Avaliação da Segurança Estrutural de uma Edificação Existente Submetida à *Retrofit*



Daiana Priscila Souza Leite[1]; Gabriel Pereira Marinho[1]; Kirke Andrew Wrubel Moreira[1]; Lauri Anderson Lenz[1]; Luiz Ancelmo Lemes Filho[1];
[1] Centro Universitário Unifacear

RESUMO

O Retrofit é uma prática que está sendo cada vez mais difundida, seja por preservação do patrimônio histórico ou como alternativa à diminuição de resíduos da construção civil descartados na natureza. Para tanto, quando há modificação do uso de um imóvel deve-se atestar as condições de segurança da estrutura sob as novas solicitações prevenindo riscos aos usuários, como aparecimento de manifestações patológicas que possam levar a um colapso estrutural parcial ou total da edificação. Este trabalho apresenta um estudo de caso de mudança de utilização e acréscimo de carga sobre uma estrutura existente mista de concreto armado e alvenaria de tijolos cerâmicos. Parte da estrutura foi construída no ano de 1943, sendo posteriormente ampliada horizontalmente no ano de 2001. Pretendeu-se avaliar a segurança da estrutura frente adição de um segundo pavimento, sobre ambas as partes, destinado ao funcionamento de uma academia e atestar ou refutar a capacidade resistiva sob os novos carregamentos sem a necessidade de reforço, mediante os requisitos de segurança estrutural estabelecidos por diretrizes normativas.

Palavras chave: Retrofit, Análise estrutural, Inspeção.

ABSTRACT

The retrofit is a practice that is becoming more and more widespread, either for preservation of historical heritage or as an alternative to decrease the civil construction residuals discarded in Nature. However, when there is a modification of the use of a property, the safety conditions of the structure must be attested under its new requests, avoiding risks to users, as the appearing of pathological manifestations that may lead to a partial or total structural collapse of the edification. This paper presents a case study of a change of use and increase of load on an existing mixed structure of reinforced concrete and masonry of ceramic bricks. Part of the structure was built in 1943, being subsequently expanded horizontally in 2001. It was intended to evaluate the structure's safety forward addition of a second pavement, over both parts, intended for the operation of a gym and attest or refute the resistive capacity under the new loads without the need of reinforcements, by the requirements of structural safety established by normative guidelines.

Key Words: Retrofit, Structural analysis, Inspection.

1. INTRODUÇÃO

Ao assumir a reforma de uma edificação, mesmo não tendo conhecimento de seu histórico ou de seu projeto, o engenheiro passa a ser tecnicamente e legalmente

responsável tanto pelo andamento quanto pelas falhas e problemas que as mudanças possam eventualmente ocasionar, cabendo ao mesmo certificar-se do real estado das estruturas ali contidas (VALADARES et al., 2017).

Isto nem sempre é uma tarefa simples, especialmente quando se trata de construções antigas, considerando que estas já podem ter passado por diversas reformas ao longo do tempo, muitas vezes, em decorrência de mudanças de utilização, e não raro, sem base ou registro algum em projeto. Este é um fator agravante, pois a imprecisão na avaliação estrutural aumenta proporcionalmente à medida que alterações vão sendo realizadas, podendo o projetista cometer erros que comprometam a estabilidade da estrutura, podendo até levá-la ao colapso (MARCELLI, 2007).

Por esta razão, a intervenção em obras existentes exige avaliações aprofundadas, considerando as particularidades e a tipologia da edificação em questão (BARRIENTOS, 2004).

O objetivo deste estudo é avaliar os limites de segurança e a estabilidade estrutural de uma edificação térrea existente, onde pretende-se adicionar um segundo pavimento em estrutura metálica sobre toda área térrea e destinar a sua utilização para o funcionamento de uma academia.

2. DESENVOLVIMENTO

A NBR 15575-1 (ABNT, 2013) define *retrofit* como sendo a remodelação ou atualização do edifício ou de sistemas, através da incorporação de novas tecnologias e conceitos, normalmente visando valorização do imóvel, mudança de uso, aumento da vida útil, eficiência operacional e energética.

Os principais motivos que fortalecem a opção de realizar um *retrofit* são: aproveitamento da infraestrutura existente no entorno e da sua localização; impacto positivo na paisagem urbana; preservação do patrimônio histórico e cultural; sustentabilidade ambiental; alternativa mais econômica e eficiente do que a demolição seguida de uma reconstrução (GUIMARÃES, 2014).

Dentre os métodos construtivos em empregados nas construções destacam-se, o concreto armado e a alvenaria.

O concreto armado consiste na junção de barras de aço com o concreto, a ligação entre esses elementos se dá por meio de efeitos mecânicos e de aderência (LEONHARD; MÖNNING, 2008). Uma estrutura de concreto armado é constituída por diversos elementos funcionais que são nomeados e descritos como: vigas, pilares e lajes (FUSCO, 2013).

Já as alvenarias são divididas em: de vedação – que não possui características estruturais, usada com finalidade de fechar ou dividir, e alvenaria portante – aquela que tem função estrutural, além de absorver parte de ações secundárias (MOLITERNO, 2011). A constituição das alvenarias antigas era dependente do local, dos costumes e da época e se dava pela junção de pedras, blocos ou tijolos unidos com argamassa que juntos formam estruturas devido as suas propriedades mecânicas específicas. As técnicas construtivas eram as mesmas, mudando apenas os materiais, característicos de cada região (RODRIGUES, 2015; ROQUE, 2002).

Quando se trata de construções antigas, deve-se levar em consideração a compatibilidade, entre as características dos materiais existentes, com os novos que serão utilizados. Estes elementos devem ser compatíveis quanto a composição química, física e mecânica (FIGUEIRA, 2015).

Dependendo da idade da estrutura, as normas utilizadas para o dimensionamento encontram-se ultrapassadas, principalmente no que diz respeito as cargas adotadas, sendo de extrema importância que a conformidade seja avaliada. (LOPES, 2009).

Em edificações existentes, a inspeção é iniciada com o levantamento arquitetônico, seguido da análise da estrutura, nessa etapa, são realizados ensaios laboratoriais e “in situ” além de monitoramento, que servirão de base para o relatório final, onde contém o diagnóstico, estado da estrutura e se necessário, medidas corretivas de acordo com os resultados. Os ensaios realizados na estrutura dependem do grau de deterioração por ela apresentado e podem ser destrutivos e não destrutivos, sendo que em estruturas antigas, geralmente, não se utiliza métodos destrutivos devido aos danos inevitavelmente associados (FAGULHA, 2016).

A segurança de uma estrutura é analisada pela sua capacidade de resistir as solicitações de modo que evite o colapso. Assim sendo, em qualquer metodologia utilizada no dimensionamento de projetos, os esforços de cálculo devem ser menores ou iguais aos esforços resistentes para que a integridade da estrutura seja garantida de acordo com os estados limites. (COUTO et al., 2015).

Primeiramente, foi levantado o histórico da edificação através do qual se obteve a informação de se tratar de uma construção mista, parte em alvenaria de tijolos cerâmicos construída em 1943 e parte em concreto armado construída em 2001. Também foi realizada uma inspeção visual para detecção de possíveis manifestações patológicas.

O estudo limitou-se a avaliação da segurança da supra estrutura do primeiro pavimento e foi feito por meio de modelagem e simulações no software de dimensionamento estrutural Eberick para o concreto armado. Já para a alvenaria de tijolos cerâmicos as verificações foram feitas a partir de cálculos da tensão admissível.

O fluxograma mostrado na FIGURA 1, ilustra as etapas seguidas para realização da avaliação.

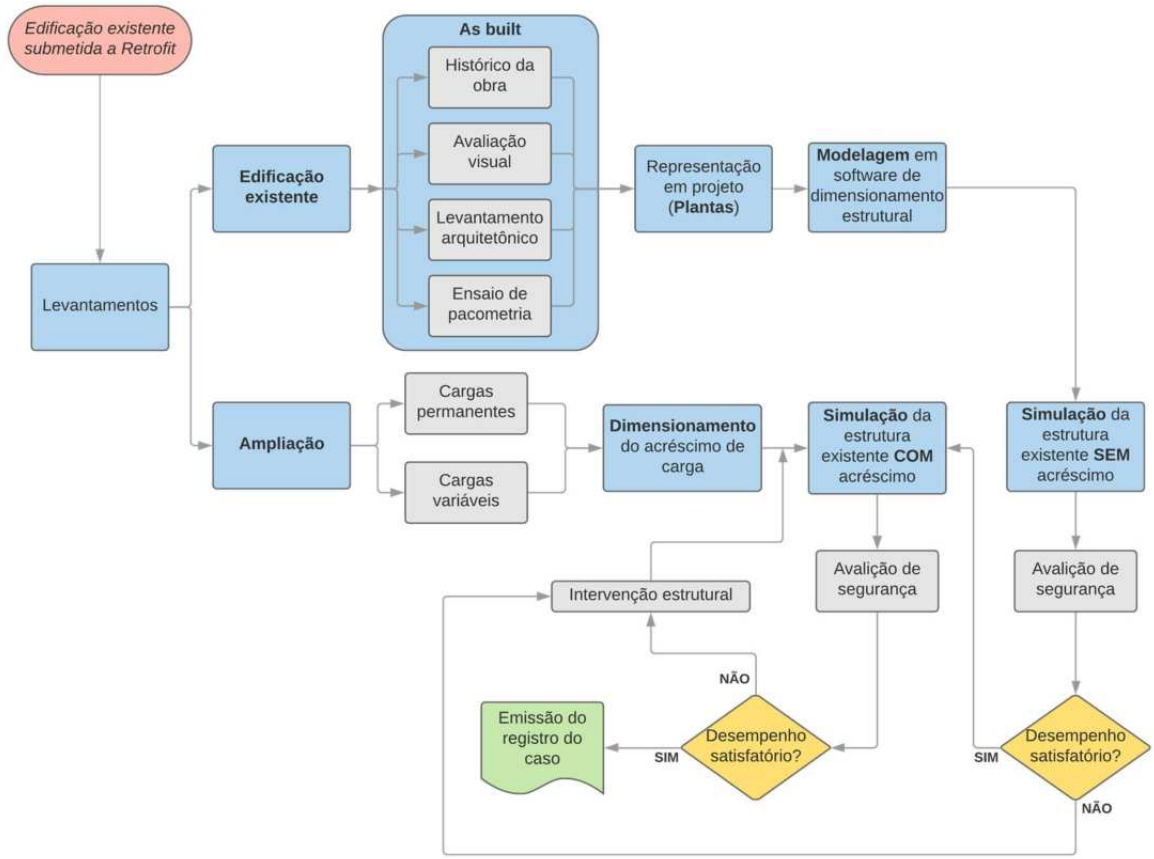


FIGURA 1: FLUXOGRAMA DAS ETAPAS DE AVALIAÇÃO
FONTE: Os autores (2019)

Posteriormente, devido à ausência de projetos da construção existente, foi realizado o levantamento arquitetônico e estrutural (*as built*) do imóvel. O ensaio empregado neste estudo foi o de pacometria, ensaio não destrutivo pelo qual o posicionamento das armaduras, distância entre estribos e comprimento das barras, são determinados através da emissão de fluxo magnético pelo equipamento denominado pacômetro (MARCELLI, 2007). Assim, foi possível identificar a parte em concreto armado e seus elementos (vigas, pilares e lajes) devido a presença de armaduras e, a parte em alvenaria de tijolos cerâmicos foi identificada devido a algumas partes estarem expostas e também por não ser detectada nenhuma armadura no ensaio.

A FIGURA 2, apresenta a identificação das tipologias construtivas da edificação original e seus elementos de vigas, pilares, lajes e paredes. Na sequência, a FIGURA 3 aponta a mesma informação de forma complementar, ilustrando a tipologia na fachada da edificação.

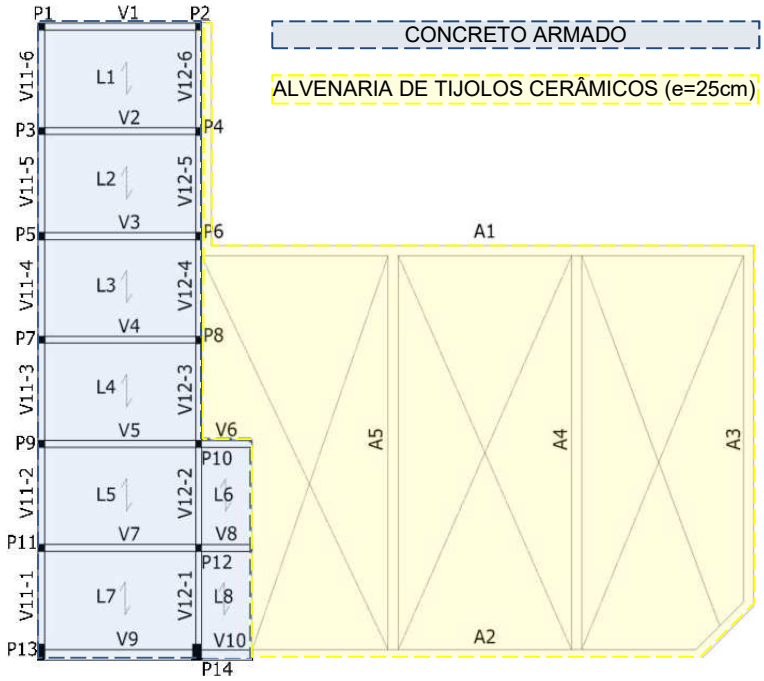


FIGURA 2: PLANTA DE TIPOLOGIA CONSTRUTIVA ORIGINAL
FONTE: Os autores (2019)



FIGURA 3: FACHADA COM INDICAÇÃO DAS TIPOLOGIAS CONSTRUTIVAS
FONTE: Os autores (2019)

A ampliação visa construir uma estrutura em aço com pé direito de 3,50 metros sobre toda a área da edificação térrea para a implantação de uma academia. Dois banheiros que terão paredes de alvenaria com revestimento cerâmico e forro de laje treliçada, sobre as quais serão posicionadas duas caixas d'água com capacidade de 310 litros cada uma. A laje protendida sobre a área de 147,09 m² da alvenaria antiga. As duas lajes serão interligadas por meio de uma escada com quatro degraus construída em concreto armado, devido ao desnível de 60 centímetros que haverá entre elas. Para acesso ao pavimento superior também será construída uma escada também em concreto armado. A disposição destas alterações é apresentada na FIGURA 19.

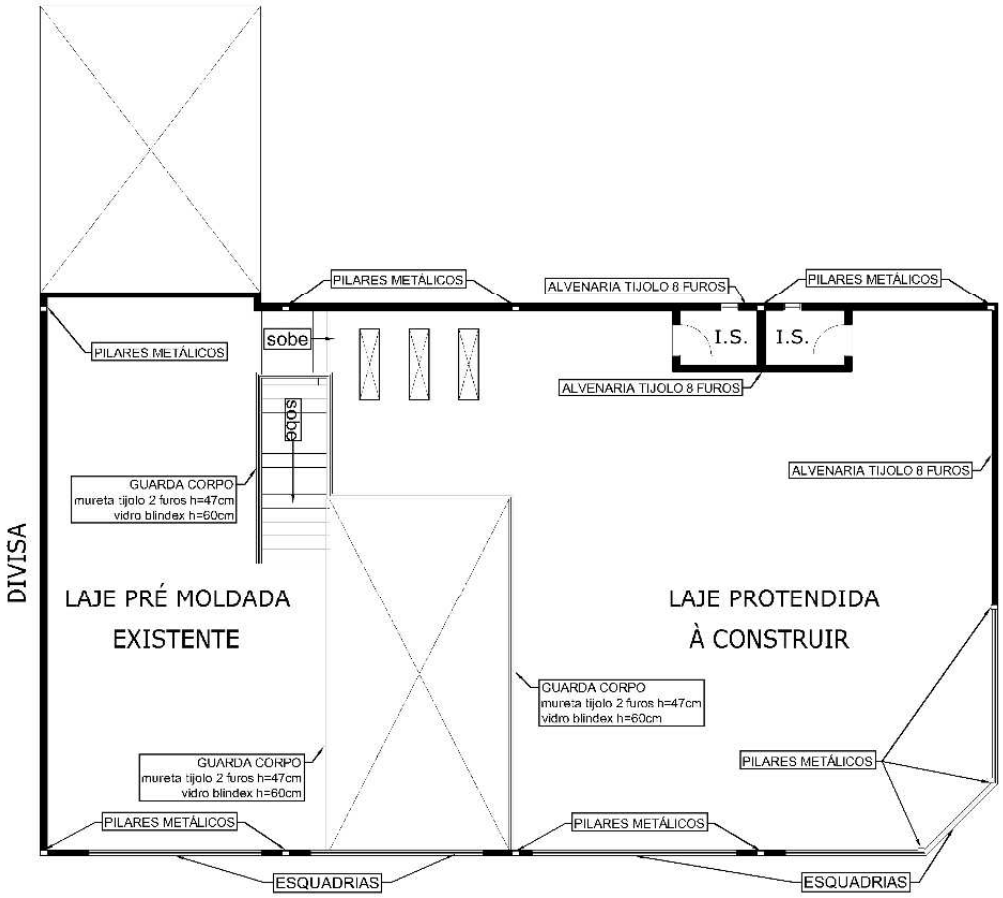


FIGURA 4: PLANTA DE AMPLIAÇÃO (SEGUNDO PAVIMENTO)
FONTE: Os autores (2019)

A avaliação da estrutura em concreto armado foi feita mediante um conjunto de análises, sendo elas, flambagem de pilares e flechas em vigas e lajes para as duas etapas, sem e com o acréscimo de carga. Na primeira etapa, sem acréscimo, os parâmetros de segurança foram balizados pela NBR 6118 (ABNT, 1980), devido ser esta vigente no ano da construção. Para a segunda etapa, com acréscimo, foram tomados os parâmetros mais atuais à data do estudo, sendo estes dados pela NBR 6118 (ABNT, 2014).

Na alvenaria, por não haver norma vigente na época da construção, a avaliação foi feita seguindo os parâmetros da NBR 15812-1 (ABNT, 2010) para ambas as etapas. As verificações foram realizadas aplicando-se os modelos de cálculos para compressão simples, flexocompressão e tensão de cisalhamento. Adotando-se uma resistência de 4 MPa para o tijolo cerâmico antigo, conforme Pianca (1955).

A seguir foi realizado a comparação dos resultados obtidos a partir da modelagem da parte de concreto armado da estrutura original e da estrutura após acréscimo de carga.

O QUADRO 1 apresenta um comparativo entre as características das vigas.

QUADRO 1 – COMPARATIVO DE VIGAS.

VIGAS	Estrutura Original			Estrutura Modificada			Flexa limite (mm)
	As,pos. (cm²)	As,neg. (cm²)	Flexa (mm)	As,pos. (cm²)	As,neg. (cm²)	Flexa (mm)	
V1	3,68	4,02	0,8	3,14	2,45	0,81	**1,48**
V2	6,03	8,04	1,54	6,03	4,91	1,55	**1,47**
V3	6,03	8,04	1,56	8,04	9,43	2,05	**1,48**
V4	6,03	8,04	1,54	8,04	6,03	1,78	**1,47**
V5	6,03	6,03	1,45	8,04	8,04	1,63	**1,48**
V6	1,57	1,57	0,02	1,57	3,68	0,03	**1,00**
V7	4,91	7,36	1,31	8,04	10,05	1,43	**1,48**
V8	1,57	4,91	0,03	1,57	8,04	0,37	**1,00**
V9	2,36	4,91	0,35	3,14	8,04	0,51	**1,45**
V10	1,57	2,36	0,23	1,57	4,02	0,36	**1,00**
V11							
Trecho 1	1,57	1,57	0,02	1,57	1,57	0,03	**0,91**
Trecho 2	1,57	1,57	0,03	1,57	1,57	0,04	**0,95**
Trecho 3	1,57	1,57	0,03	1,57	1,57	0,03	**0,96**
Trecho 4	1,57	1,57	0,03	1,57	1,57	0,04	**0,95**
Trecho 5	1,57	1,57	0,03	1,57	1,57	0,03	**0,96**
Trecho 6	1,57	1,57	0,03	1,57	1,57	0,03	**0,96**
V12							
Trecho 1	1,57	1,57	0,04	1,57	1,57	0,05	**0,91**
Trecho 2	1,57	1,57	0,05	1,57	1,57	0,05	**0,95**
Trecho 3	1,57	1,57	0,03	1,57	1,57	0,05	**0,95**
Trecho 4	1,57	1,57	0,03	1,57	1,57	0,03	**0,95**
Trecho 5	1,57	1,57	0,03	1,57	1,57	0,03	**0,95**
Trecho 6	1,57	1,57	0,03	1,57	1,57	0,03	**0,96**

FONTE: Os autores (2019).

Na modelagem da estrutura original, todas as vigas verificaram para o estado limite último – ELU, porém comparando-se as flechas percebeu-se que as vigas V2, V3 e V4 apresentaram flecha superior a limite, concluindo-se que estas não verificam quanto ao estado limite de serviço – ELS em relação às flechas, já que este compreende o que também diz respeito às fissuras, vibração da estrutura e recalques consideráveis.

Após a mudança das cargas e nova modelagem, as vigas V2, V3, V4 continuaram apresentando flechas superiores às limites e também as vigas V5 e V6, não atendendo esse parâmetro do estado limite de serviço - ELS.

Além disso a viga V6 apresentou um problema na armadura positiva, onde as bitolas Ø8, Ø10, Ø12,5 e Ø16mm apresentaram taxa de armadura maior que a máxima e a bitola Ø20mm não pode ser usada devido a largura do apoio insuficiente. Essa situação

ocorreu devido ao aumento da carga proveniente do apoio da escada na viga, sendo necessário reforço para garantia da estabilidade e segurança.

Sendo assim para que a estrutura mantenha a estabilidade é necessário que as vigas em destaque sejam reforçadas. Nesse caso, 41,67% das vigas necessitariam de um aumento de área na armadura positiva e 58,33% na armadura negativa.

A viga V6 que apresentou erro no dimensionamento deve ser inteiramente reforçada, seja com aumento de seção, fibra de carbono, perfil metálico ou outro método.

O QUADRO 2 apresenta um comparativo entre as características dos pilares da estrutura original da estrutura com acréscimo de carga.

QUADRO 2 – COMPARATIVO DE PILARES.

Pilar	Estrutura Original		Estrutura Modificada	
	Taxa de Armadura	As, efetivo (cm²)	Taxa de Armadura	As, efetivo (cm²)
P1	2,01%	8,04	2,01%	8,04
P2	2,36%	9,42	2,36%	9,42
P3	3,83%	16,08	3,83%	16,08
P4	3,66%	16,08	3,66%	16,08
P5	3,66%	16,08		
P6	3,66%	16,08		
P7	3,83%	16,08		
P8	3,66%	16,08		
P9	3,14%	12,57		
P10	3,14%	12,57	3,14%	12,57
P11	3,14%	12,57		
P12	1,23%	4,91	1,23%	4,91
P13	0,70%	6,28	1,05%	9,42
P14	0,48%	6,28	0,48%	6,28

FONTE: Os autores (2019).

Na primeira modelagem todos os pilares atenderam aos parâmetros de dimensionamento. Já na segunda modelagem os pilares em vermelho não atenderam aos parâmetros de segurança segundo a NBR 6118 (ABNT, 2014), todos apresentando problemas na taxa de armadura, onde nenhuma das bitolas configuradas resultou em um dimensionamento válido. As armaduras de bitolas 10mm e 12,5mm apresentaram uma taxa de armadura maior do que a taxa máxima encontrada pela equação $A_s = 4\% * A_c$; e as bitolas de 16mm e 20mm não atenderam o quesito espaçamento entre barras, que segundo a NBR 6118 (ABNT, 1980) não deve ser menor que:

- 2cm; ø da barra e 1,2*ø $_{máx}$ para camadas horizontais e;
- 2cm; ø da barra e 0,5*ø $_{máx.}$ para camadas verticais.

No caso dos pilares, 50% necessitariam de reforço para a garantia da estabilidade. O restante dos pilares suportariam o acréscimo de carga sem a necessidade de reforço.

O QUADRO 3 apresenta um comparativo entre as características das lajes.

QUADRO 3 – COMPARATIVO DE LAJES.

Pano	Laje original		Laje modificada	
	Momento positivo	As,calc	Momento positivo	As,calc
L1	1258,00 Kgf.m/m	0,29cm²/N	1258,00 Kgf.m/m	0,29cm²/N
L2	1258,00 Kgf.m/m	0,29cm²/N	1258,00 Kgf.m/m	0,29cm²/N
L3	1241,72 Kgf.m/m	0,29cm²/N	1636,51 Kgf.m/m	0,57cm²/N
L4	1249,85 Kgf.m/m	0,29cm²/N	1647,22 Kgf.m/m	0,58cm²/N
L5	1241,72 Kgf.m/m	0,29cm²/N	1636,51 Kgf.m/m	0,57cm²/N
L6	1115,67 Kgf.m/m	0,30cm²/N	1470,38 Kgf.m/m	0,48cm²/N
L7	1311,39 Kgf.m/m	0,40cm²/N	1728,33 Kgf.m/m	0,62cm²/N
L8	1178,27 Kgf.m/m	0,29cm²/N	1552,89 Kgf.m/m	0,39cm²/N

FONTE: Os autores (2019).

O QUADRO 3, contém os momentos gerados em cada uma das lajes, além de apresentar a área de armadura calculada para cada uma. Os elementos atenderam os parâmetros estabelecidos segundo a NBR 6118, em relação ao Estados Limites Último (ELU) e de Serviço (ELS) verificando assim a segurança e a estabilidade, na modelagem da estrutura original.

Após a segunda modelagem, e através do comparativo das lajes calculou-se que reforço nas armaduras seria necessário em 75% das lajes devido ao aumento dos momentos fletores positivos.

Analisando o conjunto como um todo, notou-se que alguns elementos não atingiram a estabilidade com a nova configuração de cargas. Nesse caso poderia ser realizado um reforço pontual de cada elementos como citado acima, ou ainda ser dimensionada uma estrutura independente.

Para verificação da alvenaria admitiu-se o esforço resistente de cálculo para as duas etapas de como definido pela EQUAÇÃO 1 deduzida da NBR 15812-1 (ABNT, 2010).

$$R_{d,par} = A * \left(\frac{0{,}56 * f_{bk}}{\gamma_m}\right) * \left[1 - \left(\frac{\lambda}{40}\right)^3\right] \quad (1)$$

Para obtenção do esforço solicitante de cálculo, aplicou-se a combinação normal para o Estado Limite Último segundo a NBR 8681 (ABNT, 2004), conforme EQUAÇÃO 2.

$$S_d = \sum \gamma_g * F_{G,k} + \gamma_q \left(F_{Q1,k} + \sum \Psi_{0,j} * F_{Qj,k} \right) \quad (2)$$

Para as solicitações originais na primeira etapa, foram considerados apenas cargas permanentes do peso próprio da alvenaria e da cobertura distribuídas uniformemente sobre todo o perímetro da parede. A segunda etapa para as solicitações com o acréscimo de carga, foram considerados peso próprio da parede, da laje protendida, e demais cargas da ampliação.

A verificação da estabilidade da parede após o acréscimo de carga, foi feita para as áreas com maior carregamento por metro quadrado sobre a laje e também para a carga pontual descarregada por um pilar da cobertura, conforme apontado na FIGURA 5.

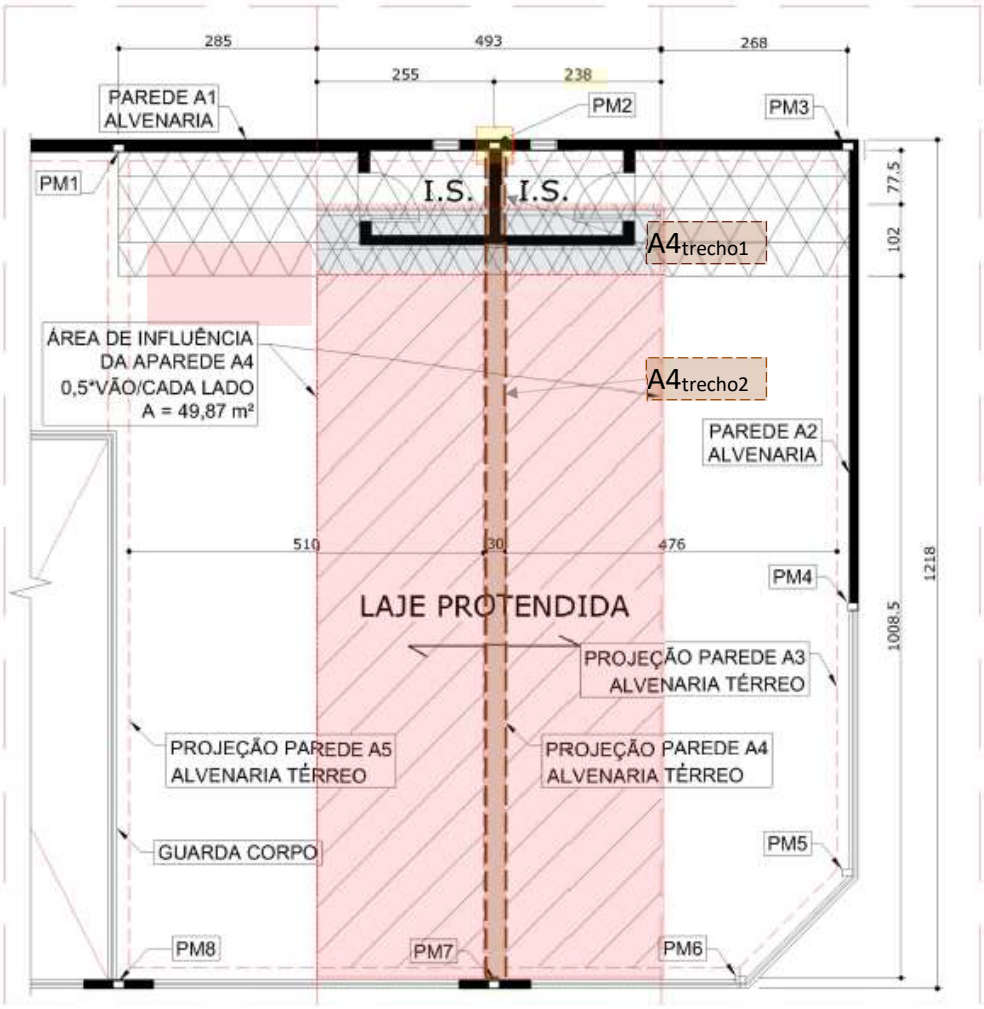


FIGURA 5: FACHADA COM INDICAÇÃO DAS TIPOLOGIAS CONSTRUTIVAS
FONTE: Os autores (2019)

As solicitações resultantes de cada trecho analisado e a capacidade resistente da parede, assim as respectivas relações entre ambos são apresentadas no QUADRO 4.

QUADRO 4 – RESULTANTES DA ANÁLISES DA ALVENARIA.

Parede	Alvenaria Original			Alvenaria com acréscimo de carga		
	Sd	Rd	Rd/Sd	Sd	Rd	Rd/Sd
Todas	2,21 tf/m	26,58 tf/m	1202,7%			
$A4_{trecho1}$				10,08 tf/m	26,58 tf/m	263,7%
$A4_{trecho2}$				7,28 tf/m	26,58 tf/m	365,1%
PM2				38,57 tf/m²	159,49 tf/m²	413,5%

FONTE: Os autores (2019).

Devido a espessura da parede e a resistência adotada do bloco e da argamassa, as verificações realizadas quanto às cargas normais apontaram que a parede de alvenaria suporta a mudança sem necessidade de reforço em todos os pontos analisados com significativa folga.

Quanto a flexocompressão e tensão de cisalhamento incidentes nos vãos, verificou-se que o acréscimo de carga não os afetará, permanecendo os mesma magnitude já existente destes esforços, pois a laje estará fora da pirâmide formada pelo ângulo citado conforme ilustrado na FIGURA 6, permanecendo sobre os vãos os mesmos esforços antes atuantes dentro dá área do triângulo, conforme metodologia estabelecida pela NBR 15270-2 (ABNT, 2017).

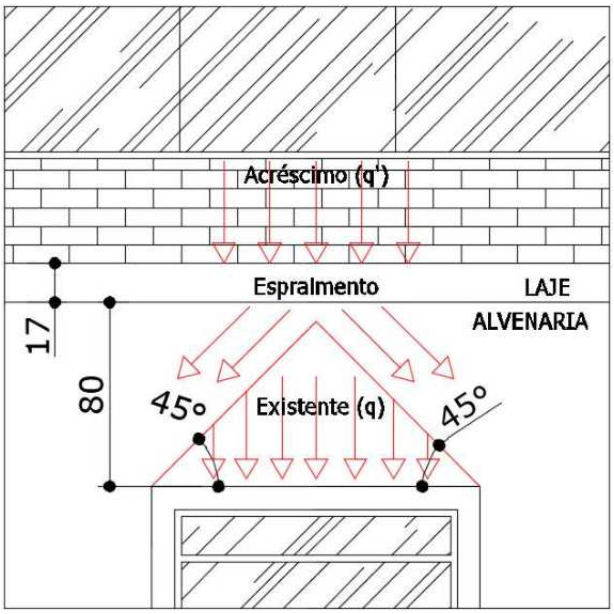


FIGURA 6: ESPRAIAMENTO DE ESFORÇOS NA ALVENARIA
FONTE: Os autores (2019).

3. CONCLUSÃO

Avaliando por meio do conjunto de resultados obtidos através das análises de inspeções e do cálculo estrutural tem-se que a construção existente não está apta a receber o acréscimo de carga na parte construída em concreto armado, sendo necessário reforço em alguns elementos de viga, pilares e lajes devido aos resultados sinalizarem a insuficiência de armadura frente as novas solicitações segundo a norma vigente. Já a avaliação da estrutura em alvenaria antiga indicou uma estabilidade muito acima do esperado, sendo esta capaz de resistir ao acréscimo de carga com ampla folga, de acordo com os parâmetros adotados para este trabalho. Sendo que para se afirmar a estabilidade, a realização de ensaios para determinação do grau de conservação da estrutura, resistência da argamassa e verificações quanto as vibrações seriam imprescindíveis para a alvenaria e para ambas as partes a análise da infraestrutura e interação entre solo e estrutura. Portanto, os resultados evidenciam a importância de uma avaliação estrutural se antecipar a qualquer alteração que represente incremento às solicitações pré-existentes.

4. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10520 – Informação e documentação. Citação em documentos. Apresentação. Rio de Janeiro, ago 2002a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento, Rio de Janeiro, 1980.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8681: Ações e segurança nas estruturas – Procedimento, Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15270: Componentes cerâmicos. Parte 2: Blocos e tijolos para alvenaria - Métodos de ensaios, Rio de Janeiro, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575-1: Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 1: Requisitos, Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15812-:1 Alvenaria estrutural – Blocos de cerâmicos. Parte 1: Projeto, Rio de Janeiro, 2011.

BARRIENTOS, M. I. G. G. **Retrofit de edificações**: estudo de reabilitação das edificações antigas às necessidades atuais. 2004. 189 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, UFRJ, Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11422/1652>. Acesso em: 11 ago. 2018.

COUTO, D. et al. Estruturas de concreto. Contribuição à análise da segurança em estruturas existentes. **Revista IBRACON de Estruturas e Materiais**, v. 8, n. 3, p. 365–389, jun. 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-41952015000300365&lng=en&tlng=en>. Acesso em: 8 set. 2018.

FAGULHA, J. **Reabilitação e conservação do património arquitectónico**. Lisboa: Getbliss, 2016. v. 4. Disponível em: <http://oasrs.org/media/uploads/4_CT_Conservacao.pdf>. Acesso em: 22 set. 2018.

FIGUEIRA, C. S. L. **Reconversão para hostel de um edifício no centro histórico de Viseu**. 2015. 106 f. Universidade Católica Portuguesa, Beiras, 2015. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.14/19781>. Acesso em: 30 set. 2018.

FUSCO, P. B. **Técnica de armar as estruturas de concreto**. 2. ed. São Paulo: Pini, 2013.

GUIMARÃES, L. F. **O retrofit e a modelagem de informações como ferramenta na análise de projetos**. 2014. 63 f. UFRJ/ Escola Politécnica, Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <http://www.monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10009727.pdf>. Acesso em: 23 set. 2018.

LEONHARD, F.; MÖNNING, E. **Construção de concreto - princípios básicos do dimensionamento de estrutura de concreto armado**. 1. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2008. v. 1.

LOPES, B. M. V. P. **Avaliação de segurança de estrutruras existentes. n. 4, p. 164, 2009**. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/59824/1/000137037.pdf>. Acesso em: 16 set. 2018.

MARCELLI, M. **Sinistros na Construção: causas e soluções para danos e prejuízos em obras**. 2. ed. São Paulo: Pini, 2007.

MOLITERNO, A. **Caderno de estruturas em alvenaria e concreto simples**. São Paulo: Blucher, 2011.

PIANCA, J. B. **Manual do construtor**. Porto Alegre: Globo, 1955. v. 1.

RODRIGUES, P. P. **Caracterização estrutural de alvenarias antigas do centro histórico de Leiria**. 2015. 155 f. Instituto Políténico de Leiria, Leiria, 2015. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.8/2556>. Acesso em: 6 out. 2018.

ROQUE, J. C. A. **Reabilitação estrutural de paredes antigas de alvenaria**. 2002. 338 f. Universidade do Minho, 2002. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10198/1724>. Acesso em: 30 mar. 2019.

VALADARES, O. C. P. et al. Tecnologias Empregadas para Reabilitação de Estruturas e Reparos de Edificações. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, Ano 2, Vol. 16. pp 620-631, Março de 2017. ISSN: 2448-0959, p. 620–631, 2017. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/wp-content/uploads/kalins-pdf/singles/reparos-de-edificacoes.pdf>. Acesso em: 22 set. 2018.