

COMPARAÇÃO DE METODOLOGIAS DE DIMENSIONAMENTO DE BLOCOS SOBRE ESTACAS

ANJOS, Adria Vitória de Souza Braga¹;

MOREIRA, Caio Phelipe Rodrigues²;

BRESSAN, Rodrigo Techio³;

RESUMO: Blocos sobre estacas de concreto ou blocos de coroamento são elementos estruturais de grandes volumes usados para transferir cargas da superestrutura para as estacas. Esses elementos estão presentes em fundações de obras convencionais e até mesmo em obras de arte. O presente trabalho analisa diferentes metodologias de dimensionamento desses elementos, utilizando os métodos de BLÉVOT e FRÉMY (1967), Fusco Método A e Método B e MBT (IBRACON), com o objetivo de analisar as metodologias e considerações de cada autor e sua eficiência no dimensionamento de blocos de coroamento sobre duas estacas seja mais eficiente. Foram comparados os métodos para as cargas de 250 KN, 500 KN, 750 KN e 1000 KN. A análise foi realizada sobre a geometria adotada, área de aço e tensões nas bielas. As considerações de cada autor trouxeram resultados variados na questão de tensões nas bielas, sendo o método MBT (IBRACON) o mais satisfatório em todas as cargas. Blévit para cargas altas nas condições geométricas definidas não obteve êxito, já Fusco o método B obteve resultados próximo ao MBT, porém o método A obteve cerca de 30% a mais de área de aço em cada situação.

PALAVRAS-CHAVES: Blocos de Coroamento; Método de Bielas e Tirantes; Blévit e Frémy; Fusco; IBRACON.

1. INTRODUÇÃO

É de conhecimento geral que todos os ramos de atuação profissional têm tido que se adequar às mudanças contemporâneas e algumas áreas, principalmente, tem se desafiado ainda a encarar os limites que a natureza e a física impelem.

Não seria diferente com a engenharia, talvez, cabe aqui dizer que tais questões acabam por influenciar diretamente os estudos e as aplicações da área, razão pela qual dedica-se o presente trabalho.

¹ Discente do 10º Período de Engenharia Civil do Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz. E-mail: adriavitoriaanjos@gmail.com

² Discente do 10º Período de Engenharia Civil do Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz. E-mail: phelipe.caio@hotmail.com

³ Docente Engenheiro Civil e Mestre em Engenharia do Curso Superior de Engenharia Civil do Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz.

De maneira introdutória, a fundação de uma edificação tem por objetivo suportar e distribuir para o terreno toda carga que é gerada pelos carregamentos e esforços exercidos pela estrutura em sua totalidade.

Para fundações profundas, é indispensável o uso de blocos de coroamento, que para o escopo do trabalho serão considerados apenas estes. Os blocos se caracterizam por serem estruturas de grandes volumes, rígidos, que transferem os carregamentos dos pilares para a fundação.

Um dos métodos de cálculos, usualmente empregados para projetos de blocos rígidos sobre estacas no Brasil, é o Método das Bielas, baseado nos estudos de Blévoat na França em 1967. O segundo método de cálculo basear-se-á na teoria de Fusco (2013), o qual, resumidamente, descreve que a seção de contato do pilar com o bloco pode não ser capaz de resistir à força normal atuante sem o auxílio da armadura do próprio pilar. O terceiro método é direcionado pelas normativas do IBRACON (Instituto brasileiro de concreto)

Com as informações apresentadas, a justificativa dessa pesquisa dá-se pelas várias metodologias disponíveis para soluções no dimensionamento. Os blocos de coroamento, têm tido destaques quanto a pesquisa dos métodos que auxiliam o dimensionamento através das normas em vigor.

Portanto, o questionamento levantado para a realização da pesquisa será o seguinte: Qual método haverá melhor resultado para o dimensionamento perante a norma vigente?

De acordo com as informações citadas anteriormente, este trabalho terá como objetivo geral comparar as metodologias de cálculo.

O objetivo deste trabalho é analisar os métodos de cálculo, apresentando os dimensionamentos de blocos de concreto sobre duas estacas,

E para que esse trabalho tenha pleno êxito, tem-se os seguintes objetivos específicos:

- A. Analisar o dimensionamento do bloco de um pilar padrão com carregamentos que variam de 250 kN, 500 kN, 750 kN e 1000 kN.
- B. Analisar área de aço, geometria, tensões na biela pilar e biela estaca e limites da NBR 6.118/2014;
- C. Elabora um detalhamento dos dimensionamentos dos blocos;

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Conforme detalhado na introdução apresentada, necessária se faz a explanação de início sobre os termos técnicos que serão utilizados neste trabalho a fim de facilitar a compreensão e levando-se a conclusão do estudo.

2.1.1 Definição de fundação

A fundação é essencial em qualquer construção por menor que seja, ela é quem suporta toda a carga da edificação, ou seja, é um elemento estrutural designado a conduzir para o terreno as cargas da estrutura, pois ela recebe essa carga e distribui de forma correta para o solo fazendo com que a edificação se mantenha acima do solo, devendo ter a resistência adequada para sustentar as tensões causadas pelos esforços solicitantes, sejam eles verticais ou horizontais. Podendo ser uma fundação rasa ou profunda, dependendo do tipo do solo e da carga estrutural. Como existem normas para todas as atividades relacionadas à construção, com instruções técnicas que regem o alicerce de uma obra estão na NBR 6122, define todo o projeto e execução de fundações.

2.1.2 Definição de estacas

A NBR 6122 (ABNT, 2019) apresenta como elemento de fundação profunda executado inteiramente por equipamentos ou ferramentas, sem que, em qualquer fase de sua execução, tenha-se trabalho manual em profundidade. Os materiais empregados podem ser: madeira, aço, concreto pré-moldado, concreto moldado *in loco*, argamassa, cala de cimento, ou qualquer combinação dos anteriores.

Podendo ser executada mediante cravação, percussão, prensagem, vibração ou por escavação. Pode-se ainda, executá-la de forma mista, envolvendo mais de um destes processos.

Há uma grande variedade de estacas empregadas como elementos de fundação que se diferem pelo método executivo e materiais que as constituem, para isso são necessários estudos para definição de cada estaca.

2.1.3 Definição de bloco de coroamento

Segundo a NBR 6.122 (ABNT, 1996), bloco é um elemento de fundação superficial de concreto armado dimensionado de modo que as tensões de tração nele produzidas não sejam

resistidas pelo concreto, mas sim pelo emprego da armadura. Pode possuir espessura constante ou variável, sendo sua base em planta normalmente quadrada, retangular ou trapezoidal.

Já a NBR 6.118 (ABNT, 2014), conceitua blocos sobre estacas como estruturas de volume usadas para transmitir às estacas e aos tubulões as cargas de fundação, podendo ser considerados rígidos ou flexíveis, por critério análogo ao definido para sapatas.

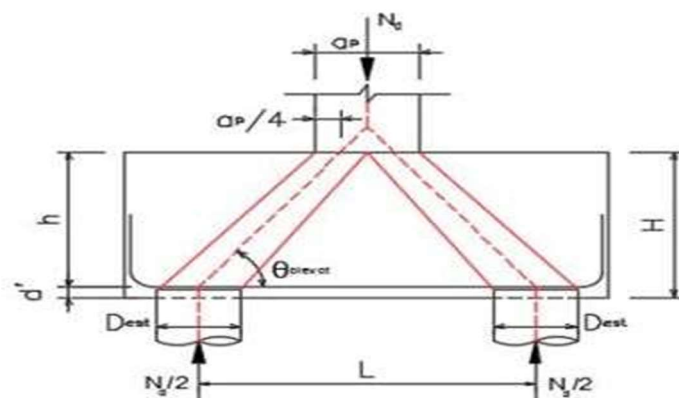
Blocos de coroamento sobre estacas são elementos de concreto que têm como propósito transferir os esforços dos pilares para as estacas. Estes elementos, em função da sua geometria, são classificados em 2 tipos: rígidos e flexíveis. Cada uma das classificações acima tem um comportamento estrutural distinto. (CUNHA e MOURA, 2018).

Existem diversas geometrias para os blocos, cujo número de estacas empregado é calculado no dimensionamento e leva em conta a capacidade de carga de cada estaca e as características do solo. Para pequenas edificações geralmente são empregados blocos sobre uma ou duas estacas, já para obras de médio e grande porte, a quantidade geralmente é superior a duas (BASTOS, 2017).

2.1.4 Método de Blévo e Frémy

Desenvolvido em 1967 por pesquisadores franceses, é um método baseado no modelo de bielas e tirantes para dimensionamento de blocos de concreto sobre estacas. O esquema estrutural utilizado para o dimensionamento de blocos sobre duas estacas neste método está representado na figura 1.

Figura 01: Esquema para blocos sobre duas estacas – Blévo e Frémy



Fonte: Carvalho (2018)

Blocos sobre duas, três e quatro estacas foram submetidos a cargas verticais centradas. Por meio da análise do estado limite último dos blocos e da maneira como ocorreu a formação de fissuras, estes pesquisadores investigaram a possibilidade de se utilizar o método de Bielas e Tirantes para essas estruturas. Adicionalmente, houve a alteração na disposição das armaduras entre os tipos de blocos, a fim de se estudar a influência deste parâmetro, (CARVALHO, 2018).

Segundo Delalibera (2006), o modelo mais utilizado e indicado para o dimensionamento de blocos de fundação é o elaborado por Blévoit, em 1967, o qual baseia-se no conceito de bielas e tirantes atuantes na estrutura, isto é, considera a aplicação de treliças tridimensionais submetidas à tração e compressão, de maneira que as barras tracionadas são consideradas tirantes e as comprimidas bielas.

2.1.3 Fusco

De acordo com Fusco (1995), os blocos de fundação devem ser peças suficientemente rígidas para que sua deformabilidade não afete as ações atuantes na superestrutura nem no próprio terreno de fundação.

Fusco (1995), considera que a força do pilar é transmitida às estacas por bielas diagonais comprimidas, cujo equilíbrio no topo das estacas é provido pela armadura de tração colocada junto à face inferior do bloco.

No dimensionamento de blocos sobre estacas, Fusco (2013) considera que a força transmitida pela armadura do pilar é resistida em um plano horizontal à uma profundidade “x” e a partir deste ponto as tensões são resistidas pelo concreto não havendo mais contribuição da armadura do pilar.

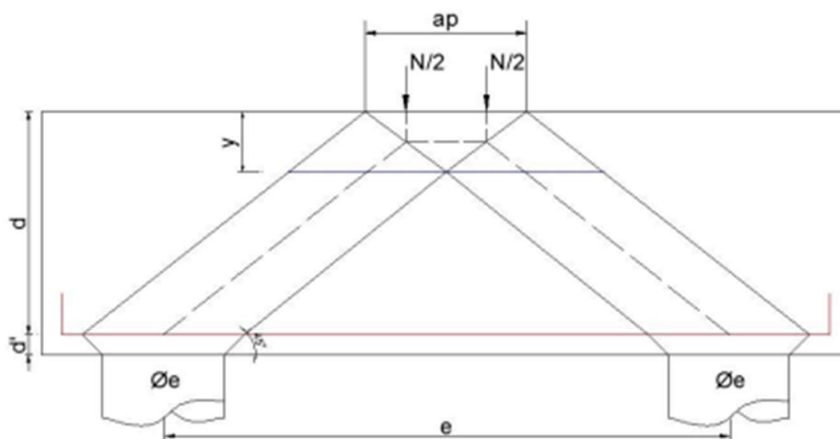
Fusco (2013) considera ainda o carregamento normal máximo que deve ser aplicado pelo pilar em função da resistência oferecida pelo concreto e pela armadura.

2.1.4 Método de Santos; Stucchi (IBRACON)

A construção teórica apresentada por Daniel Miranda Santos e Fernando Rebouças Stucchi na publicação feita pelo IBRACON para blocos sobre duas estacas segue o direcionamento da NBR 6118:2014 na qual temos uma região nodal onde ocorrem perturbações de tensão, logo abaixo do pilar devido à mudança na direção das forças. Esta região encontra-

se a uma profundidade “ y ” e seus planos laterais determinam a largura da escora de compressão, conforme podemos verificar na figura 02.

Figura 02: Região Nodal, com profundidade “ y ”



Fonte: ABNT NBR 6118:204 Comentários e exemplo de aplicação (2015)

Como fase inicial, deve-se obter a profundidade da região nodal abaixo do pilar. Pode ser encontrada através do equilíbrio de forças decorrentes da reação da biela comprimida e da máxima tensão do nó.

3. METODOLOGIA

3.1.1 Tipo de estudo

O presente estudo trata-se da análise de resultados de metodologias de dimensionamento de blocos sobre duas estacas em concreto armado. Os modelos de cálculo apresentados por Blévo e Frémy, o modelo de cálculo apresentado por Fusco e o modelo normativo no IBRACON.

Para isso, foi realizado uma revisão bibliográfica para fundamentação teórica dos métodos de dimensionamento, apresentando todos os parâmetros e diretrizes dos autores, sendo o dimensionamento realizado de blocos sobre duas estacas, com altura de 60 cm, seção de pilar padrão e cargas de 250 kN, 500 kN, 750 kN e 1000 kN. Com concreto C30 ($F_{ck} = 30$ MPa), aço CA-50 ($F_{yk} = 500$ MPa) e embutir 5 cm da estaca no bloco.

Será calculado a verificação de bloco rígido e ângulo da biela, calculado e verificado as tensões na biela-pilar e biela-estaca, com o objetivo de determinar a área mínima de aço necessária para as determinadas cargas.

Após a determinação dos resultados obtidos, será realizada uma comparação em relação a área de aço e tensões de biela, a fim de, evidenciar as diferenças de um método para outro.

3.1.2 Ferramentas para estudo

Com a variedade de métodos de diferentes cargas, o cálculo manual levará um tempo maior, logo, foi usado planilhas para cálculo no *software Excel*, para realizar de maneira rápida e prática os cálculos e análise de dados obtidos.

3.1.3 Os métodos de cálculo

3.1.3.1 Blévy e Frémy

Para garantir o comportamento adequado do bloco, pelo método de Blévy e Frémy, determina que o ângulo θ deve estar contido nos limites:

$$45^\circ \leq \theta \leq 55^\circ \quad \text{Equação 1}$$

Sendo assim, substituindo os valores limites de θ na Equação 02 obtêm-se a altura máxima do bloco, onde a inclinação da biela é compatível, para isso se adotou aço de bitola 20mm para cálculo:

$$H_{\text{máx}} = \tan(55^\circ) \times \left(\frac{e}{2} - \frac{B_p}{4} \right) + \text{embutimento} + c.g \text{ tirante} \quad \text{Equação 2}$$

Onde:

e = espaçamento entre eixos de estacas;

B_p = Maior seção do pilar;

embutimento = Embutimento da estaca no bloco;

$c.g \text{ tirante}$ = centro de gravidade da barra do tirante;

Após determinação da altura máxima do bloco, é realizado a verificação do ângulo da biela pela Equação 03 e determinação da altura útil pela Equação 04 abaixo:

$$\tan(\alpha) = \frac{H_{bloco-embutimento}-c.g.tirante}{\left(\frac{e}{2}-\frac{Bp}{4}\right)} \quad \text{Equação 3}$$

$$d = H_{bloco} - embutimento - c.g.tirante \quad \text{Equação 4}$$

Assim, partimos para o cálculo das tensões nas bielas (Biela-Pilar e Biela-Estaca), representadas pelas Equações 05 e 06, respectivamente:

$$\sigma_{cd,b,pil} = \frac{Nd \times \gamma_n \times \gamma_f}{\text{Área do pilar} \times \sin^2(\alpha)} \quad \text{Equação 5}$$

$$\sigma_{cd,b,est} = \frac{Reld \times \gamma_n \times \gamma_f}{\text{Área do estaca} \times \sin^2(\alpha)} \quad \text{Equação 6}$$

Onde:

Nd = Carga vertical no bloco;

$Reld$ = Maior reação de carga das estacas;

γ_n = Coeficiente adicional ponderador das ações;

γ_f = Coeficiente ponderador das ações.

Com as bielas verificadas, é calculado a força do tirante, nos resultados experimentais de Blévyot e Frémy, determinaram que a força do tirante deveria ser majorada em 15% a favor da segurança, sendo calculado pela Equação 07 e área de aço pela Equação 08:

$$F_{,tirante} = \frac{1,15 \times N}{8} \times \frac{(2 \times e - Ap)}{d} \quad \text{Equação 7}$$

$$A_{s,tirante} = \left(\frac{\gamma_n \times \gamma_n}{F_{yd}} \right) \times F_{,tirante} \quad \text{Equação 8}$$

Onde:

N = Maior reação de cargas das estacas;

Ap = Menor seção do pilar;

F_{yd} = resistência do escoamento do aço;

d = altura útil do bloco.

3.1.3.2 Método de Fusco

Para o dimensionamento de blocos sobre estacas, Fusco (2013) considera que a força transmitida pela armadura do pilar é resistida no plano horizontal à uma profundidade “x”, que é devido ao espraçamento do pilar, que a partir dessa profundidade as tensões são resistidas pelo concreto, não havendo mais contribuição da armadura do pilar. Essa profundidade pode ser determinada pela tabela em função da taxa de armadura longitudinal do pilar e por uma relação da maior e menor dimensão pilar. Sendo o restante do cálculo da mesma maneira que o método de Blévot e Frémy.

3.1.3.2.1 Método A

Para o desenvolvimento do Método A, desenvolvido por Fusco, definimos que a profundidade x representado na Equação 09:

$$\left(\frac{x}{A_p}\right) = \frac{\left(1 + \frac{B_p}{A_p}\right)}{4 \times \tan \theta e} - \left[-1 + \sqrt{1 - \frac{4 \times \alpha \times \gamma n \times \left(\frac{1}{\gamma n} - \frac{\rho \times f_{yd}}{0,2 \times f_{cd}} - \frac{0,85}{0,2}\right)}{\left(1 + \frac{B_p}{A_p}\right)^2}} \right] \quad \text{Equação 9}$$

Onde:

A_p = menor dimensão do pilar;

ρ = taxa de armadura de arranque;

f_{yd} = Resistência de cálculo da armadura de arranque;

f_{cd} = Resistência de cálculo do concreto utilizado no bloco;

γn = Coeficiente adicional ponderador das ações;

θe = ângulo de espraçamento das tensões.

Fusco também recomenda o uso da metade do espraçamento para o cálculo. Como na metodologia de Fusco, ele considera um espraçamento do pilar, logo a seção do pilar aumenta com essa profundidade x , que são representados nas Equações 10 e 11, respectivamente:

$$A_{p, amp} = 2 \times \tan \tan (\theta e) \times x + A_p \quad \text{Equação 10}$$

$$B_{p,amp} = 2 \times \tan(\theta_e) \times x + B_p \quad \text{Equação 11}$$

Onde:

A_p = menor dimensão do pilar;

B_p = maior dimensão do pilar;

θ_e = ângulo de espraçamento das tensões.

Com área ampliada definida, tem-se a necessidade de calcular o ângulo α da biela a partir da área ampliada, conforme a Equação 12:

$$\alpha, arm = \arctan \left(\frac{z}{\frac{e - B_p}{2} \cdot \frac{B_p}{4}} \right) \quad \text{Equação 12}$$

Onde:

z = altura útil do bloco;

B_p = maior dimensão do pilar;

e = espaçamento entre eixos de estacas.

A partir do cálculo das tensões nas bielas, usa-se a mesma analogia usada no método de Blévy e Frémy, porém o cálculo da área de aço segue conforme a Equação 13:

$$A_{s,tirante} = \frac{\gamma_n \times \gamma_f \times R_{máx}}{\tan(\alpha, arm) \times F_{yd}} \quad \text{Equação 13}$$

Onde:

$R_{máx}$ = Maior reação de cargas das estacas;

F_{yd} = resistência do escoamento do aço;

γ_n = Coeficiente adicional ponderador das ações;

γ_f = Coeficiente ponderador das ações.

3.1.3.2.2 Método B

Neste método, Fusco estima-se que a profundidade x é o local onde a tensão na área ampliada é igual a 20% da resistência do concreto, logo, a profundidade x calcula-se

utilizando a Equação 14, o restante de cálculo segue a mesma metodologia exemplificada no método A:

$$x = \frac{(Ap+Bp)}{4 \times \tan(\theta e)} \times \left[-1 + \sqrt{1 - 4 \times \frac{(Ap \times Bp) - \left(\frac{5 \times Nk \times \gamma n \times \gamma f}{fcd} \right)}{(Ap+Bp)^2}} \right] \quad \text{Equação 14}$$

Onde:

Ap = Menor dimensão do pilar;

Bp = Maior dimensão do pilar;

fcd = Resistência de cálculo do concreto utilizado no bloco;

γn = Coeficiente adicional ponderador das ações;

γf = Coeficiente ponderador das ações;

Nk = Esforço normal característico;

θe = ângulo de espraçamento das tensões.

3.1.3.3 MBT (IBRACON)

Santos e Stucchi, definem que o momento causado pela biela deve ser igual ao momento gerado pela tensão no plano vertical da região nodal, com isso o valor de “y” de profundidade pode ser encontrado pela Equação 15:

$$y = 0,15 \times h \quad \text{Equação 15}$$

Onde:

h = Altura do bloco

As tensões nas bielas junto ao pila e às estacas, podem ser determinadas pelas Equações 16 e 17:

$$\sigma_{cd,b,pil} = \frac{\gamma n \times \gamma f \times (2 \times R_{m\acute{a}x} - PP_{bloco})}{Ap,amp \times Bp,amp \times \sin^2(\alpha)} \quad \text{Equação 16}$$

$$\sigma_{cd,b,est} = \frac{\gamma n \times \gamma f \times Re1d}{\text{Área da estaca} \times \sin^2(\alpha)} \quad \text{Equação 17}$$

Onde:

Ap,amp = Menor dimensão do pilar ampliada;

Bp,amp = Maior dimensão do pilar ampliada;

PP_{bloco} = Peso próprio do bloco;

Re_{ld} = Maior reação de carga das estacas;

γ_n = Coeficiente adicional ponderador das ações;

γ_f = Coeficiente ponderador das ações.

Para o cálculo da área de aço, segue da mesma maneira calculado no método de Fusco.

3.1.3.4 Limites NBR 6.118/2014

A atualização da norma no ano de 2014, sua revisão trouxe novos limites para regiões nodais, onde esse nó tem três sentidos de compressão (f_{cd1}) e quando se tem dois sentidos de compressão e um de tração (f_{cd3}), representado na norma a seguir:

Segundo a NBR 6118 (ABNT, 2014) de Projetos de Estruturas de Concreto - Procedimentos.

22 Elementos especiais

22.1 Simbologia específica desta ação

A simbologia apresentada nesta Seção segue a mesma orientação estabelecida na Seção 4. Desta forma, os símbolos subscritos têm o mesmo significado que os apresentados em 4.3.

f_{cd1} - Tensão resistente máxima no concreto, em verificações pelo método de bielas e tirantes, em regiões com tensões de compressão transversal ou sem tensões de tração transversal e em nós onde confluem somente bielas de compressão (nós CCC)

f_{cd2} - Tensão resistente máxima no concreto, em verificações pelos métodos de bielas e tirantes, em regiões com tensões de tração transversal e em nós onde confluem dois ou mais tirantes tracionados (nós CTT ou TTT)

f_{cd3} - Tensão resistente máxima no concreto, em verificações pelos métodos de bielas e tirantes, em nós onde conflui um tirante tracionado (nós CCT)

Como mostrado f_{cd1} é maior que f_{cd3} , pois como há uma força de tração, isso reduz a resistência da peça, por isso há uma resistência menor.

As Equações 18 e 19, demonstra o cálculo das tensões limites por norma.

$$f_{cd1} = 0,85 \times \alpha v^2 \times f_{cd} \quad \text{Equação 18}$$

$$f_{cd3} = 0,72 \times \alpha v^2 \times f_{cd} \quad \text{Equação 19}$$

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como descrito nas metodologias de cálculo no capítulo anterior, o primeiro item calculado foi o ângulo da biela e profundidade x ou y considerado por cada autor que está representado no quadro 1, a seguir.

Quadro 1 - Profundidade x/y e ângulo das bielas

Método	250 KN			500 KN			750 KN			1000 KN		
	x/y (cm)	α_{biel} a	α_{arm}	x/y (cm)	α_{biel} a	α_{arm}	x/y (cm)	α_{biela}	α_{arm}	x/y (cm)	α_{biel} a	α_{arm}
Blevot	-	54,72°	54,72°	-	54,72°	54,72°	-	54,72°	54,72°	-	54,72°	54,72°
Fusco B	3,50	54,16°	54,16°	9,99	52,92°	52,92°	14,99	51,71°	51,71°	19,21	50,46°	50,46°
Fusco A	10,61	52,78°	48,51°	10,61	52,78°	48,51°	10,61	52,78°	48,51°	10,61	52,78°	48,51°
MBT	9,00	52,29°	52,29°	9,00	52,29°	52,29°	9,00	52,29°	52,29°	9,00	52,29°	52,29°

Fonte: Autor (2021).

Como se nota nas tabelas acima, somente no método B de Fusco houve variação na profundidade x e ângulo da biela, pode-se notar que o cálculo da profundidade x pelo método está diretamente proporcional à carga vertical do pilar.

Nos quadros de 2 a 5, veremos os resultados das tensões nas bielas e suas verificações pelos limites adotada pela NBR 6.118/2014.

Quadro 2 - Resultados e verificações das tensões nas bielas para 250 KN

Método	$\sigma_{cd,b,pil}(fcd1)$	Verificação	$\sigma_{cd,b,est}(fcd3)$	Verificação
Blevot	107,11 kgf/m ²	VERIFICA	45,46 kgf/m ²	VERIFICA
Fusco B	65,21 kgf/m ²	VERIFICA	46,10 kgf/m ²	VERIFICA
Fusco A	32,00 kgf/m ²	VERIFICA	47,77 kgf/m ²	VERIFICA
MBT	35,25 kgf/m ²	VERIFICA	48,41 kgf/m ²	VERIFICA

Fonte: Autor (2021).

Para a carga de 250 KN, todas as metodologias atenderam as verificações de norma, podendo-se utilizar qualquer autor.

Quadro 3 - Resultados e verificações das tensões nas bielas para 500 KN

Método	$\sigma_{cd,b,pil}(fcd1)$	Verificação	$\sigma_{cd,b,est}(fcd3)$	Verificação
Blevot	214,23 kgf/m ²	NÃO VERIFICA	90,92 kgf/m ²	VERIFICA
Fusco B	67,34 kgf/m ²	VERIFICA	95,20 kgf/m ²	VERIFICA
Fusco A	63,99 kgf/m ²	VERIFICA	95,54 kgf/m ²	VERIFICA
MBT	72,77 kgf/m ²	VERIFICA	96,81 kgf/m ²	VERIFICA

Fonte: Autor (2021).

Com carga de 500 KN, a metodologia apresentada por Blévot, não atendeu a limitação da norma, extrapolando a tensão biela-pilar. Uma solução seria o aumento da seção do pilar.

Quadro 4 - Resultados e verificações das tensões nas bielas para 750 KN

Método	$\sigma_{cd,b,pil}$	Verificação	$\sigma_{cd,b,est}$	Verificação
Blevot	321,34 kgf/m ²	NÃO VERIFICA	94,71 kgf/m ²	VERIFICA
Fusco B	69,56 kgf/m ²	VERIFICA	102,44 kgf/m ²	VERIFICA
Fusco A	95,99 kgf/m ²	VERIFICA	112,49 kgf/m ²	VERIFICA
MBT	110,28 kgf/m ²	VERIFICA	100,84 kgf/m ²	VERIFICA

Fonte: Autor (2021).

O mesmo acontece para a carga de 750 KN, a metodologia de Blévot, não atendeu a limitação da norma, extrapolando a tensão biela-pilar. Pode-se adotar a mesma solução anterior.

Quadro 5 - Resultados e verificações das tensões nas bielas para 1000 KN

Método	$\sigma_{cd,b,pil}$	Verificação	$\sigma_{cd,b,est}$	Verificação
Blevot	428,45 kgf/m ²	NÃO VERIFICA	126,28 kgf/m ²	VERIFICA
Fusco B	72,07 kgf/m ²	VERIFICA	141,50 kgf/m ²	NÃO VERIFICA
Fusco A	127,99 kgf/m ²	VERIFICA	149,99 kgf/m ²	NÃO VERIFICA
MBT	147,80 kgf/m ²	VERIFICA	134,46 kgf/m ²	VERIFICA

Fonte: Autor (2021).

Com carga de 1000 KN, somente a metodologia apresentada por Daniel Miranda (MBT) foi possível a verificação das bielas conforme as exigências da NBR 6.118. A metodologia apresentada por Fusco, não verificou as tensões biela-estaca, sendo uma solução, aumentar a altura do bloco ou o diâmetro da estaca

Com os limites definidos pela norma, o método de Blévoit ultrapassa a tensão biela-pilar a partir da carga de 500 KN, logo, essa metodologia para cargas altas não é viável. Já na metodologia de Fusco, tanto o método A quanto o B, a tensão da biela-estaca para carga de 1000 KN não atende a norma. A metodologia MBT, apresentou resultados satisfatórios em todas as condições aplicadas, sendo assim, com uma maior flexibilidade para projetos.

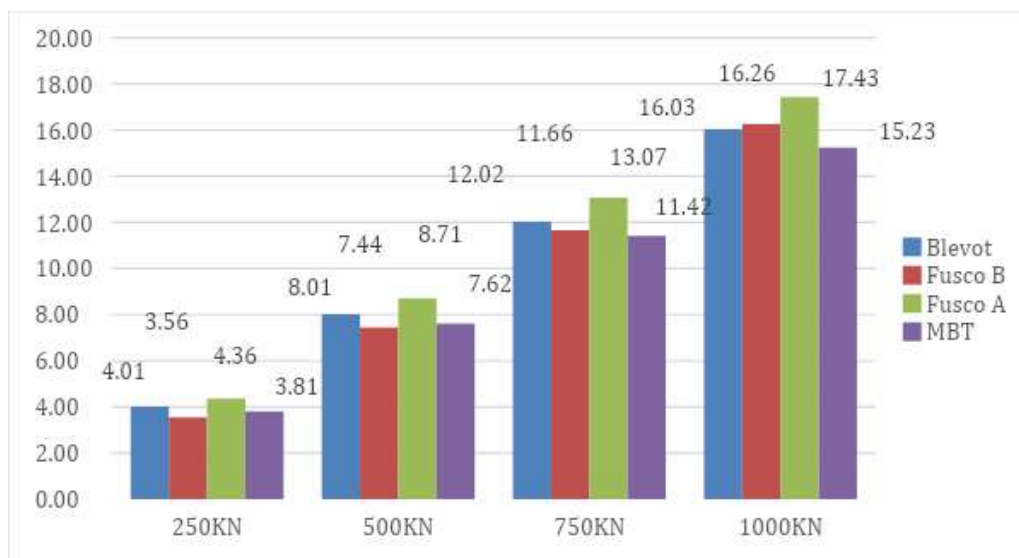
Por fim, o quadro 6 junto com a Figura 04, mostra, os resultados obtidos das áreas de aço por cada método e carga.

Quadro 6 - Área de aço calculado

Método	250 KN	500 KN	750 KN	1000 KN
Blevot	4,01 cm ²	8,01 cm ²	12,02 cm ²	16,03 cm ²
Fusco B	3,56 cm ²	7,44 cm ²	11,66 cm ²	16,26 cm ²
Fusco A	4,36 cm ²	8,71 cm ²	13,07 cm ²	17,43 cm ²
MBT	3,81 cm ²	7,62 cm ²	11,42 cm ²	15,23 cm ²

Fonte: Autor (2021).

Uma questão a observar, em cargas baixas, todos os métodos apresentaram resultados próximos, quando se aumentou a carga, o método B de Fusco, obteve-se cada vez mais área de aço necessária.

Figura 04 - Comparativo de área de aço

Fonte: Autor (2021).

Conforme a apresentada acima, nota-se a similaridade entre a área de aço calculado por Blévo e Frémy com os métodos B de Fusco e MBT. O método A de Fusco, chegou a ter 30% a mais de área de aço em cada situação testada.

As pranchas de detalhamento dos blocos dimensionados estão como apêndices no presente trabalho. Cabe ressaltar que só houve detalhamento dos blocos onde houve êxito em todas as verificações. Nas Pranchas de Detalhamento dos blocos de coroamento são apresentadas as seções longitudinais e transversais, o diâmetro, a posição, os espaçamentos e os comprimentos de todas as armaduras longitudinais e transversais.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal objetivo do presente trabalho foi mostrar as diferenças existentes nas metodologias e processos de dimensionamento para blocos. Os resultados obtidos apontam diferenças nas considerações de onde transferência de carga do pilar para o bloco se inicia, diferenças nos cálculos das tensões de compressão das bielas e os valores da área de aço.

O método desenvolvido por Blévo e Frémy, nos traz tensões na biela-pilar altas nas condições de altas cargas, e ângulo da biela no limite da altura. Neste caso, atualmente existe a necessidade de utilização de outros métodos de cálculo para o dimensionamento de blocos de coroamento.

Fusco, com a metodologia A, obteve-se resultados de área de aço mais elevados que as demais metodologias. Já o método B, mostrou-se mais eficiente que o método A, onde esse método resultou em tensões menores nas bielas e área de aço aproximada a de Blévoit.

Já o método MBT (IBRACON), trouxe resultados positivos em todas as cargas solicitadas, o que nos permite maiores flexibilidades na hora de realizar o projeto de blocos, pois apresentou uma área de aço adequada com o método de Blévoit e o Método B de Fusco, e ainda para as cargas altas foi o único método onde obteve-se êxito com os limites exigidos em norma.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, C. C. P. **Dimensionamento de estruturas especiais de concreto armado pelo método de bielas e tirantes**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Projeto de Estruturas Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro – RJ, 2018.

AGUIAR, C. C. P. **Dimensionamento de estruturas especiais de concreto armado pelo método de bielas e tirantes**. IX Congresso Brasileiro de Pontes e Estruturas, Rio de Janeiro – RJ, 2018.

ALVA, G. M. S, **Projeto estrutural de bloco sobre estacas**, Apostila da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria - RS, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto – Procedimentos**. Rio de Janeiro – RJ, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6122: Projeto e execução de fundações**. Rio de Janeiro – RJ, 1996.

BASTOS, P. S. **Blocos de fundação**. Departamento de Engenharia Civil, Universidade Estadual Paulista, Bauru – SP, 2020.

CARVALHO, M, L. **Análise de confiabilidade de modelos de capacidade resistente de blocos de fundação.** Dissertação de Mestrado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo – SP, 2018.

CUNHA, M, R e MOURA, E, R. **Análise da classificação dos blocos de coroamento sobre estacas quanto à sua rigidez, à luz do CEB-70 e da NBR 6.118/2014.** X Congresso Brasileiro de Pontes e Estruturas, Rio de Janeiro – RJ, 2018.

GONÇALVES, M. C. **Comparação de processos de cálculo para bloco rígido de concreto armado sobre duas estacas.** Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Santa Cecília, Santos – SP, 2016.

LADEIRA, A. H. **Análise de estruturas de concreto armado via modelos de bielas e tirantes e técnicas de otimização topológica.** Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto – SP, 2019.

MEDEIROS, M. V. **Análise comparativa de métodos de dimensionamento para blocos sobre estacas.** Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal – RN, 2016.

MENDONÇA, F, C. **Dimensionamento de blocos de coroamento sobre estacas metálicas.** Dissertação de Pós-Graduação, Universidade Federal do Pernambuco, Recife – PB, 2017.

PRADO, A. B., DELALIBERA R. G., GIONGO, J. S., GONÇALVES, V. F. **Bloco sobre estacas, de Blévy & Frémy (1967) – tradução para português – Parte A.** Revista IBRACON de estruturas e Materiais – Instituto Brasileiro de Concreto.

SAKAI, E. **Análise de blocos de concreto armado sobre estacas.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia – GO, 2010.

SANTOS, W. T., VARGAS, A. **Análise experimental do método das bielas para duas diferentes disposições de armadura de tração em blocos rígidos sobre três estacas.** Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma – SC, 2013.

SIMONATO, G. **Programa computacional para dimensionamento e detalhamento de blocos Rígidos.** Trabalho de Diplomação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS, 2015.

THOMAZ, E. **Considerações sobre o dimensionamento de blocos sobre estacas com o uso do Método das Bielas e Tirantes.** IX Congresso Brasileiro de Pontes e Estruturas, Rio de Janeiro – RJ, 2016.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Detalhamento de bloco de coroamento – Blévy e Frémy (250 kN)

APÊNDICE B – Detalhamento de bloco de coroamento – Fusco – Método B (250 kN)

APÊNDICE C – Detalhamento de bloco de coroamento – Fusco – Método A (250 kN)

APÊNDICE D – Detalhamento de bloco de coroamento – MBT (250 kN)

APÊNDICE E – Detalhamento de bloco de coroamento – Fusco – Método B (500 kN)

APÊNDICE F – Detalhamento de bloco de coroamento – Fusco – Método A (500 kN)

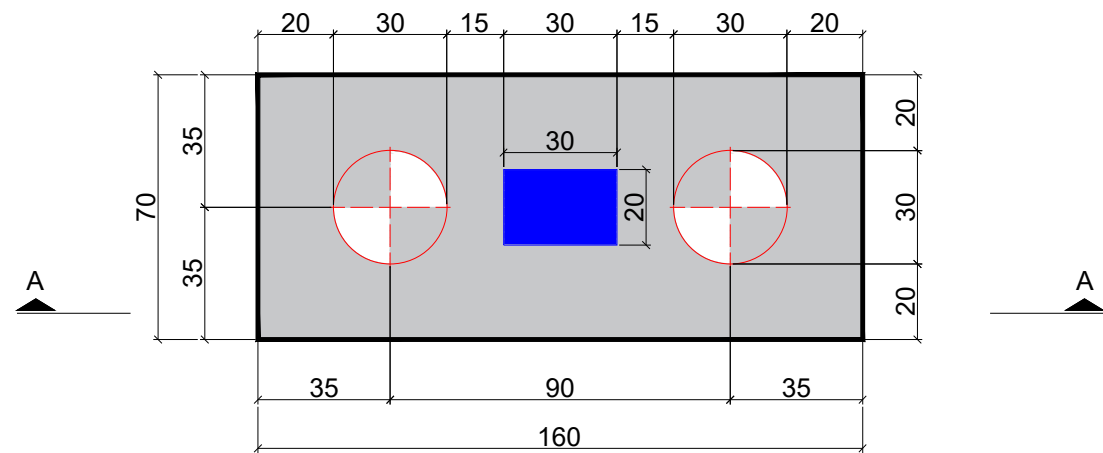
APÊNDICE G – Detalhamento de bloco de coroamento – MBT (500 kN)

APÊNDICE H – Detalhamento de bloco de coroamento – Fusco – Método B (750 kN)

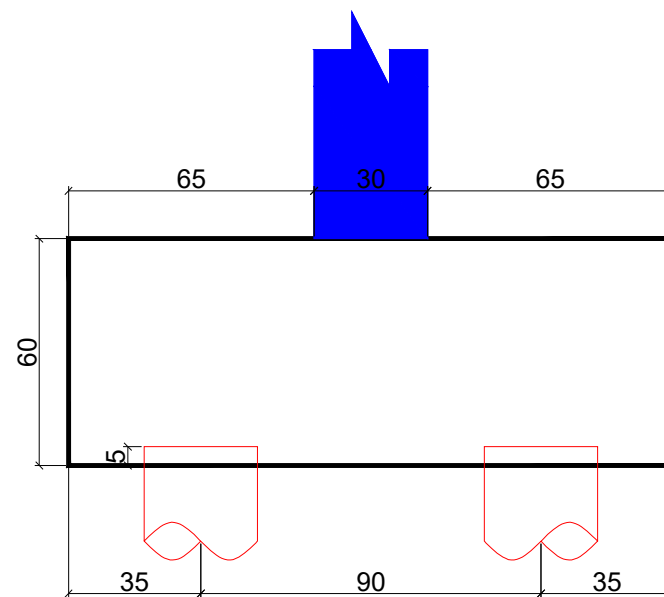
APÊNDICE I – Detalhamento de bloco de coroamento – Fusco – Método A (750 kN)

APÊNDICE J – Detalhamento de bloco de coroamento – MBT (750 kN)

APÊNDICE K – Detalhamento de bloco de coroamento – MBT (1000 kN)



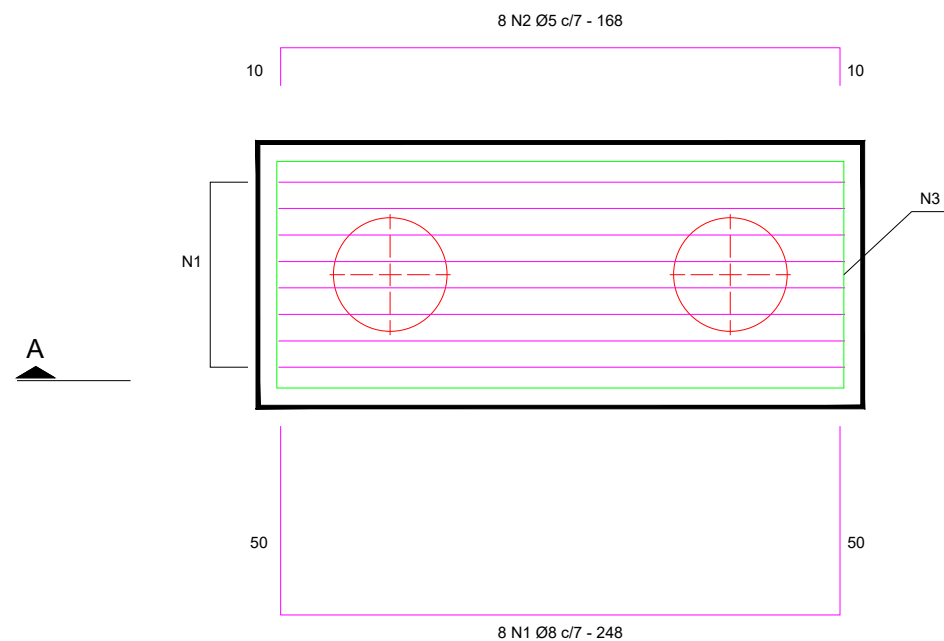
PLANTA BLOCO 01
Esc. 1/20



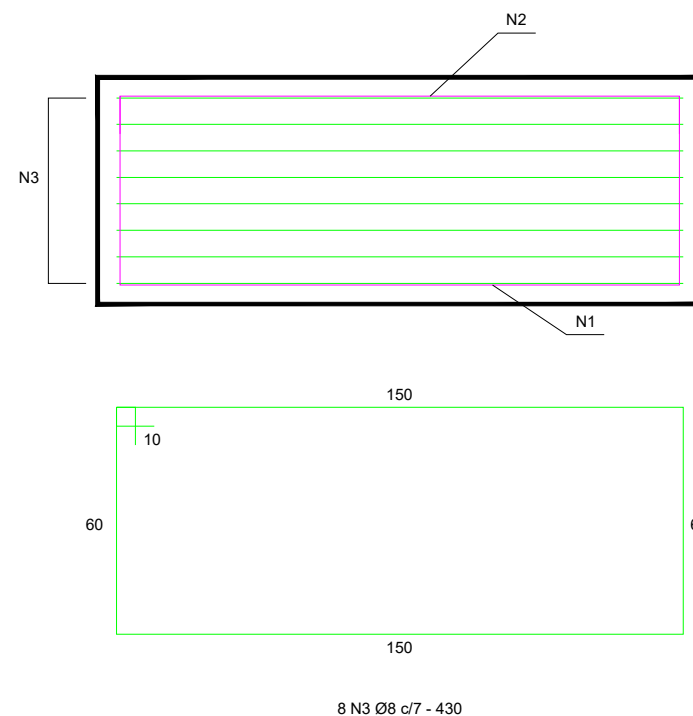
CORTE AA
Esc. 1/20

TABELA DE AÇO					
AÇO	POS.	Ø	QTD	C. UNIT	C. TOTAL
CA50	1	8	8	248	1984
CA60	2	5	8	168	1344
CA50	3	8	8	430	3440

RESUMO DE AÇO			
AÇO	Ø	C. TOTAL (CM)	PESO (KG)
CA50	8	5424	22
CA60	5	1344	2
TOTAL +10%			27 kg



DET. ARM. PRINCIPAL
Esc. 1/20



DET. ARM. SECUNDÁRIA
Esc. 1/20

NOTAS

- Medidas:
 - Peças estruturais em cm;
 - Detalhamento da armadura em cm;
- Materias:
 - Concreto Fck = 30Mpa
 - Aço CA-50 e CA-60
- As dimensões deverão ser verificadas e conferidas "in loco"
- Para as ferragens o recobrimento mínimo será de 5cm.

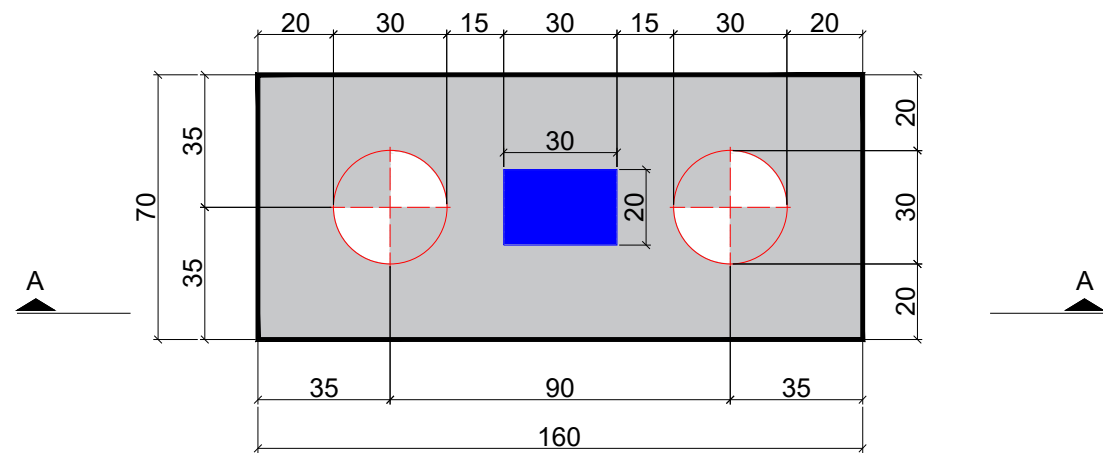
PROJETO ESTRUTURAL

DETALHAMENTO DE BLOCO DE COROAMENTO - BLÉVOT E FRÉMY (250KN)

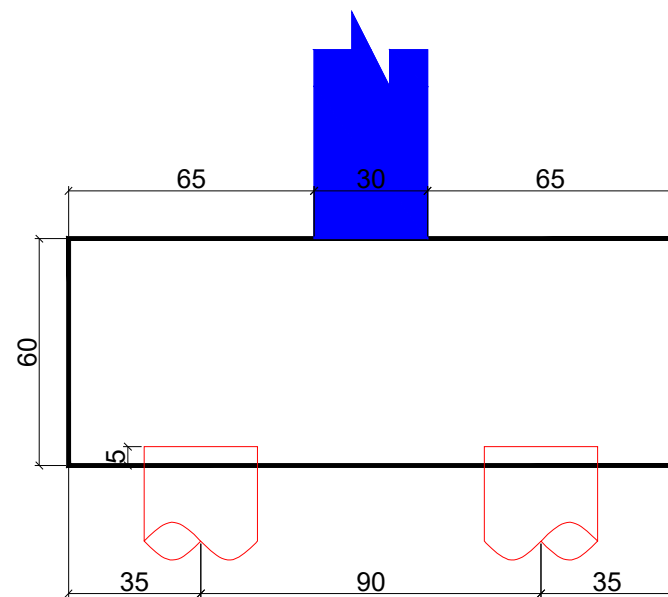
CENTRO UNIVERSITÁRIO FUNDAÇÃO ASSIS GURGACZ

DATA: 01/11/2021

R00



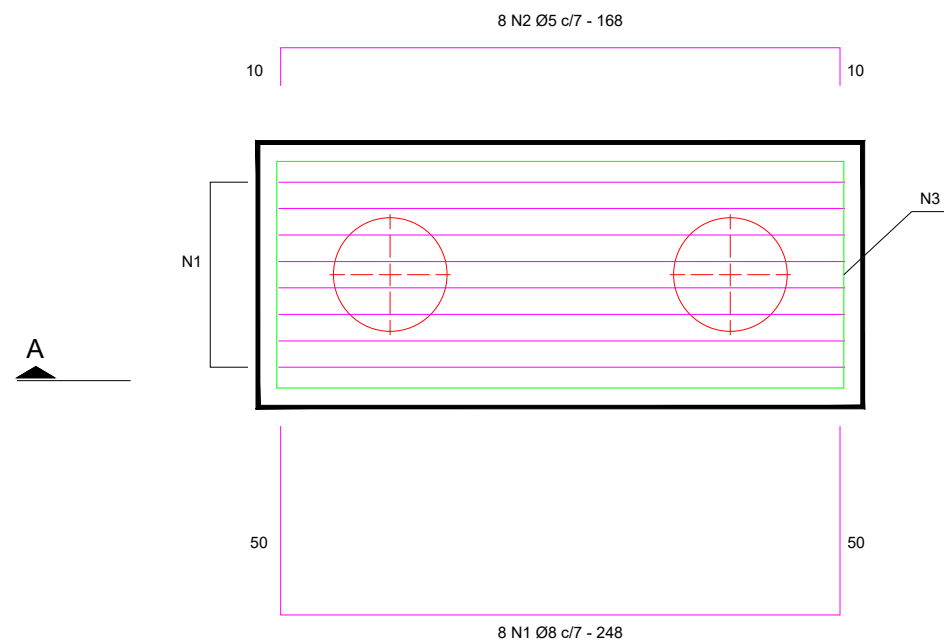
PLANTA BLOCO 01
Esc. 1/20



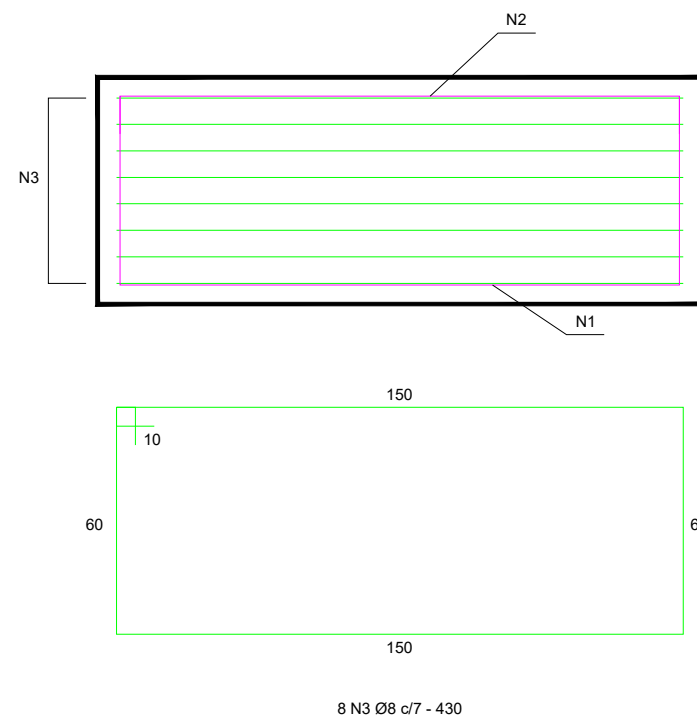
CORTE AA
Esc. 1/20

TABELA DE AÇO					
AÇO	POS.	Ø	QTD	C. UNIT	C. TOTAL
CA50	1	8	8	248	1984
CA60	2	5	8	168	1344
CA50	3	8	8	430	3440

RESUMO DE AÇO			
AÇO	Ø	C. TOTAL (CM)	PESO (KG)
CA50	8	5424	22
CA60	5	1344	2
TOTAL +10%			27 kg



DET. ARM. PRINCIPAL
Esc. 1/20



DET. ARM. SECUNDÁRIA
Esc. 1/20

NOTAS

- Medidas:
 - Peças estruturais em cm;
 - Detalhamento da armadura em cm;
- Materias:
 - Concreto Fck = 30Mpa
 - Aço CA-50 e CA-60
- As dimensões deverão ser verificadas e conferidas "in loco"
- Para as ferragens o recobrimento mínimo será de 5cm.

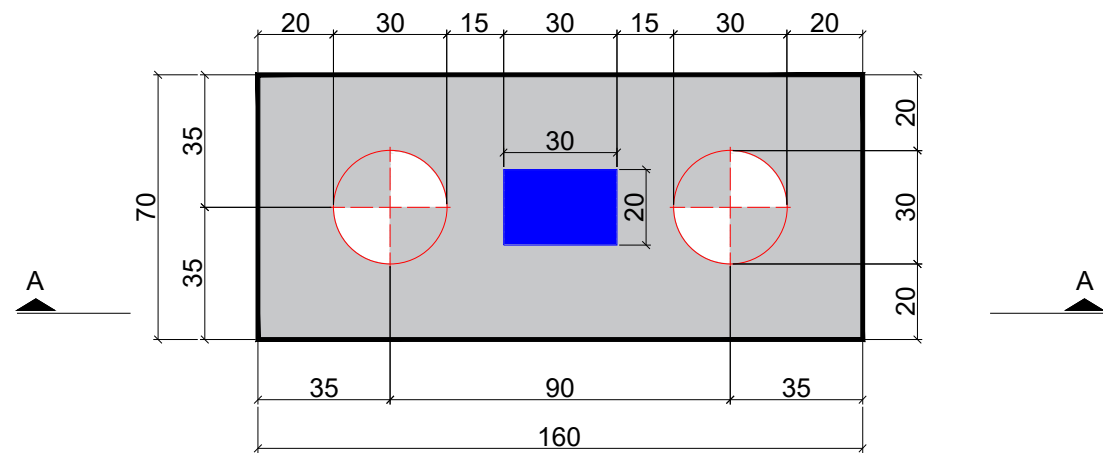
PROJETO ESTRUTURAL

DETALHAMENTO DE BLOCO DE COROAMENTO - FUSCO - MÉTODO B (250KN)

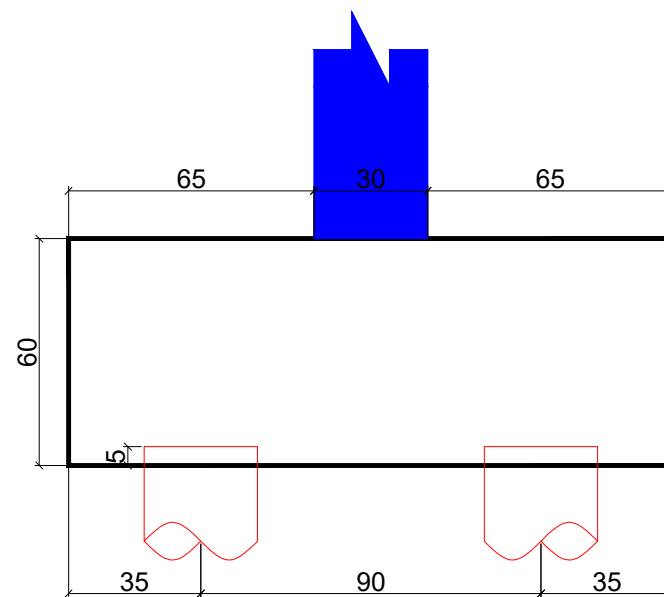
CENTRO UNIVERSITÁRIO FUNDAÇÃO ASSIS GURGACZ

DATA: 01/11/2021

R00



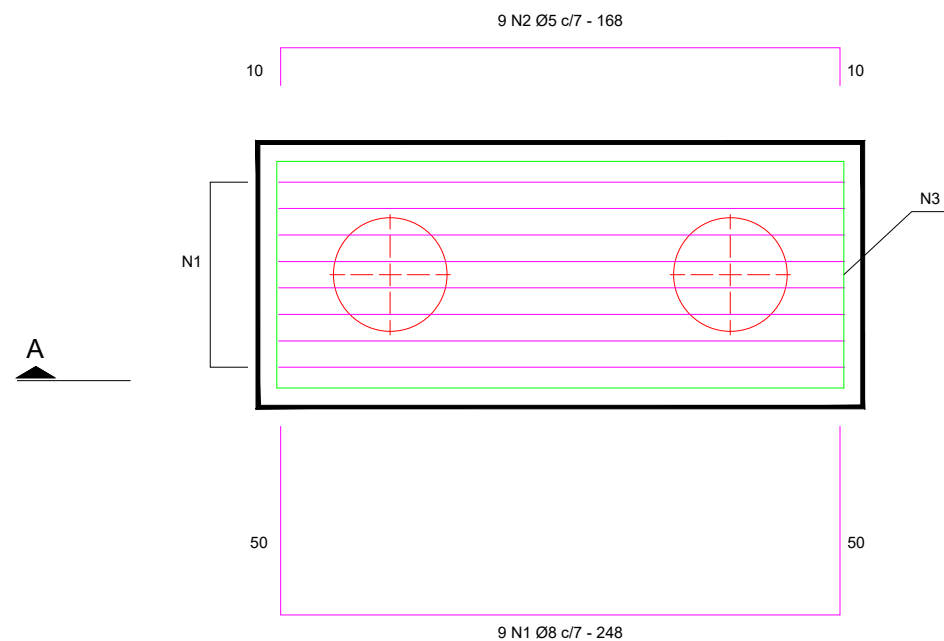
PLANTA BLOCO 01
Esc. 1/20



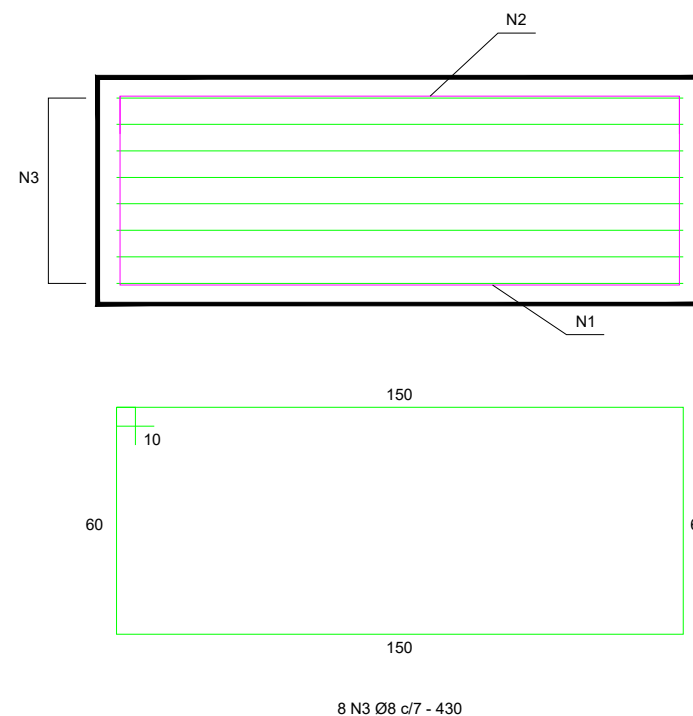
CORTE AA
Esc. 1/20

TABELA DE AÇO					
AÇO	POS.	Ø	QTD	C. UNIT	C. TOTAL
CA50	1	8	9	248	2232
CA60	2	5	9	168	1512
CA50	3	8	8	430	3440

RESUMO DE AÇO			
AÇO	Ø	C. TOTAL (CM)	PESO (KG)
CA50	8	5672	23
CA60	5	1344	2
TOTAL +10%			28 kg



DET. ARM. PRINCIPAL
Esc. 1/20



DET. ARM. SECUNDÁRIA
Esc. 1/20

NOTAS

- Medidas:
 - Peças estruturais em cm;
 - Detalhamento da armadura em cm;
- Materias:
 - Concreto $F_{ck} = 30\text{Mpa}$
 - Aço CA-50 e CA-60
- As dimensões deverão ser verificadas e conferidas "in loco"
- Para as ferragens o recobrimento mínimo será de 5cm.

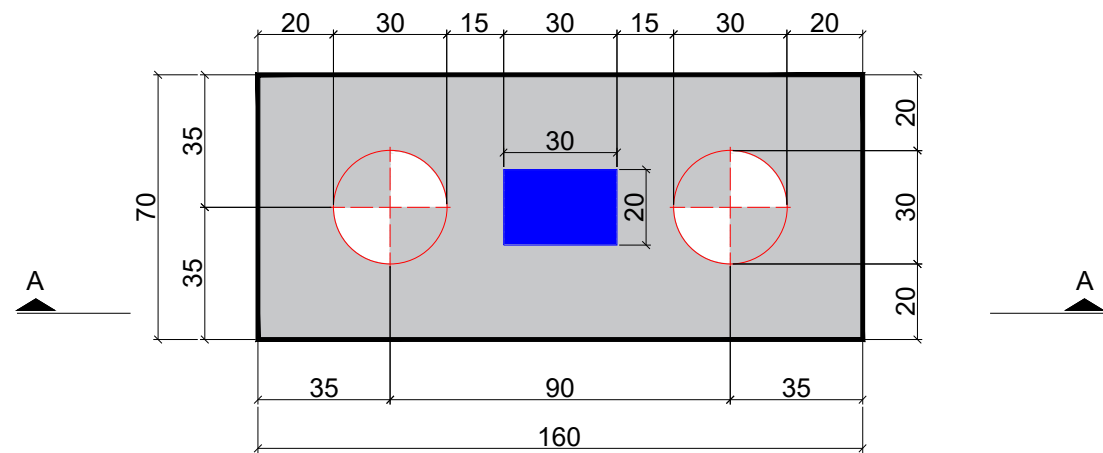
PROJETO ESTRUTURAL

DETALHAMENTO DE BLOCO DE COROAMENTO - FUSCO - MÉTODO A (250KN)

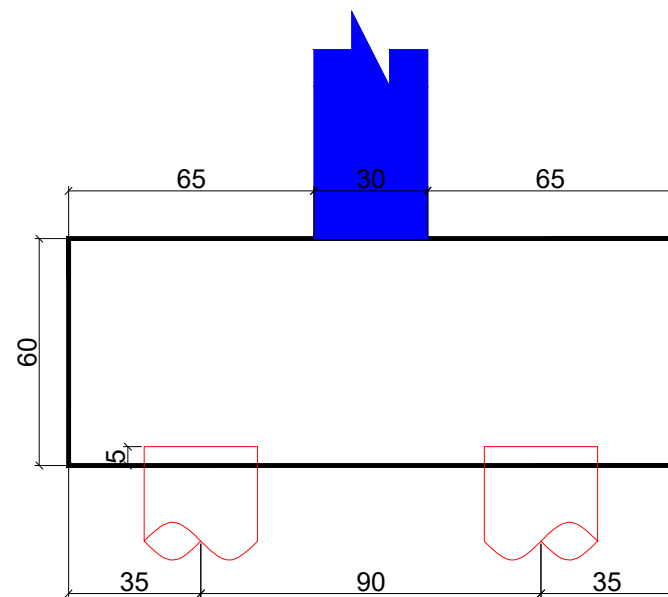
CENTRO UNIVERSITÁRIO FUNDAÇÃO ASSIS GURGACZ

DATA: 01/11/2021

R00



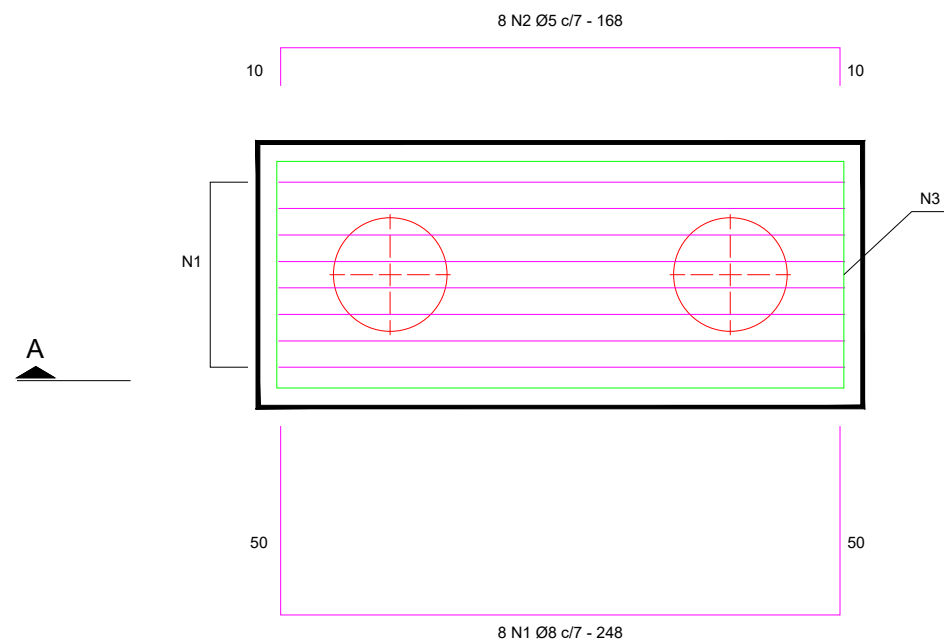
PLANTA BLOCO 01
Esc. 1/20



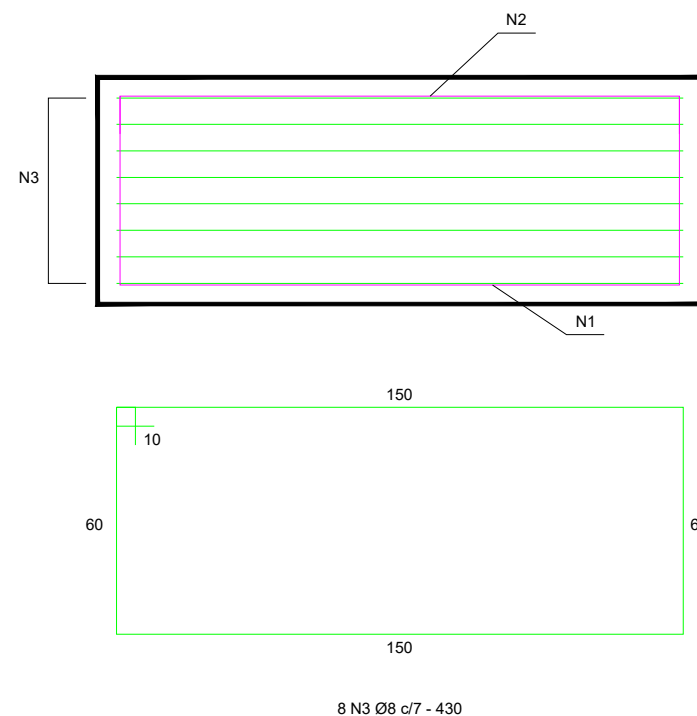
CORTE AA
Esc. 1/20

TABELA DE AÇO					
AÇO	POS.	Ø	QTD	C. UNIT	C. TOTAL
CA50	1	8	8	248	1984
CA60	2	5	8	168	1344
CA50	3	8	8	430	3440

RESUMO DE AÇO			
AÇO	Ø	C. TOTAL (CM)	PESO (KG)
CA50	8	5424	22
CA60	5	1344	2
TOTAL +10%			27 kg



DET. ARM. PRINCIPAL
Esc. 1/20



DET. ARM. SECUNDÁRIA
Esc. 1/20

NOTAS

- Medidas:
 - Peças estruturais em cm;
 - Detalhamento da armadura em cm;
- Materias:
 - Concreto Fck = 30Mpa
 - Aço CA-50 e CA-60
- As dimensões deverão ser verificadas e conferidas "in loco"
- Para as ferragens o recobrimento mínimo será de 5cm.

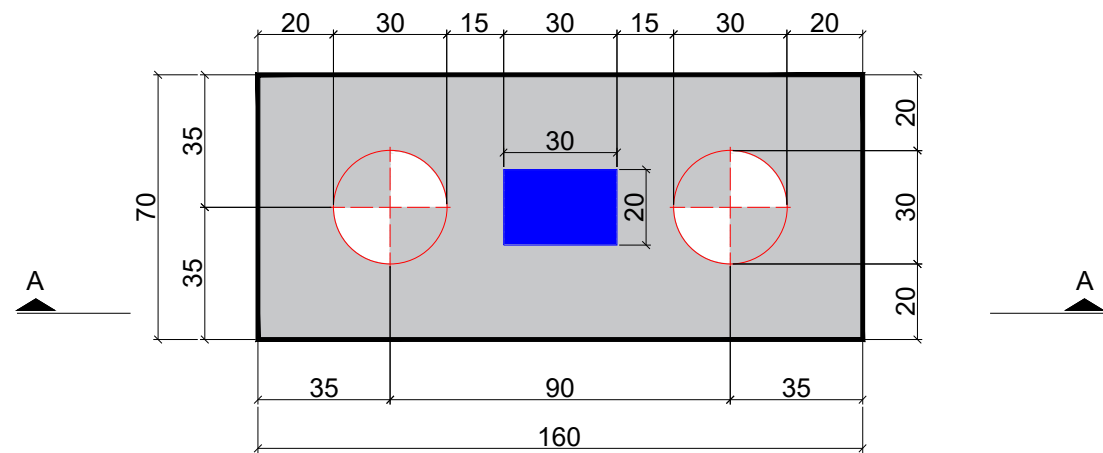
PROJETO ESTRUTURAL

DETALHAMENTO DE BLOCO DE COROAMENTO - MBT (250KN)

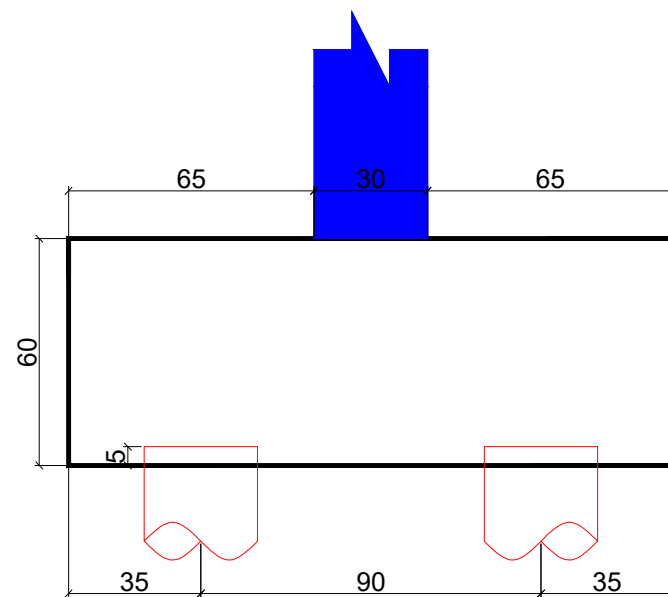
CENTRO UNIVERSITÁRIO FUNDAÇÃO ASSIS GURGACZ

DATA: 01/11/2021

R00



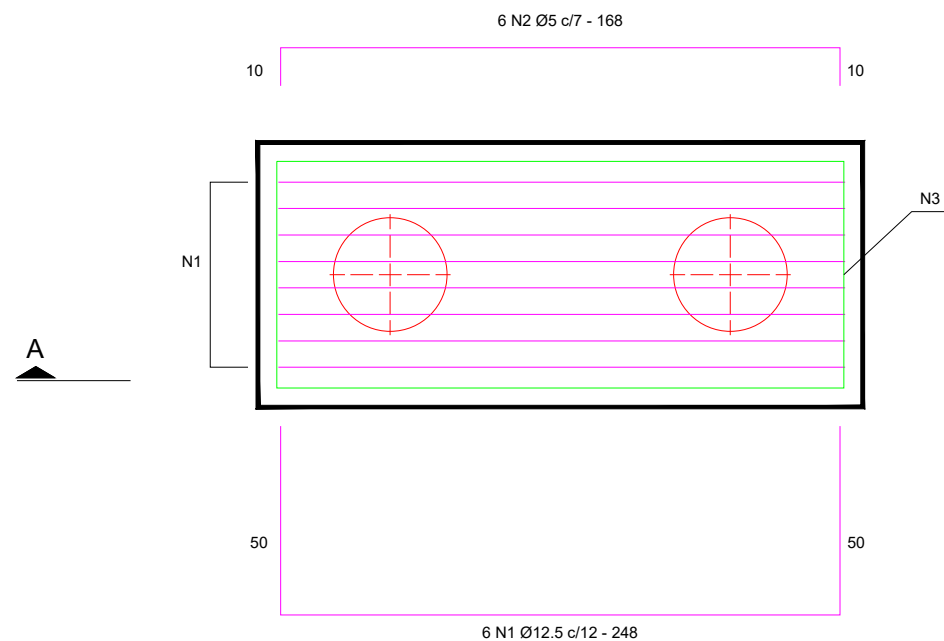
PLANTA BLOCO 01
Esc. 1/20



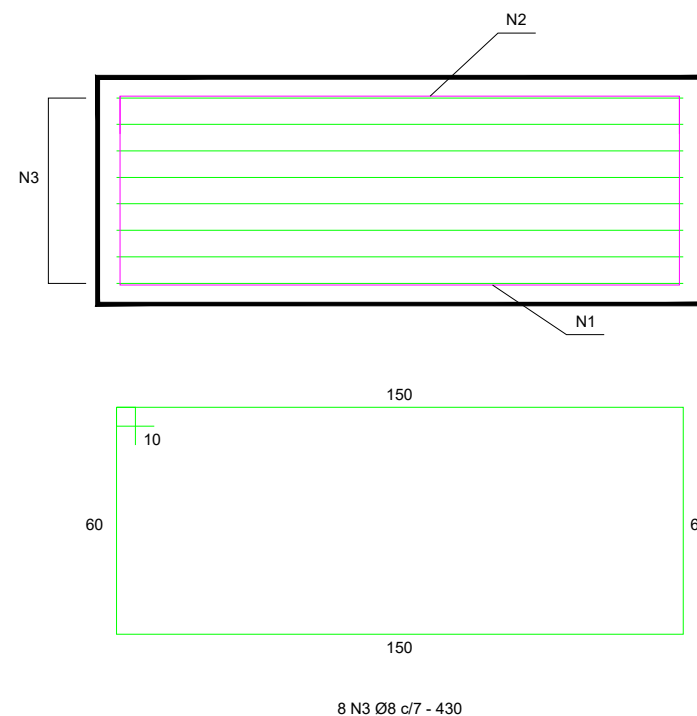
CORTE AA
Esc. 1/20

TABELA DE AÇO					
AÇO	POS.	Ø	QTD	C. UNIT	C. TOTAL
CA50	1	12.5	6	248	1488
CA60	2	5	6	168	1008
CA50	3	8	8	430	3440

RESUMO DE AÇO			
AÇO	Ø	C. TOTAL (CM)	PESO (KG)
CA50	12.5	1488	15
CA60	5	1008	2
CA50	8	3440	14
TOTAL +10%			35 kg



DET. ARM. PRINCIPAL
Esc. 1/20



DET. ARM. SECUNDÁRIA
Esc. 1/20

NOTAS

- Medidas:
 - Peças estruturais em cm;
 - Detalhamento da armadura em cm;
- Materias:
 - Concreto Fck = 30Mpa
 - Aço CA-50 e CA-60
- As dimensões deverão ser verificadas e conferidas "in loco"
- Para as ferragens o recobrimento mínimo será de 5cm.

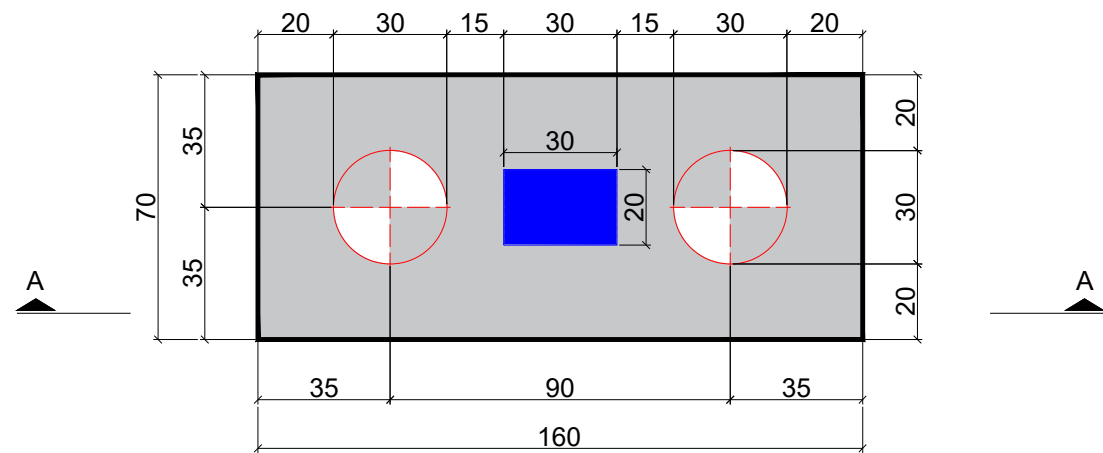
PROJETO ESTRUTURAL

DETALHAMENTO DE BLOCO DE COROAMENTO - FUSCO - MÉTODO B (500KN)

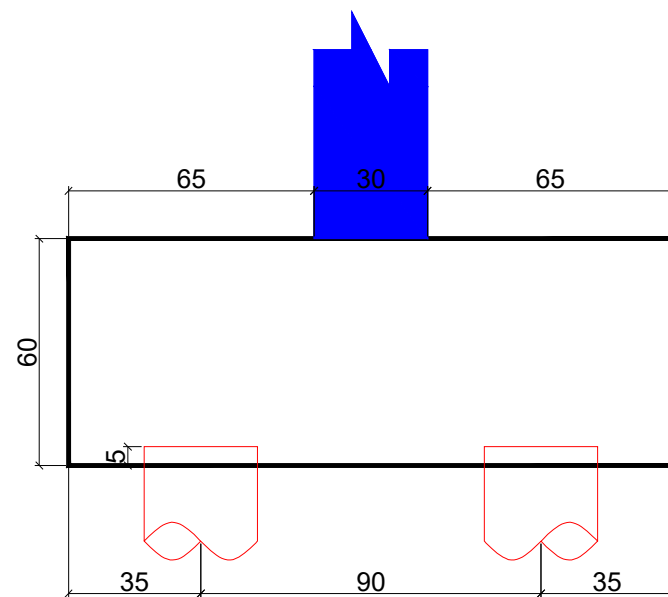
CENTRO UNIVERSITÁRIO FUNDAÇÃO ASSIS GURGACZ

DATA: 01/11/2021

R00



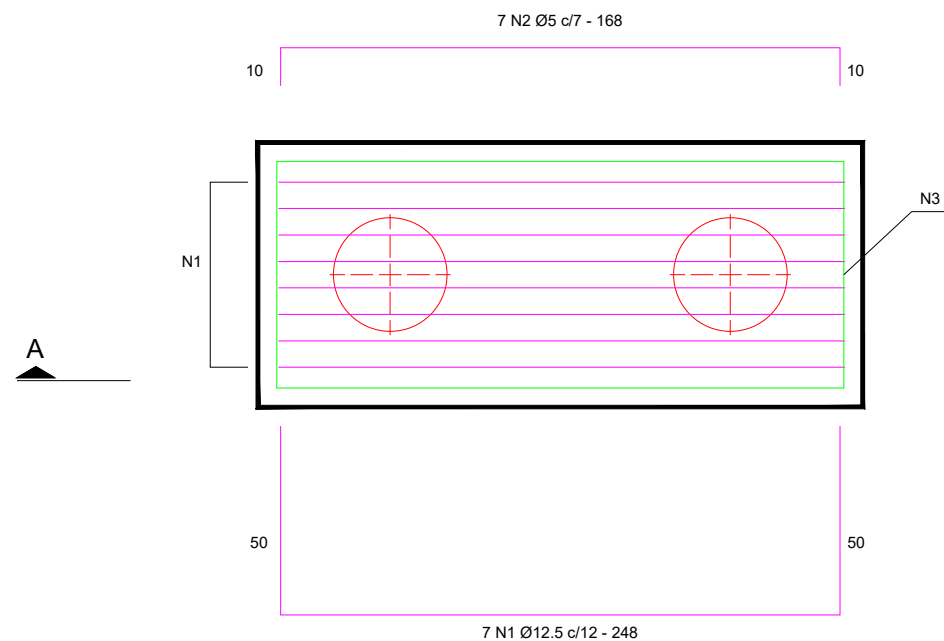
PLANTA BLOCO 01
Esc. 1/20



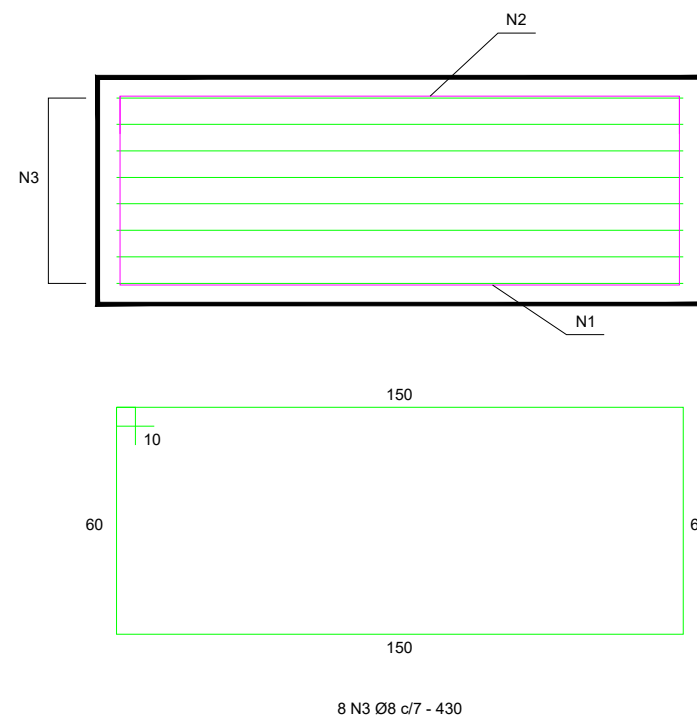
CORTE AA
Esc. 1/20

TABELA DE AÇO					
AÇO	POS.	Ø	QTD	C. UNIT	C. TOTAL
CA50	1	12.5	7	248	1736
CA60	2	5	7	168	1176
CA50	3	8	8	430	3440

RESUMO DE AÇO			
AÇO	Ø	C. TOTAL (CM)	PESO (KG)
CA50	12.5	1736	17
CA60	5	1176	2
CA50	8	3440	14
TOTAL +10%			37 kg



DET. ARM. PRINCIPAL
Esc. 1/20



DET. ARM. SECUNDÁRIA
Esc. 1/20

NOTAS

- Medidas:
 - Peças estruturais em cm;
 - Detalhamento da armadura em cm;
- Materias:
 - Concreto Fck = 30Mpa
 - Aço CA-50 e CA-60
- As dimensões deverão ser verificadas e conferidas "in loco"
- Para as ferragens o recobrimento mínimo será de 5cm.

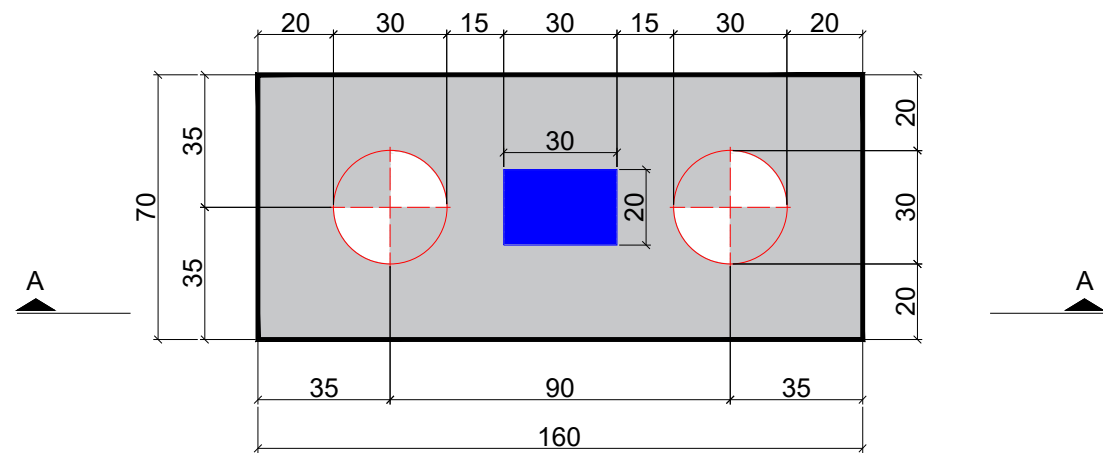
PROJETO ESTRUTURAL

DETALHAMENTO DE BLOCO DE COROAMENTO - FUSCO - MÉTODO A (500KN)

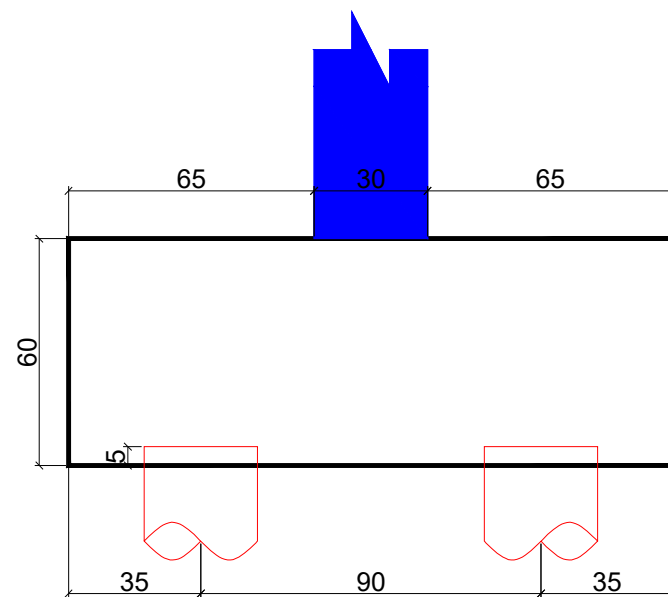
CENTRO UNIVERSITÁRIO FUNDAÇÃO ASSIS GURGACZ

DATA: 01/11/2021

R00



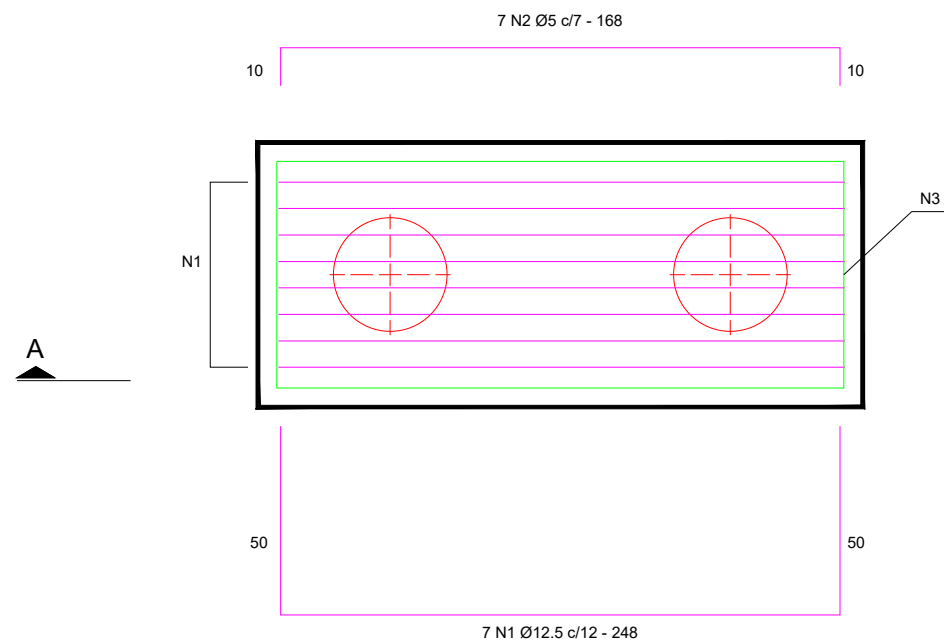
PLANTA BLOCO 01
Esc. 1/20



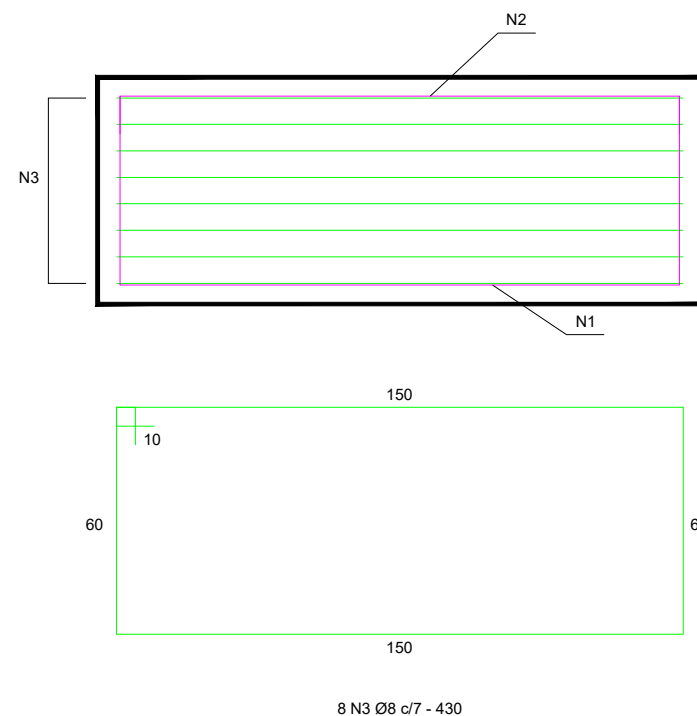
CORTE AA
Esc. 1/20

TABELA DE AÇO					
AÇO	POS.	Ø	QTD	C. UNIT	C. TOTAL
CA50	1	12.5	7	248	1736
CA60	2	5	7	168	1176
CA50	3	8	8	430	3440

RESUMO DE AÇO			
AÇO	Ø	C. TOTAL (CM)	PESO (KG)
CA50	12.5	1736	17
CA60	5	1176	2
CA50	8	3440	14
TOTAL +10%			37 kg



DET. ARM. PRINCIPAL
Esc. 1/20



DET. ARM. SECUNDÁRIA
Esc. 1/20

NOTAS

- Medidas:
 - Peças estruturais em cm;
 - Detalhamento da armadura em cm;
- Materias:
 - Concreto Fck = 30Mpa
 - Aço CA-50 e CA-60
- As dimensões deverão ser verificadas e conferidas "in loco"
- Para as ferragens o recobrimento mínimo será de 5cm.

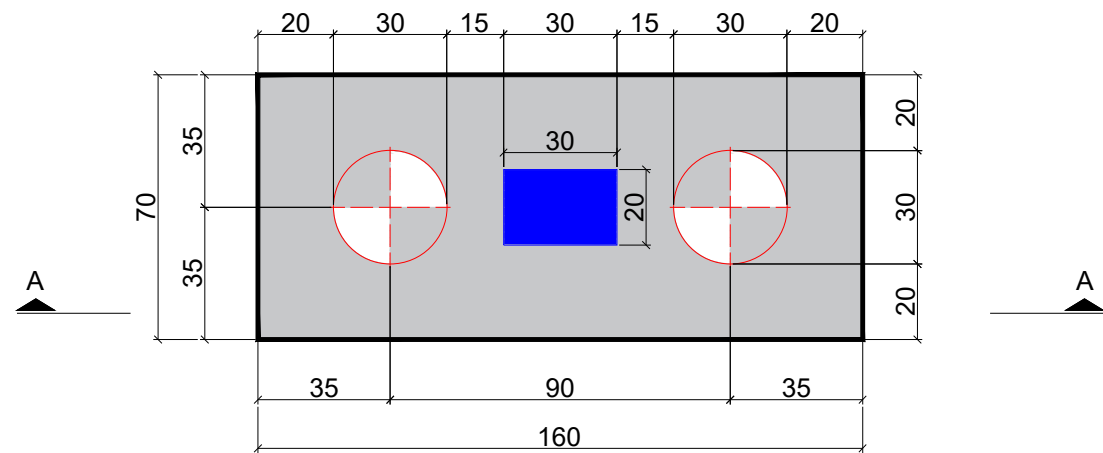
PROJETO ESTRUTURAL

DETALHAMENTO DE BLOCO DE COROAMENTO - MBT (500KN)

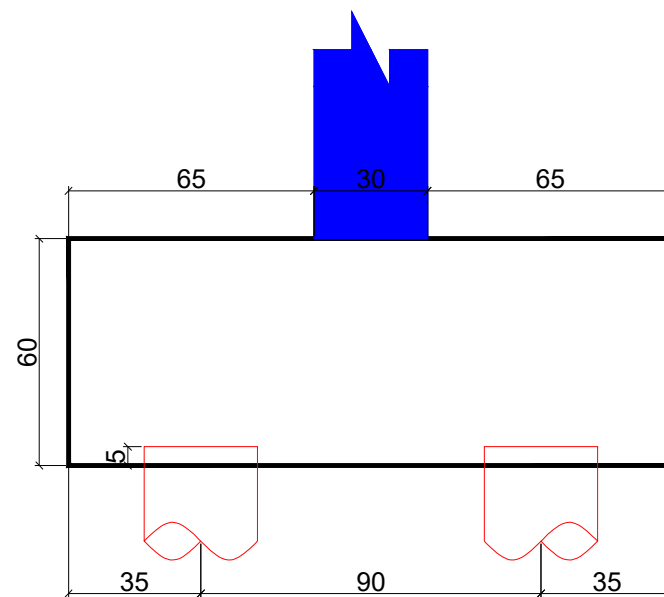
CENTRO UNIVERSITÁRIO FUNDAÇÃO ASSIS GURGACZ

DATA: 01/11/2021

R00



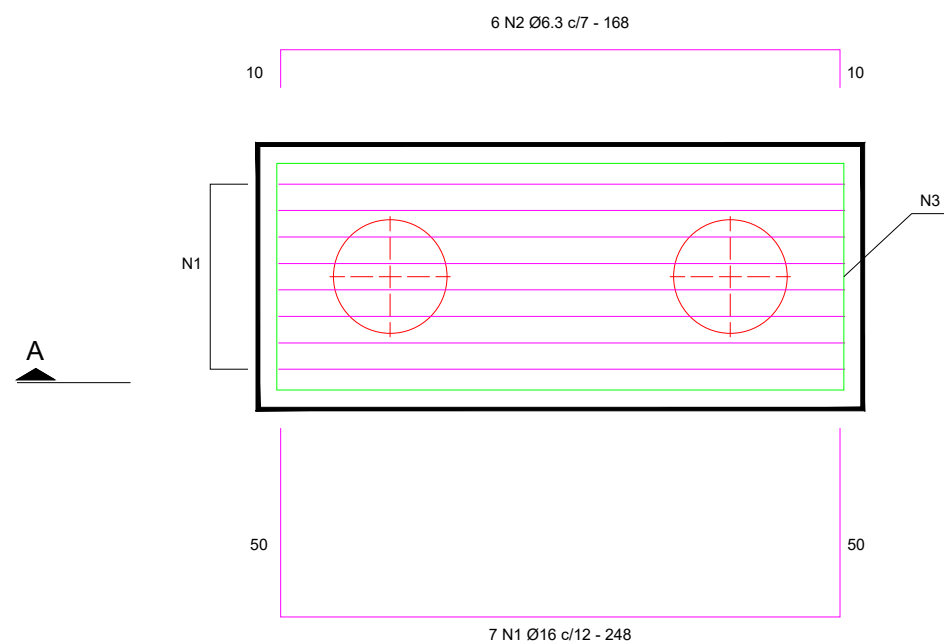
PLANTA BLOCO 01
Esc. 1/20



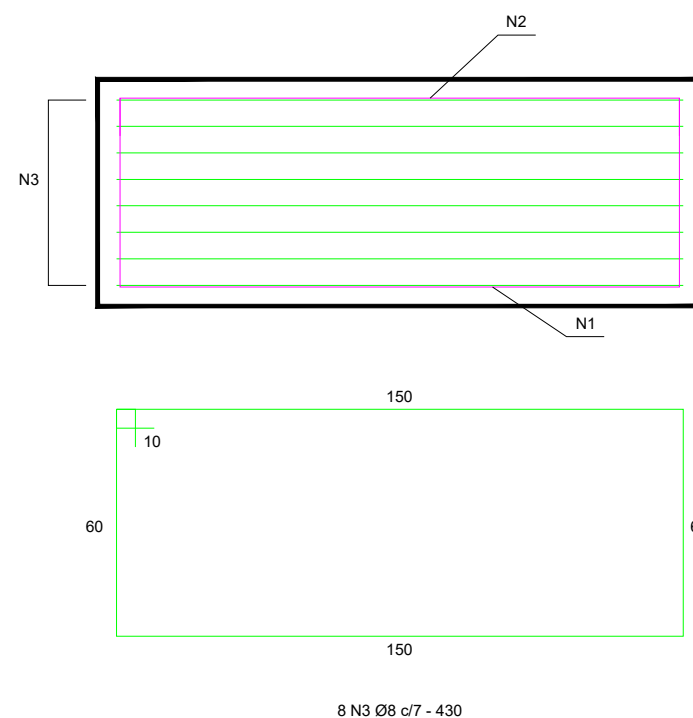
CORTE AA
Esc. 1/20

TABELA DE AÇO					
AÇO	POS.	Ø	QTD	C. UNIT	C. TOTAL
CA50	1	16	7	248	1736
CA50	2	6.3	7	168	1176
CA50	3	8	8	430	3440

RESUMO DE AÇO			
AÇO	Ø	C. TOTAL (CM)	PESO (KG)
CA50	16	1736	28
CA50	6.3	1176	3
CA50	8	3440	14
TOTAL +10%			50 kg



DET. ARM. PRINCIPAL
Esc. 1/20



DET. ARM. SECUNDÁRIA
Esc. 1/20

NOTAS

- Medidas:
 - Peças estruturais em cm;
 - Detalhamento da armadura em cm;
- Materias:
 - Concreto Fck = 30Mpa
 - Aço CA-50 e CA-60
- As dimensões deverão ser verificadas e conferidas "in loco"
- Para as ferragens o recobrimento mínimo será de 5cm.

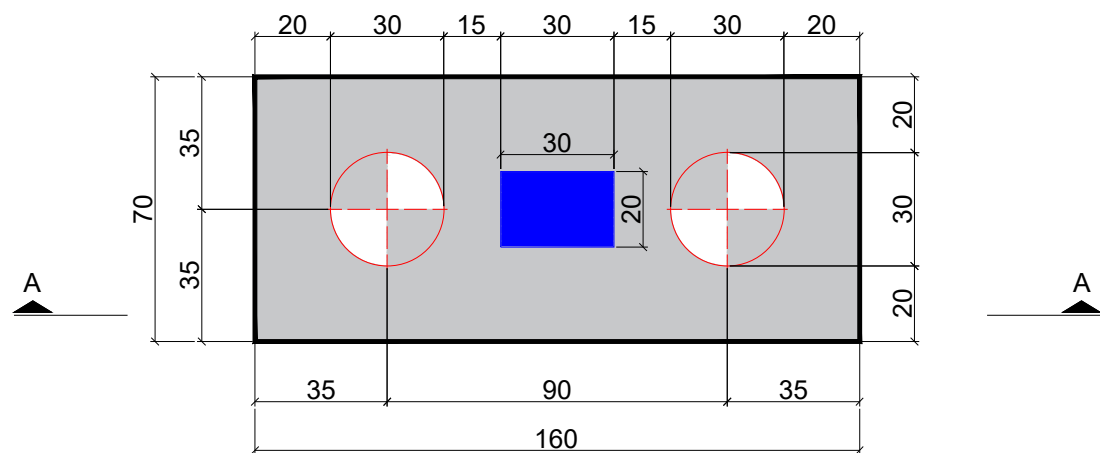
PROJETO ESTRUTURAL

DETALHAMENTO DE BLOCO DE COROAMENTO - FUSCO - MÉTODO B (750KN)

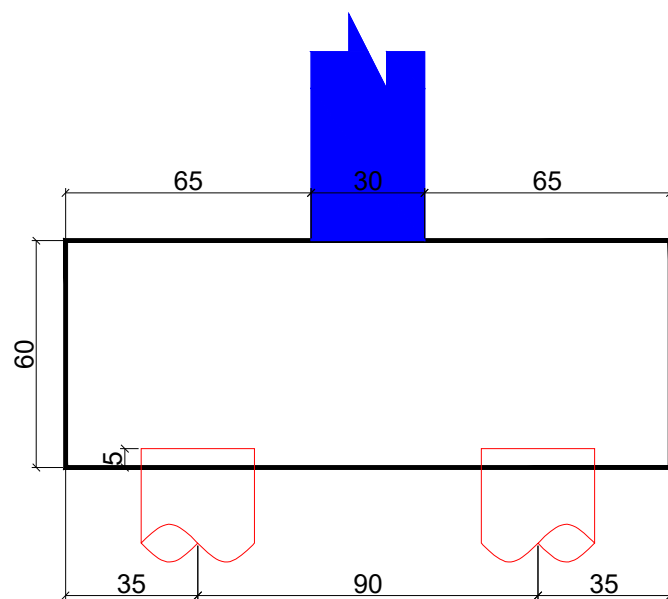
CENTRO UNIVERSITÁRIO FUNDAÇÃO ASSIS GURGACZ

DATA: 01/11/2021

R00



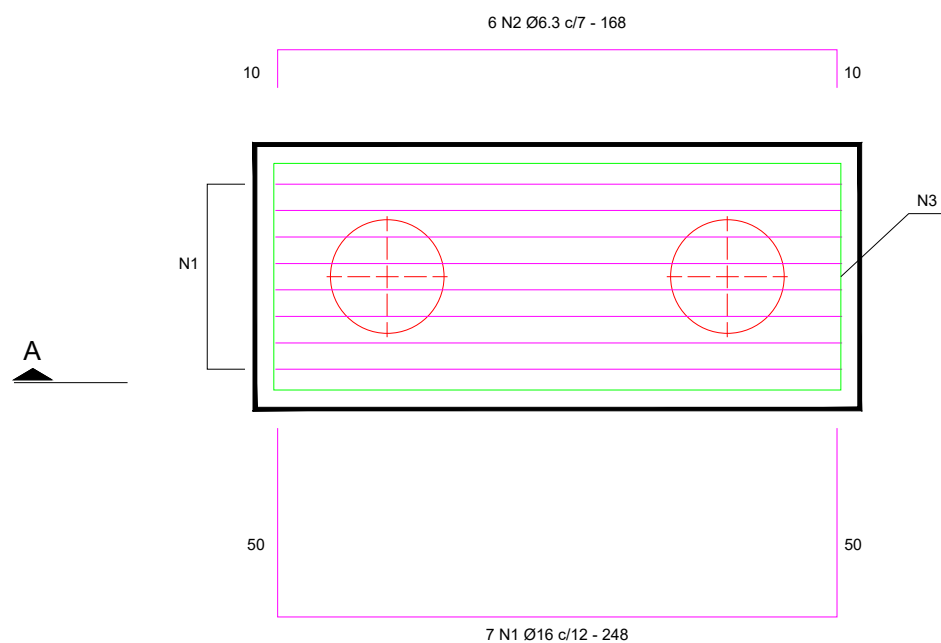
PLANTA BLOCO 01
Esc. 1/20



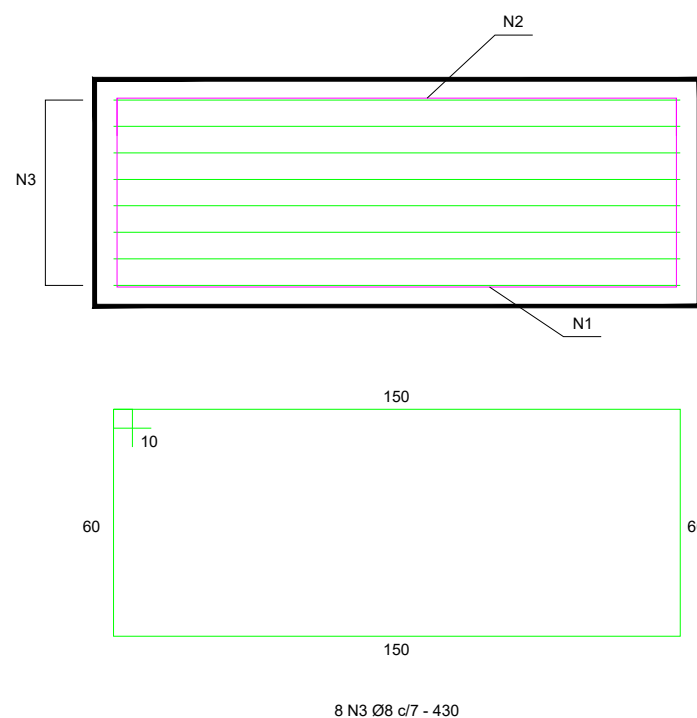
CORTE AA
Esc. 1/20

TABELA DE AÇO					
AÇO	POS.	Ø	QTD	C. UNIT	C. TOTAL
CA50	1	16	7	248	1736
CA50	2	6.3	7	168	1176
CA50	3	8	8	430	3440

RESUMO DE AÇO			
AÇO	Ø	C. TOTAL (CM)	PESO (KG)
CA50	16	1736	28
CA50	6.3	1176	3
CA50	8	3440	14
TOTAL +10%			50 kg



DET. ARM. PRINCIPAL
Esc. 1/20



DET. ARM. SECUNDÁRIA
Esc. 1/20

NOTAS

- Medidas:
 - Peças estruturais em cm;
 - Detalhamento da armadura em cm;
- Materias:
 - Concreto $F_{ck} = 30\text{Mpa}$
 - Aço CA-50 e CA-60
- As dimensões deverão ser verificadas e conferidas "in loco"
- Para as ferragens o recobrimento mínimo será de 5cm.

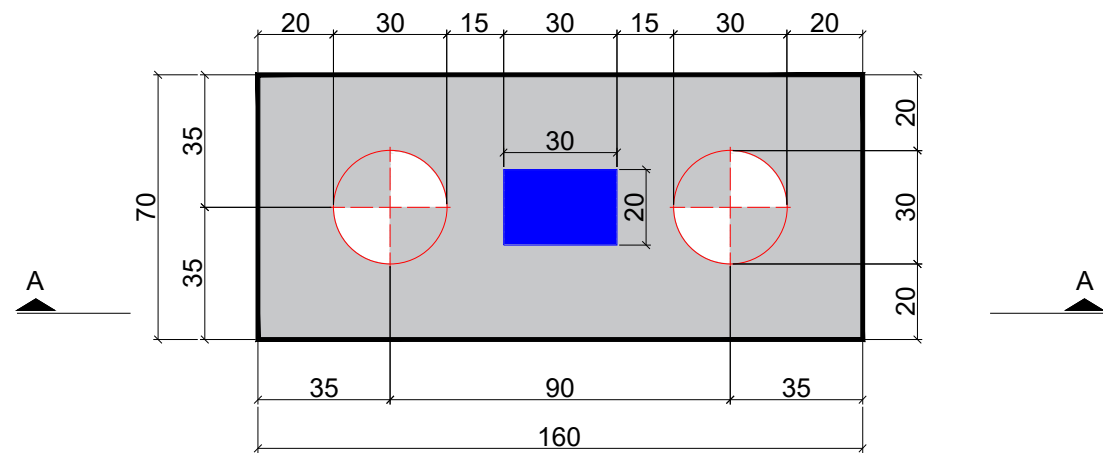
PROJETO ESTRUTURAL

DETALHAMENTO DE BLOCO DE COROAMENTO - FUSCO - MÉTODO A (750KN)

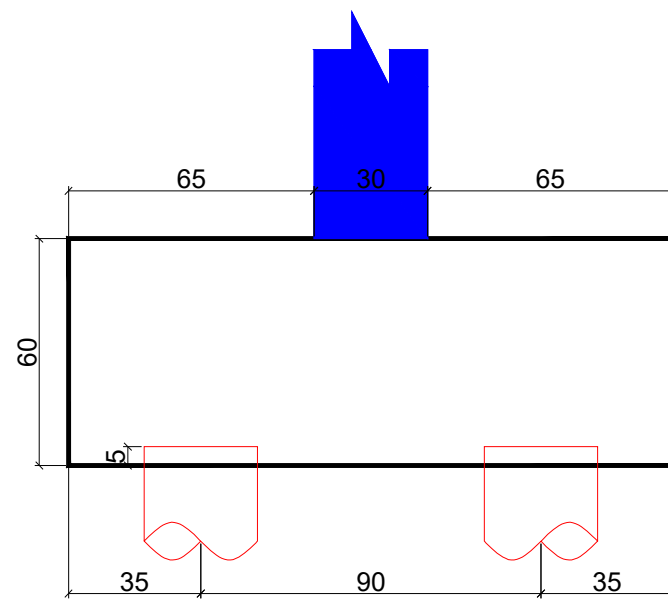
CENTRO UNIVERSITÁRIO FUNDAÇÃO ASSIS GURGACZ

DATA: 01/11/2021

R00



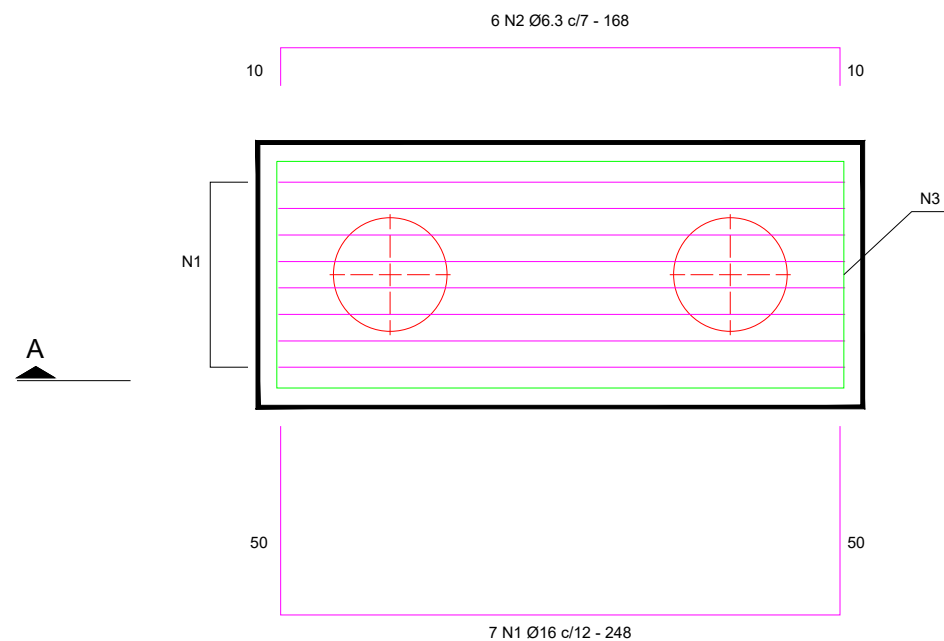
PLANTA BLOCO 01
Esc. 1/20



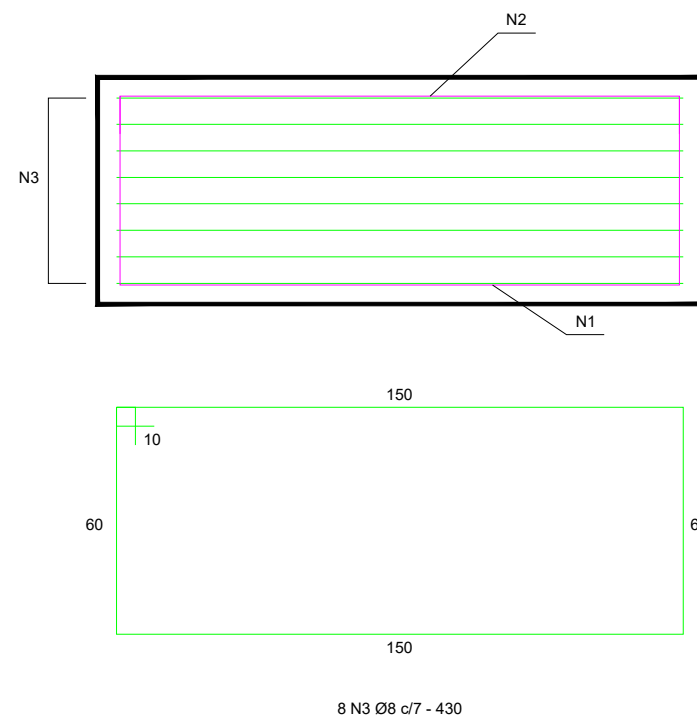
CORTE AA
Esc. 1/20

TABELA DE AÇO					
AÇO	POS.	Ø	QTD	C. UNIT	C. TOTAL
CA50	1	16	7	248	1736
CA50	2	6.3	7	168	1176
CA50	3	8	8	430	3440

RESUMO DE AÇO			
AÇO	Ø	C. TOTAL (CM)	PESO (KG)
CA50	16	1736	28
CA50	6.3	1176	3
CA50	8	3440	14
TOTAL +10%			50 kg



DET. ARM. PRINCIPAL
Esc. 1/20



DET. ARM. SECUNDÁRIA
Esc. 1/20

NOTAS

- Medidas:
 - Peças estruturais em cm;
 - Detalhamento da armadura em cm;
- Materias:
 - Concreto Fck = 30Mpa
 - Aço CA-50 e CA-60
- As dimensões deverão ser verificadas e conferidas "in loco"
- Para as ferragens o recobrimento mínimo será de 5cm.

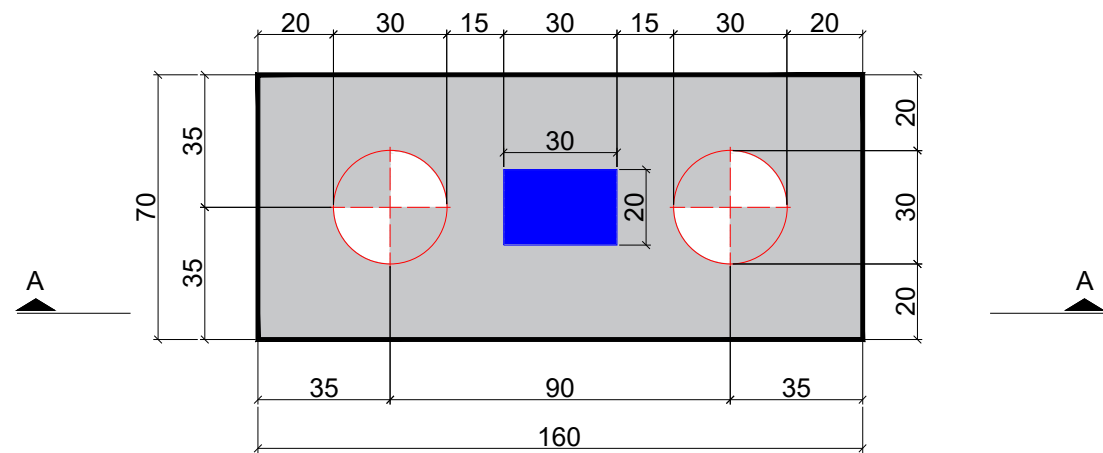
PROJETO ESTRUTURAL

DETALHAMENTO DE BLOCO DE COROAMENTO - MBT (750KN)

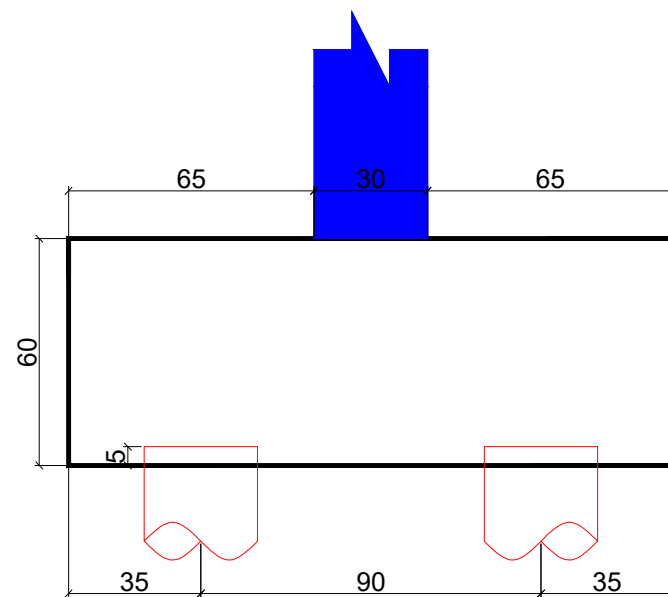
CENTRO UNIVERSITÁRIO FUNDAÇÃO ASSIS GURGACZ

DATA: 01/11/2021

R00



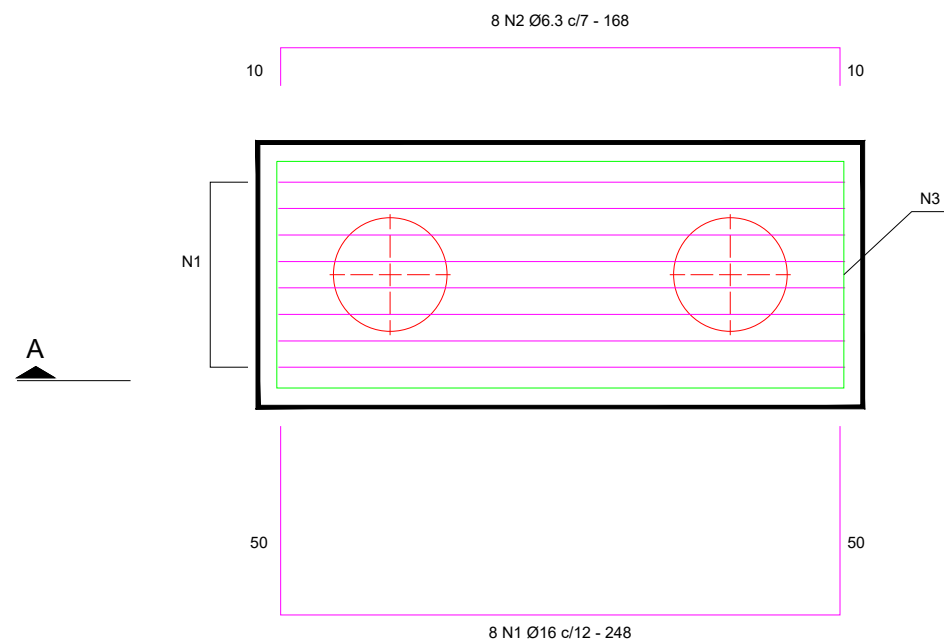
PLANTA BLOCO 01
Esc. 1/20



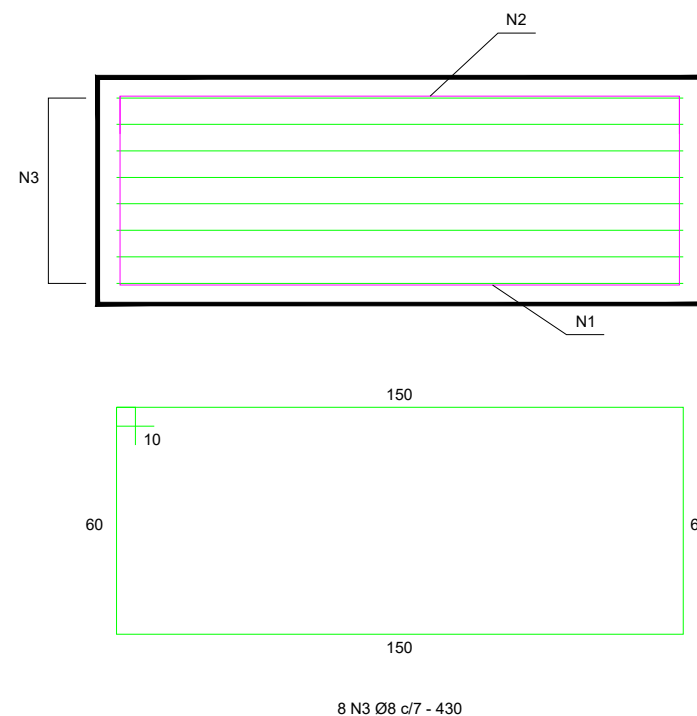
CORTE AA
Esc. 1/20

TABELA DE AÇO					
AÇO	POS.	Ø	QTD	C. UNIT	C. TOTAL
CA50	1	16	8	248	1984
CA50	2	6.3	8	168	1344
CA50	3	8	8	430	3440

RESUMO DE AÇO			
AÇO	Ø	C. TOTAL (CM)	PESO (KG)
CA50	16	1984	32
CA50	6.3	1344	4
CA50	8	3440	14
TOTAL +10%			55 kg



DET. ARM. PRINCIPAL
Esc. 1/20



DET. ARM. SECUNDÁRIA
Esc. 1/20

NOTAS

- Medidas:
 - Peças estruturais em cm;
 - Detalhamento da armadura em cm;
- Materias:
 - Concreto Fck = 30Mpa
 - Aço CA-50 e CA-60
- As dimensões deverão ser verificadas e conferidas "in loco"
- Para as ferragens o recobrimento mínimo será de 5cm.

PROJETO ESTRUTURAL

DETALHAMENTO DE BLOCO DE COROAMENTO - MBT (1000KN)

CENTRO UNIVERSITÁRIO FUNDAÇÃO ASSIS GURGACZ

DATA: 01/11/2021

R00