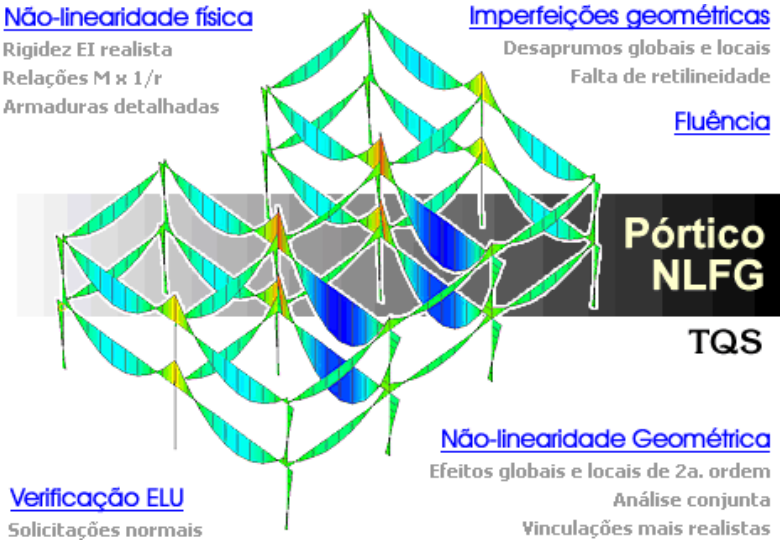
Pórtico NLFG

O "Pórtico Não-linear Físico e Geométrico", de agora em diante chamado apenas por "Pórtico NLFG", é um modelo espacial que abrange toda a estrutura composta pelas vigas e pilares de um edifício, e que pode ser utilizado na verificação desses elementos perante as solicitações normais no Estado Limite Último (ELU).

Nesse modelo, cada vão de viga e lance de pilar é dividido em inúmeras barras, cuja rigidez à flexão é calculada a partir das relações momento-curvatura obtidas de acordo com a geometria, armadura detalhada e esforços atuantes nesses elementos.

A posição final de equilíbrio da estrutura é calculada iterativamente, levando-se em conta os efeitos globais e locais de segunda ordem de forma conjunta.

Podem ser também considerados os efeitos gerados pela fluência e por imperfeições geométricas globais e locais.



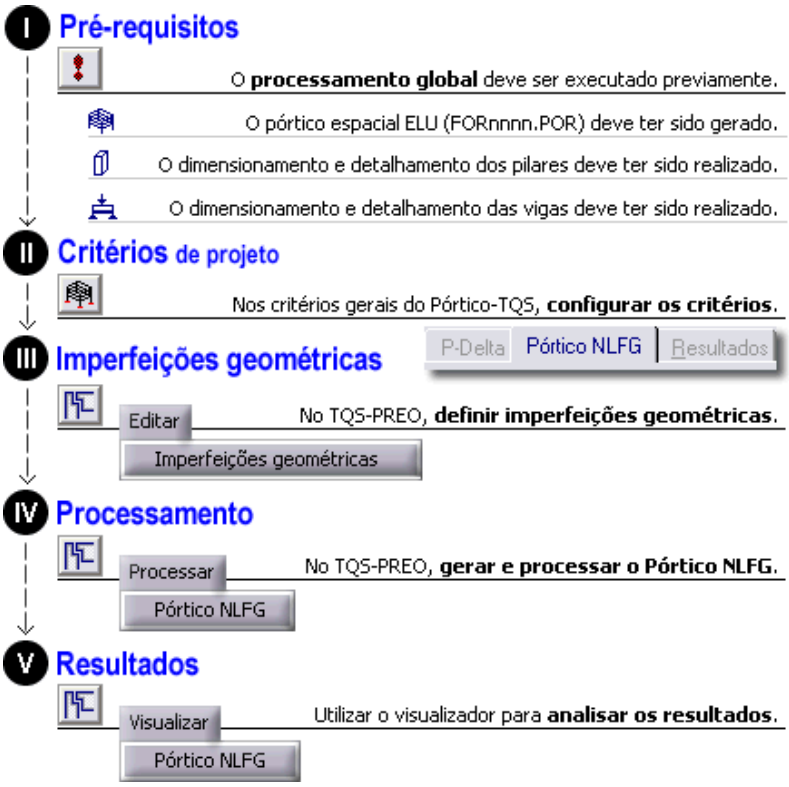
Trata-se, portanto, de um modelo que reúne diversas características (NLF, NLG, fluência, imperfeições geométricas), que são tratadas de forma refinada, permitindo assim uma análise mais realista do comportamento da estrutura, e conseqüentemente, uma otimização na elaboração do projeto estrutural de edifícios de concreto.

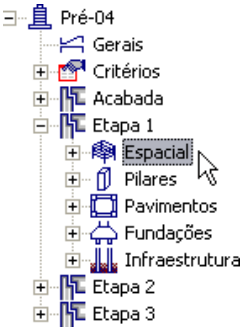
Visão Geral

Por se tratar essencialmente de um processo de verificação, o modelo global e as armaduras nos elementos necessitam estar previamente definidos. Em outras palavras, o edifício necessita estar processado globalmente antes de iniciar a análise pelo "Pórtico NLFG", inclusive o dimensionamento e detalhamento de vigas e pilares.

Uma vez atendido esses pré-requisitos, basta então configurar um conjunto de critérios, gerar e processar o Pórtico NLFG, e finalmente, verificar os resultados obtidos num visualizador gráfico.

Veja, a seguir, um fluxograma que resume os principais passos necessários para realizar uma análise por meio do Pórtico NLFG.





Em estruturas pré-fabricadas, a análise pelo Pórtico NLFG pode ser realizada em qualquer etapa construtiva, seja ela intermediária ou a acabada.

Fundamentos Teóricos

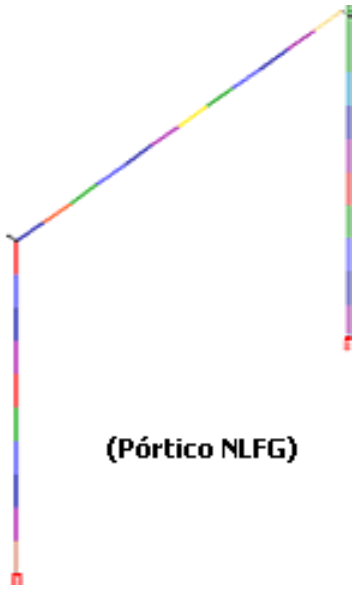
A seguir, serão comentados os principais aspectos teóricos considerados na análise pelo Pórtico NLFG.

Geometria do modelo

No Pórtico NLFG, cada vão de viga e lance de pilar é dividido em inúmeras barras.



(Pórtico tradicional)



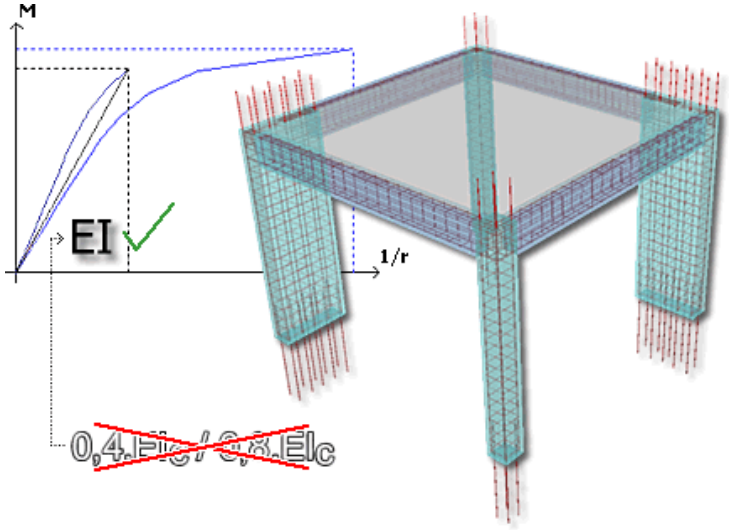
(Pórtico NLFG)

Essa discretização mais refinada permite uma melhor análise dos efeitos das não-linearidades física e geométrica.

Não-linearidade física

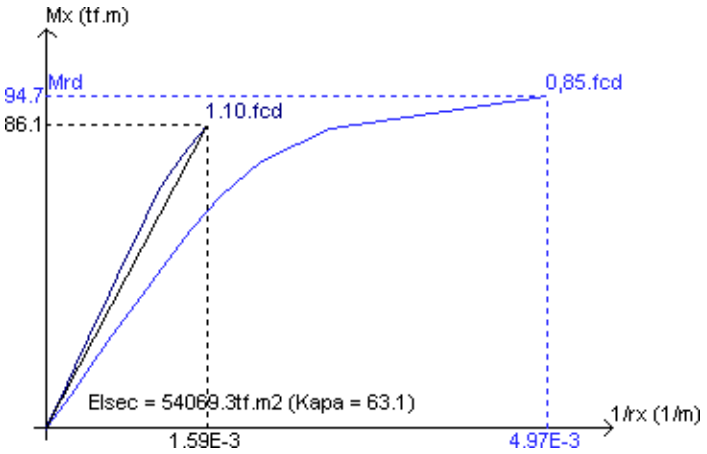
A não-linearidade física nas vigas e pilares do Pórtico NLFG é considerada por meio da obtenção de rigidezes à flexão EI a partir das relações momento-curvatura (M x 1/r) ou normal-momento-curvatura (N, M, 1/r) em cada seção do pórtico espacial.

As rigidezes de cada barra que representam um trecho de viga ou pilar são calculadas de acordo com a geometria e as armaduras detalhadas em cada elemento estrutural, bem como os esforços solicitantes iniciais obtidos por um pré-processamento. Dessa forma, a consideração aproximada comumente adotada nos modelos ELU (0,4.EIc para vigas e 0,8.EIc para pilares) é integralmente substituída por um cálculo mais refinado.

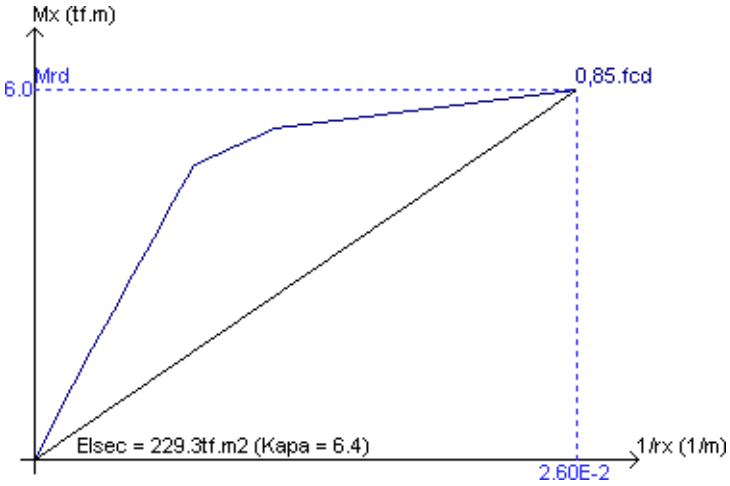


Nos pilares, são calculadas as rigidezes à flexão nas duas direções (EIy e EIz). Nas vigas, é calculada apenas a rigidez à flexão EIy. A rigidez lateral EIz, comumente modificada para simular o efeito de diafragma rígido das lajes, é mantida idêntica ao pórtico ELU do edifício.

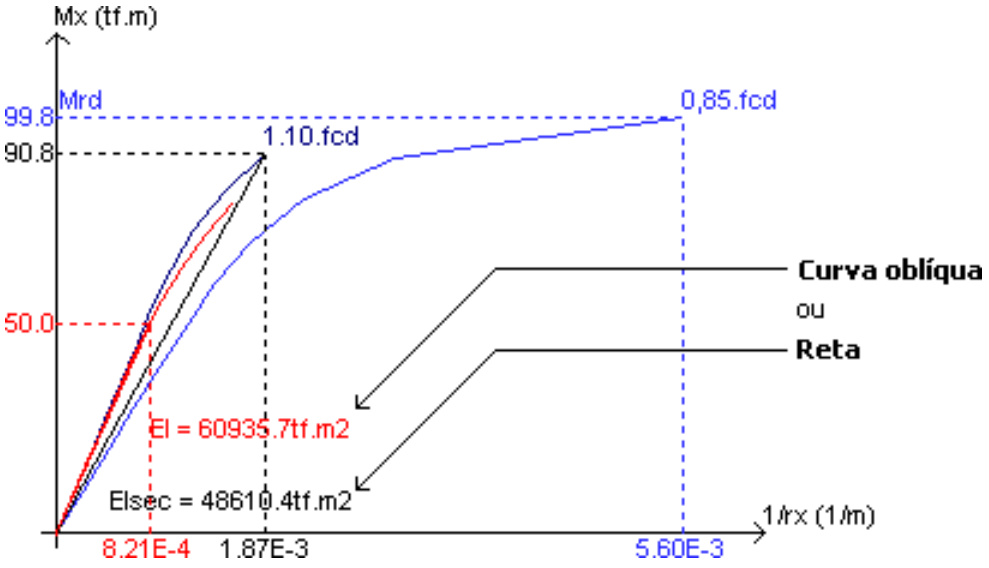
Nos pilares, as rigidezes são calculadas exatamente de acordo com o diagrama N, M, 1/r definido na NBR 6118:2003. Ou seja, considera-se uma resistência de cálculo igual a 1,1.fcd, com a possibilidade de considerar $\gamma_{f3} = 1,1$.



Já, nas vigas, as rigidezes são obtidas com o diagrama calculado com 0,85.fcd e γ_{f3} = 1,0. As forças normais nas vigas também são consideradas.

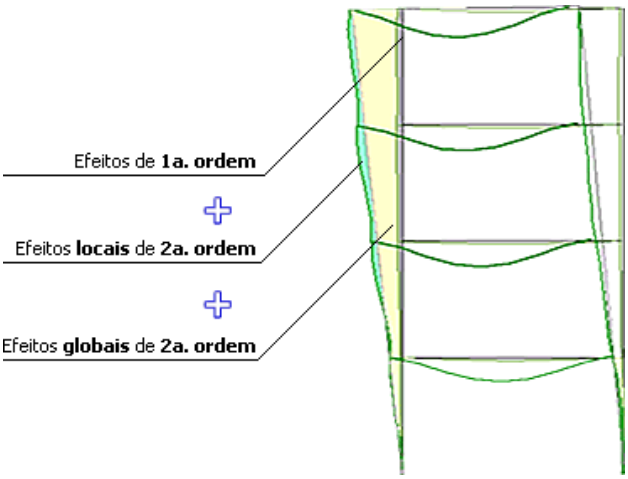


Tanto nas vigas e pilares, as rigidezes podem ser obtidas por meio da linearização dos diagramas momento-curvatura na qual as duas direções são desacopladas (reta), ou por meio da curva oblíqua obtida com os esforços solicitantes concomitantes nas duas direções.



Não-linearidade geométrica

A não-linearidade geométrica, ou seja, a influência da forma da estrutura à medida que o carregamento é aplicado sobre a mesma, é considerada por meio de uma análise não-linear na qual a posição de equilíbrio da estrutura é calculada iterativamente. Esse processo, muitas vezes denominado P-Δ, é exatamente o mesmo que sempre esteve presente no sistema TQS®.

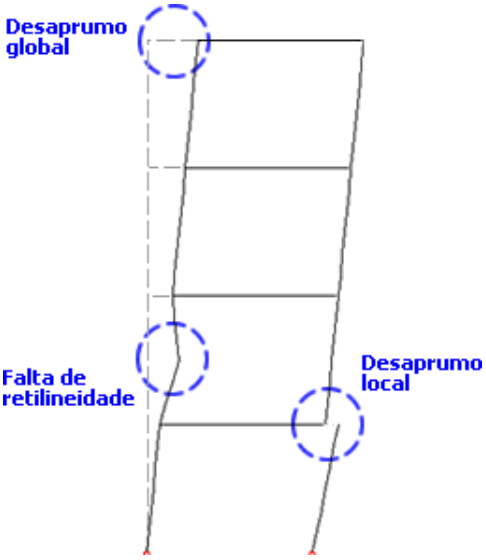


A grande diferença é que, como cada lance de pilar e vão de viga é discretizado em inúmeras barras, além dos efeitos globais de 2ª ordem, são flagrados também os efeitos locais de 2ª ordem, de forma conjunta e concomitante.

Outro grande avanço é que as vinculações nos extremos de cada lance de pilar no cálculo dos efeitos locais de 2ª ordem são consideradas de forma mais realista. Não há mais a aproximação de considerar cada trecho bi-apoiado ou engastado na base.

Imperfeições geométricas

No Pórtico NLFG podem ser consideradas imperfeições geométricas globais ou locais. Essas imperfeições são impostas no modelo através da alteração direta da geometria da estrutura.

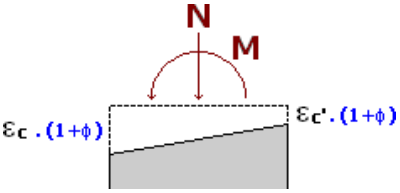


Uma grande vantagem desse tipo de análise é que os efeitos gerados pelas imperfeições locais passam a ser absorvidas por todo conjunto de vigas e pilares, e não mais apenas por um lance de forma isolada.

Fluência

O efeito da fluência ou deformação lenta do concreto é considerado por meio de uma correção direta nas deformações em cada seção, que por sua vez influencia diretamente na curvatura da mesma.

Essa correção é feita através de uma majoração nas deformações no concreto (encurtamentos) por (1+ Φ), sendo Φ o coeficiente de fluência definido na NBR 6118:2003.



Dessa forma, a obtenção da rigidez EI do diagrama momento-curvatura é alterada.

Verificação ELU

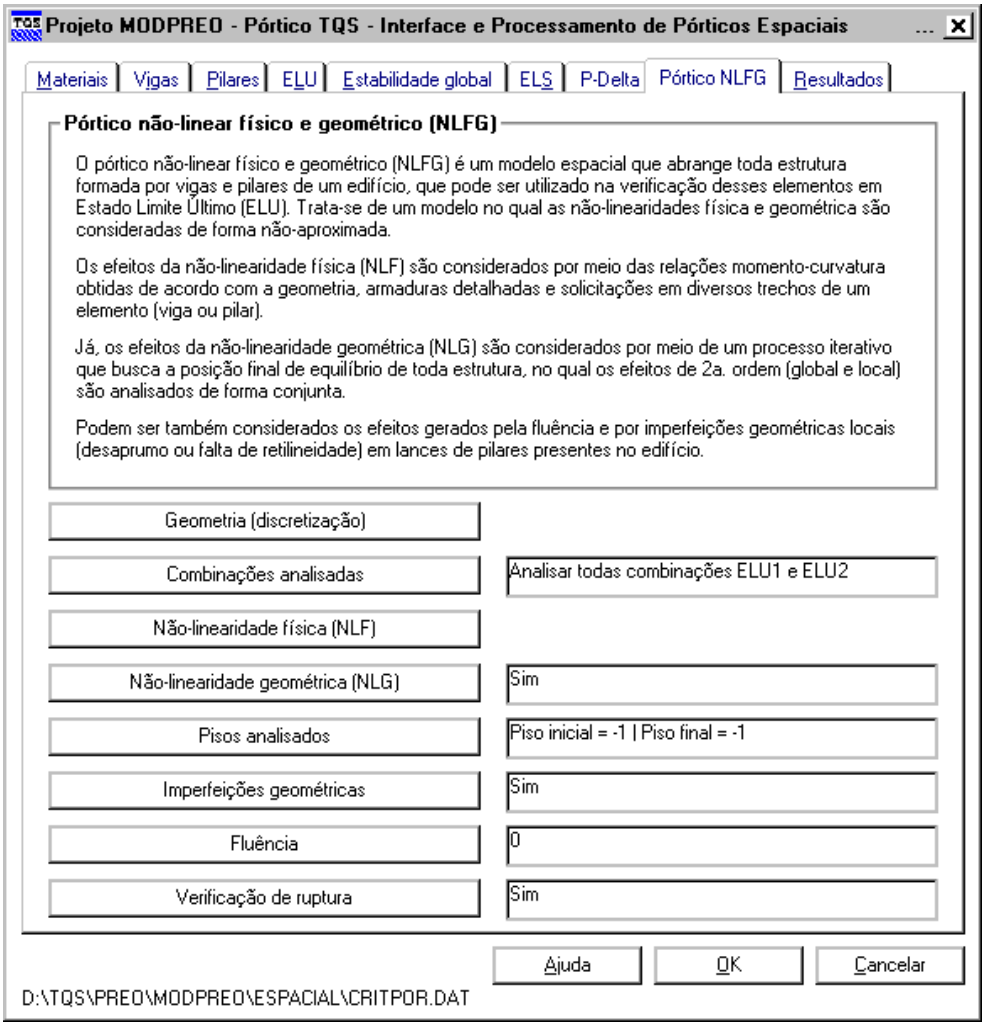
Ao término do processamento, após a obtenção dos esforços finais em cada barra do Pórtico NLFG pode ser realizada a verificação de cada trecho de viga e pilar perante os esforços normais (força normal + momentos fletores) no Estado Limite Último (ELU), levando-se em conta todas prescrições presentes na NBR 6118:2003.

Não é realizada nenhuma verificação dos elementos com relação às forças cortantes (cisalhamento) e aos momentos torsores.

Critérios

Todos os parâmetros relacionados à geração e ao processamento do Pórtico NLFG podem ser configurados no editor de critérios de gerais de pórtico espacial. Execute o comando "Editar" - "Critérios" - "Critérios gerais" dentro do sub-sistema Pórtico-TQS.

Na janela aberta, praticamente todos os critérios referentes ao Pórtico NLFG ficam na aba Pórtico NLFG.



Todos os critérios são explicados com detalhes nas próprias janelas do programa, facilitando a compreensão dos mesmos durante a edição.

Resumidamente, os critérios estão organizados da seguinte forma:

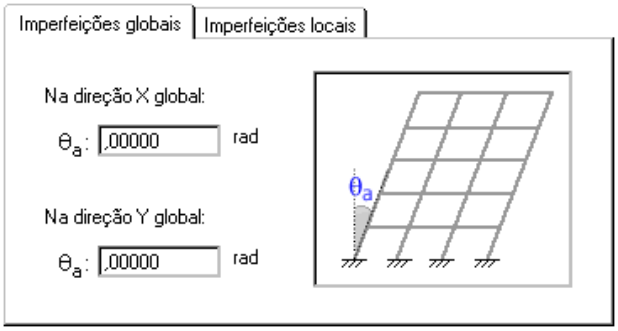
Item	Critérios
Geometria (discretização)	- Definição de tamanhos máximos das barras de vigas e pilares para discretização.

Combinações analisadas	- Definição do conjunto de combinações a serem analisadas (ELU1, ELU2) ou uma combinação específica.
Não-linearidade física (NLF)	- Ativa/desativa cálculo de rigidez EI "real" nas vigas e pilares.- Definição do cálculo das rigidezes para uma combinação específica ou para cada combinação.- Definição se o cálculo é pela reta ou curva oblíqua.- Possibilidade de impor ponderadores para rigidezes calculadas.
Não-linearidade geométrica (NLG)	- Ativa/desativa análise em 2ª ordem.
Pisos analisados	- Definição de pisos a serem analisados.
Imperfeições geométricas	- Ativa/desativa consideração de imperfeições geométricas.
Fluência	- Definição do coeficiente de fluência do concreto.
Verificação de ruptura	- Ativa/desativa verificação final ELU.

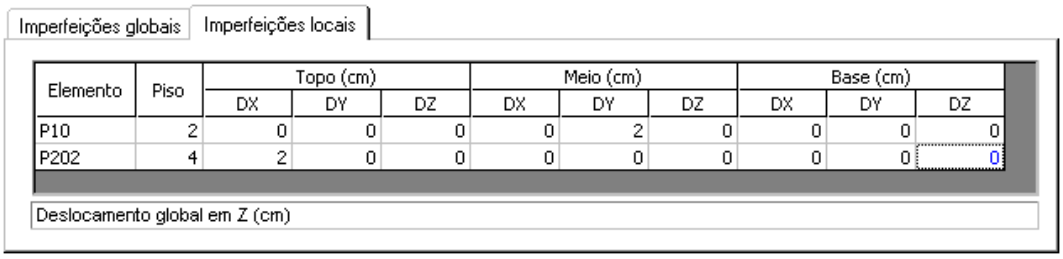
Imperfeições Geométricas

Para definir imperfeições geométricas globais e locais no Pórtico NLFG é necessário ativá-las nos "Critérios gerais de pórtico espacial", conforme foi demonstrado no item anterior "Critérios", bem como editá-las num editor específico que é carregado pelo comando "Editar" - "Imperfeições geométricas" no TQS PREO®.

As imperfeições globais são definidas por dois ângulos (θ_a), um para cada direção global (X e Y).



Já, as imperfeições locais, podem ser impostas em determinados lances de pilar por meio de uma tabela.



Para definir um desaprumo local, basta configurar um deslocamento no topo ou na base. Para definir uma falta de retilineidade, basta definir um deslocamento no meio.

Processamento

Para gerar e processar o Pórtico NLFG, basta executar um único comando "Processar" - "Pórtico NLFG" dentro do sub-sistema "TQS PREO", conforme mostra a figura a seguir.

```
--- Pórtico não-linear físico e geométrico (NLFG) ---
Gerando ferros do edifício Pré-04:[C:\TQS2\Pré-04\FERROSEDIF.DAT] ... Geração de base de dados de armaduras
Discretizando pórtico espacial ..... Discretização das barras
Extraindo seção e armaduras, BARRA:    464/   464 ..... Definição de seção e armaduras de cada barra
===== Calculando esforços iniciais =====
Arquivo: PORNLFG.POR(Solver WinMIX)
Leitura do Arquivo de Dados(Solver WinMIX)
Renumeracao dos Nos(Solver WinMIX)
Montagem dos Vetores de Carga(Solver WinMIX)
Montagem da Matriz de Rigidez(Solver WinMIX)
Resolucao Sistema de Equacoes(Solver WinMIX)
Renumeracao dos Nos(Solver WinMIX)
Montagem dos Vetores de Carga(Solver WinMIX)
Montagem da Matriz de Rigidez(Solver WinMIX)
Resolucao Sistema de Equacoes(Solver WinMIX)
Calculo dos Esforcos(Solver WinMIX)
Calculo das Reacoes(Solver WinMIX)
Calculo dos Esforcos(Solver WinMIX)
Calculo das Reacoes(Solver WinMIX)
Gravacao dos Resultados (Solver WinMIX)
FIM (Solver WinMIX)
                                                  ..... Cálculo de esforços iniciais
===== ELU1/PERMACID/PP+PERM+ACID ===== ..... Início da análise de uma combinação
Calculando rigidezes, BARRA:    464/   464 ..... Cálculo das rigidezes EI de cada barra
Arquivo: PORNLFG.POR(Solver WinMIX)
Leitura do Arquivo de Dados(Solver WinMIX)
Renumeracao dos Nos(Solver WinMIX)
Montagem dos Vetores de Carga(Solver WinMIX)
Montagem da Matriz de Rigidez(Solver WinMIX)
Resolucao Sistema de Equacoes(Solver WinMIX)
Análise NL Geometrica(Solver WinMIX)
Renumeracao dos Nos(Solver WinMIX)
Montagem dos Vetores de Carga(Solver WinMIX)
Montagem da Matriz de Rigidez(Solver WinMIX)
Resolucao Sistema de Equacoes(Solver WinMIX)
Análise NL Geometrica(Solver WinMIX)
Calculo dos Esforcos(Solver WinMIX)
Calculo das Reacoes(Solver WinMIX)
Calculo dos Esforcos(Solver WinMIX)
Calculo das Reacoes(Solver WinMIX)
Gravacao dos Resultados (Solver WinMIX)
FIM (Solver WinMIX)
                                                  ..... Análise em 2a. ordem
Verificando esforços finais: 100% ..... Verificação ELU para todas combinações
Lendo o arquivo PORNLFG.POR..... Indexação para visualizador de pórtico
Gravando o arquivo PORNLFG.POX
--- Ok ---
```

Durante o processamento, alguns avisos podem ser emitidos. Veja o que eles significam a seguir.

```
Extraindo seção e armaduras, BARRA:     2/   38
*** AVISO: Barra    2: seção/armaduras indefinidas.
Extraindo seção e armaduras, BARRA:    38/   38
```

Esse aviso indica que não foi possível detectar a seção ou a armadura na barra. É necessário verificar se o elemento (viga ou pilar) representado pela barra está corretamente dimensionado e detalhado. Para saber qual o elemento estrutural em questão, utilize o visualizador de resultados, apresentado a seguir no item "Resultados".

```
Calculando rigidezes, BARRA:     2/   38
*** AVISO: Barra     2: considerada com rigidez inicial.
Calculando rigidezes, BARRA:    38/   38
```

Esse aviso indica que não foi possível calcular a rigidez EI da barra a partir da relação momento-curvatura. Nesse caso, é mantida a rigidez que está definida originalmente no pórtico ELU. É necessário verificar o porquê disso no visualizador de resultados, apresentado a seguir no item "Resultados".

Tempo de processamento

O tempo de processamento do pórtico NLFG dependerá diretamente do tamanho do modelo analisado (número de nós e barras), bem como do número de combinações ELU a serem calculadas.

Pode-se otimizar o tempo de processamento definindo:

- Uma combinação única para o cálculo das rigidezes EI.
- A obtenção da rigidez pela curva oblíqua ao invés da linearização do diagrama momento-curvatura.

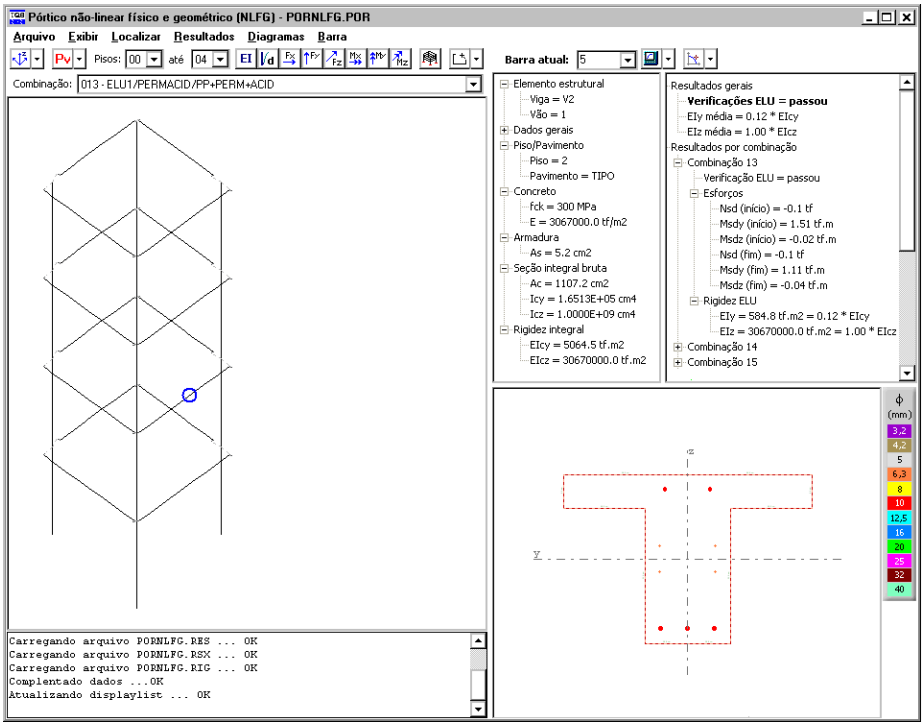
Essas duas condições podem ser definidas por meio de critérios (ver item anterior "Critérios"), porém é necessário averiguar a validade das mesmas para o caso que está sendo analisado.

Resultados

Todos os resultados obtidos do processamento do Pórtico NLFG podem ser analisados detalhadamente por meio de

um visualizador gráfico específico. Para iniciá-lo, execute o comando "Visualizar" - "Pórtico NLFG" dentro do sistema "TQS PREO®".

A tela principal desse visualizador é composta por um menu superior, barras de ferramentas, duas janelas gráficas e duas árvores, conforme mostra a figura a seguir.



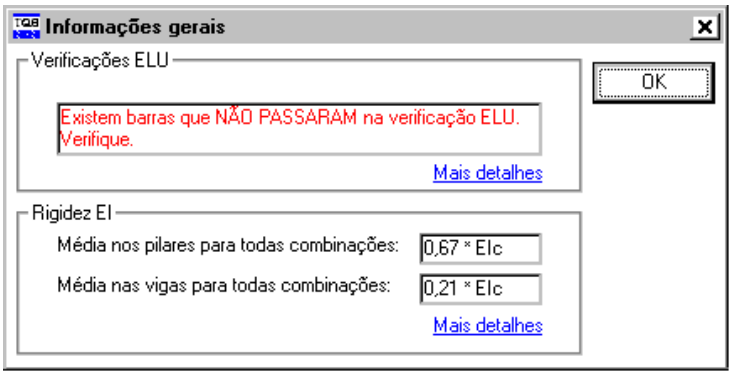
O menu superior é organizado da seguinte forma:

Menu	Comandos
Arquivo	Abertura de arquivo, geração de desenho (DWG).
Exibir	Comandos de janela (zoom), controle do tipo de vista (espacial, lateral, planta), edição dos parâmetros de visualização.
Localizar	Localização nó ou barra no modelo.
Resultados	Informações gerais, resultados referentes às verificações ELU e cálculo de rigidezes à flexão EI.
Diagramas	Seleção de combinação atual, desenho de diagramas (rigidez EI, deslocamentos, esforços), definição de cerca e pisos a serem visualizados.
Barra	Seleção de barra para ser analisada, cálculo de rigidez EI, montagem de curva de interação.

Resultados gerais

Para facilitar a análise de resultados, o visualizador fornece algumas informações gerais referentes às verificações ELU e às rigidezes à flexão EI, que podem ser úteis no diagnóstico do comportamento global da estrutura.

Assim que o visualizador é carregado, a seguinte janela é automaticamente aberta (essa janela também pode ser aberta pelo comando "Resultados" - "Informações gerais").

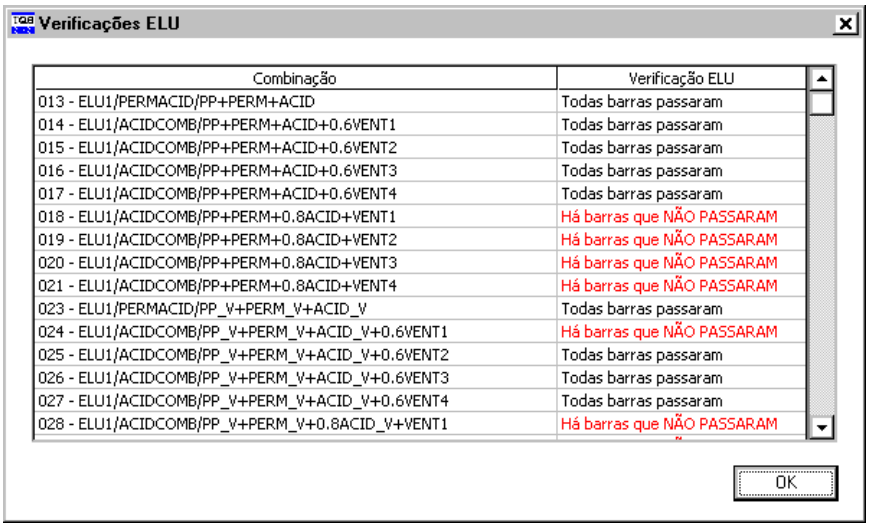


Nessa janela, há a informação se alguma barra presente no modelo não passou nas verificações ELU perante as solicitações normais. São apresentados também valores médios de rigidez à flexão EI para vigas e pilares em relação às suas rigidezes brutas (EIc), levando-se em conta todas as combinações analisadas.

> No cálculo da rigidez média para vigas, não é levada em conta a rigidez lateral (EIz) das mesmas.

Verificações ELU

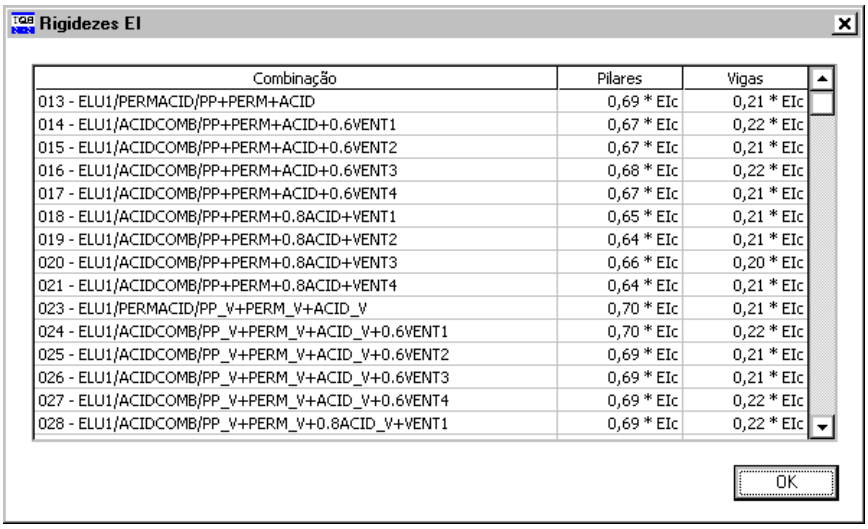
Para averiguar em qual(is) combinação(ões) existem barras que não passaram no Estado Limite Último (ELU), execute o comando " Resultados" - "Verificações ELU".



Rigidezes EI

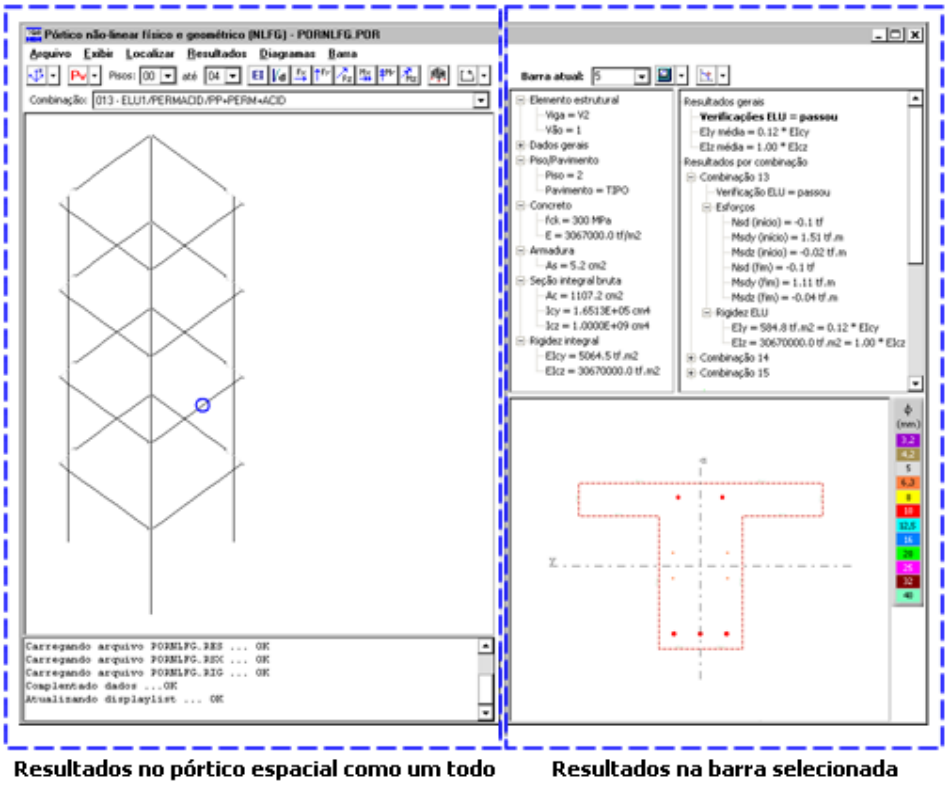
Para verificar a média de rigidez EI para vigas e pilares para cada combinação de forma isolada, execute o comando "menu <Resultados> <Rigidezes EI>".

> No cálculo da rigidez média para vigas, não é levada em conta a rigidez lateral (EIz) das mesmas.



Ambiente principal

O ambiente principal do visualizador é dividido em duas regiões distintas: uma destinada à análise do pórtico espacial como um todo e outra à análise de resultados em uma barra selecionada no modelo global, conforme mostra a figura a seguir.



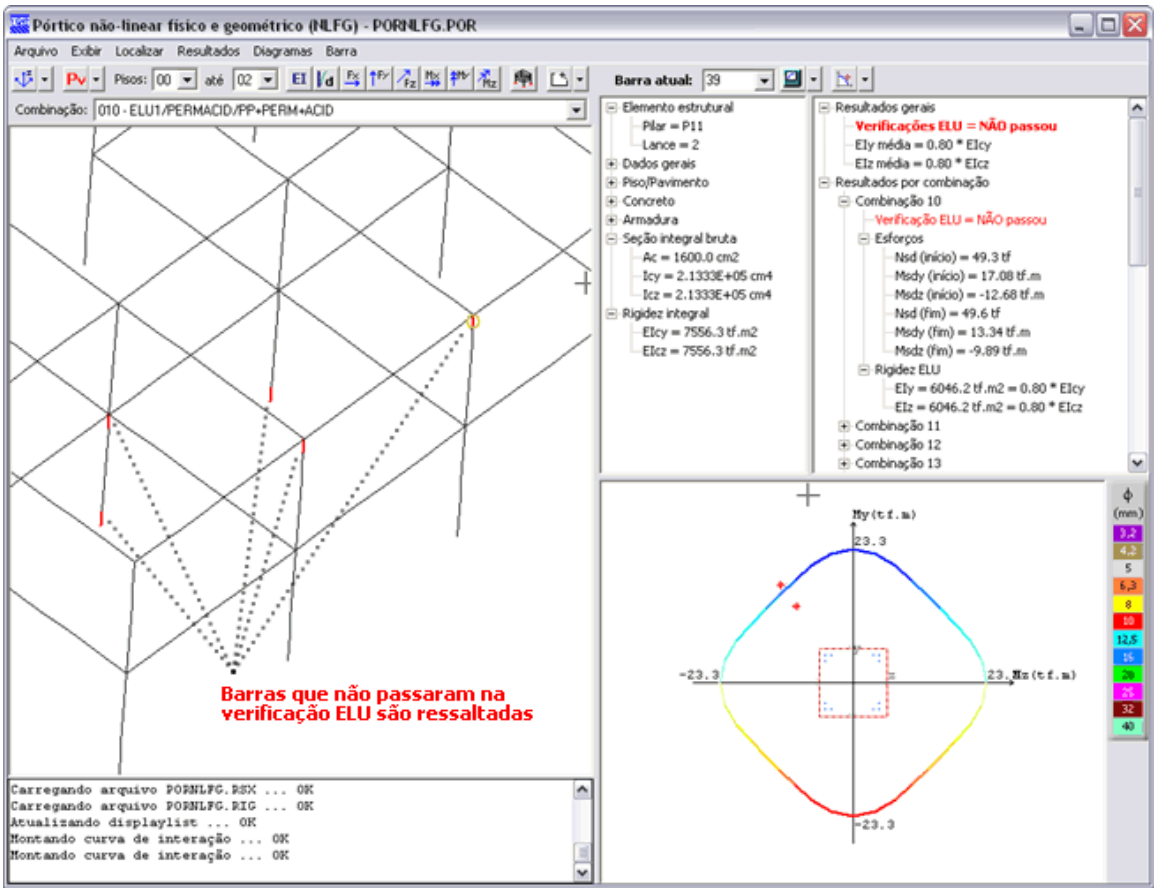
Resultados no pórtico espacial como um todo **Resultados na barra selecionada**

Na região à esquerda, pode-se visualizar graficamente os diagramas de rigidez, deslocamentos e esforços (força normal, forças cortantes, momento torsor e momentos fletores) em todas as barras de vigas e pilares que compõem o pórtico espacial.

Já na região à direita, pode-se analisar os resultados em uma barra selecionada no modelo. É possível visualizar sua seção e armaduras, bem como montar a curva de interação e o diagrama momento-curvatura utilizado na obtenção das rigidezes EI.

Visualização ELU

Na janela gráfica à esquerda onde o pórtico espacial é desenhado, as barras que porventura não passaram na verificação ELU perante as solicitações normais (força normal + momentos fletores) da combinação atual, são ressaltadas com cor e espessura distintas.

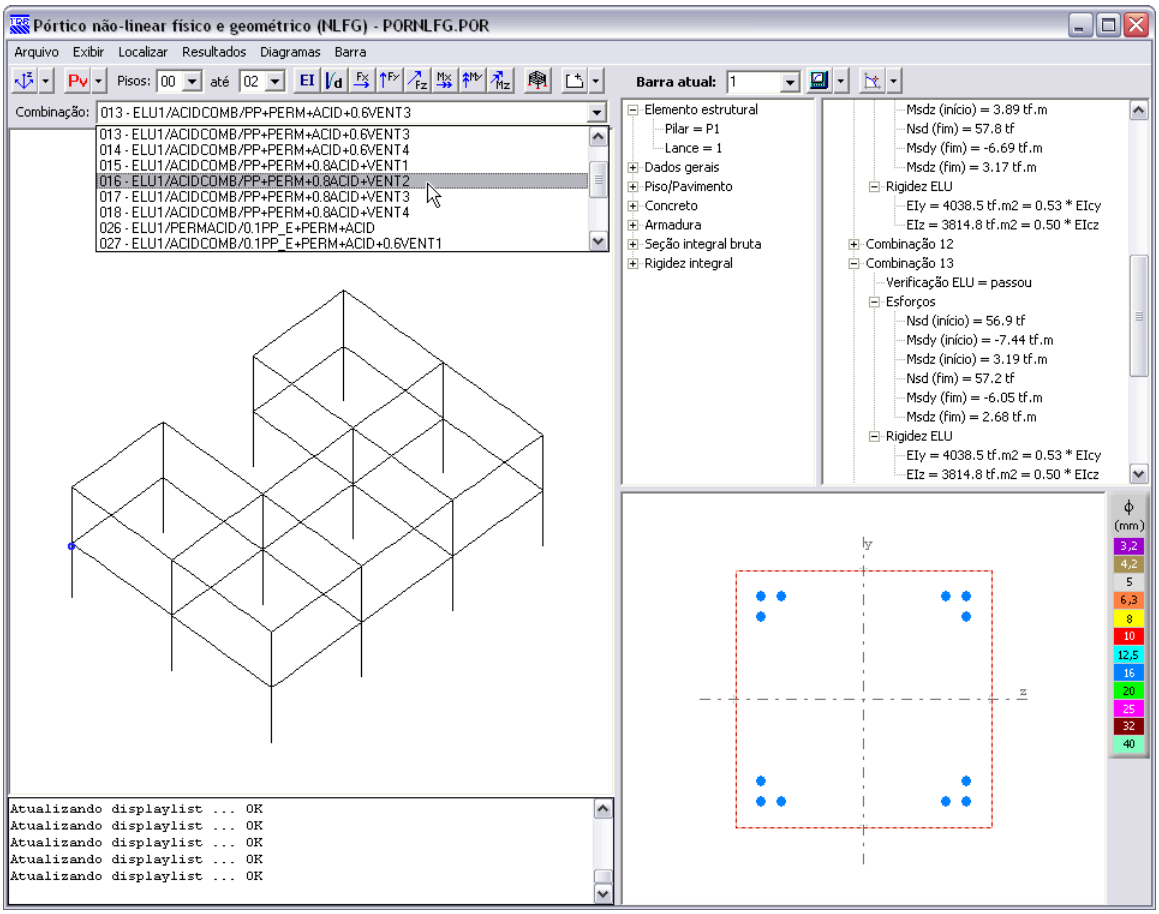


Tanto a cor como a espessura da linha que representa as barras que romperam, podem ser configuradas nos parâmetros de visualização ("Exibir" - "Parâmetros de visualização...").

Diagramas

Para ativar a visualização de diagramas na janela gráfica à esquerda, basta selecionar uma combinação ELU e acionar um dos modos de visualização disponíveis.

A seleção da combinação ELU pode ser feita de duas formas: pelo comando no menu superior "Diagramas" - "Combinação atual" ou pela barra de ferramentas, conforme mostra a figura a seguir.

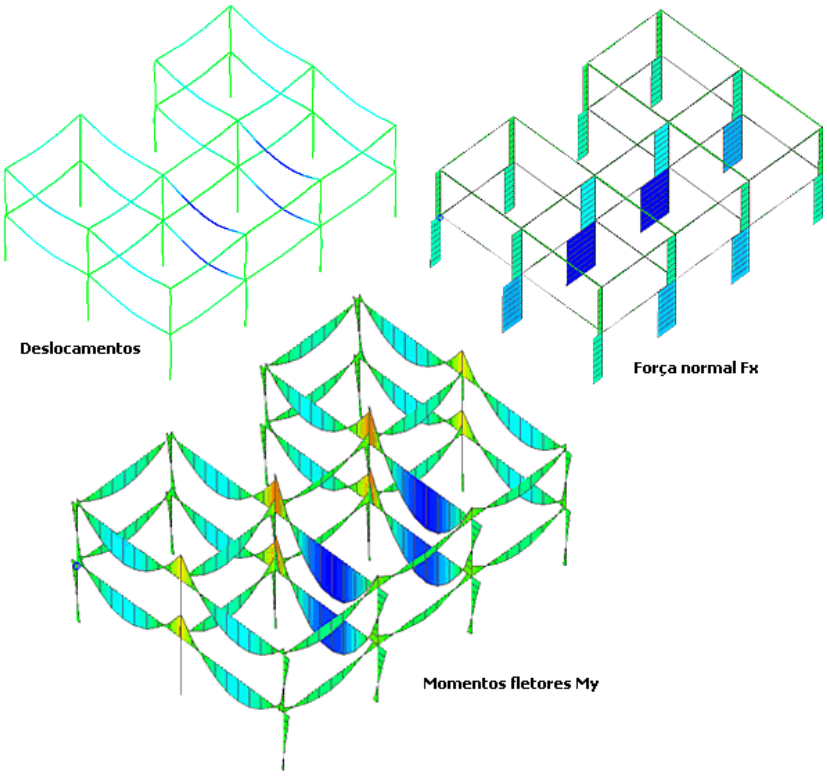


O acionamento da visualização dos diagramas pode ser feito pelo menu superior "Diagramas" ou pela barra de ferramentas, conforme mostra a figura a seguir.

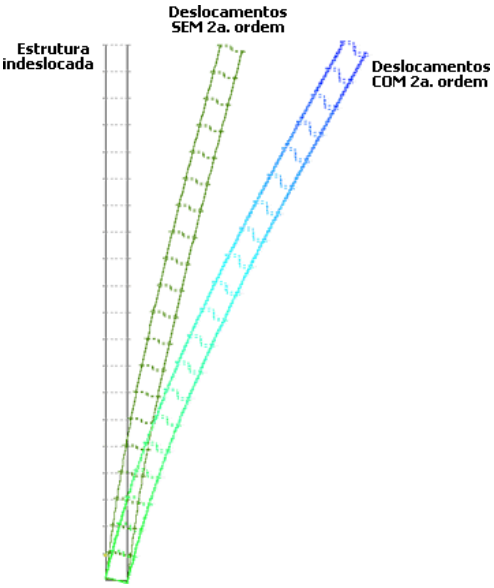


Apenas um modo de visualização pode ser ativado por vez. Quando todos os modos são desativados, a visualização ELU que mostra as barras, que porventura romperam na combinação atual, é restaurada.

Os diagramas disponíveis de serem visualizados são: rigidez, deslocamentos, força normal Fx, forças cortantes Fy e Fz, momento torsor Mx e momentos fletores My e Mz.



Na visualização dos deslocamentos, pode-se ativar o desenho da estrutura indeslocada bem como dos deslocamentos sem os efeitos de 2ª ordem nos parâmetros de visualização ("Exibir" - "Parâmetros de visualização...").

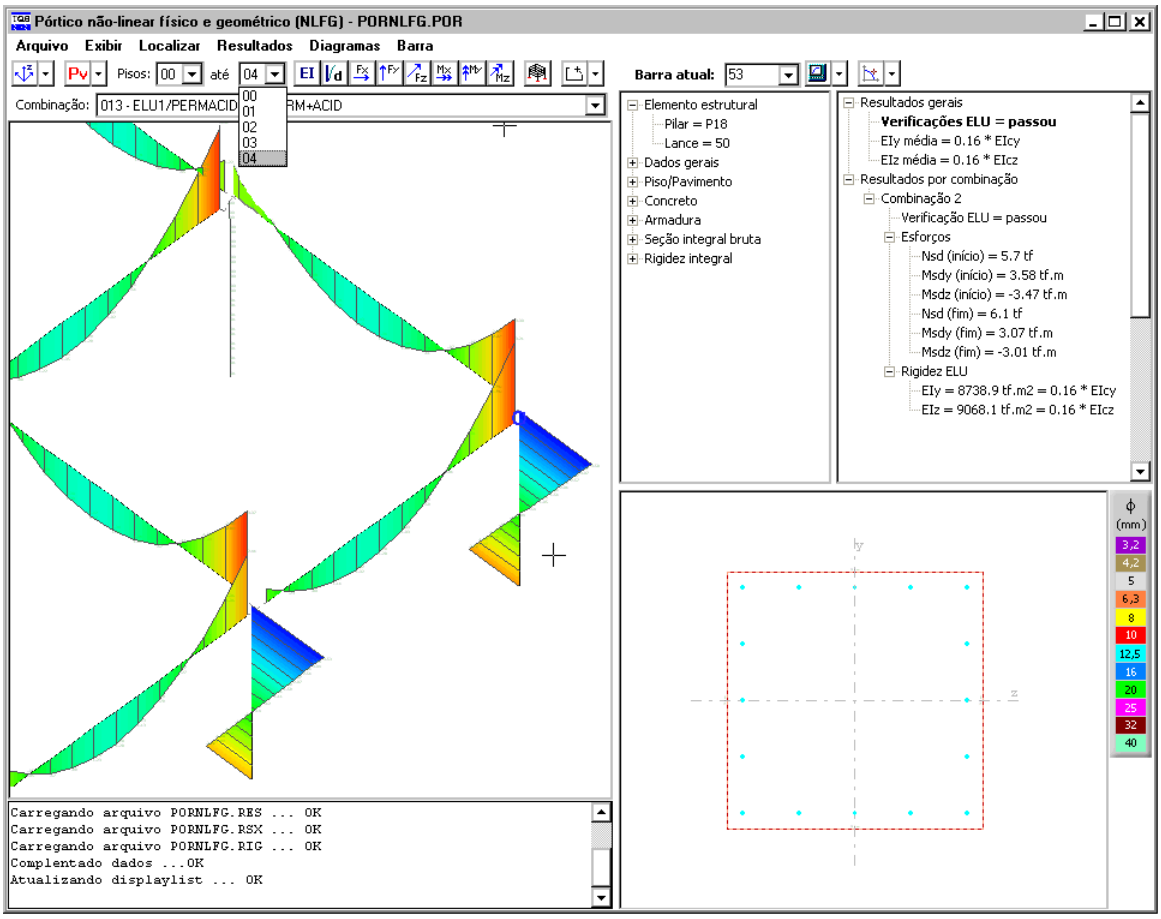


Otimização da visualização de diagramas

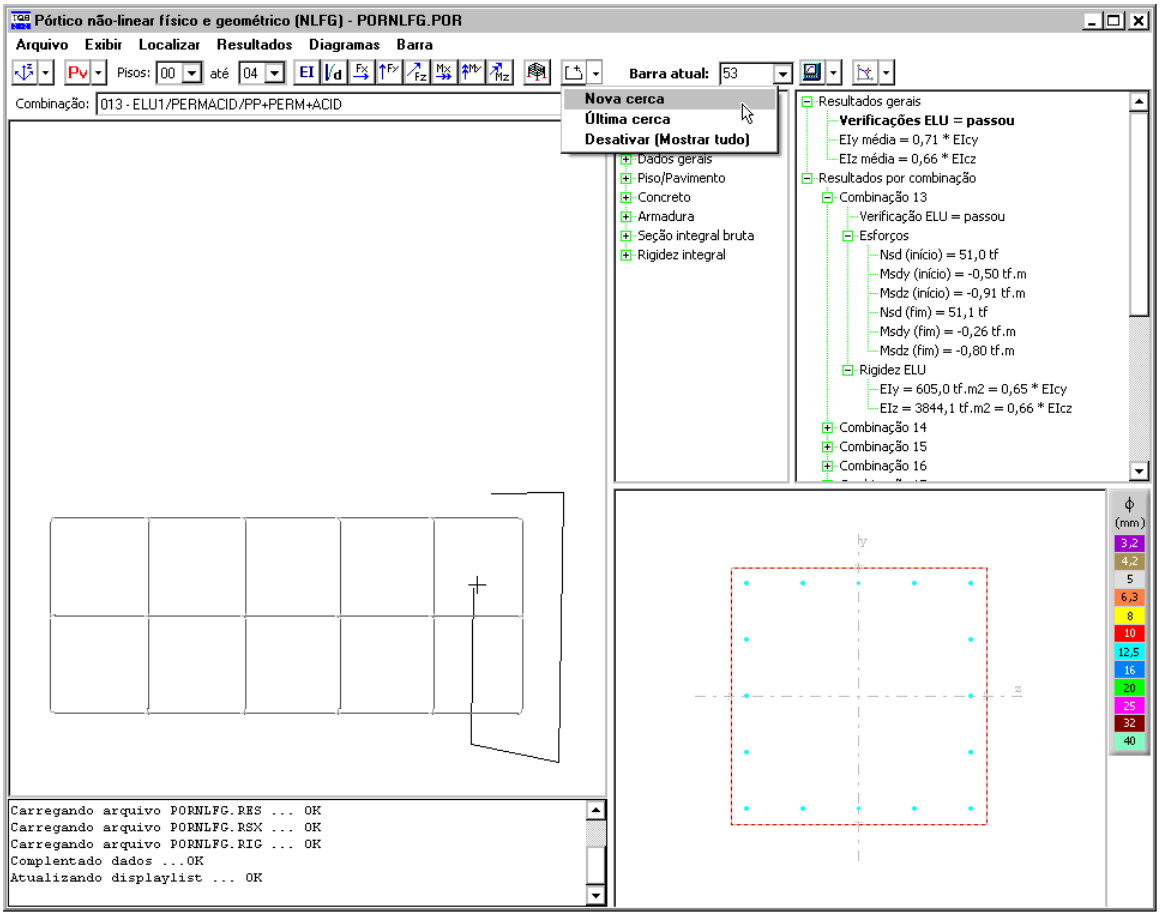
Em modelos complexos, é bastante interessante visualizar os diagramas apenas nos locais desejados, minimizando o número de elementos a serem desenhados. Isso facilitará a interpretação de resultados, bem como aumentará a velocidade de geração dos desenhos.

O visualizador possui alguns recursos que podem contribuir para acelerar a visualização de diagramas, tais como a visualização por piso e a definição de cerca.

A seleção dos pisos a serem visualizados pode ser realizada por meio do comando "Diagramas" - "Pisos" ou diretamente na barra de ferramentas, conforme mostra a figura a seguir.

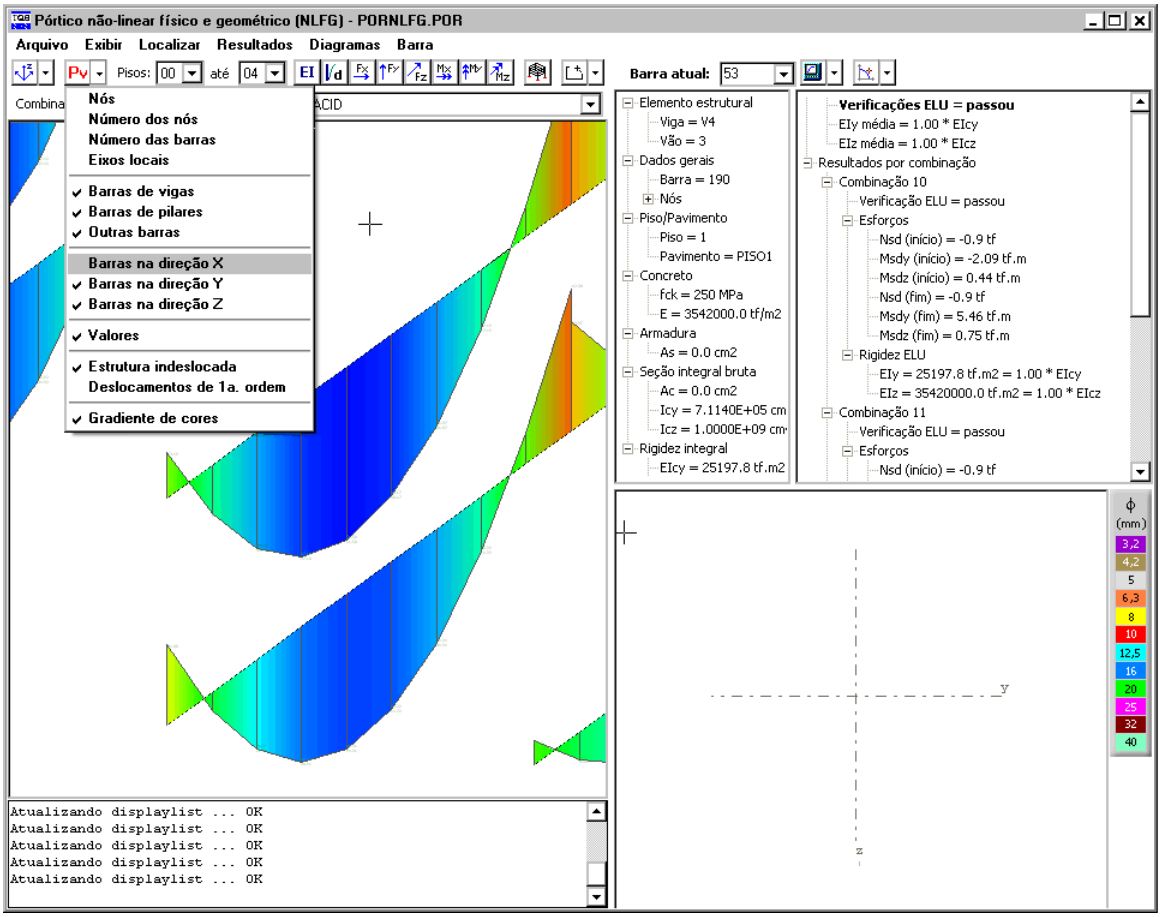


A definição de uma cerca em planta na qual apenas elementos contidos dentro dela são desenhados pode ser realizada por meio de comandos no menu "Diagramas" - "Cerca" ou diretamente na barra de ferramentas, conforme mostra a figura a seguir.



Durante a definição da cerca em planta, é desenhada a projeção do piso inicial.

Além da seleção de pisos e a definição de cerca, existem diversos parâmetros de visualização que podem ser editados com o objetivo de tornar a visualização de diagramas mais limpa e eficiente. Esses parâmetros podem ser ativados e desativados diretamente na barra de ferramentas, conforme mostra a figura a seguir.

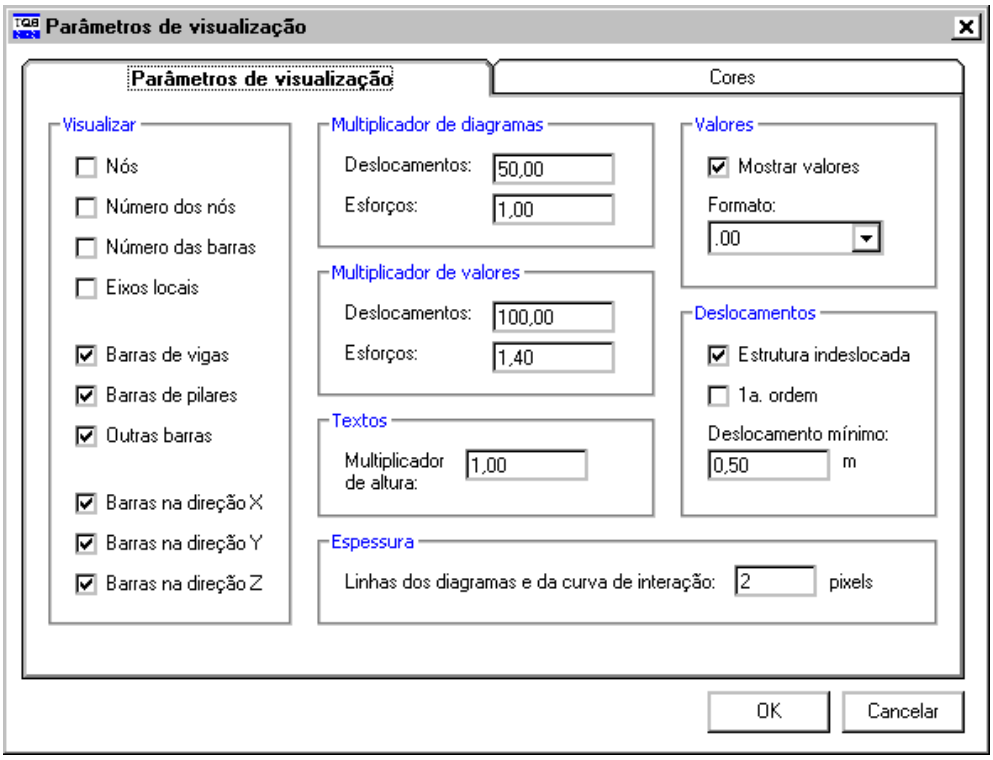


Todos os diagramas podem ser visualizados com gradiente de cores ou com uma única cor que pode ser configurada nos parâmetros de visualização "Exibir" - "Parâmetros de visualização". A visualização com gradiente de cores é mais lenta.

Parâmetros de visualização

O visualizador dispõe de diversos parâmetros que controlam a exibição dos desenhos (pórtico espacial e seção transversal com armaduras). Execute o comando "Exibir" - "Parâmetros de visualização..." para editá-los.

É possível ativar/desativar a visualização de diversos elementos, acertar as escalas dos diagramas e textos, bem como definir multiplicadores para os valores.

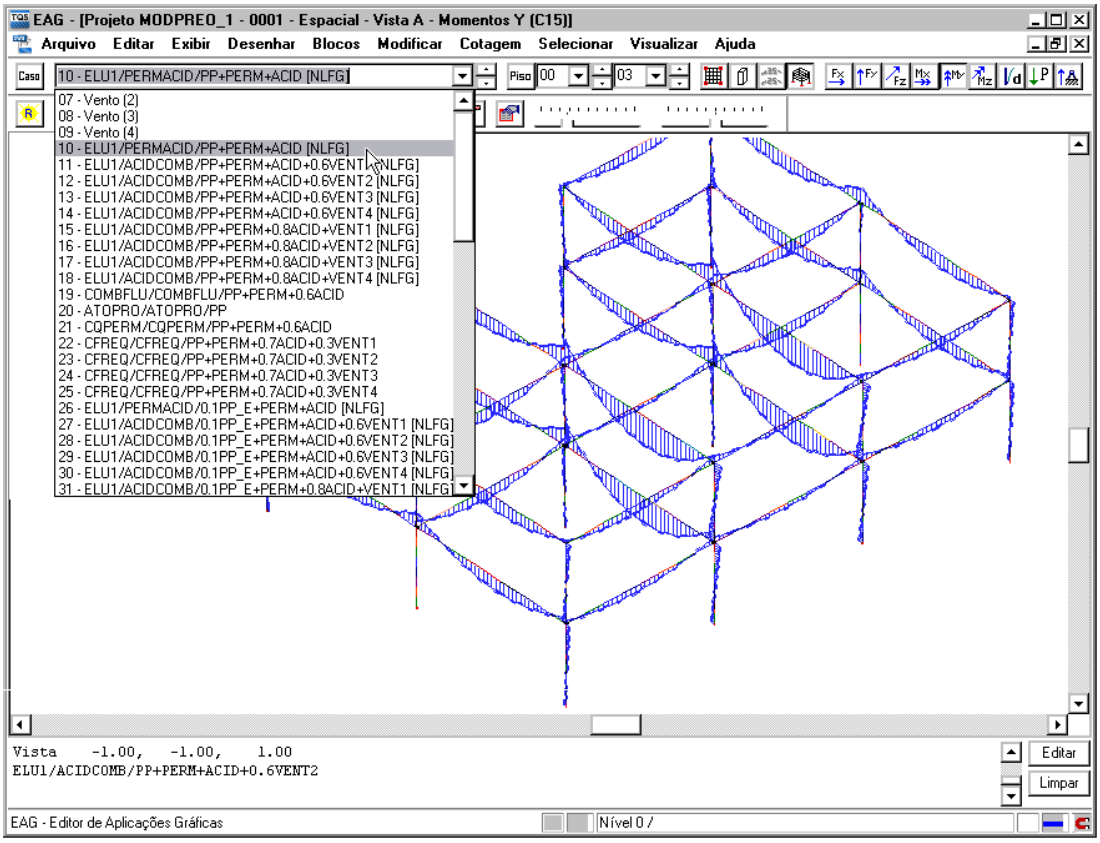


Por default, os esforços são multiplicados por 1,4 para se tornarem valores de cálculo.

Visualizador tradicional

A análise do pórtico espacial também pode ser realizada no visualizador de pórtico espacial tradicional existente no sistema TQS-. Para carregá-lo, basta executar o comando "Diagramas" - "Visualizador de pórtico espacial".

Nesse visualizador, as combinações que efetivamente foram analisadas pelo Pórtico NLFG são marcadas com o sufixo "[NLFG]".

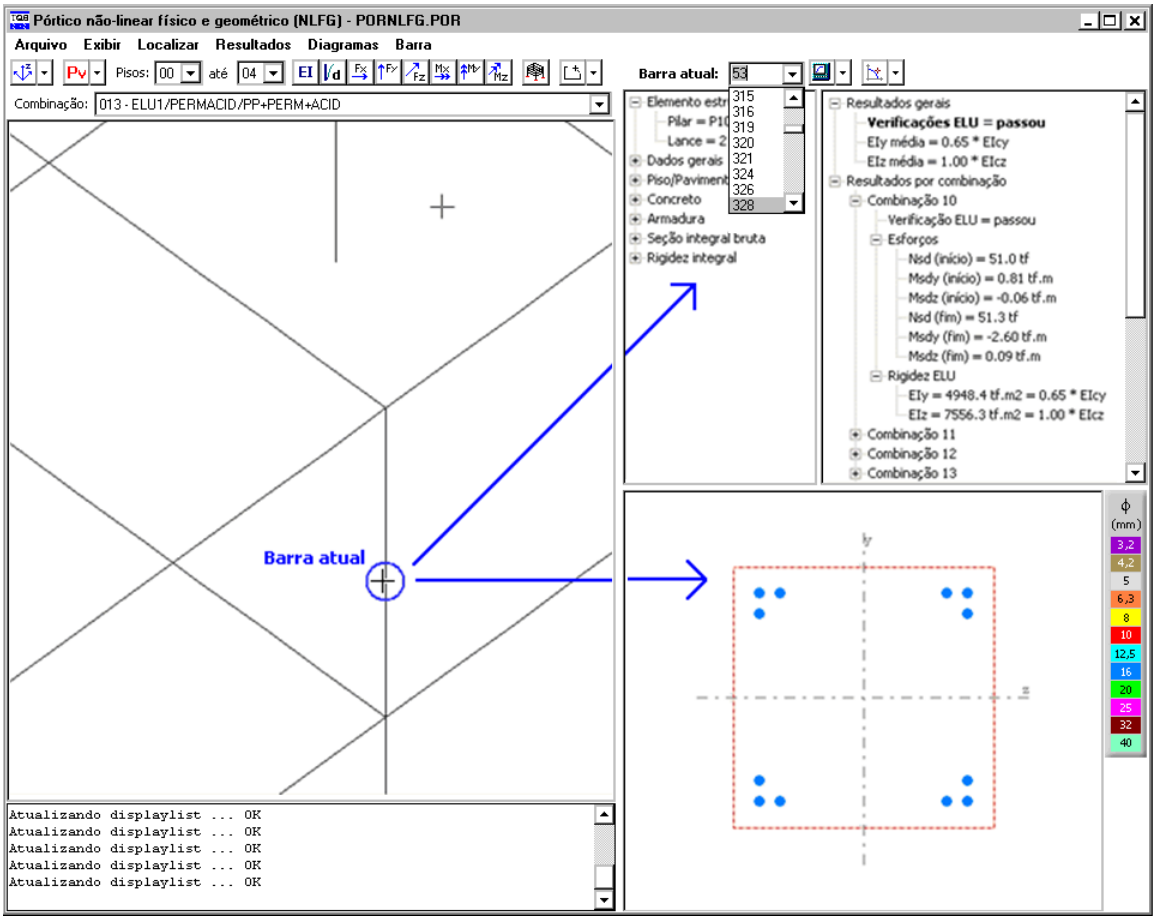


O único recurso desse visualizador que deixará de funcionar é a seleção por piso.

Análise em uma barra

Para fazer uma análise detalhada em uma barra do pórtico espacial, é necessário primeiramente selecioná-la. Isso pode ser realizado de 3 formas: pelo comando no menu superior "Barra" - "Barra atual...", na barra de ferramentas ou clicando diretamente sobre o desenho do pórtico.

Assim que a barra é selecionada, ela é marcada com um círculo envolvente no desenho do pórtico, e todos os seus dados são automaticamente atualizados nas árvores, bem como a sua seção transversal é desenhada na janela gráfica à direita, conforme mostra a figura a seguir.



Inúmeras informações relativas à barra selecionada (barra atual) se encontram nas árvores que ficam ao lado direito da janela gráfica onde o pórtico espacial é desenhado.

Na árvore esquerda, são apresentados: o elemento estrutural que a barra selecionada representa, o piso e pavimento em que está localizada, dados dos seus materiais, dados geométricos e rigidezes integrais.

- Elemento estrutural
  - Pilar = P10
  - Lance = 2
- Dados gerais
  - Barra = 327
  - Nós
- Piso/Pavimento
  - Piso = 2
  - Pavimento = PISO2
- Concreto
  - fck = 250 MPa
  - E = 3542000.0 tf/m2
- Armadura
  - As = 24.1 cm2
- Seção integral bruta
  - Ac = 1600.0 cm2
  - Icy = 2.1333E+05 cm4
  - Icz = 2.1333E+05 cm4
- Rigidez integral
  - EIcy = 7556.3 tf.m2
  - EIcz = 7556.3 tf.m2

Já, na árvore direita, são apresentadas informações relativas às verificações ELU e às rigidezes calculadas a partir da

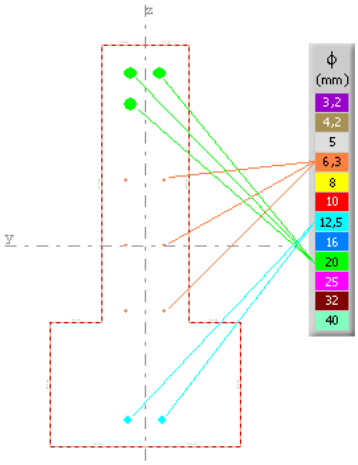
relação momento-curvatura.

Para cada combinação, são mostrados os esforços solicitantes e as rigidezes.

- Resultados gerais
  - **Verificações ELU = passou**
  - EIy média = 0.65 * EIcy
  - EIz média = 1.00 * EIcz
- Resultados por combinação
  - Combinação 10
    - Verificação ELU = passou
    - Esforços
      - Nsd (início) = 51.0 tf
      - Msdy (início) = 0.81 tf.m
      - Msdz (início) = -0.06 tf.m
      - Nsd (fim) = 51.3 tf
      - Msdy (fim) = -2.60 tf.m
      - Msdz (fim) = 0.09 tf.m
    - Rigidez ELU
      - EIy = 4948.4 tf.m2 = 0.65 * EIcy
      - EIz = 7556.3 tf.m2 = 1.00 * EIcz
  - Combinação 11
  - Combinação 12
  - Combinação 13
  - Combinação 14
  - Combinação 15

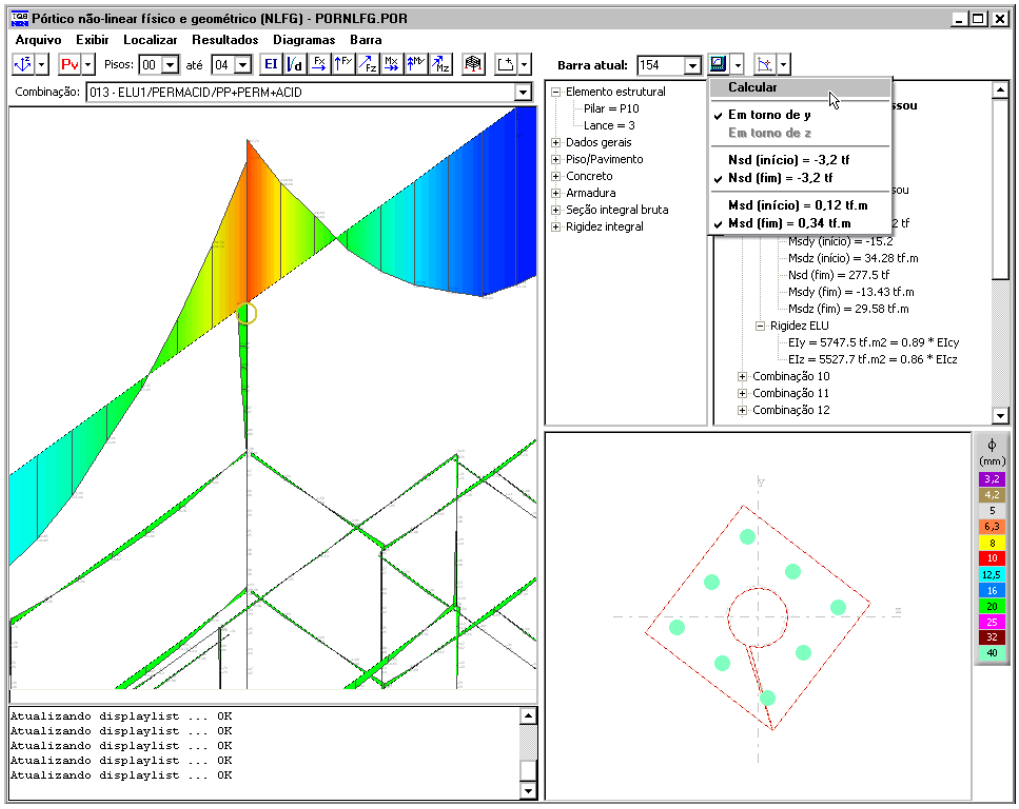
No desenho da seção transversal da barra, é possível distinguir a bitola das armaduras por cores.

Nos parâmetros de visualização, também se pode definir uma cor única para armaduras. Nesse caso, o valor da bitola é impresso ao lado de cada armação.



Cálculo de rigidez EI

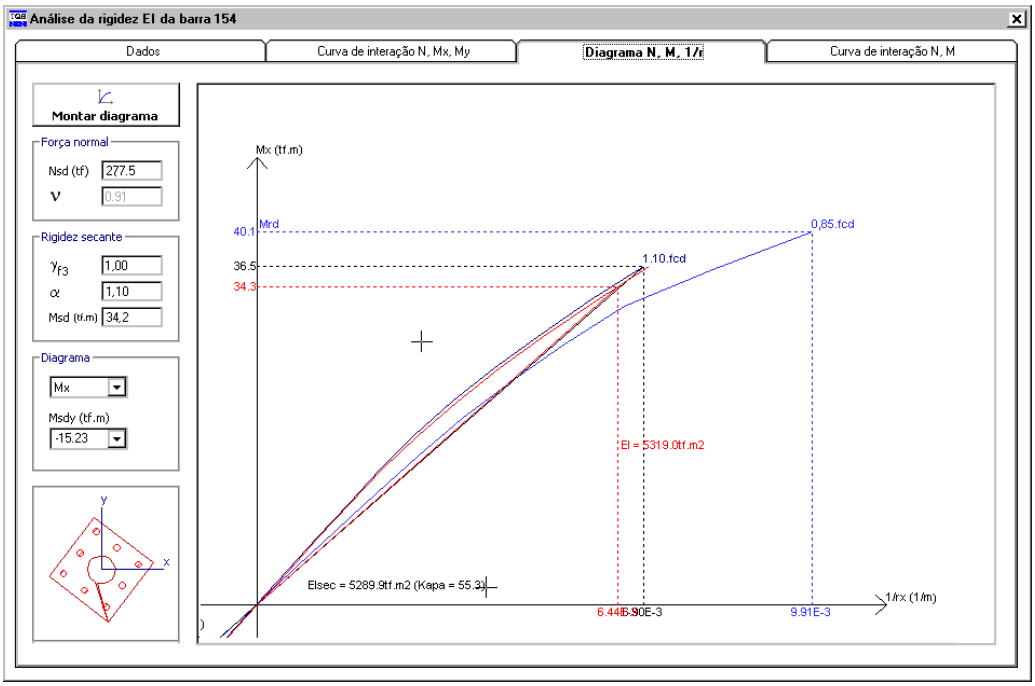
Para a barra selecionada, é possível calcular a rigidez EI a partir do diagrama momento-curvatura por meio do comando "menu <Barra> <Rigidez EI>" ou na barra de ferramentas, conforme mostra a figura a seguir.



Assim que este comando é acionado, uma nova janela é carregada. Basta então clicar no botão "Montar diagrama" para que a curva N, M, 1/r seja desenhada.

Para pilares, o cálculo da rigidez EI pode ser realizado segundo as duas direções principais (y e z). Para vigas, somente para direção y. A força normal considerada na seção pode ser a do início ou fim da barra. O visualizador sempre selecionará a maior força normal absoluta.

No caso do cálculo de EI por meio da curva oblíqua, os valores dos momentos fletores da combinação atual são automaticamente configurados.



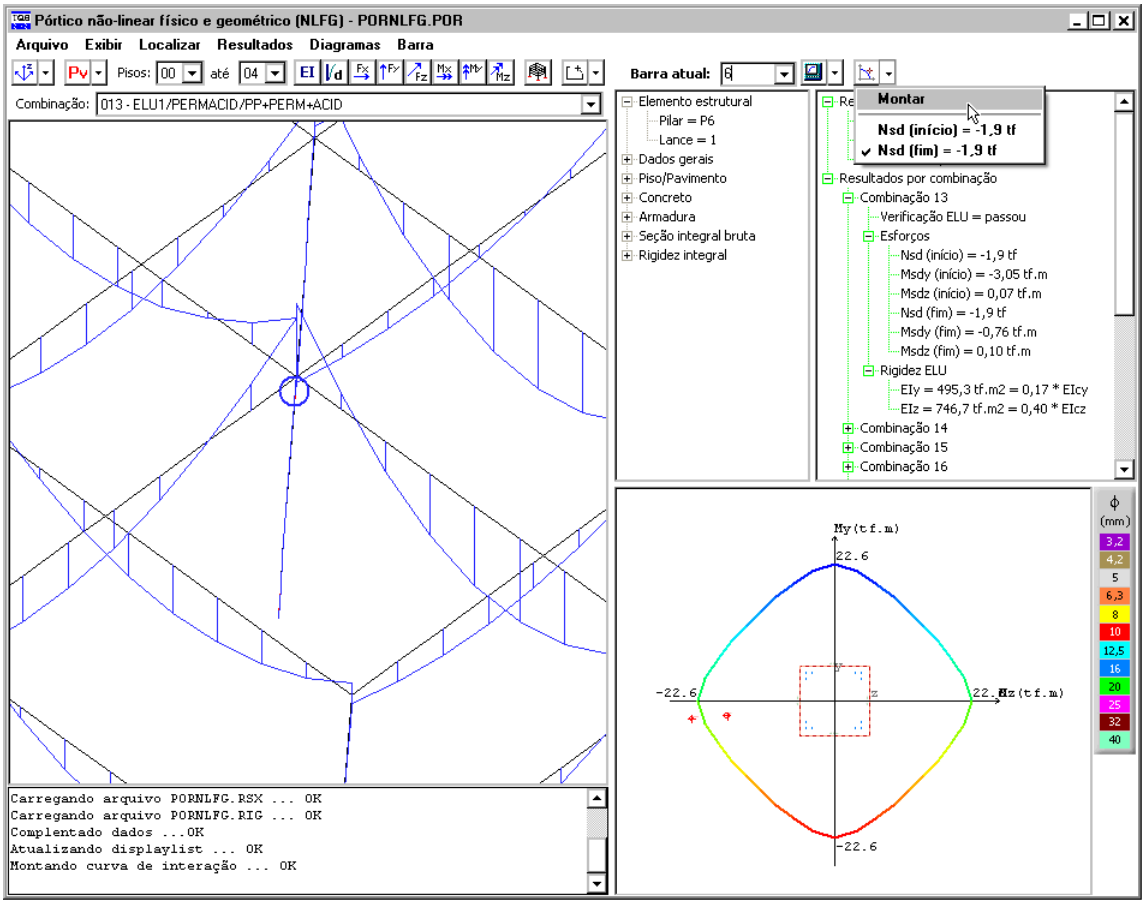
Podem surgir pequenas diferenças entre o valor do EI calculado no visualizador e a rigidez calculada durante o processamento (mostradas quando o modo de visualização "rigidez" é ativado). Isso ocorre devido ao fato da rigidez durante o processamento ser calculada com os esforços iniciais, e o EI calculado pelo visualizador adotar os esforços solicitantes finais.

Por convenção, todos os momentos fletores seguem a notação vetorial. Por exemplo, o momento My age em torno do eixo y.

Curva de interação

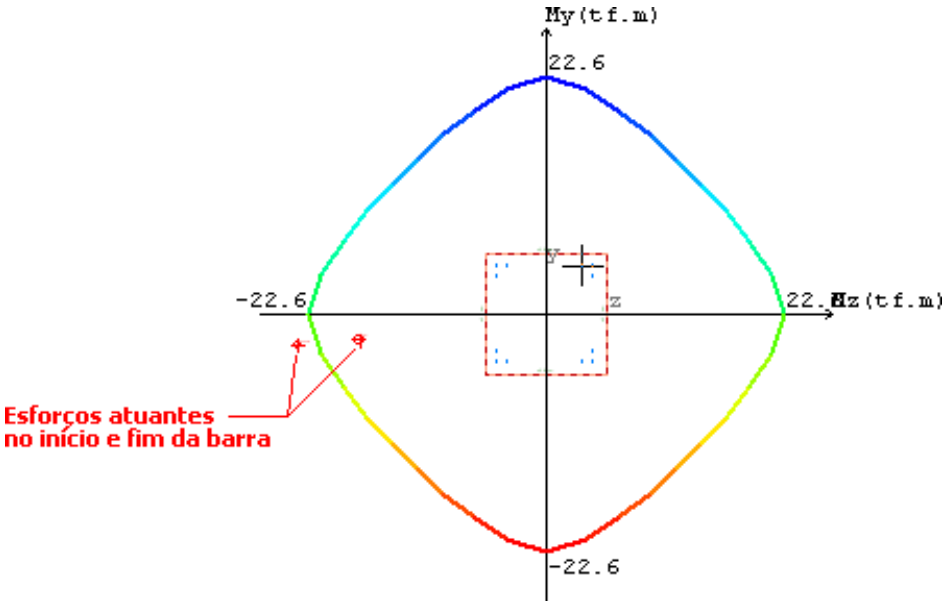
Para a barra selecionada, é possível montar o diagrama de interação N, Mx, My por meio do comando "Barra" - "Curva de interação" ou na barra de ferramentas.

A curva de interação pode ser calculada para a força normal do início ou fim da barra, atuante na combinação atual. O visualizador sempre selecionará a maior força normal absoluta.



Na visualização da curva, são apresentados graficamente os esforços (My, Mz) atuantes na combinação atual, facilitando a interpretação da verificação ELU.

Por convenção, todos os momentos fletores seguem a notação vetorial. Por exemplo, o momento My age em torno do eixo y.


My(tf.m)
22.6
-22.6
22.6
Mz(tf.m)
-22.6
Esforços atuantes
no início e fim da barra