

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO AUMENTO DE SOBRECARGA EM SOBRADO RESIDENCIAL DECORRENTES DA MUDANÇA DE USO PARA CLÍNICA ODONTOLÓGICA NO DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL**ASSESSMENT OF THE INFLUENCE OF INCREASED LOAD IN A RESIDENTIAL TWO-STORY HOUSE RESULTING FROM A CHANGE OF USE TO A DENTAL CLINIC ON STRUCTURAL DESIGN****EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL AUMENTO DE CARGA EN UNA CASA RESIDENCIAL DE DOS PISOS COMO CONSECUENCIA DE UN CAMBIO DE USO A CLÍNICA DENTAL EN EL DISEÑO ESTRUCTURAL**<https://doi.org/10.56238/ERR01v10n6-073>**Daiane Rosa Martins**

Graduando em Engenharia Civil

Instituição: Universidade São Judas Tadeus (USJT)

E-mail: martins_daiane@hotmail.com

Hillary Alves da Silva

Graduando em Engenharia Civil

Instituição: Universidade São Judas Tadeus (USJT)

E-mail: hillaryasilva.contato@gmail.com

RESUMO

O presente artigo investiga os efeitos do aumento de sobrecarga decorrente da mudança de uso de um sobrado residencial para uma clínica odontológica, avaliando suas implicações no dimensionamento estrutural. Mudanças de uso podem elevar significativamente as cargas variáveis previstas no projeto original, influenciando o desempenho e a segurança da edificação existente. Para analisar esse cenário, foram desenvolvidos dois modelos no software TQS: um representando a estrutura na configuração residencial e outro adaptado às demandas funcionais e normativas de uma clínica odontológica. As ações permanentes, variáveis e pontuais foram definidas conforme as normas atuais. A comparação entre os modelos considerou esforços fletores, cortantes e deslocamentos das lajes nos estados limites últimos (ELU) e de serviço (ELS). Os resultados evidenciaram aumentos relevantes em vigas e lajes submetidas especialmente nas regiões sujeitas a cargas pontuais de equipamentos odontológicos, evidenciando a necessidade de reavaliação estrutural e eventual reforço. O estudo reforça a importância de análises detalhadas em processos de mudança de uso.

Palavras-chave: Sobrecarga. Segurança das Edificações. Mudança de Uso. Dimensionamento Estrutural. Cargas Atuantes.

ABSTRACT

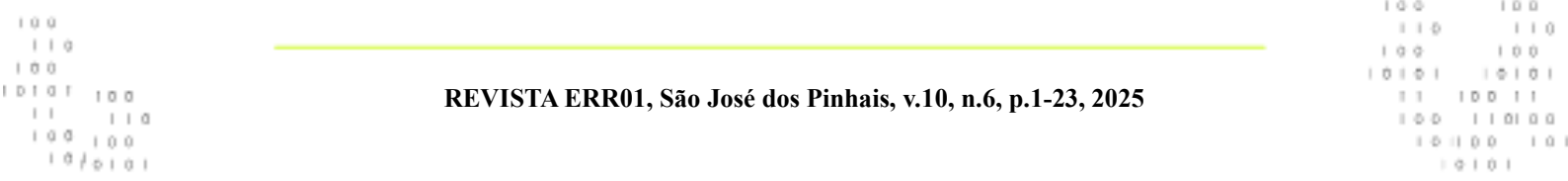
This article investigates the effects of increased overload resulting from the change of use of a residential two-story building into a dental clinic, evaluating its implications for structural design. Changes of use can significantly increase the variable loads foreseen in the original design, influencing the performance and safety of the existing building. To analyze this scenario, two models were developed in the TQS software: one representing the structure in the residential configuration and another adapted to the functional and regulatory demands of a dental clinic. Permanent, variable, and point loads were defined according to current standards. The comparison between the models considered bending, shear, and slab displacements in the ultimate limit state (ULS) and serviceability limit state (SLS). The results showed significant increases in beams and slabs, especially in regions subjected to point loads from dental equipment, highlighting the need for structural reassessment and possible reinforcement. The study reinforces the importance of detailed analyses in change-of-use processes.

Keywords: Overload. Building Safety. Change of Use. Structural Design. Acting Loads.

RESUMEN

Este artículo investiga los efectos del aumento de sobrecarga resultante del cambio de uso de un edificio residencial de dos plantas a una clínica dental, evaluando sus implicaciones para el diseño estructural. Los cambios de uso pueden incrementar significativamente las cargas variables previstas en el diseño original, lo que influye en el rendimiento y la seguridad del edificio existente. Para analizar este escenario, se desarrollaron dos modelos en el software TQS: uno que representa la estructura en la configuración residencial y otro adaptado a las exigencias funcionales y normativas de una clínica dental. Se definieron cargas permanentes, variables y puntuales según la normativa vigente. La comparación entre los modelos consideró flexión, cortante y desplazamientos de losa en el estado límite último (ELU) y el estado límite de servicio (ELS). Los resultados mostraron aumentos significativos en vigas y losas, especialmente en las zonas sometidas a cargas puntuales de los equipos dentales, lo que pone de relieve la necesidad de una reevaluación estructural y un posible refuerzo. El estudio refuerza la importancia de los análisis detallados en los procesos de cambio de uso.

Palabras clave: Sobrecarga. Seguridad del Edificio. Cambio de Uso. Diseño Estructural. Cargas Actuantes.



1 INTRODUÇÃO

A crescente demanda por adaptações em edificações existentes, motivada por mudanças no uso original das construções, tem se tornado uma realidade frequente. De acordo com Pereira, Fernandes e Yoshikawa (2022) ao converter uma edificação residencial para uso comercial ou institucional, é indispensável verificar se a estrutura existente suporta os novos carregamentos, sob risco de comprometer sua integridade estrutural.

Compreender as condições em que a edificação se encontra é fundamental para identificar e solucionar possíveis problemas. A realização de um diagnóstico minucioso do estado de conservação permite avaliar o potencial de reaproveitamento da estrutura existente. Para um diagnóstico eficaz a vistoria é a primeira etapa, sendo essencial observar todos os elementos do edifício, como fissuras, infiltrações, desníveis e deformações nas estruturas, junto com o levantamento de dados do empreendimento como plantas originais e levantamentos cadastrais etc. (BORGES et al., 2023)

No contexto normativo brasileiro, a mudança de uso impõe novos desafios. A NBR 6120 - Ações para o cálculo de estruturas de edificações (ABNT, 2019) define ações variáveis significativamente maiores para edificações comerciais, em comparação com residenciais, o que pode aumentar de maneira expressiva a sobrecarga sobre lajes e vigas. Aliado a isso, a ABNT NBR 6118 - Projeto de estruturas de concreto (ABNT,2023) exige que o projeto e verificação estruturais considerem tais ações de forma rigorosa. Sem a reavaliação segundo esses parâmetros, há risco de subdimensionamento estrutural ou de falha por não conformidade normativa.

Para realizar essa verificação de forma precisa, o software TQS, por exemplo, integra tecnologia e engenharia para analisar lajes, vigas, pilares e fundações conforme os critérios das normas, garantindo precisão, segurança e produtividade no processo de cálculo. (CHAVES et al., 2024)

Além disso, reforçar uma estrutura existente somente pode ser bem projetado a partir de uma análise técnica rigorosa: Silva et al. (2022) destacam que o reforço de concreto armado depende de um diagnóstico completo, e Moura (2013) já observou que muitos reforços são mal dimensionados justamente por falta de cálculo adequado.

Diante dessas considerações, surge a necessidade de investigar de forma objetiva se as estruturas originalmente projetadas para uso residencial permanecem adequadas quando submetidas às solicitações decorrentes de um uso comercial. Assim, este estudo busca responder à seguinte questão: o aumento de sobrecarga decorrente da mudança de uso de residência para clínica odontológica compromete o dimensionamento e o desempenho estrutural de lajes e vigas existentes? Para isso, adota-se uma abordagem comparativa por meio de modelagem estrutural no software TQS, analisando esforços internos, deslocamentos e verificações normativas.

2 OBJETIVO GERAL E OBJETIVOS ESPECÍFICOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Este artigo tem como objetivo avaliar, por meio de simulações estruturais no software TQS, o impacto do aumento de sobrecarga decorrente da mudança de uso de uma edificação residencial para clínica odontológica. Identificando as implicações no dimensionamento de lajes e vigas de acordo com a ABNT NBR 6118 e ABNT NBR 6120.

2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- a) Identificar as cargas permanentes e variáveis conforme a ABNT NBR 6120 para usos residencial e comercial;
- b) Simular o comportamento estrutural de um modelo residencial e de sua versão adaptada para clínica odontológica no software TQS;
- c) Comparar os resultados de esforços e dimensionamento entre as duas situações de uso;
- d) Propor diretrizes de reforço estrutural quando identificada a necessidade de adequação normativa.

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 CONCEITOS DE CARGAS ATUANTES NAS ESTRUTURAS.

As cargas atuantes correspondem às ações que incidem sobre uma estrutura ao longo de sua vida útil, influenciando diretamente seu dimensionamento e desempenho. De acordo com a ABNT NBR 6118, as ações são classificadas em permanentes, representadas pelo peso próprio e por elementos fixos, e variáveis ou acidentais, relacionadas ao uso, ocupação e fenômenos ambientais. A correta consideração dessas cargas garante a estabilidade e o bom desempenho da edificação. (SILVA, 2025)

Conforme a ABNT NBR 6120, as ações permanentes apresentam valores praticamente constantes no tempo ou variações reduzidas em torno de uma média ao longo da vida útil da edificação. Incluem-se nessa categoria o peso próprio da estrutura, revestimentos, elementos construtivos fixos, equipamentos permanentes e ações provenientes do empuxo do solo quando consideradas não removíveis. (ABNT, 2019)

Por sua vez, as ações variáveis, de acordo com o que dispõe a ABNT NBR 6120, são aquelas cujos valores característicos apresentam variações significativas ao longo do tempo, oscilando de maneira expressiva em torno de um valor médio. Essas ações possuem uma probabilidade de 25% a 35% de serem ultrapassadas de forma desfavorável em um período de 50 anos, o que equivale a um período médio de retorno entre 117 e 174 anos, respectivamente. Considerando a probabilidade de ocorrência durante a vida útil da edificação, as ações variáveis são classificadas como normais ou

especiais. Entre os principais exemplos, destacam-se as ações provenientes do uso e ocupação da edificação, atuantes sobre pisos, coberturas, guarda-corpos, parapeitos e divisórias móveis, bem como as forças devidas à ação do vento e às variações de temperatura. (ABNT,2019)

A NBR 6120 ABNT (2019) disponibiliza através de tabelas valores característicos nominais das cargas variáveis, distribuídas de acordo com o local. Conforme podemos ver na tabela 1 e 2, temos as indicações das cargas uniformemente distribuídas de edifícios residenciais e de edifícios comerciais:

Tabela 1 - Valores característicos nominais das cargas variáveis

Local		Carga uniformemente distribuída kN/m ²	Carga concentrada kN
Edifícios residenciais	Dormitórios	1,5	–
	Sala, copa, cozinha	1,5	–
	Sanitários	1,5	–
	Dispensa, área de serviço e lavanderia	2	–
	Quadras esportivas	5 ^a	–
	Salão de festas, salão de jogos	3 ^a	–
	Áreas de uso comum	3 ^a	–
	Academia	3 ^a	–
	Forro acessíveis apenas para manutenção e sem estoque de materiais	0,1 ^{a,r}	–
	Sótão	2 ^a	–
	Corredores dentro de unidades autônomas	1,5	–
	Corredores de uso comum	3	–
	Depósitos	3	–
	Áreas técnicas (ver item nesta Tabela)		
Jardins (ver item nesta Tabela)			

Fonte: ABNT (2019, Tabela 10)

Tabela 2 - Valores característicos nominais das cargas variáveis

Local		Carga uniformemente distribuída kN/m ²	Carga concentrada kN
Edifícios comerciais, corporativos e de escritórios	Salas de uso geral e sanitários	2,5	–
	Regiões de arquivos deslizantes	5	–
	Call center	3	–
	Corredores dentro de unidades autônomas	2,5	–
	Corredores de uso comum	3	–
	Áreas técnicas (ver item nesta Tabela)		
	Jardins (ver item nesta Tabela)		

Fonte: ABNT (2019, Tabela 10)



Com base nessas classificações, verifica-se que a mudança de uso de uma edificação originalmente residencial para atividade comercial pode resultar em acréscimo significativo das cargas atuantes, impactando diretamente os esforços solicitantes em lajes, vigas e pilares. Por essa razão, a avaliação prévia das ações previstas em norma é indispensável para assegurar a integridade estrutural durante e após a mudança de uso.

3.2 DIMENSIONAMENTO ESTRUTURAL E SEGURANÇA

Espera-se que uma estrutura de concreto armado atenda aos requisitos de segurança, funcionalidade e estética diante das ações e influências ambientais ao longo de sua vida útil. Desde a década de quarenta a valorização imobiliária levou à adaptação de edifícios fabris para novos usos, muitas vezes sem redução dos carregamentos. Diante do alto custo e do tempo demandado para construir novas obras, a avaliação estrutural passou a ser uma alternativa viável para verificar a segurança e o reaproveitamento de estruturas existentes. (OLIVEIRA E JUNIOR, 2007)

O reforço de estruturas de concreto armado tem sido amplamente investigado por diversos pesquisadores, uma vez que a manutenção e recuperação estrutural permitem prolongar a vida útil das edificações. Além disso, tais intervenções se mostram especialmente vantajosas em construções de valor histórico, configurando-se como alternativa viável à demolição e reconstrução completa do edifício. (SILVA et al., 2022)

É importante destacar que muitos contratantes de serviços de recuperação estrutural consideram desnecessária a realização do cálculo da estrutura, esquecendo-se de que apenas por meio dele é possível definir e executar adequadamente o reforço necessário. (MOURA, 2013)

A segurança de uma estrutura é fundamental para os profissionais da construção civil, principalmente para os responsáveis pelo projeto estrutural. Isso ocorre porque o colapso de uma estrutura representa uma situação extremamente perigosa, envolvendo vidas humanas e perdas financeiras consideráveis devido a danos materiais. Todas as estruturas envolvem 2 aspectos principais, o primeiro e mais importante é que uma estrutura não pode alcançar a ruptura nunca e o segundo é em relação ao conforto das pessoas na utilização das edificações. A ABNT NBR 6118, trata estes dois aspectos da segurança através do Estados-Limites, que são os limites que as estruturas não devem ultrapassar. O Estado-Limite Último refere-se a segurança contra o colapso e os Estados-Limites de Serviço refere-se a segurança dos usuários na utilização da estrutura. (BASTOS,2023)

3.3 DEFINIÇÃO DE ELU E ELS

3.3.1 Estados-Limites Últimos (ELU)

A definição de ELU segundo a ABNT NBR 6118 “Estado -limite relacionado ao colapso, ou qualquer outra forma de ruína estrutural, que determine a paralisação do uso a estrutura.”. (ABNT,2023)

3.3.2 Estados-Limites de Serviço (ELS)

Segundo a ABNT NBR 8681 - Ações e segurança nas estruturas (ABNT,2025) “estados -limites relacionado ao conforto dos usuários, à durabilidade, ao aspecto e à utilização adequada das estruturas, em relação aos usuários, às máquinas e os equipamentos suportados por ela, bem como aos componentes não estruturais.” É a definição de ELS.

4 MÉTODO

A metodologia adotada neste estudo fundamenta-se em uma abordagem comparativa e baseada em simulações estruturais realizada no software TQS, versão 25.0 (2025). O objetivo foi avaliar os impactos estruturais decorrentes da mudança de uso de uma edificação residencial para uma clínica odontológica, verificando o atendimento aos critérios normativos das ABNT NBR 6118, ABNT NBR 6120 e ABNT NBR 8681.

Selecionamos os elementos vigas e lajes por representarem os parâmetros mais sensíveis ao aumento de sobrecarga gerado pelo novo uso. As vigas atuam como principais responsáveis pela redistribuição das ações internas, enquanto as lajes apresentam comportamento diretamente relacionado ao desempenho em serviço, sobretudo quanto às deformações verticais.

4.1 DESCRIÇÃO GERAL DA SIMULAÇÃO

Dois modelos independentes foram gerados no TQS, mantendo-se idênticas todas as características geométricas e materiais, de modo que a única variável modificada fosse o carregamento:

- modelo Residencial Original – cargas permanentes e variáveis definidas conforme ABNT NBR 6120 para edificações residenciais;
- modelo Adaptado para Clínica Odontológica – mesmas dimensões estruturais;
- sobrecargas variáveis alteradas para valores comerciais de serviços de saúde, conforme Tabela 2 da ABNT NBR 6120;
- inclusão de cargas pontuais de equipamentos odontológicos.

O foco da avaliação foi o pavimento superior, onde ocorre o acréscimo significativo de carregamentos. Elementos como fundações e laje de cobertura não foram incluídos na comparação, pois não sofreram modificações capazes de alterar o comportamento estrutural.

4.2 CRITÉRIOS DE MODELAGEM NO TQS

A modelagem estrutural foi desenvolvida no TQS V25, utilizando o modelo integrado de análise e dimensionamento, no qual o processamento global, a geração da malha de elementos finitos e o cálculo das solicitações são realizados de forma unificada.

4.2.1 Materiais e propriedades adotadas

- Concreto: $f_{ck} = 25$ MPa, módulo de elasticidade definido conforme ABNT NBR 6118.
- Aço: CA-50 (barras longitudinais) e CA-60 (estribos e armaduras transversais).
- Peso específico do concreto, coeficiente de Poisson e parâmetros reológicos (que descrevem o comportamento de fluxo e deformação de um material), conforme banco de dados padrão do TQS.

4.2.2 Configuração geométrica

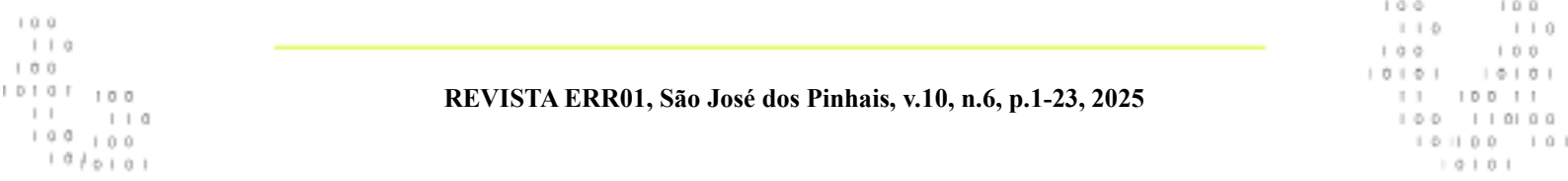
- Lajes: maciças, espessura 8 cm, discretizadas pelo método dos elementos finitos.
- Tamanho da malha: gerada automaticamente pelo software, com elementos aproximados de 0,35 m, com refinamento automático próximo às bordas e linhas de apoio.
- Pé-direito: 2,70 m.
- Altura total da edificação: 5,40 m.
- Área construída: 90,02 m².

4.2.3 Critérios estruturais e vínculos

- As lajes foram consideradas engastadas nas vigas perimetrais, garantindo continuidade entre elementos.
- As vigas foram modeladas como elementos lineares rígidos nos encontros com pilares.
- O peso próprio foi gerado automaticamente pelo TQS, integrado às cargas permanentes.

4.2.4 Combinações de ações (ABNT NBR 8681)

- ELU: combinações fundamentais normais, com aplicação automática dos coeficientes de ponderação das ações.



- ELS: combinação quase-permanente, utilizada para avaliação das flechas das lajes.

4.2.5 Coeficientes de segurança (ABNT NBR 6118)

- $\gamma_c = 1,40$ - coeficiente de ponderação do concreto em ELU.
- $\gamma_s = 1,15$ - coeficiente de ponderação do aço.
- $\gamma_f = 1,40$ - majoração dos esforços para combinações de ELU, conforme configuração padrão do TQS V25.

Esses coeficientes e parâmetros correspondem às definições normativas para estruturas de concreto armado e são aplicados automaticamente pela configuração padrão do TQS, garantindo compatibilidade entre a análise estrutural e os critérios da ABNT NBR 6118.

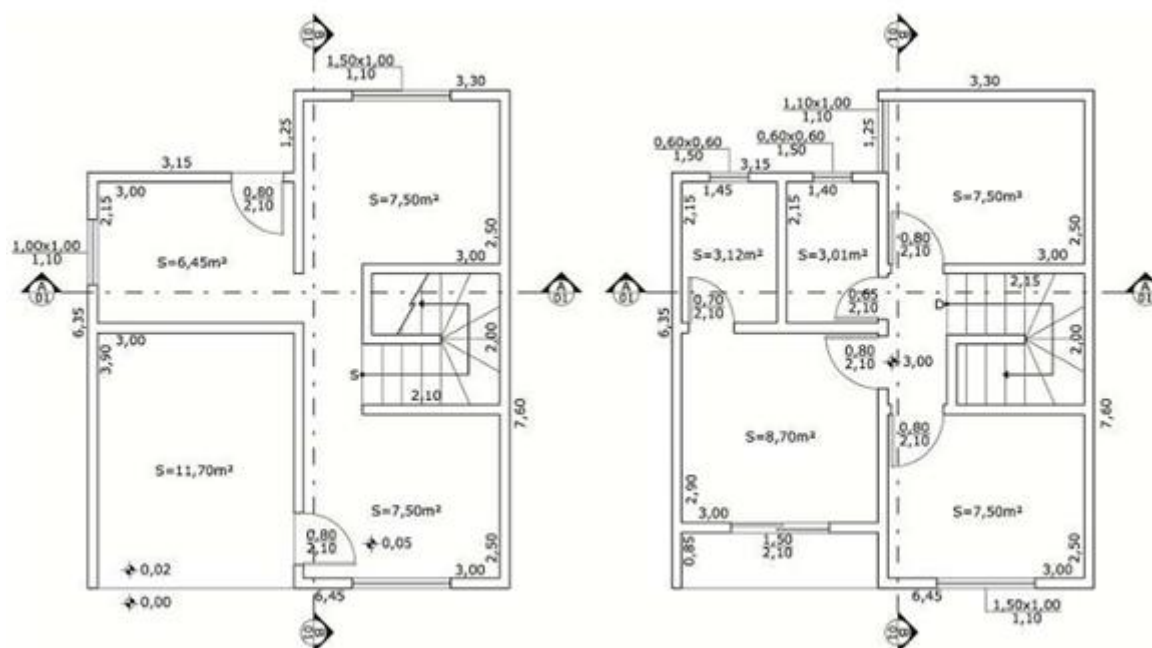
4.3 PLANTA ARQUITETÔNICA RESIDENCIAL ADOTADA (TREINAMENTO TQS)

Figura 1 - Planta de layout – Modelo Residencial



Fonte: TQS AG Treinamento (2025)

Figura 2 - Planta executiva estrutural – Modelo Residencial



Fonte: TQS AG Treinamento (2025)

4.4 ADAPTAÇÃO ARQUITETÔNICA PARA USO CLÍNICO (RDC 50/2002)

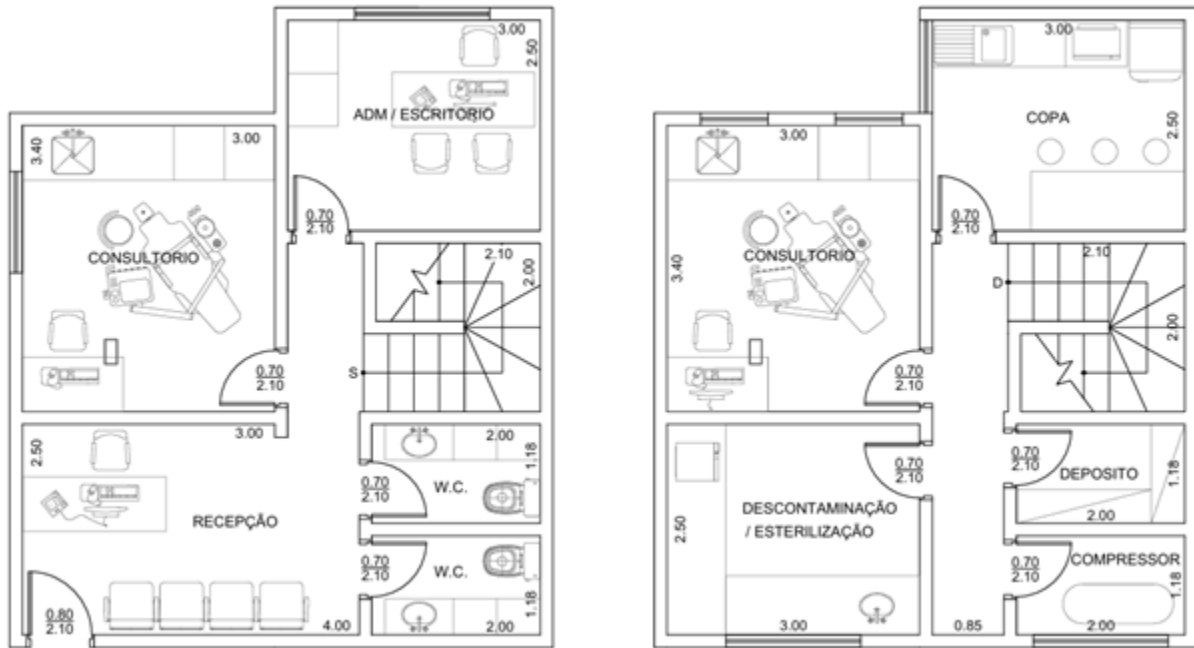
A planta utilizada para o modelo da clínica odontológica figura 3 foi elaborada pelas autoras com base nos requisitos mínimos da RDC nº 50/2002 (ANVISA) e Instrução normativa nº 03, de 15 de dezembro de 2014.

A adaptação considerou:

- dimensões mínimas de consultórios e circulação;
- áreas técnicas obrigatórias (esterilização, compressor, copa, depósito);
- setorização conforme legislação sanitária.

A planta não corresponde a um projeto real, mas constitui uma adaptação arquitetônica fictícia, baseada integralmente nas normas referidas acima.

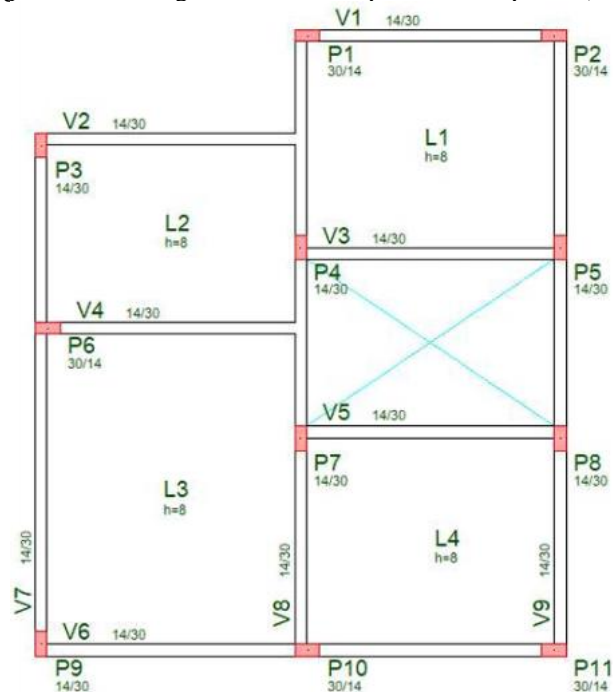
Figura 3 - Planta executiva adaptada para clínica odontológica



Fonte: Autores (2025)

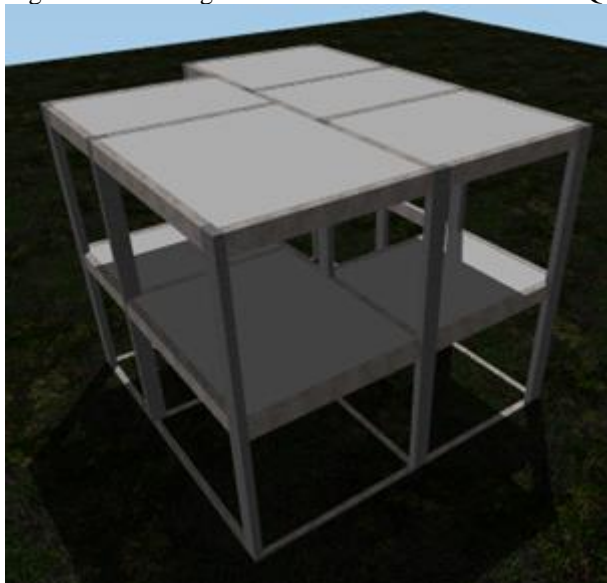
4.5 MODELAGEM ESTRUTURAL NO TQS

Figura 4 - Modelagem estrutural do pavimento superior (TQS)



Fonte: TQS AG Treinamento (2025)

Figura 5 - Modelagem 3D do modelo residencial no TQS



Fonte: Autores (2025)

4.6 CARGAS DIMENSIONADAS

Para garantir a compatibilidade das unidades utilizadas no processamento estrutural, todas as cargas originalmente expressas em quilonewtons (kN) foram convertidas para toneladas-força (tf), unidade adotada de forma padrão pelo software TQS em seus módulos de análise e dimensionamento. Essa uniformização das unidades evita inconsistências numéricas, assegura a correta leitura das cargas pelo programa e mantém a coerência física entre os valores de cargas distribuídas e concentradas aplicados ao modelo estrutural.

4.6.1 Cargas atribuídas – Uso residencial

As cargas adotadas no modelo residencial seguiram integralmente o projeto do TQS AG Treinamento (2025), conforme tabelas 3 e 4.

Tabela 3 - Cargas atribuídas aos ambientes – Uso Residencial

Ambiente	Cargas permanentes (tf/m ²)	Cargas acidentais (tf/m ²)	Carga pontual (tf)
Dormitórios	0,1	0,15	-
Banheiro	0,1	0,15	-
Sacada	0,1	0,15	-

Fonte: TQS AG Treinamento (2025)

Tabela 4 - Cargas das alvenarias de vedação – Uso Residencial

Elemento	Espessura (cm)	Peso específico (tf/m ²)	Observação
Bloco de concreto vazado	14	0,26	Multiplicado pela altura da alvenaria para obter a carga linear

Fonte: TQS AG Treinamento (2025)

4.6.2 Cargas atribuídas – Uso clínica odontológica

As cargas comerciais, foram definidas conforme a ABNT NBR 6120 e convertidas em tonelada-força, com sobrecargas características variando entre 0,15 tf/m² e 0,3 tf/m² conforme o tipo de ambiente como demonstra a tabela 5.

Tabela 5 - Cargas atribuídas aos ambientes – Uso Clínica Odontológica

Ambiente	Cargas permanentes (tf/m ²)	Cargas acidentais (tf/m ²)	Carga pontual (tf)
Consultório	0,1	0,25	0,32
Copa	0,1	0,15	-
Descontaminação / Esterilização	0,1	0,30	0,03
Compressor	0,1	0,30	0,06
Deposito	0,1	0,30	-

Fonte: Autores (2025)

As cargas pontuais ou concentradas são referentes a:

- Cadeira odontológica: 320 kg = 0,32 tf;
– Fabricante Saevo, Dental Chair SYNCRUS G2 – REV.: 06 – 09/2024
- Compressor de ar: 65 kg = 0,06 tf;
– Evoxx equipamentos, manual compressor Evoxx REV.04 - 03/2025
- Autoclave: 26 kg = 0,03 tf.
– Evoxx equipamentos, manual autoclaves Evoxx REV.02 - 03/2022

Os valores foram extraídos diretamente dos manuais oficiais dos fabricantes, convertidos de quilogramas (kg) para tonelada-força (tf).

As alvenarias foram recalculadas com base em blocos de concreto vazados de 14 cm, com peso específico médio de 0,18 tf/m², considerando altura total das paredes internas.

4.7 PROCESSAMENTO DA ANÁLISE ESTRUTURAL

a) Estado Limite Último (ELU) — Vigas

A verificação das vigas foi realizada conforme a ABNT NBR 6118, especialmente as Seções 10 (Segurança e Estados-Limites), 12.5.3 e 12.5.4 (esforços resistentes e solicitantes) e 17.2 (verificações de elementos lineares em ELU).

Seguindo esses critérios, analisou-se:

- acréscimos percentuais nos momentos fletores positivos e negativos em determinadas vigas;
- variações nos esforços cortantes, com destaque para vigas submetidas a cargas pontuais de equipamentos odontológicos;

- regiões críticas que apresentaram aumento significativo das solicitações internas, indicando a possibilidade de necessidade de reforço estrutural.

b) Estado Limite de Serviço (ELS) — Lajes

A avaliação das lajes em serviço seguiu as Seções 10.4 (Estados-Limites de Serviço), 11.8.3 (combinações quase-permanentes), 13.3 (limites de deslocamentos) e 19.3 (verificação de lajes em ELS) da ABNT NBR 6118.

Foram analisados:

- os deslocamentos verticais gerados pelo TQS sob combinação quase-permanente;
- a comparação das flechas com os limites normativos da Tabela 13.3, como $L/250$, $L/300$ e $L/350$, conforme o tipo de elemento;
- a sensibilidade das lajes ao aumento das ações acidentais decorrentes da mudança para uso clínico.

4.8 COMPARAÇÃO ENTRE OS MODELOS

Foram comparados diretamente:

- acréscimos nos esforços internos das vigas;
- aumento dos deslocamentos das lajes;
- eventuais regiões críticas que poderiam demandar reforço estrutural;
- avaliação da compatibilidade da estrutura existente com as solicitações do novo uso.

Essa etapa constitui a base para a análise técnica aprofundada apresentada no capítulo seguinte. A partir dos resultados obtidos no TQS, será possível examinar detalhadamente o impacto da mudança de uso, interpretar a variação dos esforços e deslocamentos e discutir, à luz da ABNT NBR 6118, a necessidade (ou não) de intervenções estruturais na edificação.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 COMPARAÇÃO DOS ESFORÇOS FLETORES (ELU)

Os resultados dos momentos fletores positivos e negativos foram organizados em planilhas (Tabela 6 e Tabela 7), permitindo a comparação direta entre o modelo residencial (Mres) e o modelo clínico odontológico (Modont). Esses valores foram extraídos dos gráficos de momentos fletores gerados pelo software TQS, disponíveis nos relatórios de verificação de vigas.

Tabela 6 - Momentos Fletores Positivos (ELU)

Viga	Mres (tf.m)	Modont (tf.m)	Varição (tf.m)	Varição (%)
V1	0,77	0,75	-0,02	-2,60%
V2	1,35	1,10	-0,25	-18,52%
V3	0,86	0,87	0,01	1,16%
V4	1,73	1,38	-0,35	-20,23%
V5	0,81	1,14	0,33	40,74%
V6	0,60	0,76	0,16	26,67%
V7	1,19	1,27	0,08	6,72%
V8	1,17	1,14	-0,03	-2,56%
V9	0,49	0,68	0,19	38,78%

Fonte: Autores (2025)

A análise evidenciou que as vigas V5, V6 e V9 apresentaram acréscimos significativos nos momentos positivos, com aumentos de até 40,74%, 26,67% e 38,78%, respectivamente. Esses acréscimos estão associados ao aumento das cargas acidentais e à introdução de cargas pontuais de equipamentos odontológicos.

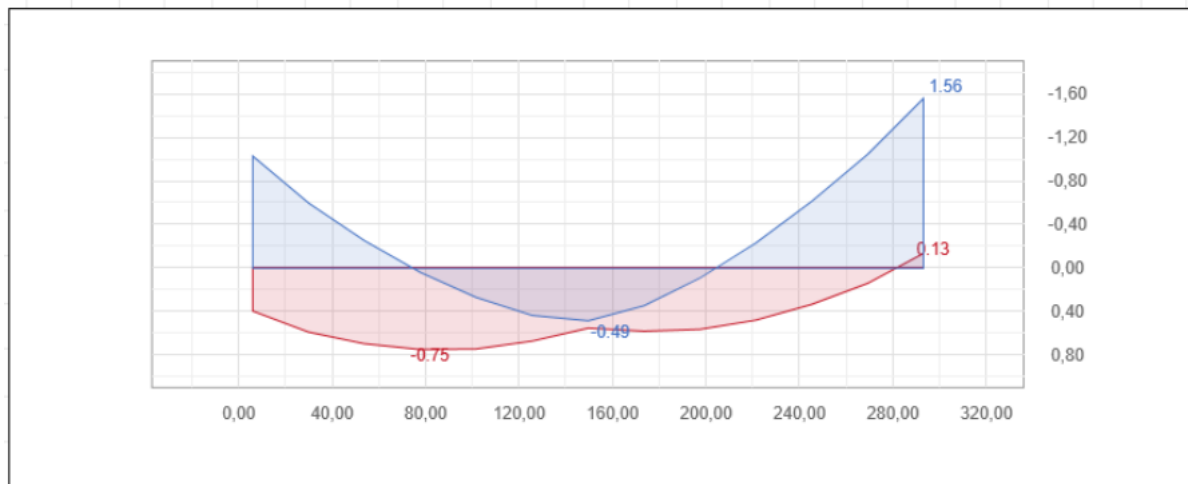
Tabela 7 - Momentos Fletores Negativos (ELU)

Viga	Mres (tf.m)	Modont (tf.m)	Varição (tf.m)	Varição (%)
V1	1,60	1,56	-0,04	-2,50%
V2	0,67	0,61	-0,06	-8,96%
V3	0,70	0,68	0,02	2,86%
V4	1,75	1,50	-0,25	-14,29%
V5	0,64	0,77	0,13	20,31%
V6	1,44	1,83	0,39	27,08%
V7	1,44	1,58	0,14	9,72%
V8	1,63	1,78	0,15	9,20%
V9	0,87	1,02	0,15	17,24%

Fonte: Autores (2025)

Nos momentos negativos, os maiores acréscimos foram observados nas vigas V6 (+27,08%), V5 (+20,31%) e V9 (+17,24%), indicando maior solicitação das armaduras superiores. Em contrapartida, algumas vigas apresentaram reduções, como V2 (-8,96%) e V4 (-14,29%), resultado da redistribuição dos esforços internos após a alteração do layout arquitetônico.

Figura 6 - Exemplo de gráfico de momentos fletores obtido no relatório de verificação de vigas do TQS (V1)
Envoltória de momento fletor (valores característicos) tfm



Fonte: Autores (2025)

5.2 COMPARAÇÃO DOS ESFORÇOS CORTANTES NAS VIGAS (ELU)

Os esforços cortantes também foram organizados em planilhas (Tabela 8 e 9), com valores obtidos diretamente dos diagramas de cortante fornecidos pelo TQS nos relatórios de verificação.

Tabela 8 - Esforço Cortante Positivo (ELU)

Viga	Mres (tf.m)	Modont (tf.m)	Variação (tf.m)	Variação (%)
V1	1,87	1,90	0,03	1,60%
V2	1,88	1,68	-0,20	-10,64%
V3	1,53	1,56	1,38	1,96%
V4	3,55	2,91	-1,66	-18,03%
V5	1,48	1,89	0,41	27,70%
V6	1,96	2,61	0,65	33,16%
V7	2,26	2,21	-0,05	-2,21%
V8	3,31	3,17	-0,14	-4,23%
V9	1,68	1,40	-0,28	-16,67%

Fonte: Autores (2025)

Tabela 9 - Esforço Cortante Negativo (ELU)

Viga	Mres (tf.m)	Modont (tf.m)	Variação (tf.m)	Variação (%)
V1	2,24	2,22	-0,02	-0,89%
V2	1,57	1,41	-0,16	-10,19%
V3	1,67	1,67	-0,14	0,00%
V4	2,05	1,53	-0,12	-25,37%
V5	1,60	1,93	0,33	20,63%
V6	1,64	2,05	0,41	25,00%
V7	2,16	2,46	0,30	13,89%
V8	1,84	1,80	-0,04	-2,17%
V9	1,15	2,06	0,91	79,13%

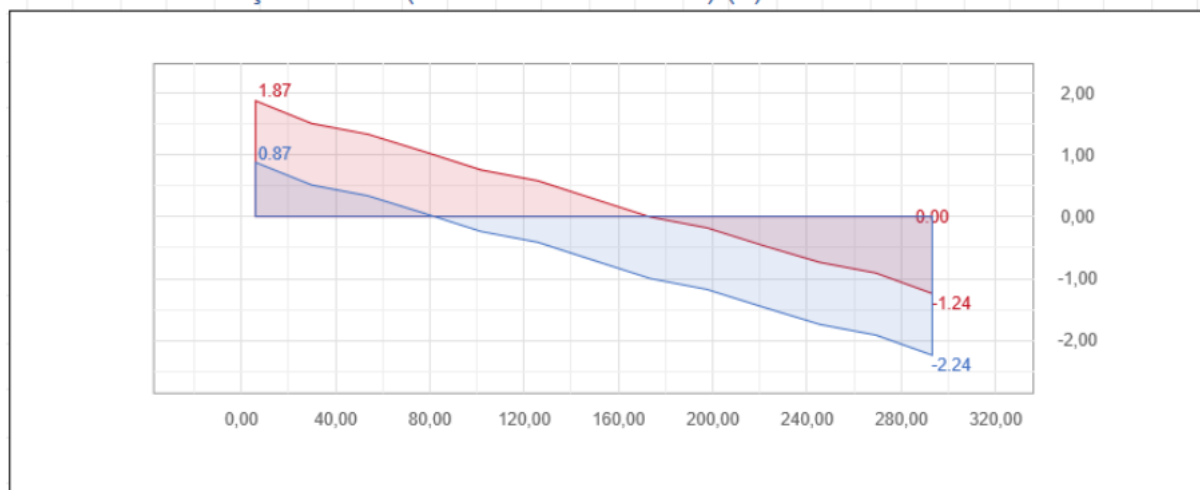
Fonte: Autores (2025)

A análise dos esforços cortantes revelou acréscimos significativos em algumas vigas, especialmente nas regiões de maior concentração de carga pontual. Destacam-se:

- V5: acréscimo de 27,70% no esforço cortante positivo.
- V6: acréscimo de 33,16% no esforço cortante positivo.
- V9: acréscimo de 79,13% no esforço cortante negativo.

Esses aumentos estão diretamente relacionados à presença de equipamentos odontológicos e à maior densidade de ocupação dos ambientes clínicos. Em contrapartida, vigas como V2, V4 e V8 apresentaram reduções nos esforços cortantes, evidenciando que a redistribuição das cargas pode aliviar determinadas regiões, enquanto sobrecarrega outras.

Figura 7 - Exemplo de gráfico de esforços cortantes obtido no relatório de verificação de vigas do TQS
Envoltória de esforço cortante (valores característicos) (tf)



Fonte: Autores (2025)

5.3 AVALIAÇÃO DOS DESLOCAMENTOS DAS LAJES (ELS)

Os deslocamentos das lajes foram avaliados por meio das tabelas de flechas 10 e 11 geradas pelo TQS nos relatórios de verificação de lajes, considerando a combinação quase-permanente, conforme ABNT NBR 6118.

Tabela 10 - Deslocamento das flechas do modelo residencial

Verificar limites				
Lajes	Vigas	Alvenarias		
Laje	L (cm)	f. (cm)	f. lim (cm)	f/flim
L1	251	-0.50	1.00	-0.5
L2	216	-0.56	0.86	-0.65
L3	301	-1.02	1.20	-0.85
L4	251	-0.42	1.00	-0.42

Fonte: Autores (2025)

Tabela 11 - Deslocamento das flechas do modelo clínica odontológica

Verificar limites				
Lajes	Vigas	Alvenarias		
Laje	L (cm)	f. (cm)	f. lim (cm)	f/flim
L1	251	-0.51	1.00	-0.5
L2	216	-0.39	0.86	-0.45
L3	301	-1.07	1.20	-0.89
L4	251	-0.90	1.00	-0.9

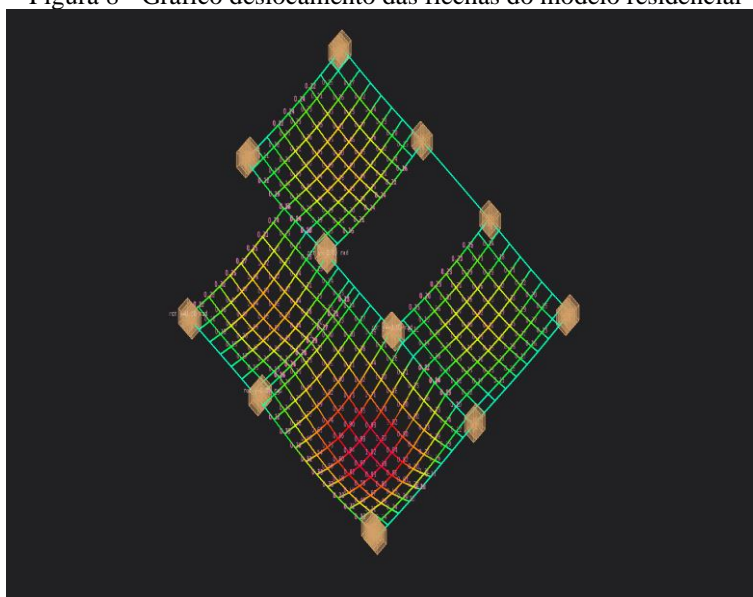
Fonte: Autores (2025)

Comparando os dois modelos, observou-se:

- Laje L3: acréscimo de 4,9% na flecha (de -1,02 cm para -1,07 cm).
- Laje L4: acréscimo de 114% na flecha (de -0,42 cm para -0,90 cm).

Apesar dos acréscimos, todas as flechas permaneceram dentro dos limites normativos (L/250 e L/300), não comprometendo o desempenho em serviço. A maior sensibilidade foi observada nas lajes dos consultórios e áreas técnicas, onde há maior densidade de equipamentos e circulação.

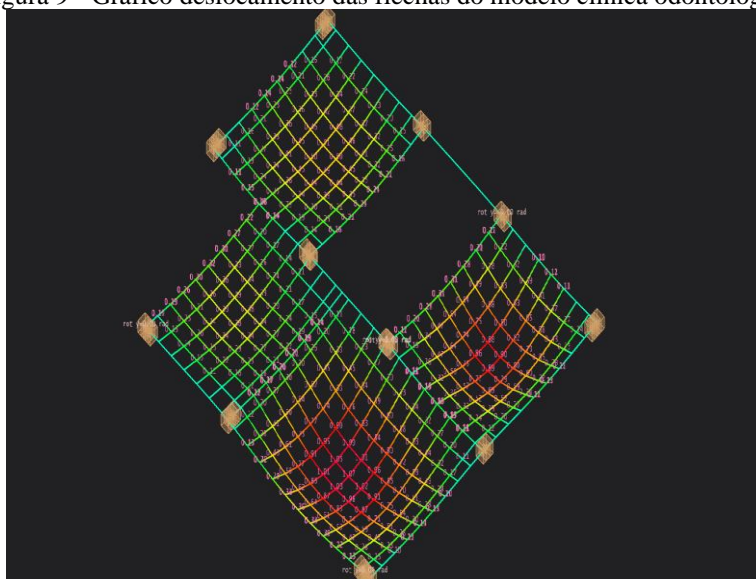
Figura 8 - Gráfico deslocamento das flechas do modelo residencial



Fonte: Autores (2025)



Figura 9 - Gráfico deslocamento das flechas do modelo clínica odontológica



Fonte: Autores (2025)

As Figuras 8 e 9 apresentam os diagramas de deslocamentos verticais obtidos no TQS para os modelos residencial e clínico, permitindo visualizar a variação das flechas ao longo das lajes. Observa-se que o modelo adaptado para clínica odontológica apresenta maior intensidade de deformações, especialmente nas regiões próximas aos consultórios e áreas técnicas, onde há maior concentração de equipamentos e aumento das cargas acidentais.

No modelo residencial Tabela 10, as flechas mantêm distribuição mais uniforme, com valores reduzidos ao longo da área da laje. Já no modelo clínico, nota-se incremento na curvatura dos diagramas, indicando maior sensibilidade às novas ações. Essa diferença é compatível com os acréscimos apresentados na Tabela 11, destacando-se as lajes L3 e L4, que sofreram os maiores aumentos percentuais de deslocamento.

Mesmo com tais acréscimos, os diagramas evidenciam que a estrutura permaneceu dentro dos limites normativos definidos pela ABNT NBR 6118, não ultrapassando os valores admissíveis de flecha instantânea para o Estado Limite de Serviço. Assim, os gráficos confirmam visualmente a tendência observada nos valores tabelados, reforçando que a mudança de uso afeta o desempenho em serviço, mas não compromete a segurança estrutural das lajes analisadas.

5.4 IMPACTO GLOBAL DA MUDANÇA DE USO

A mudança de uso de residencial para clínica odontológica provocou acréscimos significativos nos esforços internos das vigas e nos deslocamentos das lajes. Esses acréscimos foram mais expressivos nas regiões onde se concentram equipamentos técnicos e maior fluxo de pessoas, como consultórios e áreas de esterilização.

A análise comparativa entre os modelos mostrou que a estrutura existente, embora tenha mantido desempenho satisfatório em alguns elementos, apresenta regiões críticas que podem demandar reforço estrutural para garantir segurança e conformidade normativa.

5.5 NECESSIDADE DE REFORÇO ESTRUTURAL

Com base nos resultados obtidos, identificou-se que as vigas V5, V6 e V9 apresentam momentos fletores e esforços cortantes superiores aos do modelo residencial, com acréscimos que ultrapassam 25%, podendo comprometer o atendimento ao Estado Limite Último (ELU). Nesses casos, recomenda-se a verificação da armadura existente e, se necessário, a adoção de reforços à flexão e ao cisalhamento, como aumento de seção, adição de armadura ou aplicação de técnicas de reforço com fibra de carbono.

As lajes, por sua vez, mantiveram desempenho dentro dos limites normativos, não sendo necessária intervenção estrutural, desde que mantidas as condições de uso previstas na simulação.

5.6 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE O COMPORTAMENTO COMPARADO

A análise realizada confirma que a modificação de uso de edificações pode impactar significativamente o comportamento estrutural dos elementos em concreto armado. Os acréscimos nos esforços internos, especialmente nos momentos fletores e esforços cortantes, evidenciam a necessidade de avaliação técnica prévia em obras de reforma, mesmo em edificações de pequeno porte.

Conforme discutido pela ABNT NBR 6120, alterações nos carregamentos acidentais modificam diretamente as solicitações atuantes na estrutura, podendo demandar verificações adicionais e eventuais reforços para assegurar a segurança da edificação frente ao novo uso. A ampliação dessas cargas — com desempenho e a um em ambientes comerciais e de serviços — foi o principal fator associado às variações observadas no presente estudo.

6 CONCLUSÕES

A análise comparativa entre os modelos estrutural residencial e adaptado para clínica odontológica demonstrou que a mudança de uso implica modificações significativas nas solicitações atuantes sobre a edificação.

Os resultados mostraram que a modificação de uso provocou acréscimos significativos nos momentos fletores e esforços cortantes de diversas vigas, com variações superiores a 40% em alguns casos. Esses valores foram extraídos diretamente dos gráficos de verificação de vigas do TQS (Figuras 6 e 7), que evidenciam o comportamento estrutural sob as novas solicitações. Além disso, os deslocamentos das lajes também aumentaram, conforme indicado nas tabelas de flechas geradas pelo

software (Figura 11), embora tenham permanecido dentro dos limites normativos estabelecidos pela ABNT NBR 6118.

A análise comparativa entre os modelos residencial e clínico permitiu identificar regiões críticas que podem demandar reforço estrutural, especialmente nas vigas V5, V6 e V9, que apresentaram os maiores acréscimos nos esforços solicitantes. Tais reforços podem incluir aumento de seção, adição de armaduras ou aplicação de técnicas de reforço com materiais compósitos.

Conclui-se, portanto, que a adaptação da edificação para uso clínico é viável, desde que acompanhada de medidas de reforço estrutural localizadas, garantindo a segurança, funcionalidade e durabilidade da construção frente às novas solicitações impostas pelo novo uso.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6120**: Ações para cálculo de estruturas de edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 8681**: Ações e segurança nas estruturas. Rio de Janeiro: ABNT, 2025.
- ALLIAGE S/A Indústrias Médico Odontológica. **Manual do proprietário – Equipo Syncrus G2**. Ribeirão Preto, SP: Alliage, 2019. Disponível em: https://saevo.com.br/wp-content/uploads/2022/08/manual-Equipo-Syncrus-G2_77000000338.pdf . Acesso em: 21 nov. 2025.
- BASTOS, Paulo Sérgio, **Fundamentos do Concreto Armado**. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Disciplina 2117 – Estruturas de Concreto I. Prof. Dr. Paulo Sérgio Bastos – Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus Bauru, Bauru, 2023. Disponível em: <http://wwwp.feb.unesp.br/pbastos>. Acesso em: 21 nov. 2025.
- Borges, L. A.; Mattos, R. A.; Pires, R. C. S.; & Lima, M. M. S.. (2023). **Técnicas e Dificuldades Executivas em Empreendimentos de Retrofit**. Epitaya E-Books, 1(50), 205-218. <https://doi.org/10.47879/ed.ep.2023922p205>
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução - RDC nº 50, de 21 de fevereiro de 2002**. Brasília: Ministério da Saúde 2002. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2002/rdc0050_21_02_2002.html>. Acesso em 11 de nov de 2025.
- Chaves, H. A. T.; Miranda, W. P.; Silva, A. L. M. V. ; & Pinheiro, E. C. N. M. (2024). **O uso do software TQS para o dimensionamento estrutural de um projeto de uma residência multifamiliar**. Revista FT, Rio de Janeiro, v. 28, n. 134, 2024. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11212360>
- DISTRITO FEDERAL. Secretaria de Estado de Saúde. Subsecretaria de Vigilância à Saúde. Diretoria de Vigilância Sanitária. **Instrução Normativa nº 03, de 15 de dezembro de 2014**. Dispõe sobre requisitos para elaboração, aprovação e licenciamento sanitário de consultórios odontológicos, clínicas odontológicas, clínicas de radiologia odontológica e laboratórios de prótese dentária. Diário Oficial do Distrito Federal, Brasília, DF, 16 dez. 2014.
- EVOXX. **Manual de Compressores EVOXX – Compressor 65 L 20 HP**. São Paulo: EVOXX, 2023. Disponível em: <https://evoxx.com.br/produto/compressor-65l-20hp/> . Acesso em: 21 nov. 2025.
- EVOXX. **Manual de instruções – Autoclaves EVOXX (modelos 9 L, 18 L e 23 L)**. Rev. 02. Paçandu, PR: EVOXX, 2022. Disponível em: <https://evoxx.com.br/wp-content/uploads/2021/07/Manual-Autoclaves-EVOXX-Rev.02.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2025.

MOURA, Michael, **Reforço Estrutural em Estruturas de Concreto Armado**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA, Campus Alegrete, Alegrete, 2013.

OLIVEIRA, Clayton Reis, JUNIOR, Armando Lopes Moreno. **Considerações sobre prova de carga em estruturas de concreto**. REM: R. Esc. Minas, Ouro Preto, 60(1): 29-36, jan. mar. 2007. <https://doi.org/10.1590/S0370-44672007000100005>

Pereira, V. M., Fernandes, A. C., & Yoshikawa, N. K. (2022). **MODIFICAÇÃO DE USO (RETROFIT) DE EDIFICAÇÕES**: Impacto estrutural. Interação - Revista De Ensino, Pesquisa E Extensão, 24(2), 77–92. <https://doi.org/10.33836/interacao.v24i2.718>

Silva, E. M. de A. ., Santos, G. S. ., Oliveira, I. R. B. de ., Marotta, L. I. M. ., Melo, R. A. de ., & Pedroso, V. A. . (2022). **MÉTODOS PARA RESTAURAÇÃO E REFORÇO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO**. Revista Ibero-Americana De Humanidades, Ciências E Educação, 8(11), 2255–2286. <https://doi.org/10.51891/rease.v8i11.7813>

SILVA, Rafael Jordan Menezes, **Demonstração da utilização do TQS**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido , Centro Multidisciplinar de Angicos, Angicos, 2025.

TQS. TQS AG Treinamento. São Paulo: TQS, 2025. Disponível em:

<https://docs.tqs.com.br/Docs/Details?id=3198&language=pt-BR> . Acesso em: 14 out. 2025.

TQS. TQS V25 – Versão 25. São Paulo: TQS, 2025. Disponível em: <https://www.tqs.com.br/v25/>. Acesso em: 09 out. 2025.