

Aços Longos



ArcelorMittal

# Fios e Cordoalhas para Concreto Protendido



Belgo Bekaert Arames



# Fios e Cordoalhas para Concreto Protendido

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

## Principais características do concreto protendido

- 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



# Aplicações

## Edifícios

Em lajes e vigas de edifícios residenciais e comerciais, a protensão em pós-tração é largamente aplicada. No caso de lajes planas sem vigas, tipo cogumelo ou com vigas de borda, é possível obter tetos lisos e, conseqüentemente, estruturas mais limpas, econômicas, fáceis e rápidas de construir (uma laje a cada quatro dias).

Uma vez que as instalações hidráulica, elétrica e de ar-condicionado podem ser posicionadas rente ao fundo da laje, não precisando passar por baixo de vigas inexistentes na solução, a distância entre os pisos fica menor, com uma economia de aproximadamente 50 cm de altura em cada andar.

Como mais uma grande vantagem da utilização das técnicas de protensão em pós-tração, ressaltamos a diminuição do número de pilares das obras e, assim, o aumento da distância entre eles. Dessa forma, obtém-se total liberdade de layout interno e maior espaço de estacionamento e de circulação nas garagens, o que permite grande facilidade na venda ou locação dos imóveis.



## Obras Diversas

- Barragens (viga de munhão das comportas)
- Pontes e viadutos (aduelas, caixão perdido, vigas e transversinas, balanços sucessivos, etc.)
- Aeroportos (pistas, pátios de estacionamento, hangares, etc.)
- Portos (caixões flutuantes, cais de atracação, diques secos, plataformas marítimas de petróleo, etc.)
- Piscinas, estações de tratamento de esgoto, reservatórios (elevados e apoiados no solo), silos, radiers, pisos industriais, etc.
- Tirantes de contenção provisórios e definitivos, em solo ou rocha



## Pisos industriais e comerciais

Possibilita a eliminação quase total das juntas de dilatação e das barras de transferência, tirando da obra um de seus maiores problemas de manutenção, que é a quebra (esborcinamento) das juntas pelo tráfego constante de empilhadeiras de rodas duras.



## Artefatos de concreto

Estacas, dormentes, postes, vigotas, pré-lajes, mourões, etc.

## Recuperação de estruturas

Recuperação de estruturas e/ou reforço de obras já executadas, com cabos internos ou externos, engraxados ou injetados com pasta de cimento.



## Galpões

Na construção de galpões industriais e de armazenamento em geral, com a utilização da pré-tração, são produzidos diversos tipos de peças pré-moldadas leves e econômicas, fáceis de transportar e manusear, tais como:

- Vigas (comuns, ponte rolante, calha, etc.)
- Lajes (alveolares, de fechamento ou duplo T, etc.) e telhas para cobertura de grandes vãos

Assim, com a pré-fabricação, obtém-se mais controle de qualidade, padronização de seções, rapidez na montagem, segurança, bom nível de isolamento térmico e acústico, ótima resistência a agentes agressivos e garantia de prazos e preços.

## Fios para Protensão Estabilizados (RB)

Fornecidos de acordo com as normas ABNT NBR 7482, 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:
  - Relaxação baixa (RB) = 3,0%.
- Valor médio do módulo de elasticidade: 205 kN/mm<sup>2</sup> +/- 5%.
- Correspondência adotada pela NBR 7482: 1 kgf/mm<sup>2</sup> = 9,81 MPa



## ESPECIFICAÇÕES DOS PRODUTOS - FIOS PARA PROTENSÃO

Produto	Diâmetro nominal (mm)	Área aprox. (mm <sup>2</sup> )	Área mínima (mm <sup>2</sup> )	Massa aprox. (kg/1.000 m)	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	62,9	500	91,2	82,1	6,0
CP 150 RB	8,0	50,3	49,6	395	74,5	67,0	6,0
CP 170 RB	7,0	38,5	37,9	302	64,5	58,0	5,0
CP 175 RB	4,0	12,6	12,3	99	21,4	19,3	5,0
	5,0	19,6	19,2	154	33,7	30,3	5,0
	6,0	28,3	27,8	222	48,7	43,8	5,0
*CP 190 RB	4,0	12,6	12,3	99	23,4	20,8	5,0
	5,0	19,6	19,2	154	36,5	32,5	5,0
	6,0	28,3	27,8	222	52,0	47,5	5,0

\* 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.

## ACONDICIONAMENTO

Diâmetro nominal do fio CP RB (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%.

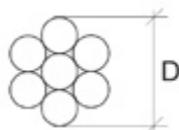
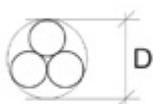
2- As medidas do acondicionamento acima são apenas referências, podendo ter variações.

## Cordoalhas de 3 e 7 Fios Estabilizadas (RB)

Fornecidas de acordo com a norma ABNT NBR 7483, 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: 200 kN/mm<sup>2</sup>, +/- 5%
- Correspondência adotada pela NBR 7483: 1 kgf/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> )	Área mínima (mm <sup>2</sup> )	Massa aprox. (kg/1.000 m)	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	22	171	41	37	3,5
Cord. CP 190 RB 3 X 3,5	7,6	30	30	238	57	51	3,5
Cord. CP 190 RB 3 X 4,0	8,8	38	38	304	71	64	3,5
Cord. CP 190 RB 3 X 4,5	9,6	47	46	366	88	79	3,5
Cord. CP 190 RB 3 X 5,0	11,1	67	66	520	125	112	3,5

### Cordoalha 7 fios CP 190

Cord. CP 190 RB 9,5	9,5	56	55	441	104	94	3,5
Cord. CP 190 RB 12,7	12,7	101	99	792	187	169	3,5
Cord. CP 190 RB 15,20	15,2	143	140	1126	266	239	3,5
Cord. CP 190 RB 15,70	15,7	150	147	1172	279	246	3,5
Cord. CP 190 RB 15,20 Entalhada	15,2	143	140	1126	266	239	3,5
Cord. CP 190 RB 15,70 Entalhada	15,7	150	147	1172	279	246	3,5

### \*Cordoalha 7 fios CP 210

Cord. CP 210 RB 9,50	9,5	56	55	441	113	102	3,5
Cord. CP 210 RB 12,70	12,7	101	99	792	203	183	3,5
Cord. CP 210 RB 15,20	15,2	143	140	1126	288	259	3,5
Cord. CP 210 RB 15,70	15,70	150	147	1172	303	273	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

1- O peso do rolo pode variar, dependendo da metragem em que foi produzido.

2- O diâmetro externo do rolo depende do peso.

3- Rolos com peso menor ou maior podem ser fabricados, desde que isso seja previamente acordado entre cliente e produtor.

# Cordoalhas de 7 Fios Engraxadas e Plastificadas

## CP 190 e CP 210



As cordoalhas engraxas e plastificadas Belgo Bekaert Arames possuem timbre de identificação.

### Características

- Fabricadas por meio de processo contínuo
- Possuem camada de graxa e são revestidas com PEAD (polietileno de alta densidade) extrudado 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 para Protensão Engraxadas e Plastificadas)
- Norma ABNT NBR 7483/20
- Revestimento plástico e graxa, de acordo com as especificações do PTI (Post-Tensioning Institute)

CP 210  $\varnothing$  12,70 e 15,20 mm e 15,7 mm



CP 190  $\varnothing$  12,70 e 15,20 mm e 15,7 mm



### Características do revestimento extrudado

- PEAD com espessura mínima de 1 mm, que permite o movimento livre da cordoalha em seu interior
- Durável e resistente a danos provocados pelo manuseio habitual nas obras, bem como durante o corte, enrolamento e posicionamento
- Impermeável
- Em função do grande peso desses conjuntos e para evitar danos às suas capas plásticas, 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
- Sob consulta, pode ser produzido um revestimento apto a resistir aos raios ultravioleta. Por exemplo, no caso de aplicação da cordoalha externamente ao concreto

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

Produto	Diâmetro nominal (mm)	Área aprox. (mm <sup>2</sup> )	Área mínima (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 (%)
<b>Cordoalha 7 fios CP 190</b>								
Cord. CP 190 RB 12,70	12,7	101	99	792	890	187	169	3,5
Cord. CP 190 RB 15,20	15,2	143	140	1126	1240	265	239	3,5
Cord. CP 190 RB 15,70	15,7	150	147	1172	1310	279	246	3,5
<b>Cordoalha 7 fios CP 210</b>								
Cord. CP 210 RB 12,70	12,7	101	99	792	890	203	183	3,5
Cord. CP 210 RB 15,20	15,2	143	140	1126	1240	288	259	3,5
Cord. CP 210 RB 15,70	15,70	150	147	1172	1310	303	273	3,5

### Características do agente inibidor de corrosão

- Graxa com peso mínimo de 37 g/m (para cordoalha  $\varnothing$  12,70 mm) ou de 44 g/m (para cordoalha  $\varnothing$  15,20 mm e 15,70 mm) oferece:
  - 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

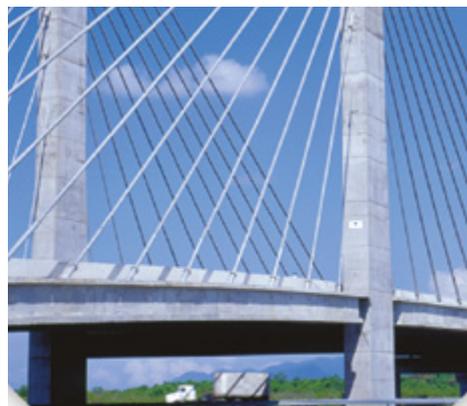
- 1- O peso do rolo pode variar, dependendo da metragem em que foi produzido.
- 2- O diâmetro externo do rolo depende do peso.
- 3- Rolos com peso entre 1.000 kg e 2.500 kg podem ser fabricados, desde que isso seja previamente acordado entre cliente e produtor.



# 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 350 g/m<sup>2</sup>, antes do encordoamento e tratamento térmico.
  - Filme de cera de petróleo - 5 g/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 1,25 mm.
- 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>.



Utilização de cordoalha estaiada na Rodovia dos Imigrantes (SP).

## ESPECIFICAÇÕES DOS PRODUTOS - CORDOALHAS ESPECIAS PARA PONTES ESTAIADAS

Produto	Diâmetro nominal (mm)	Área aprox. (mm <sup>2</sup> )	Área mínima (mm <sup>2</sup> )	Massa aprox. (kg/1.000 m)	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	147	1.290	279	246	3,5

## Acondicionamento

Em carretéis de madeira com  $\varnothing = 1.000$  mm e até 3 t de cordoalhas.

## Ensaios

Além dos ensaios tradicionais, previstos na NBR 7483, 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 são também submetidas a ensaios de fadiga de até 2.000.000 de ciclos.

# 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.

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

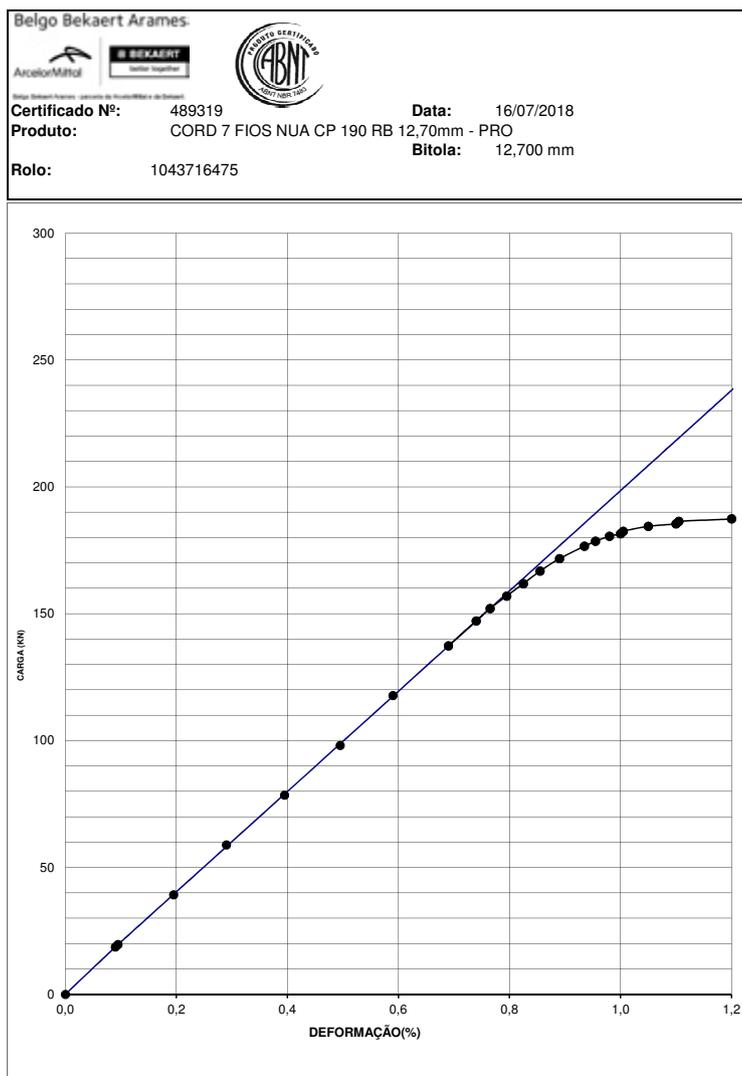
É um envelhecimento acelerado que alivia as tensões residuais da trefilação, diminui a perspectiva de perda de carga por relaxação e aumenta o limite de elasticidade do aço. Assim, são obtidos aços de relaxação baixa (RB).

## Teste de relaxação

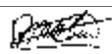
Para a verificação e o controle do processo de fabricação, somente a Belgo Bekaert possui equipamentos capazes de realizar regularmente no Brasil os testes de relaxação que medem a redução da força aplicada ao aço com o correr do tempo. Cada teste tem duração de 1.000 horas e é efetuado sob temperatura e umidade controladas em estreita faixa, de acordo com a ABNT NBR 7484/20.

## 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.



Modulo elasticidade 200 kN/mm<sup>2</sup>

  
Supervisor do Laboratório





# ArcelorMittal

Associada ao



IBRACON – Instituto Brasileiro do Concreto



ABECE – Associação Brasileira de  
Engenharia e Consultoria Estrutural



PTI – Post-Tensioning Institute

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

DOWNLOAD  
NO APP STORE



DOWNLOAD  
NO PLAY STORE

