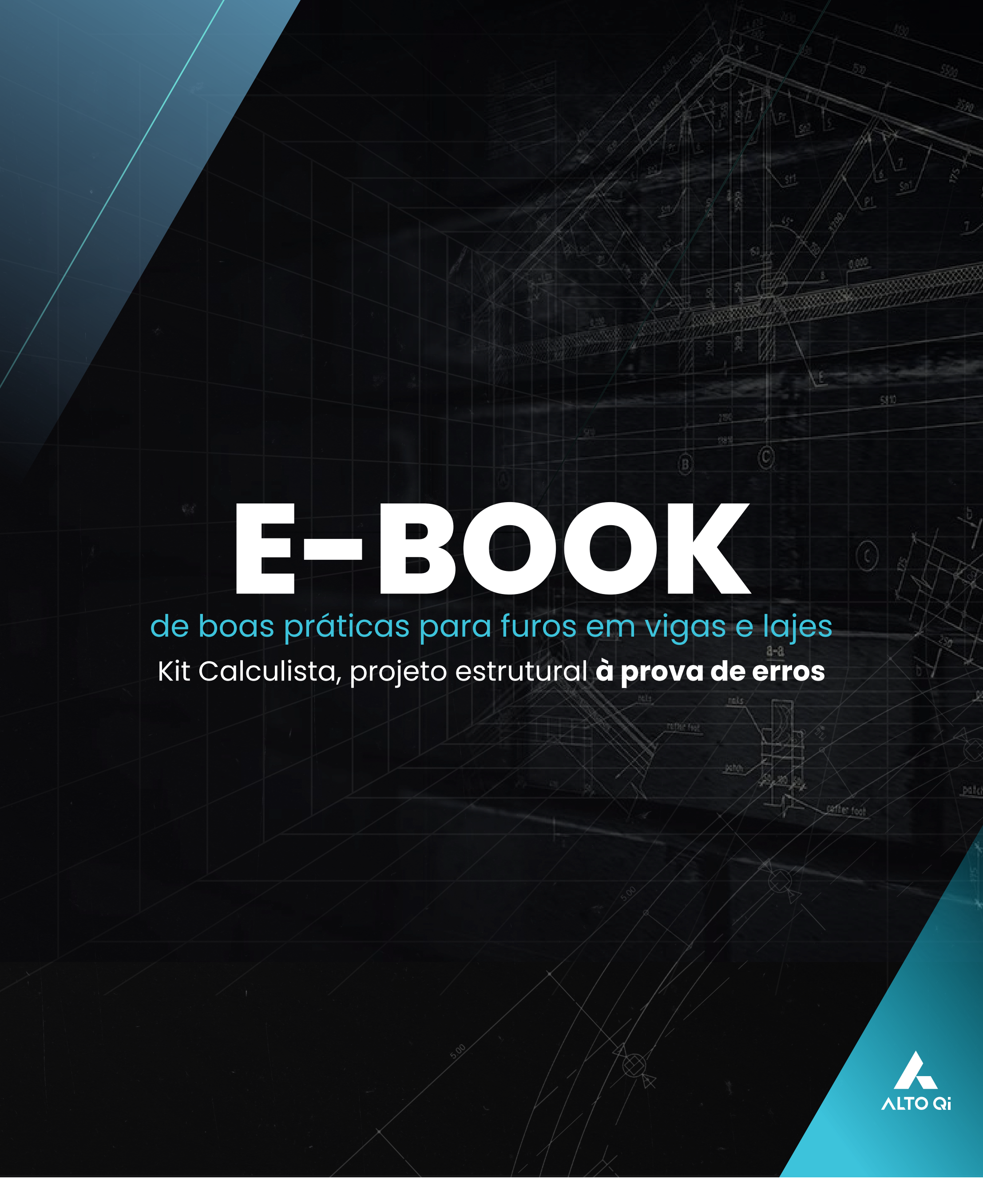
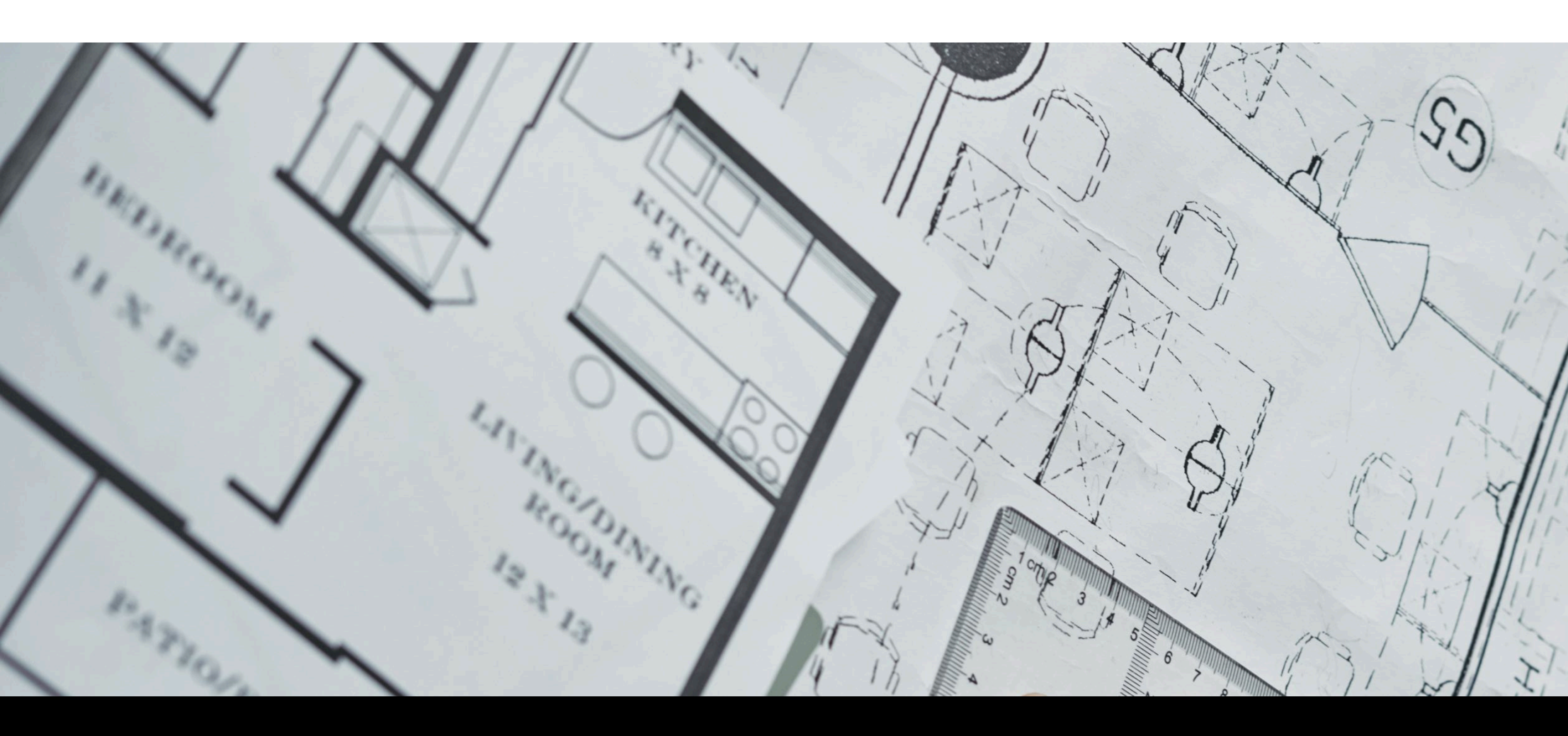


E-BOOK

de boas práticas para furos em vigas e lajes

Kit Calculista, projeto estrutural **à prova de erros**

ALTO Qi



1. Entenda o comportamento da estrutura

O posicionamento de aberturas em vigas e lajes de concreto armado requer uma compreensão detalhada do comportamento estrutural desses elementos. As vigas, sob cargas verticais, desenvolvem esforços internos de **momento fletor e força cortante** (cisalhamento). O momento fletor atinge seu valor máximo no **meio do vão**, enquanto o cisalhamento é mais intenso próximo aos **apoios.**

As lajes, ao transferirem cargas para as vigas, também trabalham predominantemente à flexão, desenvolvendo momentos positivos (na região central) e, em alguns casos, negativos (sobre os apoios), além de esforços de cisalhamento próximos às bordas e apoios.

A introdução de aberturas altera o fluxo de tensões na estrutura, podendo gerar concentrações de esforços que, se não previstas adequadamente, reduzem a capacidade resistente do elemento.

2. Considere o reforço estrutural

Dado o efeito dos furos no comportamento dos elementos estruturais, o reforço deve ser projetado considerando a posição, o tamanho e a finalidade do furo.

Em lajes: para furos pequenos (geralmente inferiores a 1/3 da altura da laje), pode ser suficiente redistribuir armaduras próximas à abertura. Para furos maiores, recomenda-se criar "molduras" reforçadas ao redor da abertura, utilizando barras adicionais dispostas em torno do perímetro e direcionadas para absorver os esforços desviados.

Em vigas: furos próximos ao apoio (região de cisalhamento elevado) exigem atenção redobrada. Nestes casos, pode ser necessário aumentar a armadura transversal (estribos) e incluir barras longitudinais adicionais ao redor do furo. Muitas vezes, reforços externos, como chapas metálicas ou fibras de carbono, são utilizados para restaurar a capacidade perdida.

Para ambos os elementos é fundamental avaliar a influência do furo na capacidade da seção e aplicar critérios de projeto baseados em normas técnicas e boas práticas de engenharia. Assim, será possível elaborar detalhes construtivos claros, especificando a posição, tipo e quantidade de armaduras de reforço de maneira adequada.

O reforço correto em furos é decisivo para a segurança da estrutura e para o bom desempenho das instalações prediais. Projetistas atentos a esses cuidados garantem projetos mais eficientes, seguros e duráveis.

3. Considerações da NBR6118:2023

3.1 Dispensa às verificações

A NBR6118:2023 prescreve as condições que devem ser atendidas para que um furo possa ser inserido no elemento estrutural sem a necessidade de verificações adicionais ou implementação de reforços estruturais. Os critérios a serem atendido, simultaneamente são:

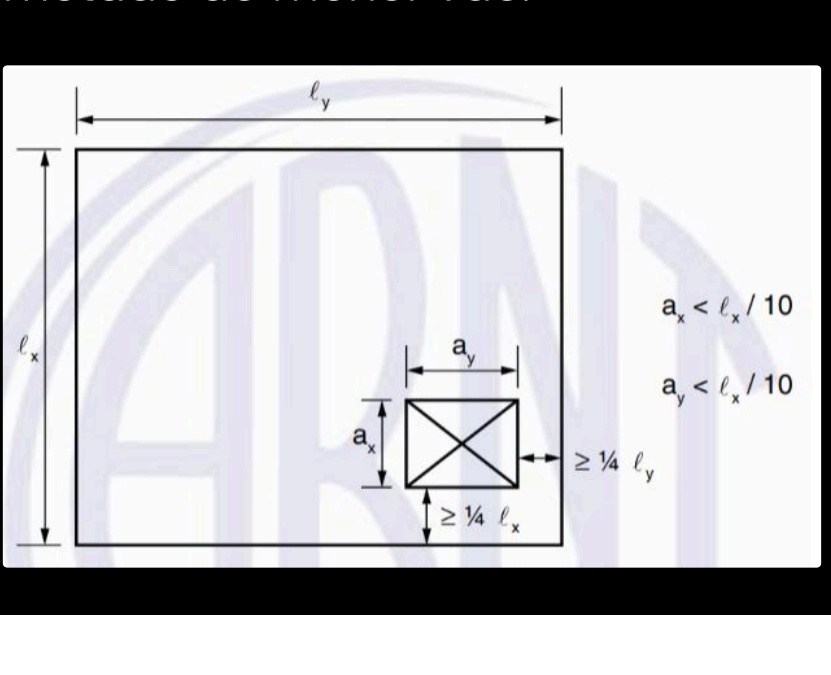
I – Furos na direção da largura das vigas:

a) Furos em zona de tração e a uma distância da face do apoio de no mínimo 2 h, onde h é a altura da viga.
b) Dimensão do furo de no máximo 12 cm e h/3.
c) Distância entre dois furos, em um mesmo tramo, de no mínimo 2h.
d) Cobrimento mínimo de 2 cm sobre todas as armaduras.

OBS.: Em todos os casos, a distância mínima de um furo à face mais próxima da viga deve ser, no mínimo, igual a 5 cm e 2x o cobrimento previsto para esta face.

III – Lajes armadas em duas direções:

a) As dimensões da abertura devem corresponder no máximo a 1/10 do vão menor (lx) (ver figura).
b) A distância entre a face de uma abertura e o eixo teórico de apoio da laje deve ser igual ou maior que 1/4 do vão, na direção considerada.
c) A distância entre faces de aberturas adjacentes deve ser maior que a metade do menor vão.

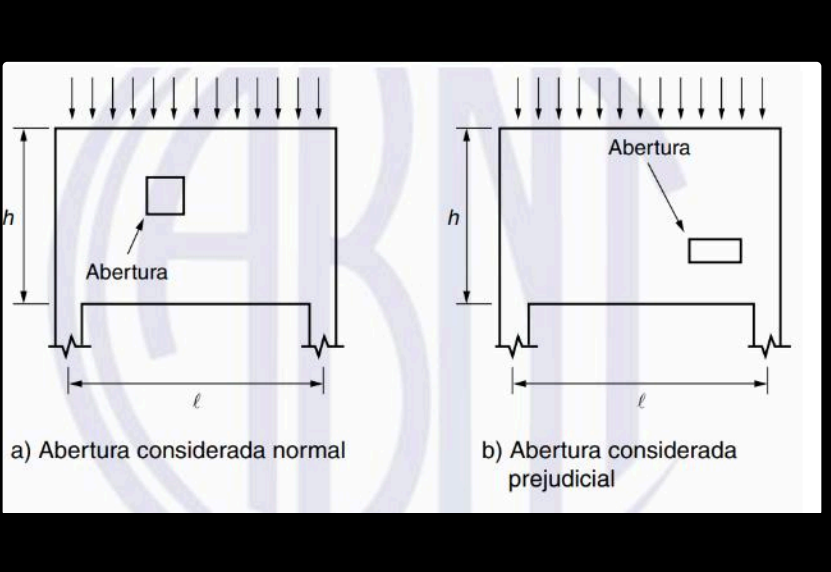


3.2 Verificações de furos como regiões especiais

No item 21, a norma define as regiões de estruturas que requerem atenções especiais devido ao seu funcionamento particular. Essas regiões são denominadas "Regiões especiais". Nesta sessão, a norma prescreve cuidados adicionais para as regiões de furos e aberturas.

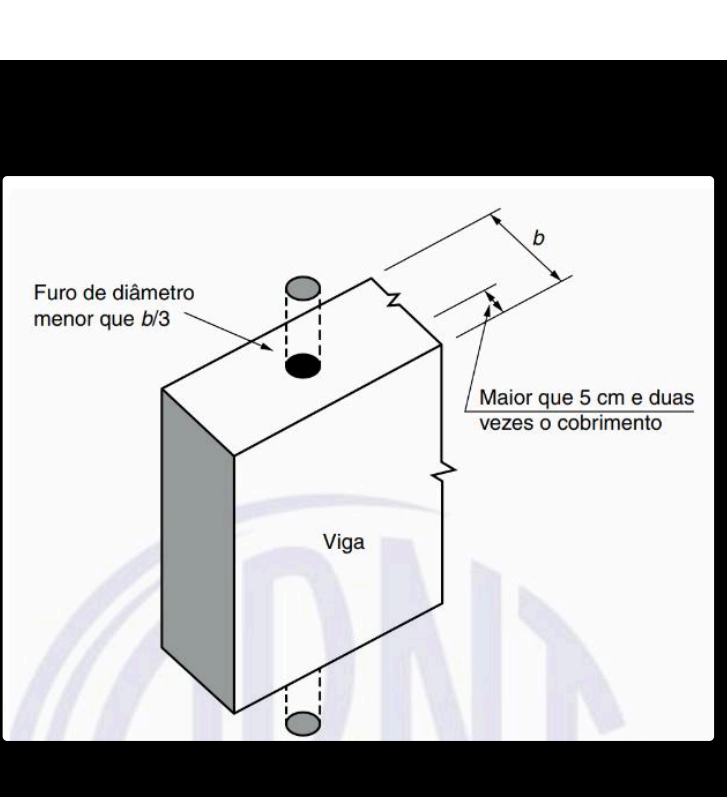
I – Furos em paredes e vigas-parede:

De acordo com a norma, "Quando as aberturas se localizarem em regiões pouco solicitadas e não modificarem significativamente o funcionamento do elemento estrutural, basta detalhar a armadura de compatibilização da abertura com o conjunto. Caso contrário, deve ser adotado um modelo específico de cálculo para o caso em questão, baseado, por exemplo, no método dos elementos finitos ou de bielas e tirantes (ver figura)".


h
Abertura
ℓ
a) Abertura considerada normal
h
Abertura
ℓ
b) Abertura considerada prejudicial

II – Furos na direção da altura das vigas:

a) O diâmetro deve ser inferior a 1/3 da largura da viga na região do furo.
b) Distância em relação à face mais próxima igual ou superior a 5 cm e duas vezes o cobrimento previsto nessa face.
c) Conjuntos de furos devem ser alinhados e a distância entre suas faces deve ser de no mínimo 5 cm ou o diâmetro do furo e cada intervalo deve conter pelo menos um estribo.
d) No caso de grupos de furos, é necessário ajustar os limites aplicados nos demais itens de forma a permitir o funcionamento adequado da peça.


Furo de diâmetro menor que b/3
b
Maior que 5 cm e duas vezes o cobrimento
Viga

III – Aberturas em lajes:

a) A seção do concreto remanescente da parte central ou sobre o apoio da laje deve ser capaz de equilibrar os esforços no estado-limite último, correspondente a essa seção sem aberturas.
b) As seções das armaduras interrompidas devem ser substituídas por seções equivalentes de reforço, devidamente ancoradas.
c) No caso de aberturas em regiões próximas a pilares, nas lajes lisas ou cogumelo, o modelo de cálculo deve prever o equilíbrio das forças cortantes atuantes nessas regiões.

3.3 Tubulações embutidas

Este é um tema muito delicado, uma vez que o embutimento de tubulações sem a verificação de critérios de segurança estrutural é um grande causador de patologias e pode expor a estrutura e as instalações do edifício a riscos irreparáveis.

A NBR6118:2023 define as restrições para o embutimento de canalizações em elementos estruturais a fim de garantir a segurança da estrutura. Dessa forma, a norma proíbe a aplicação de:

a) Canalizações sem isolamento adequado, quando destinadas à passagem de fluidos com temperatura que se afaste em mais de 15 °C da temperatura ambiente, a menos que seja realizada uma verificação específica do efeito da temperatura.

b) Canalizações destinadas a suportar pressões internas maiores que 0,3 MPa.
c) Canalizações embutidas em pilares de concreto, quer imersas no material ou em espaços vazios no interior do elemento estrutural, sem a existência de aberturas para drenagem.

4. Trabalho colaborativo e compatibilização

No contexto de projetos estruturais, a necessidade de coordenação entre disciplinas nunca foi tão crítica quanto no cenário atual, impulsionado pelo uso do BIM (Building Information Modeling).

O BIM não apenas possibilita a modelagem tridimensional dos elementos da construção, mas também cria uma plataforma integrada para a comunicação entre arquitetos, engenheiros civis, engenheiros de instalações, projetistas e demais envolvidos.

Quando se trata de furações em estruturas, a colaboração interdisciplinar é essencial para garantir a viabilidade técnica e a segurança da edificação. A ausência de diálogo entre projetistas pode resultar em interferências graves, retrabalhos e, em casos extremos, comprometimento da capacidade resistente dos elementos estruturais.

No ambiente BIM, a integração permite que o projetista estrutural visualize de forma antecipada as necessidades das demais disciplinas, como instalações elétricas, hidráulicas, HVAC e dados. Assim, é possível prever, negociar e dimensionar corretamente as furações, respeitando a integridade estrutural e otimizando o espaço.

Além disso, o trabalho colaborativo evita decisões unilaterais que podem ser prejudiciais. Por exemplo, um projetista de instalações que propõe uma passagem em uma região crítica da viga, sem a devida análise estrutural, pode criar riscos severos ao projeto.

Com processos bem definidos de comunicação e revisão de modelos no BIM, essas situações são detectadas precocemente, promovendo soluções integradas e seguras.

Adotar o trabalho colaborativo como prática não é apenas uma questão de eficiência — é uma exigência para quem busca qualidade, segurança e conformidade em projetos modernos. O engenheiro estrutural, ao interagir de forma ativa com as demais disciplinas no BIM, fortalece o valor técnico de sua entrega e contribui para o sucesso global do empreendimento.

Quer mais informações sobre os processos de compatibilização na construção civil? Confira o artigo abaixo publicado no Blog da AltoQi:

https://blog.altoqi.com.br/bim/os-processos-de-compatibilizacao-de-projetos-na-construcao-civil-e-o-bim

5. E se as furações não forem previstas?

A ausência de previsão adequada de furos em vigas e lajes durante a fase de projeto estrutural pode acarretar sérios comprometimentos ao desempenho da estrutura, além de gerar impactos negativos em termos de custo, durabilidade e segurança.

Comprometimento da resistência estrutural

A introdução de aberturas sem planejamento altera o caminho das forças internas, criando descontinuidades e concentração de tensões que reduzem a capacidade resistente do elemento. Em vigas, furos mal posicionados podem comprometer a resistência ao cisalhamento e à flexão; em lajes, afetam a capacidade de carga e a rigidez global.

Necessidade de intervenções corretivas

A falta de previsão leva à execução de furos improvisados durante a obra, demandando reforços estruturais adicionais, alteração de detalhes de armaduras ou, em casos extremos, demolição e reconstrução de elementos. Essas medidas resultam em atrasos no cronograma e aumento significativo dos custos.

Aceleração de processos patológicos

Furos executados de forma inadequada favorecem o aparecimento de fissuras e infiltrações, potencializando a corrosão das armaduras e a deterioração do concreto. Como consequência, há redução da vida útil da estrutura e necessidade de manutenções precoces.

Conflitos de projeto e execução

A falta de compatibilização prévia entre projetos estruturais e de instalações (elétricas, hidráulicas, climatização, entre outros) gera conflitos na obra, impactando a produtividade, a qualidade da execução e a conformidade técnica da edificação.

Risco à segurança e responsabilidade técnica

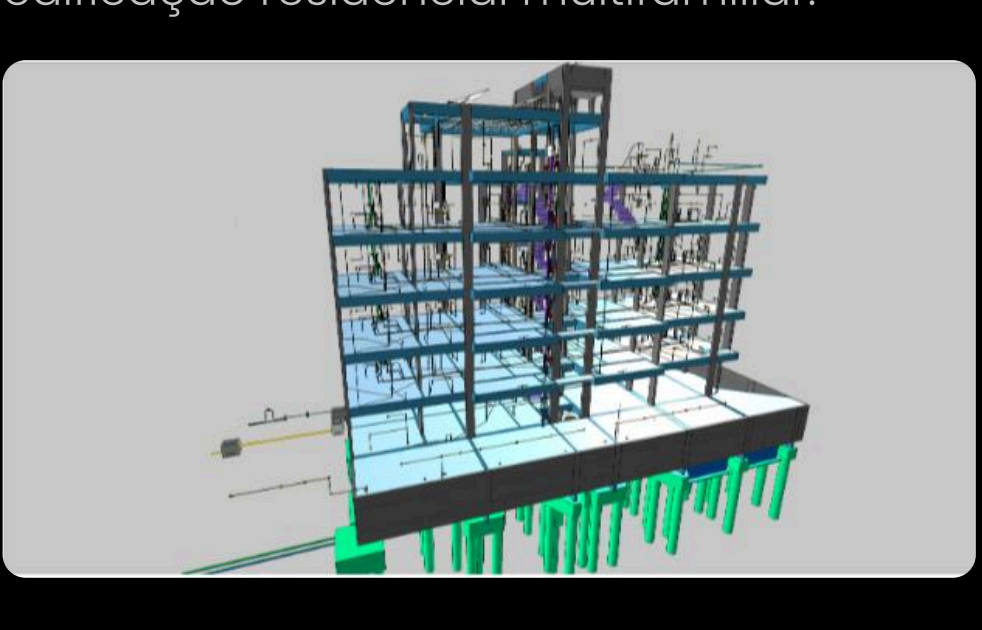
A integridade da estrutura pode ser severamente comprometida, elevando o risco de falhas estruturais. Tais ocorrências expõem os usuários a situações de perigo e geram implicações legais e éticas para o engenheiro projetista.

6. O impacto financeiro da previsão de furações no projeto

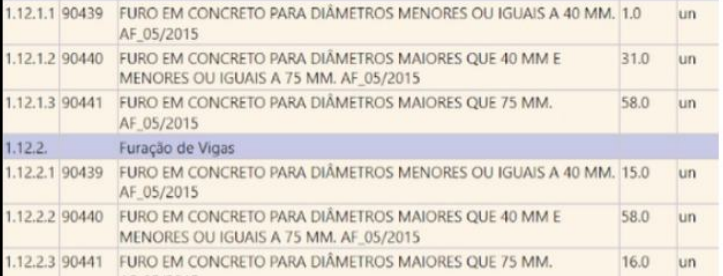
Além das questões de segurança, outro fator altamente impactado pela previsão de furos já na etapa do projeto estrutural é o custo de execução da obra.

Com os furos previstos na forma da estrutura, as aberturas podem ser criadas já no momento da concretagem, sem a necessidade de aplicação de uma extratora. Dessa forma, sem a previsão dos furos, cria-se um custo adicional para a execução da obra.

Realizamos um estudo de engenharia de valor usando o AltoQi Visus Cost Management para comparar o impacto dessa decisão na obra para uma edificação residencial multifamiliar.

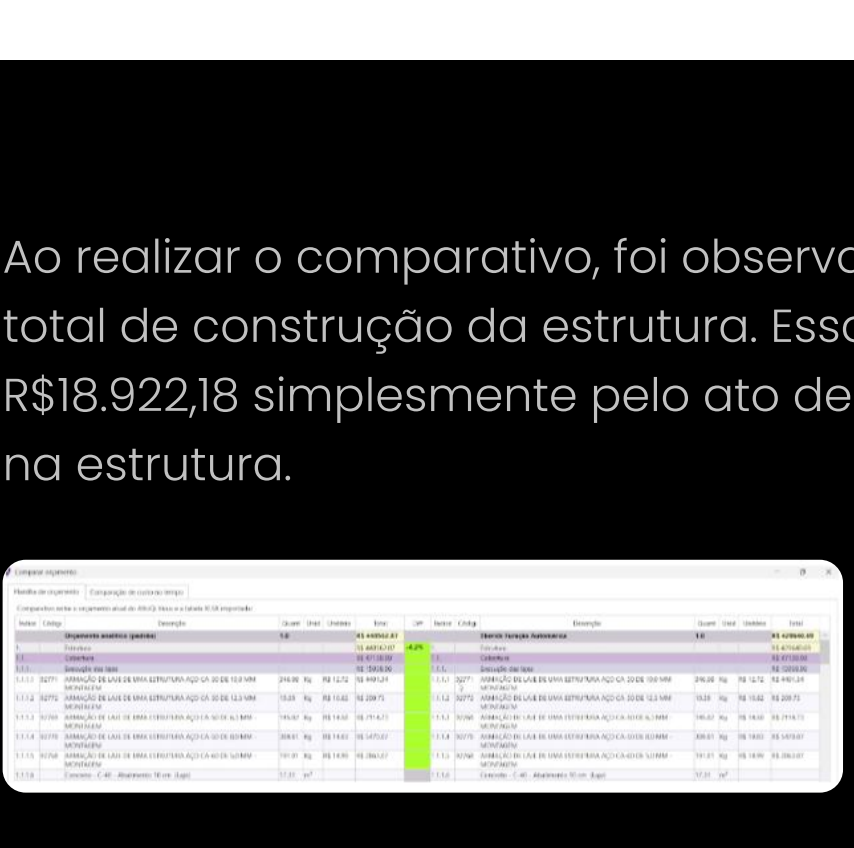


A estrutura foi modelada duas vezes: uma considerando a aplicação dos furos e outra sem a aplicação dos furos. Os modelos IFC criados e quantificados no AltoQi Eberick aplicando-se uma **propriedade personalizada** e importados no AltoQi Visus Cost Management, onde extraiu-se automaticamente os quantitativos a partir do modelo. Os dados foram então cruzados com o banco SINAPI para a obtenção da orçamentação.

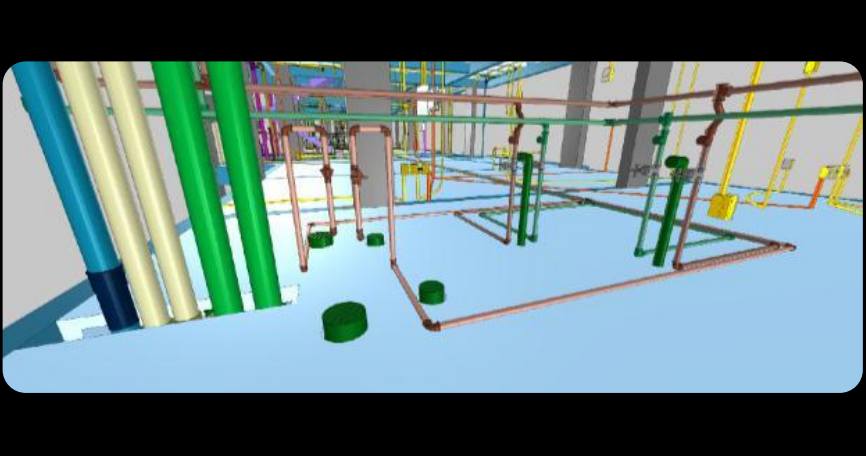


1.12.		Furação de Elementos		
1.12.1.		Furação de Lajes		
1.12.1.1	90439	FURO EM CONCRETO PARA DIÂMETROS MENORES OU IGUAIS A 40 MM. AF_05/2015	1.0	un
1.12.1.2	90440	FURO EM CONCRETO PARA DIÂMETROS MAIORES QUE 40 MM E MENORES OU IGUAIS A 75 MM. AF_05/2015	31.0	un
1.12.1.3	90441	FURO EM CONCRETO PARA DIÂMETROS MAIORES QUE 75 MM. AF_05/2015	58.0	un
1.12.2.		Furação de Vigas		
1.12.2.1	90439	FURO EM CONCRETO PARA DIÂMETROS MENORES OU IGUAIS A 40 MM. AF_05/2015	15.0	un
1.12.2.2	90440	FURO EM CONCRETO PARA DIÂMETROS MAIORES QUE 40 MM E MENORES OU IGUAIS A 75 MM. AF_05/2015	58.0	un
1.12.2.3	90441	FURO EM CONCRETO PARA DIÂMETROS MAIORES QUE 75 MM. AF_05/2015	16.0	un

Ao realizar o comparativo, foi observada uma redução de 4,2% no custo total de construção da estrutura. Essa razão representa uma redução de R$18.922,18 simplesmente pelo ato de compatibilizar-se e prever as furações na estrutura.



Com esse comparativo, podemos observar que, ao não prevermos os furos nos elementos no projeto estrutural, além de estarmos assumindo riscos à segurança e longevidade do edifício, também estamos aumentando os custos da obra.



7. O uso das soluções AltoQi na compatibilização dos projetos

Preparamos um material em vídeo mostrando como você pode usar as ferramentas do AltoQi Eberick para realizar a furação automática do seu projeto. Confira o material completo no link abaixo:

https://www.youtube.com/watch?v=RD_OTNLBPx8