

Aços Longos



ArcelorMittal

# Fios e Cordoalhas para Concreto Protendido



Uma parceria entre  
ArcelorMittal e Bekaert.

**belgo**  
arames

# Fios e Cordoalhas para Concreto Protendido

Os aços para concreto protendido são fabricados no Brasil desde 1952 pela Belgo Arames, dentro dos mais elevados padrões de qualidade, processos e certificações, e representam o que existe de melhor no mundo.

## Principais características

- Leveza da estrutura
- Ausência de fissuração
- Resistência a ambientes agressivos
- Possibilidade de execução de peças pré-moldadas
- Obtenção de grandes vãos
- Redução do custo de construção, obtida pela conjugação concreto/aço para concreto protendido
- Facilidade de criação e viabilização de projetos de grande beleza e valor arquitetônico



# Fios para Concreto Protendido

Fornecidos de acordo com as normas ABNT NBR 7482:2020, ASTM A 421, ASTM A 881, prEN 10138-2 e BS 5896

## Características

- Perdas máximas por relaxação após 1.000 horas a 20°C para carga inicial de 80% da carga de ruptura: 3,0%.
- Valor médio do módulo de elasticidade: 205kN/mm<sup>2</sup> +/- 5%.
- Correspondência adotada pela NBR 7482 (revisão 01/2020): 1kgf/mm<sup>2</sup> = 9,81MPa.



## ESPECIFICAÇÕES DOS PRODUTOS - FIOS PARA PROTENSÃO

Produto	Diâmetro nominal (mm)	Área aprox. (mm <sup>2</sup> )	Massa aprox. (kg/1.000m)	Carga mínima de ruptura (kN)	Carga mínima a 1% de deformação (kN)	Alongamento após ruptura (%)
Fio CP RB (Relaxação Baixa)						
CP 145 RB	9,0	63,6	499	89,5	80,5	3,0
CP 150 RB	8,0	50,3	395	73,0	65,7	3,0
CP 170 RB	7,0	38,5	302	63,3	56,9	3,0
CP 175 RB	4,0	12,6	98	21,0	18,9	3,0
	5,0	19,6	154	33,0	29,7	3,0
	6,0	28,3	222	47,7	43,0	3,0
*CP 190 RB	4,0	12,6	98	22,8	20,5	3,0
	5,0	19,6	154	35,9	32,3	3,0
	6,0	28,3	222	51,8	46,6	3,0

\* Os fios podem ser fabricados sob consulta.

1- Todos os fios especificados acima podem ser fabricados lisos ou entalhados.

2- A profundidade do entalhe pode ser especificada pelo cliente.

3- Os fios lisos são fabricados sob consulta.

## ACONDICIONAMENTO

Diâmetro nominal do fio CP (mm)	Peso nominal (kg)	Diâmetro interno (cm)	Diâmetro externo (cm)	Largura do rolo (cm)
4,0 - 5,0 - 6,0 - 7,0 - 8,0 - 9,0	1.100	180	210	30
4,0 - 5,0 - 6,0 - 7,0 - 8,0 - 9,0	2.200	180	230	40

1- O peso do produto final depende do rolo de fio máquina (matéria-prima), que pode variar até 10%.

2- As medidas do acondicionamento acima são apenas referências, podendo ter variações.

## Principais Aplicações de Fios:

- Vigotas



- Estacas



- Dormentes



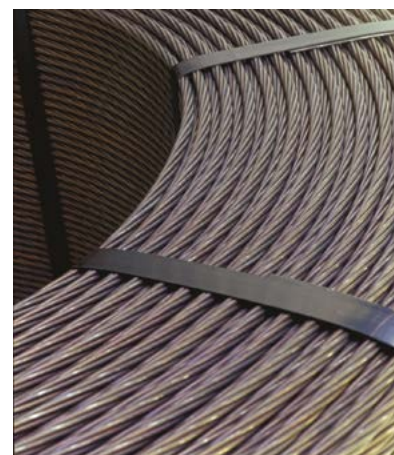
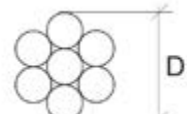
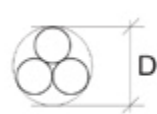
# Cordoalhas Nuas de 3 e 7 Fios para Concreto Protendido

Fornecidas de acordo com as normas ABNT NBR 7483:2021, ASTM A416, ASTM A886, ASTM A910 e pr-EN 10138-3

## Características

Perda máxima por relaxação após 1.000 horas a 20°C, para carga inicial de 80% da carga de ruptura: 3,5%

- Valor do módulo de elasticidade: 200kN/mm<sup>2</sup>, +/- 5%
- Correspondência adotada pela NBR 7483 (revisão 02/2021): 1kgf/mm<sup>2</sup> = 9,81 MPa



\* Para as normas internacionais, consultar condições de fabricação antes de especificar no projeto.

## ESPECIFICAÇÕES DOS PRODUTOS - CORDOALHAS NUAS PARA PROTENSÃO

Produto	Diâmetro nominal (mm)	Área aprox. (mm <sup>2</sup> )	Massa aprox. (kg/1.000m)	Carga mínima de ruptura (kN)	Carga mínima a 1% de deformação (kN)	Alongamento após ruptura (%)
<b>Cordoalha 3 fios CP 190</b>						
Cord. CP 190 RB 3 X 3,0	6,5	22	171	40	36	3,5
Cord. CP 190 RB 3 X 3,5	7,6	30	238	56	50	3,5
Cord. CP 190 RB 3 X 4,0	8,8	39	304	70	63	3,5
Cord. CP 190 RB 3 X 4,5	9,6	47	366	86	78	3,5
Cord. CP 190 RB 3 X 5,0	11,1	66	520	122	110	3,5

### Cordoalha 7 fios CP 190

Cord. CP 190 RB 9,5	9,5	56	441	102	92	3,5
Cord. CP 190 RB 12,7	12,7	101	792	184	165	3,5
Cord. CP 190 RB 15,20	15,2	143	1126	261	235	3,5
Cord. CP 190 RB 15,70	15,7	150	1180	274	247	3,5
Cord. CP 190 RB 15,20 Entalhada*	15,2	143	1126	261	235	3,5
Cord. CP 190 RB 15,70 Entalhada*	15,7	150	1180	274	247	3,5

\*Fabricação sob consulta.

### Cordoalha 7 fios CP 210

Cord. CP 210 RB 9,50*	9,5	56	441	113	102	3,5
Cord. CP 210 RB 12,70	12,7	101	792	203	183	3,5
Cord. CP 210 RB 15,20	15,2	143	1126	288	259	3,5
Cord. CP 210 RB 15,70	15,7	150	1180	303	273	3,5

\*Fabricação sob consulta.

## ESPECIFICAÇÕES DOS PRODUTOS - CORDOALHAS NUAS PARA PROTENSÃO

Produto	Diâmetro nominal (mm)	Área aprox. (mm <sup>2</sup> )	Massa aprox. (kg/1.000m)	Carga mínima de ruptura (kN)	Carga mínima a 1% de deformação (kN)	Alongamento após ruptura (%)
<b>*Cordoalha 7 fios CP 220</b>						
Cord. CP 220 RB 9,5	9,5	56	441	119	107	3,5
Cord. CP 220 RB 12,7	12,7	101	792	213	192	3,5
Cord. CP 220 RB 15,2	15,2	143	1126	302	272	3,5
Cord. CP 220 RB 15,7	15,7	150	1180	332	199	3,5

\*Consultar disponibilidade do produto.

### \*Cordoalha 7 fios CP 230

Cord. CP 230 RB 9,5	9,5	56	441	124	112	3,5
Cord. CP 230 RB 12,7	12,7	101	792	223	200	3,5
Cord. CP 230 RB 15,2	15,2	143	1126	316	284	3,5
Cord. CP 230 RB 15,7	15,7	150	1180	332	299	3,5

\*Consultar disponibilidade do produto.

### \*Cordoalha 7 fios CP 240

Cord. CP 240 RB 9,5	9,5	56	441	129	116	3,5
Cord. CP 240 RB 12,7	12,7	101	792	232	209	3,5
Cord. CP 240 RB 15,2	15,2	143	1126	329	296	3,5
Cord. CP 240 RB 15,7	15,7	150	1180	346	312	3,5

\*Consultar disponibilidade do produto.



As cordoalhas são fornecidas em rolos sem núcleo, nas dimensões da tabela.

## ACONDICIONAMENTO DE CORDOALHAS NUAS PARA PROTENSÃO

Tipo de cordoalha	Peso (kg)	Diâmetro interno (cm)	Diâmetro externo (cm)	Largura do rolo (cm)
3 e 7 fios	1.800	3.000	76	120
				80

As cordoalhas são fornecidas em rolos sem núcleo, nas dimensões da tabela.

- 1- O peso do rolo poderá alterar conforme o processo de produção.
- 2- O diâmetro externo do rolo poderá sofrer alteração de acordo com o peso.
- 3- Rolos com peso ou metragem específicos podem ser fabricados, desde que previamente comunicada a necessidade pelo cliente. Há volume mínimo para a produção.
- 4- Material fornecido em pallets de madeira.

# Cordoalhas de 7 Fios Engraxadas e Plastificadas para Concreto Protendido



As cordoalhas engraxadas e plastificadas Belgo Arames possuem timbres de identificação.

## Características

- Fabricadas por meio de processo contínuo
- Possuem camada de graxa e são revestidas com PEAD (polietileno de alta densidade) extrusado diretamente sobre a cordoalha já engraxada em toda a sua extensão
- Características mecânicas idênticas às das cordoalhas sem revestimento (vide tabela abaixo: Especificações dos Produtos – Cordoalhas Engraxadas e Plastificadas para Protensão)
- Norma ABNT NBR 7483:2021

As cordoalhas engraxadas produzidas pela Belgo Arames atendem as especificações técnicas da ABNT NBR 7483:2021. Quanto as certificações, são fornecidos dois produtos distintos: um que atende apenas a NBR 7483:2021, e um outro com processo de controle de qualidade mais rigoroso em conformidade com o Post-Tensioning Institute (PTI).

O PTI é reconhecido como a autoridade mundial em pós-tensionamento e se dedica a expandir as suas aplicações. Cordoalhas com certificação PTI possuem um índice maior de controle de desempenho e durabilidade.



## Características do revestimento

	Cordoalhas engraxadas conforme ABNT 7483:2021	Cordoalhas engraxadas conforme certificação PTI
Camada Mínima de PEAD*	mínimo 1,0mm	mínimo 1,25mm
Proteção contra raios UV**	-	PTI DC45.1
Índice de Fluidez 190°C	ASTM D-1238	ASTM D-1238
Densidade ASTM D-792	Mínima 0,941g/cm	Mínima 0,941g/cm
Ensaio Estanqueidade***	-	PTI DC45.1

\* Melhor durabilidade e resistência contra danos provocados pelo manuseio habitual nas obras, bem como durante o corte, enrolamento e posicionamento.

\*\* Garantia de melhor proteção do material quando armazenado no canteiro de obras e possui aplicação tardia ou exposição a intempéries (Camada mínima de PEAD)

\*\*\* Verificação que permite compreender que a água não chegue no aço.

### Características da graxa (em conformidade com ABNT NBR 7483/2021 e PTI)

Penetração em cone em trabalho ASTM D217	mm/10
Cor visual	Marrom
Teor de água ASTM D92*	Máximo 0,1%
Ponto de inflamação ASTM D92	Mínimo 149°C
Salt Spray (corrosão) ASTM B117**	1000h
Viscosidade a 40°C ASTM D445	Cst 154
Ponto de Gota ASTM D2265	Mínimo 184°C

\* Importante para garantia da durabilidade da cordoalha de aço.

\*\* Mostra o quanto a cordoalha é resistente e promove uma estrutura durável em relação aos efeitos da oxidação ou corrosão.

### ESPECIFICAÇÕES DOS PRODUTOS - CORDOALHAS ENGRAXADAS E PLASTIFICADAS PARA PROTENSÃO

Produto	Diâmetro nominal (mm)	Área aprox. (mm <sup>2</sup> )	Massa aprox. de aço (kg/1.000m)	Massa aprox. da cordoalha plastificada e engraxada (kg/1.000m)	Carga mínima de ruptura (kN)	Carga mínima a 1% de deformação (kN)	Alongamento após ruptura (%)
Cordoalha 7 fios CP 190							
Cord. CP 190 RB 12,70	12,7	101	792	890	184	165	3,5
Cord. CP 190 RB 15,20	15,2	143	1126	1240	261	235	3,5
Cord. CP 190 RB 15,70	15,7	150	1180	1310	274	247	3,5
Cordoalha 7 fios CP 210							
Cord. CP 210 RB 12,70	12,7	101	792	890	203	183	3,5
Cord. CP 210 RB 15,20	15,2	143	1126	1240	288	259	3,5
Cord. CP 210 RB 15,70	15,7	150	1180	1310	303	273	3,5

### Quantidade mínima de graxa por metro linear (g/m)

Cordoalha 12,7mm	Peso mínimo de graxa 37gramas/m
Cordoalha 15,2 e 15,7mm	Peso mínimo de graxa 44gramas/m

#### Oferecem:

- Proteção contra corrosão da cordoalha
- Lubrificação entre o revestimento de PEAD e a cordoalha, reduzindo o coeficiente de atrito para 0,06 - 0,07

#### ACONDICIONAMENTO DE CORDOALHAS ENGRAXADAS E PLASTIFICADAS PARA PROTENSÃO

Tipo de cordoalha	Peso (kg)	Diâmetro interno (cm)	Diâmetro externo (cm)	Largura do rolo (cm)	
Cordoalhas de 7 fios engraxadas e plastificadas	1.500	2.500	76	130	79

1- O peso do rolo pode variar, dependendo da metragem.

2- O diâmetro externo do rolo depende do peso.

3- Rolos com peso entre 1.500kg e 2.500kg poderão ser produzidos, desde que acordado entre as partes.

#### Principais Aplicações de Cordoalhas:

##### Lajes de edifícios



##### Lajes residenciais



##### Pisos



##### Radier



## Cordoalhas especiais para pontes estaiadas

### Características

- Produzidas com três camadas protetoras contra a corrosão:
  - Galvanização dos fios a quente, com gramatura de zinco de 190 a 350g/m<sup>2</sup>, antes do encordoamento e tratamento térmico.
  - Filme de cera de petróleo - 5g/m mín.
  - Encapadas na cor preta, com polietileno de alta densidade resistente aos raios ultravioleta, não deslizante sobre a cordoalha e com espessura mínima de 1,25mm.
- Relaxação após 1.000 horas, máx.= 2,5% para carga inicial de 70% da carga de ruptura.
- Módulo de elasticidade nominal: 195 kN/mm<sup>2</sup>.

#### ESPECIFICAÇÕES DOS PRODUTOS - CORDOALHAS ESPECIAS PARA PONTES ESTAIADAS

Produto	Diâmetro nominal (mm)	Área aprox. (mm <sup>2</sup> )	Massa aprox. (kg/1.000m)	Carga mínima de ruptura (kN)	Carga mínima a 1% de deformação (kN)	Alongamento após ruptura (%)
Cordoalhas de 7 fios CP 190						
Cord. CP 190 RB 15,70	15,7	150	1180	274	247	3,5

### Acondicionamento

Em carretéis de madeira com  $\phi = 1.000\text{mm}$  e até 3t de cordoalhas.

### Aplicações:



### Ensaio

Além dos ensaios tradicionais, previstos na ABNT NBR 7483:2021, as cordoalhas especiais para pontes estaiadas são submetidas a ensaio de tração desviada (pin test) conforme norma PTI, no qual o produto é colocado em estrutura que provoca mudança de direção. A cordoalha é então tracionada até a ruptura, com resistência mínima prevista de 80% da carga de sua ruptura retilínea. As cordoalhas também são submetidas a ensaios de fadiga de até 2.000.000 de ciclos.

#### Equivalência de normas reguladoras (equivalence of regulatory standards)

ABNT NBR 7483:2020	prEN 10138-3	ASTM A416-17	kgf/mm <sup>2</sup>	MPa
CP 190	Y 1860	Grade 270	190	1860
CP 210	Y 2060	-	210	2060
CP 230	Y 2260	-	230	2260
CP 240	Y 2360	-	240	2360

## Controle de qualidade

Os aços para concreto protendido são submetidos a exaustivos testes e inspeções, desde a aciaria até após o tratamento térmico final. São também testados em modernos laboratórios e entregues acompanhados de Certificado de Qualidade. Exija de seu fornecedor o Certificado de Qualidade do material, conforme especificado na ABNT NBR 7483:2021.

Conforme interesse do comprador ou exigência do proprietário da obra, os aços para protensão poderão ser submetidos a ensaios específicos em laboratórios independentes.

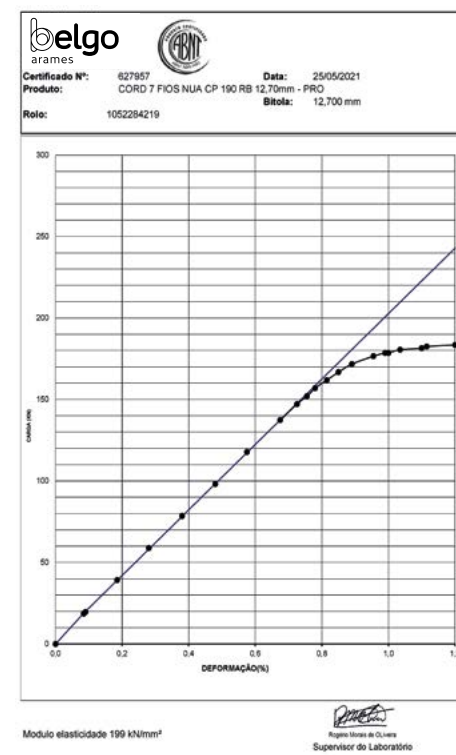
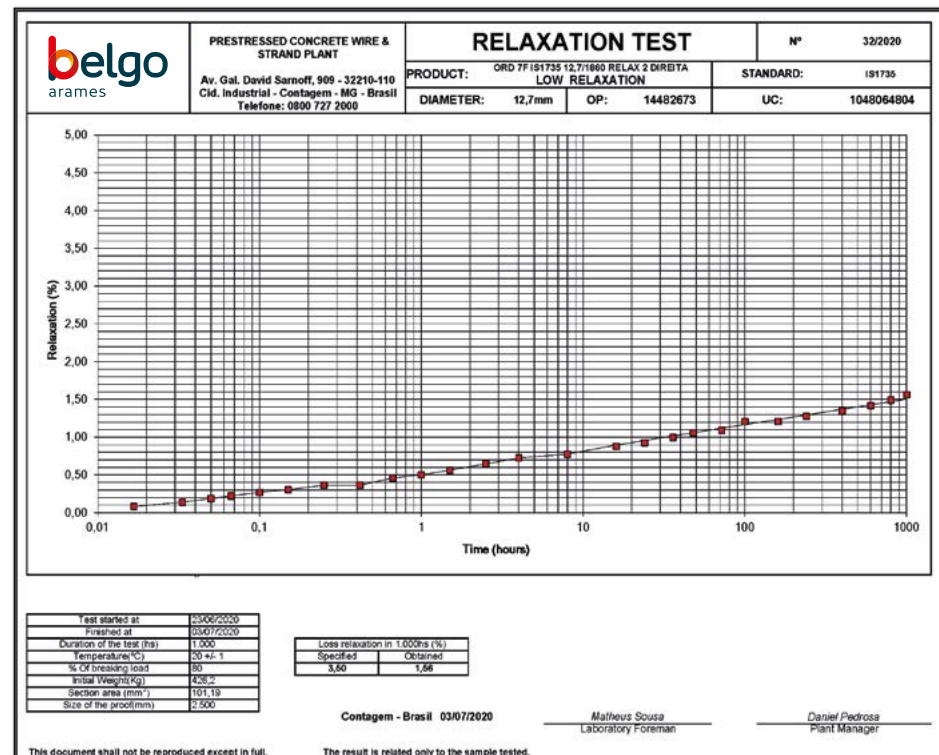
No final de sua fabricação, para melhorar sua qualidade e trabalhabilidade, tanto na pré-tração como na pós-tração, os aços para concreto protendido são submetidos a um dos seguintes tratamentos térmicos:

### Estabilização

É um envelhecimento acelerado que alivia as tensões residuais da trefilação, diminui a perspectiva de perda de carga por relaxação e aumenta o limite de elasticidade do aço. Assim, são obtidos aços de relaxação baixa (RB).

### Teste de relaxação

Para a verificação e o controle do processo de fabricação, somente a Belgo Arames possui equipamentos capazes de realizar regularmente no Brasil os testes de relaxação que medem a redução da força aplicada ao aço com o correr do tempo. Cada teste tem duração de 1.000 horas e é efetuado sob temperatura e umidade controladas em estreita faixa, de acordo com a ABNT NBR 7484:2020.



## Teste de tração

Toda entrega de fios e cordoalhas é acompanhada de um Certificado de Qualidade com os resultados dos testes a que foram submetidos, comparando-os com os valores das normas técnicas. Também de acordo com as normas, cada carga é acompanhada de um gráfico de “tensão - deformação” que contém o valor do módulo de elasticidade do aço, fundamental para o cálculo dos alongamentos sob tensão.

belgo arames		CERTIFICADO DA QUALIDADE		CERTIFICADO Nº 000000072704		Pag. 1/ 1				
Av. Marechal Rondon, 615 Osasco - São Paulo - SP - Cep. 06030-000 Tel. 0800-9695		Cliente:	0393062861	Ordem:	9497992 - 20	Data de Impressão:	25/08/2021			
		Fornecedor:	40474288 CORD 7F ENGR E PLAST CP RB 190 12,70mm	Pedido do Cliente:	19890					
		Produto do Cliente:		Norma:	2493/2021					
Propriedades Mecânicas / Metalúrgicas										
Especific./ Volume	Área cordoalha		Carga 10%	Carga de ruptura	Limite de elasticidade	Massa	Eixo de torção	Linha com pontos	U. armeto da cord	Módulo elasticidade
	Min	Max								
Um	mm²	%	kN	kN	mm	kg/1000m	g/m	mm	mm	kN/mm²
1052977023	100,00	6,8	177	165	12,89	789	38,7	1,31	15,30	195,5
1052899287	101,00	5,8	175	154	12,88	792	37,7	1,38	15,30	192,5
1052864375	101,00	5,5	175	153	12,91	793	37,8	1,37	15,50	195,2
1052901984	99,00	6,5	177	163	12,89	785	38,7	1,43	15,50	197,8
1052901983	99,90	6,5	177	163	12,89	785	38,7	1,43	15,50	197,8
1052901989	99,90	6,5	177	163	12,89	785	38,7	1,43	15,50	197,8
1052909091	99,70	5,4	176	165	12,81	794	37,7	1,32	15,20	201,4
1052909092	99,70	5,4	176	165	12,81	794	37,7	1,32	15,20	201,4
1052909094	99,70	5,4	176	165	12,81	794	37,7	1,32	15,20	201,4

Diâmetro:	12,700 mm	Nº de Fios:	001353857	Emitido em:	08/08/2021
Quantidade:	19.582,000	Peso Líquido NF:	19.582,000	Data de Criação:	05/08/2021

## Uso e Manuseio

Em função do grande peso desses conjuntos e para evitar danos a sua capa plástica, as bobinas e os feixes de cordoalhas enroladas não devem ser suspensos por cabos de aço ou correntes, mas sim com o auxílio de cintas de poliéster.

ATENÇÃO

CONSIDERE ESTAS INSTRUÇÕES COMO MUITO IMPORTANTES PARA A SUA SEGURANÇA E PARA O CORRETO MANUSEIO DO PRODUTO. ABRASÃO OU RISCOS SUPERFICIAIS NAS CORDOALHAS PODEM CAUSAR ROMPIMENTO DO CABO, O QUE PODE OCASIONAR DANOS MATERIAIS E ACIDENTES GRAVES DURANTE A PROTENSÃO.

#### CARREGAMENTO E ESTOCAGEM

**1**

Faça o içamento do rolo horizontalmente com ganchos ou cintas de poliéster, recomendados para auxiliar no equilíbrio.

**2**

Não transporte verticalmente mais de uma bobina de cordoalha.

**3**

Não utilize as cintas metálicas da bobina para o içamento.

#### REMOÇÃO DE CINTA

O rolo é bobinado sob tensão. É de extrema importância colocar o rolo na gaiola de desbobinamento antes de remover as cintas metálicas.

Utilize apenas tesouras para corte da fita. Maçaricos e lixadeiras podem danificar a superfície da cordoalha devido à geração de faíscas, aquecimento e partículas abrasivas.

#### DESENROLAMENTO DA CORDOALHA

Evite espaçamento maior que 5 mm entre a face externa do rolo de cordoalha e a gaiola de desenrolamento antes de remover as cintas. Fixe a face externa do rolo à carcaça da gaiola, posicionada em superfície plana. Tubos ou cones no centro da gaiola evitam lambidas.

Belgo Arames: uma parceria entre ArcelorMittal e Bekaert.

## Meio ambiente e sustentabilidade

A Belgo Arames contribui para a preservação do meio ambiente para as futuras gerações adotando práticas sustentáveis, como a gestão das emissões líquidas, sólidas, atmosféricas e o uso racional dos recursos naturais.



## A Belgo Arames conta com centrais de corte espalhadas pelo Brasil.

### - CENTRAL DE CORTE ARAUCÁRIA

AV. DAS ARAUCARIAS, Nº 2.162  
BAIRRO THOMAZ COELHO - ARAUCÁRIA - PR  
CEP: 83707-067

### - CENTRAL DE CORTE BRASÍLIA

Q QI 21 LOTES 60/61 - GALPÃO 02 - SETOR DE INDÚSTRIAS, SNº  
BAIRRO CEILÂNDIA - BRASÍLIA - DF  
CEP: 72265-210

### - CENTRAL DE CORTE SERRA

ROD. ES 010, KM 2,8, Nº 2.805  
BAIRRO CHÁCARA PARREIRAL - SERRA - ES  
CEP: 29164-327

### - CENTRAL DE CORTE FORTALEZA

RUA MARIO GUEDES, Nº 340 - TÉRREO  
BAIRRO SALINAS - FORTALEZA - CE  
CEP: 60811-012

### - CENTRAL DE CORTE RECIFE

RUA JOÃO CARDOSO AIRES, Nº 1.120 A  
BAIRRO BOA VIAGEM - RECIFE - PE  
CEP: 51130-300

### - CENTRAL DE CORTE BELO HORIZONTE

ROD. ANEL RODOVIÁRIO CELSO MELLO AZEVEDO, 2.501 - GALPÃO 2  
BAIRRO VILA BERNADETE (BARREIRO) - BELO HORIZONTE - MG  
CEP: 30622-056







# ArcelorMittal

Associada ao



PTI – Post Tensioning Institute



ABEEólica – Associação Brasileira de Energia Eólica



ABP – Associação Brasileira de Protensão



Central de Relacionamento  
0800 015 1221  
[brasil.arcelormittal.com.br](http://brasil.arcelormittal.com.br)



Conheça aqui outras  
soluções ArcelorMittal