

ObraVision · Aprender

Metálica

Como verificar vigas, pilares, pórticos, hastes, ligações parafusadas, soldas e placas de base em aço, ler as verificações e guardar as versões do cálculo na obra.

VERSÃO DO MANUAL
1.0

ATUALIZADO EM
18/10/2026

Sumário

1. Para que serve
2. Onde fica no app
3. Escolher o tipo de peça
 - a. Campos comuns
4. Viga
 - a. Passo a passo
 - b. Campos
 - c. Como ler os resultados
5. Pilar
 - a. Passo a passo
 - b. Campos
 - c. Como ler os resultados
6. Pórtico
 - a. Passo a passo
 - b. Campos
 - c. Como ler os resultados
7. Haste
 - a. Passo a passo
 - b. Campos
 - c. Como ler os resultados
8. Ligação parafusada

- a. [Passo a passo](#)
 - b. [Campos](#)
 - c. [Como ler os resultados](#)
- 9. [Solda](#)
 - a. [Passo a passo](#)
 - b. [Campos](#)
 - c. [Como ler os resultados](#)
- 10. [Placa de base](#)
 - a. [Passo a passo](#)
 - b. [Campos](#)
 - c. [Como ler os resultados](#)
- 11. [Salvar, reabrir, histórico e exportar](#)
- 12. [Limitações desta versão](#)
- 13. [Perguntas frequentes](#)
- 14. [Ficha de teoria](#)
 - a. [Viga](#)
 - b. [Pilar](#)
 - c. [Pórtico](#)
 - d. [Haste](#)
 - e. [Ligação parafusada](#)
 - f. [Solda](#)
 - g. [Placa de base](#)

Para que serve

O módulo **Metálica** confere peças de aço de uma obra: vigas, pilares, pórticos simples, hastes tracionadas ou comprimidas, ligações parafusadas, cordões de solda de filete e placas de base de pilares.

Para as peças lineares (viga, pilar, pórtico), o app primeiro calcula os esforços por análise de pórtico plano, de 1ª ou 2ª ordem. Depois verifica cada peça pela especificação **ANSI/AISC 360-22 (LRFD)**, e cada verificação traz a cláusula usada. Os diagramas de momento fletor, esforço cortante e deslocamento aparecem por combinação.

Atenção: o resultado é uma memória de cálculo para conferência. O app não declara conformidade com a ABNT NBR 8800:2024. A verificação final é do responsável técnico.

Onde fica no app

- 1. Na lista de obras, clique no cartão da obra. Abre a **Central da Obra**.
- 2. Na Central da Obra, escolha a seção **Engenharia**.
- 3. Clique em **Metálica** ("Vigas, pilares, pórticos, hastes e ligações em aço, com diagramas e verificações").
- 4. No alto da tela aparecem o nome da obra, o botão **Voltar à obra**, a faixa de acesso (plano e versões salvas) e a lista **Cálculos salvos nesta obra**.

Para **Calcular** e **Salvar** você precisa de uma assinatura válida e do papel de engenheiro, contratante ou administrador. Sem isso, os botões ficam desativados e a tela avisa o motivo.

Dica: cada aba abre com um exemplo didático já preenchido. Substitua todos os valores pelos da sua obra antes de usar o resultado.

Escolher o tipo de peça

As abas ficam logo acima do formulário. Trocar de aba descarta o que não foi salvo, e o app pede confirmação antes.

Aba	Quando usar
Viga	Viga de perfil I/H em flexão simples, em um de 8 esquemas prontos de apoio e carga; verifica flexão, cortante e flecha
Pilar	Pilar de perfil I/H em flexo-compressão, contraventado ou em balanço, com 2ª ordem opcional
Pórtico	Pórtico simples com duas colunas e uma viga, sob carga gravitacional e vento no topo
Haste	Barra só com esforço axial (tração ou compressão): cantoneira de abas iguais ou perfil com A e r informados

Aba	Quando usar
Ligação parafusada	Corte simples ou duplo, esmagamento das chapas e número de parafusos
Solda	Filete: perna mínima e máxima e comprimento do cordão
Placa de base	Pilar sob compressão centrada sobre bloco de concreto: apoio no concreto e espessura da placa

Campos comuns

As abas Viga, Pilar, Pórtico e Haste têm o grupo **Aço**. Viga, Pilar e Pórtico também têm o grupo do perfil e o de **Combinações**.

Campo	O que é	Unidade	Observação
Nome do cálculo	Título desta versão	—	Obrigatório para salvar
Preset (valores mínimos especificados)	Preenche o aço com valores de catálogo	—	ASTM A36 (fy 250, fu 400) e ASTM A572 Gr. 50 (fy 345, fu 450); todos editáveis
Nome / fy / fu / E	Identificação e propriedades do aço	MPa	Padrão: ASTM A36, E = 200 000 MPa
Identificação do perfil	Nome livre do perfil	—	Até 60 caracteres
d, bf, tf, tw	Altura, largura da mesa, espessura da mesa e da alma	mm	Copie do catálogo do fabricante
Fabricação	Laminado (I, H, W, HP) ou Soldado (CS, VS, CVS)	—	Muda limites de esbeltez das mesas e o coeficiente da cortante
γ_g, γ_q (ELU)	Coeficientes de G e Q na combinação última	—	Exemplo inicial 1,4; defina pela norma de ações adotada
G no serviço, Q no serviço (ELS)	Fatores da combinação de serviço, usada na flecha	—	Exemplo inicial 1,0

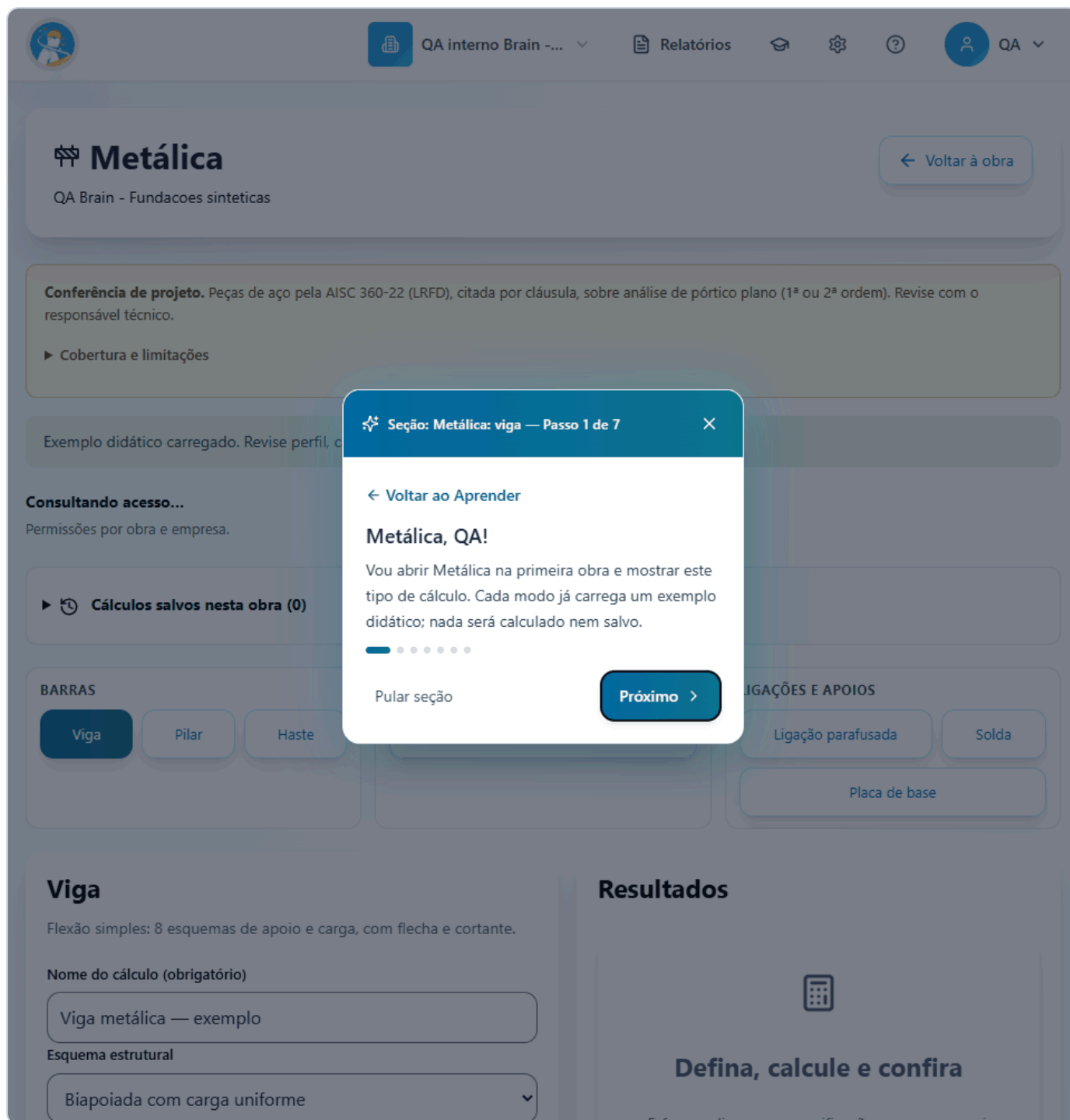
Limitação: as propriedades do perfil são calculadas a partir de d, bf, tf e tw, sem os raios de concordância. Para perfis laminados, os valores ficam ligeiramente conservadores.

Viga

Passo a passo

1. Abra a aba **Viga**.
2. Escolha o **Esquema estrutural** (biapoiada com carga uniforme; com uma, duas ou três cargas concentradas simétricas; com um ou dois balanços; engastada-apoiada; biengastada).
3. Informe o vão e as cargas permanente (G) e variável (Q). Nos esquemas com cargas concentradas, informe também a posição a. Nos esquemas com balanço, informe o comprimento do balanço.
4. Preencha o perfil, o comprimento destravado L_b e a flecha limite.

5. Se a alma tiver enrijecedores transversais, marque a opção e informe espaçamento, espessura, largura e disposição.
6. Revise os coeficientes e o aço e clique em **Calcular**.
7. Confira os diagramas e a tabela de verificações. Se estiver de acordo, clique em **Salvar cálculo**.



Aba Viga com esquema, cargas e perfil preenchidos

Campos

Campo	O que é	Unidade	Observação
Esquema estrutural	Condição de apoio e tipo de carga	—	8 esquemas prontos
Vão entre apoios L	Distância entre os apoios	m	Nos esquemas com balanço, o balanço é somado fora do vão
Posição a da carga	Distância da carga concentrada ao apoio	m	Duas cargas: em a e em L – a; três: também no meio. Precisa ficar dentro do vão
Comprimento do balanço	Trecho em balanço além do apoio	m	Só nos esquemas com balanço
Carga uniforme G / Q	Carga distribuída permanente e variável	kN/m	Característica, sem coeficiente
Carga concentrada (cada) G / Q	Valor de cada carga concentrada	kN	Característica
Somar peso próprio do perfil em G	Acrescenta $A \cdot p \cdot g$ ao carregamento G	—	Calculado com a área do perfil e a densidade do aço
Lb — comprimento destravado	Distância entre travamentos da mesa comprimida	m	Vazio: vão inteiro (travada só nos apoios)
Cb	Fator de modificação da flambagem lateral	—	Vazio: calculado pelo diagrama de momentos; nos balanços o app adota 1,0
Flecha limite L/x	Denominador do limite de flecha	—	Ex.: 350 em piso, 250 em cobertura; o critério é seu
Alma com enrijecedores transversais	Liga a verificação com enrijecedores	—	Sem campo de tração
Espaçamento a entre enrijecedores	Distância entre enrijecedores	m	$a/h \leq 3$ aumenta o coeficiente de flambagem da alma
Espessura / largura do enrijecedor	Dimensões de cada chapa	mm	Usadas na rigidez mínima e na esbeltez do enrijecedor
Disposição	Par (um de cada lado) ou simples (um lado)	—	Muda o eixo de cálculo da inércia

Como ler os resultados

- **Situação geral e Massa de aço** (kg) aparecem no topo.
- Em **Diagramas de**, escolha a combinação (ELU, ELS) ou o caso (G, Q) que quer ver.
- O cartão da viga mostra comprimento, **Utilização máxima** (com a verificação que governa), área e I_x , massa, e os diagramas de **Momento fletor M** (kN·m), **Esforço cortante V** (kN) e **Deslocamento transversal** (mm).
- A tabela traz **Verificação, Referência, Solicitante, Resistente, Razão e Situação**. A razão é solicitante dividido por resistente: até 1,0 atende.
- Abaixo da tabela aparecem valores requeridos, como a inércia mínima para a flecha.

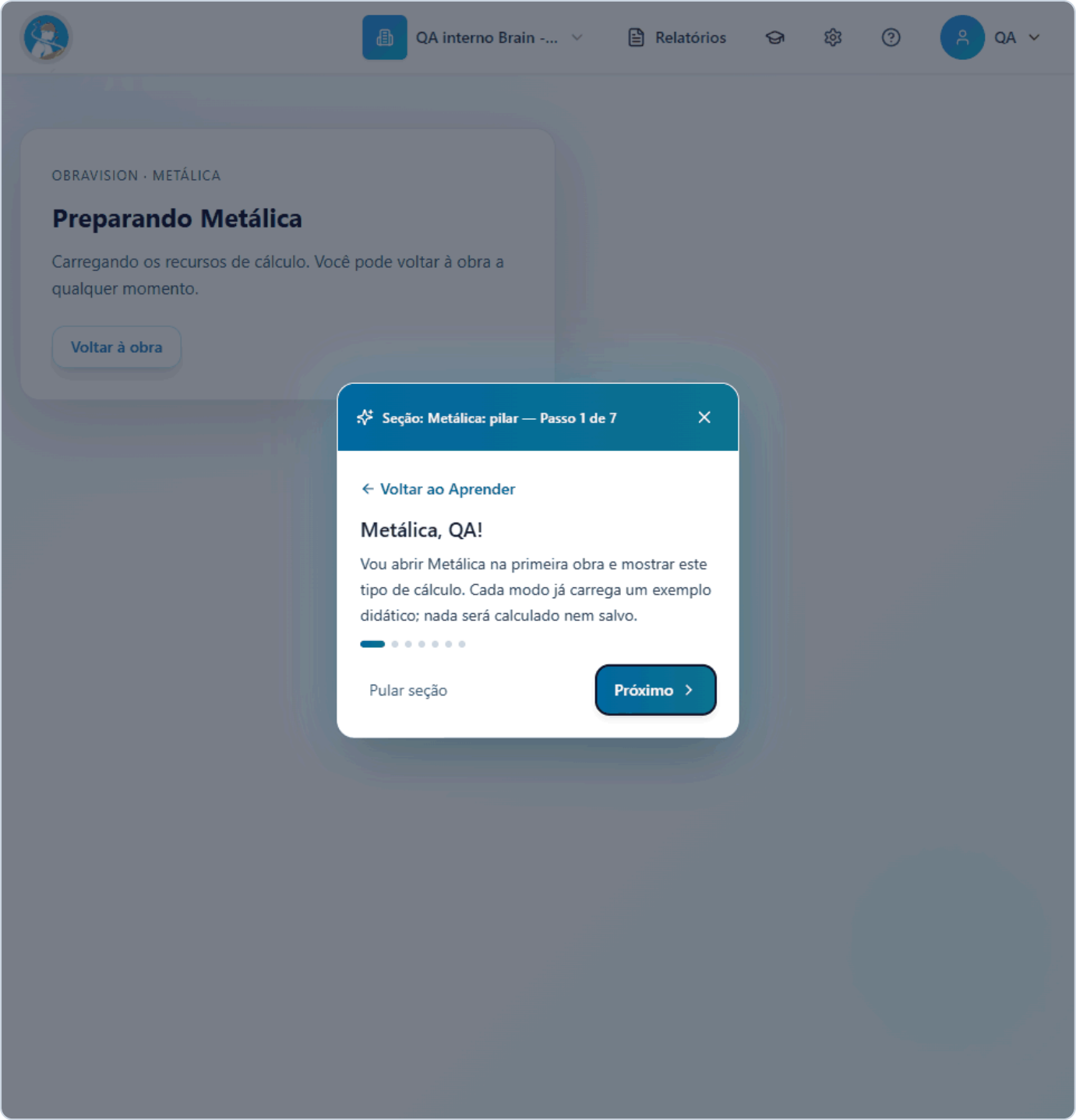
Situação	O que significa	O que fazer
Atende	Todas as verificações aplicáveis foram calculadas e passaram	Revise as hipóteses e salve
Não atende	Ao menos uma razão passou de 1,0	Veja a linha que governa: aumente o perfil, reduza Lb (mais travamentos) ou reveja as cargas
Inconclusivo	Faltou dado ou a regra não está implementada (ex.: mesa esbelta no eixo fraco, alma fora dos limites de proporção)	Não use como aprovado; confira a peça por outro meio

Dica: abra **Hipóteses e limites** no fim do resultado. Lá estão as simplificações usadas e a lista do que não foi verificado.

Pilar

Passo a passo

1. Abra a aba **Pilar**.
2. Informe a altura, a condição da base (rotulada ou engastada) e do topo (contraventado ou livre) e o eixo de flexão.
3. Informe as cargas no topo: compressão, força horizontal e momento, cada uma com parcela G e Q.
4. Mantenha ou desmarque a **Análise de 2ª ordem pelo método da análise direta**.
5. Preencha o perfil, o K no plano e o comprimento fora do plano.
6. Clique em **Calcular**, confira e salve.



Aba Pilar com vínculos, cargas no topo e perfil

Campos

Campo	O que é	Unidade	Observação
Altura H	Altura do pilar	m	—
Base	Rotulada ou engastada	—	Pilar em balanço exige base engastada
Topo	Contraventado (deslocamento lateral impedido) ou livre (balanço, estrutura deslocável)	—	Livre em 1ª ordem resulta inconclusivo na interação

Campo	O que é	Unidade	Observação
Flexão em torno do eixo	Maior inércia (x) ou menor inércia (y)	—	—
Compressão no topo G / Q	Força axial aplicada no topo	kN	Característica
Força horizontal no topo G / Q	Carga lateral no topo	kN	Característica
Momento no topo G / Q	Momento aplicado no topo	kN·m	Característica
Somar peso próprio	Acrescenta o peso do perfil em G	—	—
Análise de 2ª ordem	Método da análise direta: rigidez $EI \times 0,8$ e cargas nocionais de $0,002 \times$ carga vertical	—	Ao marcar, K volta a 1,0
K no plano	Coeficiente de flambagem no plano da flexão	—	Use 1,0 com a análise direta
Comprimento fora do plano	Distância entre travamentos fora do plano	m	Vazio: altura total. Também vale como Lb

Como ler os resultados

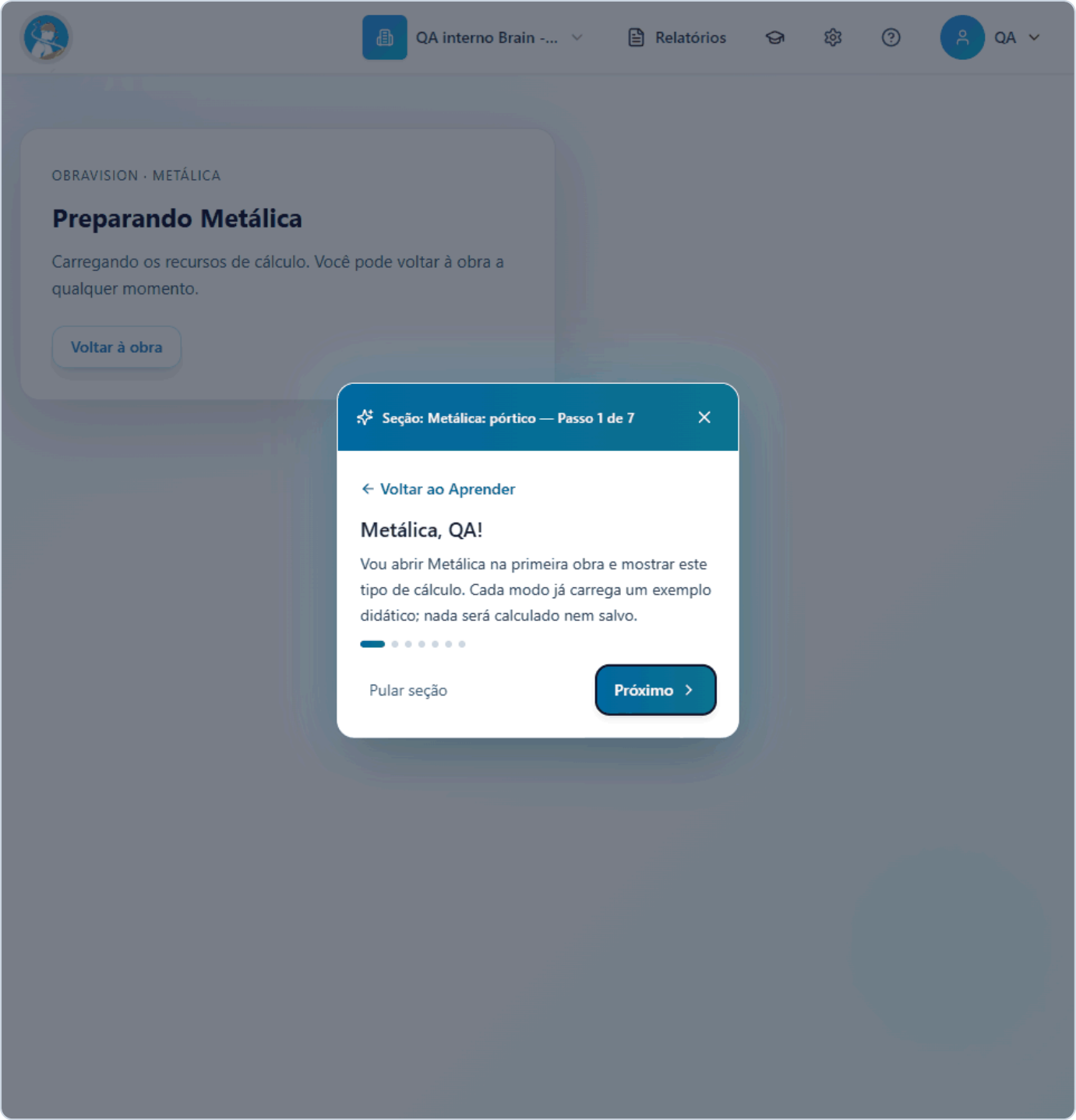
A leitura é a mesma da viga: situação geral, diagramas por combinação, cartão do pilar com utilização máxima e a tabela de verificações (compressão, flexão, cortante e interação flexo-compressão).

- Com 2ª ordem marcada, a tela informa a **amplificação de 2ª ordem do deslocamento lateral** e o número de iterações.
- Se a carga se aproxima da crítica, o cálculo é recusado com mensagem de erro, sem resultado parcial.
- Topo livre sem 2ª ordem: a interação fica **inconclusiva**. Ligue a análise de 2ª ordem.
- Elementos comprimidos esbeltos (mesa ou alma além dos limites) também ficam **inconclusivos**. Uma falha em outra verificação continua reprovando a peça.

Pórtico

Passo a passo

- Abra a aba **Pórtico**.
- Informe o vão, a altura e o tipo das bases (rotuladas ou engastadas).
- Informe a carga distribuída na viga (G e Q) e o vento característico no topo, com y_w e o fator de Q na combinação com vento.
- Preencha o perfil da viga e o perfil das colunas.
- Informe o Lb da viga, o travamento fora do plano das colunas e a flecha limite da viga.
- Clique em **Calcular** e escolha, em **Diagramas de**, cada combinação para conferir.



Aba Pórtico com perfis da viga e das colunas

Campos

Campo	O que é	Unidade	Observação
Vão L / Altura H	Geometria do pórtico (eixos)	m	—
Bases	Rotuladas ou engastadas	—	As duas colunas iguais
Carga na viga G / Q	Carga distribuída na viga	kN/m	Característica
Vento W no topo	Força horizontal característica no topo da coluna esquerda	kN	—

Campo	O que é	Unidade	Observação
γ_w	Coeficiente do vento na combinação com vento	—	Exemplo 1,4
Fator de Q na combinação com vento	Parcela de Q que acompanha o vento	—	Exemplo 0
Somar peso próprio	Peso dos perfis em G	—	—
2ª ordem pelo método da análise direta	Igual ao pilar	—	Recomendado: pórtico deslocável
Perfil da viga / Perfil das colunas	Dimensões d, bf, tf, tw e fabricação	mm	—
Lb da viga	Distância entre travamentos da mesa (terças)	m	Vazio: vão inteiro; também vale fora do plano
Travamento fora do plano das colunas	Distância entre travamentos	m	Vazio: altura total
Flecha limite da viga L/x	Limite de flecha da viga	—	Ex.: 250

Como ler os resultados

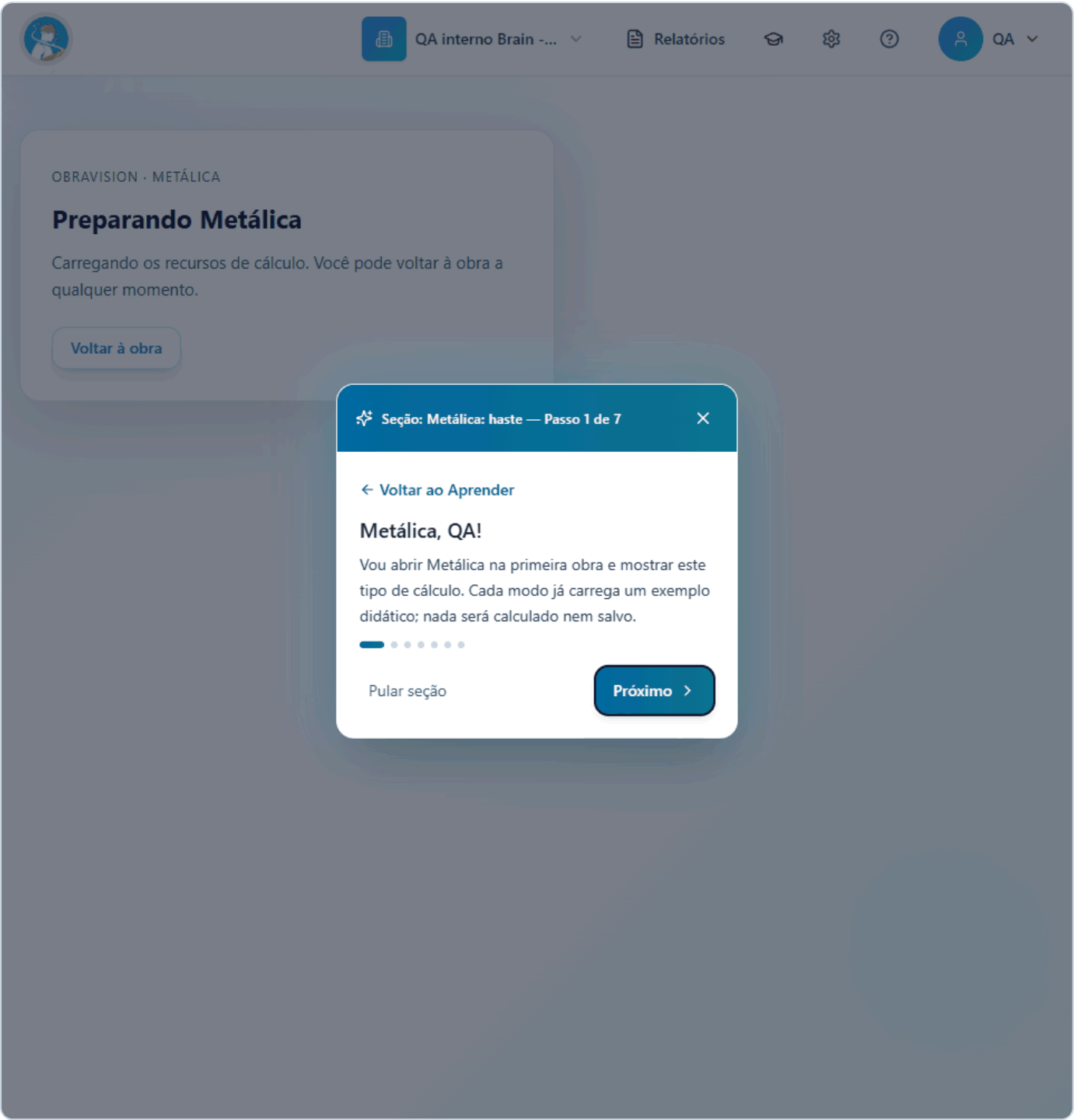
O app monta três combinações: **ELU $\gamma_g \cdot G + \gamma_q \cdot Q$** , **ELU $\gamma_g \cdot G + \gamma_w \cdot W + \psi \cdot Q$** e **ELS**. Cada peça (**Viga do pórtico**, **Coluna esquerda**, **Coluna direita**) tem seu cartão, com diagramas e verificações.

Avisos da análise aparecem acima dos cartões. A situação geral só fica "Atende" quando as três peças atendem.

Haste

Passo a passo

1. Abra a aba **Haste**.
2. Informe o esforço axial (positivo = tração, negativo = compressão), o coeficiente de majoração, o comprimento e o K.
3. Escolha a seção: **Cantoneira de abas iguais** ou **Perfil informado (A, r mín.)**.
4. Na cantoneira comprimida, escolha o modelo de compressão. Para dimensionar a solda de ligação, informe a espessura da chapa.
5. Clique em **Calcular**.



Aba Haste com cantoneira comprimida ligada por uma aba

Campos

Campo	O que é	Unidade	Observação
Esforço axial N	Força característica na barra	kN	+ tração, – compressão
γ (majoração)	Coefficiente aplicado a N	—	Exemplo 1,4
Comprimento L	Comprimento da barra	m	—
K	Coefficiente de flambagem	—	—

Campo	O que é	Unidade	Observação
Seção	Cantoneira de abas iguais ($b \times t$) ou perfil informado	—	—
b / t	Aba e espessura da cantoneira	mm	—
Compressão da cantoneira	Ligada por uma aba (AISC E5) ou carga concêntrica (E3 + E4)	—	Obrigatório quando N é de compressão
Chapa de ligação	Espessura da chapa (gusset)	mm	Opcional; com ela o app dimensiona a solda (eletrodo E70XX)
Área / r mínimo	Propriedades do perfil informado	cm ² / cm	—
U (shear lag)	Coeficiente de redução da área líquida	—	Opcional
Declaro elementos não esbeltos	Declaração sua para o perfil informado	—	Sem ela, a compressão pode sair inconclusiva
Declaro que flexo-torção não governa	Declaração sua para o perfil informado	—	Idem

Como ler os resultados

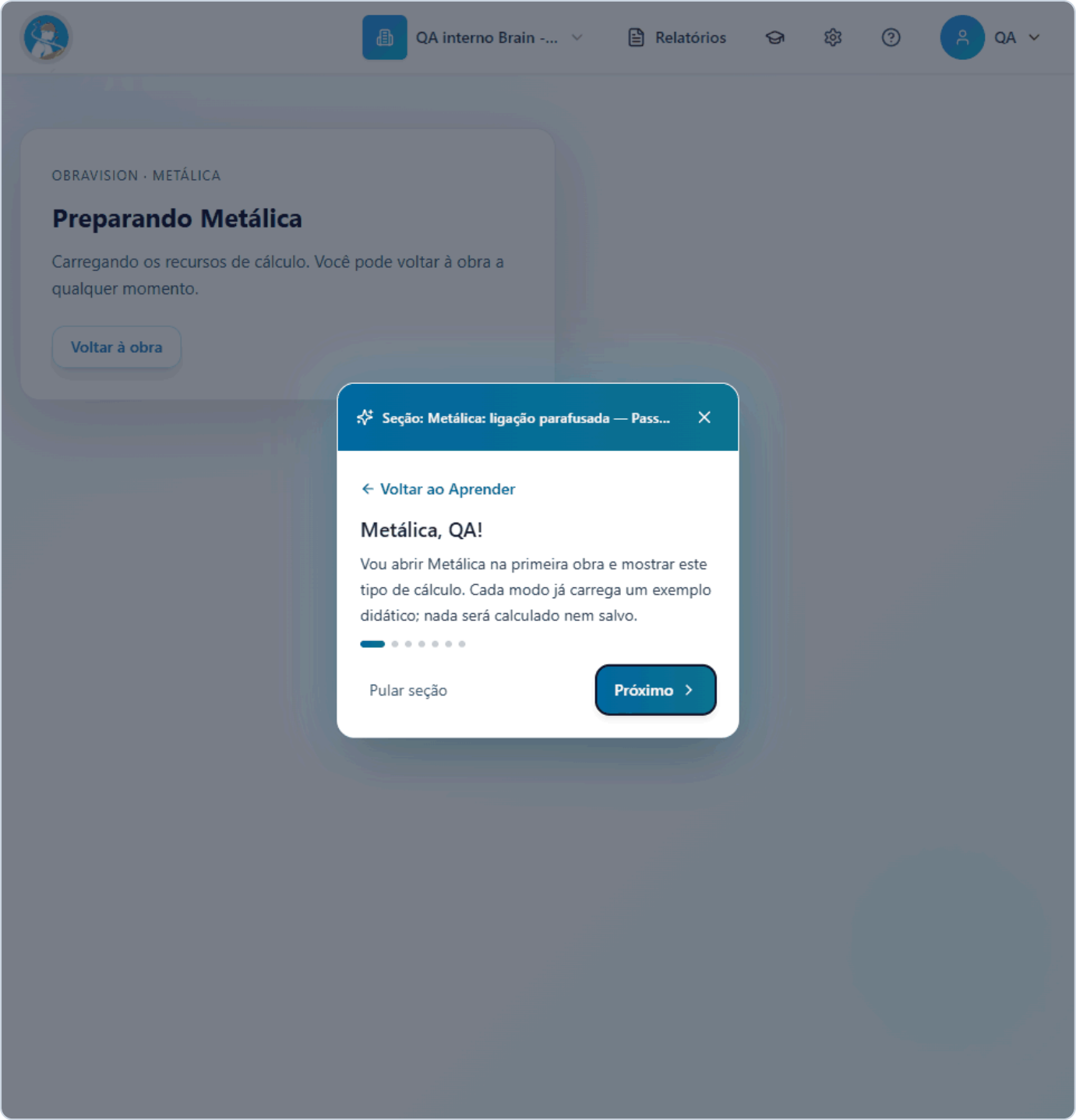
A tela mostra **Situação**, **Seção** e **Utilização**, seguidas da tabela de verificações: escoamento e ruptura na tração, compressão e esbeltez. Com chapa informada, aparece também a solda: perna e comprimento por extremidade.

Esbeltez máxima padrão: 300 na tração e 200 na compressão.

Ligação parafusada

Passo a passo

1. Abra a aba **Ligação parafusada**.
2. Informe o esforço de cálculo (já majorado), o diâmetro e a classe do parafuso.
3. Indique se a rosca está no plano de corte e se o corte é simples ou duplo.
4. Informe a menor espessura das chapas, o fu das chapas, a distância do furo à borda e o espaçamento entre furos.
5. Deixe **Número de parafusos** vazio para o app calcular, ou informe a quantidade que quer verificar.
6. Clique em **Calcular**.



Aba Ligação parafusada com corte simples

Campos

Campo	O que é	Unidade	Observação
Esforço de cálculo na ligação	Força cortante total, já majorada	kN	Não há coeficiente nesta aba
Diâmetro do parafuso	Diâmetro nominal	mm	—
Classe	ASTM A307, Grupo A (A325, ~ISO 8.8) ou Grupo B (A490, ~ISO 10.9)	—	—
Rosca no plano de corte	Sim (N) ou Não (X)	—	Muda a resistência ao corte

Campo	O que é	Unidade	Observação
Corte	Simple (2 chapas) ou duplo (3 chapas)	—	—
Menor espessura das chapas	Espessura que governa o esmagamento	mm	—
fu das chapas	Resistência à ruptura do aço das chapas	MPa	—
Distância do furo à borda	Do centro do furo à borda, na direção da força	mm	Usada no rasgamento
Espaçamento entre furos	Entre centros	mm	Comparado com $2\frac{2}{3}\cdot d$
Número de parafusos a verificar	Quantidade adotada	—	Vazio: o app calcula a quantidade necessária

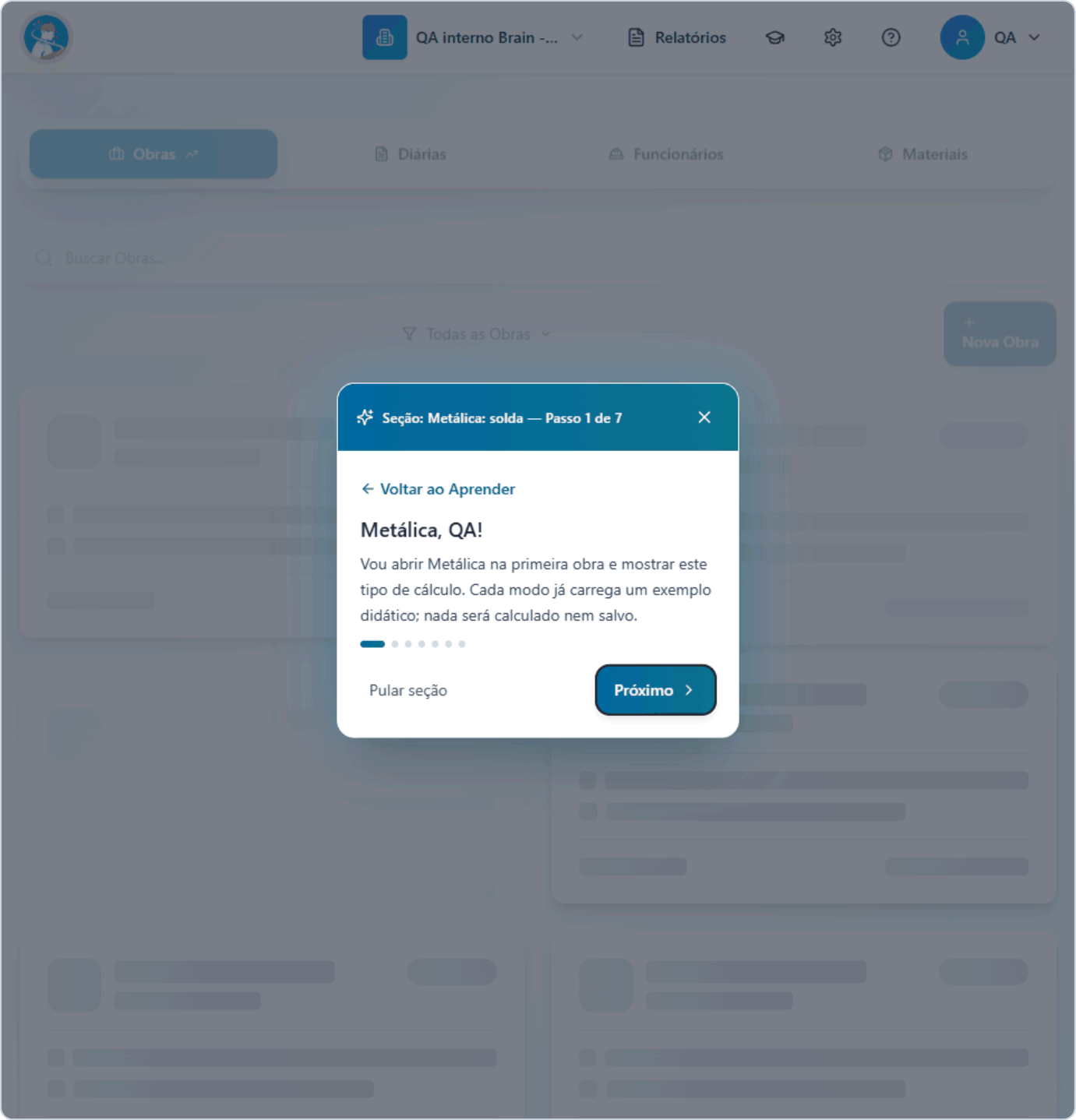
Como ler os resultados

A tela mostra **Situação**, **Parafusos necessários** e a tabela de verificações (corte do parafuso, esmagamento e rasgamento da chapa, espaçamento mínimo). O bloco **Hipóteses e itens não verificados** lista o que ficou de fora, como distância mínima à borda, bloco de cisalhamento e seção líquida das chapas.

Solda

Passo a passo

1. Abra a aba **Solda**.
2. Informe o esforço de cálculo e escolha o eletrodo.
3. Deixe a perna vazia para usar a mínima ou informe a perna adotada.
4. Informe a parte mais fina ligada, a espessura da borda soldada e o f_y e fu do metal-base.
5. Clique em **Calcular**.



Aba Solda com eletrodo E70XX

Campos

Campo	O que é	Unidade	Observação
Esforço de cálculo	Força a transmitir pelo cordão, já majorada	kN	—
Eletrodo	E60XX (415 MPa) ou E70XX (485 MPa)	—	—
Perna	Tamanho da perna do filete	mm	Vazio: perna mínima
Parte mais fina ligada	Espessura que define a perna mínima	mm	—
Espessura da borda soldada	Espessura da chapa na borda do filete	mm	Define a perna máxima

Campo	O que é	Unidade	Observação
f_y / f_u do metal-base	Aço das chapas ligadas	MPa	Verificação do metal-base

Como ler os resultados

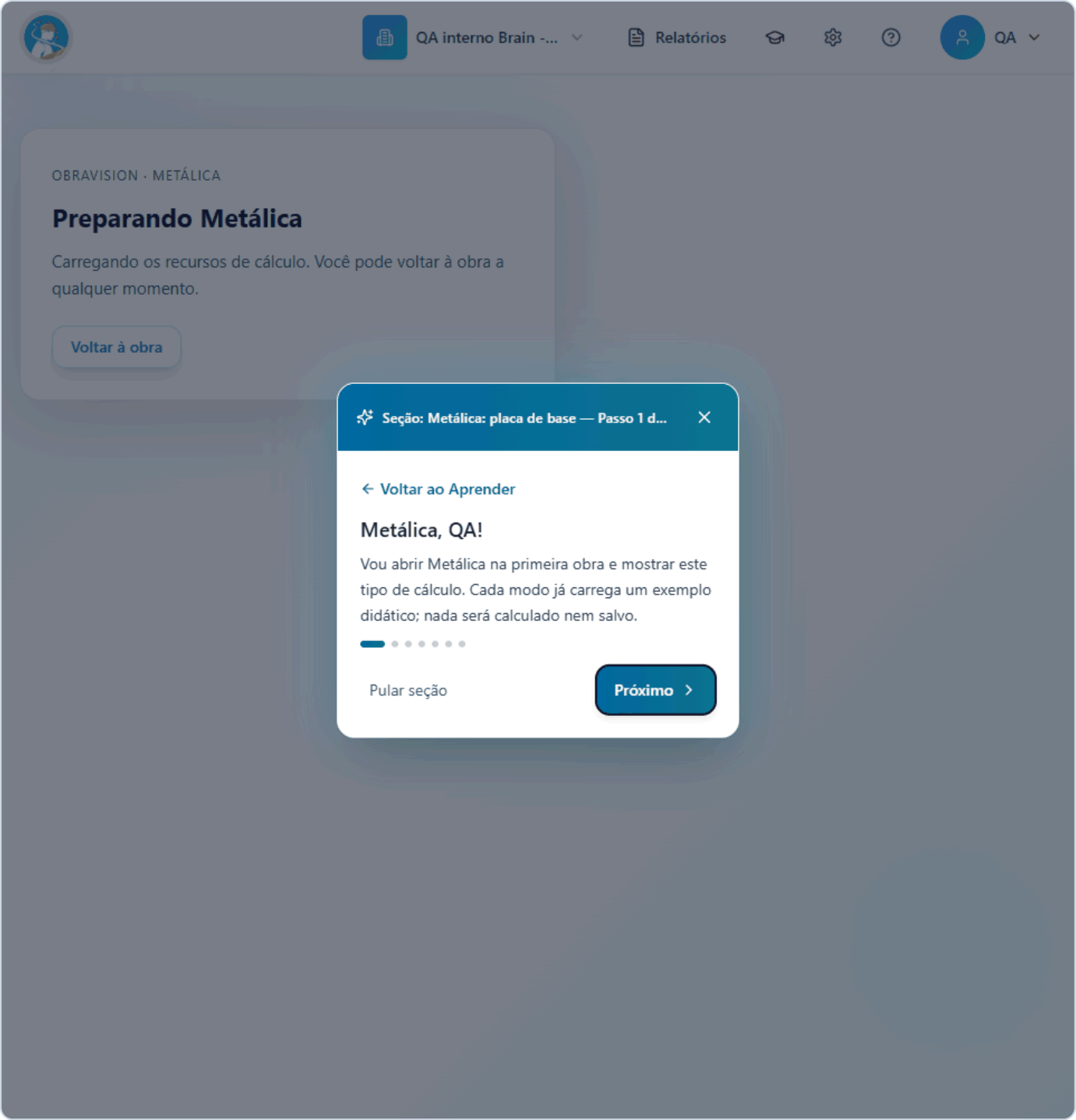
A tela mostra **Situação** e o **Comprimento total do cordão** (mm), com a perna adotada, seguidos da tabela de verificações: perna mínima, perna máxima, resistência da solda e do metal-base. O comprimento é o total: distribua-o entre os cordões no seu detalhe, porque a distribuição e a excentricidade não são verificadas.

Placa de base

Limitação: cálculo em liberação. Só a compressão centrada é verificada. Momento e cisalhamento na base, chumbadores, solda pilar-placa e graute não são verificados.

Passo a passo

1. Abra a aba **Placa de base**.
2. Informe a compressão de cálculo P_u e as dimensões d e b_f do pilar.
3. Informe a placa: N (paralelo a d), B (paralelo a b_f), espessura e f_y .
4. Informe o f_{ck} do bloco e a área de apoio concêntrica A_2 .
5. Clique em **Calcular**.



Aba Placa de base com pilar e bloco

Campos

Campo	O que é	Unidade	Observação
Pu — compressão de cálculo	Força axial majorada no pilar	kN	—
d / bf do pilar	Altura e largura da mesa do pilar	mm	—
N da placa	Dimensão da placa paralela a d	mm	—
B da placa	Dimensão da placa paralela a bf	mm	—
Espessura da placa	Espessura adotada	mm	Comparada com a mínima calculada

Campo	O que é	Unidade	Observação
f_y da placa	Escoamento do aço da placa	MPa	—
f_{ck} do bloco	Resistência característica do concreto	MPa	Usado no lugar de f'_c (hipótese declarada)
A2 — área de apoio concêntrica	Área do bloco concêntrica à placa	m ²	$A2 \geq$ área da placa; $\sqrt{(A2/A1)}$ limitado a 2

Como ler os resultados

A tela mostra **Situação, $\phi_c \cdot P_p$ (apoio)** em kN com a relação $A2/A1$, os balanços **$m / n / \lambda n'$** (mm) e a **Espessura mínima** (mm), seguidos da tabela de verificações: apoio no concreto e espessura da placa.

Se a espessura adotada for menor que a mínima, a placa não atende. Aumente a espessura ou as dimensões N e B.

Salvar, reabrir, histórico e exportar

- **Calcular** roda a verificação sem gravar nada. Qualquer alteração depois disso apaga o resultado da tela, e a mensagem "Entradas alteradas. Calcule novamente." aparece.
- **Salvar cálculo** grava uma versão com as entradas, o resultado e a versão do motor de cálculo. Depois de salvo, o botão passa a **Salvar nova versão**: cada salvamento cria outra versão e as anteriores ficam intactas.
- **Cálculos salvos nesta obra (n)**: clique para abrir a lista. Cada item mostra título, número da versão, data e hora e versão do motor. Clique em um item para carregá-lo; se houver alterações não salvas, o app pede confirmação.
- A faixa de acesso mostra quantas versões a empresa já salvou e o limite do plano. A cota é compartilhada com Fundações e Trelças.
- **Exportar JSON**: arquivo com nome, entradas, aço e, se houver, o resultado. Use para arquivo ou auditoria.
- **CSV**: tabela com as verificações de cada peça (nome, referência, solicitante, resistente, razão, situação), separada por ponto e vírgula. Abre direto em planilha. Exige um resultado na tela.
- **Exportar DXF**: desenho esquemático (R12, em metros) com os eixos, apoios, engastes e rótulas e as peças com o perfil, mais cotas. O botão só aparece depois de calcular Viga, Pilar, Pórtico ou Haste; a haste usa o desenho de treliça. Ligação parafusada, Solda e Placa de base não têm desenho.
- **Imprimir**: abre a impressão do navegador. Para gerar PDF, escolha "Salvar como PDF" no destino da impressão.

Limitações desta versão

Itens fora do alcance aparecem como **Inconclusivo** ou "não verificado", nunca como aprovados.

- **Em liberação** (implementado e testado, ainda em publicação; use com cautela): almas não compactas e esbeltas (F4/F5, com limites de proporção F13.2), enrijecedores transversais da alma (G2.1/G2.3) e placa de base (compressão centrada).
- Não implementado nesta versão:

- Campo de tração na alma (G2.2) e enrijecedores de apoio ou de carga concentrada (J10).
- Elementos comprimidos esbeltos (E7): ficam inconclusivos.
- Mesa esbelta na flexão do eixo fraco: inconclusiva.
- Perfis monossimétricos, tubulares e formados a frio no módulo Metálica.
- Torção.
- Na ligação parafusada: distância mínima à borda, bloco de cisalhamento, seção líquida das chapas, efeito alavanca e ligação por atrito.
- Na placa de base: momento e cisalhamento, chumbadores, solda pilar-placa e graute.
- Tabelas comerciais de perfis: informe as dimensões do catálogo.
- Tabelas de cargas de norma: as cargas são entradas suas.
- Os coeficientes de combinação são explícitos. Os valores iniciais são só exemplos.
- Verificação pela AISC 360-22. **Não há declaração de conformidade com a NBR 8800:2024.**

Perguntas frequentes

Por que os botões Calcular e Salvar estão desativados? Seu papel precisa ser engenheiro, contratante ou administrador, e a assinatura precisa estar válida. Para salvar, o campo **Nome do cálculo** também precisa estar preenchido.

O app aponta "Complete antes de calcular". O que faço? A lista diz qual campo falta (ex.: "Informe o vão."). Preencha e calcule de novo. O app nunca supõe valores ausentes.

Por que meu pilar em balanço deu inconclusivo? Estrutura deslocável analisada em 1ª ordem não tem interação válida nesta versão. Marque a análise de 2ª ordem.

Posso usar o perfil do catálogo direto? Digite d, bf, tf e tw do catálogo. As propriedades são calculadas sem os raios de concordância, o que fica um pouco a favor da segurança nos laminados.

Abri uma versão antiga e mudei um valor. Perdi a versão? Não. Salvar cria uma nova versão; a antiga continua na lista.

Posso importar o JSON exportado? Nesta versão, o JSON serve para arquivo e auditoria. Para retomar um cálculo, use a lista **Cálculos salvos nesta obra**.

O cálculo foi recusado com mensagem de instabilidade. É erro? Não. A carga passou da crítica, ou o modelo forma um mecanismo (apoios insuficientes). Reveja vínculos, perfil ou cargas.

Ficha de teoria

Viga

Hipóteses

- Perfil I/H duplamente simétrico, propriedades analíticas sem raios de concordância.
- Esforços por pórtico plano com barras de Euler–Bernoulli, análise elástica linear.

- Flambagem lateral com L_b informado (ou vão inteiro) e C_b calculado em cada trecho destravado.
- Flecha relativa à corda da peça, na combinação de serviço.
- Peso próprio opcional: $A \cdot p \cdot g$, com $g = 9,806\,65 \text{ m/s}^2$.

Fórmulas principais

$$\begin{aligned} \text{ELU: } S_d &= \gamma_g \cdot G + \gamma_q \cdot Q & \text{ELS: } S_s &= f_G \cdot G + f_Q \cdot Q \\ M_p &= F_y \cdot Z_x & \phi_b &= 0,90 \\ L_p &= 1,76 \cdot r_y \cdot \sqrt{E/F_y} \\ L_p < L_b \leq L_r: M_n &= C_b \cdot [M_p - (M_p - 0,7 \cdot F_y \cdot S_x) \cdot (L_b - L_p) / (L_r - L_p)] \leq M_p \\ L_b > L_r: M_n &= F_{cr} \cdot S_x \leq M_p \\ C_b &= 12,5 \cdot M_{\max} / (2,5 \cdot M_{\max} + 3 \cdot M_A + 4 \cdot M_B + 3 \cdot M_C) \\ V_n &= 0,6 \cdot F_y \cdot A_w \cdot C_v1 & (\phi_v &= 1,0 \text{ em laminados com } h/t_w \leq 2,24 \cdot \sqrt{E/F_y}; \text{ senão } 0,90) \\ \text{Com enrijecedores: } k_v &= 5 + 5/(a/h)^2 \text{ para } a/h \leq 3; \text{ senão } k_v = 5,34 \\ \text{Flecha: } \delta &\leq L/x \text{ (balanço com o mesmo critério informado)} \end{aligned}$$

Fontes públicas

- ANSI/AISC 360-22, Specification for Structural Steel Buildings: capítulos F (F2, F3, F4, F5, F6, F13) e G (G2.1, G2.3).

Pilar

Hipóteses

- Pilar contraventado ou em balanço, flexão em um eixo.
- 2ª ordem opcional pelo método da análise direta: rigidez reduzida a 0,8, cargas nocionais de $0,002 \times$ carga vertical no nó, iteração da rigidez geométrica.
- Sem 2ª ordem: momentos amplificados por B1 só em estrutura indeslocável ($C_m = 1$ com cargas transversais).
- Instabilidade recusada, nunca convertida em resultado.

Fórmulas principais

$$\begin{aligned} F_e &= \pi^2 \cdot E / (K \cdot L/r)^2 \\ F_y/F_e \leq 2,25: F_{cr} &= 0,658 \cdot (F_y/F_e) \cdot F_y \\ F_y/F_e > 2,25: F_{cr} &= 0,877 \cdot F_e \\ P_n &= F_{cr} \cdot A_g & \phi_c &= 0,90 \\ B_1 &= C_m / (1 - P_r/P_{e1}) \geq 1 \\ P_r/P_c \geq 0,2: P_r/P_c &+ 8/9 \cdot (M_{rx}/M_{cx} + M_{ry}/M_{cy}) \leq 1,0 \\ P_r/P_c < 0,2: P_r/(2 \cdot P_c) &+ (M_{rx}/M_{cx} + M_{ry}/M_{cy}) \leq 1,0 \end{aligned}$$

Fontes públicas

- ANSI/AISC 360-22: capítulos C (C2, análise direta), E (E3, E4), H (H1-1a/b), Apêndice 8 e Tabela B4.1.

Pórtico

Hipóteses

- Duas colunas iguais e uma viga, com bases rotuladas ou engastadas e ligações viga–coluna rígidas.
- Vento como força horizontal concentrada no topo.
- Três combinações explícitas: gravitacional, com vento e de serviço.
- Viga e colunas verificadas como na viga e no pilar.

Fórmulas principais

$$ELU1 = \gamma_g \cdot G + \gamma_q \cdot Q$$

$$ELU2 = \gamma_g \cdot G + \gamma_w \cdot W + \psi \cdot Q$$

$$ELS = f_G \cdot G + f_Q \cdot Q$$

$$\text{Análise direta: } EI^* = 0,8 \cdot EI ; N_i = 0,002 \cdot Y_i \quad (Y_i = \text{carga vertical no nó})$$

Fontes públicas

- ANSI/AISC 360-22: capítulos C, E, F, G e H.

Haste

Hipóteses

- Barra só com esforço axial, extremidades rotuladas.
- Ruptura na tração com A_n/A_g e U explícitos (padrão: ligação soldada em todos os elementos, $A_n/A_g = U = 1$).
- Cantoneira ligada por uma aba pela seção E5; carga concêntrica por E3 e E4.
- Perfil informado: esbeltez local e flexo-torção conforme declarações do usuário.

Fórmulas principais

$$\text{Tração, escoamento: } P_n = F_y \cdot A_g \quad \phi_t = 0,90$$

$$\text{Tração, ruptura: } P_n = F_u \cdot A_e \quad \phi_t = 0,75 \quad A_e = U \cdot A_n$$

$$\text{Compressão: } P_n = F_{cr} \cdot A_g \quad \phi_c = 0,90 \quad (F_{cr} \text{ como no pilar})$$

$$\text{Esbeltez: } L/r \leq 300 \text{ (tração)} ; K \cdot L/r \leq 200 \text{ (compressão)}$$

Fontes públicas

- ANSI/AISC 360-22: capítulos D (D1, D2, D3) e E (E3, E4, E5).

Ligação parafusada

Hipóteses

- Parafusos em uma linha na direção do esforço, furos padrão, ligação por contato (não protendida).

- Deformação no furo considerada em serviço no limite de esmagamento.
- Resistência nominal ao corte pela Tabela J3.2 conforme a classe e a posição da rosca.

Fórmulas principais

Corte: $\phi R_n = 0,75 \cdot F_{nv} \cdot A_b \cdot (n^\circ \text{ de planos})$
 Esmagamento: $R_n = 2,4 \cdot d \cdot t \cdot F_u$
 Rasgamento: $R_n = 1,2 \cdot l_c \cdot t \cdot F_u$ $\phi = 0,75$
 Espaçamento mínimo: $s \geq 2\frac{1}{2} \cdot d$
 N° de parafusos = Esforço / menor ϕR_n por parafuso (arredondado para cima)

Fontes públicas

- ANSI/AISC 360-22: J3.3, J3.6 (Tabela J3.2) e J3.10(a).

Solda

Hipóteses

- Filete de pernas iguais; resultado é o comprimento total dos cordões, sem aumento pela direção da carga.
- Perna mínima e máxima pelas tabelas da especificação, convertidas de polegadas para milímetros.
- Metal-base verificado na espessura informada.
- Não verificados: distribuição dos cordões e excentricidade, chapas de ligação e bloco de cisalhamento.

Fórmulas principais

Garganta efetiva: $t_e = 0,707 \cdot w$
 Solda: $\phi R_n = 0,75 \cdot 0,60 \cdot F_{EXX} \cdot t_e \cdot L$
 Metal-base: resistência ao cisalhamento por J4.2 (escoamento e ruptura)
 Perna máxima: $w \leq t$ ($t < 6 \text{ mm}$) ; $w \leq t - 2 \text{ mm}$ ($t \geq 6 \text{ mm}$)
 Perna mínima: Tabela J2.4, pela parte mais fina

Fontes públicas

- ANSI/AISC 360-22: J2.2b, J2.4 (Tabela J2.4) e J4.2.

Placa de base

Hipóteses

- Compressão axial centrada; placa rígida apoiada em bloco de concreto.
- f_{ck} tomado como f'_c (hipótese declarada).
- Espessura pelo balanço da placa além do perfil.

Fórmulas principais

$$\phi_c = 0,65$$

$$\phi_c \cdot P_p = \phi_c \cdot 0,85 \cdot f'_c \cdot A_1 \cdot \sqrt{A_2/A_1} \leq \phi_c \cdot 1,7 \cdot f'_c \cdot A_1$$

$$m = (N - 0,95 \cdot d)/2 \quad n = (B - 0,8 \cdot b_f)/2 \quad \lambda n' \text{ (balanço equivalente)}$$

$$l = \max(m, n, \lambda n')$$

$$t_{\min} = l \cdot \sqrt{(2 \cdot P_u) / (0,9 \cdot F_y \cdot B \cdot N)}$$

Fontes públicas

- ANSI/AISC 360-22: J8 (apoio no concreto).
- AISC Design Guide 1, Base Connection Design for Steel Structures (espessura da placa).

Manual Metálica · versão 1.0 · atualizado em 18/10/2026. Os cálculos do ObraVision apoiam o projeto; a conferência e a responsabilidade técnica são do profissional habilitado.