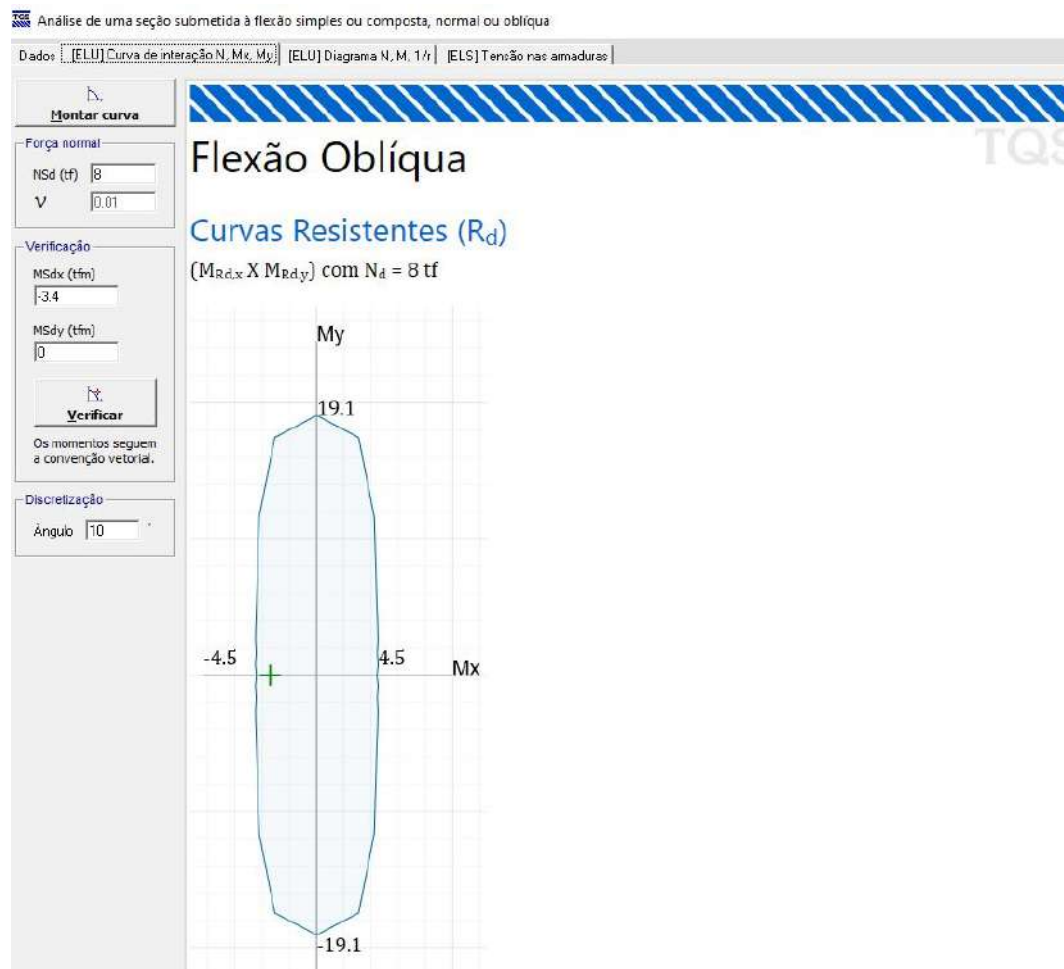
Φ

0

Es (MPa)

210000

Empresa filiada a:



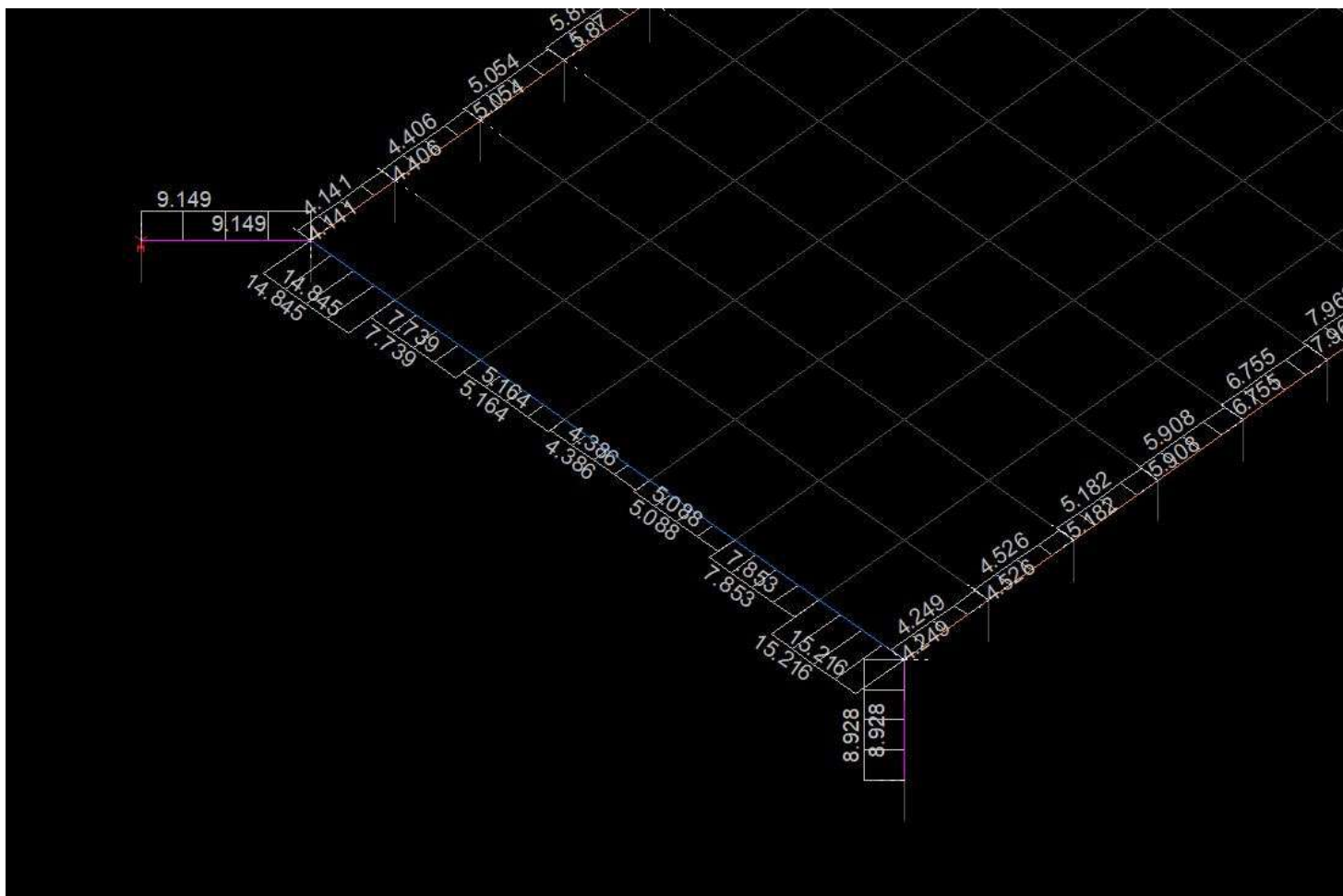
ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA DE
ENGENHARIA E
CONSULTORIA
ESTRUTURAL



ABECE



Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



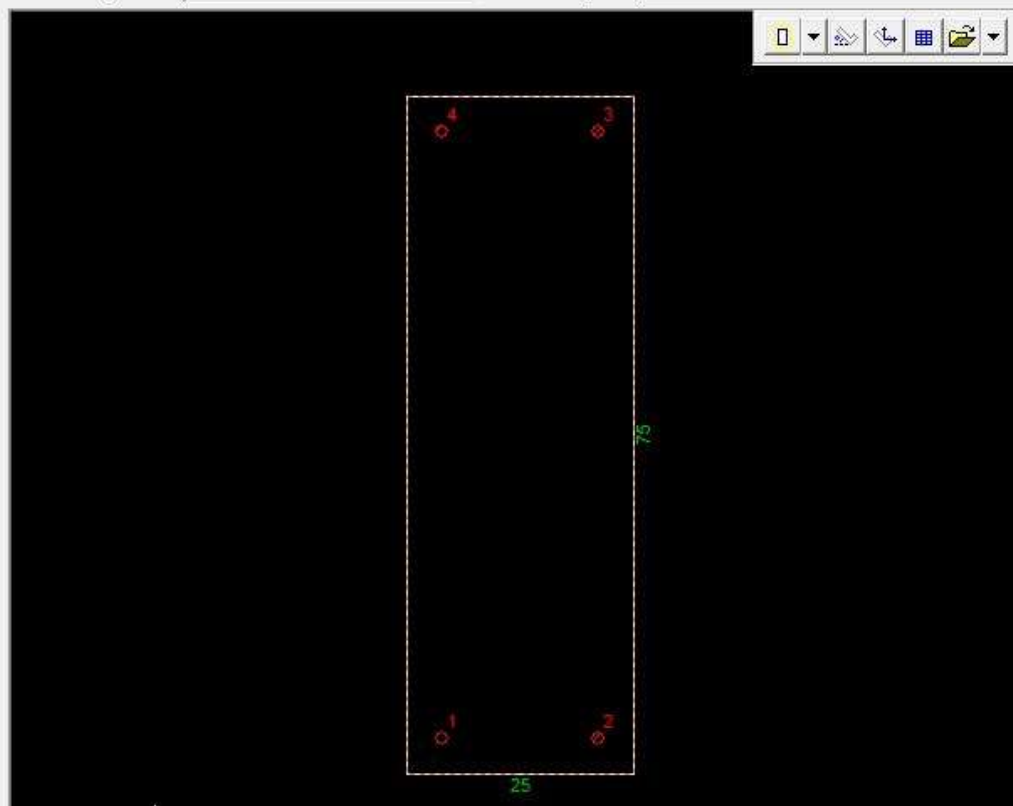
ANÁLISE DE UMA SEÇÃO SUBMETIDA À FLEXÃO SIMPLES OU COMPOSTA, NORMAL OU OBLÍQUA

Dados [ELU] Curva de interação N, Mx, My [ELU] Diagrama N, M, 1/r [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção

Observação



Norma

ABNT NBR 6118

Armaduras

☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-8.7	3.8	1.84
2	8.7	3.8	1.84
3	8.7	71.2	1.84
4	-8.7	71.2	1.84

Materiais (concreto e aço)

fck (MPa)

30

fyk (MPa)

500

γ_c

1.4

γ_s

1.15

ϕ

0

Es (MPa)

210000

Empresa filiada a:

 Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados [ELU] Curva de interação N, M_x, M_y [ELU] Diagrama N, M, 1/r [ELS] Tensão nas armaduras


Montar curva

Força normal

NSd (tf)

V

Verificação

MSdx (tfm)

MSdy (tfm)


Verificar

Os momentos seguem a convenção vetorial.

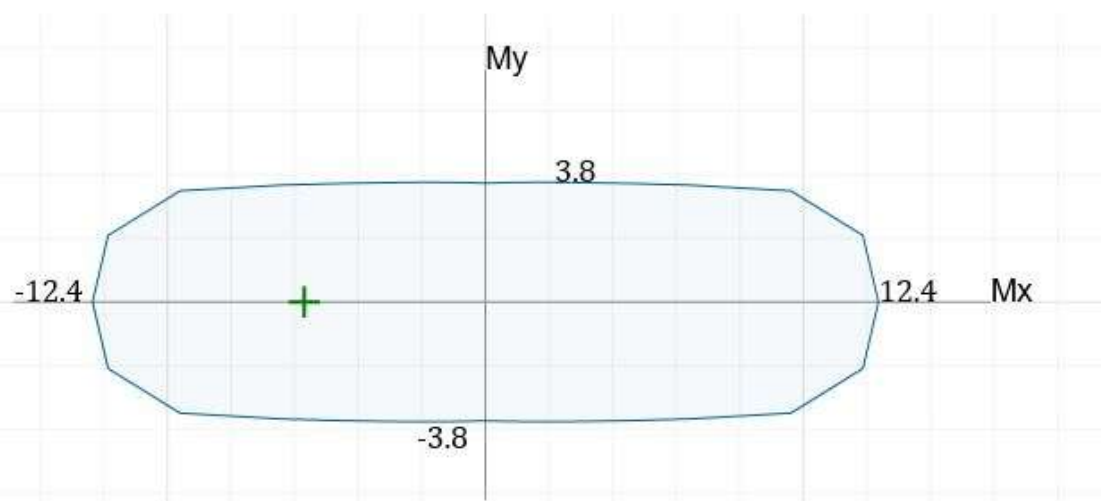
Discretização

Ângulo °

Flexão Oblíqua

Curvas Resistentes (R_d)

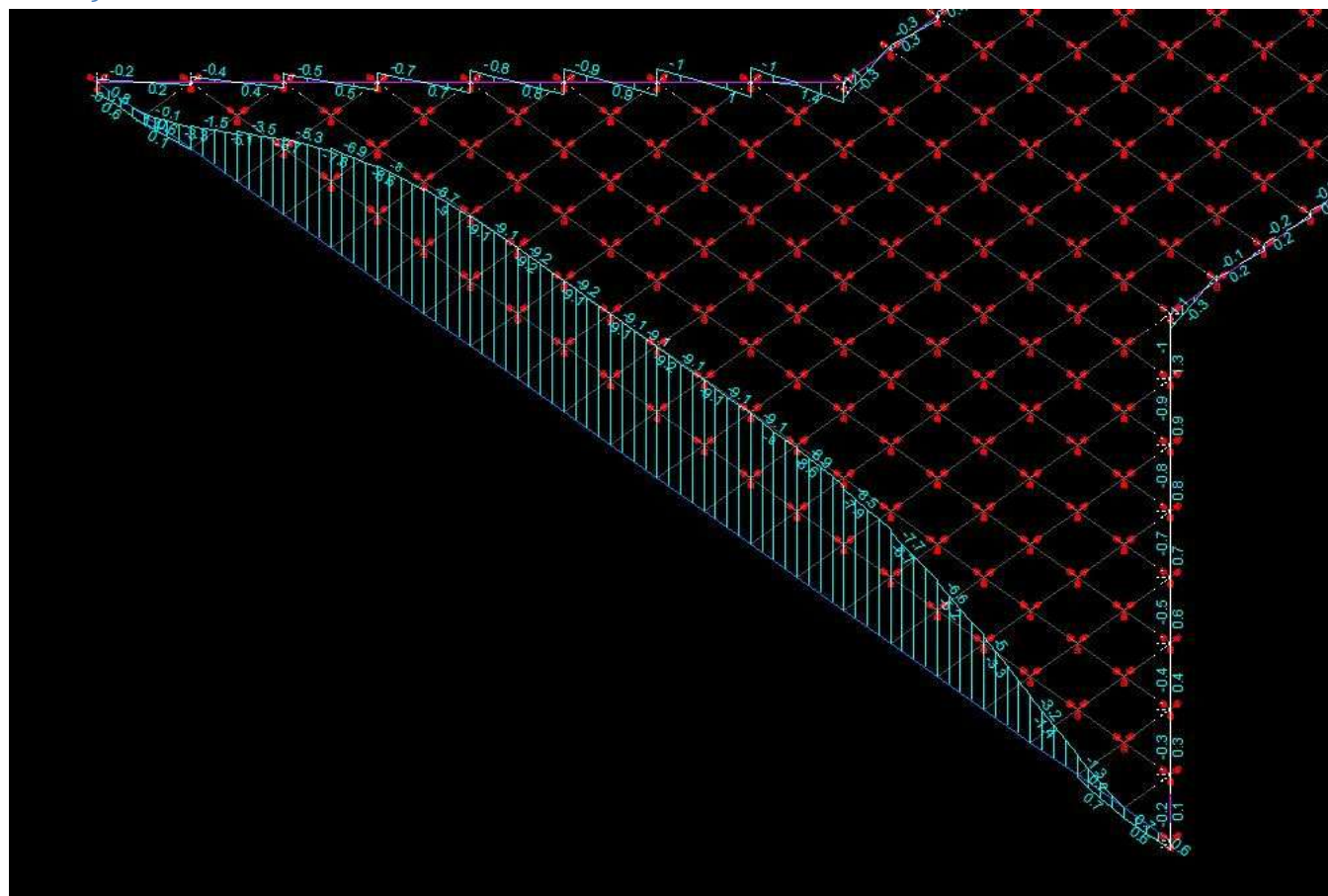
($M_{Rd,x}$ X $M_{Rd,y}$) com $N_d = 4.3$ tf



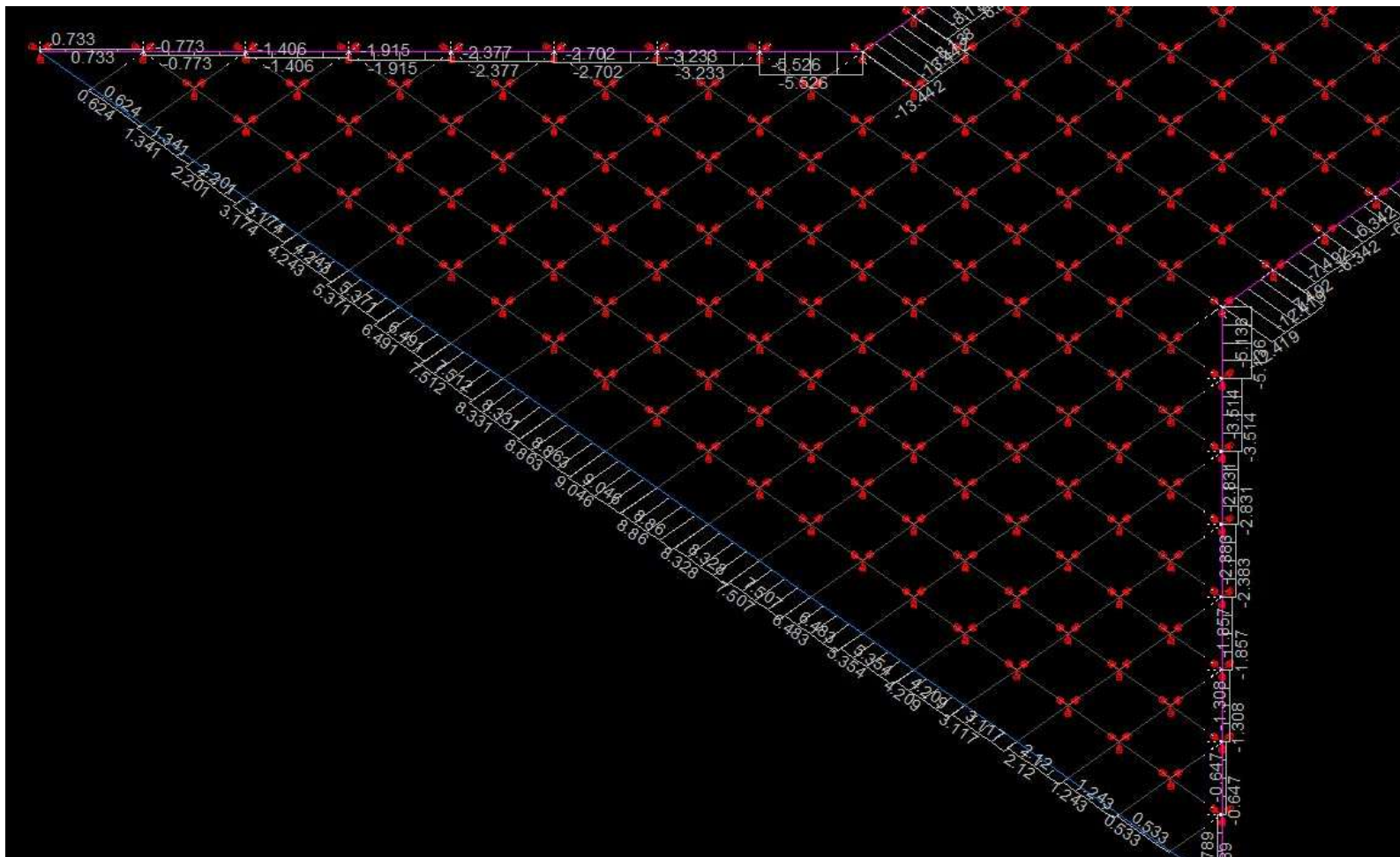
Empresa filiada a:



VIGAS BASE (VB1=VB2)



Empresa filiada a:



Empresa filiada a:



TOS Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados: [ELU] Curva de interação N, Mx, My | [ELU] Diagrama N, M, 1/r | [ELS] Tensão nas armaduras

Seção transversal (cm)

Título da seção: Observação:

Norma

ABNT NBR 6118

Armaduras

☒ Por área

	X (cm)	Y (cm)	Área (cm ²)
1	-8.7	3.8	1.84
2	8.7	3.8	1.84
3	8.7	71.2	1.84
4	-8.7	71.2	1.84

Materiais (concreto e aço)

fck (MPa): 30 fyk (MPa): 500

γ_c : 1.4 γ_s : 1.15

ϕ : 0 Es (MPa): 210000

Empresa filiada a:



 Análise de uma seção submetida à flexão simples ou composta, normal ou oblíqua

Dados [ELU] Curva de interação N, Mx, My [ELU] Diagrama N, M, 1/r [ELS] Tensão nas armaduras

 **Montar curva**

Força normal

NSd (tf)

v

Verificação

MSdx (tfm)

MSdy (tfm)



Verificar

Os momentos seguem a convenção vetorial.

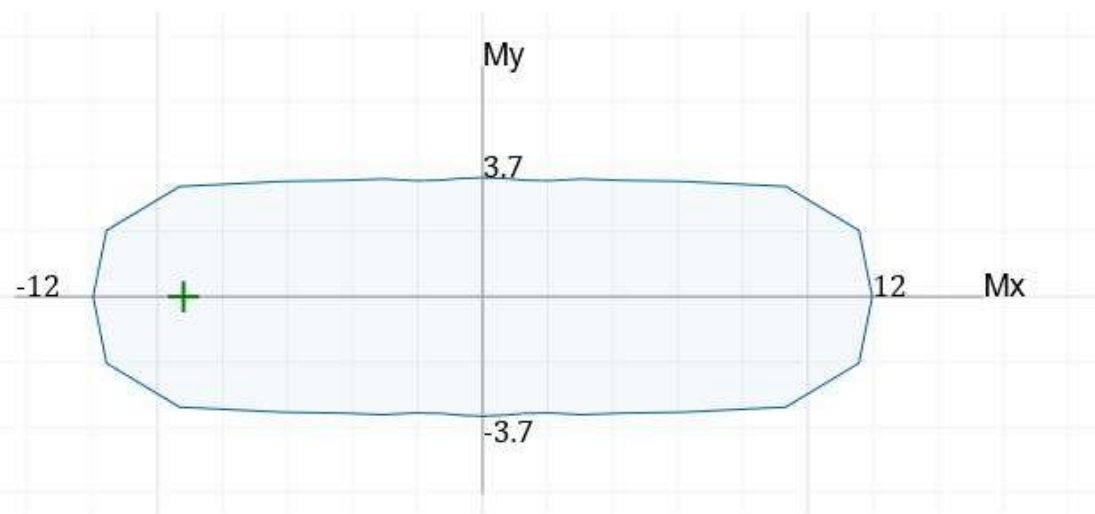
Discretização

Ângulo °

Flexão Oblíqua

Curvas Resistentes (R_d)

($M_{Rd,x} \times M_{Rd,y}$) com $N_d = 3.2$ tf



CRITÉRIOS PROJETO - GERENCIADOS

A seguir são apresentados alguns dos critérios de projeto utilizados.

Critérios gerais

- 1) Norma em uso
 - a) NBR-6118-2014
- 2) Verificação de f_{ck} mínimo
 - a) Desativa
- 3) Verificação de cobrimentos mínimos
 - a) Desativa
- 4) Verificação de dimensões mínimas
 - a) Verifica segunda a ABNT NBR 6118
- 5) Permite rebaixo de pilar
 - a) Não permite

Ações

- 1) Separação de cargas permanentes e variáveis
 - a) Com separação
- 2) Caso 1 agrupa outros casos
 - a) Casos de 2 a 4
- 3) Consideração de peso-próprio de lajes
 - a) Sim
- 4) Consideração de peso-próprio de vigas
 - a) Sim
- 5) Carga estimada em viga de transição
 - a) Entre a carga estimada pelo pórtico e a definida pelo engenheiro, usar o valor de maior módulo.
- 6) Permite cálculo $c/$ altura de alvenaria igual a zero
 - a) Não
- 7) Ponderadores
 - a) Ponderador do peso-próprio
 - (1) 1,35
 - b) Ponderador das demais ações permanentes (CV)
 - (1) 1,4
 - c) Ponderador das ações variáveis (CV)
 - (1) 1,5

Análise Estrutural

- 1) Modelo global do edifício

- a) Modelo de vigas e pilares, flexibilizado conforme critérios
- 2) Modelo para viga de transição
 - a) Modelo adicional com vigas de transição enrijecidas
- 3) Trechos rígidos
 - a) Método p/ definir extensão de apoio
 - (1) em função da altura da viga
 - b) Multiplicador da altura da viga p/ extensão de apoio
 - (1) 2
- 4) Pórtico espacial
 - a) Vigas
 - (1) Consideração de seção T
 - (a) Calcular inércia das vigas com seção T em todo o vão
 - (2) Inércia p/ vigas s/ rigidez à torção
 - (a) 100
 - (3) Fator de engastamento parcial em vigas
 - (a) 1
 - b) Pilares
 - (1) Majoração da rigidez axial p/ efeitos construtivos
 - (a) Considera majoração da rigidez axial
 - (2) Multiplicador da rigidez axial p/ efeitos construtivos
 - (a) 3
 - (3) Pilares não-retangulares c/ eixos principais
 - (a) Calcula.
 - c) Ligações viga-pilar
 - (1) Flexibilização de ligações
 - (a) Sim
 - (2) Multiplicador de largura de apoio p/ coeficiente de mola
 - (a) 1,5
 - (3) Divisor de coeficiente de mola
 - (a) 0,6
 - (4) Offset-rígido
 - (a) Sim
 - d) Separação de modelos para ELU e ELS
 - (1) Sim
 - e) Modelo ELU
 - (1) Não-linearidade física p/ vigas
 - (a) 0,3
 - (2) Não-linearidade física p/ pilares
 - (a) 0,3

- (3) Não-linearidade física p/ lajes
 - (a) 0,3
- f) Modelo ELS
 - (1) Não-linearidade física p/ lajes
 - (a) 1
- g) Transferência de esforços
 - (1) Transferência dos esforços de 2ª ordem (GamaZ)
 - (a) Sim
 - (2) Transferência de força normal para vigas
 - (a) Sim
 - (3) Tolerância p/ transferência de forças das grelhas
 - (a) 0
 - (4) Tolerância p/ transferência de momentos das grelhas
 - (a) 0
- 5) Grelha
 - a) Vigas
 - (1) Consideração da seção T em vigas
 - (a) Calcular inércia das vigas com seção T em todo o vão
 - (2) Inércia p/ vigas s/ rigidez à torção
 - (a) 100
 - (3) Fator de engastamento parcial em vigas
 - (a) 1
 - b) Apoios (restrições)
 - (1) Apoio de vigas em pilares
 - (a) Modelo p/ o apoio de vigas em pilares
 - (i) Elástico independente
 - (b) Multiplicador de largura de apoio p/ coeficiente de mola
 - (i) 1
 - (c) Divisor de coeficiente de mola
 - (i) 4
 - (2) Modelo p/ o apoio de nervuras em pilares
 - (a) Sim
 - (3) Modelo p/ o apoio de lajes maciças em pilares
 - (a) Sim
 - c) Lajes nervuradas
 - (1) Considera seção T para nervuras
 - (a) Sim
 - (2) Plastificação de nervuras apoiadas em vigas
 - (a) Não

- d) Lajes maciças (planas)
 - (1) Divisor de inércia à torção em barras de lajes
 - (a) 6
 - (2) Consideração de Wood&Armer
 - (a) Sim
 - (3) Espaçamento de barras em X
 - (a) 50
 - (4) Espaçamento de barras em Y
 - (a) 50
 - (5) Plastificação de barras de lajes apoiadas em vigas
 - (a) Não
- e) Multiplicador p/ deformação lenta
 - (1) 2
- 6) Estabilidade global
 - a) Cálculo de GamaZ com valores de cálculo
 - (1) Esforços de cálculo.
 - b) Considera deslocamentos horizontais gerados por cargas verticais
 - (1) Sim
- 7) Análise P-Delta
 - a) Análise em 2 passos
 - (1) P-Δ em 2 passos
 - b) Multiplicador de esforços pós-análise
 - (1) 1
- 8) Deslocamentos laterais do edifício
 - a) Verifica deslocamentos laterais do edifício
 - (1) ABNT NBR 6118
 - b) Considera efeitos das cargas verticais
 - (1) Não
 - c) P-Delta na avaliação dos deslocamentos laterais
 - (1) Adota análise P-Δ na avaliação dos deslocamentos laterais
 - d) Limites
 - (1) Deslocamento máximo no topo do edifício
 - (a) 1700
 - (2) Deslocamento máximo entre pisos
 - (a) 850
- 9) Grelha não-linear
 - a) Análise p/ todas combinações ELS
 - (1) Adota todas combinações ELS definidas
 - b) Número total de incrementos de carga

- (1) 12
- c) Consideração da fissuração
 - (1) Considera fissuração à flexão e à torção
- d) Consideração da fluência
 - (1) Correção do diagrama tensão-deformação do concreto pelos coeficientes de fluência (ϕ).

Dimensionamento, detalhamento e desenho

- 1) Lajes
 - a) Flexão composta
 - (1) Verifica flexão composta normal
 - (a) Sim
 - (2) Força pequena a ser desprezada
 - (a) 6
 - b) Verifica armadura mínima
 - (1) Sempre que a armadura de flexão tiver valores menores que a armadura mínima recomendada pela NBR 6118, este valor de norma será adotado.
 - c) Norma p/ verificação ao cisalhamento
 - (1) Dimensionamento de acordo com a ABNT NBR 6118 vigente
 - d) Norma p/ verificação à punção
 - (1) Dimensionamento de acordo com a ABNT NBR 6118:2014
 - e) Ponderadores p/ valores de cálculo
 - (1) Ponderador da resistência do concreto
 - (a) 1,4
 - (2) Ponderador da resistência do aço
 - (a) 1,15
 - (3) Ponderador das solicitações
 - (a) 1
 - f) Homogeneização de faixas de armaduras
 - (1) Porcentagem mínima de média ponderada p/ M(-)
 - (a) 50
 - (2) Porcentagem mínima de média ponderada p/ M(+)
 - (a) 80
- 2) Vigas
 - a) Norma p/ cálculo
 - (1) Dimensionamento de acordo com critérios K117 e K118
 - b) Ponderadores p/ valores de cálculo
 - (1) Ponderador da resistência do concreto
 - (a) 1,4

- (2) Ponderador da resistência do aço
 - (a) 1,15
- (3) Ponderador das solicitações
 - (a) 1
- c) Cálculo de esforços
 - (1) Redução de momentos negativos
 - (a) Cálculo em regime plástico, com cálculo do momento negativo nos apoios em função dos momentos positivos isostáticos, dimensões da seção da viga, tipo de aço e concreto usados.
- d) Flexão
 - (1) Armadura mínima
 - (a) Limite p/ armadura mínima
 - (i) O limite é definido de acordo com as prescrições da ABNT NBR 6118
 - (b) Seção T para cálculo de $M_{1d,mín}$ e $As_{mín}$
 - (i) Armadura mínima e Momento mínimo ($M_{1d,mín}$) calculados considerando seção T.
 - (2) Alojamento de barras sem simetria
 - (a) Aloja as barras na seção transversal em diversas camadas, sem a preocupação de fazer uma distribuição simétrica.
 - (3) Armadura que chega em apoio extremo
 - (a) É considerado o valor de $0.75 \cdot V_d / f_{yd}$ para cálculo do As junto ao pilar extremo.
 - (4) Verificação de ductilidade
 - (a) Verifica limites de redistribuição de $M(-)$, plastificação, nos extremos dos vãos e impõe critérios de ductilidade no dimensionamento das seções transversais conforme prescrições da NBR 6118:2003. É realizada a limitação da posição relativa da Linha Neutra na seção transversal e, conseqüentemente, aumento da armadura de compressão.
 - (5) Ancoragem positiva
 - (a) Ancoragem nos apoios extremos
 - (i) Ancoragem da armadura positiva combinando com grampos, calculados por processo exato quando o comprimento do apoio é pequeno perante o raio de dobra da barra. É válido também para vãos internos com faces inferiores não coincidentes.
 - (b) Bitola que chega no apoio extremo
 - (i) A bitola obedecerá a condição de ancoragem nos apoios extremos: $(R + 5.5\phi) <$ (largura efetiva do apoio).
- e) Cisalhamento e Torção
 - (1) Modelo de cálculo
 - (a) Modelo I

- (2) Limite p/ desprezar torção
 - (a) 5
- f) Armadura lateral
 - (1) Dimensionamento da armadura lateral
 - (a) Dimensionamento da armadura lateral segundo ABNT NBR 6118:2003 (2007)
 - (2) Altura mínima para colocação de $A_{s,lat}$
 - (a) 60
- g) Furo em viga
 - (1) Largura máxima do furo
 - (a) 0
 - (2) Cortante p/ cálculo de suspensão
 - (a) 0
- 3) Pilares
 - a) Norma para cálculo
 - (1) ABNT NBR 6118:2014 (2014)
 - b) Ponderadores p/ valores de cálculo
 - (1) Ponderador da resistência do concreto
 - (a) 1,4
 - (2) Ponderador da resistência do aço
 - (a) 1,15
 - (3) Ponderador das solicitações
 - (a) 1
 - c) Índices de esbeltez limites
 - (1) Limite p/ 2ª ordem aproximada ($1/r$ e κ)
 - (a) 90
 - (2) Limite p/ 2ª ordem c/ N, M, $1/r$
 - (a) 140
 - d) Definição dos comprimentos equivalentes
 - (1) Comprimento equivalente calculado conforme item 15.6 da ABNT NBR 6118:2003.
 - e) Transformação de FCO em FCN
 - (1) Não se alternam os esforços da flexão composta oblíqua para dimensionamento.
 - f) Porcentagens limites de armadura
 - (1) Porcentagem limite de armadura mínima
 - (a) 0,4
 - (2) Porcentagem limite de armadura máxima
 - (a) 8
 - g) Grampos
 - (1) Grampos verticais no último pavimento
 - (a) Não

- (2) Desenho de grampos em forma de S
 - (a) 2
- h) Consideração de peso-próprio
 - (1) Sim
- i) Pilares-parede
 - (1) Esbeltez limite p/ desprezar efeitos localizados
 - (a) 35
 - (2) Avaliação dos efeitos locais de 2ª ordem
 - (a) Sim
 - (3) Porcentagem mínima de estribos
 - (a) 0
- j) Seleção de bitolas no lance
 - (1) % limite p/ seleção no lance
 - (a) 10
 - (2) Número de bitolas a mais p/ seleção no lance
 - (a) 1
- 4) Fundações
 - a) Sapatas
 - (1) Ponderadores p/ valores de cálculo
 - (a) Ponderador da resistência do concreto
 - (i) 1,4
 - (b) Ponderador da resistência do aço
 - (i) 1,15
 - (c) Ponderador das solicitações
 - (i) 1
 - (d) Coeficiente adicional de segurança
 - (i) 1,2
 - (e) Coeficiente de segurança ao tombamento
 - (i) 1,5
 - (f) Coeficiente de segurança ao deslizamento
 - (i) 1,5
 - b) Blocos sobre estacas
 - (1) Ponderadores p/ valores de cálculo
 - (a) Ponderador da resistência do concreto
 - (i) 1,4
 - (b) Ponderador da resistência do aço
 - (i) 1,15
 - (c) Ponderador das solicitações
 - (i) 1

Empresa filiada a:



- (d) Coeficiente adicional de segurança
 - (i) 1,2
- (2) Blocos quadrados
 - (a) Igualar armaduras pela maior
 - (i) iguala armaduras pela maior
 - (b) Diferença máxima entre as dimensões
 - (i) 9
- (3) Blocos de 7 a 24 estacas
 - (a) Método de Cálculo - Bloco Rígido
 - (i) Método CEB-FIP (recomendado)
 - (b) % de armadura principal detalhada
 - (i) 100
- 5) Escadas
 - a) Ponderadores p/ valores de cálculo
 - (1) Ponderador da resistência do concreto
 - (a) 1,4
 - (2) Ponderador da resistência do aço
 - (a) 1,15
 - (3) Ponderador das solicitações
 - (a) 1
 - b) Homogeneização de armaduras
 - (1) Porcentagem mínima p/ M(-)
 - (a) 50
 - (2) Porcentagem mínima p/ M(+)
 - (a) 80
 - c) Cálculo de armadura mínima
 - (1) O limite é definido de acordo com as prescrições da ABNT NBR 6118