

## Case Study

# DIACalc® - Análise Estrutural de Betão Armado Reforçado com Fibras de Aço

## Estruturas de Betão Reforçado com Fibras de Aço

Há mais de três décadas que as fibras de aço têm vindo a ser utilizadas no reforço de estruturas de betão em todo o mundo, nos mais diversos domínios da engenharia civil.

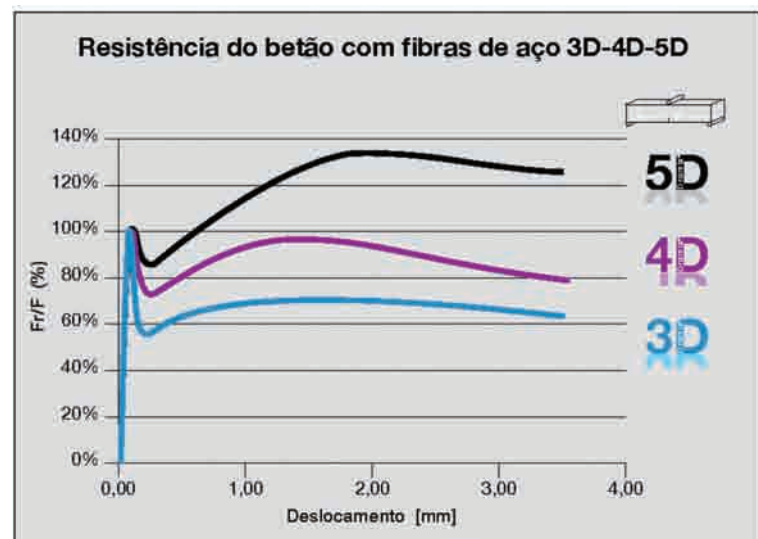
Com efeito, as soluções estruturais de Betão Reforçado com Fibras de Aço (BRFA) são já bem conhecidas em muitas áreas da engenharia, com especial relevo para os domínios das obras subterrâneas (e.g. túneis, cavernas, poços) e da estabilização de taludes.

A Bekaert é uma empresa multinacional que é responsável pela concepção, pelos ensaios e pela produção e comercialização das fibras Dramix®, que têm sido a principal referência de mercado ao longo de todos estes anos, com a gama de fibras actualmente designada por 3D.

Com o desenvolvimento de duas novas gamas de fibras de aço (4D e 5D), recentemente lançadas no mercado, os campos de aplicação técnica no âmbito da engenharia estrutural tiveram uma expansão sem precedentes, face às notáveis características destas fibras. Com destaque para a conjugação de soluções de BRFA com armaduras de aço convencionais.



De facto, as fibras 3D (que mantêm os seus campos de aplicação privilegiados), são caracterizadas por valores médios de resistência à tracção do aço pelo menos de 1100 MPa, ao passo que as fibras 5D exibem valores de 2300 MPa (resistência acima da do aço de pré-esforço, e para fibras cujo diâmetro é inferior a 1 mm...).



Em face do exposto, a utilização de fibras de aço no reforço de estruturas de betão permite elevar os níveis de desempenho das estruturas para patamares dificilmente alcançáveis com recurso a soluções estruturais sem fibras.

Esta melhoria em termos de desempenho é extraordinária ao nível dos estados limites de utilização, com destaque para o controlo da fendilhação, sendo também bastante expressiva ao nível dos estados limites últimos.

Do exposto decorre ainda, pelo facto da fendilhação ter uma expressão diminuta nas estruturas de BRFA, que a durabilidade das obras fica objectivamente beneficiada face a soluções que não incorporem fibras de aço.

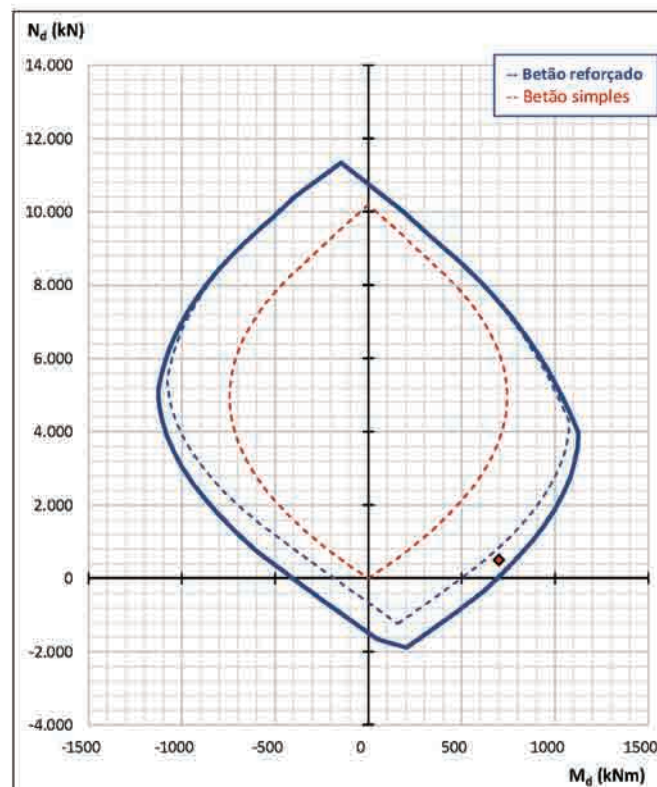
Após alguns anos de desenvolvimento em estreita colaboração com a Bekaert e com a Biu Internacional, a Diaclase dispõe actualmente dum conjunto de ferramentas de cálculo e de análise estrutural com capacidade para integrar a contribuição das fibras de aço, com a designação **DIACalc®**, respeitando as normas europeias vigentes (inclusivamente o Eurocódigo 2).

## Dimensionamento estrutural

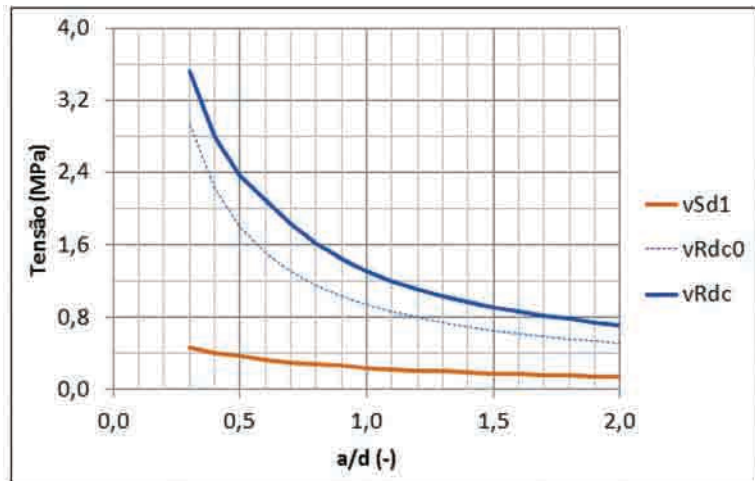
Com recurso ao **DIACalc®** é possível efectuar o dimensionamento de estruturas hiperestáticas de BRFA, incorporando armaduras de aço convencionais sempre que necessário, de modo a efectuar as verificações relativas aos estados limites últimos (ULS) e aos estados limites de serviço (SLS).

As áreas em que as fibras de aço apresentam benefícios mais relevantes são as seguintes:

- **ULS**
  - > Flexão (simples ou composta)
  - > Esforço transversal
  - > Punçoamento
    - Resistência
- **SLS**
  - > Fendilhação / Abertura de fendas
    - Durabilidade



O diagrama de interacção M-N apresentado tem um carácter ilustrativo, tal como o gráfico seguinte (que se refere a uma análise de punçoamento), podendo ver-se em ambos os casos a representação comparativa das situações com e sem fibras de aço.



• Obras hidráulicas (barragens, centrais hidroeléctricas, canais, etc.);



### Domínios privilegiados para a utilização de BRFA

Tirando partido das novas fibras 4D e 5D, a utilização de estruturas de BRFA permite a concepção de soluções mais competitivas em diversas áreas da engenharia civil, podendo destacar-se as seguintes (das quais se apresentam algumas fotografias de obras realizadas com BRFA):

- Obras subterrâneas (cavernas, túneis, galerias, poços);

PUBLICIDADE

## Equipamentos para Operações Logísticas

**Rodas e Rodízios**

**Logística e Distribuição**

**Plataformas de Acesso e Trabalho**

**Movimentação Industrial**

**Manuseamento de Cargas**

**Elevação e Fixação**

**Escadotes e Andaimes**

**Automatismos e Ferragens para Portões**

**www.rodalgés.pt**  
**+351 243 611 040**

**PME líder**

**Equipamentos Industriais, Lda.**

## Case Study

- Contenções (incluindo paredes moldadas);
- Fundações (incluindo estacas);
- Estabilização de taludes;
- Pavimentos (industriais, portuários, 'Clad racks', ensoleiramentos gerais, etc.);
- Estruturas pré-fabricadas (aduelas, tubos).

Para além do exposto, é também de destacar que, com o recurso ao BRFA, é



possível recorrer à utilização de betões especiais:

- Betão imerso;
- Betão autocompactável (SCSFC);
- Betão de alta resistência (HSC).

### DIACLASE, Consultores de Engenharia, Geologia e Ambiente

A **Diaclase** é uma empresa de prestação de serviços de consultoria no âmbito dos Estudos, Projectos e Assistência Técnica às Obras, tendo sido constituída em 2006.

A **Diaclase** dispõe de conhecimento técnico especializado e uma vasta experiência curricular nos diversos domínios referidos como privilegiados para a utilização de BRFA, não só em termos de projecto como também no que respeita ao acompanhamento técnico das obras correspondentes.

A **Diaclase** tem prestado serviços em diversos países na Europa, em África, na América Latina e na Ásia, tendo entretanto adquirido uma experiência internacional que tem permitido dar resposta aos desafios cada vez mais exigentes do mercado global.



Tendo em conta as diversas vertentes técnicas que contribuem decisivamente em qualquer solução de BRFA, desde a definição da composição dos betões até aos ensaios laboratoriais, passando pela escolha do tipo de fibras e pelo dimensionamento estrutural, a **Diaclase** integra uma equipa multidisciplinar que, para além da **Bekaert** e da **Biu Internacional**, inclui também o Laboratório de Ensaio de Materiais de Construção da **FEUP**.

www.diaclase.pt

PUBLICIDADE

**REN**  
Elettricidade Gás Natural

## Uma empresa, duas redes.

REN significa Redes Energéticas Nacionais. Mais concretamente, as redes de eletricidade e gás natural. O nosso trabalho é gerir e transportar estas energias sem interrupções, ao menor custo, com qualidade e segurança. Somos, aliás, uma das poucas empresas do mundo a gerir em simultâneo estas duas redes. Mas muito mais há a dizer sobre o que fazemos. Saiba mais sobre as nossas políticas de desenvolvimento sustentável e investimento em inovação em ren.pt.