

ANÁLISE ESTRUTURAL DO LABORATÓRIO DE CROMATOGRAFIA DA UFC UTILIZANDO O SOFTWARE TQS

Renato Oliveira Silva

Discente – Centro Universitário Unifametro - Unifametro

renato.silva04@aluno.unifametro.edu.br

Área Temática: Gestão, Tecnologia, Inovação e Sustentabilidade na Construção Civil

Área de Conhecimento: Ciências Tecnológicas

Encontro Científico: XIII Encontro de Iniciação à Pesquisa

RESUMO

Introdução: A análise estrutural de edificações é etapa fundamental para garantir segurança, funcionalidade e durabilidade às construções, especialmente em ambientes laboratoriais que demandam elevados padrões de confiabilidade. **Objetivo:** Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo desenvolver a modelagem e o projeto estrutural do Laboratório de Cromatografia da Universidade Federal do Ceará (UFC), utilizando o software TQS como ferramenta principal de análise. **Metodologia:** A metodologia adotada consistiu na análise do projeto arquitetônico, definição do sistema estrutural mais adequado, modelagem computacional no TQS, análise das cargas permanentes e variáveis e dimensionamento dos elementos estruturais de concreto armado conforme as normas técnicas brasileiras. **Resultados:** Os resultados obtidos compreendem a geração do modelo estrutural detalhado, incluindo a verificação de esforços, deslocamentos e dimensionamento dos elementos. A análise realizada evidencia a aplicabilidade e a eficiência do TQS na elaboração de projetos estruturais, destacando sua precisão na verificação de parâmetros de segurança e desempenho estrutural. **Considerações finais:** Como considerações finais, ressalta-se que o uso de ferramentas computacionais de modelagem estrutural, aliado à aplicação rigorosa das normas técnicas, contribui de forma significativa para a qualidade e confiabilidade de projetos de edificações, apontando ainda possibilidades de futuras pesquisas voltadas à comparação de diferentes softwares e métodos de análise estrutural.

Palavras-chave: Estruturas de concreto; Projeto estrutural; TQS; Modelagem estrutural.

INTRODUÇÃO

A análise estrutural constitui etapa fundamental no processo de concepção e desenvolvimento de projetos de edificações, uma vez que garante segurança, estabilidade e desempenho adequado às construções. Em especial, edificações laboratoriais, como é o caso do Laboratório de Cromatografia da Universidade Federal do Ceará (UFC), demandam atenção especial em seu dimensionamento estrutural, considerando não apenas os carregamentos usuais previstos pelas normas, mas também a confiabilidade necessária ao funcionamento de ambientes destinados à pesquisa científica.

Com o avanço das tecnologias aplicadas à engenharia civil, os softwares de modelagem estrutural passaram a ocupar papel central no desenvolvimento de projetos, proporcionando maior precisão na análise de esforços e no dimensionamento de elementos estruturais. Dentre essas ferramentas, destaca-se o TQS, amplamente utilizado no Brasil para a análise e projeto de estruturas de concreto armado, em conformidade com as diretrizes da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). O programa possibilita a simulação detalhada da estrutura, a aplicação de diferentes combinações de carregamentos e a verificação do desempenho dos elementos estruturais de acordo com as prescrições normativas.

No contexto nacional, a normatização técnica estabelece critérios rigorosos para a elaboração de projetos estruturais. A NBR 6118:2023 – Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento, dispõe sobre as diretrizes para o dimensionamento e detalhamento de elementos de concreto armado. A NBR 6120:2019 – Ações para o Cálculo de Estruturas de Edificações, define as cargas permanentes e acidentais a serem consideradas no projeto. A NBR 8681:2003 – Ações e Segurança nas Estruturas estabelece os critérios de combinações de ações, enquanto a NBR 6123:1988 – Forças Devidas ao Vento em Edificações, regulamenta os efeitos dinâmicos do vento em estruturas. O cumprimento rigoroso dessas normas assegura que o projeto estrutural atenda aos requisitos de segurança e desempenho estabelecidos.

A relevância deste estudo está em demonstrar a aplicabilidade prática da modelagem estrutural computacional na elaboração de projetos de edificações, garantindo que a estrutura do Laboratório de Cromatografia da UFC atenda aos requisitos de segurança, funcionalidade e durabilidade. Diante desse contexto, o presente trabalho tem como objetivo desenvolver a modelagem e o projeto estrutural do Laboratório de Cromatografia da UFC, utilizando o software TQS como ferramenta de análise, em conformidade com as normas brasileiras vigentes.

METODOLOGIA

O desenvolvimento deste trabalho foi realizado a partir da modelagem e do dimensionamento estrutural do Laboratório de Cromatografia da Universidade Federal do Ceará (UFC), utilizando o software TQS como principal ferramenta de análise. A metodologia adotada foi organizada em etapas sequenciais, de forma a garantir processo bem definidos em conformidade com as normas brasileiras vigentes aplicáveis às estruturas de concreto armado.

Inicialmente, procedeu-se a análise do projeto arquitetônico fornecido, contemplando as características gerais e específicas da edificação. Essa etapa possibilitou a

identificação dos elementos a serem modelados, além da análise preliminar da compatibilidade entre a concepção arquitetônica e as soluções estruturais adotadas.

Na sequência, definiu-se o sistema estrutural a ser utilizado, optando-se pelo concreto armado em virtude de sua ampla aplicação em edificações, da relação custo-benefício e da adequação às exigências de desempenho e durabilidade. A escolha do sistema considerou ainda critérios de resistência, segurança e facilidade construtiva.

Com base nesses parâmetros, procedeu-se à modelagem estrutural no software TQS, contemplando a definição dos elementos estruturais principais, tais como pilares, vigas e lajes. Foram definidos também os parâmetros dos materiais empregados, incluindo a classe do concreto, o tipo de aço para armaduras e os cobrimentos mínimos, em conformidade com a NBR 6118:2023.

A etapa seguinte consistiu na definição das ações atuantes sobre a edificação, de modo que, as cargas permanentes e variáveis foram determinadas de acordo com a NBR 6120:2019 e para a consideração dos efeitos do vento, adotaram-se as prescrições da NBR 6123:1988. As combinações de ações foram realizadas conforme a NBR 8681:2003 - Ações e seguranças nas estruturas - Procedimento, assegurando o atendimento às condições de estados limites últimos (ELU) e de serviço (ELS).

Posteriormente, procedeu-se ao dimensionamento estrutural automatizado pelo TQS, de forma que, permitiu-se a análise dos esforços solicitantes, dos deslocamentos e da fissuração das peças estruturais, possibilitando ajustes nas seções dos elementos sempre que necessário para atender aos critérios de segurança e desempenho previstos na NBR 6118:2023.

A análise dos resultados incluiu a avaliação da estabilidade global da edificação, o controle de flechas em lajes e vigas, bem como a verificação da capacidade resistente dos pilares, de maneira que, todos os parâmetros foram comparados com os limites normativos, assegurando a conformidade do projeto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sistema estrutural definido para o Laboratório de Cromatografia da Universidade Federal do Ceará (UFC) foi concebido em concreto armado, constituído por pilares, vigas e lajes. Essa configuração foi escolhida por sua ampla aplicabilidade em edificações. Para a solução de laje, optou-se pela utilização de lajes treliçadas unidirecionais do tipo H10 e H12, com blocos de enchimento em EPS (poliestireno expandido). Essa escolha buscou aliar desempenho estrutural e racionalização construtiva, uma vez que o uso do EPS contribui para

a redução do peso próprio da estrutura, além de facilitar o processo executivo no canteiro de obras.

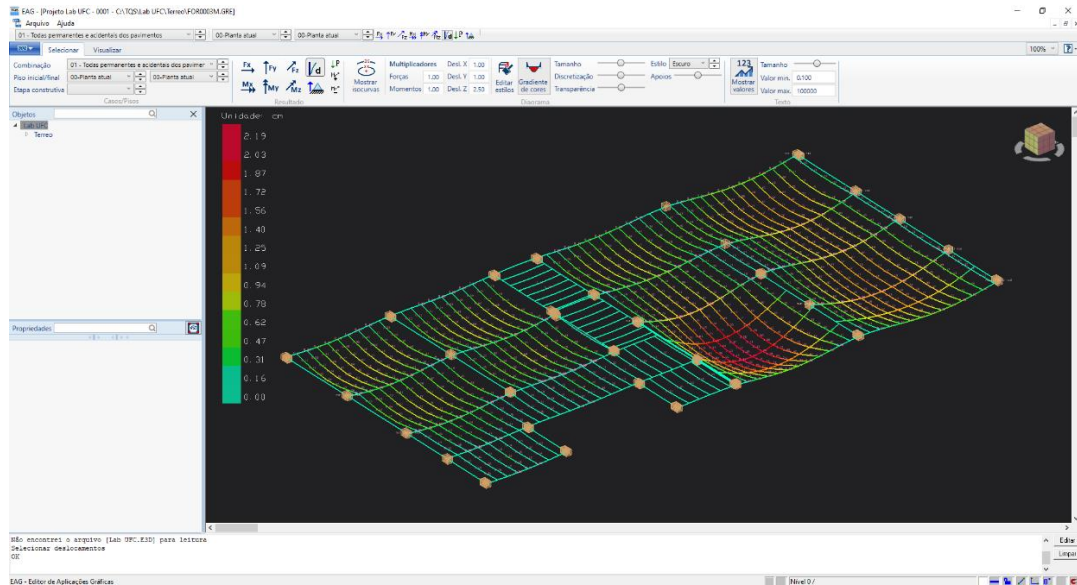
Os parâmetros de projeto seguiram as prescrições da NBR 6118:2023, sendo adotado concreto com FCK (Feature Compression Know) de 25 MPa para todas as peças estruturais A Classe de Agressividade Ambiental (CAA) considerada foi a II – Moderada – Urbana, condizente com o local de implantação da edificação. Em função dessa condição, definiu-se o cobrimento nominal de 3 cm para os elementos estruturais, assegurando durabilidade adequada frente às ações do meio.

Na etapa de modelagem, os carregamentos aplicados foram definidos em conformidade com a NBR 6120:2019. Para as lajes, considerou-se o valor de 0,10 tf/m² referente às cargas permanentes, além de 0,20 tf/m² como cargas acidentais, representativas das condições de utilização previstas para o ambiente. Tais ações, somadas ao peso próprio dos elementos estruturais, foram inseridas no software para análise automatizada do modelo estrutural. No que se refere às ações do vento, os cálculos foram realizados segundo os critérios da NBR 6123:2023, considerando o Coeficiente de Arrasto igual a 1,00 para todas as direções de vento analisadas (0°, 90°, 180° e 270°).

Os resultados apresentados foram obtidos a partir da análise de grelha linear realizada no software TQS, metodologia que permite a representação adequada do comportamento das lajes unidirecionais ao considerar a distribuição dos esforços entre os apoios e elementos de borda. Esse recurso possibilitou a determinação precisa das flechas, momentos fletores e esforços cortantes, assegurando maior confiabilidade na avaliação do desempenho estrutural e fornecendo subsídios consistentes para o dimensionamento e eventual otimização do sistema adotado.

Conforme demonstrado na figura 1, a análise das deformações revelou que a flecha máxima em laje foi de 2,18 cm, valor no qual há possibilidades de correções para garantir a rigidez e segurança da peça estrutural, mas, que pode causar desconforto visual para quem a observar. A maioria dos painéis analisados estiveram em conformidade com a NBR 6118:2023, a qual estabelece como limite o valor correspondente a L/250, tomando-se o menor comprimento do vão. Em apenas uma das lajes verificou-se diferença de 0,29 cm acima do limite normativo. Essa situação pode ser resolvida tecnicamente por meio da utilização de laje treliçada do tipo H12 de maneira a aumentar a inércia da peça estrutural, garantindo o atendimento aos critérios de desempenho exigidos.

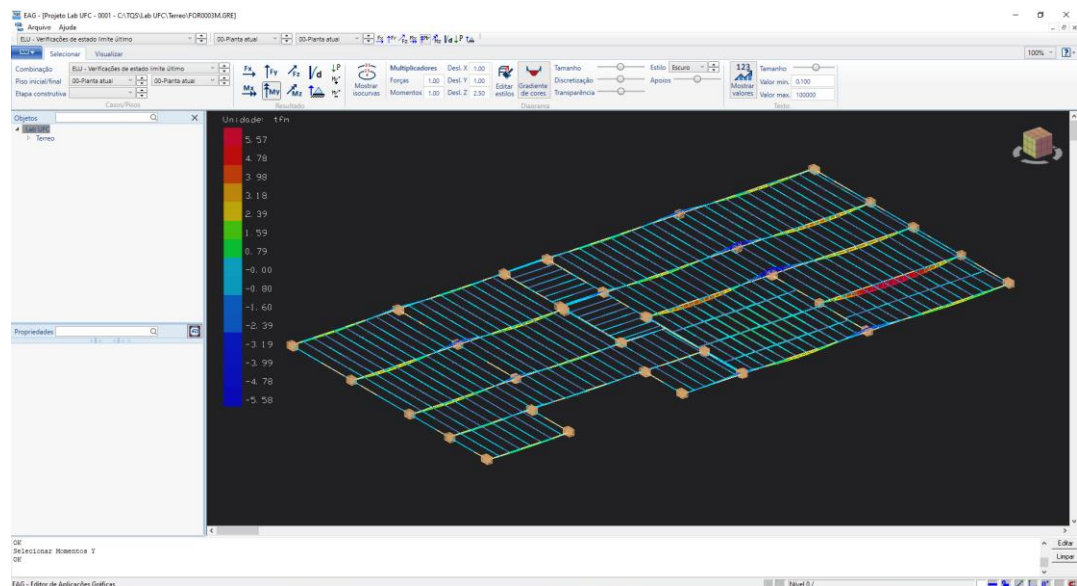
Figura 1: Análise de flechas na grelha linear.



Fonte: Imagem do software TQS com intervenção do autor.

Conforme apresentado na figura 2, os resultados da análise estrutural indicaram valores máximos de momentos fletores e esforços cortantes relevantes para o dimensionamento das vigas. O momento fletor negativo máximo encontrado foi de $-5,58 \text{ tf}\cdot\text{m}$, enquanto o momento fletor positivo máximo foi de $5,56 \text{ tf}\cdot\text{m}$. Já os esforços cortantes apresentaram valores de $-5,75 \text{ tf}$ para a cortante máxima negativa e $4,62 \text{ tf}$ para a cortante máxima positiva. Esses resultados demonstram a consistência do modelo desenvolvido, possibilitando a verificação adequada da resistência das vigas frente às solicitações previstas e subsidiando o dimensionamento seguro dos elementos estruturais.

Figura 2: Análise de momento fletor na grelha linear.



Fonte: Imagem do software TQS com intervenção do autor.

Por fim, no que se refere à estabilidade global, a análise do pórtico espacial demonstrou deslocamentos reduzidos em todas as direções, resultado diretamente relacionado ao bom número de travamentos presentes na estrutura. De acordo com os dados demonstrado na tabela 01, as características do estudo realizado contribuíram para a rigidez geral do sistema e assegurou o adequado comportamento do conjunto frente às ações horizontais, garantindo que a edificação não apresentasse problemas de instabilidade global, excessiva sensibilidade a deslocamentos laterais ou aos esforços solicitantes.

Tabela 01: Resumo de resultados referentes a flechas, esforços solicitantes e pórtico.

Parâmetro analisado	Valor obtido	Limite normativo NBR 6118:2023	Conformidade	Observação técnica
Flecha máxima em laje	2,18 cm	$L/250$ ($\approx 1,89$ cm para $L=4,72$ m)	Parcial	Apenas uma laje ultrapassou em 0,29 cm; corrigível com aumento de espessura, inserção de laje treliçada tipo H12 ou aplicação de contra flecha
Momento fletor máximo negativo	-5,58 tf·m	Verificação por dimensionamento	Conforme	Atende ao dimensionamento de vigas
Momento fletor máximo positivo	5,56 tf·m	Verificação por dimensionamento	Conforme	Atende ao dimensionamento de vigas
Cortante máxima negativa	-5,75 tf	Verificação por dimensionamento	Conforme	Dimensionamento compatível com seções adotadas
Cortante máxima positiva	4,62 tf	Verificação por dimensionamento	Conforme	Dimensionamento compatível com seções adotadas
Deslocamentos globais (pórtico espacial)	Reduzidos	Limite de estabilidade global (NBR 6118)	Conforme	Estrutura rígida devido a bom número de travamentos

Fonte: Tabela resumo elaborada pelo autor.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo desenvolve a modelagem e o projeto estrutural do Laboratório de Cromatografia da Universidade Federal do Ceará (UFC) em concreto armado, utilizando o software TQS como ferramenta de análise. Os resultados obtidos demonstram que a estrutura

proposta apresenta desempenho adequado frente às ações previstas, atendendo de forma geral às exigências normativas de segurança, estabilidade e funcionalidade.

A análise de grelha linear permitiu a avaliação precisa das deformações em lajes, dos esforços fletores em vigas e das forças cortantes atuantes, evidenciando a confiabilidade do processo de dimensionamento. Assim, os resultados obtidos confirmam a viabilidade do sistema estrutural adotado, evidenciando que, com ajustes pontuais em lajes específicas, a estrutura atende aos requisitos normativos de segurança, estabilidade e funcionalidade previstos para edificações em concreto armado.

Verificou-se que a maior parte das lajes atende ao critério de deformações estabelecido pela NBR 6118:2023, sendo necessária apenas a adoção de ajustes pontuais, como aumento de espessura ou aplicação de contra flecha, para garantir plena conformidade em um dos painéis analisados. Além disso, o estudo confirma a estabilidade global da edificação, assegurada pela configuração do pórtico espacial e pelo adequado número de travamentos distribuídos na estrutura.

Conclui-se que a utilização de ferramentas computacionais, aliada ao rigor normativo, representa um avanço significativo para a elaboração de projetos estruturais, contribuindo para a segurança, durabilidade e viabilidade técnica das edificações acadêmicas.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118:2023 – Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2023.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6120:2019 – Ações para o Cálculo de Estruturas de Edificações**. Rio de Janeiro, 2019.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6123:2023 – Forças Devidas ao Vento em Edificações**. Rio de Janeiro, 1988.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8681:2003 – Ações e Segurança nas Estruturas – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2003.

TQS INFORMÁTICA. **Site oficial TQS**. Disponível em: <https://www.tqs.com.br/>. Acesso em: 15 set. 2025.

TQS INFORMÁTICA. **TQS Docs – Documentação Técnica**. Disponível em: <https://docs.tqs.com.br/>. Acesso em: 15 set. 2025.