CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

ELIELSON DE SOUZA GONÇALVES

A UTILIZAÇÃO DOS SOFTWARES TQS E CYPECARD NO CÁLCULO ESTRUTURAL

São Luís

2025

ELIELSON DE SOUZA GONÇALVES

A UTILIZAÇÃO DOS SOFTWARES TQS E CYPECARD NO CÁLCULO ESTRUTURAL

Trabalho apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Faculdade Edufor São Luís, como requisito para a obtenção da nota da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II.
Orientador: Prof. Me. Franklin Roosevelt do Ó
Coorientadora: Profa. Ma. Valdilea Ferreira Lopes

São Luís

2025

Sumário

INTRODUÇÃO **6**

1. CÁLCULO ESTRUTURAL: FUNDAMENTOS E NORMAS **8**

1.1. O CÁLCULO ESTRUTURAL NA ENGENHARIA CIVIL 8

1.2. MÉTODOS DE CÁLCULO ESTRUTURAL: MÉTODO DAS TENSÕES ADMISSÍVEIS, MÉTODO DOS ESTADOS LIMITES E NORMAS 9

1.3. O CÁLCULO ESTRUTURAL NA CONSTRUÇÃO CIVIL 10

1.4. SOFTWARES ESTRUTURAIS: PANORAMA GERAL E IMPORTÂNCIA 12

2. O SOFTWARE TQS NO CÁLCULO ESTRUTURAL **13**

3. O SOFTWARE CYPECAD NO CÁLCULO ESTRUTURAL **15**

4. COMPARATIVO ENTRE TQS E CYPECAD **18**

CONSIDERAÇÕES FINAIS **21**

REFERÊNCIAS **22**

Resumo

O cálculo estrutural é um dos pilares fundamentais da engenharia civil e depende diretamente de um dimensionamento adequado das edificações. Com o avanço da tecnologia, softwares estruturais como o TQS e o Cypecad tornaram-se ferramentas essenciais para engenheiros projetistas. Este trabalho tem como objetivo geral apresentar a aplicação dos softwares TQS e Cypecad no cálculo estrutural. Para isso, são abordados os fundamentos do cálculo estrutural, os métodos previstos nas normas técnicas e as principais funcionalidades dos softwares utilizados. Os resultados apontam que ambos são eficazes, cada um com abordagens específicas, e que seu uso consciente, aliado ao conhecimento técnico do engenheiro, é essencial para garantir projetos seguros, normativos e otimizados. A integração entre teoria e tecnologia se mostra essencial para a elaboração de projetos estruturais seguros, eficientes e em conformidade com as normas vigentes.

Palavras-chave: Cálculo estrutural. Software TQS. Software Cypecad. Tecnologia. Ferramenta.

Abstract

Structural analysis is one of the fundamental pillars of civil engineering and directly depends on the proper design and sizing of buildings. With the advancement of technology, structural software such as TQS and Cypecad has become essential tools for structural engineers. This study aims to present the application of TQS and Cypecad software in structural analysis. To this end, it addresses the fundamentals of structural design, the methods established by technical standards, and the main functionalities of the software used. The results show that both are effective, each with specific approaches, and that their conscious use, combined with the engineer's technical knowledge, is essential to ensure safe, code-compliant, and optimized projects. The integration between theory and technology proves to be essential for the development of safe, efficient, and standards-compliant structural designs.

Keywords: Structural analysis. TQS software. Cypecad software. Technology. Tool.

INTRODUÇÃO

A segurança das estruturas e sua estabilidade ao longo do tempo são preocupações fundamentais da engenharia civil. Para garantir o bom desempenho das edificações, é necessário o desenvolvimento de projetos estruturais bem elaborados, que considerem adequadamente os diferentes tipos de ações que atuam sobre as construções, como cargas permanentes, cargas variáveis e ações ambientais (FIGUEIRAS, 2008; ABNT, 2014). O cálculo estrutural, nesse sentido, representa uma área essencial da engenharia civil, voltada para o dimensionamento e a verificação da resistência e estabilidade dos elementos estruturais.

Com a evolução da tecnologia, os processos de cálculo passaram a incorporar ferramentas computacionais avançadas, como os softwares TQS e Cypecad, que têm contribuído significativamente para a automação, precisão e produtividade no desenvolvimento de projetos. Segundo Souza e Carvalho (2020), a introdução de softwares especializados trouxe mais eficiência e confiabilidade às análises estruturais, permitindo simulações mais próximas do comportamento real das edificações.

No Brasil, o TQS destaca-se por sua forte aderência às normas técnicas nacionais, especialmente na modelagem de estruturas em concreto armado e no detalhamento automático de armaduras (TQS INFORMÁTICA, 2021). O Cypecad, por sua vez, é amplamente reconhecido pela sua interface gráfica amigável, análise tridimensional e geração de relatórios completos, oferecendo ao engenheiro uma visão integrada da estrutura (CYPE SOFTWARE, 2020).

Contudo, é indispensável que o profissional mantenha domínio sobre os fundamentos teóricos do dimensionamento estrutural e interprete criticamente os resultados fornecidos pelos softwares. Como alertam Souza e Pinho (2016), a utilização dessas ferramentas exige julgamento técnico e responsabilidade profissional, para que sua aplicação resulte em projetos seguros e adequados às normas.

Diante desse panorama, o presente trabalho tem como objetivo geral apresentar a aplicação dos softwares TQS e Cypecad no cálculo estrutural. Além disso, busca-se demonstrar como essas ferramentas contribuem para o desenvolvimento de projetos compatíveis com as exigências normativas e com os padrões de qualidade requeridos pela engenharia civil contemporânea.

A relevância deste estudo justifica-se pela crescente demanda por profissionais que saibam aliar o conhecimento técnico ao uso apropriado de ferramentas computacionais, promovendo a integração entre teoria e prática e colaborando para a elaboração de projetos estruturais tecnicamente confiáveis e alinhados com as exigências da engenharia moderna, como destacam Pfeil (2003) e Andrade (2019).

1. CÁLCULO ESTRUTURAL: FUNDAMENTOS E NORMAS

1.1. O cálculo estrutural na engenharia civil

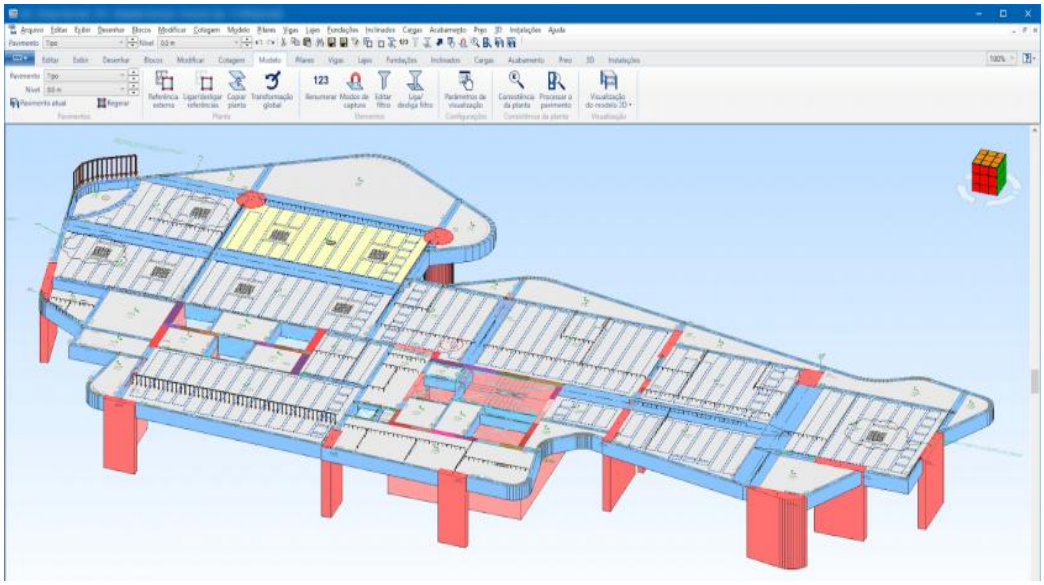
O cálculo estrutural é um dos pilares da engenharia civil, sendo responsável por garantir a estabilidade, a segurança e a durabilidade das edificações. Trata-se do conjunto de técnicas e métodos matemáticos que possibilitam a análise e o dimensionamento de elementos estruturais, com o objetivo de resistir às cargas atuantes sem comprometer a integridade da estrutura ao longo de sua vida útil (ANDRADE, 2019).

Na prática, o cálculo estrutural envolve etapas como a determinação das ações (cargas permanentes, variáveis, acidentais e ambientais), a modelagem da estrutura, a análise dos esforços internos (momentos fletores, esforços cortantes, forças normais), o dimensionamento dos elementos estruturais e a verificação dos estados limites, tanto últimos quanto de serviço. De acordo com Figueiras (2008), o engenheiro deve considerar os diferentes comportamentos dos materiais e os efeitos das ações combinadas, para que a estrutura projetada seja segura, funcional e economicamente viável.

Além disso, a aplicação correta do cálculo estrutural é essencial não apenas para evitar falhas, mas também para otimizar o uso dos materiais, contribuindo para a sustentabilidade da construção civil. Como observa Pfeil (2003), “a segurança estrutural deve ser garantida por meio de análises precisas, sem que isso implique em desperdícios ou superdimensionamentos que onerem desnecessariamente o projeto”.

O avanço tecnológico, aliado ao desenvolvimento de softwares especializados, contribuiu significativamente para a modernização dessa área, permitindo simulações mais próximas do comportamento real das estruturas e facilitando a aplicação dos métodos normativos em projetos cada vez mais complexos. Como demonstrado na Figura 1, esses softwares oferecem interfaces que permitem o desenvolvimento de modelos estruturais precisos, ampliando as possibilidades de análise e controle com maior eficiência e confiabilidade. Essa perspectiva é reforçada por Souza e Carvalho (2020), ao destacarem que a tecnologia tem ampliado as possibilidades de análise e controle estrutural com maior eficiência e confiabilidade.

Figura 1: Interface de software utilizado no cálculo estrutural



Fonte: IPOG. Conheça 8 softwares para cálculo estrutural que irão otimizar seu trabalho. 2023.

1.2. Métodos de cálculo estrutural: Método das tensões admissíveis, método dos estados limites e normas

Ao longo da evolução da engenharia estrutural, diferentes métodos de cálculo foram desenvolvidos para garantir que as edificações resistam de maneira segura aos esforços atuantes. No Brasil, os dois métodos mais utilizados atualmente são o Método das Tensões Admissíveis (MTA) e o Método dos Estados Limites (MEL).

O Método das Tensões Admissíveis, de natureza mais conservadora, baseia-se na aplicação de coeficientes de segurança diretamente sobre as tensões dos materiais, permitindo o dimensionamento a partir do comportamento elástico linear das estruturas. Esse método era amplamente utilizado até a década de 1990, especialmente por sua simplicidade e compatibilidade com cálculos manuais (FIGUEIREDO, 2011).

Por outro lado, o Método dos Estados Limites passou a ser adotado como padrão nas normas técnicas brasileiras, como a NBR 6118:2014 para concreto armado e a NBR 16868-1:2020 para cálculo estrutural. Esse método considera dois estados principais: o estado limite último (ELU), relacionado à ruptura ou colapso da

estrutura, e o estado limite de serviço (ELS), relacionado ao funcionamento adequado da edificação (ABNT, 2020).

De acordo com Souza e Pinho (2016), o MEL “permite uma abordagem mais realista do comportamento estrutural, integrando fatores como a variabilidade dos materiais, as combinações de carga e os efeitos de segunda ordem”. Além disso, esse método possibilita melhor aproveitamento dos materiais e uma maior aproximação entre a segurança teórica e a prática de projeto.

A utilização de softwares como o TQS e o Cypecad possibilita a aplicação do Método dos Estados Limites de forma automatizada, conforme os parâmetros definidos pelas normas brasileiras, tornando o processo mais preciso, ágil e confiável. No entanto, como destaca Pfeil (2003), “o domínio dos fundamentos teóricos continua sendo indispensável para a interpretação crítica dos resultados fornecidos pelos programas”.

1.3. O cálculo estrutural na construção civil

O cálculo estrutural é um sistema construtivo no qual as paredes têm função simultânea de vedação e de sustentação das cargas verticais e horizontais de uma edificação, dispensando a utilização de pilares e vigas convencionais. Essa técnica tem sido amplamente adotada no Brasil, principalmente em edificações de pequeno e médio porte, como conjuntos habitacionais e edifícios residenciais de até cinco pavimentos (BARROS; OLIVEIRA, 2007).

Esse sistema destaca-se por sua simplicidade executiva, racionalização de materiais e redução do tempo de obra, fatores que contribuem para a economia e eficiência do processo construtivo. Segundo Andrade (2019), “o cálculo estrutural apresenta vantagens como menor geração de resíduos, compatibilidade com métodos de pré-fabricação e melhor desempenho térmico e acústico”.

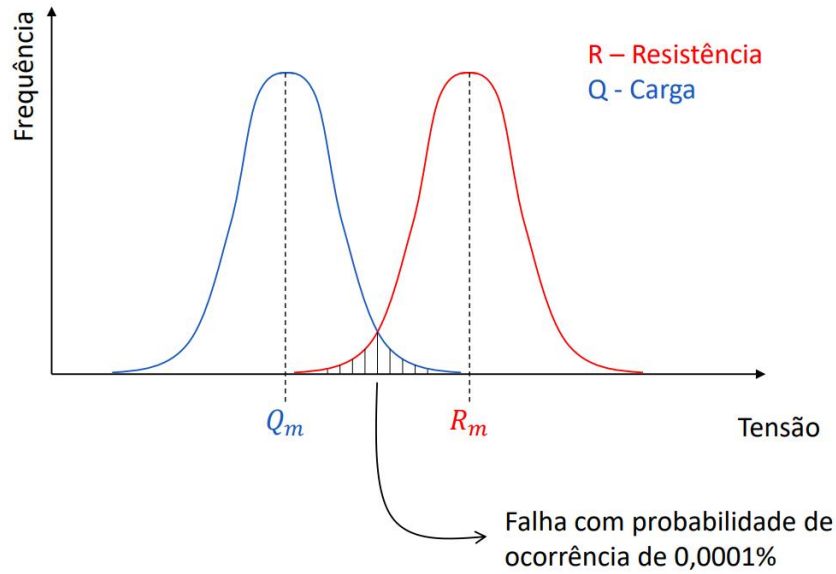
Contudo, para que a segurança e a durabilidade sejam garantidas, o dimensionamento das estruturas em alvenaria deve ser realizado com base em critérios técnicos rigorosos, respeitando os limites de resistência dos materiais e as exigências normativas. Nesse sentido, destaca-se a norma ABNT NBR 16868-1:2020,

que estabelece os requisitos para o projeto de cálculo estrutural, e a ABNT NBR 16868-2:2020, voltada aos ensaios dos blocos, argamassas e prismas.

O cálculo estrutural apresenta comportamento não linear e anisotrópico, o que exige a consideração de aspectos específicos, como o tipo e a resistência dos blocos, a qualidade da argamassa e a interação entre os elementos. De acordo com Cavalcanti e Holanda (2020), a análise da estrutura deve levar em conta o regime de fissuração, o posicionamento dos vãos, os apoios e a amarração dos blocos, além da compatibilidade com as deformações diferenciais.

A elaboração do projeto estrutural requer também a análise dos estados limites último (ELU) e de serviço (ELS), como preconiza a NBR 16868-1. O ELU garante a integridade estrutural e a resistência máxima da edificação, enquanto o ELS assegura que a estrutura mantenha condições adequadas de utilização, como ausência de fissuras visíveis, deformações excessivas ou perda de estabilidade. Como representado na Figura 2, essa abordagem considera a relação estatística entre resistência e carga, permitindo estimar a confiabilidade da estrutura e minimizar a probabilidade de falha.

Figura 2: Relação estatística entre resistência e carga em estruturas, ilustrando a confiabilidade estrutural e a probabilidade de falha segundo o Método dos Estados Limites.



Fonte: Adaptado de Lure Engenharia. *Método dos Estados Limites.* Disponível em: https://lureengenharia.com.br/metodo-dos-estados-limites/. Acesso em: 09 jul. 2025

Com o avanço da tecnologia, a elaboração do projeto estrutural tem sido incorporada aos principais softwares de cálculo estrutural, como o TQS e o Cypecad, permitindo modelagens mais precisas e verificações automatizadas de conformidade com as normas técnicas brasileiras. Esses programas possibilitam a simulação do comportamento das paredes estruturais, considerando carregamentos diversos e propriedades específicas dos materiais, o que contribui para o dimensionamento seguro e racional das edificações.

1.4. Softwares estruturais: panorama geral e importância

A evolução da tecnologia da informação impactou significativamente o setor da engenharia civil, especialmente no que diz respeito ao projeto e cálculo estrutural. Os softwares estruturais passaram a integrar o cotidiano dos escritórios de engenharia, permitindo análises mais precisas, automação de tarefas repetitivas e maior confiabilidade no dimensionamento das estruturas. Essas ferramentas, aliadas ao domínio teórico, conferem ao engenheiro maior produtividade, segurança e qualidade técnica no desenvolvimento dos projetos (SOUZA; PINHO, 2016).

Entre os benefícios mais evidentes proporcionados pelos softwares estruturais estão a redução do tempo de cálculo, a diminuição da ocorrência de erros humanos, e a possibilidade de simulação de múltiplos cenários de carregamento. De acordo com Pfeil (2003), “os programas computacionais representam um avanço expressivo na prática profissional, ao possibilitar uma aproximação entre os modelos teóricos e o comportamento real das estruturas”.

Dentre os principais programas utilizados no Brasil, destacam-se o TQS e o Cypecad, ambos amplamente aplicados ao projeto de estruturas de concreto armado e alvenaria. O TQS foi desenvolvido especificamente para o contexto normativo brasileiro, oferecendo recursos como modelagem automática, detalhamento de armaduras e verificação conforme a NBR 6118 e a NBR 16868. Já o Cypecad, de origem espanhola e com ampla aceitação no país, possui uma interface intuitiva e permite a análise tridimensional de edifícios, com compatibilidade com as normas técnicas nacionais (CYPE, 2020).

Ambos os softwares utilizam o Método dos Elementos Finitos (MEF) como base para suas análises. Esse método divide a estrutura em pequenos elementos

interligados, permitindo a resolução numérica de sistemas complexos com precisão superior à dos métodos tradicionais (FIGUEIRAS, 2008). Essa abordagem permite ao engenheiro visualizar a distribuição de esforços, deformações e tensões ao longo da estrutura com alto grau de detalhamento.

Entretanto, o uso dessas ferramentas exige conhecimento técnico aprofundado para a correta interpretação dos resultados. Como ressaltam Souza e Carvalho (2020), “a dependência exclusiva do software, sem o embasamento teórico adequado, pode levar a interpretações equivocadas e ao risco de projetos inseguros” alem do risco de transformar o engenhairo calculista em apenas um operador de softwere sem enteder os resultados obtidos.

Portanto, a integração entre os fundamentos da engenharia estrutural e o uso consciente dos recursos computacionais é essencial para garantir a eficácia, segurança e conformidade normativa dos projetos. A adoção dos softwares TQS e Cypecad representa uma resposta da engenharia civil às exigências por agilidade, precisão e normatização, especialmente em sistemas como o cálculo estrutural, cuja modelagem e verificação se beneficiam significativamente dessas tecnologias.

2. O SOFTWARE TQS NO CÁLCULO ESTRUTURAL

O TQS é um dos softwares estruturais mais amplamente utilizados no Brasil, especialmente em projetos de concreto armado e cálculo estrutural. Desenvolvido por uma empresa nacional, o sistema foi idealizado para atender às normas técnicas brasileiras, com especial destaque para a ABNT NBR 6118:2014 e ABNT NBR 16868:2020, possibilitando ao engenheiro projetar com segurança e conformidade técnica (TQS INFORMÁTICA, 2021).

Entre suas principais funcionalidades estão a modelagem automática da estrutura, o dimensionamento de elementos conforme os estados limites último e de serviço, o gerador de plantas e cortes estruturais, e o detalhamento automático de armaduras. O sistema também permite a análise de esforços internos, como momentos fletores, forças normais e cortantes, com visualização gráfica e numérica dos resultados.

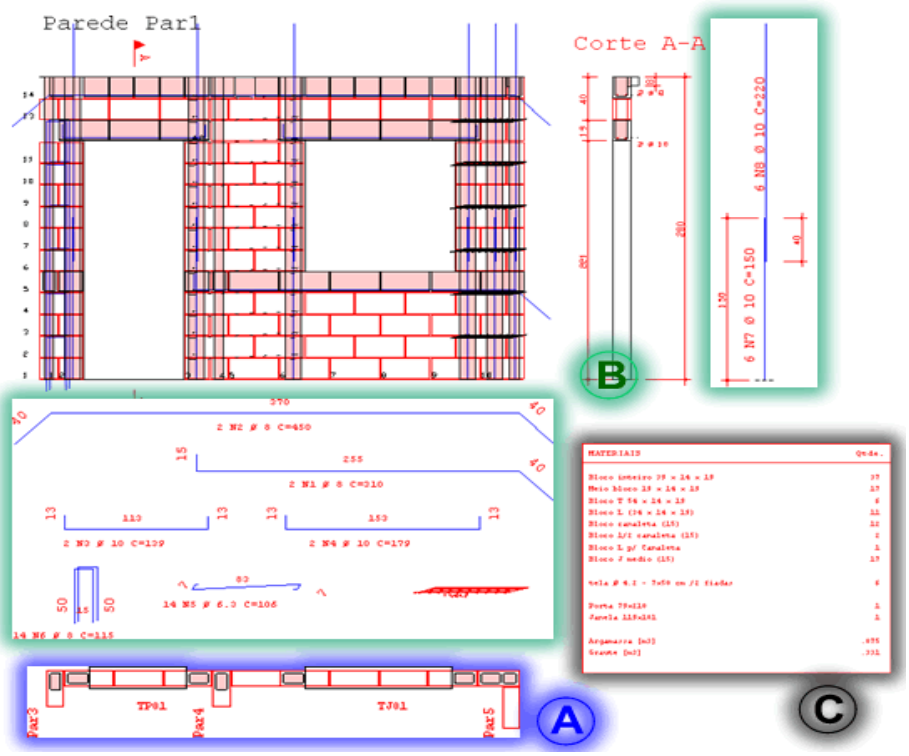
De acordo com Lima e Andrade (2019), “o TQS se destaca pela sua integração com os projetos arquitetônicos e pelo seu ambiente de trabalho voltado para o engenheiro projetista, facilitando o desenvolvimento completo do projeto estrutural dentro de uma única plataforma”.

O uso do TQS no dimensionamento de estruturas em cálculo estrutural oferece vantagens significativas, como a verificação automatizada dos requisitos normativos, a definição de tipos de blocos e argamassas conforme catálogos técnicos, e a análise de rigidez e estabilidade global da edificação. Além disso, o sistema permite a definição dos carregamentos atuantes com base nas combinações estabelecidas pela NBR 16868-1, garantindo a aderência ao método dos estados limites.

Durante a modelagem, o engenheiro pode inserir os dados arquitetônicos, definir os pavimentos, tipos de parede estrutural, aberturas, juntas de controle e elementos de fundação. O sistema então gera o modelo estrutural tridimensional e realiza as verificações automáticas. Segundo TQS Informática (2021), “o objetivo do sistema é permitir que o projetista foque nas decisões técnicas, enquanto o software realiza os cálculos de acordo com os parâmetros normativos definidos”.

Apesar de sua capacidade técnica avançada, é fundamental que o profissional mantenha domínio dos princípios teóricos do cálculo estrutural para interpretar corretamente os resultados obtidos no software. Como alertam Souza e Pinho (2016), o uso indiscriminado de softwares estruturais pode resultar em falhas no projeto quando o engenheiro não compreende os conceitos fundamentais que embasam os resultados apresentados. A Figura 2 ilustra um exemplo de modelagem estrutural em alvenaria realizado no TQS, com a visualização tridimensional dos elementos de parede e fundação, evidenciando a aplicação prática dos recursos computacionais no desenvolvimento de projetos estruturais.

Figura 2: Modelagem estrutural em alvenaria realizada no software TQS, com visualização tridimensional dos elementos de parede e fundação.



Fonte: TQS. *Alvenaria Estrutural – CAD/TQS 18.* Disponível em: https://www.tqs.com.br/v18/destaques/alvest.html. Acesso em: 09 jul. 2025.

O uso do TQS representa uma importante inovação na prática da engenharia civil brasileira, promovendo ganhos de produtividade e confiabilidade técnica. De acordo com Lima e Andrade (2019), o uso de ferramentas como o TQS representa um marco de inovação na prática do engenheiro civil, ao aliar tecnologia ao conhecimento técnico necessário para a elaboração de projetos de qualidade.

3. O SOFTWARE CYPECAD NO CÁLCULO ESTRUTURAL

O Cypecad é um software desenvolvido pela empresa espanhola CYPE Software, voltado para a análise e dimensionamento de estruturas de concreto armado, alvenaria, aço e mistas. Com ampla aceitação no Brasil, o programa vem sendo amplamente adotado por profissionais da engenharia civil por sua interface gráfica intuitiva, pela análise tridimensional de edifícios e pela compatibilidade com

normas técnicas brasileiras, como a ABNT NBR 6118:2014 e a NBR 16868:2020 (CYPE, 2020).

Uma das principais características do Cypecad é a modelagem espacial detalhada da estrutura, que permite ao engenheiro visualizar a distribuição de cargas e esforços em tempo real. O programa utiliza o Método dos Elementos Finitos (MEF) para realizar cálculos estruturais com maior precisão, considerando o comportamento global da edificação e suas interações (FIGUEIRAS, 2008).

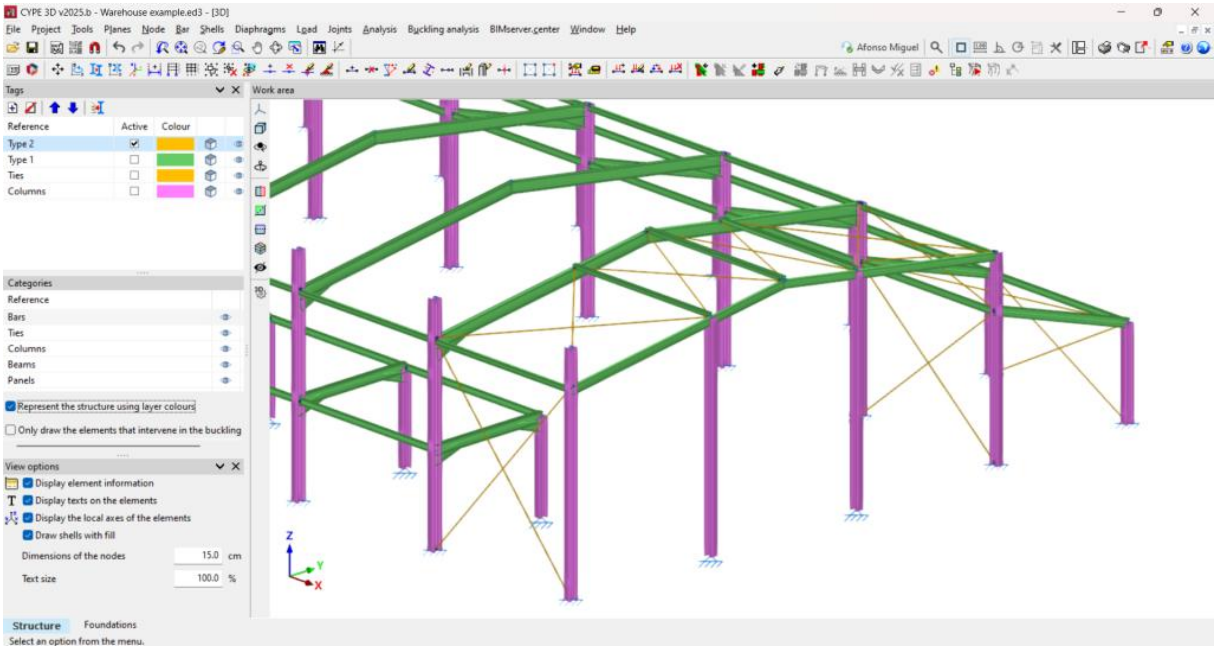
Segundo Souza e Pinho (2016), “o Cypecad oferece uma abordagem prática e segura para o dimensionamento estrutural, sendo especialmente eficaz na análise de estabilidade global e na detecção de falhas de projeto durante a etapa de modelagem”.

No contexto do cálculo estrutural, o Cypecad permite que o usuário defina as propriedades dos blocos, a espessura das paredes portantes, os vãos, as aberturas e as cargas atuantes. Além disso, o programa realiza a verificação automática das exigências normativas, identificando pontos críticos da estrutura e sugerindo reforços ou alterações no dimensionamento. Conforme descrito por Souza e Carvalho (2020), o Cypecad possibilita a configuração detalhada dos elementos estruturais, promovendo maior controle do projeto e confiabilidade nas decisões técnicas.

A ferramenta também permite gerar memoriais de cálculo, plantas de forma, armaduras e relatórios de verificação, o que facilita a documentação técnica e o acompanhamento da obra. De acordo com CYPE (2020), o software foi concebido para “integrar todas as fases do projeto estrutural, desde a concepção até a compatibilização com outros sistemas da edificação”.

Na Figura 8, é apresentado um exemplo de modelagem em cálculo estrutural utilizando o Cypecad, destacando a representação tridimensional da estrutura e a organização dos elementos de parede, lajes e fundações.

Figura 8: Modelagem estrutural tridimensional realizada no software Cypecad, com representação dos elementos de parede, lajes e fundações.



Fonte: CYPE. *CYPECAD – Software para cálculo estrutural.* Disponível em: https://info.cype.com/br/produto/cypecad/. Acesso em: 09 jul. 2025.

Assim como no caso do TQS, é fundamental que o engenheiro não se limite à utilização automatizada do Cypecad. O entendimento dos fundamentos do cálculo estrutural e das normas técnicas é indispensável para garantir a correta interpretação dos resultados, evitando erros de modelagem, dimensionamento ou incompatibilidades técnicas. Como alertam Souza e Carvalho (2020), o uso consciente dos softwares depende da “formação sólida do profissional e da compreensão crítica dos parâmetros adotados na modelagem”.

Em resumo, o Cypecad oferece ao engenheiro estrutural uma ferramenta poderosa e completa para o desenvolvimento de projetos em cálculo estrutural, associando precisão analítica, agilidade de modelagem e conformidade normativa, desde que utilizado com conhecimento técnico adequado e responsabilidade profissional (CYPE SOFTWARE, 2020; SOUZA; CARVALHO, 2020).

4. COMPARATIVO ENTRE TQS E CYPECAD

A utilização de softwares estruturais como o TQS e o Cypecad tornou-se uma prática consolidada entre profissionais da engenharia civil, especialmente na elaboração de projetos de estruturas em concreto armado. Ambas as ferramentas apresentam funcionalidades robustas, alinhadas às normas técnicas brasileiras, porém com características distintas quanto à modelagem, interface, flexibilidade e aplicação prática (LIMA; ANDRADE, 2019).

O TQS, desenvolvido no Brasil, apresenta uma integração direta com os parâmetros da ABNT, destacando-se pela automatização do dimensionamento e pela produção detalhada de desenhos técnicos, como plantas, cortes, tabelas de ferragem e memoriais de cálculo. Seu ambiente de trabalho é voltado para o engenheiro projetista, o que facilita a compatibilização entre o projeto arquitetônico e o estrutural. Segundo TQS Informática (2021), “o sistema foi desenvolvido para atender à realidade dos escritórios brasileiros, integrando os elementos normativos e os requisitos de produção técnica do projeto”.

Por outro lado, o Cypecad apresenta uma abordagem mais visual e interativa, com foco em modelagem tridimensional e análise global das estruturas, permitindo uma leitura gráfica clara dos esforços e deformações. De acordo com CYPE (2020), o programa “foi projetado para oferecer ao usuário uma experiência visual mais completa, aliando modelagem 3D e cálculos baseados no Método dos Elementos Finitos”. Essa característica o torna especialmente eficiente em projetos que exigem a compreensão do comportamento espacial da estrutura.

Na Tabela 1, é apresentada uma comparação resumida entre as principais funcionalidades dos dois softwares.

Tabela 1 – Comparativo entre os softwares TQS e Cypecad

Critério	TQS	Cypecad
Origem	Nacional (Brasil)	Internacional (Espanha)
Interface	Técnica e detalhada	Gráfica e intuitiva
Modelagem	Baseada em plantas e cortes	Tridimensional com visualização em tempo real
Verificação Normativa	ABNT NBR 6118 e NBR 16868	ABNT NBR 6118 e NBR 16868
Tipo de Estrutura	Concreto armado (foco principal)	Concreto, alvenaria, aço e mistas

Fonte: Elaborado pelo autor com base em TQS Informática (2021) e CYPE Software (2020).

Do ponto de vista da precisão técnica, ambos os softwares permitem a aplicação do Método dos Estados Limites (MEL) conforme as exigências da NBR 16868-1, garantindo segurança e desempenho estrutural. O TQS tende a ser preferido para projetos com forte integração entre cálculo e documentação técnica, enquanto o Cypecad se destaca em projetos que exigem maior controle visual e análise espacial detalhada (SOUZA; PINHO, 2016).

Em termos de aprendizado, o TQS pode exigir maior familiaridade com o ambiente técnico de detalhamento, enquanto o Cypecad apresenta uma curva de aprendizado mais amigável para quem já possui conhecimento prévio em modelagem tridimensional (LIMA; ANDRADE, 2019).

Ainda assim, como alertam Souza e Carvalho (2020), “nenhum software substitui o conhecimento técnico e a responsabilidade do engenheiro no entendimento dos modelos estruturais”. O uso consciente dessas ferramentas exige formação sólida em cálculo estrutural e interpretação crítica dos resultados.

Segundo Braghini Jr. (2012), a escolha do software para cálculo estrutural deve considerar o tipo de obra, a complexidade da estrutura, o nível de detalhamento

necessário e o conhecimento técnico do profissional. Nesse contexto, tanto o TQS quanto o Cypecad são ferramentas que, quando utilizadas de forma integrada ao conhecimento teórico da engenharia, podem se complementar e contribuir significativamente para a segurança, eficiência e qualidade dos projetos estruturais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo mostrar a utilização dos softwares TQS e Cypecad no cálculo estrutural. Ao longo do estudo, foram abordados os fundamentos teóricos da área, as normas técnicas brasileiras pertinentes e as principais aplicações dessas ferramentas computacionais, amplamente utilizadas na engenharia civil.

Verificou-se que tanto o TQS quanto o Cypecad são compatíveis com as normas da ABNT NBR 6118:2014 e ABNT NBR 16868:2020, permitindo a modelagem, análise e dimensionamento de estruturas com segurança, precisão e eficiência. O TQS destacou-se pela integração com o detalhamento técnico e sua compatibilidade com o fluxo de trabalho do engenheiro projetista. Já o Cypecad apresentou vantagens no que diz respeito à modelagem tridimensional, à visualização gráfica dos esforços e à análise global da estabilidade estrutural.

A comparação entre os dois softwares evidenciou que, embora possuam abordagens distintas, ambos são eficazes no desenvolvimento de projetos estruturais em alvenaria. O TQS mostra-se mais apropriado para obras que exigem uma documentação completa e compatível com o projeto arquitetônico, enquanto o Cypecad é mais indicado para análises complexas que demandam representação espacial e interação entre os elementos estruturais.

Constatou-se, no entanto, que a eficiência no uso dessas ferramentas está diretamente relacionada ao domínio técnico do profissional. O uso automatizado sem embasamento adequado pode gerar falhas de interpretação, modelagens incorretas e riscos à segurança estrutural. Conforme salientam Souza e Carvalho (2020), o domínio dos fundamentos do cálculo estrutural continua sendo essencial, mesmo com o avanço das tecnologias computacionais.

Conclui-se, portanto, que a integração entre o conhecimento técnico e o uso adequado dos recursos oferecidos por softwares como o TQS e o Cypecad é indispensável para a elaboração de projetos estruturais seguros, eficientes e alinhados às demandas atuais, alem da necessidade evidente de tantos os profissionais com longa experiência como recém-formados estarem sempre atualizado aos recursos computacionais desenvolvidos para à área da engenharia civil.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, S. A. *Comportamento estrutural da alvenaria: teoria e prática de dimensionamento*. São Paulo: Blucher, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. *NBR 6118:2014 – Projeto de estruturas de concreto – Procedimento*. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. *NBR 16868-1:2020 – Cálculo estrutural – Parte 1: Projeto*. Rio de Janeiro, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. *NBR 16868-2:2020 – Cálculo estrutural – Parte 2: Métodos de ensaio dos blocos, prismas e argamassas*. Rio de Janeiro, 2020.

BARROS, M. H. F. M.; OLIVEIRA, L. A. *Cálculo estrutural: materiais, projeto e execução*. São Paulo: PINI, 2007.

BRAGHINI JR., A. *Concreto armado: eu te amo. Vol. 1: Fundamentos*. 3. ed. São Paulo: PINI, 2012.

CAVALCANTI, J. P. R.; HOLANDA, A. L. R. de. *Construção racionalizada com cálculo estrutural*. João Pessoa: UFPB, 2020.

CYPE SOFTWARE. *Manual técnico do Cypecad*. Alicante: CYPE, 2020. Disponível em: https://info.cype.com. Acesso em: 3 jul. 2025.

FIGUEIRAS, J. A. *Análise estrutural: fundamentos e aplicações*. São Paulo: LTC, 2008.

FIGUEIREDO, A. D. *Introdução ao cálculo estrutural*. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

LIMA, J. P.; ANDRADE, E. M. Ensino de softwares estruturais na graduação em engenharia civil: análise de instituições públicas brasileiras. *Cadernos de Ensino, Pesquisa e Extensão*, v. 5, n. 1, p. 45–55, 2019.

OLIVEIRA, F. M. de; COSTA, R. S. *Análise comparativa entre os softwares TQS e Cypecad aplicados ao projeto de estruturas de concreto armado*. In: *ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL*, 2021. Anais [...]. *(Substitua pelo link real caso tenha acessado)*.

PFEIL, W. *Segurança das estruturas: conceitos e critérios*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

SOUZA, R.; CARVALHO, M. Formação e atuação do engenheiro calculista no Brasil: competências e desafios contemporâneos. In: *CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA ESTRUTURAL*. Anais [...]. São Paulo: ABECE, 2020.

SOUZA, R.; PINHO, F. M. O uso de softwares no projeto estrutural: vantagens, riscos e recomendações. *Revista Engenharia Civil em Debate*, v. 5, n. 1, p. 12–25, 2016.

TQS INFORMÁTICA. *Manual do sistema TQS*. São Paulo: TQS, 2021. Disponível em: https://www.tqs.com.br. Acesso em: 3 jul. 2025.