

Módulo T-Connect 5: Ligações de Andaimos

Este módulo permite o cálculo de três tipos de ligações, habituais nos andaimes:

- Acoplamentos em ângulo reto de travessas ou longarinas a rosetas inseridas nos montantes, resistentes à flexão, transverso e axial.
- Acoplamentos giratórios de diagonais a rosetas inseridas nos montantes, resistentes apenas ao axial.
- Acoplamentos em ângulo reto ou giratório através de braçadeiras ortogonais e giratórias respetivamente, resistentes ao deslizamento, torsão, força de separação e em braçadeiras ortogonais, ao momento cruciforme.



As barras que formam a ligação devem ser tubos circulares ocos de aço ou alumínio. As travessas e longarinas também podem ser tubos retangulares ocos. A resistência dos diferentes tipos de ligação estabelece-se numa base de dados, modificável e ampliável pelo utilizador.

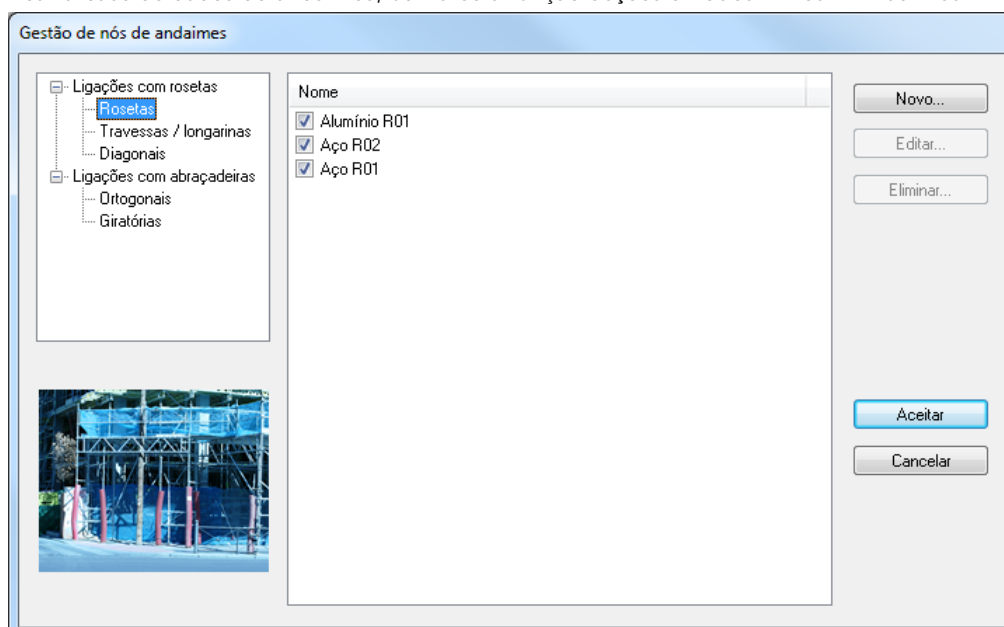
Neste capítulo, utiliza-se a seguinte terminologia:

Montante	Elemento vertical do andaime.
Travessa	Elemento horizontal do andaime paralelo à dimensão mais curta do andaime.
Longarina	Elemento horizontal do andaime paralelo à dimensão maior do andaime.
Diagonal	Elemento de travamento que forma um ângulo não reto com os montantes, travessas e longarinas e serve de contraentramento em planos verticais ou horizontais.
Roseta	Elemento geralmente em forma de disco ou octógono que se insere (soldado) nos montantes em distâncias regulares. Dispõe de perfurações (em geral 4 ou 8) para sua ligação a travessas, longarinas e diagonais através espigas e cunhas.
Braçadeira	Par de braçadeiras unidas entre si para a ligação de dois tubos. Em função do ângulo que formem esses tubos, dividem-se em paralelas, ortogonais e giratórias.

Base de dados de nós-tipo

A base de dados incluída no programa fornece-se como exemplo. O utilizador pode adapta-la (modificando-a e ampliando-a) ao modelo concreto de andaime que deseja calcular / comprovar.

Para aceder e modificar a base de dados de andaimes, utiliza-se a função **Seções e Dados > Nós > Andaimos**.

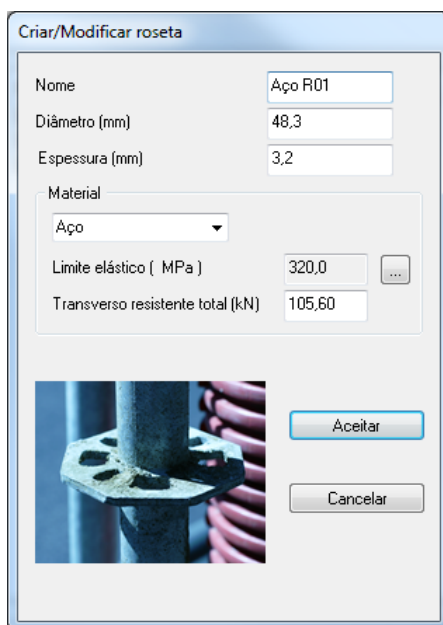


A base de dados está organizada da seguinte forma:

■ Ligações através Rosetas

- Rosetas. Ao criar uma nova roseta ou editar sua informação, aparecerá a seguinte caixa de diálogo, onde se define:

Nome	Descrição do elemento, que se utilizará nas saídas de resultados para identificação.
Diâmetro	Diâmetro do tubo estrutural do montante em que se insere a roseta.
Espessura	Espessura do tubo estrutural do montante em que se insere a roseta.
Material	Material do tubo estrutural do montante em que se insere a roseta, podendo ser de aço ou de alumínio.
Limite elástico	Qualidade do aço ou alumínio do tubo estrutural do montante em que se insere a roseta. À sua direita há um botão que permite selecionar um dos aços ou ligas de alumínio definidas na normativa selecionada nesse momento.
$\Sigma V_{y,Rd}$	Valor total do transverso resistente. Define o valor máximo da componente paralela ao montante do somatório de esforços transmitidos por todos às travessas, longarinas e diagonais ligados a roseta.



- Travessas ou longarinas. Ao criar uma nova travessa ou longarina ou editar a sua informação, aparecerá a seguinte caixa de diálogo, em que se define:

Criar/Modificar travessa ou longarina

Nome:

Forma da secção:
 Circular Rectangular

Diâmetro (mm):


Espessura (mm):

Altura (mm):

Espessura da alma (mm):

Material:

Limite elástico (MPa): ...



Parâmetros da ligação barra - roseta

Roseta	MzRd (k...)	NxRd (kN)	VyRd (kN)	VzRd (kN)
Aço R01	1,010	31,0	26,4	10,0

Novo... Editar... Eliminar...

Aceitar Cancelar

Nome	Descrição do elemento, que se utilizará nas saídas de resultados para identificação.
Forma	Permite definir se a secção é circular ou rectangular.
Diâmetro	Diâmetro do tubo estrutural da travessa ou longarina quando é circular. No caso de secções rectangulares, aqui define-se sua largura.
Espessura	Espessura do tubo estrutural da travessa ou longarina quando é circular. No caso de secções rectangulares, aqui define-se a espessura da chapa.
Altura	Altura do tubo estrutural rectangular da travessa ou longarina. Apenas para o caso de secções rectangulares.
Espessura da alma	Espessura da alma do tubo estrutural rectangular da travessa ou longarina.
Material	Material do tubo estrutural da travessa ou longarina, podendo ser aço ou alumínio.
Limite elástico	Qualidade do aço ou alumínio do tubo estrutural da travessa ou longarina. À sua direita há um botão que permite seleccionar um dos aços ou ligas de alumínio definidos na normativa seleccionada nesse momento.
Parâmetros	Nesta lista, podem definir-se os tipos de rosetas aos que se pode unir esta travessa ou longarina, juntamente com os seus parâmetros resistentes.

Ao editar ou criar uma nova ligação travessa/longarina – roseta, aparecerá a seguinte caixa de diálogo, na qual pode indicar os seguintes parâmetros.

Parâmetros da ligação travessa/longarina-roseta

Roseta:

Resistência à flexão no plano do montante e travessa/longarina (kN·m):

Resistência ao axial na direcção da travessa/longarina (+) (kN):

Resistência ao transverso na direcção do montante (+) (kN):

Resistência ao transverso na direcção ortogonal ao montante e travessa/longarina (kN):



Aceitar Cancelar

Roseta	Poderá seleccionar uma das rosetas já definidas, à qual se pode acoplar esta travessa ou longarina.
M_{z,Rd}	Momento resistente da ligação, no plano formado pelo montante e a travessa ou longarina.

$N_{x,Rd}$	Axial resistente da ligação na travessa ou longarina, em valor absoluto (compressão ou tração).
$V_{y,Rd}$	Transverso resistente da ligação na travessa ou longarina, na direção do montante, em valor absoluto.
$V_{z,Rd}$	Transverso resistente da ligação na travessa, na direção ortogonal ao plano formado pelo montante e travessa, em valor absoluto.

- o Diagonais. Ao criar uma nova diagonal ou editar a sua informação, aparecerá a seguinte caixa de diálogo, na qual pode definir:

Criar/Modificar diagonal

Nome: Aço D01

Diâmetro (mm): 48,3

Espessura (mm): 2,3

Material: Aço

Limite elástico (MPa): 240,0

Parâmetros da ligação barra - roseta

Roseta	Ângulo	N_{cxRd} (kN)	N_{txRd} (kN)
Aço R01	25,8	5,3	17,9
Aço R01	33,1	8,4	17,9
Aço R01	37,9	10,2	17,9
Aço R01	44,0	12,4	17,9
Aço R01	51,9	14,7	17,9
Aço R01	55,0	15,5	17,9
Aço R01	61,4	16,8	17,9
Aço R01	69,9	16,6	17,9
Aço R02	25,8	5,3	8,4
Aço R02	33,1	8,4	8,4
Aço R02	37,9	8,4	8,4
Aço R02	44,0	8,4	8,4
Aço R02	51,9	8,4	8,4

Novo... Editar... Eliminar...

Aceitar Cancelar

Nome	Descrição do elemento, que se utilizará nas saídas de resultados para identificação.
Diâmetro	Diâmetro do tubo estrutural da diagonal.
Espessura	Espessura do tubo estrutural da diagonal.
Material	Material do tubo estrutural da diagonal, podendo ser de aço ou alumínio.
Limite elástico	Qualidade do aço ou alumínio do tubo estrutural da diagonal. À sua direita há um botão que permite selecionar um dos aços ou ligas de alumínio definidos na normativa selecionada nesse momento.
Parâmetros	Nesta lista, podem definir-se os tipos de rosetas aos que se pode unir esta diagonal, juntamente com os seus parâmetros resistentes.

Ao editar ou criar uma nova ligação diagonal – roseta, aparecerá a seguinte caixa de diálogo, na qual pode indicar os seguintes parâmetros.

Parâmetros da ligação diagonal-roseta

Roseta: Aço R01

Ângulo entre a diagonal e a perpendicular ao montante (0 .. 90°): 25,8

Axial resistente de compressão na diagonal (kN): 5,3

Axial resistente de tração na diagonal (kN): 17,9

Aceitar Cancelar

Roseta	Pode selecionar uma das rosetas já definidas, à qual se pode acoplar esta diagonal.
Ângulo	Indica o ângulo que forma a diagonal com a direção ortogonal ao montante, em valor absoluto, ao que corresponde o resto dos parâmetros da ligação. Um ângulo de 0° indica que a diagonal é perpendicular ao montante. Se na estrutura a diagonal não formar com o montante nenhum dos ângulos definidos na base de dados, realiza-se uma interpolação linear entre os valores definidos.

$N_{c,Rd}$	Axial resistente de compressão da ligação na diagonal, em valor absoluto.
$N_{t,Rd}$	Axial resistente de tração da ligação na diagonal, em valor absoluto.

■ Ligações através Braçadeiras

- Braçadeiras ortogonais. Permitem unir duas barras que formem um ângulo reto entre si. Ao criar uma nova braçadeira ou editar a sua informação, aparecerá a seguinte caixa de diálogo, na qual pode definir:

Criar/Modificar abraçadeira

Nome: G01 48x48

Diâmetro da primeira barra (mm): 48,3

Diâmetro da segunda barra (mm): 48,3

Resistência ao deslizamento da primeira barra, $F_{s,1}$ (kN): 9,10

Resistência ao deslizamento da segunda barra, $F_{s,2}$ (kN): 9,10

Resistência ao momento cruciforme, M_B (kN-m): 0,800

Resistência ao momento torsor da primeira barra, $M_{T,1}$ (kN-m): 0,130

Resistência ao momento torsor da primeira barra, $M_{T,2}$ (kN-m): 0,130

Resistência à separação, F_p (kN): 30,00

Aceitar / Cancelar

Nome	Descrição do elemento, que se utilizará nas saídas de resultados para identificação.
Diâmetros	Diâmetros do tubo estrutural das barras a unir.
$F_{d,Rd}$	Resistência ao deslizamento em cada barra a unir, em valor absoluto.
$M_{B,Rd}$	Resistência ao momento cruciforme da ligação, em valor absoluto (ou seja, a resistência perante um momento que tenda a modificar o ângulo que formam ambas as barras).
$M_{x,Rd}$	Resistência ao momento torsor em cada barra a unir, em valor absoluto.
F_p	Resistência à força de separação da ligação, em valor absoluto (ou seja, a resistência a uma força perpendicular ao plano formado por ambas as barras que tenda a separa-las entre si).

- Braçadeiras giratórias. Permitem unir duas barras que não formem um ângulo reto entre si. Ao criar uma nova braçadeira ou editar a sua informação, aparecerá a seguinte caixa de diálogo, na qual pode definir:

Criar/Modificar abraçadeira

Nome: GG1 48x48

Diâmetro da primeira barra (mm): 48,3

Diâmetro da segunda barra (mm): 48,3

Resistência ao deslizamento da primeira barra, $F_{s,1}$ (kN): 5,20

Resistência ao deslizamento da segunda barra, $F_{s,2}$ (kN): 5,20

Resistência ao momento torsor da primeira barra, $M_{T,1}$ (kN-m): 0,130

Resistência ao momento torsor da primeira barra, $M_{T,2}$ (kN-m): 0,130

Resistência à separação, F_p (kN): 30,00

Aceitar / Cancelar

Nome	Descrição do elemento, que se utilizará nas saídas de resultados para identificação.
Diâmetros	Diâmetros do tubo estrutural das barras a unir.
$F_{d,Rd}$	Resistência ao deslizamento em cada barra a unir, em valor absoluto.
$M_{x,Rd}$	Resistência ao momento torsor em cada barra a unir, em valor absoluto.
F_p	Resistência à força de separação da ligação, em valor absoluto (ou seja, a resistência a uma força perpendicular ao plano formado por ambas as barras que tenda a separa-las entre si).

Cada elemento (roseta, travessa / longarina, diagonal ou braçadeira) possui um campo de verificação que permite definir se podem ser utilizados ou não nos cálculos. Desta forma, por exemplo, pode forçar-se a utilização de uma determinada travessa (por ser o material que se disponha no momento) apesar de poder haver também outros tipos válidos na base de dados.

Ao seleccionar um determinado elemento (roseta, travessa / longarina, diagonal ou braçadeira), poderá carregar no botão **Editar** para modificar as suas características ou o botão **Eliminar** para elimina-lo da base de dados. Tenha em conta que se por exemplo eliminar um tipo de roseta, também se eliminarão os modelos de travessa/longarina e diagonal que se unem a esse tipo de roseta.

Atribuição de nós-tipo à estrutura

Na base aos nomes de conjunto atribuídos às barras da estrutura (que serão uns nomes reservados para poder distinguir os montantes, travessas/longarinas e diagonais assim como o seu tipo de ligação), sua secção, material (aço ou alumínio) e limite elástico do mesmo, o programa atribui automaticamente os nós-tipo a todos os nós da estrutura que sejam compatíveis (de acordo com o definido na base de dados).

Os nomes reservados de conjuntos de barras serão aqueles que comecem por:

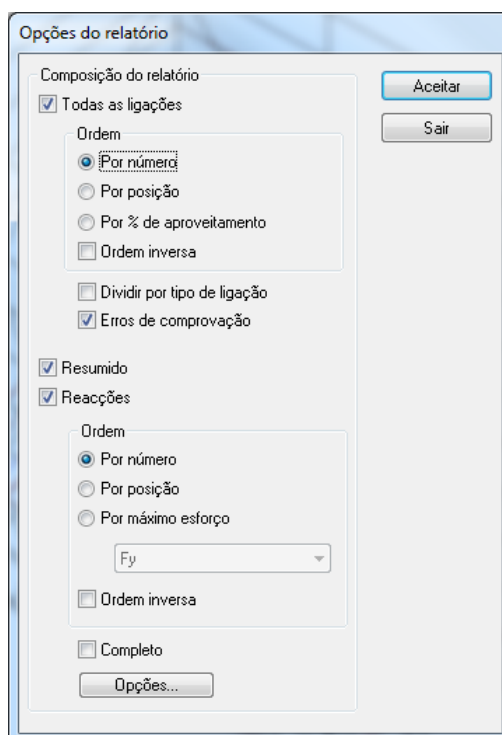
R-MONT	para os montantes verticais com rosetas
R-TRAV	para as travessas ou longarinas horizontais unidos a rosetas
R-DIAG	para as diagonais unidos a rosetas
G-MONT	para os montantes verticais com braçadeiras
G-TRAV	para as travessas ou longarinas horizontais unidos a braçadeiras
G-DIAG	para as diagonais unidas a braçadeiras

Cálculo das ligações

O programa calculará todos estes nós-tipo com base nos esforços existentes e a base de dados de nós-tipo. Se existe na base de dados mais de uma configuração válida para os esforços atuais, o programa seleccionará a que possua um grau de aproveitamento más próximo dos 100%. Se pelo contrário não existir nenhuma configuração válida, o programa seleccionará a de menor coeficiente de aproveitamento. A função denomina-se **Cálculo > Ligações > Calcular andaimes**. Se ocorrer algum erro de comprovação, poderá verifica-lo na função **Cálculo > Ligações > Listagem Erros Andaimos....**

Relatório de Ligações de Andaimos

Através da função **Resultados > Relatórios > Ligações Andaimos...**, poderá solicitar um relatório do cálculo destas ligações com as seguintes características:



- Como o resto de Relatórios do programa, pode obter-se em formato PDF ou em formato docx (compatível com MS Word 2007).
- Ao solicitar o relatório, podem definir-se os seguintes capítulos:
 - **Relatório de todas as ligações.** A ordem pela qual aparecem as distintas ligações pode seleccionar-se: pelo número do nó, pela sua posição no espaço ou pelo grau de aproveitamento (grau de cumprimento das comprovações de

