



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA CIVIL

**PAULA ISABELLA DE OLIVEIRA ROCHA**

**ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DO *RETROFIT* PREDIAL EM  
EDIFICAÇÕES ANTIGAS: UMA FERRAMENTA DE AUXÍLIO PARA A TOMADA  
DE DECISÃO**

Campina Grande – PB  
Julho de 2019

**PAULA ISABELLA DE OLIVEIRA ROCHA**

**ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DO *RETROFIT* PREDIAL EM  
EDIFICAÇÕES ANTIGAS: UMA FERRAMENTA DE AUXÍLIO PARA A TOMADA  
DE DECISÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)  
apresentado à Universidade Federal de Campina  
Grande – UFCG como parte dos requisitos  
necessários para a obtenção de bacharelado em  
Engenharia Civil.

Orientador(a): Prof. Dr. Milton Bezerra das  
Chagas Filho

Co-Orientador (a): Prof. Me. Rodrigo Mendes  
Patrício Chagas

Campina Grande, Julho de 2019

**PAULA ISABELLA DE OLIVEIRA ROCHA**

**ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DO *RETROFIT* PREDIAL EM  
EDIFICAÇÕES ANTIGAS: UMA FERRAMENTA DE AUXÍLIO PARA A TOMADA  
DE DECISÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)  
apresentado à Universidade Federal de Campina  
Grande – UFCG como parte dos requisitos  
necessários para a obtenção de bacharelado em  
Engenharia Civil.

Aprovada em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/2019.

Nota: (\_\_\_\_\_)

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Milton Bezerra das Chagas Filho - CTRN/UFCG  
(Orientador)

---

Prof. Me. Rodrigo Mendes Patrício Chagas  
(Examinador Externo)

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Marília Marcy Cabral de Araújo – CTRN/UFCG  
(Examinadora Interna)

Campina Grande, julho de 2019

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Campina Grande, ao Centro de Tecnologias e Recursos Naturais e ao Centro Acadêmico de Engenharia Civil, pela oportunidade de estudo e pela excelência de ensino;

Ao Prof. Dr. Milton Bezerra das Chagas Filho e ao Prof. Me. Rodrigo Mendes Patrício Chagas, pelas orientações e ensinamentos não só pertinentes ao desenvolvimento do trabalho, mas também úteis para a vida profissional iminente;

Aos meus pais, Vera Solange de Oliveira Farias e Vicente de Paula Teixeira Rocha, por terem fornecido todas as ferramentas necessárias à graduação;

A todo o corpo docente do curso de Bacharelado em Engenharia Civil, pelo conhecimento transmitido;

Aos meus amigos, familiares, e demais pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para minha formação pessoal e profissional, meus mais sinceros agradecimentos.

## RESUMO

Empreendedores da área da construção civil se deparam com situações nas quais a disponibilidade de terrenos não edificadas é baixa ou inexistente. Além disso, com o constante advento de novas tecnologias, cresce também o número de edifícios tecnologicamente desatualizados. Deste modo, quem deseja realizar investimentos em uma edificação já existente se depara com duas alternativas: recuperar e atualizar a edificação por meio de *retrofit*, ou demolir e reconstruir. O presente trabalho objetiva elaborar um roteiro de procedimentos que auxiliem a tomada de decisão entre a realização do *retrofit* predial ou a demolição/reconstrução de edificações antigas. Para tal, foram descritas as etapas a serem cumpridas ao longo do processo de escolha, sendo elas o pré-diagnóstico, o diagnóstico e a avaliação da viabilidade econômica do *retrofit*, sendo nesta etapa utilizada uma ferramenta desenvolvida pela autora e denominada TVER – Teste de Viabilidade Econômica do *Retrofit*. Após apresentados os seus componentes, a mesma foi aplicada em casos práticos de intervenções em edificações, testando sua precisão. Os resultados obtidos apresentaram uma margem de variação relativamente pequena, ao se considerar orçamentos em edificações que estão sob reformas, com variações de 1,02 até 8,89%. Do trabalho, concluiu-se que, apesar das imprecisões encontradas na ferramenta, a mesma ainda pode ser usada de forma satisfatória para o objetivo que se propôs, como elemento auxiliar da tomada de decisão entre o *retrofit* predial ou a demolição/reconstrução da edificação. Para uma maior acurácia, sugere-se a análise do método utilizado em um universo mais representativo para obter resultados mais precisos.

**Palavras-chave:** *Retrofit* predial, viabilidade econômica, tomada de decisão.

## ABSTRACT

Entrepreneurs in the construction sector face situations in which the availability of undeveloped land is low or non-existent. In addition, with the constant advent of new technologies, the number of technologically outdated buildings also grows. Thus, those who want to invest in an existing building face two alternatives: to recover and update the building through retrofit, or to demolish and rebuild. The present work aims to elaborate a script of procedures that will aid the decision making between the realization of retrofit or the demolition / reconstruction of old buildings. In order to do so, the steps to be followed throughout the selection process were described as the pre-diagnosis, the diagnosis and the evaluation of the economic viability of retrofit, where, in the last stage a tool was developed by the author and called TVER – Teste de Viabilidade Econômica do Retrofit (Retrofit Economic Viability Test). After presenting its components, it was applied in practical cases of interventions in buildings, testing its accuracy. The results obtained pointed a relatively small variation when considering budgets in buildings that are undergoing renovations, varying from 1.02 to 8.89%. From the work, it was concluded that, despite the inaccuracies found in the tool, it can still be used satisfactorily for the objective that was proposed, as an auxiliary element of the decision making between the building retrofit or the demolition / reconstruction of the building. For a better accuracy, it is suggested the analysis of the method used in a more representative universe to obtain more precise results.

**Palavras-chave:** Building retrofit, economic viability, decision making.

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 - Edifício Bella Paulista antes e depois do <i>retrofit</i> de fachada. ....	8
Figura 2 - Piso elevado com passagem de tubulações hidrossanitárias.....	14
Figura 3 - Edifício Riskallah Jorge.....	16
Figura 4 - Edifício Maria Paula. ....	17
Figura 5 - Fluxograma das etapas do processo de escolha proposto. ....	25
Figura 6 - Faixas de classificação da viabilidade econômica do <i>retrofit</i> .....	32

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Estimativas de gastos por etapa da obra. ....	12
Tabela 2 - Questionário a ser respondido durante a fase de pré-diagnóstico. ....	26
Tabela 3 - Pontuação dos serviços considerados no TVER para a hipótese de prédios residenciais com elevador. ....	27
Tabela 4 - Pontuação dos itens considerados na TVER para a hipótese de prédios comerciais com elevador. ....	27
Tabela 5 - Descrição e pontuação dos serviços para a hipótese de prédios residenciais com elevador. ....	28
Tabela 6 - Descrição e pontuação dos serviços para a hipótese de prédios comerciais com elevador. ....	30
Tabela 7 - Questionário respondido para o caso do edifício Riskallah Jorge. ....	33
Tabela 8 - Pontuação do edifício Riskallah Jorge. ....	34
Tabela 9 - Questionário respondido para o caso do edifício Maria Paula. ....	35
Tabela 10 - Pontuação do edifício Maria Paula. ....	36
Tabela 11 - Questionário respondido para o caso do edifício Labor. ....	37
Tabela 12 - Pontuação do edifício Labor. ....	38
Tabela 13 - Questionário respondido para o caso do edifício Hotel São Paulo. ....	39
Tabela 14 - Pontuação do edifício Hotel São Paulo. ....	40
Tabela 15 - Questionário respondido para o caso do edifício Joaquim Carlos. ....	41
Tabela 16 - Pontuação do edifício Joaquim Carlos. ....	42



**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NBR	Norma Brasileira
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
TCPO	Tabela de Composição e Preços para Orçamentos
TVER	Teste de Viabilidade Econômica do <i>Retrofit</i>

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1. OBJETIVOS .....	2
1.1.1. OBJETIVO GERAL .....	2
1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	2
1.2. JUSTIFICATIVA .....	2
1.3. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO .....	3
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	4
2.1. TIPOS DE INTERVENÇÕES EM EDIFICAÇÕES .....	4
2.2. RETROFIT PREDIAL .....	5
2.3. ORÇAMENTOS E CUSTOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL E NO RETROFIT PREDIAL .....	11
2.3.1. ORÇAMENTOS E CUSTOS DE UMA OBRA .....	11
2.3.2. ORÇAMENTO E CUSTOS DE RETROFIT PREDIAL .....	13
3. MATERIAIS E MÉTODOS .....	15
3.1. MATERIAIS .....	15
3.1.1. EDIFÍCIO RISKALLAH JORGE .....	15
3.1.2. EDIFÍCIO MARIA PAULA .....	17
3.1.3. EDIFÍCIO LABOR .....	18
3.1.4. EDIFÍCIO HOTEL SÃO PAULO .....	18
3.1.5. EDIFÍCIO JOAQUIM CARLOS .....	19
3.2. MÉTODOS .....	20
3.2.1. PRÉ-DIAGNÓSTICO .....	20
3.2.2. DIAGNÓSTICO .....	21
3.2.3. AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DO RETROFIT .....	21
3.2.4. DESENVOLVIMENTO DO TVER .....	21
4. RESULTADOS E ANÁLISES .....	26

4.1.	APRESENTAÇÃO DO TVER .....	26
4.2.	APLICAÇÃO DO TVER EM ESTUDOS DE CASO .....	32
4.2.1.	EDIFÍCIO RISKALLAH JORGE .....	33
4.2.2.	EDIFÍCIO MARIA PAULA.....	35
4.2.3.	EDIFÍCIO LABOR.....	37
4.2.4.	EDIFÍCIO HOTEL SÃO PAULO .....	39
4.2.5.	EDIFÍCIO JOAQUIM CARLOS.....	41
4.3.	ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	43
5.	CONCLUSÕES.....	45
5.1.	QUANTO À CRIAÇÃO DO SISTEMA DE PONTUAÇÃO .....	45
5.2.	QUANTO À CRIAÇÃO DAS FAIXAS INTERPRETATIVAS.....	45
5.3.	QUANTO À APLICAÇÃO DO TVER EM ESTUDOS DE CASO .....	45
5.4.	CONCLUSÕES GERAIS .....	45
5.5.	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	45
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	46

## 1. INTRODUÇÃO

As grandes cidades brasileiras estão submetidas ao fenômeno de alta densificação urbana, decorrente do êxodo rural que há anos ocorre no país e se intensificou durante as décadas de 1930 a 1950. Os terrenos disponíveis em regiões economicamente estratégicas se tornam, portanto, raros e dispendiosos, limitando as opções das empresas que pretendem construir edificações.

No entanto, de acordo com Marques de Jesus (2008), na atualidade é notável a ocorrência de esvaziamento das áreas centrais das grandes cidades, o que leva a uma subutilização das infraestruturas de transporte, energia elétrica e saneamento locais. “Além disso, o centro urbano das metrópoles concentra, geralmente, grande parte do patrimônio histórico, artístico e arquitetônico da cidade, e seu esvaziamento e afastamento dos potenciais usuários contribuem com sua degradação [...]” (MARQUES DE JESUS, 2008).

A preservação e recuperação de edificações antigas constituem um tema pouco discutido entre profissionais da construção civil no Brasil. No contexto de um país em crescimento, o mercado incentiva a busca por métodos construtivos mais modernos e inovadores, juntamente com o uso de novos materiais alternativos, almejando o aumento da eficiência e durabilidade das edificações a um custo razoável. Deste modo, acaba por tornar mais atrativo o “construir” em oposição ao “recuperar”. Tomaz (2010) cita “É possível observar que muitas vezes [...] prefere-se demolir o velho, por considerá-lo impróprio, e substituí-lo pelo novo, mais contemporâneo e funcional, mais adequado às necessidades da vida moderna, sempre exigente em suas demandas”.

A preservação e requalificação de edifícios antigos podem apresentar vantagens no campo da construção civil para engenheiros e arquitetos que buscam adotar conceitos de sustentabilidade. Por um lado, tanto o processo de demolição quanto o processo de construção geram elevado volume de resíduos que nem sempre conseguem ser reaproveitados, além de demandar grande quantidade e variedade de recursos naturais. Por outro lado, ao se realizar uma requalificação de uma construção antiga, permite-se que haja diminuição tanto de geração de resíduos quanto de demanda por novos recursos.

Há diversas possibilidades que permitem a preservação de um edifício antigo, a exemplo de reformas, restaurações, manutenções e *retrofit*. Este trabalho irá abordar o tema do *retrofit* predial em edificações antigas não tombadas como patrimônio histórico, sob a perspectiva de sua viabilidade técnica e econômica, apresentando uma ferramenta auxiliar no processo de escolha entre *retrofit* ou demolição e reconstrução.

## 1.1. OBJETIVOS

### 1.1.1. *Objetivo geral*

O presente trabalho tem como objetivo geral elaborar um roteiro de procedimentos que visem auxiliar o processo de escolha entre *retrofit* predial ou demolição e reconstrução de edificações antigas, com a utilização de uma ferramenta que atue como indicador da viabilidade econômica da intervenção.

### 1.1.2. *Objetivos específicos*

Ao final do estudo, espera-se:

- Criar um sistema de pontuação para os serviços de *retrofit* de uma edificação;
- Instituir faixas interpretativas contendo os serviços supracitados, que servirão como indicativo da viabilidade econômica de um *retrofit* predial;
- Realizar a aplicação do sistema de pontuação em edificações alvo de estudos de caso, de modo a demonstrar a utilização da ferramenta e testar a sua eficácia.

## 1.2. JUSTIFICATIVA

Empreendedores da área da construção civil se deparam com situações nas quais a disponibilidade de terrenos não edificadas é baixa ou inexistente, especialmente em regiões onde há valorização imobiliária. Além disso, com o constante advento de novas tecnologias, cresce também o número de edifícios tecnologicamente defasados. Deste modo, as construtoras e os proprietários que desejam fazer investimentos em uma edificação já existente e/ou obsoletas se deparam com uma decisão a ser tomada: recuperar e atualizar a edificação por meio de *retrofit*, ou demolir e reconstruir a partir do zero.

Tal decisão pode ser tomada levando-se em conta diversos critérios, sendo o custo um dos mais relevantes para os empreendedores. Ao se fazer orçamento para os casos de demolição/reconstrução e para o caso de *retrofit*, é possível calcular os dois valores de despesas e escolher o que for mais economicamente viável. Este processo, porém, não só é complexo, como também demanda tempo, uma vez que exige o desenvolvimento de um projeto básico para ambos os casos.

Neste contexto, o uso de ferramentas de comparação entre a opção de demolição e reconstrução e a opção de *retrofit* predial permite um processo de escolha simplificado, mais rápido e menos oneroso. Tais ferramentas, porém, são raras, o que leva à necessidade de criação das mesmas e, conseqüentemente, ao desenvolvimento deste trabalho.

### 1.3. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O presente trabalho é dividido em cinco capítulos. No primeiro capítulo, são apresentadas as considerações iniciais, incluindo os objetivos e a justificativa para o desenvolvimento da pesquisa.

Em seguida, no segundo capítulo, discorre-se sobre o estado da arte relativo ao estudo do *retrofit* predial, que envolvem definições, classificações, técnicas utilizadas, etc.

No terceiro capítulo, descreve-se a metodologia utilizada para o desenvolvimento de uma nova ferramenta que irá orientar a tomada de decisão entre realizar *retrofit* em uma edificação ou demolir e reconstruir a mesma. Neste mesmo capítulo, são apresentadas edificações que passaram por um processo de intervenção, e cujo estudo de caso serve como apoio para o teste da eficácia da ferramenta desenvolvida.

Os formulários que compõem a ferramenta são introduzidos ao longo do quarto capítulo, e em seguida é feita uma demonstração da aplicação dos mesmos nas edificações escolhidas para estudo.

Por fim, no quinto e último capítulo, são feitas as conclusões sobre os resultados obtidos no capítulo anterior, bem como as considerações finais pertinentes ao trabalho em sua integridade.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. TIPOS DE INTERVENÇÕES EM EDIFICAÇÕES

Em se tratando de intervenções em edificações, o conceito de *retrofit* predial pode ser facilmente confundido com outros conceitos como reforma, manutenção ou restauração, por exemplo. Todos parecem remeter ao fator de mudança e melhoria em uma construção, porém há algumas diferenças básicas entre eles que serão explicadas a seguir:

- Reforma: Segundo a ABNT NBR 16280:2015 é definida como a interferência em uma edificação existente, havendo ou não alteração no uso, modificando a forma do edifício para recuperar, aperfeiçoar ou ampliar suas condições de uso e segurança. Vale (2006, p. 128) explica que a reforma visa introdução de melhorias, porém não há compromisso em manter suas características anteriores;
- Manutenção: É, de acordo com a ABNT NBR 15575:2013 o “conjunto de atividades a serem realizadas em sistemas e equipamentos com a finalidade de manter a edificação em funcionamento adequado”. O compromisso da manutenção é, portanto, aumentar a vida útil da edificação, porém sem a preocupação de gerar atualizações ou modernizações na mesma;
- Restauração: É um conjunto de ações que tem como objetivo a recuperação da imagem, da concepção original da edificação em questão. Ou seja, a finalidade da restauração é restituir o imóvel à sua condição original (VALE, 2006);
- Reparos: Intervenções pontuais em patologias localizadas (VALE, 2006). Seu objetivo é, portanto, correções de problemas e prolongamento da vida útil da obra, similar ao que ocorre na manutenção;
- Reabilitação: Ações com o objetivo de recuperar e beneficiar edificações, por meio de mecanismos de atualização tecnológica (VALE, 2006);
- Requalificação: Segundo Mariano (2012), a requalificação tem a proposta de propiciar novamente a uma edificação a qualidade que a mesma possuía anteriormente. Além disso, “é uma ação que pode envolver atividades de restauro, manutenção, alteração, *retrofit*, reparo ou reforma visando dotar o edifício de atributos econômicos ou funcionais equivalentes aos exigidos a um edifício novo”.

## 2.2. RETROFIT PREDIAL

“*Retrofit*” é uma palavra originada do prefixo latino ‘*retro*’, que significa movimentar-se para trás, e do sufixo inglês ‘*fit*’, que significa adaptação, ajuste (SCHREIBER, 2017, p. 24). Ou seja, a etimologia do termo remete à um processo de readaptação de algo que se tornou obsoleto. Na construção civil, o conceito de *retrofit* predial é bastante amplo, porém nota-se forte associação com a ideia de requalificação e reabilitação de uma edificação antiga. Esse processo se originou em países da Europa e nos Estados Unidos, no final da década de 90. Nesses países, devido a legislações que proibiam a substituição do acervo arquitetônico histórico, encontrou-se no processo de requalificação uma solução para o uso dessas edificações (ZARUR, 2017, p. 6).

A norma brasileira de desempenho (ABNT NBR 15575:2013) define *retrofit* como sendo a remodelação ou atualização de uma edificação ou de seus sistemas, visando valorização do imóvel, aumento da eficiência, novos usos e prolongamento da vida útil, através da modernização tecnológica. Assim, a edificação passa por um processo de evolução que permite o atendimento das novas demandas dos usuários, porém conservando, na medida do possível, sua estrutura e arquitetura originais.

Barrientos (2004, p. 30-53) apresenta alguns fatores que podem estimular a aplicação do *retrofit* predial:

- Vida útil dos materiais: as técnicas mais tradicionais da construção civil, usadas historicamente na execução de edificações, utilizam materiais reconhecidamente de qualidade elevada, a exemplo de madeira, ardósia, argila, pedras, entre outros. Atualmente, devido à necessidade de redução de custos de construção, observa-se o uso de materiais menos nobres e com menor durabilidade, em contraste a uma evolução nas técnicas de execução, exigindo atualizações mais frequentes na obra;
- Degradação pelo uso: é natural que, durante a vida útil da obra, haja um desgaste gerado pelo seu uso. Para evitar a expansão desse desgaste, ou para controlar uma degradação já em estado avançado, faz-se necessário realização de intervenções, ou manutenções, na edificação, sejam elas preventivas ou corretivas;
- Problemas patológicos: são falhas ou anomalias que alteram a durabilidade, a resistência e/ou a estética dos elementos de uma edificação; podem ser originadas durante as fases de concepção, de execução ou de utilização da construção (SOUZA & RIPPER, 2013, p. 14-22). A presença de problemas dessa ordem pode estimular o



proprietário a não somente tomar ações preventivas, mas também a realizar atualizações de forma a evitar que as patologias voltem a surgir;

- A mudança no perfil do usuário: à medida que os usuários passam a obter novas necessidades, faz-se necessário promover mudanças nas edificações para possibilitar o atendimento das demandas atuais;
- Eficiência energética: com o desenvolvimento de correntes de sustentabilidade e a necessidade de se reduzir o consumo de energia elétrica, a arquitetura e os materiais usados nas edificações têm sido concebidos de forma a aproveitar ao máximo a iluminação e ventilação natural. Essa corrente de pensamento é de fácil aplicação para obras não executadas, porém, em se tratando de prédios já existentes, faz-se necessário realizar alterações nos mesmos.

Para melhor compreensão de como o *retrofit* predial pode ser aplicado, Barrientos (2004, p. 81- 116) cita algumas das formas mais usuais de *retrofit* e suas respectivas técnicas, sendo elas:

- *Retrofit* lumínico: trata-se de um processo de substituição de um sistema de iluminação por outro alternativo. Além de maior eficiência energética, busca-se com essa substituição atingir níveis de luminosidade adequados, menor carga térmica no ambiente, melhor reprodução de cores do ambiente, menor nível de ofuscamento e maior conforto visual. A técnica escolhida varia de acordo com o caso. Em alguns casos, é feito apenas uma simples substituição de luminárias ou lâmpadas por outras mais modernas. Em outros, é necessário a mudança completa no *layout* do circuito elétrico e na distribuição das luminárias. O ideal, porém, é aproveitar ao máximo a iluminação natural, caso a arquitetura permita abertura de novos vãos ou implementação de elementos como claraboias, tratando a iluminação artificial como complementar;
- *Retrofit* acústico: numa edificação, a origem de ruídos pode ser tanto interna como externa. Para controlar ruídos internos, podem ser aplicadas técnicas como substituição da fonte sonora por uma mais silenciosa; bloqueio do som com materiais sólidos pesados que resistam à transmissão de ondas sonoras; ou tratamento acústico do ambiente, utilizando materiais leves e porosos que absorvem as ondas sonoras. Para o controle de ruído externo, o uso de janelas que isolem acusticamente o ambiente é a

solução imediata. Outras possíveis soluções são o uso de portas de madeira maciça, fachadas cegas, ou paredes executadas com materiais isolantes;

- *Retrofit* de climatização: tem como principal objetivo redução do consumo de energia e, conseqüentemente, de custos. Os princípios de condicionamento de ar permanecem os mesmos, porém há evolução no rendimento, nas dimensões e na economia, que podem ser alcançados a partir da modernização dos equipamentos. O sistema de climatização também encontra dificuldades de funcionamento ótimo devido a perdas, que ocorrem através de frestas em janelas, portas ou mesmo no forro. Um meio mais simples e barato de maximizar a eficiência de um sistema já existente é através da redução dessas perdas;
- *Retrofit* de instalações mecânicas: as instalações mecânicas referem-se aos elevadores, que também representam uma fonte de alto consumo de energia. Além disso, problemas como riscos de acidentes, longos tempos de espera, botoeiras e cabines descascando, desgaste das máquinas, defasagem de comandos e lentidão representam a necessidade de um *retrofit*. Desse modo, faz-se essencial que haja não somente uma modernização dos elementos mecânicos do elevador, como também um *redesign* da cabine. No caso de edificações mais antigas projetadas sem elevador, a instalação do mesmo torna-se um desafio, principalmente, devido à falta de espaço para alocação da casa de máquinas. Soluções alternativas consistem no uso de elevadores hidráulicos, que são vantajosos por não necessitarem de energia elétrica para seu funcionamento; ou implementação de elevadores externos ao edifício, caso haja espaço;
- *Retrofit* do sistema de incêndio: no caso de sistemas de proteção contra incêndio, especialmente em edificações antigas, o *retrofit* se dá principalmente na aplicação de detectores, sejam eles de fumaça ou de calor, e de *sprinklers*. A atualização do sistema de incêndio é de extrema importância nessas edificações uma vez que as mesmas estão mais suscetíveis à incêndios provenientes de curtos-circuitos nas instalações elétricas;
- *Retrofit* hidráulico: de modo geral, a principal motivação de se realizar *retrofit* em instalações hidráulicas é para correção de vazamentos ou para modificação da distribuição das tubulações. Porém, com a necessidade de redução de consumo de água, nota-se um crescimento na substituição dos equipamentos hidráulicos tradicionais por tecnologias mais modernas que permitem essa redução, como torneiras automáticas, pré-misturadores de água fria e quente, etc;

- *Retrofit* de adaptação a novas utilizações: essa modalidade de *retrofit* é mais complexa e onerosa que as demais, exigindo uma análise mais aprofundada para poder ser aplicada. A adaptação para novos usos requer não somente mudanças na disposição dos ambientes, mas também um estudo dos sistemas hidráulico, elétrico e estrutural, de modo a observar se os mesmos ainda estão íntegros e se são capazes de suportar as novas demandas;
- *Retrofit* de fachada: quanto à funcionalidade, fachadas podem sofrer modificações devido à obsolescência da técnica construtiva e a critérios de concepção duvidosos que prejudicam o funcionamento normal da edificação. O *retrofit* pode ser aplicado em fachadas também por motivos estéticos, para tornar o prédio mais atraente, ou para melhoria do conforto térmico, reduzindo a transmissão de calor e aproveitando iluminação e ventilação natural. A Figura 1 apresenta a comparação entre o antes e o depois de uma obra que passou pelo processo de *retrofit* de fachada. É importante salientar que antes de se iniciar um processo de *retrofit* em fachadas, deve-se consultar, entre outros, o código de obras vigente no local, para analisar se o mesmo permite a adição ou retirada do elemento desejado.

**Figura 1** - Edifício Bella Paulista antes e depois do *retrofit* de fachada.



Fonte: Flausino, 2017.

Outra forma de classificação é proposta por Oliveira (2013 apud SCHREIBER, 2017, p. 31), utilizando como critério a complexidade de execução:

- Nível 1 - *Retrofit* rápido: realização de pequenos reparos em edificações que apresentam um estado de conservação satisfatório. Engloba serviços de recuperação de instalações e revestimentos internos;
- Nível 2 - *Retrofit* médio: inclui, além das atividades de *retrofit* rápido, intervenções em fachadas, mudanças nos sistemas de instalações, reparos em elementos estruturais melhoria das condições funcionais e ambientais dos espaços em geral;
- Nível 3 - *Retrofit* profundo: engloba as atividades do *retrofit* médio, além de alterações significativas de demolições e reconstruções;
- Nível 4 - *Retrofit* excepcional: ocorre principalmente em edificações históricas ou localizadas em áreas protegidas, e corresponde a um grau de desenvolvimento mais aprofundado.

Ao se identificar a necessidade de aplicação de *retrofit* em uma edificação, faz-se necessário o estudo de suas condições atuais, de modo a identificar se seus elementos construtivos são capazes de suportar as novas atualizações. Deste modo, Barrientos (2004, p. 118-146) propõe três etapas para o estudo prévio do *retrofit*: o pré-diagnóstico, o diagnóstico e a programação das intervenções.

O pré-diagnóstico é o primeiro contato entre o interventor e o objeto. Representa uma ideia inicial da qualidade e do estado de conservação da edificação. Em geral, de custo reduzido, engloba inspeção visual e alguns levantamentos dimensionais superficiais que forneçam a informação mínima necessária para elaboração de um anteprojeto, que, levando em consideração os objetivos iniciais do proprietário, irá apontar a exequibilidade do *retrofit*.

A realização do pré-diagnóstico deve ser através de uma investigação de documentos e plantas existentes e por uma avaliação *in situ* que permitirá estabelecer o estado das obras e estruturas existentes. Esse pré-diagnóstico possibilitará ao profissional escolher entre as diversas possibilidades que serão expostas a seguir, aquela que melhor se adequar a situação:

- Demolir e reconstruir: Solução adotada quando o *retrofit* for inviável técnica e economicamente, devido a um grau avançado de degradação da edificação;
- Recuperar e realizar obras de caráter menor: indicado quando é possível recuperar a edificação ou adaptá-la à nova situação;

- Acrescentar elementos de conforto: indicado quando o grau de degradação na estrutura é mínimo, e o objetivo principal do *retrofit* é melhoria nas condições de uso da edificação.

Após a análise superficial, caso seja decidido pela execução do *retrofit*, o profissional contratado deverá realizar avaliação mais detalhada, de modo a identificar o real estado dos sistemas da edificação. Esse processo de análise aprofundado é denominado diagnóstico.

De acordo com Barrientos (2004), algumas etapas de fundamental importância no diagnóstico de uma edificação são:

- Vistoria: consiste em estudar o ambiente, observando o maior número de informações possíveis, verificando pontos relevantes sobre os aspectos físicos do local e sobre os hábitos das pessoas que o utilizam. Durante esta etapa, pode-se fazer uso de ferramentas, como mangueira de nível, trena, paquímetro, nível e prumo, máquinas fotográficas, etc, que irão ajudar a medir e documentar o estado superficial do local;
- Pesquisa documental: nesta etapa, serão levantados o maior número de informações técnicas possíveis, como identificação do imóvel, condições legais, condições administrativas, tipo de sistema estrutural, tipo de fundações, tipo de esgotamento sanitário, além do *as built* e dos projetos arquitetônicos, estruturais e de instalações;
- Questionário: consiste num conjunto de questões sistemáticas e sequenciais que constituem o tema da pesquisa. Busca obter dos inquiridos informações sobre as edificações que não estão contidas na documentação, além da visão pessoal dos usuários;
- Entrevista: semelhante ao questionário, porém aplicada diretamente pelo pesquisador;
- Medições físicas: medições das dimensões dos ambientes, pé direito, número e posicionamento de luminárias, saídas de ar, enfim, o levantamento de qualquer informação sobre a edificação que seja necessária e não se disponha na documentação;
- Investigações complementares: investiga elementos ocultos que não foram identificados na vistoria, como por exemplo, armaduras de vigas e pilares. Neste caso, faz-se necessária realização de ensaios complementares.

- Parecer final do diagnóstico: nesta etapa, as vistorias já foram realizadas, assim como os ensaios necessários, cabendo ao profissional, elaborar um diagnóstico que servirá como base para a elaboração do projeto, na fase seguinte.

Por fim, de posse do diagnóstico, é possível iniciar o planejamento da execução do *retrofit*. Toda a modificação de um estado existente provoca reações em cadeia, por isso a coordenação das atividades pode levar a otimização em termos de tempo e qualidade dos serviços a serem executados.

Outro fator que interfere na evolução dos trabalhos é a questão da propriedade. Quando o imóvel objeto do *retrofit* pertencer a apenas um proprietário os trabalhos são mais fáceis e as decisões mais rápidas de serem tomadas, mas quando o imóvel pertence a vários proprietários, geralmente, é mais difícil conseguir unanimidade ou um acordo sobre as decisões e ações de intervenção a serem executadas.

## 2.3. ORÇAMENTOS E CUSTOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL E NO RETROFIT PREDIAL

### 2.3.1. *Orçamentos e custos de uma obra*

Considera-se que os orçamentos são compostos por duas partes: os custos diretos e as despesas indiretas (TCPO, 2017). De acordo com Tisaka (2006, p.37-38), custos diretos “são todos os custos diretamente envolvidos na produção da obra, que são os insumos constituídos por materiais, mão-de-obra e equipamentos auxiliares, mais toda a infraestrutura de apoio necessária para sua execução [...]”, enquanto as despesas indiretas são compostas pelos custos indiretos (custos específicos da Administração Central), taxa de risco, custo financeiro do capital de giro, tributos, taxa de comercialização e o lucro, compondo assim o BDI – Benefícios e Despesas Indiretas.

Segundo o TCPO (2017), os custos diretos são compostos por:

- Mão-de-obra: É representada pela quantidade ou fração de horas de trabalhadores necessárias para execução de um determinado serviço multiplicada pelo custo horário de cada trabalhador. O custo horário é obtido pelo salário/hora do trabalhador somado aos encargos sociais;
- Materiais: Seu custo é calculado a partir da multiplicação do consumo de materiais que serão utilizados em um serviço pelo preço unitário do material;

- Equipamentos: Representado pela quantidade ou fração de horas na qual o equipamento será utilizado no serviço em questão vezes o custo horário do equipamento.

A experiência da (o) construtora/engenheiro com obras anteriores, assim como o uso de tabelas de composição de preços fornecerão os índices do consumo de insumos e da produtividade de operários e equipamentos de determinado serviço (TCPO, 2017). Tisaka (2006, p. 39) acrescenta que devem ser previstos nos custos diretos não somente os serviços que envolvem a execução da obra em si, mas também os recursos necessários para o funcionamento da mesma, como a administração central, o canteiro de obras e a mobilização e desmobilização da obra.

Cada etapa construtiva da obra possui uma influência diferente no seu custo direto, e essa influência é sensível ao padrão de acabamento da mesma. A Tabela 1 abaixo apresenta estimativas da incidência percentual de cada serviço no custo total da obra, para diferentes usos e diferentes padrões de acabamento, sendo valores de referência nacional (CONSTRUÇÃO MERCADO, 2017 apud. PREFEITURA DE SÃO PAULO, 2017).

**Tabela 1** – Estimativas de gastos por etapa da obra (Fonte: Revista Construção e Mercado, 2017).

ETAPAS CONSTRUTIVAS	HABITACIONAL						COMERCIAL		INDUSTRIAL
	RESIDENCIAL			PRÉDIO COM ELEVADOR	PRÉDIO SEM ELEVADOR		PRÉDIO COM ELEVADOR	PRÉDIO SEM ELEVADOR	GALPÃO
	FINO (1)	MÉDIO (2)	POPULAR (3)	FINO (4)	MÉDIO (5)	POPULAR (6)	FINO (7)	MÉDIO (8)	MÉDIO (9)
Serviços preliminares	2,6 a 3,7	2,6 a 4,1	0,7 a 1,3	0,2 a 0,4	0,4 a 0,8	1,1 a 2,2	0 a 1	0,5 a 0,9	1 a 1,9
Movimento de terra	0 a 1	0 a 1	0 a 1	0 a 1	0 a 1	0 a 1	0 a 1	0 a 1	0 a 1
Fundações especiais	-	-	-	3 a 4	3 a 4	3 a 4	3 a 4	3 a 4	4 a 5
Infraestrutura	6,8 a 7,3	3,4 a 4	2,2 a 4	1,8 a 2,4	3,4 a 4	3,9 a 4,4	2,9 a 3,4	3,9 a 4,8	2,7 a 3,5
Superestrutura	15,3 a 18	11,6 a 16	9,6 a 12,3	26,8 a 32,7	23,5 a 29,4	19,1 a 23,8	24,1 a 28,9	19,7 a 23,6	5 a 6,7
Vedação	4,9 a 8,1	8,2 a 12,9	7,7 a 13,7	3,6 a 5	4,8 a 9,5	8,5 a 14,5	3,5 a 5	5,4 a 8,4	1,9 a 3,3
Esquadrias	2,7 a 5,4	7,6 a 14,2	8,1 a 13,4	6,1 a 11,3	3,9 a 6,9	3,8 a 6,6	5,8 a 11,5	7 a 13	6,7 a 12,8
Cobertura	0 a 0,3	4 a 8,8	10,1 a 20	-	0,6 a 1,9	-	-	-	17,5 – 26,2
Instalações hidráulicas	10,8 a 12,7	11,1 a 13	11 a 12	10,5 a 12,3	9,8 a 11,5	9,5 a 10,5	9,5 a 10,5	7,5 a 8,4	4,4 a 5,3
Instalações elétricas	3,8 a 4,8	3,8 a 4,8	3,8 a 4,8	4,5 a 5,4	3,7 a 4,6	3,8 a 4,8	3,7 a 4,6	3,8 a 4,7	5 a 6
Impermeabilização e isolamento térmica	10,3 a 13,4	0,4 a 0,7	0,4 a 0,8	1,2 a 2,4	1,3 a 1,9	4,6 a 5,8	1,9 a 2,5	5,9 a 7,2	0,8 a 1,2
Revestimento (pisos, paredes e forros)	20 a 27,1	22,5 a 28	21,1 a 29,1	21,1 a 27,4	24,3 a 30,9	23,4 a 33	16,9 a 23,8	17,8 a 21,8	6,5 a 9
Vidros	2 a 3,6	0,5 a 1	0,9 a 1,8	1,5 a 2,9	0,5 a 1	0,4 a 0,9	2 a 3,7	1,7 a 3,3	0 a 0,4
Pintura	4 a 5,8	6,3 a 8,2	3,9 a 4,9	3,8 a 4,9	5,3 a 7,2	2,6 a 3,5	7,9 a 11,8	6,9 a 8,9	4,8 a 7,1
Serviços complementares	2,2 a 3,2	0,5 a 0,7	0,5 a 1,1	0,3 a 0,9	0 a 1,2	0,5 a 1,1	0 a 1,2	0 a 8,9	20,4 a 29,4
Elevadores	-	-	-	1,4 a 1,8	-	-	2,9 a 3,5	-	-

Segundo Mattos (2006, p. 234), os custos indiretos são compostos por:

- Despesas indiretas de funcionamento da obra;
- Custos da administração central;
- Custos financeiros;
- Fatores imprevistos;

- Impostos;
- Lucro.

“Em termos práticos, o BDI é o percentual que deve ser aplicado sobre o custo direto [...] da obra para se chegar ao preço de venda” (MATTOS, 2006, p. 235).

### 2.3.2. *Orçamento e custos de retrofit predial*

Para os casos de intervenção predial, com ênfase no *retrofit*, a elaboração do orçamento é feita da mesma maneira que nas obras tradicionais, porém com algumas particularidades.

Dentre estas particularidades, a que mais se destaca é a de que o percentual de cada serviço sobre o preço total é variável de uma obra para outra, mudando de acordo com o grau de complexidade da intervenção. Marques de Jesus (2008, p. 81-104) e Yolle Neto (2006, p. 74-84) demonstram isso a partir de estudos de caso realizados na cidade de São Paulo, nos quais é possível observar essa variação.

Neste contexto, Marques de Jesus (2008, p. 79) apresenta fatores que influenciam no grau de complexidade da reabilitação, podendo gerar diferenças significativas não só na incidência de cada serviço, como também no próprio custo total da obra. São eles:

- Necessidade de recuperação ou reforço dos elementos estruturais;
- Estado de preservação do edifício como um todo;
- Mudança na compartimentação interna original, resultado em demolição e reconstrução de paredes;
- Necessidade de adequação do projeto às condições impostas por legislação e normas vigentes;
- Graus distintos de complexidade na logística das obras.

Por outro lado, Barrientos (2004, p. 55-80) aponta alguns recursos construtivos que colaboram para a diminuição dos custos do *retrofit*, sendo eles:

- *Shafts*: a edificação, por vezes, não dispõe do espaço necessário para novas tubulações requeridas por projeto, ou a instalação destas requer uma quantidade elevada de quebra de revestimento e alvenaria. Caso não haja uma situação de tombamento de



fachada da edificação, utilizar um *shaft* externo, na fachada ou nas laterais, pode representar uma solução para o problema de instalações de tubulações;

- Piso elevado: semelhante aos *shafts* externos, eles são bastante úteis na implementação de instalações não previstas no projeto inicial da obra ou adicionadas posteriormente. Esta solução, porém, exige a devida compatibilização com o projeto de acessibilidade. A Figura 2 demonstra o uso de piso elevado com passagem de tubulações hidrossanitárias.

**Figura 2** - Piso elevado com passagem de tubulações hidrossanitárias.



Fonte: Parisi Soluções, 2019.

- *Drywall*: usado em situações onde se faz necessária a criação de divisórias entre espaços. Paredes em *drywall* já possuem preços de mercado competitivos com o de paredes de alvenaria tradicionais, e apresentam vantagens não só na rapidez de execução, como também no ganho de área útil e no menor peso das paredes, além de facilitar a implementação de instalações hidráulicas, de gás, elétricas, de dados, etc;
- Fachadas ventiladas: caracteriza-se por um espaço entre a camada de revestimento e a parede, e é permanentemente ventilado por convecção. A constante circulação do ar reduz a possibilidade de formação de pontos de umidade na edificação, além de melhorar a sensação térmica no seu interior, diminuindo a necessidade de sistemas artificiais de climatização. É uma solução utilizada nos casos em que é possível alterar a fachada da edificação.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo, serão apresentados os materiais e métodos utilizados no trabalho, de modo a desenvolver um aprofundamento dos processos de análise do *retrofit* para edificações antigas e não tombadas existentes na literatura, com a adição de especificidades. A metodologia é composta em um processo dividido em três etapas: o pré-diagnóstico, o diagnóstico e a avaliação da viabilidade econômica do *retrofit*, sendo produzida, para tal, uma ferramenta que auxilie esse processo. O material utilizado é composto por dados relativos ao orçamento de edificações submetidas ao *retrofit* predial, obtidos a partir de fontes existentes na literatura.

#### 3.1. MATERIAIS

Optou-se, neste trabalho, por utilizar dados extraídos de fontes da literatura, de modo a possibilitar a realização de testes relativos à eficiência e à precisão da ferramenta desenvolvida pela autora. Neste contexto, Marques de Jesus (2008) constitui a fonte que mais se adequou à proposta.

A dissertação apresenta um estudo realizado em cinco edificações da cidade de São Paulo – SP, as quais passaram por um processo de *retrofit*. No trabalho são descritos não somente as técnicas utilizadas, como também é feita uma análise de custos, a partir de orçamentos analíticos de cada uma das intervenções realizadas. Além disso, é fornecida o percentual do custo de cada etapa construtiva, bem como a estimativa do custo de execução de uma nova edificação com características semelhantes.

As características e os dados mais relevantes das edificações em estudo são apresentados a seguir.

##### 3.1.1. Edifício Riskallah Jorge

Localizado no centro da cidade de São Paulo – SP, na Rua Riskallah Jorge, nº 50, é visto na Figura 3 e possui subsolo, térreo e 17 pavimentos, sendo seu uso original para escritórios comerciais. A edificação passou por um processo de adequação às normas de incêndio.

**Figura 3** - Edifício Riskallah Jorge.



Fonte:Silva e Meireles,2017.

Os principais serviços realizados na edificação foram:

- Vedação: criação de novas paredes divisórias com bloco de concreto celular;
- Esquadrias: recuperação das janelas e portas existentes, com substituição das peças muito danificadas;
- Instalações hidrossanitárias: substituição completa do sistema;
- Instalações elétricas: substituição completa do sistema;
- Impermeabilização: aplicação de membranas asfálticas em áreas molhadas;
- Revestimento de parede e pintura: realização de rasgos nas paredes para substituição das tubulações dos sistemas hidráulico e elétrico, com posterior recuperação da pintura em áreas secas e revestimento cerâmico nas áreas molhadas;
- Elevadores: revisão e recuperação.

O custo direto da intervenção foi de R\$ 2 791 691,03, e estima-se que o custo direto de execução de uma nova edificação com mesmas características é de R\$ 4 136 847,98. Portanto, a relação entre o custo real e o custo de execução de uma nova edificação é de aproximadamente 67,5%.

### 3.1.2. Edifício Maria Paula

Também se encontra localizado na cidade de São Paulo - SP, na Rua Maria Paula, nº 171, Bela Vista, possuindo subsolo, térreo e 12 pavimentos. Manteve seu uso original de edifício residencial após a intervenção, porém passou por um processo de adequação às normas vigentes de incêndio. Sua fachada pode ser vista na Figura 4.

**Figura 4** - Edifício Maria Paula.



Fonte: Téchne, 2010.

Os serviços realizados do prédio foram:

- Superestrutura: adição de estrutura metálica para comportar ampliação;
- Vedação: criação de novas paredes divisórias com blocos cerâmicos;
- Esquadrias: substituição parcial das esquadrias existentes;
- Instalações hidrossanitárias: substituição completa do sistema;
- Instalações elétricas: substituição completa do sistema;
- Impermeabilização: aplicação de membranas asfálticas em áreas molhadas;
- Revestimento do piso: substituição do piso original;
- Revestimento de parede e pintura: realização de rasgos nas paredes para substituição das tubulações dos sistemas hidráulico e elétrico, com posterior recuperação da pintura em áreas secas e revestimento cerâmico nas áreas molhadas;
- Elevadores: revisão e recuperação.

O custo direto da intervenção foi de R\$ 1 505 900,75, e estima-se que o custo direto de execução de uma nova edificação com mesmas características é de R\$ 2 164 021,72. Portanto, a relação entre o custo real e o custo de execução de uma nova edificação é de aproximadamente 69,6%.

### 3.1.3. *Edifício Labor*

O edifício possui subsolo, térreo e 9 pavimentos, estando localizado na Rua Brigadeiro Tobias, nº 298, no centro da cidade de São Paulo - SP e alterando seu uso original de comercial para residencial. Também passou por processo de adequação a normas de incêndio.

Os serviços realizados no Edifício Labor foram:

- Fundação e movimento de terra: houve a necessidade de recuperação da fundação, com consequente movimento de terra;
- Superestrutura: Recuperação da estrutura existente, e acréscimo de novos elementos devido à expansão da edificação;
- Vedação: criação de novas paredes divisórias com blocos cerâmicos;
- Esquadrias: substituição das portas, mantendo as janelas originais;
- Instalações hidrossanitárias: substituição completa do sistema;
- Instalações elétricas: substituição completa do sistema;
- Impermeabilização: aplicação de membranas asfálticas em áreas molhadas;
- Revestimento de parede e pintura: realização de rasgos nas paredes para substituição das tubulações dos sistemas hidráulico e elétrico, com posterior recuperação da pintura em áreas secas e revestimento cerâmico nas áreas molhadas;
- Elevadores: revisão e recuperação.

O custo direto da intervenção foi de R\$ 1 522 816,23, e estima-se que o custo direto de execução de uma nova edificação com mesmas características é de R\$ 2 503 803,59. Portanto, a relação entre o custo real e o custo de execução de uma nova edificação é de aproximadamente 60,8%.

### 3.1.4. *Edifício Hotel São Paulo*

Localizado no centro de São Paulo – SP, na esquina da Rua São Francisco com a Avenida 23 de Maio, Bairro da Sé, sendo originalmente um hotel, possui 21 pavimentos, e se

torna um edifício residencial após a intervenção. Foi previsto para, no futuro, utilizar-se os 3 primeiros pavimentos como sede de equipamentos comunitários, a exemplo de creches e postos de saúde. Foi necessária a adequação da edificação aos requisitos de segurança do Código de Obras e Edificações do Estado de São Paulo.

Os serviços realizados no Edifício Hotel São Paulo foram:

- Superestrutura: Acréscimo de elementos estruturais devido a construção de escada de emergência externa à edificação;
- Vedação: criação de novas paredes divisórias com blocos cerâmicos;
- Esquadrias: substituição das portas e janelas originais;
- Instalações hidrossanitárias: substituição completa do sistema, com criação de *shaft* no vão central da edificação para a passagem de prumadas;
- Instalações elétricas: substituição completa do sistema, com criação de *shaft* no vão central da edificação para a passagem de prumadas;
- Impermeabilização: aplicação de membranas asfálticas em áreas molhadas;
- Revestimento do piso: substituição do piso original;
- Revestimento de parede e pintura: realização de rasgos nas paredes para substituição das tubulações dos sistemas hidráulico e elétrico, com posterior recuperação da pintura em áreas secas e revestimento cerâmico nas áreas molhadas;
- Elevadores: revisão e recuperação.

O custo direto da intervenção foi de R\$ 3 954 273,53, e estima-se que o custo direto de execução de uma nova edificação com mesmas características é de R\$ 4 485 482,66. Portanto, a relação entre o custo real e o custo de execução de uma nova edificação é de aproximadamente 88,2%.

### 3.1.5. Edifício Joaquim Carlos

Localizado na Rua Joaquim Carlos, nº 65, bairro do Pari, na cidade de São Paulo - SP. Possui 9 pavimentos, e manteve sua função original de edificação residencial. Houve adaptação da edificação para atender as normas de incêndio.

Os serviços realizados foram:

- Vedação: criação de novas paredes divisórias com blocos cerâmicos;
- Esquadrias: substituição das portas de madeira, mantendo as janelas originais;

- Instalações hidrossanitárias: substituição completa do sistema;
- Instalações elétricas: substituição completa do sistema;
- Impermeabilização: aplicação de membranas asfálticas em áreas molhadas;
- Revestimento do piso: substituição do piso original;
- Revestimento de parede e pintura: realização de rasgos nas paredes para substituição das tubulações dos sistemas hidráulico e elétrico, com posterior recuperação da pintura em áreas secas e revestimento cerâmico nas áreas molhadas;
- Elevadores: revisão e recuperação.

O custo direto da intervenção foi de R\$ 1 442 706,20, e estima-se que o custo direto de execução de uma nova edificação com mesmas características é de R\$ 2 978 038,07. Portanto, a relação entre o custo real e o custo de execução de uma nova edificação é de aproximadamente 48,4%.

### 3.2. MÉTODOS

Neste trabalho, é apresentado um passo-a-passo para o procedimento de avaliação da viabilidade técnica e econômica de um *retrofit* predial, com a introdução de uma ferramenta desenvolvida pela autora e denominada TVER - Teste de Viabilidade Econômica do *Retrofit*, a ser utilizada na etapa final do processo. Por fim, foi realizada a aplicação do procedimento em estudos de caso de edificações que passaram por intervenções, apresentadas no tópico 3.1, de modo a demonstrar o uso da ferramenta. Além disso, essa aplicação da TVER em casos práticos permitiu testar a sua acurácia como indicador da viabilidade econômica do *retrofit*, a partir da comparação entre a pontuação obtida na ferramenta, o preço do *retrofit* e o preço de construção de uma nova edificação para cada um dos casos.

As etapas necessárias ao processo de avaliação da viabilidade do *retrofit* são apresentadas a seguir.

#### 3.2.1. Pré-diagnóstico

O pré-diagnóstico constitui uma avaliação técnica inicial na edificação em estudo, onde predominam investigações preliminares. Nessa etapa, em razão de se dispor de poucas informações com relação ao estado da edificação, os critérios de escolha são, majoritariamente, subjetivos.

Para esta etapa, foi elaborado um questionário, apresentado no Capítulo 4, item 4.1, que aborda questões como a necessidade de adequação a novos usos ou novas normas, a

disponibilidade de mão-de-obra qualificada, o estado de degradação da edificação, entre outros.

### 3.2.2. *Diagnóstico*

Finalizado o pré-diagnóstico, caso seja adotada a opção de realização do *retrofit*, parte-se para a etapa do diagnóstico, onde serão realizadas investigações mais aprofundadas sobre o estado do imóvel, com procedimentos da engenharia diagnóstica.

Os dados obtidos nessa etapa, juntamente com aqueles adquiridos durante o pré-diagnóstico, são utilizados para a elaboração de um parecer final e de um anteprojeto, determinando os serviços necessários para a execução de uma intervenção na edificação.

### 3.2.3. *Avaliação da viabilidade econômica do retrofit*

Depois de realizado o diagnóstico, e já tendo sido desenvolvido o anteprojeto, o proprietário e/ou o construtor já dispõem de quantidade de informações suficientes para a tomada de decisão quanto a linha de atuação na execução da obra: demolição/reconstrução ou *retrofit* predial. Para isto, é desenvolvida nesse trabalho uma ferramenta de auxílio de tomada de decisão, o TVER, baseada em critérios objetivos que irão avaliar a viabilidade econômica do *retrofit* predial.

### 3.2.4. *Desenvolvimento do TVER*

O princípio básico da ferramenta consiste em atribuir uma pontuação aos serviços típicos de uma obra de *retrofit* predial, dentre os quais o proprietário, o engenheiro e/o arquiteto irão determinar quais se aplicam à sua edificação. Ao final, a somatória dos serviços determinados permitirá a classificação da obra em faixas indicativas da complexidade e da viabilidade econômica do *retrofit*.

Neste trabalho, serão contemplados os edifícios residenciais e comerciais com elevadores, considerando-se que estes são empreendimentos comuns para quem faz investimentos na área da construção civil, além de apresentarem maior complexidade técnica na intervenção. Para a atribuição da pontuação aos serviços, foi utilizado como base a Tabela 1 que apresenta a incidência percentual de cada serviço no custo total da obra para diversos padrões de edificações. Cada serviço possui uma pontuação inicial que pode ser aumentada ou diminuída por uma pontuação adicional, de acordo com as necessidades da obra e as técnicas escolhidas pelo executor do *retrofit*, representando economias ou gastos extras na intervenção.

Os formulários desenvolvidos para ferramenta são apresentados no Capítulo 4, item 4.1, e abordam os seguintes aspectos:



**Formulário 1:**

A ser respondido ainda durante a fase de pré-diagnóstico, é uma etapa preliminar ao TVER e apresenta conceitos a serem considerados no planejamento de uma obra de *retrofit* predial, podendo já descartar a opção de realizar uma reabilitação da edificação. Foi estabelecido o número 50% ou mais respostas equivalentes a “Sim” como o critério de adequabilidade da edificação às propostas da intervenção, possibilitando que se prossiga para a etapa de diagnóstico. Porém, caso obtenha-se menos de 50% das respostas equivalentes a “Não”, já é possível descartar a opção de *retrofit* predial, procurando-se uma alternativa que se adeque melhor ao que o engenheiro, construtor ou proprietário deseja obter na edificação.

**Formulário 2:**

Representa a distribuição da pontuação de cada serviço considerado para a intervenção, baseados na incidência percentual de custos por etapa da obra e ponderados por relações entre custos unitários obtidos a partir de tabelas do SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. Os serviços considerados são:

## a) Serviços preliminares e serviços complementares

São considerados, nesta ferramenta, como todos os serviços obrigatórios de preparação para execução e finalização da obra.

## b) Infraestrutura

Caso a fundação da edificação não apresente a resistência necessária à intervenção, será necessário um reforço ou inclusão de novos elementos de fundação. Além disso, é possível que a fundação possua sua integridade comprometida, necessitando de recuperação.

## c) Movimentação de terra

Em obras onde há necessidade de recuperação, reforço ou expansão da fundações, há também, em geral, necessidade de movimentação de terra. Porém, esta pode ocorrer por diversos outros motivos além dos citados, como necessidade de acesso à ligação com as redes públicas de água e esgoto, criação de subsolos, etc.

## d) Superestrutura

Assim como a infraestrutura, serviços de superestrutura ocorrem quando há necessidade de reforço, recuperação ou inclusão de elementos estruturais, devido à deficiências na capacidade de suporte ou à degradação da estrutura original.

## e) Vedação

Esse serviço é considerado quando uma mudança na divisão de ambientes da edificação exige demolição e/ou levantamento de paredes. A possibilidade de se utilizar

*drywall* na construção de novas paredes é um fator que diminui a pontuação inicial do serviço, uma vez que a agilidade de execução representa uma diminuição de custos com mão-de-obra.

f) Esquadrias

Portas e janelas podem ser adicionadas, retiradas ou substituídas de acordo com a necessidade do construtor ou proprietário.

g) Instalações Hidrossanitárias

Este item é subdividido em “Instalações Hidráulicas” e “Instalações Sanitárias”. Caso as alterações ou expansões nesses sistemas possam ser feitas através de soluções como *shafts* externos ou pisos elevados, há diminuição na pontuação do serviço, evitando-se os custos de quebrar partes da superfície da vedação e do revestimento. Por outro lado, se houver impedimentos por questões legais ou arquitetônicas, ou necessidade de alteração dos elementos originais embutidos nas paredes ou no piso, obrigatoriamente haverá demolição e reconstrução de revestimentos e/ou pintura. Neste caso, é preciso levar esses aspectos em consideração durante a avaliação dos itens “j) Revestimentos” e “k) Pintura”.

h) Instalações Elétricas

De maneira semelhante ao que ocorre com as instalações hidrossanitárias, a possibilidade de uso de *shafts* externos e/ou pisos elevados representa diminuição na pontuação do item, bem como a necessidade de embutir tubulações nas paredes e alterar as já embutidas, implicando na obrigatoriedade de intervenção no revestimento e/ou pintura destas paredes.

i) Impermeabilização

Pode incluir tanto a recuperação de sistemas de impermeabilização já existentes e que não apresentam mais desempenho satisfatório, como a adição de novos sistemas caso haja necessidade.

j) Revestimentos

O item é composto pelos subitens “Revestimento - Piso”, “Revestimento - Parede” e “Revestimento - Forro”. O serviço pode decorrer do acréscimo de novas paredes ou da necessidade de substituição do revestimento original. Há acréscimo na pontuação inicial do serviço quando houver demolição do revestimento.

k) Pintura

Semelhante ao revestimento, a necessidade de realização de pintura pode ser consequência do surgimento de novas paredes ou da necessidade de modificação da pintura original, e a substituição da pintura gera um aumento na pontuação inicial do serviço.

### 1) Elevadores

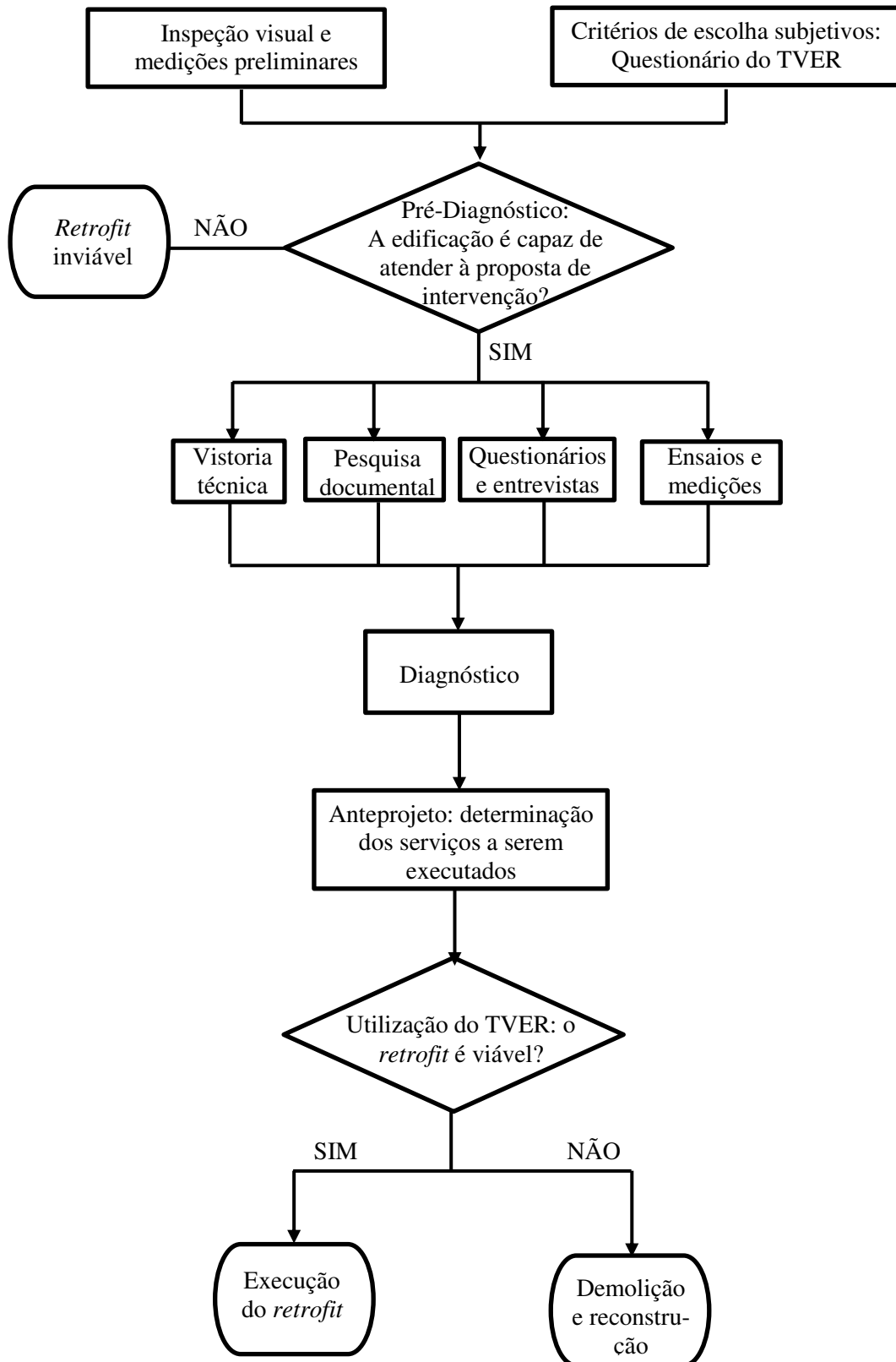
Intervenções ou adição de novos elevadores pode gerar necessidade de reforço ou inclusão de elementos estruturais, e nesse caso é obrigatória a avaliação do item “d) Superestrutura”.

Para a identificação da viabilidade econômica do *retrofit*, serão utilizadas quatro faixas, definidas como:

- Faixa verde: o somatório da pontuação total dos serviços previstos está entre 0 e 25, o que corresponde uma intervenção que representa, aproximadamente, entre 0% e 25% do custo de construção de uma nova edificação. O *retrofit* que se encontra nesta faixa é de baixa complexidade executiva, com características semelhantes ao *retrofit* classificado como rápido, e não só é economicamente viável como sua aplicação é recomendável;
- Faixa amarela: a pontuação total está entre 25 e 50, sendo o custo da requalificação equivalente a, aproximadamente, 25% e 50% do custo de execução de uma nova edificação. Este retrofit se assemelha ao retrofit médio em termos de complexidade dos serviços, é economicamente viável e pode ser executado sem ressalvas.
- Faixa laranja: corresponde a pontuação compreendida entre 50 e 75, o que representa um *retrofit* que custa aproximadamente 50% a 75% do orçamento de uma edificação nova. O grau de intervenção é semelhante ao do *retrofit* profundo. Apesar de ainda ser considerada economicamente viável, a escolha da aplicação de *retrofit* predial nesse caso deverá depender também dos critérios subjetivos utilizados na fase de pré-diagnóstico. A possibilidade de utilização de técnicas construtivas especiais também poderá ser decisiva da tomada de decisão.
- Faixa vermelha: o somatório da pontuação total corresponde a um valor entre 75 e 105,3, o que significa que o valor do *retrofit* corresponde a aproximadamente 75% a 105,3% do valor de uma edificação nova. São casos extremos onde o grau de intervenção é tão elevado que a demolição do edifício com sua posterior reconstrução acabam se tornando economicamente mais atraente.

A Figura 5 ilustra o fluxograma das etapas a serem realizadas durante o processo de escolha proposto no trabalho.

**Figura 5** - Fluxograma das etapas do processo de escolha proposto.



Fonte: Autoria própria.

## 4. RESULTADOS E ANÁLISES

Nesta etapa do trabalho, serão apresentados, primeiramente, os formulários constituintes do TVER. Em seguida, será feita a aplicação do TVER nos estudos de caso, demonstrando seu uso e verificando-se a sua eficácia.

### 4.1. APRESENTAÇÃO DO TVER

A Tabela 2 apresenta o questionário a ser utilizado no pré-diagnóstico e aponta algumas observações a serem feitas antes da decisão entre realizar ou não o *retrofit* predial.

**Tabela 2** - Questionário a ser respondido durante a fase de pré-diagnóstico (*Fonte: Autoria própria*).

<b>FORMULÁRIO 1 QUESTIONÁRIO</b>		
A intervenção envolve atualização e modernização de sistemas da edificação?	<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
A intervenção envolve a aderência da edificação e normas e leis vigentes?	<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
É possível aproveitar a infraestrutura e a superestrutura originais da edificação?	<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
A edificação original apresenta integridade estrutural, estando eventuais fissuras e flechas dentro dos limites estabelecidos pela norma da ABNT NBR 6118?	<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
A edificação original apresenta, de modo geral, conservação satisfatória dos sistemas?	<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
Caso seja previsto expansão para a obra, a estrutura da edificação original é capaz de suportar e/ou incorporar a expansão?	<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
É possível aproveitar a divisão de ambientes ou parte da divisão original da edificação?	<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
Existe disponibilidade de mão-de-obra qualificada na região?	<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
Existem disponibilidade e facilidade de acesso ao material necessário à execução da obra?	<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
<b>TOTAL</b>		

Nas Tabelas 3 e 4, estão resumidos os serviços a serem levados em consideração e a pontuação atribuída a cada um deles, apresentados com detalhes nas Tabelas 5 e 6, considerando-se as hipóteses de prédios residenciais e comerciais com elevador, respectivamente.

**Tabela 3** - Pontuação dos serviços considerados no TVER para a hipótese de prédios residenciais com elevador  
(Fonte: Autoria própria).

<b>PONTUAÇÃO GERAL PARA PRÉDIOS RESIDENCIAIS COM ELEVADOR</b>		
ITEM	Serviço	Pontuação inicial
a)	a1) Serviços preliminares	0,3
	a2) Serviços complementares	0,7
b)	Infraestrutura	2,3
c)	Movimento de terra	1,0
d)	Superestrutura	33,0
e)	Vedação	4,3
f)	Esquadrias	13,5
g)	Instalações hidrossanitárias	10,6
h)	Instalações elétricas	5,4
i)	Impermeabilização	1,8
j)	Revestimento (pisos, paredes, forros)	21,0
k)	Pintura	4,5
l)	Elevadores	1,6
<b>TOTAL</b>		<b>100,0</b>

**Tabela 4** - Pontuação dos itens considerados na TVER para a hipótese de prédios comerciais com elevador  
(Fonte: Autoria própria).

<b>PONTUAÇÃO GERAL PARA PRÉDIOS COMERCIAIS COM ELEVADOR</b>		
ITEM	Serviço	Pontuação inicial
a)	a1) Serviços preliminares	0,5
	a2) Serviços complementares	0,7
b)	Infraestrutura	3,4
c)	Movimento de terra	1,0
d)	Superestrutura	28,9
e)	Vedação	4,8
f)	Esquadrias	13,8
g)	Instalações hidrossanitárias	9,6
h)	Instalações elétricas	4,5
i)	Impermeabilização	2,2
j)	Revestimento (pisos, paredes, forros)	17,1
k)	Pintura	10,0
l)	Elevadores	3,5
<b>TOTAL</b>		<b>100,0</b>

As Tabelas 5 e 6 apresentam os formulários a serem utilizados após o diagnóstico e o desenvolvimento do anteprojeto, que consta como a primeira etapa do TVER, sendo essencial para a fase final de tomada de decisão entre *retrofit* predial e demolição/reconstrução.

Tabela 5 - Descrição e pontuação dos serviços para a hipótese de prédios residenciais com elevador (Fonte: *Autoria própria*).

<b>FORMULÁRIO 2</b>			
<b>PRÉDIOS RESIDENCIAIS COM ELEVADOR</b>			
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>PONTUAÇÃO</b>	
a)	SERVIÇOS PRELIMINARES E SERVIÇOS COMPLEMENTARES	SIM	NÃO
a1)	Serviços preliminares	+0,3	X
a2)	Serviços complementares	+0,7	X
b)	INFRAESTRUTURA	SIM	NÃO
b1)	Haverá a inclusão de novas fundações, ou reforço e/ou alteração nas fundações existentes?	+2,3	0
c)	MOVIMENTAÇÃO DE TERRA	SIM	NÃO
c1)	Haverá movimentação de terra devido a intervenção nas fundações ou por outro motivo?	+1,0	0
d)	SUPERESTRUTURA	SIM	NÃO
d1)	Será necessária adição de novas vigas?	+7,5	0
d2)	É possível executar as novas vigas a partir de estrutura metálica ou substituí-las por alvenaria estrutural?	-6,1	0
d3)	Será necessária adição de novas lajes?	+7,5	0
d4)	Será necessária adição de novos pilares?	+6,3	0
d5)	É possível executar os novos pilares a partir de estrutura metálica ou substituí-los por alvenaria estrutural?	-4,9	0
d6)	Será necessária adição de novas escadas?	+8,7	0
d7)	Há necessidade de reforço e/ou recuperação de elementos estruturais?	+3,0	0
e)	VEDAÇÃO	SIM	NÃO
e1)	Haverá criação de novas paredes ou demolição de paredes existentes?	+4,3	0
e2)	Caso novas paredes sejam levantadas, é prevista a utilização de <i>drywall</i> ?	-0,4	0
f)	ESQUADRIAS	SIM	NÃO
f1)	Será necessária instalação de novas janelas?	+9,5	0
f2)	Será necessária retirada de janelas existentes?	+0,7	0

<b>FORMULÁRIO 2 – CONTINUAÇÃO</b>			
<b>PRÉDIOS RESIDENCIAIS COM ELEVADOR</b>			
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>PONTUAÇÃO</b>	
f3)	Será necessária instalação de novas portas?	+4,0	0
f4)	Será necessária retirada de portas existentes?	+0,1	0
g)	<b>INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>
g1)	Haverá alterações e/ou adições no sistema hidráulico?	+5,3	0
g2)	É possível a execução de novas tubulações em <i>shafts</i> externos ou pisos elevados?	-1,4	Obrigatoriedade do "Sim" no item g3)
g3)	Haverá modificação das tubulações original e/ou locação da nova tubulação embutida na parede?	Obrigatoriedade do "Sim" nos itens j) e/ou k)	0
g4)	Haverá alterações e/ou adições no sistema sanitário?	+5,3	0
g5)	É possível a execução de novas tubulações em <i>shafts</i> externos ou pisos elevados?	-1,4	Obrigatoriedade do "Sim" no item g6)
g6)	Haverá modificação das tubulações original e/ou locação da nova tubulação embutida na parede ou sob o piso original?	Obrigatoriedade do "Sim" nos itens j) e/ou k)	0
h)	<b>INSTALAÇÕES ELÉTRICAS</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>
h1)	Haverá alterações e/ou adições no sistema elétrico?	+5,4	0
h2)	É possível a execução dos novos dutos em <i>shafts</i> externos ou pisos elevados?	-1,4	Obrigatoriedade do "Sim" no item h3)
h3)	Haverá modificação dos dutos original e/ou locação dos novos dutos embutidos na parede?	Obrigatoriedade do "Sim" nos itens j) e/ou k)	0
i)	<b>IMPERMEABILIZAÇÃO</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>
i1)	A obra necessita de adição ou recuperação de impermeabilização em componentes novos ou pré-existentes?	+1,8	0
j)	<b>REVESTIMENTOS</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>
j1)	Será necessária execução de novos pisos?	+7,0	0
j2)	Será necessária demolição do piso ou parte do piso existente?	+1,4	0
j3)	Será necessária execução de novos revestimentos de parede?	+7,0	0
j4)	Será necessária demolição do revestimento ou parte do revestimento existente?	+2,2	0
j5)	Será necessária execução de novos forros?	+7,0	0
j6)	Será necessária demolição do forro ou parte do forro existente?	+0,5	0
k)	<b>PINTURAS</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>
k1)	Haverá execução de nova pintura?	+4,5	0
k2)	Haverá demolição da pintura ou parte da pintura existente?	+0,4	0



<b>FORMULÁRIO 2 – CONTINUAÇÃO PRÉDIOS RESIDENCIAIS COM ELEVADOR</b>			
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>PONTUAÇÃO</b>	
1)	ELEVADORES	SIM	NÃO
11)	A obra necessita inclusão de novos elevadores ou ajustes nos elevadores existentes?	+1,6	0
12)	A inclusão de elevadores demanda o reforço ou inclusão de elementos estruturais?	Obrigatoriedade do “Sim” no item d)	0
<b>TOTAL DE PONTOS</b>			

**Tabela 6** - Descrição e pontuação dos serviços para a hipótese de prédios comerciais com elevador (Fonte: Autoria própria).

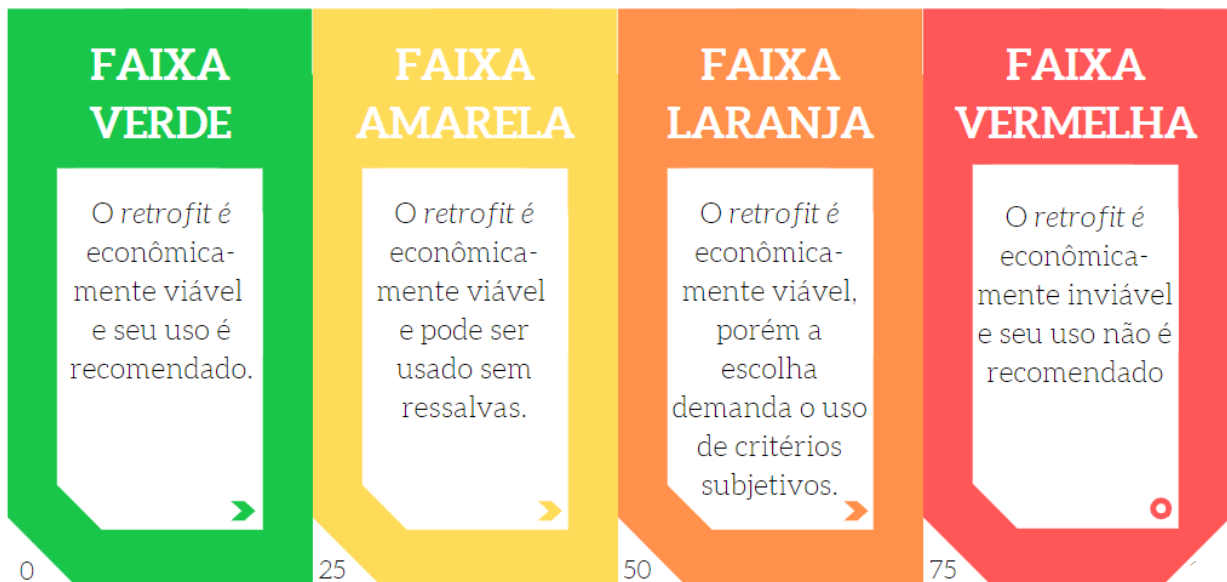
<b>FORMULÁRIO 2 PRÉDIOS COMERCIAIS COM ELEVADOR</b>			
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>PONTUAÇÃO</b>	
a)	SERVIÇOS PRELIMINARES E SERVIÇOS COMPLEMENTARES	SIM	NÃO
a1)	Serviços preliminares	+0,5	X
a2)	Serviços complementares	+0,7	X
b)	INFRAESTRUTURA	SIM	NÃO
b1)	Haverá a inclusão de novas fundações, ou reforço e/ou alteração nas fundações existentes?	+3,4	0
c)	MOVIMENTAÇÃO DE TERRA	SIM	NÃO
c1)	Haverá movimentação de terra devido a intervenção nas fundações ou por outro motivo?	+1,0	0
d)	SUPERESTRUTURA	SIM	NÃO
d1)	Será necessária adição de novas vigas?	+6,6	0
d2)	É possível executar as novas vigas a partir de estrutura metálica ou substituí-las por alvenaria estrutural?	-5,4	0
d3)	Será necessária adição de novas lajes?	+6,6	0
d4)	Será necessária adição de novos pilares?	+5,5	0
d5)	É possível executar os novos pilares a partir de estrutura metálica ou substituí-los por alvenaria estrutural?	-4,3	0
d6)	Será necessária adição de novas escadas?	+7,9	0
d7)	Há necessidade de reforço e/ou recuperação de elementos estruturais?	+2,3	0
e)	VEDAÇÃO	SIM	NÃO
e1)	Haverá criação de novas paredes ou demolição de paredes existentes?	+4,8	0

<b>FORMULÁRIO 2 – CONTINUAÇÃO</b>			
<b>PRÉDIOS COMERCIAIS COM ELEVADOR</b>			
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>PONTUAÇÃO</b>	
e2)	Caso novas paredes sejam levantadas, é prevista a utilização de <i>drywall</i> ?	-0,5	0
f)	<b>ESQUADRIAS</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>
f1)	Será necessária instalação de novas janelas?	+9,7	0
f2)	Será necessária retirada de janelas existentes?	+0,6	0
f3)	Será necessária instalação de novas portas?	+4,1	0
f4)	Será necessária retirada de portas existentes?	+0,7	0
g)	<b>INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>
g1)	Haverá alterações e/ou adições no sistema hidráulico?	+4,8	0
g2)	É possível a execução de novas tubulações em <i>shafts</i> externos ou pisos elevados?	-1,2	Obrigatoriedade do "Sim" no item g3)
g3)	Haverá modificação das tubulações original e/ou locação da nova tubulação embutida na parede?	Obrigatoriedade do "Sim" nos itens j) e/ou k)	0
g4)	Haverá alterações e/ou adições no sistema sanitário?	+4,8	0
g5)	É possível a execução de novas tubulações em <i>shafts</i> externos ou pisos elevados?	-1,2	Obrigatoriedade do "Sim" no item g6)
g6)	Haverá modificação das tubulações original e/ou locação da nova tubulação embutida na parede ou sob o piso original?	Obrigatoriedade do "Sim" nos itens j) e/ou k)	0
h)	<b>INSTALAÇÕES ELÉTRICAS</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>
h1)	Haverá alterações e/ou adições no sistema elétrico?	+4,5	0
h2)	É possível a execução dos novos dutos em <i>shafts</i> externos ou pisos elevados?	-1,2	Obrigatoriedade do "Sim" no item h3)
h3)	Haverá modificação dos dutos original e/ou locação dos novos dutos embutidos na parede?	Obrigatoriedade do "Sim" nos itens j) e/ou k)	0
i)	<b>IMPERMEABILIZAÇÃO</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>
i1)	A obra necessita de adição ou recuperação de impermeabilização em componentes novos ou pré-existentes?	+2,2	0
j)	<b>REVESTIMENTOS</b>	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>
j1)	Será necessária execução de novos pisos?	+5,7	0
j2)	Será necessária demolição do piso ou parte do piso existente?	+1,1	0
j3)	Será necessária execução de novos revestimentos de parede?	+5,7	0
j4)	Será necessária demolição do revestimento ou parte do revestimento existente?	+1,8	0
j5)	Será necessária execução de novos forros?	+5,7	0
j6)	Será necessária demolição do forro ou parte do forro existente?	+0,4	0

FORMULÁRIO 2 – CONTINUAÇÃO PRÉDIOS COMERCIAIS COM ELEVADOR			
ITEM	DESCRIÇÃO	PONTUAÇÃO	
k)	PINTURAS	SIM	NÃO
k1)	Haverá execução de nova pintura?	+10,0	0
k2)	Haverá demolição da pintura ou parte da pintura existente?	+1,0	0
l)	ELEVADORES	SIM	NÃO
l1)	A obra necessita inclusão de novos elevadores ou ajustes nos elevadores existentes?	+3,5	0
l2)	A inclusão de elevadores demanda o reforço ou inclusão de elementos estruturais?	Obrigatoriedade do “Sim” no item d)	0
TOTAL DE PONTOS			

A etapa final do TVER é mostrada na Figura 6, onde são apresentadas as faixas interpretativas da viabilidade econômica do *retrofit* predial.

**Figura 6** - Faixas de classificação da viabilidade econômica do *retrofit*.



Fonte: Autoria própria.

#### 4.2. APLICAÇÃO DO TVER EM ESTUDOS DE CASO

Os resultados obtidos para as edificações estudadas são apresentadas a seguir.

#### 4.2.1. Edifício Riskallah Jorge

A Tabela 7 apresenta o questionário respondido considerando as informações que se possui sobre o *retrofit* realizado do edifício Riskallah Jorge. Para as perguntas que não puderam ser respondidas apenas com os dados fornecidos pelo estudo de caso, não foi computada nenhuma resposta.

**Tabela 7** - Questionário respondido para o caso do edifício Riskallah Jorge (*Fonte: Autoria própria*).

<b>FORMULÁRIO 1 QUESTIONÁRIO</b>		
A intervenção envolve atualização e modernização de sistemas da edificação?	<input checked="" type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
A intervenção envolve a aderência da edificação e normas e leis vigentes?	<input checked="" type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
É possível aproveitar a infraestrutura e a superestrutura originais da edificação?	<input checked="" type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
A edificação original apresenta integridade estrutural, estando eventuais fissuras e flechas dentro dos limites estabelecidos pela norma da ABNT NBR 6118?	<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
A edificação original apresenta, de modo geral, conservação satisfatória dos sistemas?	<input checked="" type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
Caso seja previsto expansão para a obra, a estrutura da edificação original é capaz de suportar e/ou incorporar a expansão?	<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
É possível aproveitar a divisão de ambientes ou parte da divisão original da edificação?	<input type="checkbox"/> SIM	<input checked="" type="checkbox"/> NÃO
Existe disponibilidade de mão-de-obra qualificada na região?	<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
Existem disponibilidade e facilidade de acesso ao material necessário à execução da obra?	<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
<b>TOTAL</b>	4	1

Observa-se que, das perguntas respondidas, mais da metade das respostas foi “Sim”, portanto, pode-se prosseguir para a próxima etapa. O estudo de caso já fornece os serviços realizados na edificação, dispensando assim a necessidade de realização de diagnóstico para essa situação específica. Omitidos os serviços não pontuados, os resultados para a aplicação do TVER encontram-se na Tabela 8.

**Tabela 8** - Pontuação do edifício Riskallah Jorge (*Fonte: Autoria própria*).

ITEM	SERVIÇO	SUB-ITEM	PONTUAÇÃO
a)	SERVIÇOS PRELIMINARES E SERVIÇOS COMPLEMENTARES	a1)	+0,3
		a2)	+0,7
e)	VEDAÇÃO	e1)	+4,3
f)	ESQUADRIAS	f1)	+9,5
		f2)	+0,7
		f3)	+4,0
		f4)	+0,1
g)	INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	g1)	+5,3
		g4)	+5,3
h)	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	h1)	+5,4
i)	IMPERMEABILIZAÇÃO	i1)	+1,8
j)	REVESTIMENTOS	j1)	+7,0
		j2)	+1,4
		j3)	+7,0
		j4)	+2,2
k)	PINTURAS	k1)	+4,5
		k2)	+0,4
l)	ELEVADORES	l1)	+1,6
<b>TOTAL</b>			<b>61,5</b>

Com uma pontuação de 61,5, o *retrofit* da edificação Riskallah Jorge seria classificado na faixa laranja, considerando-se o *retrofit* economicamente viável. Considerando-se que a porcentagem do custo real do *retrofit* da edificação sobre o custo simulado de execução de uma obra nova com mesmas características equivale a 67,5%, pode-se converter esse valor diretamente para a escala de pontuação do TVER, obtendo-se 67,5 pontos. Essa pontuação também classificaria o *retrofit* na faixa laranja, sendo coerente com o resultado obtido diretamente pela aplicação da TVER.

O erro relativo entre a pontuação do formulário e a pontuação dos custos reais é dado pela Equação (1):

$$e = \frac{|67,5-61,5|}{67,5} \times 100 = 8,89\% \quad (1)$$

#### 4.2.2. Edifício Maria Paula

A Tabela 9 apresenta o questionário respondido para o edifício Maria Paula, considerando-se as informações descritas no estudo de caso. Perguntas que não puderam ser respondidas apenas com os dados fornecidos pelo estudo de caso, não foi computada nenhuma resposta.

**Tabela 9** - Questionário respondido para o caso do edifício Maria Paula (*Fonte: Autoria própria*).

<b>FORMULÁRIO 1 QUESTIONÁRIO</b>		
A intervenção envolve atualização e modernização de sistemas da edificação?	<input checked="" type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
A intervenção envolve a aderência da edificação e normas e leis vigentes?	<input checked="" type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
É possível aproveitar a infraestrutura e a superestrutura originais da edificação?	<input checked="" type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
A edificação original apresenta integridade estrutural, estando eventuais fissuras e flechas dentro dos limites estabelecidos pela norma da ABNT NBR 6118?	<input checked="" type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
A edificação original apresenta, de modo geral, conservação satisfatória dos sistemas?	<input checked="" type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
Caso seja previsto expansão para a obra, a estrutura da edificação original é capaz de suportar e/ou incorporar a expansão?	<input type="checkbox"/> SIM	<input checked="" type="checkbox"/> NÃO
É possível aproveitar a divisão de ambientes ou parte da divisão original da edificação?	<input type="checkbox"/> SIM	<input checked="" type="checkbox"/> NÃO
Existe disponibilidade de mão-de-obra qualificada na região?	<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
Existem disponibilidade e facilidade de acesso ao material necessário à execução da obra?	<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
<b>TOTAL</b>	<b>5</b>	<b>2</b>

Das sete perguntas respondidas, cinco obtiveram resposta “Sim”, sendo, portanto, indicado prosseguir para a próxima etapa. O estudo de caso já fornece os serviços realizados na edificação, dispensando assim a necessidade de realização de diagnóstico para essa situação específica. Omitidos os serviços não pontuados, os resultados para a aplicação do TVER encontram-se na Tabela 10.

Tabela 10 - Pontuação do edifício Maria Paula

ITEM	SERVIÇO	SUB-ITEM	PONTUAÇÃO
a)	SERVIÇOS PRELIMINARES E SERVIÇOS COMPLEMENTARES	a1)	+0,3
		a2)	+0,7
d)	SUPERESTRUTURA	d1)	+7,5
		d2)	-6,1
		d3)	+7,5
		d4)	+6,3
		d5)	-4,9
e)	VEDAÇÃO	e1)	+4,3
f)	ESQUADRIAS	f1)	+9,5
		f2)	+0,7
		f3)	+4,0
		f4)	+0,1
g)	INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	g1)	+5,3
		g4)	+5,3
h)	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	h1)	+5,4
i)	IMPERMEABILIZAÇÃO	i1)	+1,8
j)	REVESTIMENTOS	j1)	+7,0
		j2)	+1,4
		j3)	+7,0
		j4)	+2,2
k)	PINTURAS	k1)	+4,5
		k2)	+0,4
l)	ELEVADORES	l1)	+1,6
<b>TOTAL</b>			<b>71,8</b>

Os 71,8 pontos obtidos para a edificação classifica o *retrofit* do edifício Maria Paula na faixa laranja, próximo ao limite com a faixa vermelha, o que exigiria a utilização de critérios subjetivos na tomada de decisão. Comparando-se a porcentagem do custo real do *retrofit* da edificação com o custo simulado de execução de uma obra nova, obtém-se o valor de 69,6%, que, quando convertido para a escala de pontuação do TVER, representa 69,6 pontos. Essa pontuação classificaria o *retrofit* na faixa laranja, coerente com a classificação obtida diretamente pela aplicação da TVER.

O erro relativo entre a pontuação do formulário e a pontuação dos custos reais é dado pela Equação (2):

$$e = \frac{|69,6-71,8|}{69,6} \times 100 = 3,16\% \quad (2)$$

#### 4.2.3. Edifício Labor

A Tabela 11 apresenta o questionário respondido para o edifício Labor, considerando-se as descrições apresentadas no estudo de caso. Para as perguntas que não puderam ser respondidas apenas com os dados fornecidos pelo estudo de caso, não foi computada nenhuma resposta.

**Tabela 11** - Questionário respondido para o caso do edifício Labor (*Fonte: Autoria própria*).

<b>FORMULÁRIO 1 QUESTIONÁRIO</b>		
A intervenção envolve atualização e modernização de sistemas da edificação?	<input checked="" type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
A intervenção envolve a aderência da edificação e normas e leis vigentes?	<input checked="" type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
É possível aproveitar a infraestrutura e a superestrutura originais da edificação?	<input checked="" type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
A edificação original apresenta integridade estrutural, estando eventuais fissuras e flechas dentro dos limites estabelecidos pela norma da ABNT NBR 6118?	<input type="checkbox"/> SIM	<input checked="" type="checkbox"/> NÃO
A edificação original apresenta, de modo geral, conservação satisfatória dos sistemas?	<input checked="" type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
Caso seja previsto expansão para a obra, a estrutura da edificação original é capaz de suportar e/ou incorporar a expansão?	<input type="checkbox"/> SIM	<input checked="" type="checkbox"/> NÃO
É possível aproveitar a divisão de ambientes ou parte da divisão original da edificação?	<input type="checkbox"/> SIM	<input checked="" type="checkbox"/> NÃO
Existe disponibilidade de mão-de-obra qualificada na região?	<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
Existem disponibilidade e facilidade de acesso ao material necessário à execução da obra?	<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
<b>TOTAL</b>	4	3

Das perguntas respondidas, mais da metade obtiveram resposta “Sim”, sendo, portanto, indicado prosseguir para a próxima etapa. O estudo de caso já fornece os serviços realizados na edificação, não havendo a necessidade de realização de diagnóstico para essa situação específica. Omitidos os serviços não pontuados, os resultados para a aplicação do TVER encontram-se na Tabela 12.



**Tabela 12** - Pontuação do edifício Labor (*Fonte: Aatoria própria*).

ITEM	SERVIÇO	SUB-ITEM	PONTUAÇÃO
a)	SERVIÇOS PRELIMINARES E SERVIÇOS COMPLEMENTARES	a1)	+0,3
		a2)	+0,7
b)	INFRAESTRUTURA	b1)	+2,3
c)	MOVIMENTAÇÃO DE TERRA	c1)	+1,0
d)	SUPERESTRUTURA	d1)	+7,5
		d2)	-6,1
		d3)	+7,5
		d4)	+6,3
		d5)	-4,9
e)	VEDAÇÃO	e1)	+4,3
		f3)	+4,0
f)	ESQUADRIAS	f4)	+0,1
		g1)	+5,3
g)	INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	g4)	+5,3
		h1)	+5,4
h)	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	i1)	+1,8
i)	IMPERMEABILIZAÇÃO	j3)	+7,0
j)	REVESTIMENTOS	j4)	+2,2
		k1)	+4,5
k)	PINTURAS	k2)	+0,4
		l1)	+1,6
<b>TOTAL</b>			<b>59,5</b>

Obteve-se 59,5 pontos para o edifício Labor, classificando o *retrofit* da edificação na faixa laranja, o que indicaria a viabilidade econômica da mesma. Comparando-se a porcentagem do custo real do *retrofit* da edificação com o custo simulado de execução de uma obra nova, obtém-se o valor de 60,8%, que, quando convertido para a escala de pontuação do TVER, representa 60,8 pontos. Essa pontuação é coerente com a pontuação obtida diretamente pela aplicação da TVER, e classificaria o *retrofit* também na faixa laranja.

O erro relativo entre a pontuação do formulário e a pontuação dos custos reais é dado pela Equação (3):

$$e = \frac{|60,8 - 59,5|}{60,8} \times 100 = 2,14\% \quad (3)$$

#### 4.2.4. Edifício Hotel São Paulo

A Tabela 13 apresenta o questionário respondido considerando as informações que se possui sobre o *retrofit* realizado do edifício Hotel São Paulo. Para as perguntas que não puderam ser respondidas apenas com os dados fornecidos pelo estudo de caso, não foi computada nenhuma resposta.

**Tabela 13** - Questionário respondido para o caso do edifício Hotel São Paulo (*Fonte: Autoria própria*).

<b>FORMULÁRIO 1 QUESTIONÁRIO</b>		
A intervenção envolve atualização e modernização de sistemas da edificação?	<input checked="" type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
A intervenção envolve a aderência da edificação e normas e leis vigentes?	<input checked="" type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
É possível aproveitar a infraestrutura e a superestrutura originais da edificação?	<input checked="" type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
A edificação original apresenta integridade estrutural, estando eventuais fissuras e flechas dentro dos limites estabelecidos pela norma da ABNT NBR 6118?	<input checked="" type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
A edificação original apresenta, de modo geral, conservação satisfatória dos sistemas?	<input type="checkbox"/> SIM	<input checked="" type="checkbox"/> NÃO
Caso seja previsto expansão para a obra, a estrutura da edificação original é capaz de suportar e/ou incorporar a expansão?	<input type="checkbox"/> SIM	<input checked="" type="checkbox"/> NÃO
É possível aproveitar a divisão de ambientes ou parte da divisão original da edificação?	<input type="checkbox"/> SIM	<input checked="" type="checkbox"/> NÃO
Existe disponibilidade de mão-de-obra qualificada na região?	<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
Existem disponibilidade e facilidade de acesso ao material necessário à execução da obra?	<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
<b>TOTAL</b>	4	3

Observa-se que, das perguntas respondidas, mais da metade das respostas foi “Sim”, sendo, portanto, indicado prosseguir para a próxima etapa. O estudo de caso já fornece os serviços realizados na edificação, dispensando assim a necessidade de realização de diagnóstico para essa situação específica. Omitidos os serviços não pontuados, os resultados para a aplicação do TVER encontram-se na Tabela 14.

Tabela 14 - Pontuação do edifício Hotel São Paulo (Fonte: Autoria própria).

ITEM	SERVIÇO	SUB-ITEM	PONTUAÇÃO
a)	SERVIÇOS PRELIMINARES E SERVIÇOS COMPLEMENTARES	a1)	+0,3
		a2)	+0,7
d)	SUPERESTRUTURA	d1)	+7,5
		d3)	+7,5
		d4)	+6,3
		d6)	+8,7
e)	VEDAÇÃO	e1)	+4,3
f)	ESQUADRIAS	f1)	+9,5
		f2)	+0,7
		f3)	+4,0
		f4)	+0,1
g)	INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	g1)	+5,3
		g2)	-1,4
		g4)	+5,3
		g5)	-1,4
h)	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	h1)	+5,4
		h2)	-1,4
i)	IMPERMEABILIZAÇÃO	i1)	+1,8
j)	REVESTIMENTOS	j1)	+7,0
		j2)	+1,4
		j3)	+7,0
		j4)	+2,2
k)	PINTURAS	k1)	+4,5
		k2)	+0,4
l)	ELEVADORES	l1)	+1,6
<b>TOTAL</b>			<b>87,3</b>

Com uma pontuação de 87,5, o *retrofit* da edificação Hotel São Paulo seria classificado na faixa vermelha, sendo ser considerado como um *retrofit* economicamente inviável. Considerando-se que a porcentagem do custo real do *retrofit* da edificação sobre o custo simulado de execução de uma obra nova com mesmas características equivale a 88,2%, pode-se converter esse valor diretamente para a escala de pontuação do TVER, obtendo-se 88,2 pontos. Essa pontuação também classificaria o *retrofit* na faixa vermelha, sendo coerente com o resultado obtido diretamente pela aplicação da TVER.

O erro relativo entre a pontuação do formulário e a pontuação dos custos reais é dado pela Equação (4):

$$e = \frac{|88,2-87,3|}{88,2} \times 100 = 1,02\% \quad (4)$$

#### 4.2.5. Edifício Joaquim Carlos

A Tabela 15 apresenta o questionário respondido para o caso do edifício Joaquim Carlos, considerando-se as informações descritas no estudo de caso. Para as perguntas que não puderam ser respondidas apenas com os dados fornecidos pelo estudo de caso, não foi computada nenhuma resposta.

**Tabela 15** - Questionário respondido para o caso do edifício Joaquim Carlos (*Fonte: Autoria própria*).

<b>FORMULÁRIO 1 QUESTIONÁRIO</b>		
A intervenção envolve atualização e modernização de sistemas da edificação?	<input checked="" type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
A intervenção envolve a aderência da edificação e normas e leis vigentes?	<input checked="" type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
É possível aproveitar a infraestrutura e a superestrutura originais da edificação?	<input checked="" type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
A edificação original apresenta integridade estrutural, estando eventuais fissuras e flechas dentro dos limites estabelecidos pela norma da ABNT NBR 6118?	<input checked="" type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
A edificação original apresenta, de modo geral, conservação satisfatória dos sistemas?	<input checked="" type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
Caso seja previsto expansão para a obra, a estrutura da edificação original é capaz de suportar e/ou incorporar a expansão?	<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
É possível aproveitar a divisão de ambientes ou parte da divisão original da edificação?	<input checked="" type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
Existe disponibilidade de mão-de-obra qualificada na região?	<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
Existem disponibilidade e facilidade de acesso ao material necessário à execução da obra?	<input type="checkbox"/> SIM	<input type="checkbox"/> NÃO
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>0</b>

Das seis perguntas respondidas, todas obtiveram resposta “Sim”, sendo, portanto, indicado prosseguir para a próxima etapa. O estudo de caso já fornece os serviços realizados

na edificação, dispensando assim a necessidade de realização de diagnóstico para essa situação específica. Omitidos os serviços não pontuados, os resultados para a aplicação do TVER encontram-se na Tabela 16.

**Tabela 16** - Pontuação do edifício Joaquim Carlos (Fonte: Autoria própria).

ITEM	SERVIÇO	SUB-ITEM	PONTUAÇÃO
a)	SERVIÇOS PRELIMINARES E SERVIÇOS COMPLEMENTARES	a1)	+0,3
		a2)	+0,7
e)	VEDAÇÃO	e1)	+4,3
f)	ESQUADRIAS	f3)	+4,0
		f4)	+0,1
g)	INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	g1)	+5,3
		g4)	+5,3
h)	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	h1)	+5,4
i)	IMPERMEABILIZAÇÃO	i1)	+1,8
j)	REVESTIMENTOS	j1)	+7,0
		j2)	+1,4
		j3)	+7,0
		j4)	+2,2
k)	PINTURAS	k1)	+4,5
		k2)	+0,4
l)	ELEVADORES	l1)	+1,6
	<b>TOTAL</b>		<b>51,3</b>

Os 51,1 pontos obtidos para a edificação posicionam o *retrofit* do edifício Joaquim Carlos na faixa laranja, o que indicaria a realização do *retrofit* preferencial, uma vez que ele pode ser considerado economicamente viável.

Comparando-se a porcentagem do custo real do *retrofit* da edificação com o custo simulado de execução de uma obra nova, obtém-se o valor de 48,4%, que, quando convertido para a escala de pontuação do TVER, representa 48,4 pontos. Essa pontuação classificaria o *retrofit* na faixa amarela, diferindo da classificação obtida diretamente pela aplicação da TVER.

O erro relativo entre a pontuação do formulário e a pontuação dos custos reais é dado pela equação 5:

$$e = \frac{|48,4 - 51,1|}{48,4} \times 100 = 5,99\% \quad (5)$$

### 4.3. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Quanto à precisão do TVER, observa-se que a margem de erro da pontuação obtida pelos formulários varia entre 1,02% e 8,89%, com apenas dois valores acima de 5,00%. Nota-se que em mais da metade dos casos, os valores obtidos com a pontuação do formulário foram inferiores aos valores da pontuação obtida pela proporção entre o custo real do *retrofit* e o custo de execução de uma obra nova.

É perceptível que os maiores erros, de 8,89% e 5,99%, ocorrem nos edifícios Riskallah Jorge e Joaquim Carlos, os quais passaram por intervenções simples, pois não envolvia recuperação da estrutura existente nem adição de novos elementos estruturais. Por outro lado, o *retrofit* realizado no edifício Hotel São Paulo foi o que mais demandou complexidade dos serviços, apresentando também menor erro.

Deste modo, chega-se a duas conclusões sobre a precisão do TVER:

- A ferramenta tende a subestimar a incidência de determinados serviços sobre o preço total do *retrofit*;
- O grau de precisão da ferramenta é maior quando os serviços realizados ao longo da intervenção são mais complexos.

Quanto à classificação do *retrofit* nas faixas de viabilidade econômica descritas na ferramenta, nota-se que em quatro casos houve equivalência entre o faixa classificada de acordo com o critério de pontuação da ferramenta e a faixa classificada de acordo com a pontuação obtida a partir dos custos reais do *retrofit*. Em um dos casos, houve diferença nas faixas classificadas, sendo a pontuação obtida pela ferramenta classificada na faixa laranja e a pontuação obtida através do custo real classificada na faixa amarela, porém ambas estavam próximas ao valor de limite entre as faixas, além de indicar a viabilidade do *retrofit*.

A porcentagem de custos que uma determinada etapa representa no custo final de uma obra de *retrofit* varia de acordo com o grau de profundidade das modificações realizadas nos sistemas, apresentando, portanto, diferentes valores de edificação para edificação.

Assim sendo, é normal que haja erros e imprecisões no TVER, uma vez que ele uniformiza valores que na realidade são bastante distintos. Isso ocorre devido à necessidade de simplificação da ferramenta, de modo a torná-la mais abrangente e de fácil utilização. Conseqüentemente, com a redução do detalhamento na descrição e na pontuação dos serviços, há também a perda de precisão na ferramenta.

Deve-se observar, entretanto, que o TVER não foi desenvolvido com o intuito de determinar com exatidão a relação entre o custo de realização de *retrofit* predial e o custo de execução de uma edificação nova com características semelhantes, devendo ser utilizado para tal os processos tradicionais de orçamentação. A proposta da ferramenta é, de fato, servir como um elemento de orientação e auxílio de tomadas de decisão, capaz de estimar a viabilidade econômica do *retrofit* de uma edificação. Deste modo, os dados obtidos neste trabalho são satisfatórios e validam o uso da ferramenta.

## 5. CONCLUSÕES

Com relação aos objetivos propostos neste trabalho e os resultados obtidos, pode-se concluir:

### 5.1. QUANTO À CRIAÇÃO DO SISTEMA DE PONTUAÇÃO

Foi possível criar o sistema de pontuação objetivado, no qual serviços desenvolvidos ao longo de cada etapa construtiva obteve um peso proporcional à sua incidência percentual no custo total da obra.

### 5.2. QUANTO À CRIAÇÃO DAS FAIXAS INTERPRETATIVAS

Foi possível instituir faixas que indicam a viabilidade econômica do retrofit predial. As cores atribuídas a cada faixa permitem uma interpretação intuitiva da exequibilidade da intervenção.

### 5.3. QUANTO À APLICAÇÃO DO TVER EM ESTUDOS DE CASO

O uso da ferramenta em casos reais permitiu uma exemplificação de sua aplicação, demonstrando sua simplicidade. Além disso, a baixa margem de erro obtida com sua aplicação atesta para a eficácia do TVER.

### 5.4. CONCLUSÕES GERAIS

Considerando-se a proposta de elaborar um roteiro de procedimentos visando auxiliar a tomada de decisão entre realizar *retrofit* predial ou demolir e reconstruir uma edificação, pode-se dizer que os objetivos do trabalho foram atingidos de forma satisfatória. Isto foi possível a partir da criação de uma ferramenta fundamentada em custos de execução por etapa da obra, que permite que a viabilidade econômica do *retrofit* predial seja avaliada.

### 5.5. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como sugestões para trabalhos futuros, é feita a proposta de desenvolver-se um fator de correção a ser aplicado para cada serviço, em conformidade com a complexidade da intervenção a ser realizada, de modo a obter valores de pontuação ainda mais precisos. Além disso, propõe-se a ampliação do universo de teste da eficácia do TVER, aplicando-se o mesmo não só em um número maior de edificações residenciais, como também em edificações comerciais, para as quais um sistema de pontuação foi criado, mas não foi testado.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15575: Edificações habitacionais - Desempenho**. Rio de Janeiro, 2013.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 16280: Reforma em edificações - Sistema de gestão de reformas - Requisitos**. Rio de Janeiro, 2015.

BARRIENTOS, M.I.G.G. **Retrofit de edificações: Estudo de reabilitação e adaptação das edificações antigas às necessidades atuais**. Dissertação (Mestre em Ciências - M.Sc.). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

FLAUSINO, D. **O avanço do retrofit no Brasil**. Reform- reparos e reformas, 03 de março de 2017. Disponível em: <<https://reformweb.com.br/blog/post/7/O-Avan%C3%A7o-do-Retrofit-no-Brasil>>. Acesso em junho, 2019.

MARIANO, D.A. **O panorama atual da requalificação de edifícios de escritórios na cidade de São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2012.

MARQUES DE JESUS, C.R. **Análise de custos para reabilitação de edifícios para habitação**. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

MATTOS, A.D. **Como preparar orçamentos de obras: dicas para orçamentistas, estudos de caso, exemplos**. São Paulo, Pini, 2006, p. 234-235.

PARISI SOLUÇÕES. **Piso elevado para áreas molhadas**. Disponível em: <<https://www.parisolucoes.com.br/fx-files/images/big/plgProducts-3s5yw4a0ig.jpg>>. Acesso em junho, 2019.

PREFEITURA DE SÃO PAULO. **Clipping Revistas - Agosto de 2017: Revista Construção Mercado**. São Paulo, 2017. Disponível em: <[https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/infraestrutura/arquivos/CLIPPING%20DE%20RESVISTAS/2017/AGOSTO/INDICES\\_E\\_CUSTOS\\_PAG59.pdf](https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/infraestrutura/arquivos/CLIPPING%20DE%20RESVISTAS/2017/AGOSTO/INDICES_E_CUSTOS_PAG59.pdf)> Acesso em maio, 2019.

SCHREIBER, I.F. **A relação entre o retrofit e a satisfação do usuário: Estudo de caso em uma empresa do Vale dos Sinos**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2017.

SILVA, L.F.A.; MEIRELES, C.R.M. Reabilitação do edifício Riskallaj Jorge. Vitruvius, novembro de 2017. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/drops/18.122/6752>>. Acesso em junho, 2019.

SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. Disponível em: < [http://www.caixa.gov.br/site/paginas/downloads.aspx#categoria\\_556](http://www.caixa.gov.br/site/paginas/downloads.aspx#categoria_556)>. Acesso em julho, 2019.

SOUZA, V.C.M.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo, Pini, 2013. p 14-22.

**TCPO - Tabelas de Composições de Preços para Orçamentos**. São Paulo, Pini, 2017, p. 10-11.

TÉCHNE. **Reabilitação de edifícios: a importância dos sistemas prediais**. Revista Técnica, março de 2010. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/156/reabilitacao-de-edificios-a-importancia-dos-sistemas-prediais-286689-1.aspx>>. Acesso em junho, 2019.

TISAKA, M. Orçamento na construção civil: Consultoria, projeto e execução. São Paulo, Pini, 2006. p. 37-39.

TOMAZ, P.C. **A preservação do patrimônio cultural e sua trajetória no país**. Fenix - Revista de História e Estudos Culturais, maio/junho/julho/agosto 2010, vol. 7, ano VII, nro. 2.

VALE, M.S. **Diretrizes para racionalização e atualização das edificações: segundo o conceito de qualidade e sobre ótica do retrofit**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

YOLLE NETO, J. **Diretrizes para o estudo de viabilidade da reabilitação de edifícios antigos na região central de São Paulo visando a produção de HIS**. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

ZARUR, D.B. **Sistemas de gestão e gerenciamento em obras de retrofit: Aspectos teóricos e práticos**. Projeto de Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.