

ISSN 2447-1291

Ano 5 - n° 13 - Abril/2020

GESTÃO & GERENCIAMENTO

CIRMARE 2020

V Congresso Internacional

na "Recuperação, Manutenção e Restauração de Edifícios"

Reabilitação e *Smart Cities*
Visando a Sustentabilidade

Pós-Graduação *lato sensu*

378 h

Especialização
em

Gestão e
Gerenciamento
de Projetos

BARRA/RJ

- três sábados sim e um folgando

CENTRO/RJ

- segundas e quartas, e eventuais sábados

- terças e quintas, e eventuais sábados

FUNDÃO/RJ

- três sábados sim e um folgando

*condições diferenciadas
para ex-alunos da UFRJ*

Inscrições
abertas

Público-alvo:

Estudantes e profissionais graduados que trabalham direta ou indiretamente com projetos de pequeno a grande porte das áreas de Engenharia, Arquitetura, Informática (Tecnologia), Eletrotécnica, Eletrônica, Mecânica, Saúde, Administração, Esporte, Economia, Mídia (Cinema, Vídeo e Jornalismo), Recursos Humanos e Terceiro Setor (Instituições Públicas, Organizações Artísticas e Culturais), ofertando embasamento técnico e as melhores práticas em Gerenciamento de Projetos.



Núcleo de Pesquisas em Planejamento e Gestão

www.nppg.org.br

CONTATO:

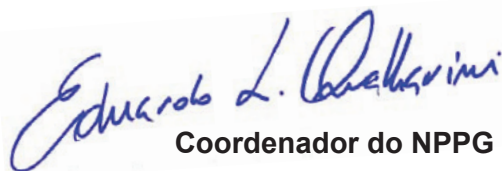
Tel.: 3938-7966 / 997039511

email: inscricao.nppg@poli.ufrj.br

EDITORIAL

Em sua 13ª edição, a Revista Gestão e Gerenciamento apresenta um número especial com a seleção de artigos do **V Congresso Internacional na “Recuperação, Manutenção e Restauração de Edifícios” – CIRMARE 2020**. Com o tema “Reabilitação e *Smart Cities* visando a Sustentabilidade”, o **CIRMARE 2020** tem como objetivo contribuir para o conhecimento e promoção de práticas na Reabilitação que impulsionem as *Smart Cities* e a Sustentabilidade ao patamar de soluções para o atendimento de futuras demandas da sociedade contemporânea. Assim, esta publicação promove uma oportunidade de divulgação destes trabalhos, de forma que possam contribuir para troca de informações entre os que atuam na área de recuperação, manutenção e restauração dos bens edificados.

Por tal, saudamos a realização do **V CIRMARE**, em sua modalidade híbrida, *on-line* em 2020 e presencial em 2021, com a participação de renomados palestrantes que atuam há longos anos na área da construção, tanto em Portugal como no Brasil, e agora solidários com nossos pesquisadores e profissionais ao transmitirem os seus conhecimentos e experiências.


Coordenador do NPPG



SUMÁRIO

Proposta de Projeto de uma Edificação Sustentável
Baseada no Conceito de *Net Zero Water Buildings*

05

14 | Problemas Contemporâneos Quanto ao uso da Cor
em Restaurações Arquitetônicas

Condomínio do Edifício Hotel Quitandinha:
Manutenção — Atualização e Continuidade

23

32 | Caminhabilidade: Medida Sustentável para
Requalificação do Espaço Urbano

Verificação das Condições de Manutenibilidade
de Edifício Multipavimentado em Porto Alegre/RS

40

48 | Uso do *Excellence in Desing for Greater Efficiencies* (EDGE)
como Ferramenta de Apoio para Projetos de *Retrofit* Sustentável

Viabilidade da Aplicação de Compósitos do Tipo SHCC
para Melhoria da Durabilidade de Estruturas de Concreto

56

GESTÃO & GERENCIAMENTO

ISSN 2447-1291

Gestão & Gerenciamento é uma publicação quadrimestral do NPPG/ Poli/UFRJ, de distribuição gratuita e circulação nacional, com o objetivo editorial de fomentar o conhecimento nas áreas de Gestão e Gerenciamento. A distribuição da revista terá como destino os profissionais, professores e alunos vinculados à gestão corporativa e ao ensino do gerenciamento de empreendimentos. Os números editados serão disponibilizados na web. Serão aceitas contribuições de artigos inéditos que deverão obedecer às instruções contidas no site desta publicação (nppg.org.br/revistas/gestaoegerenciamento).

Equipe Editorial

Supervisão Editorial: Eduardo Linhares Qualharini (revistagestaoegerenciamento@poli.ufrj.br); Conselho Editorial: André Baptista Barcaui, Assed Naked Haddad, Darci Prado, Eduardo Linhares Qualharini, Elaine Garrido Vazquez, João Carlos Gonçalves Lanzinha, Vasco Manuel A. Peixoto de Freitas; Jornalista Responsável e Edição: Fernanda Viviani de Paula (Registro Profissional: 0039905/RJ); Diagramação: Hugo Zambzickis de Araujo Silva; Colaboradores: Gustavo Millan Cesar de Almeida e Maiane Ramos da Silva.

PROPOSTA DE PROJETO DE UMA EDIFICAÇÃO SUSTENTÁVEL BASEADA NO CONCEITO DE *NET ZERO WATER BUILDINGS*

Amanda Oliveira da Silva, Ana Luiza Leandro Argôlo, Manuela Barros Rodrigues do Vale, Celi Kyiomi Okumura e Aline Pires Veról

O crescimento das cidades e o aumento da população trouxeram preocupações relacionadas à degradação ambiental e ao eventual esgotamento de recursos naturais. O conceito de desenvolvimento sustentável visa uma produção mais inteligente, racionalizada e com o mínimo de desperdício. Os edifícios sustentáveis também podem empregar tecnologias alternativas que transformam água, antes descartada, em utilizável para fins não potáveis, tais como o reuso de águas cinza e o aproveitamento da água de chuva. Nessa discussão, insere-se o conceito de Edifícios com Balanço Hídrico Nulo (do inglês, “Net Zero Water Buildings”, ou, simplesmente, NZWB), que tem como principais objetivos maximizar o uso de fontes alternativas de água, minimizando a água consumida e o descarte de águas residuárias para o ambiente. Assim, o edifício se tornaria totalmente responsável pela geração de água potável para atender suas demandas, bem como pelo tratamento de todos os resíduos gerados. Este trabalho tem como objetivo propor um projeto de uma edificação sustentável, baseada no conceito de NZWB, avaliando o percentual de economia gerada, em relação a uma edificação tradicional. A metodologia de trabalho consiste em resgatar o projeto de uma edificação multifamiliar de padrão médio que vem sendo estudado pelos autores, propor a substituição dos aparelhos sanitários tradicionais por aparelhos economizadores; avaliar o percentual de economia que essa mudança produziria; avaliar a possibilidade de implantação de um sistema de reuso de águas cinza e de aproveitamento de águas pluviais no edifício em questão, quantificando a vazão do efluente gerado e destacando quais usos poderiam ser cobertos por ele; calcular a economia de água potável considerando a implantação tanto do sistema de captação de água de chuva quanto do tratamento de águas cinza.

Palavras-chave: *Net Zero Water Building, Aproveitamento de água de chuva, Reuso de águas cinza, Aparelhos economizadores, Conservação da água.*

1 Introdução

O interesse na aplicação de projetos sustentáveis em edificações cresce cada vez mais, considerando o índice de degradação dos recursos naturais, seu desperdício e, conseqüentemente, a diminuição de sua disponibilidade. Dentro deste discurso, estratégias como as trabalhadas no conceito de Edifícios com Balanço Hídrico Nulo, em inglês *Net Zero Water Buildings* (NZWB) surgem como uma alternativa. A Agência de Proteção Ambiental Americana (*Environmental Protection Agency* – EPA) define o conceito como um equilíbrio entre demanda e disponibilidade, onde um dado recurso poder ser consumido considerando a sua produção em escala local, independente de abastecimento externo (EPA, 2018). Assim, visa a preservação da água, a

diminuição do uso de energia e a erradicação da produção de resíduos sólidos, contribuindo para a saúde ambiental, promovendo economia, resiliência e sustentabilidade para a sociedade (Joustra e Yeh, 2015a).

A Figura 1 compara dois sistemas, o tradicional (Figura 1a), onde a água potável suprida pela concessionária vigente abastece o edifício, o efluente gerado (águas cinza e águas negras) é recolhido e tratado, e a água de chuva é conectada diretamente à rede pública sem nenhum aproveitamento; e o sistema considerando o conceito de NZWB (Figura 1b), onde ocorre o aproveitamento da água de chuva, o reaproveitamento das águas cinza, proveniente de torneiras de lavatórios, tanques, máquinas de lavar roupa e chuveiros, e o tratamento prévio das águas negras.

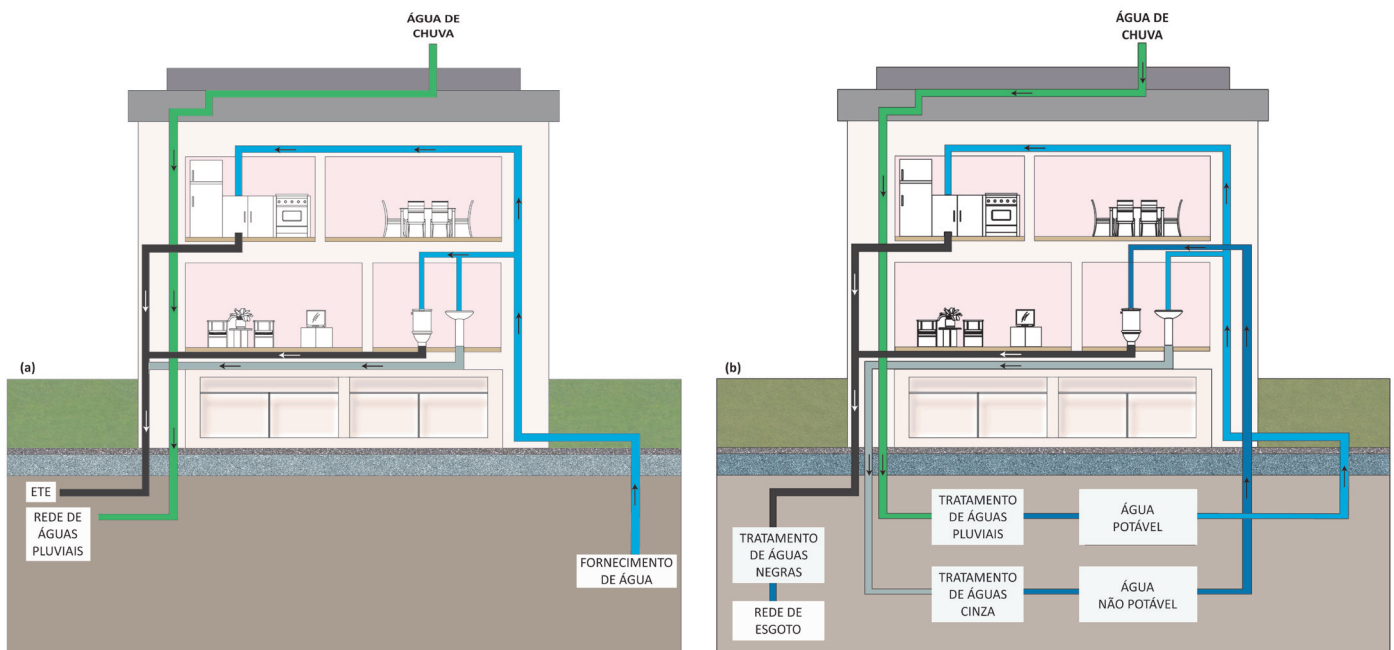


Figura 1 - (a) Edifício Tradicional; (b) Edifício Net Zero Water Building
Fonte: Autor 1, Autor 2 (2019).

Este trabalho tem como objetivo propor um projeto de sistema predial para uma edificação sustentável, baseada no conceito de NZWB, visando um melhor aproveitamento dos recursos disponíveis, a manutenção dos recursos gastos e a minimização do desperdício. Além disso, avalia-se o percentual de economia gerada, em relação a uma edificação tradicional, além do cálculo de retorno do investimento (*payback*). Pretende-se definir orientações para a concepção de projetos de arquitetura que levem em conta um projeto de NZWB e que possa ser adaptável a diferentes tipos de edificações.

2 Metodologia

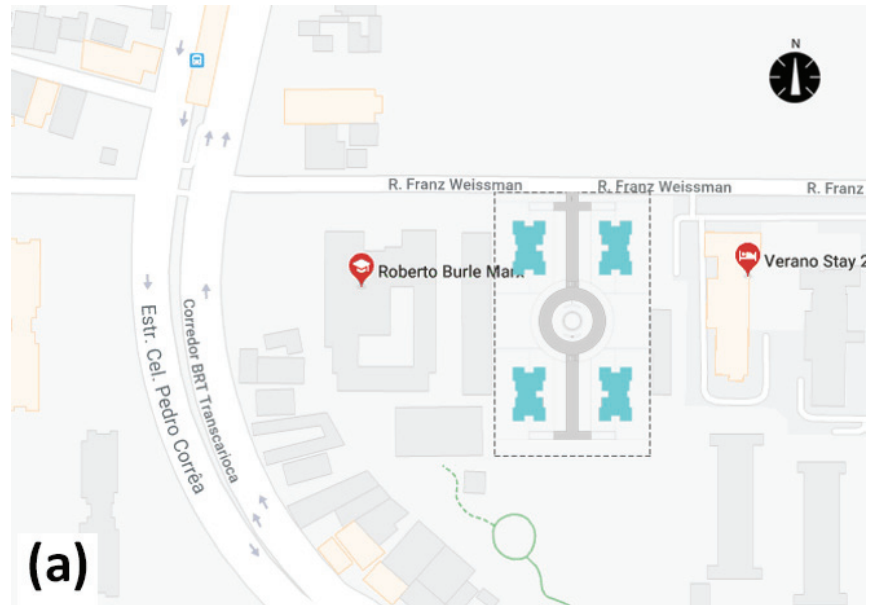
O método seguiu as seguintes etapas: 1. revisão bibliografia sobre NZWB; 2. resgate da pesquisa produzida anteriormente pelo grupo, de aproveitamento de água pluvial em um projeto padrão; 3. identificação de possíveis alternativas de consumo por meio de diferentes combinações de uso racional da água; 4. quantificação da vazão do efluente sanitário gerado pelo edifício; 5. avaliação do percentual de economia de água de cada alternativa; 6. realização da estimativa de custo de implantação de cada alternativa; 7. cálculo do tempo de retorno do investimento (*payback*) por alternativa.

3 Resultados e Discussão

3.1 Apresentação do Caso de Estudo

Autor 1 (2019) desenvolveram um estudo de aproveitamento de água de chuva baseado em um projeto da NBR 12721:2006 (ABNT, 2006), considerando o conceito NZWB. O edifício de médio padrão é composto por 10 pavimentos: pavimento térreo, oito pavimentos tipo e cobertura técnica, totalizando uma área construída de cerca de 6.000 m². Ele possui 32 unidades habitacionais, compostas por sala, cozinha, área de serviço, 2 banheiros e 2 quartos.

O projeto foi inserido em um terreno de 9500 m², localizado na Rua Franz Weissman no bairro de Jacarepaguá, Rio de Janeiro. Em virtude da amplitude do terreno e do contexto tipológico local, decidiu-se implantar quatro edifícios, com instalação de um reservatório semienterrado de águas brutas na área central do pavimento térreo reservada para instalação do reservatório semienterrado de águas brutas (Figura 2).



(a)



(b)

Figura 2. (a) Planta de localização. (b) 3D do conjunto.
Fonte: Autor 1, Autor 2 (2019)

3.2 Alternativas de Consumo

A etapa de estudo das alternativas de consumo caracteriza-se pela análise de diferentes medidas de manejo sustentável da água relacionadas com os usos propostos. Considerando a possibilidade de uso de aparelhos economizadores, da captação de água de chuva e do reuso de águas cinza, foram definidos os usos da água, considerando a legislação vigente, para abastecimento das áreas comuns (irrigação de jardins e lavagem de pisos) e bacias sanitárias. Foram formuladas, então, 8 diferentes alternativas de consumo: 1. Sistema tradicional; 2. Uso de aparelhos economizadores; 3. Sistema tradicional com tratamento de efluentes para reuso em áreas comuns; 4. Uso de aparelhos economizadores com tratamento de efluentes para reuso áreas comuns; 5. Instalação tradicional com tratamento de efluentes para reuso áreas comuns e bacias sanitárias.; 6. Uso de aparelhos economizadores com tratamento de efluentes para reuso áreas comuns e bacias sanitárias; 7. Sistema tradicional com aproveitamento de águas pluviais para reuso em áreas comuns; e 8. Uso de aparelhos economizadores com aproveitamento de águas pluviais para reuso em áreas comuns.

Após a definição das alternativas iniciou-se o processo de estudo da viabilidade de cada uma delas, partindo da estimativa de consumo diário e, posteriormente, mensal que cada uma apresentaria. Em seguida, foi levantada a oferta de água produzida pelos sistemas alternativos de abastecimento de água. As estimativas de consumo para cada opção foram relacionadas com a oferta de água mensal obtida através dos sistemas de captação de água de chuva e/ou reuso de águas cinza e, assim, foi possível analisar a economia que cada uma resultaria.

A estimativa de consumo de água considerou valores de estudos recentes acerca dos hábitos de consumo e densidade populacional dos edifícios no Rio de Janeiro, cujo consumo diário é de 253 litros por habitante (Ministério das Cidades, 2013). De acordo com o Censo de 2010 (IBGE, 2010), a população da cidade do Rio de Janeiro era de 6.320.446 habitantes, vivendo em 2.083.317 domicílios, o que representa cerca de 3 hab/domicílio. Aplicado ao edifício em questão, isso resulta em um consumo diário de 759 litros por residência e 24.288 litros por edifício. Assim, mensalmente são consumidos no edifício 728,64 m³ de água. Este valor foi utilizado como referência para as etapas seguintes.

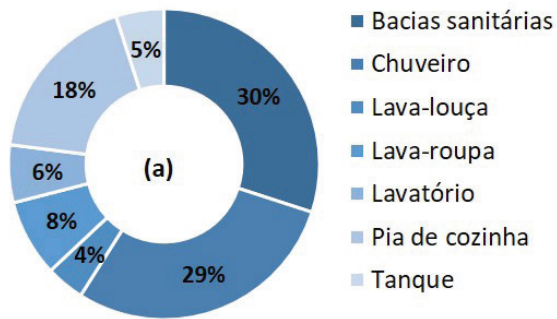
4 Medidas de Conservação da Água - O Projeto

4.1 Adoção de Aparelhos Economizadores

Com relação às medidas voltadas para a conservação da água, observa-se que a adoção dos aparelhos economizadores se trata da opção que apresenta o menor impacto de implantação, por não impactar a obra, apenas o aumento do valor do próprio aparelho. Ademais, essa medida é responsável pela redução na fonte do consumo de água potável e, por conseguinte, na redução do efluente gerado.

Para avaliar o potencial de economia de água, foram considerados dispositivos economizadores das marcas Deca e Docol para bacias sanitária, chuveiro, lavatório e pia de cozinha. Considerando dados de vazão e expectativa de consumo em residências citada no PNCDA -DTA-B1 (1998), pode-se estimar a demanda de água que cada dispositivo economizador produziria sobre o consumo diário, bem como, comparar o percentual de redução no consumo em relação aos aparelhos tradicionais, resultando em uma economia de 23% sobre o consumo de água. A Figura 3 apresenta a compilação dos resultados obtidos.

Percentual de Consumo com Aparelhos Tradicionais



Percentual de Consumo com Aparelhos Economizadores

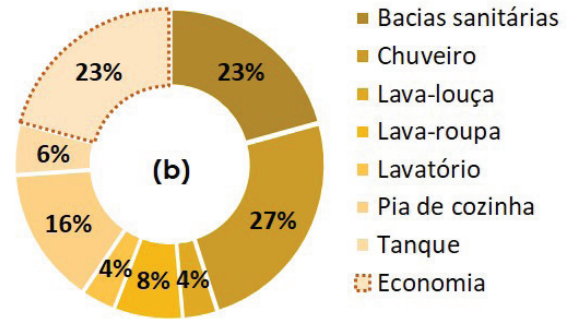


Figura 3 - (a) Percentual de consumo com aparelhos tradicionais; (b) Percentual de consumo com aparelhos economizadores
Fonte: Elaborados pelas autoras a partir do uso de aparelhos economizadores na bacia sanitária, chuveiro, lavatório e pia de cozinha.

4.2 Projeto de Aproveitamento de Águas Pluviais

O projeto de aproveitamento de águas pluviais foi baseado nos usos cobertos pela NBR 15527 (ABNT, 2007), tais como: bacias sanitárias, irrigação de jardim, lavagem de veículos, limpeza de pisos, espelhos d'água e usos industriais. A NBR 15527 restringe a área de captação apenas às coberturas, ou seja, aos telhados das edificações. A captação oriunda de outras superfícies impermeáveis, como pisos, como áreas de captação para mitigação de cheias, pode ser reservada para auxílio à

drenagem urbana (ABNT, 2007).

A chuva captada na cobertura é direcionada para o reservatório semienterrado (RSE), passando antes por uma primeira filtragem (*first flush*) e pela caixa de areia mais próxima. Do SER, o volume captado é bombeamento através de um conjunto moto bomba para o reservatório de água tratada, que está elevado no térreo, onde permanecerá armazenada para alimentar um dos quatro pontos de água por meio da própria gravidade. Para a água excedente, os extravasores nos dois reservatórios permitem drenar o volume excedente para as galerias pluviais, auxiliando a diminuição da velocidade do escoamento da água de chuva.

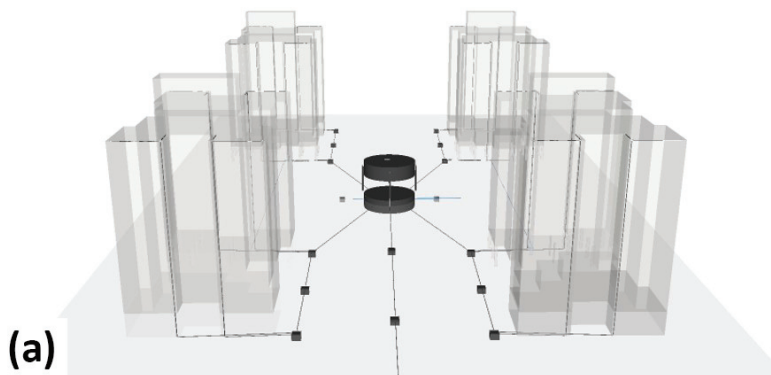


Figura 4 - (a) Perspectiva da implantação dos reservatórios de águas pluviais; (b) 3D do reservatório de água pluviais

Fonte: Autor 1, Autor 2 (2019).

Para implantar o sistema de aproveitamento de água de chuva, analisou-se a série histórica pluviométrica fornecida pelo Alerta Rio para o local, obtida no posto pluviométrico de Jacarepaguá/Cidade de Deus, localizado na Estrada Mal. Salazar de Moraes, 1409.

4.3 Projeto de Reuso de Águas Cinza

Outra medida estudada como forma de promover a economia de água potável foi o reaproveitamento das águas cinza - oriundas de chuveiros, lavatórios, máquinas de lavar roupa e tanques. O desenvolvimento do estudo considerou a NBR 13969 (ABNT, 1997).

Para quantificação do efluente gerado pelo edifício, foram adotados valores para a instalação tradicional e com

uso de aparelhos economizadores. Considerando-se o consumo de chuveiros, lavatórios, máquinas de lavar roupa e tanques, verificou-se que a instalação tradicional geraria cerca de 350 m³/mês de águas cinza, enquanto a instalação com uso de aparelhos economizadores, 280 m³/mês.

Para implantação do sistema de reuso é necessário que haja a separação entre as águas cinzas dos aparelhos citados dos demais efluentes. Após sua coleta, a água é conduzida a estação de tratamento, onde aplicam-se processos de purificação até que se torne sanitariamente segura. Posteriormente, a água é bombeada para o reservatório e, por fim, abastece os pontos de água (Figura 5).

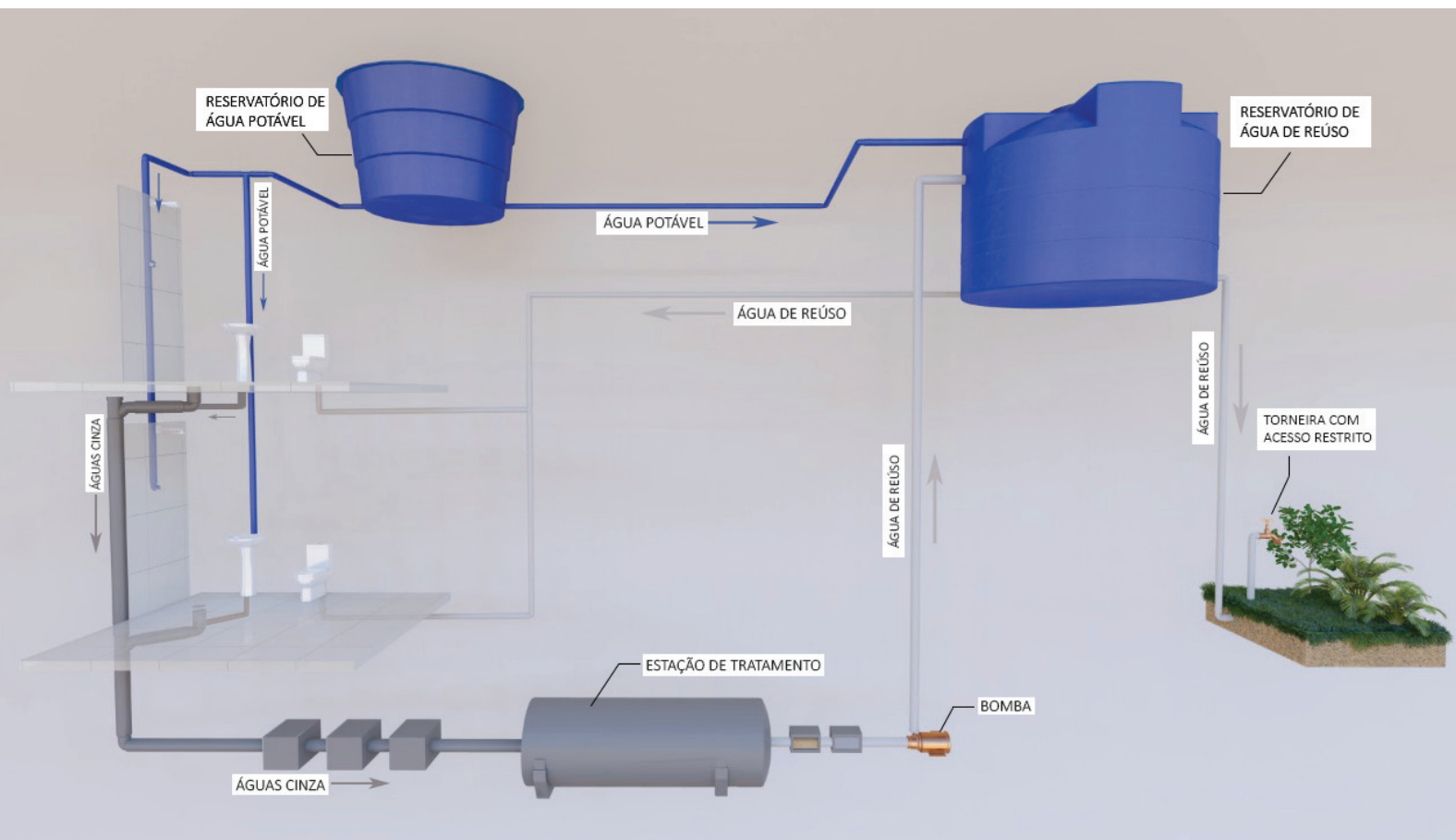


Figura 5 – 3D esquemático do projeto de reuso de águas cinza.

Fonte: Autor 3.

4.4 Estudo do Consumo Mensal de Água

Ao fim da elaboração dos projetos e da determinação dos usos a serem contemplados, foi possível calcular a demanda mensal de água referente a cada alternativa e compará-la com a Alternativa 1. Destacando-se o desempenho da alternativa 6 que utiliza aparelhos economizadores, trata e reutiliza os efluentes (Figura 6).

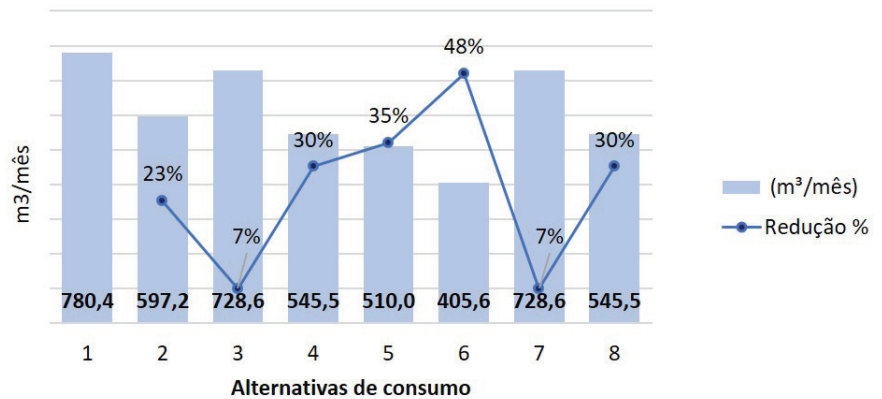


Figura 6. Demanda de água gerada por cada alternativa
Fonte: Autor

5 Estudo da Viabilidade Econômica para Implementação das Alternativas

O estudo de viabilidade foi dividido em três etapas: cálculo da tarifa de água, desenvolvimento de orçamento e cálculo do *payback*. O primeiro traz a investigação do percentual de economia anual gerado. No orçamento é possível observar quais alternativas demandam mais alterações de projeto, insumos e recursos financeiros. Por fim, o *payback* demonstra o nível de atratividade econômica que elas podem ter.

5.1 Cálculo da Tarifa de Água

Segundo a Lei nº 11.445/2007 são previstas tarifas diferenciadas relativas às categorias dos imóveis e faixas de consumo. Além disso, a CEDAE, concessionária que administra o recurso na cidade do Rio de Janeiro,

estabelece tarifas diferentes de acordo com a localidade, seguindo o Decreto nº 23.676 de 04 de novembro de 1997. O cálculo da tarifa é feito sobre a média diária de consumo multiplicada pelo valor da faixa de consumo da categoria. A tarifa domiciliar possui uma tarifa mínima de 0,5 m³/dia/economia¹, seguida de 5 faixas de consumo: 0-15; 16-30; 31-45; 46-60; >60 m³. A cobrança do esgoto é igual à cobrança da água.

Através das estimativas de consumo elaboradas para cada alternativa pode-se calcular o custo de suas respectivas contas de água e avaliar seu percentual de redução em relação ao sistema tradicional de instalação predial. A Figura 7 apresenta os valores das tarifas mensais estimadas por tipo de alternativa e o percentual de redução das alternativas 2 a 8 quando comparadas ao valor da tarifa de uma instalação tradicional. Destacando-se as alternativas 4, 5, 6 e 8 com redução superior a 50%.

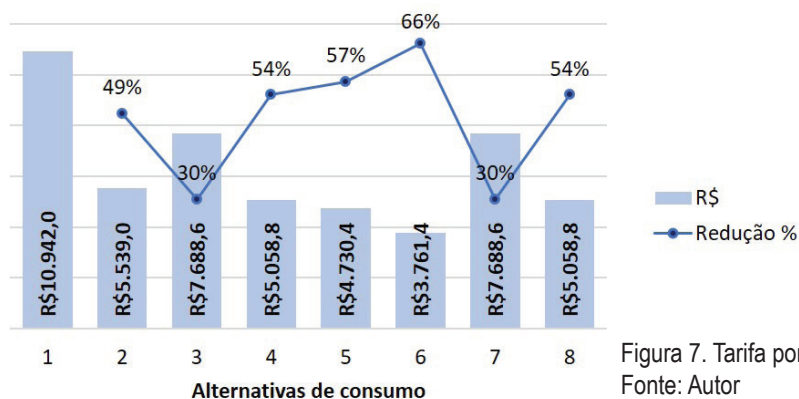


Figura 7. Tarifa por alternativa de consumo e percentual de redução
Fonte: Autor

¹Referente a uma economia (domicílio) por um período de 30 dias.

5.2 Orçamento

Para o desenvolvimento do orçamento fez-se a quantificação de todos os insumos e serviços necessários para implantação de cada medida. O estudo considera apenas as quantidades, valores e serviços que excedam ao processo tradicional de obra. No Quadro 1 são discriminados os serviços empregados e seus respectivos valores. O orçamento foi elaborado de acordo com a alternativa, observando as particularidades de cada uma, como demonstrado no Quadro 2.

Serviço	Custo (R\$)
1. Adoção de Aparelhos Economizadores	13.472,00
2. Movimentação de terra p/construção de reservatório	446,28
3. Construção de reservatório	24.244,00
4. Rede de captação de efluente	31.330,97
5. Tratamento da água	6.211,44
6. Rede de abastecimento de água tratada no nível térreo	2.429,22
7. Rede de alimentação de bacias sanitárias	17.691,29
8. Sistema de Captação de Água Pluvial	903,06

Quadro 1 - Preço por serviço

*Os valores referentes aos serviços foram retirados de composições do SINAPI.

**Os valores dos aparelhos economizadores foram pesquisados em lojas de construção, adotando-se os de menor custo.

Fonte: Autor

Alternativa	Serviço empregado	Custo de Implantação (R\$)	Economia anual (R\$)	Tempo de Retorno (anos)
2	1	13.472,00	66.467,64	0,20
3	2, 3, 4, 5, 6	64.662,67	29.731,92	2,17
4	1, 2, 3, 4, 5, 6	78.134,67	70.597,56	1,11
5	2, 3, 4, 5, 6, 7	82.353,96	74.538,60	1,10
6	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	95.825,96	86.167,32	1,11
7	2, 3, 5, 6, 8	34.234,77	35.906,52	0,95
8	1, 2, 3, 5, 6, 8	47.706,77	69.172,92	0,69

5.3 Payback

A etapa final do trabalho caracteriza-se pela estimativa do tempo de retorno do investimento relativo ao implemento das alternativas. Para esse cálculo foi considerado o valor da implantação sobre a economia anual gerada na conta de água, apresentado pelo Quadro 2.

Quadro 2. Payback

Fonte: Autor

Para validar os valores de *payback* obtidos no estudo, avaliou-se o trabalho precedente de Ghisi e Ferreira (2006), que analisa o potencial de economia de água potável através do emprego dos sistemas de aproveitamento de águas pluviais e reuso de águas cinza em edificação residencial multifamiliar, em Florianópolis/SC, apesar de diferenças em função de localidade e tempo. No entanto, uma série de similaridades o aproximam do presente trabalho, como: a quantidade de áreas molhadas no interior das unidades, a população por apartamento e o número de habitações, que é múltiplo da quantidade de habitações no projeto padrão utilizado. Essas características facilitam a aproximação e comparação dos resultados obtidos. O Quadro 3 apresenta as alternativas relacionadas com o precedente, e as respectivas comparações função do custo de implantação, economia gerada na conta de água anual decorrente do emprego da medida de conservação e tempo de retorno.

Categoria de Comparação	Reuso de águas cinza			Aproveitamento de água pluvial	
	Alternativa 3	Alternativa 5	Precedente (*)	Alternativa 7	Precedente (*)
Custo da implantação	R\$ 64.662,67	R\$ 82.353,96	R\$ 13.121,00	R\$ 34.234,77	R\$ 22.900,51
Economia anual (%)	30%	57%	35%	27%	31%
<i>Payback</i>	2,17 anos	1,1 anos	2,1 anos	0,95 anos	2,4 anos

Quadro 3 - Estudo Comparativo de *Payback*

*Os valores obtidos por Ghisi e Ferreira (2006) foram atualizados através do INCC - índice Nacional de Custo da Construção, para valores referentes a agosto de 2019.

Fonte: Autor

6 Considerações Finais

A Legislação Brasileira, referente à qualidade da água, não permite que o conceito de *Net Zero Water* seja implementado integralmente, de modo a obter autonomia em relação às concessionárias de água. Sendo assim o conceito que melhor se aplica a realidade brasileira é o *Nearly Zero Water*, no qual o balanço hídrico se aproxima de zero. Todas as alternativas apresentaram resultados positivos, tanto na economia de água potável quanto na economia sobre a conta de água. Por conseguinte, os resultados de *payback* também foram favoráveis, o que reforça a alta atratividade para implantação das medidas de conservação. Vale ressaltar que a tarifa cobrada pela concessionária apresenta papel nesse cálculo, portanto, quanto maior, mais rápido o retorno.

A adoção dos aparelhos economizadores apresentou o melhor custo benefício, tendo seu investimento pago em 0,42 anos. Nesse sentido, sugere-se que novos projetos considerem aparelhos sanitários eficientes em suas especificações. O aumento da demanda, incentiva uma produção maior e consequente redução dos custos.

Quanto à adoção da coleta e aproveitamento de águas pluviais, o benefício extrapola o lote, abrangendo o coletivo, a cidade, pois diminui a crescente pressão por aumento de demanda de água potável e contribui para atenuar o escoamento pluvial, mitigando cheias urbanas.

O sistema de reuso de águas cinza apresentou reduções de 54% a 57% com aparelhos hidrossanitários tradicionais, e atingiu 66% quando combinado a aparelhos economizadores. Embora trate-se do sistema pouco explorado e que produz alterações significativas no projeto e na futura rotina de manutenção, sua implantação representa uma redução na demanda de água potável e na geração de efluentes.

Sugere-se, portanto, que novos projetos incorporem práticas que potencializem a economia de água, pois o tempo de retorno do investimento é baixo e os ganhos ambientais, sociais e econômicos altos.

Referências

- ARCHITECT. *How to achieve net-zero waste and water in buildings*. Disponível em: <https://www.architectmagazine.com/technology/how-to-achieve-net-zero-waste-and-water-in-buildings_o>. Acesso em: 21 out. 2019.
- AUTOR 1 *et al.* **Título do artigo**. EUROELECS, Santa Fé-Paraná, Argentina, 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13969: **Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto**, construção e operação. Rio de Janeiro. 1997.
- _____. NBR 15527: **Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos**. Rio de Janeiro. 2007.
- EPA - *United States Environmental Protection Agency* (2018). **Net Zero Concepts and Definitions**. Disponível em: <<https://www.epa.gov/water-research/net-zero-concepts-and-definitions>>. Acesso em: 28 março 2018.
- GHISI, E.; FERREIRA, D. F. **Potential for potable water savings by using rainwater and greywater in a multi-storey residential building in southern Brazil**. *Building and Environment*, v. 42, n. 7, p. 2467-2796, Jul. 2006.
- GONÇALVES, R. F. *et al.* **Uso racional de água em edificações**. PROSAB. 1 ed. Vitória: SERMOGRAF, 2006.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico e Contagem Populacional 2010**.
- JOUSTRA, C.M., YEH, D.H. **Framework for net-zero and net-positive building water cycle management**. *Building Research and Information* 43, 121–132. 2015.
- JUAN, Y. K.; CHEN, Y.; LIN, J. M. **Greywater Reuse System Design and Economic Analysis for Residential Buildings in Taiwan**. *Water (Switzerland)*, vol. 8 (11), 2016
- KUCHINSKI, V.; GASTALDINI, M. D. C. C. **Viabilidade técnica e econômica do aproveitamento das águas de chuva e cinza para consumo não potável em edifício residencial de Santa Maria (RS)**. *Revista DAE*, São Paulo, v. 65, n. 207, p. 5-19, set. 2017.
- MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB**, Brasília, 2013.
- PROGRAMA NACIONAL DE COMBATE AO DESPERDÍCIO DE ÁGUA – PNCDA. **Documento Técnico de Apoio n.º B1**. Brasília, 1998.
- RIO DE JANEIRO (Estado). Decreto nº 23.676 de 04 de novembro de 1997. Altera a estrutura tarifária da companhia estadual de água e esgoto – CEDAE.
- SALGADO, M. **Projeto integrado – caminho para a produção de edificações sustentáveis: a questão dos sistemas prediais**. ENTAC. Fortaleza, 2008.
- TESTON, A. *et al.* **Rainwater Harvesting in Buildings in Brazil: A Literature Review**. *Water (Switzerland)*, vol. 10 (25), 2018.
- VALLE, J. A. S. **Metodologia para Cálculos do BDI - Benefícios e Despesas Indiretas**. VII Congresso Brasileiro de Custos. Recife, 2000.

PROBLEMAS CONTEMPORÂNEOS QUANTO AO USO DA COR EM RESTAURAÇÕES ARQUITETÔNICAS

Luciana da Silva Florenzano e Rosina Trevisan Ribeiro

Este artigo trata da análise quanto à cor no patrimônio edificado e seus aportes com as intervenções de restauro. Particulariza a concepção do projeto de restauro enquanto ato interdisciplinar, ressaltando uma arqueologia da cor quando necessária, mais uma abordagem estética e antropológica da cor imprescindível para as decisões projetuais. O referencial teórico é pautado no restauro crítico de Cesare Brandi e na interpretação cultural contemporânea, o que, portanto, pressupõe, para os edifícios tombados ou de interesse à preservação, análises e intervenções para além dos aspectos materiais de incompatibilidade físico-química, sendo necessário discutir o papel das cores dos edifícios restaurados, do ponto de vista teórico, estético e fenomenológico. Assim, o problema que o presente artigo traz, diz respeito a uma espécie de esquecimento do fato de que os revestimentos e suas cores têm como objetivo na arquitetura, para além de sua proteção, a comunicação por meio de soluções estéticas que garantam a leitura das linguagens arquitetônicas. O contexto conceitual-metodológico se dará a luz da teoria do restauro crítico e seus desdobramentos, apresentando, por meio de uma pesquisa qualitativa, três estudos de caso, referentes a obras de restauração arquitetônica no Brasil. O objetivo será discutir as medidas adotadas em sua dimensão simbólico-material, bem como seu significado coletivo e os problemas contemporâneos que devem ser analisados nos estudos cromáticos. O resultado pretendido será demonstrar como ocorre a dimensão prática da restauração no Brasil e suas relações com a imagem da cidade, reforçando que a cor na restauração arquitetônica não é questão secundária e sim primordial, uma vez que se relaciona com a composição formal e com a legibilidade da linguagem arquitetônica.

Palavras-chave: Restauração, Cor, Patrimônio edificado.

1 Introdução

No campo da restauração, entendida como disciplina autônoma desde o século XX, existem alguns instrumentos disponíveis para guiar as intervenções, chamados de princípios norteadores, cuja análise crítica tem repercussão direta nas decisões projetuais quanto ao patrimônio edificado. Esses princípios, que delimitam o campo disciplinar do restauro, se consolidam a partir do fim da Segunda Guerra Mundial, com grande participação dos profissionais italianos.

A partir de então, a restauração passa a ser entendida como ato de cultura e não diretamente relacionada com as questões de razão prática de uso ou econômicas (KUHL, 2005). Com embasamento na estética e também forte raiz na consciência histórica, a restauração passa a considerar a irreversibilidade do tempo e o presente como fio condutor do processo. Esta teoria, denominada “restauro crítico”, também preconiza que “toda intervenção constitui um caso em si, não classificável em categorias” (CARBONARA, 1997, p. 285).

O momento de consolidação se dá quando a destruição em larga escala das cidades europeias envolvidas na Segunda Guerra Mundial origina uma crise metodológica e estimula uma atualização dos princípios norteadores para a restauração. Nesse contexto, a teoria do restauro crítico, encontrará na obra *Teoria del Restauro*, escrita pelo historiador de arte italiano Cesare Brandi, em 1963, disseminação internacional. Em seu livro, Brandi amadurece o processo de compreensão e valorização da obra de arte, ratificando a necessidade do juízo crítico, para qualquer decisão sobre o bem a ser restaurado.

Inspirado nos valores já apresentados pelo austríaco Alois Riegl, ainda em 1903, na obra “O Culto Moderno dos Monumentos”¹, Brandi (2008) discorre sobre o reconhecimento da obra de arte e os objetivos da restauração, que serão condicionados a partir da própria obra e dos valores a ela atribuídos. Aguiar (2002) também destaca que no fim da década de 1940, em meio ao estado de arruinamento de muitas cidades italianas, ganha força o pensamento e a filosofia estética de Benedetto Croce, a qual tem base no historicismo e contextualismo, pois as teorias até então vigentes, fundamentadas no restauro filológico e científico, de Boito e Giovannoni, não conseguiam suprir as questões práticas que se colocavam na restauração dos monumentos.

Nesse cenário, passa a vigorar a partir de 1960 a teoria brandiana, para o qual, a obra de arte não representa apenas o suporte físico de uma imagem, mas apresenta uma dicotomia estética e histórica. De acordo com Brandi (2008), somente o juízo de valor definido a partir da especificidade de cada caso poderá conduzir ao restauro, sendo este, portanto, um ato crítico. O pensamento brandiano e a consolidação do restauro como atividade cultural trazem princípios específicos e metodologias próprias, como o entendimento de que a cultura perdura no tempo e que cada momento é único e apenas pode-se intervir na obra de arte a partir do olhar vigente. Para Brandi (2008), não sendo efêmera, a cultura apresenta valores que podem ser transmitidos ao longo do tempo, sendo os bens culturais fortes elementos de conexão entre o passado, presente e futuro.

Um dos princípios estabelecidos na *Teoria del Restauro*, destaca a necessária consciência da materialidade da obra de arte como meio específico da manifestação da imagem. O que se restaura, nesse contexto, é somente a matéria da obra e não sua imagem, esta sim o real motivo pela qual foi reconhecida como bem a ser preservado. Esse ponto explica também quais os limites da restauração: a intervenção sempre será na matéria, sendo admissível até o ponto que não culmine na imagem ou não cause um falso histórico.

Dessa forma, cabe salientar que a restauração de bens culturais é, de fato, um campo complexo e, importante destacar, interdisciplinar, sendo indispensável em uma intervenção, a presença de áreas distintas do conhecimento, como arquitetura, engenharia, arqueologia, química, história, arte, entre outras.

Vale destacar que para toda e qualquer intervenção nos bens culturais é essencial e obrigatório, o embasamento teórico. Embora haja, naturalmente, a particularidade de cada caso, qualquer solução adotada deve ser alicerçada em princípios teóricos consolidados. Sobre essa questão, Kuhl (2005) discorre acerca da pluralidade de caminhos e orientações dentro da teoria, observando que há aproximações que delimitam o campo, as quais, ainda que de maneira ampla, permitem a condução de diretrizes adequadas à restauração. Trata-se de uma questão de extrema importância, pois, como bem enfatiza Carbonara (2004), o restauro é um campo de intervenção na

¹ Título original, em austríaco: Der moderne Denkmalkultur.

matéria, só fazendo sentido existir a teoria em razão do seu rebatimento nas intervenções práticas.

Isto posto, o que de fato culmina na restauração e, portanto, na preservação do patrimônio cultural, são as intervenções de restauro, pois as definições teóricas, se não aplicadas, não tem valor por si só. Da mesma forma e, portanto, considerando a superação da dicotomia entre teoria e prática, as questões envolvendo a cor na preservação do patrimônio edificado só podem ser exploradas a fundo se os aspectos tecnológicos e materiais da arquitetura forem vinculados à interpretação cultural contemporânea. Ou seja, é necessário discutir, do ponto de vista histórico-crítico, as intervenções de restauro

cromático em sua essência e não apenas a partir das possibilidades técnicas disponíveis.

Diante do exposto, o objetivo deste artigo é discutir as medidas adotadas em três experiências brasileiras de restauro de bens culturais. A discussão aqui realizada tem como intuito realizar uma reflexão sobre a dimensão simbólico-material do uso da cor no patrimônio edificado na sociedade contemporânea. A análise busca refletir acerca da relação estética e histórica na obra arquitetônica, não no sentido de deslegitimar a positividade destas intervenções, quanto à apropriação cultural e usufruto do espaço, mas sim sobre a noção de autenticidade estabelecida e o falso histórico, nos termos de Brandi (2008).

2 A Cor na Arquitetura e no Patrimônio Edificado

Embora a concepção arquitetônica seja diferente em cada período histórico, em razão do pensamento estético e dos meios construtivos disponíveis, Ching (2005) observa que a forma é a combinação de conceitos matemáticos de linha, ponto e curva em um plano. Para a *Teoria da Gestalt*, também a cor é um dos elementos indissociáveis da forma e pode alterar volumes e a percepção dos objetos. A *Gestalt* consiste em um ramo da psicologia que estuda e analisa a percepção das formas, afirmando que não existe valor absoluto de cor ou de forma, pois as coisas são percebidas apenas nas suas relações. Assim, só há apreensão das formas quando relacionadas com a cor e vice versa (GOMES FILHO, 2002). Isto é, a cor é uma das unidades de composição, não existindo um processo sequencial de percepção de forma e Gomes Filho (2002, p. 19) destaca que “a primeira sensação já é de forma, já é global e unificada”.

Portanto, o ato de enxergar não ocorre isoladamente - de maneira que o mundo é visto apenas por meio das relações entre as *partes* - destacando-se a ideia de todo, no qual a cor é um dos elementos essenciais na condução de visualização das formas. Assim, composições cromáticas criam relações visuais de profundidade e são fundamentais no processo visual. A Figura 01 exemplifica a questão:



Figura 1 – Painéis geométricos criados para relacionar cores e ilusão ótica
Fonte: Elaborado pela autora, 2011

Sob esse ponto de vista, cabe salientar os estudos de Lancaster (1996), que destaca que o fenômeno da visão de cores é basicamente funcional. Porém, para ele, isso não se refere somente acerca da capacidade de distinguir entre cores diferentes, mas também sobre como responder a elas, transmitindo informações e estimulando ou enganando emoções. Lancaster (1996) também destaca que a longa (e também lenta) evolução na consciência das cores e dos usos pode ser analisada principalmente em razão do seu uso na arte e na cultura e, no posterior desenvolvimento da linguagem e da antropologia.

Ou seja, o uso e a obtenção das cores na arquitetura sempre foram reflexos das sociedades e das tecnologias disponíveis. As cidades ao longo do tempo desenvolvem culturas arquitetônicas e cromáticas próprias, onde as cores das superfícies alteram-se na medida em que a cidade também muda. Dessa forma, a cor integra os elementos que caracterizam e dão sentido ao espaço, compondo-o de significados próprios, cuja alteração no sistema cromático tem significância estética, histórica, política, social e cultural, tornando-se um elemento de continuidade ou descontinuidade da identidade urbana.

Nota-se, em muitos casos, que as alterações de cor das superfícies arquitetônicas impactam profundamente na compreensão estética do edifício. Como demonstra a *Teoria da Gestalt*, não é possível dissociar forma e cor e, assim, as formas de muitos edifícios se tornam ilegíveis em razão de uma composição cromática desarticulada de sua linguagem arquitetônica. Os exemplos abaixo possibilitam visualizar a questão (Figura 2). Por meio de suas composições cromáticas, prevalece uma nova imagem, ficando a linguagem arquitetônica do edifício em segundo plano.



Figura 2 – (a) edificação em Montevideo, no Uruguai, com linguagem arquitetônica eclética e intervenção cromática contemporânea voltada ao uso.

Fonte: (a) Fotografia autora, 2019.



Figura 2 – (b) edificação em Buenos Aires, na Argentina, com linguagem arquitetônica neoclássica e intervenção cromática contemporânea voltada ao uso.

Fonte: (b) Fotografia autora, 2019.

Também as questões abordadas na Teoria da Estética, conforme observa Naumova (2009) se apoiam na *Teoria da Gestalt*, e sugerem que a percepção ambiental é estabelecida a partir da sensação, onde os estímulos do meio ambiente provocam uma espécie de despertar dentro do processo. Naumova (2009) ainda destaca que de acordo com a *Gestalt*, o ser humano de forma natural realiza a organização dos estímulos ambientais em padrões visuais, tornando-os mais simples.

Nesse âmbito, analisando as cores do patrimônio cultural, é especialmente importante analisar a questão a partir da restauração. Com o intuito de demonstrar uma clara diferença na intervenção cromática da lacuna a ser restituída, de maneira a não ocasionar falsos históricos, muitas restaurações tornam-se negativas se não houver um projeto de cor e um conhecimento dos princípios da *Gestalt*. Em razão do contraste cromático, as restituições podem alterar o volume da edificação, aparecendo como *figura*, enquanto a o bem cultural altera-se para *fundo* (AGUIAR, 2002).

Outra questão importante é que a extensa oferta contemporânea de combinações cromáticas, bem como as transformações constantes de cor, ocasiona, no caso de algumas restaurações, na dificuldade de entendimento do edifício e do período histórico que ele testemunha.

3 Notas sobre a Cor das Superfícies Arquitetônicas a partir de Três Experiências Brasileiras em Bens Culturais

O primeiro exemplo aqui abordado se refere a uma edificação de arquitetura eclética, localizada na cidade de Campos dos Goytacazes, no interior do Rio de Janeiro. A alteração cromática realizada na edificação em questão impactou profundamente na visualização da forma do edifício (Figura 3). Este exemplo possibilita visualizar as questões discorridas sobre a *Teoria da Gestalt*, acerca da impossibilidade de dissociação entre forma e cor e nele é possível perceber que as composições cromáticas extemporâneas ao período de construção do edifício conduzem a uma nova imagem da arquitetura.



Figura 3 – Edificação histórica em Campos dos Goytacazes
Fonte: Fotografia da autora, 2018

O edifício acima foi espacialmente fragmentado e alterado em seu interior, de maneira que quando olhamos para ele, não percebemos que se tratava de uma única fachada e, assim, visualizamos duas formas e dois edifícios distintos. De fato, hoje se tratam de dois espaços, mas a visualização inicial já conduz a essa conclusão.

O segundo exemplo se trata do Convento do Carmo, localizado na cidade de Cachoeira, na Bahia, o qual faz parte, junto à Igreja da Ordem Terceira do Carmo, do Conjunto do Carmo, tombado em esfera federal, pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Iphan). A construção apresenta linguagem arquitetônica barroca e data das primeiras décadas do século XVIII. O conjunto em sua última restauração passou por uma alteração cromática na fachada, a qual estava em tons de azul, com os ornatos brancos (Figura 4) e atualmente encontra-se toda na coloração branca (Figura 5 e Figura 6).



Figura 4 – Convento do Carmo antes da última restauração, na cidade de Cachoeira, Bahia
Fonte: Google Imagens



Figura 5 – Convento do Carmo, em Cachoeira, Bahia, após a última restauração
Fonte: Fotografia da autora, 2019



Figura 6 – Convento do Carmo, em Cachoeira, Bahia, após a última restauração
Fonte: Fotografia da autora, 2019

Com a alteração cromática não é possível vislumbrar inicialmente os ornatos acima da porta da entrada, bem como os frisos superiores. Estes, inclusive, só são visualizados por olhares atentos e próximos à fachada.

O terceiro exemplo se refere à Capela das Mercês, localizada no Sítio histórico de São Luiz do Paraitinga, no estado de São Paulo. A capela é uma edificação remanescente do século XVIII e que foi destruída em 2010 após uma enchente ocorrida na cidade. Assim como várias edificações históricas do sítio, antes da enchente a Capela havia chegado à contemporaneidade com sua fachada colorida, em tons de amarelo, verde, marrom e branco (Figura 7a). Logo após a tragédia, o sítio foi tombado como patrimônio cultural pelo Iphan e a Capela foi reconstruída, assim como muitas fachadas das edificações que compõem o sítio histórico. No entanto, optou-se por pintar todas as fachadas de branco e adicionar cor nos ornamentos. A Capela das Mercês passa a ser branca e azul (Figura 7b).



Figura 7 – (a) – Capela das Mercês, em São Luiz do Paraitinga, São Paulo, antes da enchente. (b) Capela das Mercês, em São Luiz do Paraitinga, São Paulo, depois da reconstrução
Fonte: (a) e (b) Google Imagens

Este último exemplo, assim como outros casos em território brasileiro, reflete as tentativas de retornar a uma suposta originalidade. Nota-se, nesse sentido, uma homogeneização do aspecto visual das cidades históricas, a despeito da extensão do território do país e das particularidades cromáticas de cada lugar. Assim, no Brasil, cidades históricas de grande expressão nacional e cuja ocupação inicia-se no período colonial, apresentam em suas fachadas, predominantemente, a cor branca, com suas janelas pintadas em tons coloridos.

No entanto, cabe destacar que muitas destas edificações chegaram à contemporaneidade com cores nas suas fachadas, mas intervenções de restauro optaram por pintá-las de branco e com as esquadrias coloridas. Essa tendência contraria as teorias de restauro, onde se discute o conceito de originalidade nas intervenções e o discurso teórico consolidado assume o tempo como irreversível, não sendo admissíveis falsos históricos.

Diante dos três exemplos aqui demonstrados, constata-se a necessidade de maior aprofundamento teórico antes das intervenções de restauro. Esse argumento se fundamenta nas referências práticas demonstradas e nos faz refletir sobre os sentidos da memória em nossa sociedade contemporânea, caracterizada por duas tendências. Uma que se volta à aceleração do tempo e à valorização do passado como meio econômico e cenográfico e outra que não observa a relação intrínseca entre cor e linguagem arquitetônica, impondo o novo enquanto aparência, o que se reflete em muitos casos, em uma cacofonia da imagem.

A solução simbólica encontrada para esta problemática pode ser encontrada por meio de possibilidades de intervenções cromáticas urbanas alinhadas às tradições e aos aspectos visuais do bem cultural, em busca de uma arquitetura e imagem conceitual. Assim, um ponto central que deve pautar as decisões cromáticas na cidade histórica, nos parece residir entre o texto, no sentido da comunicação e o contexto, no sentido da imagem consolidada.

4 Considerações Finais

O recorte escolhido na abordagem deste artigo refere-se à discussão acerca das cores das superfícies arquitetônicas nos tecidos urbanos acautelados como bens culturais e das possibilidades de leituras quanto à realidade existente. As reflexões se referem à constatação da existência de intervenções de restauro, destacando-se as alterações cromáticas e suas relações com a imagem urbana, as quais não encontram aporte teórico na teoria do restauro histórico-crítico e nem observam a relação entre a cor e a forma, ocasionando em uma infantilização da imagem do patrimônio edificado.

O objetivo amplo deste artigo foi contribuir, por meio de uma síntese crítica de ideias e visualização de exemplos práticos, para o debate atual e a necessidade de um aprofundamento teórico nas decisões projetuais acerca da cor na cidade histórica. Os argumentos aqui defendidos têm como objetivo revelar a cor dessas superfícies também em seus significados histórico, político, social e cultural, com o intuito de conceber a leitura estética do sítio enquanto imagem figurada. Dessa forma, os argumentos aqui explorados pretendem demonstrar que os revestimentos e as cores da arquitetura tem objetivos para além de sua proteção física. São documentos históricos e artísticos e devem, por meio de soluções estéticas, garantir o entendimento da linguagem arquitetônica do patrimônio edificado.

O referencial teórico analisado neste artigo permite discorrer sobre a relação fenomenológica entre o observador e as cores da cidade histórica e destaca que o tratamento das superfícies deve ser encarado no processo de restauração em uma análise histórico-crítica, que compreende muito mais do que apenas uma decisão determinada a partir de critérios técnicos (KUHL, 2004). Retomando a teoria brandiana, destacamos a necessidade de se intervir nos bens culturais a partir do olhar contemporâneo e não com o objetivo de retomar imagens anteriores.

Nesse sentido, são também extremamente pertinentes os apontamentos de Murate (2014), que salienta a distância que existe atualmente entre a atuação dos

campos de planejamento urbano, tecnologia e restauração, observando que, necessariamente, para melhorar a prática deve-se encontrar um ponto de convergência entre as áreas. Dessa forma, a autora destaca que por meio de uma metodologia interdisciplinar conduzida no campo da restauração e tendo como método também o aprofundamento de vários estudos de casos, é possível contribuir para o debate contemporâneo, entendendo que as superfícies arquitetônicas não podem ser entendidas como parte isolada do edifício, mas sim como elemento integrante e impossível de ser dissociado do todo. Portanto, as cores das superfícies arquitetônicas dos bens culturais não podem ser tratadas de forma aleatória, como salienta Kuhl (2004) quando afirma que intervir nestas superfícies não pode consistir em uma livre e arbitrária sobreposição de tintas. As escolhas e as decisões devem ser pautadas em um problema de investigação tecnológica e de projeto e as análises de matizes de cores no patrimônio urbano devem ser associadas a um estudo cromático e seus rebatimentos teóricos para intervenções contemporâneas.

Referências

- AGUIAR, J. **Cor e Cidade Histórica: Estudos cromáticos e conservação do patrimônio**. Lisboa: FAUP publicações, 2002.
- BRANDI, C. **Teoria da restauração**. Tradução Beatriz Mugar Kuhl. 3. ed. Cotia, SP: Ateliê Editorial, 2008.
- CARBONARA, G. **Avvicinamento al restauro**. Napoli: Liguori, 1997.
- CARBONARA, G. **Trattato di restauro architettonico**. Torino: UTET, 2004. v.1. p.4 40.
- CHING, F. D. K. **Arquitetura, forma, espaço e ordem**. Tradução de Alvarar Helena Lamparelli. São Paulo: Martins Fontes, 2005.
- GOOGLE IMAGENS. Disponível em: https://www.google.com/search?q=convento+do+carmo+cachoeira+bahia&safe=off&sxsrf=ACYBGNQOwdct1dEutTt6kHXIpKQ10UWI3g:-1572809117140&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwj-J3OfF4s7IAhVpDrkGHSZHD0cQ_AUIEygC&biw=1920&bih=920#imgrc=9jmkki3EQvUEmM. Acesso em: 02 de nov. 2019.
- GOOGLE IMAGENS. Disponível em: <http://fabiosjc.blogspot.com/2009/10/our-lady-of-marces-chapelst-luis-of.html>. Acesso em 02 de nov, 2019.
- GOOGLE IMAGENS. Disponível em: <http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2011/09/destruida-por-enchente-capela-mais-antiga-de-paraitinga-e-restaurada.html>. Acesso em 02 de nov, 2019.
- GOMES FILHO, João. **Gestalt do Objeto**. Sistema de Leitura Visual da forma. São Paulo: Escrituras, 2002.
- KÜHL, B. M. **O tratamento das superfícies arquitetônicas como problema teórico da restauração**. Anais do Museu Paulista, São Paulo, v. 12, p. 309-330, 2004.
- KÜHL, B. M. **História e ética na conservação e na restauração de monumentos históricos**. Revista do IEEE América Latina, São Paulo, v. 1, n.1, p. 1-11, 2005.
- LENCASTER, Michael. **Colourscape**. Londres: Academy Editions, 1996.
- MURATE, Olívia. **Il colore dei centri storici. La conservazione e il restauro delle finiture dell'architettura attraverso un processo critico**. In: REHABEND - **Congresso Latinoamericano sobre "PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN, TECNOLOGÍA DE LA REHABILITACIÓN Y GESTIÓN DEL PATRIMONIO"**, ocorrido em Madri, Espanha, 2014.
- NAOUMOVA, Natalia. **Qualidade estética e policromia centros históricos**. Tese de doutorado. Programa de Pós graduação em Planejamento Urbano e Regional, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.
- RICOEUR, Paul. **A memória, a história, o esquecimento**. São Paulo: Editora Unicamp, 2007.

CONDOMÍNIO DO EDIFÍCIO HOTEL QUITANDINHA: MANUTENÇÃO – ATUALIZAÇÃO E CONTINUIDADE

Juliana Meirelles Guerra e Emílio Farjalla Neto

Este trabalho, alinhado com o tema discutido no CIRMARE 2020 sobre estudos de caso em recuperação, manutenção e restauração, compila os resultados sobre os aspectos gerais da manutenção do Condomínio do Edifício Hotel Quitandinha, localizado em Petrópolis/RJ, apresentados a partir da avaliação dos relatórios gerais de manutenção e análises in situ, seguido de recomendações gerais. O Hotel Quitandinha foi construído para ser inaugurado em 1944 sendo o maior cassino hotel da América Latina, mas com a proibição do jogo no Brasil em 1946, enfrentou dificuldades para manter-se somente como hotel, e após algumas opções de uso e ocupação, atualmente funciona como um condomínio privado de apartamentos e uma área comercial e de eventos sob a administração do SESC/RJ. Tratando-se de uma construção de qualidade, com aproximadamente oitenta anos, hoje o Edifício Hotel Quitandinha possui alguns de seus sistemas de infraestrutura indo além de sua vida útil, portanto em estado delicado para rotinas de manutenção, caso principal do sistema elétrico, do sistema de abastecimento de água e esgotos e partes embutidas do sistema de hidrantes e os elevadores. Alinhando-se com o campo dos estudos Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) e Teoria Ator-Rede (TAR), o trabalho vincula-se com a perspectiva do edifício enquanto um imóvel mutável, e se relacionado com o espaço e tempo além de sua espacialidade euclidiana, encontra-se em uma espacialidade fluida, adaptando e moldando-se as novas necessidades dos usuários, atualizando-se para garantir sua singularidade e continuidade como marco da cidade.

Palavras-chave: *Manutenção; Condomínio do Edifício Hotel Quitandinha; Petrópolis/RJ.*

1 Introdução

O presente estudo compreende a apresentação dos aspectos gerais da manutenção do Condomínio do Edifício Hotel Quitandinha, localizado em Petrópolis/RJ, a partir da avaliação dos relatórios gerais de manutenção e análises *in situ* e articulando-se com os Estudos *Ciência-Tecnologia-Sociedade* (CTS) e a *Teoria Ator Rede* (TAR) com desdobramentos instigantes para o entendimento do edifício enquanto um *imóvel mutável* (GUGGENHEIM, 2010). Com isso ampliamos o entendimento dos edifícios e lugares urbanos, alinhado com a percepção da cidade como uma rede sociotécnica complexa e heterogênea, na qual se produzem múltiplas performances e interações envolvendo atores humanos e não-humanos. “No entanto, generalizando, a teoria ator-rede articula algumas das possibilidades que se abrem se tentarmos imaginar que a sociotécnica é topologicamente não conformável; se tentarmos imaginar que é topologicamente complexa, uma localização onde regiões se cruzam com redes.” (LAW, 1997, p.5).

A abordagem CTS/TAR possibilita superar a suposição de que os objetos sejam elementos inertes, possibilitando entender que os objetos são agentes que moldam e influenciam nossas ações. Nessa perspectiva, o Condomínio do Edifício Hotel Quitandinha enquanto um *imóvel mutável* (GUGGENHEIM, 2010), ou seja, imóvel em relação a sua localidade, mas mutável em relação a sua função e tipos de interação que abriga, vem adaptando e moldando-se as novas necessidades dos usuários, e atualizando-se para garantir sua singularidade e continuidade como marco da cidade.

A estrutura deste trabalho, além da introdução acompanhada pelo embasamento teórico, consiste na apresentação do Condomínio do Edifício Hotel Quitandinha, na compilação dos aspectos gerais da manutenção e recomendações empreendidas; e nas considerações finais.

2 Teoria Ator-Rede e Estudos *Ciência-Tecnologia-Sociedade*

Reconhecendo as realidades múltiplas e heterogêneas, os edifícios em suas relações com o espaço/tempo, e enquanto imóveis mutáveis (GUGGENHEIM, 2010), vão além de suas espacialidades euclidianas, indo em direção a outras espacialidades por vezes *fluida* ou em *rede* (LAW; MOL, 2000).

A *espacialidade euclidiana* relaciona-se com o conjunto de coordenadas assumidas pelo objeto que mantém sua singularidade. Mas os edifícios, partícipes

dessa rede sociotécnica complexa e heterogênea que constituem as cidades atualmente, necessitam de sua mutabilidade para garantirem uma continuidade coesa, adaptando-se e moldando-se as novas necessidades dos usuários e do seu espaço/tempo.

Nesse processo de adaptação, os edifícios relacionam-se em suas espacialidades em redes, articulando-se com outros objetos e entidades para garantirem seu funcionamento, é o caso de seus sistemas de energia elétrica, mobiliários característicos, trabalhadores de equipes de manutenção entre outros que compõem a rede de funcionamento do edifício.

Ainda sob a perspectiva das *espacialidades* (LAW; MOL, 2000), os edifícios também se relacionam em suas *espacialidades fluidas*, ou seja, moldando-se e adaptando-se para que garantam sua funcionabilidade. Mudanças de função e adaptação às novas tecnologias são alguns dos contextos muitas vezes enfrentados pelos edifícios para manterem suas operações. “A espacialidade fluida sugere que diferentes configurações, mais do que representar colapso e fracasso, também podem ajudar a fortalecer os objetos” (LAW; MOL, 2000, p. 6). Um edifício como o Hotel Quitandinha, tem uma função importante na percepção da espacialidade e do seu relacionamento com o entorno em uma semiótica que fortalece as suas relações com moradores e visitantes.

A abordagem através dos estudos *Ciência-Tecnologia-Sociedade* e da *Teoria Ator-Rede* possibilita superar a suposição de que os objetos sejam elementos inertes, possibilitando entender que os objetos são agentes que moldam e influenciam nossas ações: que “corpos, edifícios e lugares seriam, assim, agentes de transformação que se recriam continuamente e nos quais nada se propaga sem transformação ou reapropriação local” (RHEINGANTZ, 2017, p.6). Para Pedro (2010, p. 81), o entendimento de “redes sociotécnicas envolve a ideia de múltiplas conexões que nos permitem acompanhar e delinear a produção de fenômenos”.

Law (1997) destaca dois pontos distintos na Teoria Ator-Rede, que apesar de suas distinções se relacionam. Para o autor, a Teoria Ator-Rede envolve a materialidade relacional e a performatividade. Para Law (1997, p. 3), “a teoria ator-rede pode ser entendida como uma semiótica da materialidade. Ela toma o insight semiótico, o da relacionalidade essencial, e o aplica impiedosamente em todos os materiais – e não simplesmente naqueles que são linguísticos”, com relações entre as entidades e performances entre sujeitos e objetos.

Numa tentativa de entender melhor essa dinâmica, recorreremos à proposição das realidades múltiplas de

Annemarie Mol (2008), cujas performances – tradução mais próxima de *enactment* – possibilitam entender a realidade como múltipla e dependente de um conjunto de metáforas de intervenção e performance que, diferentemente das de perspectiva e construção, sugerem uma realidade que é feita e performada [*enacted*] e não tanto observada.

Nessa perspectiva, a realidade não seria algo fornecido, mas sim performado a partir da relação entre sujeitos e objetos, aceitar a realidade performática entre os diferentes atores, humanos e não-humanos, amplia as discussões para além da espacialidade euclidiana (LAW; MOL, 2000), relacionando-se dentro de um espaço de rede, sendo espacialidade um aspecto da estabilidade da rede.

3 Interfaceamentos - Condomínio do Edifício Hotel Quitandinha

O Hotel Quitandinha (figura 1) foi construído pelo empresário mineiro Joaquim Rolla em Petrópolis, município da região serrana do estado do Rio de Janeiro, tendo como arquiteto responsável Luis Fossati, juntamente com Alfredo Baeta Neves que desenvolveu o plano urbanístico, e a *designer* de interiores Dorothy Draper, e sendo inaugurando em 1944. Foi construído para ser o maior cassino hotel da América Latina e nele apresentaram-se renomados artistas, nacionais e internacionais. Seu prestígio enquanto cassino-hotel permaneceu até 30 de abril de 1946, data na qual o Presidente Eurico Gaspar Dutra através do decreto nº9.215 proibiu o jogo no Brasil. Enfrentando dificuldades para manter-se somente como hotel, e após algumas alternativas de uso e ocupação, como clube, por exemplo, atualmente funciona como um condomínio privado de apartamentos e uma área comercial e de eventos sob a administração do SESC/RJ.



Figura 1 – Condomínio do Edifício Hotel Quitandinha
Fonte: Autores(2020)

O Condomínio do Edifício Hotel Quitandinha enquanto um *imóvel mutável* (GUGGENHEIM, 2010), ou seja, imóvel em relação a sua localidade, mas mutável em relação a sua função e tipos de interação, vem adaptando e moldando-se as novas necessidades dos usuários, e atualizando-se para garantir sua singularidade e continuidade como marco da cidade, pois mesmo tratando-se de uma construção de qualidade, hoje o Edifício Hotel Quitandinha possui alguns de seus sistemas de infraestrutura indo além de sua vida útil, portanto em estado delicado para rotinas de manutenção, caso principal do sistema elétrico, do sistema de abastecimento de água e esgotos e partes embutidas do sistema de hidrantes e os elevadores, mas estes últimos sofreram intervenções significativas nos últimos 04 anos.

Pela ótica da espacialidade em rede, o Condomínio do Edifício Hotel Quitandinha, por suas características arquitetônicas e construtivas específicas, muitas vezes distintas das da percepção espacial do usuário, ainda tem além de objetos e entidades como mobiliários, energia elétrica e abastecimento de água, uma equipe constante de manutenção, com especificidades técnicas, para garantir sua durabilidade e funcionamento.

Ao longo de seus quase oitenta anos, o Condomínio do Edifício Hotel Quitandinha também necessitou de algumas adaptações para manter sua continuidade. A primeira adaptação marcando a fluidez de sua espacialidade foi à mudança de função de cassino-hotel para condomínio de apartamentos. O edifício também vem necessitando de conformidades às novas demandas e padrões energéticos e adaptação às novas tecnologias, como internet e TV a cabo, como também aos novos sistemas de proteção a incêndio e pânico e controles de acesso, que por não serem contemporâneas a sua construção demandam ajustes para a garantia dos serviços.

4 Aspectos Gerais da Manutenção

A manutenção no Condomínio do Edifício Hotel Quitandinha é operacionalizada através de uma equipe composta por 27 funcionários diretos de manutenção, com mais 18 de recepção/portaria 24h e 03 no escritório. A manutenção é dividida por setores, com um encarregado geral e seus respectivos encarregados de setor, sendo eles: elétrica (único setor que funciona por sistema de plantão 12hx36h), hidráulica, carpintaria e pintura. O setor de obras e de manutenção/jardim foi unificado quando da aposentadoria do encarregado de obras, após quase 60 anos de trabalho, além de outras aposentadorias e algumas substituições, este foi o primeiro passo para implementação de uma nova forma de trabalho.

As demandas da manutenção são elencadas pelo encarregado geral e pelo responsável técnico, segundo rotinas estabelecidas e devidamente aprovados pelo síndico e ratificados por assembleias, lembrando que legalmente algumas operações financeiras tem limitação orçamentária, então quanto maior o volume da obra será necessário à aprovação do síndico, do conselho fiscal e da assembleia de moradores, respectivamente. Quanto aos critérios de escolha de serviços a serem realizados, a prioridade é dos danos que façam imposição de risco ao bem estar dos moradores e a segurança/solidez predial, sempre serão elencados na dianteira do rol de serviços, seguidos pelos itens de preservação do patrimônio histórico, manutenção corriqueira e melhorias, sempre em função da capacidade técnica da equipe, conforme a disponibilidade de pessoal, material e condições climáticas.

4.1 Sistema Elétrico

O sistema elétrico encontra-se operando atualmente no limite de sua demanda energética, porém ainda eficiente devido à qualidade de sua execução. Atualmente, o Condomínio do Edifício Hotel Quitandinha não conta com medidores individualizados, pois sua implementação demandaria o consenso entre os condôminos, levantamento detalhado das condições atuais do sistema elétrico do edifício, discussão sobre a modificação com a operadora de energia e o INEPAC (Instituto Estadual do Patrimônio Cultural), para verificação das necessidades quanto à preservação do patrimônio. Tecnicamente a individualização dos medidores, além do grande investimento financeiro, inviabiliza-se atualmente também por sua complexidade técnica.

Nessa perspectiva e operando com a distribuição de energia por compartilhamento, algumas ações de manutenção no sistema elétrico foram necessárias desde a década de 80 e 90 (figura 2) pela equipe de manutenção. Como ações podemos exemplificar: exclusão do sistema de caldeira a óleo, substituído por um ramal de chuveiros elétricos, por apartamento, que foi realizado sobre o percurso com aproveitamento de parte dos circuitos, do também excluído sistema de chapa – aquecimento do bule de chá e café que existia em todos os quartos do hotel. Foram ao longo dos anos substituídos trechos das linhas de abastecimento de energia, entre caixas de passagem, devido ao aumento significativo do consumo de energia, já que fios e proteções não suportavam a demanda. Foi refeito todo o sistema de entrada de alta tensão, com a implementação de três novos transformadores que totalizam 775KV_a, além da implementação de um gerador

a diesel, que mantém 100% das instalações do complexo funcionando, sendo este prédio o único residencial da cidade com essa opção. Também foram substituídos os alimentadores dos elevadores, devido às novas demandas técnicas. Durante os anos de existência do prédio, diversas alterações pontuais foram feitas, porém nenhuma delas anotada, como memorial descritivo ou projeto *as-built*, hoje a equipe de manutenção dispõe de projetos originais, e da perspectiva e lembrança do encarregado do setor elétrico que tem mais de 35 anos de casa.

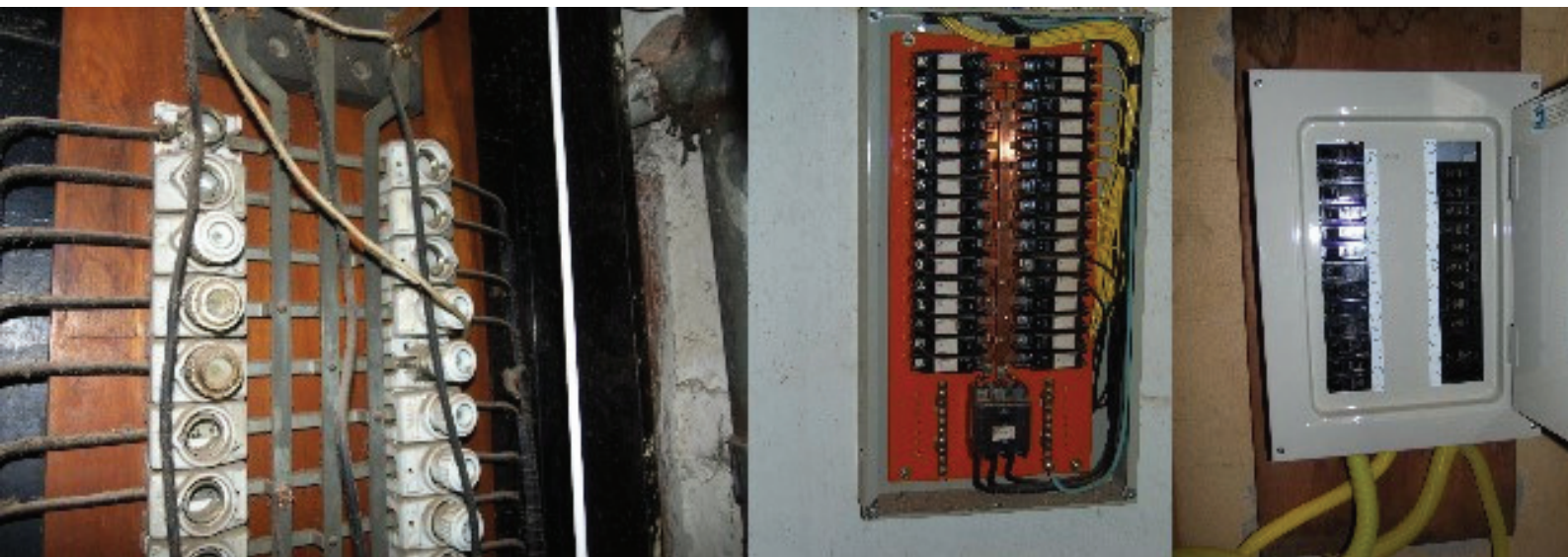


Figura 2 – Quadros de Distribuição de Energia (1°: com fusíveis rolas originais ainda em funcionamento/ 2°: quadro padrão NEMA anos 80/ 3°: quadro padrão NEMA anos 90 sobre base de quadro original em madeira).
Fonte: Autores(2018)

A complexidade de operacionalização do sistema elétrico do condomínio também fica evidente quando são realizadas reformas nos apartamentos. Atualmente, por uma orientação da equipe de manutenção, toda vez que há solicitação de alguma reforma por parte de um condômino, o mesmo é orientado a trocar toda distribuição interna, respeitando as ligações compartilhadas entre as unidades e atendendo as normas atuais de instalações, com a adoção de distribuição e QCC exclusivo e interno para o apartamento. O condômino também é orientado a não efetuar aumento acentuado na demanda energética, como por exemplo, através da instalação de aparelhos de ar-condicionado e *boilers* de grande capacidade.

Esta complexidade levou a atual gestão, a contratar uma demanda de inspeção de instalações e projeto elétrico, atendendo finalmente as solicitações da chefia da equipe de manutenção, onde estão sendo levantadas todas as condições atuais das instalações e elencado o risco de cada trecho, para que se possa fazer um cronograma de atuação, sempre seguindo os preceitos de risco as pessoas, a integridade e segurança do prédio e a preservação histórica. Este trabalho teve início em novembro de 2019.

4.2 Sistema Hidráulico – Abastecimento e Esgotamento

Na década de 90, o Condomínio do Edifício Hotel Quitandinha necessitava da troca total de todas as colunas de abastecimento de água, este serviço foi iniciado, porém a falta de informações técnicas devido à falta de recursos, com a redução de pessoal, naquela época, fez a troca total das colunas inviável, sendo somente realizadas trocas parciais quando ocorre a inoperância total de alguma delas ou em caso de vazamentos. Das 27 colunas de abastecimento somente 7% delas são atualizadas, e foram substituídas em função da possibilidade de acesso, e outras ainda operam, mesmo que de forma precária, do ponto de vista da integridade dos tubos. Porém há um número grande de colunas sem acesso, entre alvenarias de apartamentos, que para sua troca demandariam a demolição parcial de paredes internas, ação que nem todo proprietário se dispõe.

Em caso de reformas dos apartamentos, a orientação dada pela equipe de manutenção é a troca total das tubulações de abastecimento, ficando a cargo do condomínio a mão de obra de execução entre a coluna e o apartamento, pois esta ligação é complexa devido às tubulações originais metálicas quase sempre não estarem em condições de receber conexões das novas ligações.

Quanto ao sistema de esgotamento sanitário, não há como ser totalmente substituído, devido o desgaste do material, como ralos e caixas de passagem metálicas que hoje operam além de suas vidas úteis, ocasionando por vezes vazamentos por rompimento eventuais ao desgaste da tubulação e entupimentos frequentes, com a colaboração de maus hábitos por parte dos condôminos.

Da mesma forma, quando ocorrem reformas no esgotamento sanitário dos apartamentos, a equipe de manutenção orienta a troca da tubulação por PVC, conforme norma atual, e sempre que possível retirando toda a tubulação contaminada original.

Já o sistema pluvial, tem como um dos maiores problemas as calhas originais de chapas zincadas cobreadas e pintadas, que hoje estão chegando ao fim de suas vidas úteis, perdendo rigidez com o calor atmosférico, não resistindo à variação térmica, ao excesso de chuvas concentradas e a contaminação química da chuva, além de quebra de telhas, nascimento de vegetação na cobertura e infestação de pombos, sendo este estimulado pelo comportamento dos condôminos.

4.3 Sistemas e Cabeamento de Telefone, Interfone, Internet, TV a Cabo e CFTV

O Condomínio do Edifício Hotel Quitandinha não foi construído originalmente para atender as demandas atuais de moradia, não dispondo de instalações individualizadas para sistemas complementares, como TV, telefone, internet, interfone e segurança.

Devido a um grande número de modificações e intervenções por um longo período de tempo, não há informações consolidadas a respeito do trajeto e ligações dos cabeamentos desses sistemas complementares, que se encontram percorrendo os antigos dutos da infraestrutura do hotel em percursos alternativos nos poços de ventilação, sem nenhum critério, fixação adequada ou memorial.

Durante vistoria, o INEPAC sugeriu que fosse modificado o sistema de fixação das antenas, que atualmente encontram-se espalhadas pelo telhado e também concentradas em uma das varandas internas do 5º andar, a fim de melhorar a ordenação, contribuindo para a manutenção das características arquitetônicas do prédio. Com vistas a esta solicitação, a equipe de manutenção procurou as empresas fornecedoras de TV a cabo, para que fosse estudada a possibilidade de colocação de uma só antena, em sistema de 'backbone', ou a menor quantidade possível de antenas, mas somente uma das empresas demonstrou interesse no assunto.

O condomínio hoje possui uma empresa para o fornecimento de interfonia entre os apartamentos, recepção e administração, que substituiu o sistema de mesa telefônica original, que funcionou até meados dos anos 80, sendo responsabilidade do condômino contratar e manter serviços de telefonia e internet.

Sobre o sistema de vigilância, no fim do ano de 2017, o condomínio modificou seu sistema com a inclusão de novos pontos de vigilância e modificação de câmeras e vem investindo em melhorias da infraestrutura para atender a estas demandas, com controle de portarias e garagem.

4.4 Preservação das Fachadas

A equipe de manutenção possui como uma de suas atribuições à inspeção das condições das fachadas e pequenas intervenções de manutenção em jardineiras, balaústres, peitoris, cercas, beirais e telhados, que são realizadas de acordo com o cronograma de trabalho previamente estabelecido e a disponibilidade da equipe (figura 3).

A última intervenção mais pronunciada ocorreu entre os anos de 2010 e 2011, e em 2017, o Condomínio do Edifício Hotel Quitandinha foi comunicado pelo INEPAC sobre a necessidade da pintura e conservação das fachadas internas e externas de todo o complexo, sendo o prazo estabelecido pelo órgão patrimonial até 28 de abril 2018, para o início dos trabalhos e apresentação

de um cronograma, que foi apresentado, e somente na assembleia de janeiro de 2019, aprovado pelos moradores para a repintura total do complexo.

Na ocasião foi realizado um levantamento fotográfico com drone para averiguar o estado de conservação das fachadas, janelas, beirais, telhados e chaminés. Além da averiguação das condições, também foi realizado um escaneamento de diferentes pontos da fachada, em uma parceria com a fábrica de tintas Coral, com a finalidade de estabelecer o padrão adequado de tinta para o conjunto, a título de diminuir o tempo de execução interna da tinta, o desperdício e a falta de padrão do material, assim os funcionários da pintura não demandariam tempo em preparo de mistura de tinta, como a época do cassino, pois estava criada no catálogo da loja de tinta mais próxima a cor “Fachada do Quitandinha”.



Figura 3 – Recuperação da Torre
Fonte: Autores(2019)

4.5 Elevadores

Atualmente, o Condomínio do Edifício Hotel Quitandinha conta com 06 carros, sendo 04 carros com a cabine tombada localizados no hall principal, 01 carro na garagem e mais um carro de carga localizado no fim da área de serviço da manutenção.

A manutenção de elevadores por muito tempo enfrentou problemas com a compatibilidade dos sistemas eletrônicos de controle com os maquinários antigos, além de problemas na agilidade do atendimento de ocorrências e fornecimento de materiais até 2017. Devido a este cenário, foi contratada uma nova empresa para manutenção dos elevadores em 2018, levando a modernização do carro 05 que parte da garagem e hoje é muito solicitado, devido à mudança de uso do prédio, sendo a máquina mais nova do condomínio no momento. Concomitantemente, foram realizadas pela equipe do condomínio serviços de limpeza e melhoria em todas as casas de máquina, visando readequação as normas técnicas e descarte de sucata.

5 Recomendações

O estudo de caso foi empreendido com base nas análises *in situ* e na avaliação dos relatórios gerais de manutenção. A partir destas análises – descritas acima – chegamos como recomendações à atualização do conjunto de plantas do condomínio para meio digital, substituindo os meios convencionais em papel, que pouco refletem a realidade e precisam ser tratados como patrimônio histórico, para facilitar dessa forma análises e intervenções na edificação, como manutenção das fachadas, instalação dos sistemas complementares e *as-bulit* de mudanças estratégicas e reformas nos apartamentos. A intenção é recriar a memória do edifício, com todas as modificações palpáveis que ocorreram ao longo dos anos, trazendo novamente o critério técnico e de qualidade que permeou o projeto e a construção do edifício originalmente, e obtendo também o controle e capacidade de decisão técnica, sobre o que deve ser feito quanto à necessidade de adaptação da edificação, atendendo as normas vigentes e equilibrando o patrimônio histórico e a propriedade particular.

A atualização do sistema elétrico do conjunto, onde todo o percurso de cabeamentos de alimentação e dispositivos de segurança devem ser revistos e adequados as normas atuais. Recomendamos principalmente atenção especial aos apartamentos em face às reformas sem critérios, que durante muito anos foram feitas sem fiscalização e orientação adequada. Também recomendamos a continuidade do acompanhamento do corpo técnico responsável da edificação toda vez que um dos apartamentos é reformado, mantendo as instruções e diretrizes das modificações, que normalmente partem da demolição completa das áreas molhadas, com substituição de toda a instalação hidráulica, abastecimento e esgotamento, bem como da elétrica, mas neste devem ser respeitadas as ligações compartilhadas entre as unidades, portanto criando dois sistemas paralelos, onde uma atende as normas atuais de instalações, com a adoção de distribuição e QCC exclusivo e interno, com proteção para o apartamento,

em convívio físico com a distribuição orgânica da instalação original, quando seus vizinhos imediatos não foram reformados ainda.

Sugerimos a orientação de boas práticas para o bom uso do sistema de esgotamento sanitário junto aos condôminos, pois o mesmo opera atualmente além da vida útil, devido à mudança de uso, ao aumento de demanda, presença de produtos químicos e uso de tubulações para esgotamento de cozinha, onde antes não existia essa demanda, propiciando a formação de crosta pela oxidação das tubulações, potencializando entupimentos e rompimentos. Nestes casos de rompimento, recomendamos a substituição de toda a tubulação, até o tubo de queda, sob a responsabilidade do condomínio.

Propomos a elaboração e distribuição de informativos com a história da edificação, boas práticas das áreas de convivência do condomínio, divulgação dos procedimentos a serem tomados em caso de reforma nos apartamentos e divulgação de alguns pontos presentes na convenção do condomínio, sendo um material informativo prático e acessível aos condôminos.

Outra recomendação que empregamos é a manutenção da periodicidade das tarefas de correção e conservação com a implementação de um plano de ações, cronograma de execução, especificações técnicas e estudo de viabilidade técnico-econômica, além de realização de *as-buit* e relatório de acompanhamento entre a equipe técnica permanente do condomínio e terceirizados, como a empresa de manutenção dos elevadores, mantendo o engajamento de todos os envolvidos e a viabilidade e otimização das ações.

A experiência significativa de potencializar as atualizações das rotinas de manutenção tem encontrado eco na administração, haja vista a recente contratação da auditoria do sistema elétrico, que visa recriar a planta de instalações e analisar todos os circuitos, ranquear as zonas de risco, propor as modificações emergenciais e sistematizar a atuação da equipe, criando metodologia e critérios de abordagem dos potenciais danos das instalações elétricas.

6 Considerações Finais

A partir da compilação e análise dos resultados dos aspectos gerais da manutenção do Condomínio do Edifício Hotel Quitandinha, foi possível compreender a usabilidade enquanto espaço físico e a sua mutabilidade enquanto *imóvel mutável* (GUGGENHEIM, 2010), modificando-se e adaptando-se ao longo dos anos para garantir sua funcionabilidade e continuidade como marco da cidade.

Uma vez descritos os resultados e perspectivas da manutenção da edificação ao longo deste artigo, foi possível identificar pontos que apresentam características desfavoráveis aos usuários atuais, que impactam na operacionalidade de suas unidades e na rotina de manutenção do edifício, pois a grandiosidade de todos os sistemas e as características arquitetônicas e construtivas impõem condições diferenciadas na manutenção. As recomendações de adequações apontadas neste artigo podem ser consideradas pelo Condomínio do Edifício Hotel Quitandinha e em outras edificações similares, principalmente as históricas, credenciando atuações técnicas e criteriosas para a preservação da identidade e atualização de sistemas para suprir demandas da atualidade em edificações com características similares e com falta de memórias técnicas devido as suas mutabilidades ao longo dos anos de uso.

Referências

- GUGGENHEIM, Michael. ***Mutable immobiles: building conversion as a problem of quasi-technologies***. In I. Farias, & T. Bender (Eds.). ***Urban assemblages – how actor-network theory changes urban studies***. Londres: Routledge, 2010. p. 161-178.
- LAW, John. ***Topology and the Naming of Complexity***, Lancaster: Centre for Science Studies, Lancaster University, 1997.
- LAW, John; MOL, Annemarie. ***Situating Technoscience: an Inquiry into Spatialities***. Lancaster: Centre for Science Studies, Lancaster University, 2000.
- MOL, Annemarie. ***Política Ontológica: algumas ideias e várias perguntas***. In: NUNES, João; ROQUE, Ricardo (Orgs.). *Objetos impuros: experiências em estudos sobre a ciência*. Porto: Edições Afrontamento, 2008. p. 63-77.
- PEDRO, Rosa. ***Sobre redes e controvérsias: ferramentas para compor cartografias psicossociais***. In: FERREIRA, Arthur; FREIRE, Leticia; MORAES, Marcia; ARENDT, Ronald (Orgs.). ***Teoria Ator-Rede e Psicologia***. Rio de Janeiro: NAU, 2010. p. 78-96.
- RHEINGANTZ, Paulo Afonso. ***Tecendo a Qualidade do Lugar: espacialidades, urbanidades e lugares em ação***. (Projeto de Pesquisa) - Rio de Janeiro: PROARQ/FAU-UFRJ, 2017.

CAMINHABILIDADE: MEDIDA SUSTENTÁVEL PARA REQUALIFICAÇÃO DO ESPAÇO URBANO

Glauco Guimarães Bressan

Estima-se que, em 2050, o mundo tenha mais do que dois terços da população vivendo em áreas urbanas. A sobrevivência da vida urbana depende do desenvolvimento de políticas públicas integradas às práticas de planejamento urbano capazes de produzir cidades mais sustentáveis. A utilização do transporte público coletivo e do transporte individual não motorizado (transporte ativo), caracterizado pelo andar de bicicleta e o caminhar, se faz cada vez mais relevante, tendo-se em vista a sustentabilidade e a preservação do meio ambiente. Dentro da temática de deslocamento a pé, o termo 'caminhabilidade' teve seus primeiros trabalhos iniciados por Bradshaw, em 1993. O autor criou dez categorias para mensurar a caminhabilidade das ruas. Segundo o autor, são importantes os pontos referentes à densidade populacional, ao mobiliário urbano e aos encontros entre pessoas. A partir da medição da caminhabilidade em uma área, em recorte, da cidade do Rio de Janeiro, utilizando-se a metodologia do Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento (ITDP), o presente estudo tem como objetivo identificar, discutir e propor ações de requalificação do espaço urbano a partir da ótica do pedestre. Foram identificadas deficiências relacionadas às travessias, iluminação, segurança viária, dimensão das quadras e pavimentação das calçadas. A partir dos resultados obtidos, propõe-se a criação de parklets, adoção de travessias diagonais, pontos de iluminação voltados para as travessias e adequação da velocidade regulamentada. As propostas dialogam diretamente com as demandas da sociedade contemporânea, que, através de um planejamento urbano voltado para as pessoas, pretende promover locais mais seguros, vibrantes, saudáveis e sustentáveis, incentivando os deslocamentos a pé.

Palavras-chave: caminhabilidade, espaço urbano, sustentabilidade.

1 Introdução

Estima-se que, em 2050, o mundo tenha mais do que dois terços da população vivendo em áreas urbanas. A previsão é aproximadamente o inverso da distribuição populacional em meados do século XX (UNITED NATIONS, 2019). Este crescimento está associado ao surgimento das megacidades, cidades com população superior a 10.000.000 habitantes.

A sobrevivência da vida urbana depende do desenvolvimento de políticas públicas integradas às práticas de Desenho Urbano capazes de produzir cidades mais sustentáveis. Com esse objetivo, urbanistas e pesquisadores de diversas áreas, ao longo do século XX procuraram buscar novas formas de ocupar e conceber as cidades (SILVA Jr, 2016).

A utilização do transporte público coletivo e do transporte individual não motorizado (transporte ativo), caracterizado pelo andar de bicicleta e o caminhar, se faz cada vez mais importante tendo-se em vista a sustentabilidade e a preservação do meio ambiente. Em algum momento, todas as pessoas podem ser consideradas como pedestres, de forma que, a caminhada é o meio de transporte mais fundamental e democrático que existe.

Dentro da temática de deslocamento a pé, o termo 'caminhabilidade' (ou *walkability*), teve seus primeiros trabalhos iniciados por Bradshaw, em 1993. O autor criou categorias para mensurar a caminhabilidade das ruas do bairro de sua residência em Ottawa, no Canadá. Segundo o autor, são importantes os pontos referentes à densidade populacional, ao mobiliário urbano, e aos encontros entre pessoas. O estudo tem como objetivo discutir e propor alterações no espaço urbano local tendo como referência a priorização do pedestre bem como a promoção de locais mais seguros, vibrantes, saudáveis e sustentáveis. As etapas da metodologia desta pesquisa compreendem uma revisão bibliográfica sobre espaço urbano e uma pesquisa de campo baseada na ferramenta Índice de Caminhabilidade elaborada pelo Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento. O cálculo do Índice de Caminhabilidade é uma forma de mensurar a qualidade dos deslocamentos a pé em ambientes urbanos. A partir desta ferramenta, pode-se analisar a caminhabilidade de uma área do Bairro Vila Isabel, na cidade do Rio de Janeiro.

2 Mobilidade e Acessibilidade

A facilidade com a qual o cidadão faz seus deslocamentos é diretamente relacionada à qualidade de vida, à mobilidade e à acessibilidade da região. A

importância do transporte para a população é tão grande quanto a importância do fornecimento, por exemplo, de água e luz elétrica, pois é através do transporte que o cidadão pratica sua atividade de comércio, de educação e de lazer. (FERRAZ; TORRES, 2014).

Desta forma, a acessibilidade é um conceito que reflete bem a forma de se tratar justiça em transporte e de se repensar as formas de avaliar políticas e planejamento de transporte. Para que haja mobilidade, é necessário que o indivíduo seja capaz de superar as impedâncias impostas pelas condições de acessibilidade, como: distância, custo, tempo, esforço físico, etc., caso contrário o efeito da impedância será a imobilidade, ou seja, a não realização das viagens necessárias.

Com o processo de urbanização iniciado no século XIX e consolidado no século XX, intensificaram-se os impactos ambientais provocados pelas atividades humanas. A situação ambiental crítica, que se estabeleceu nas décadas de 1970 e 1980, provocou a busca de novos modos de ocupação urbana. Deste modo, estabelecer novos e melhores modos de vida e de produção do espaço urbano se tornaram essenciais como forma de garantir a sobrevivência das cidades e de seus habitantes.

Surgiram movimentos como Cidade Inteligente, Novo Urbanismo e as Construções Sustentáveis, que tinham como premissa definir uma filosofia de Desenho Urbano mais sustentável, capaz de produzir espaços que viabilizassem a existência das cidades (FARR, 2013 apud SILVA Jr, 2016).

Tal mudança tem valorizado uma abordagem mais abrangente, interdisciplinar e multimodal, priorizando as modalidades menos agressivas ambientalmente, como o transporte público e o não motorizado, em particular os deslocamentos a pé, que se caracterizam por seus efeitos positivos em termos de conservação de recursos naturais, suporte à economia local, redução da poluição, e de incremento do sentimento de segurança, além de melhora da saúde pública (LITMAN, 2009).

A priorização do transporte motorizado no espaço urbano, além de ameaçar as funções sociais e culturais do espaço urbano, fez com que se reduzisse as oportunidades da caminhada como forma de transporte. Porém, a priorização do aspecto humano, ou seja, a busca por implantação de uma organização espacial que tenha como foco o pedestre e suas interações além da qualidade de vida, está voltando a ser debatido nos processos de planejamento e governança urbana, demonstrando que as práticas de gestão urbana e atenção à infraestrutura podem colaborar para que as cidades sejam mais seguras, sustentáveis e saudáveis.

Sendo assim, torna-se importante promover uma mudança no uso do solo, favorecendo o uso misto de atividades comerciais e de emprego, além de contribuir com uma diminuição das necessidades de realização de viagens, melhorando, assim, a acessibilidade das pessoas (FALAVIGNA; RODRIGUEZ; HERNANDEZ, 2017).

3 Desenho Urbano

Pode-se considerar a estrutura urbana como um produto de dois processos interdependentes relacionados às construções e às atividades. O primeiro processo relaciona a estrutura física como edificações e ruas com as necessidades de espaços demandadas pelas atividades. O segundo processo relaciona as atividades dentro do meio físico a partir de suas relações funcionais com o restante (ALEXANDER, 1980). O desenho urbano, apontado como um elemento estruturador dos movimentos e relações no âmbito urbano, é um fator condicionante para os deslocamentos a pé. Segundo Zobot (2013), alguns elementos como uso do solo, calçadas e conectividade podem definir a relação entre a forma dos espaços urbanos e suas interferências nos deslocamentos a pé. O desenho urbano, tem papel de destaque, sendo uma das várias dimensões que caracterizam o ambiente construído. Compõe a rede de caminhos e, em função da sua configuração, determina não só o comprimento como também, a quantidade de itinerários entre dois nós, que são potenciais geradores de viagens, influenciando, assim, a facilidade de caminhada e, conseqüentemente, a geração de viagens a pé (RODRIGUES, 2013). Todos os elementos morfológicos da cidade apresentam sua importância. A rua é o espaço urbano onde as atividades humanas acontecem, exercitando o convívio e por onde as pessoas fazem seus deslocamentos. O quarteirão se relaciona diretamente com a rua, sendo responsável pela transição entre o espaço público e privado. Por sua vez, o bairro agrupa os principais elementos morfológicos urbanos (a rua, as praças, o quarteirão e outros) e suas funções sociais (residencial, comercial, serviço, entre outras). Portanto, através de um conjunto mínimo de componentes das estruturas urbanas, os espaços públicos e os padrões de quarteirões e ruas podem ser definidos (BEIRÃO, 2012). A escala humana é um dos principais fatores a ser levado em consideração no desenvolvimento do desenho urbano e do planejamento urbano, a fim de decidir sobre o tamanho e proporções das edificações e para a produção do espaço urbano (KRIER, 1979).

Considerando o usuário como parte fundamental da cidade, estabelece-se quais distâncias podem ser

percorridas para conectar os pedestres aos equipamentos urbanos. Porém, no urbanismo moderno, há um distanciamento desses princípios, priorizando o automóvel e contribuindo para a precarização dos espaços urbanos. Por isso, para haver estímulo ao transporte ativo, é necessário que o desenho urbano otimize a relação das distâncias entre as áreas residenciais e os equipamentos urbanos (SILVA Jr, 2016).

4 Cidades Caminháveis

As ruas desempenham um importante papel sendo responsáveis por conectar as pessoas. Mas, para que elas cumpram o seu papel social, devem garantir acessibilidade, segurança e atração. De acordo com Jacobs (2011), as calçadas são consideradas pontos de contato do bairro, tendo como fator fundamental o fato de serem públicas. As pessoas se encontram através das calçadas, e na sua ausência, diminuiriam seu o vínculo social (JACOBS, 2011).

O constante desenvolvimento da tecnologia e o desejo de mover-se mais rápido levaram à criação de muitos privilégios para o tráfego de veículos nas cidades (MARQUET; MIRALLES-GUASCH, 2015). Por outro lado, há crescente procura por locais acessíveis aos pedestres, onde exista segurança para caminhadas, lazer e independência dos automóveis para chegarem aos seus destinos.

Jane Jacobs, autora do livro “A morte e a vida das grandes cidades” procurou analisar a verdadeira natureza das cidades, se tornando uma das principais autoras sobre teoria urbana. Alguns dos seus princípios estão sendo aplicados por diversos administradores locais, no que diz respeito às densidades mais elevadas, uso misto do solo, voltado para pedestres, desenvolvimento de economias de rua e locais (SCHUBERT, 2014).

O incentivo a caminhar e a andar de bicicleta para exercer as atividades diárias deveria ser considerado uma política urbana a fim de retomar e fortalecer a função social do espaço urbano. Em uma escala menor das zonas urbanas, a oferta à caminhada pode determinar o acesso às oportunidades locais e conseqüentemente cria uma sensação de pertencimento naquela comunidade. Logo, essas zonas urbanas precisam ser locais convidativos e agradáveis para que existam maiores ocupações das cidades pelas pessoas, fortalecendo as relações sociais e criando prosperidade na vida urbana.

Segundo Gehl (2015) é preciso buscar soluções alternadas que considerem mudanças na estrutura urbana, ou seja, na forma como as cidades se desenvolvem, levando-se em conta que o planejamento do ambiente

construído deve facilitar, ou mesmo induzir, novos hábitos de locomoção por modos ambientalmente e socialmente mais sustentáveis.

5 Índice de Caminhabilidade

Dentro da temática de deslocamento a pé, o termo *caminhabilidade* (ou *walkability*), teve seus primeiros trabalhos iniciados por Bradshaw, em 1993. O autor criou 10 (dez) categorias para mensurar a caminhabilidade das ruas do bairro de sua residência em Ottawa, no Canadá. Segundo o autor, são importantes os pontos referentes à densidade populacional, ao mobiliário urbano, aos encontros entre pessoas, à percepção de segurança a partir da perspectiva feminina e à idade mínima de crianças se deslocando desacompanhadas. Já Southworth (2005), destaca em seus estudos, a conectividade dos caminhos, conexão com outros modos de transporte, segurança social e de tráfego e ainda a qualidade das infraestruturas encontradas ao longo do percurso.

Como já mencionado, o conceito de caminhabilidade visa as condições do espaço urbano sob o ponto de vista do pedestre, podendo ter como medida as características do ambiente urbano que favoreçam a sua utilização para que se realizem os deslocamentos a pé. Neste sentido, o cálculo do Índice de Caminhabilidade (IC), é uma forma de se mensurar a qualidade desses deslocamentos.

Pesquisadores do Brasil e do exterior têm elaborado estudos com base nas medições dos elementos da macroescala e da microescala, através do uso de indicadores de desempenho do espaço urbano. Define-se por indicadores, variáveis selecionadas que atribuem algum tipo de medida a um objeto estabelecido como relevante, buscando reduzir o grau de complexidade na administração de determinados sistemas (COSTA, 2008). Os indicadores são importantes para as políticas públicas, por poderem demonstrar e racionalizar o fornecimento de recursos e resultar em diretrizes na medida em que são considerados um instrumento de apoio à tomada de decisão. Em relação aos índices de caminhabilidade é possível aplicar também diferentes pesos para cada indicador em relação ao conjunto. Tais pesos podem ser atribuídos a partir da percepção de especialistas da área de planejamento urbano, transporte e mobilidade urbana sustentável, por exemplo.

O Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento (ITDP) elaborou uma metodologia para calcular o Índice de Caminhabilidade sendo esta composta por 15 indicadores agrupados em seis categorias: calçada, mobilidade, atração, segurança viária, segurança pública e ambiente (ITDP, 2018).

Segundo esta metodologia, o segmento de calçada, é a unidade de análise, que por sua vez, corresponde ao trecho de rua entre cruzamentos adjacentes relativos a somente um lado da calçada. A cada segmento de calçada é atribuída uma pontuação, de 0 (zero) a 3 (três), por indicador, representando uma avaliação qualitativa sob a percepção do pedestre, que irá refletir em: insuficiente (0), suficiente (1), bom (2) ou ótimo (3). Quando a análise é constituída por mais de um segmento é necessário calcular a proporção que cada segmento de calçada representa, em relação à extensão total dos segmentos contemplados. As categorias são divididas de acordo com uma perspectiva sobre a caminhabilidade. Através dos indicadores de cada categoria, são definidos os critérios de pontuação, que no final são contabilizados e resultam no índice.

A categoria “Calçada” analisa a existência de pavimentação além de examinar a presença e quantidade de buracos ou desníveis. Estas características influenciam a circulação de pessoas idosas, crianças e pessoas com deficiência. Outro indicador analisado sobre a calçada, além da pavimentação, é a largura da faixa livre. Este indicador analisa, em cada segmento de calçada, o trecho mais crítico em que possa haver circulação de pedestres, aferindo a viabilidade de circulação de uma pessoa com cadeira de rodas e outra pessoa passando por ela.

Na categoria “Mobilidade” é avaliada a dimensão da lateral da quadra equivalente ao segmento de calçada. Esta dimensão pode oferecer oportunidades de cruzamentos e variedade de rotas. Ainda nesta categoria, examina-se a distância a pé às estações de transporte de média ou alta capacidade, que se estabelece como um fator importante a fim de facilitar o acesso ao pedestre.

A categoria “Atração” possui quatro indicadores: fachadas fisicamente permeáveis, fachadas visualmente ativas, uso público diurno e noturno e usos mistos. O indicador que avalia as fachadas fisicamente permeáveis leva em consideração o número médio de entradas e acessos de pedestres (abertura das frentes de lojas, de restaurantes, entrada de parques) por cada 100 metros de face de quadra. A fachada visualmente ativa é mensurada a partir de porcentagem da extensão da face de quadra que permite contato visual com as atividades no interior dos edifícios, como por exemplo, as janelas, as paredes transparentes (total ou parcial) e os espaços abertos acessíveis. Nesta mesma categoria, avalia-se o uso público, diurno e noturno, que pode ser determinado como um conjunto de atividades de utilização pública, tanto em áreas públicas quanto particulares. Este indicador é avaliado através da média de estabelecimentos e áreas públicas por cada 100 metros de face de quadra. Nesta categoria, o último indicador é sobre

usos mistos. Este indicador investiga a porcentagem do total de pavimentos com uso predominante nas edificações confrontantes ao segmento de calçada.

“Segurança Viária” é uma categoria que incorpora dois indicadores. O primeiro avalia a tipologia da rua, em relação ao ambiente de circulação de pedestres, podendo ser uma via exclusiva para pedestres (calçadões), via compartilhada por pedestres, ciclistas e veículos motorizados ou via com calçadas segregadas e circulação de veículos motorizados. O segundo indicador examina as travessias através da porcentagem de travessias seguras e acessíveis em todas as direções a partir do segmento de calçada.

A iluminação e o fluxo de pedestres (diurno e noturno) são avaliados na categoria segurança pública.

Por fim, a categoria ambiente examina a poluição sonora, a porcentagem de sombra e abrigo e a percepção de limpeza urbana no ambiente de circulação de pedestres.

A ferramenta *iCam* foi a escolhida pois possui uma percepção holística sobre caminhabilidade e uso das calçadas, demonstrando uma grande compreensão das condições do espaço urbano sob a perspectiva do pedestre, além de ser uma ferramenta de composição simples e viável para a coleta de dados, resultando em um diagnóstico prático, amplo e eficiente. Os dados pesquisados foram obtidos através de levantamento de campo, análise do ambiente de circulação dos pedestres, georeferenciamento e documentos oficiais do governo.

6 Resultados

A partir da ferramenta elaborada pelo Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento (ITDP), analisou-se a caminhabilidade de uma área do bairro Vila Isabel, na cidade do Rio de Janeiro. O bairro possui uma população de 86.018 habitantes e 31.335 domicílios além de uma área territorial de 321,71 ha. O bairro possui uma economia voltada para comércio e serviços. A região estudada localiza-se no Boulevard 28 de Setembro, com aproximadamente 3,5km de extensão, é uma das principais vias do bairro que liga os bairros do Grajaú, Andaraí, Maracanã.

As pontuações apresentadas correspondem à média ponderada da pontuação de todos os segmentos de calçada da área analisada em Vila Isabel. A área de estudo foi analisada através dos segmentos de calçada e face das quadras, enumerados de 1 a 16, como pode ser visto na figura 1. A tabela 1 descreve entre quais ruas localiza-se o segmento listado. A partir dos dados coletados, desenvolveu-se uma tabela onde cada indicador recebeu uma nota conforme a orientação da metodologia. Estes dados encontram-se na Tabela 2.



Figura 1 – Segmentos de calçadas que compõem a área estudada
Fonte: O autor (2019)

Identificação do segmento de calçada	Ruas que segmentam o Boulevard 28 de Setembro
1	R. Felipe Camarão x R. Jorge Rudge
2	R. Jorge Rudge x R. Justiniano da Rocha
3	R. Justiniano da Rocha x R. Hipólito da Costa
4	R. Hipólito da Costa x R. Duque de Caxias
5	R. Duque de Caxias x R. Visconde de Abaeté
6	R. Visconde de Abaeté x R. Souza Franco
7	R. Souza Franco x R. Major Barros
8	R. Major Barros x R. Silva Pinto
9	R. Silva Pinto x R. Luís Barbosa
10	R. Luís Barbosa x R. Silva Pinto
11	R. Silva Pinto x R. Rocha Fragoso
12	R. Rocha Fragoso x R. Souza Franco
13	R. Souza Franco x R. Visconde de Abaeté
14	R. Visconde de Abaeté x R. Gonzaga Bastos
15	R. Gonzaga Bastos x R. Pereira Nunes
16	R. Pereira Nunes x R. Felipe Camarão

Tabela 1 - Relação das ruas com os segmentos de calçada
Fonte: O autor (2019)

Indicadores	Pontuação final	Avaliação
Pavimentação	1.67	suficiente
Largura	2.20	bom
Dimensão das quadras	0.93	insuficiente
Distância a pé ao transporte	2.91	bom
Fachadas fisicamente	2.48	bom
Fachadas visualmente	1.48	suficiente
Uso público diurno e noturno	1.11	suficiente
Usos Mistos	1.27	suficiente
Tipologia da rua	0.00	insuficiente
Travessias	0.04	insuficiente
Iluminação	0.44	insuficiente
Fluxo de pedestres	2.47	bom
Sombra e Abrigo	1.20	suficiente
Coleta de lixo e limpeza	2.01	bom

Tabela 2 – Indicadores e suas respectivas notas
Fonte: O autor (2019)

Através das notas observou-se que, apesar do indicador “largura” ter nota 2,2 (bom), a calçada poderia ser melhor aproveitada sem a ocupação de vendedores sem licença. Observa-se também que a categoria “Segurança viária” obteve uma nota insuficiente devido à velocidade regulamentada da via e a tipologia da rua (Vias com calçadas segregadas e circulação de veículos motorizados com velocidade regulamentada > 50 km/h) além dos problemas observados nas travessias. Cabe ressaltar que as velocidades altas causam um terço dos óbitos por acidentes em cidades no mundo, e a Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda a redução dos limites de velocidade em áreas urbanas para até 50 km/h. Quanto às travessias, observou-se uma priorização dos veículos quanto ao tempo dos sinais. Poucas travessias possuem um tempo de vermelho para pedestre inferior a 60 segundos.

A ausência de iluminação para as travessias, além da falta de manutenção da rede, fez com que o indicador “Iluminação” obtivesse nota insuficiente.

Por outro lado, alguns indicadores obtiveram resultado satisfatório. Os indicadores “Fachadas fisicamente permeáveis”, “Fluxo de pedestres diurno e noturno” e “Distância a pé ao transporte” destacaram-se dos demais. A região analisada possui um vasto comércio com mercados, lojas, bancos, academias além de diversos prestadores de serviços. Essa característica local resulta em um bom uso do público, diversificação do uso, aumento do fluxo de pedestres, além de ser um fator de atração para o local. Ademais, a região conta com diversos pontos de embarque/desembarque em um corredor de ônibus com prioridade viária.



Ilustração 1

Fonte: Tactical Urbanism Guide, s.d.



Ilustração 2

Fonte: Pedro Mascaro/WRI Brasil, 2019

7 Propostas de Intervenção

A partir da análise dos resultados obtidos propõe-se algumas intervenções com o objetivo de requalificar o espaço urbano com o foco no pedestre. Isto é, dar condições para uma vida urbana saudável, segura e sustentável. As intervenções propostas por este trabalho são:

- a criação de *parklets*, que são estruturas construídas com o objetivo de criar espaços de convívio e lazer no lugar de vagas de estacionamento de carros;
- adoção de travessias diagonais, para que o tempo de travessia seja confortável e seguro para o pedestre;
- pontos de iluminação voltados para as travessias resultando em segurança viária;
- adequação da velocidade regulamentada pois as fatalidades em acidentes entre veículos motorizados e pedestres cresce de forma exponencial. Sendo assim, recomenda-se a redução da velocidade em áreas urbanas para até 50km/h.

As Figuras 2 e 3 exemplificam as propostas elaboradas acima.



Figura 2 e 3 – Exemplo de um *Parklet* e de uma travessia em diagonal
 Fonte: Prefeitura de São Paulo (2019) e ITDP (2019)

As propostas dialogam diretamente com as demandas da sociedade contemporânea, que, através de um planejamento urbano voltado para as pessoas, pretende promover locais mais seguros, vibrantes, saudáveis e sustentáveis, incentivando os deslocamentos a pé.

Referências

- ALEXANDER, C. **La Estructura del medio ambiente**. Barcelona: Tusquets, 1980.
- BEIRÃO, J. N. **City maker - Designing grammars for urban design**. Delft: ABE: Architecture and the Built environment, v. 05, 2012. ISBN 978-1479355020
- COSTA, M. S. **Um índice de Mobilidade Urbana Sustentável**. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos. 2008.
- FALAVIGNA, C., RODRIGUEZ, T.G., HERNANDEZ, D. **Mobilidade justa socialmente**. In: Transporte, Mobilidade e Desenvolvimento Urbano, 1.ed.RJ. Elsevier, 2017.
- FARR, D. **Urbanismo Sustentável: desenho urbano com a natureza**. Tradução de Alexandre Salvaterra. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- FERRAZ, A. C. P., TORRES, I. G. E. **Transporte Público Urbano**. 2ª edição. São Carlos, Rima, 2004.
- GEHL, Jan. **Cidades para pessoas**. 3. ed. São Paulo: Perspectiva, 2015. 262 p.
- ITDP. **Travessia de pedestres em diagonal**. Disponível em: <<https://itdpbrasil.org/cruzamentos-em-x/>>. Acesso em: 4 ago. 2019.
- ITDP. **Índice de Caminhabilidade 2.0 - Ferramenta** – Instituto de Políticas de Transporte & Desenvolvimento, abril, 2018. Disponível em: <itdpbrasil.org/icam2/>. Acessado em 03 nov. 2018.
- JACOBS, Jane. **Morte e vida de grandes cidades**. 3. ed. São Paulo: Wmf Martins Fontes, 2011. 510 p.
- KRIER, R. **Urban Space**. 5ª. ed. Londres: Academy Group Ltd, 1979.
- LITMAN, T. **Well measured: developing indicators for comprehensive and sustainable transport planning**, Victoria Transport Policy Institute. Disponível em: www.vtpi.org/wellmeas.pdf, 2009.
- MARQUET, Oriol; MIRALLES-GUASCH, Carme. **The Walkable city and the importance of the proximity environments for Barcelona's everyday mobility**. Cities, [s.l.], v. 42, p.258-266, fev. 2015
- PREFEITURA DE SÃO PAULO. **Parklet**. Disponível em: <<https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/butanta/noticias/?p=63897>>. Acesso em: 2 ago. 2019.
- RODRIGUES, A. R. P. **A mobilidade dos pedestres e a influência da configuração da rede de caminhos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes), COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.
- SCHUBERT, Dirk. **Contemporary Perspectives on Jane Jacobs: Reassessing the Impacts of an Urban Visionary**. [s. L.]: Ashgate, 2014.
- SOUTHWORTH, Michael. **Designing the Walkable City**. *Journal Of Urban Planning And Development*, [s.l.], v. 131, n. 4, p.246-257, dez. 2005.
- SILVA JR. F. A. da. **O uso de sistemas generativos como instrumento de desenho urbano sustentável**, Programa de PósGraduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília (Tese Doutorado), 2016.
- UNITED NATIONS, Department of Economic and Social Affairs, **Population Division (2019)**. *World Urbanization Prospects 2018: Highlights* (ST/ESA/SER.A/421). Disponível em: <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Highlights.pdf>
- ZABOT, Camila de Mello. **Critérios de avaliação da caminhabilidade em trechos de vias urbanas: Considerações para a região central de Florianópolis**. 2013. 169 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013

VERIFICAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE MANUTENIBILIDADE DE EDIFÍCIO MULTIPAVIMENTADO EM PORTO ALEGRE/RS

Rodolfo Paixão Vianna e Giselle Reis Antunes

As edificações têm importância fundamental no cotidiano dos usuários, por isso, são projetadas e construídas de modo a garantir um longo período de uso. As condições adequadas de uso e operação da edificação são definidas em projeto, principalmente a elaboração e implementação de programas de manutenção corretiva e preventiva, e o não atendimento por parte do usuário afetam de maneira importante na longevidade e na obtenção do desempenho esperado ao longo da vida útil do imóvel. Neste sentido, boas práticas de manutenção implicam na conservação de elementos construtivos e na longevidade da edificação como um todo. A facilitação da manutenção ou manutenibilidade ainda em projeto é fundamental para sua correta execução. Neste contexto, o presente estudo se propõe a analisar as condições de manutenibilidade da área comum de uma edificação residencial multipavimentada localizada em Porto Alegre/RS, com base nas normas NBR 15575 (ABNT, 2013), a NBR 14037 (ABNT, 2011) e finalmente a NBR 5674 (ABNT, 2012) e nas indicações de manutenções do manual do síndico entregue pela construtora. Através da avaliação dos resultados identificaram-se falhas nos recursos e detalhamentos de modo a viabilizar a gestão da manutenção, o mesmo se percebe em relação ao manual de uso, operação e manutenção da edificação estudada entregue pela construtora.

Palavras-chave: Edifício multipavimentado, Manutenção, Manutenibilidade.

1 Introdução

Segundo Rosa (2006), manutenção é como uma combinação de ações conduzidas para substituir, revisar ou modificar componentes. Existem muitos tipos de classificação para manutenção, sendo uma delas a proposta por Neelamkavil (2011) apresentada na Figura 1.

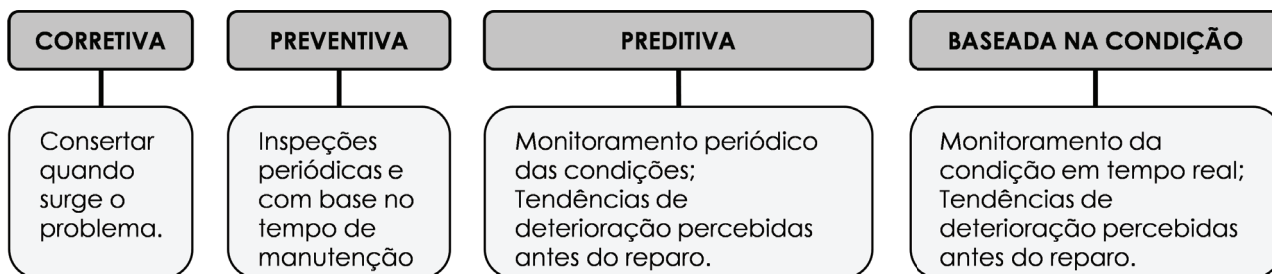


Figura 1 - Modelos de manutenção
Fonte: Neelamkavil (2011)

É dada insuficiente importância à manutenção predial por parte do usuário e até mesmo dos projetistas e construtoras. Sabendo que as normas determinam as devidas responsabilidades, tanto para o construtor quanto para o usuário, é preciso que o projeto executado esteja de acordo para que sejam realizadas as devidas manutenções. Neste cenário, este trabalho se propõe a analisar as condições de manutenibilidade de um edifício residencial multipavimentado, através da avaliação do seu plano de manutenção elaborado pela construtora e entregue ao condomínio, de modo a verificar se o mesmo viabiliza as inspeções prediais para que se realizem corretamente as manutenções indicadas, segundo a bibliografia estudada.

1.1 Manutenibilidade

Devido as edificações terem um tempo de vida útil longo, é imprescindível a realização de manutenções. Mas para correta execução é preciso que o projeto do empreendimento apresente condições favoráveis para realização das manutenções. Estas condições são conhecidas como Manutenibilidade.

A vida útil e desempenho estão diretamente ligados a qualidade das manutenções. Possan e Demoliner (2013) apresentam na Figura 2 o comportamento da edificação, quanto a vida útil e desempenho, se realizadas ou não as manutenções. Percebe-se que, a cada manutenção realizada, a edificação tem uma sobre vida, ou seja, um aumento do nível de desempenho.

Apesar de o custo alterar conforme a manutenção, se tornando mais caro quando corretiva, ele não altera somente referente ao tipo de manutenção, pode variar também em relação ao período em que a manutenção é realizada.

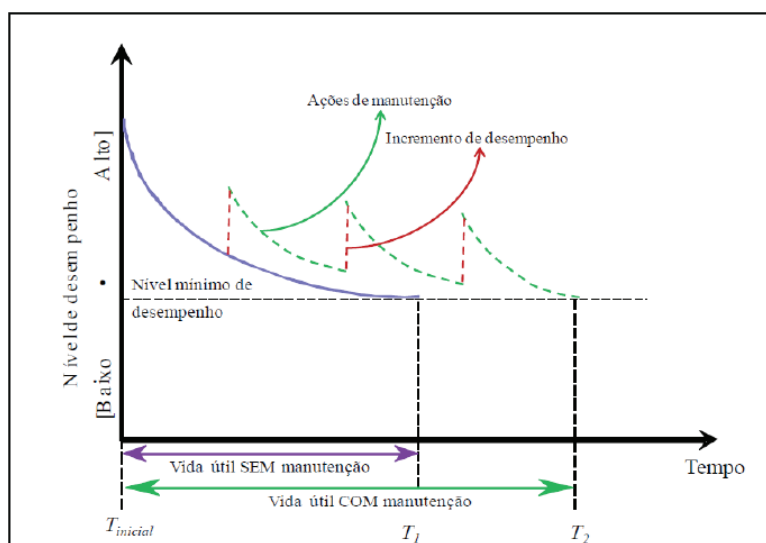


Figura 2 - Níveis de desempenho com e sem manutenção
Fonte: Possan e Demoliner (2013)

Helene et al (1997) ressaltaram a “Lei dos 5” ou “Regra de Sitter” (Figura 3), onde os custos de intervenção para atingir determinado nível de desempenho crescem progressivamente, quanto mais tarde a intervenção maior será o custo, onde a evolução deste custo pode ser comparada ao de uma progressão geométrica de razão 5.



Figura 3 - Evolução dos custos pela fase de intervenção
Fonte: Helene (1997)

1.2 Responsabilidades dos Envolvidos com a Manutenção

Existem normas técnicas de fundamental importância para que as edificações consigam atingir o desempenho para o qual foram projetadas. Dentre elas, foram utilizadas fundamentalmente neste trabalho, como base para o estudo de caso a NBR 15575 (ABNT, 2013), que estabelece requisitos e critérios de desempenho mínimos aplicáveis às edificações; a NBR 14037 (ABNT, 2011), que oferece diretrizes para elaboração do manual de uso, operação e manutenção das edificações. E finalmente a NBR 5674 (ABNT, 2012), que define os requisitos para o sistema de gestão de manutenção.

Silva (2016) explica que após as atividades de manutenção, seja preditiva, preventiva ou corretiva, o objetivo principal deve ser alcançar os requisitos de desempenho mínimos previstos na NBR 15575 (ABNT, 2013), ver Figura 4. A NBR 15575 (ABNT, 2013) foi o marco com maior influência no mercado da construção civil. Não somente por tratar do tema desempenho, mas também por estabelecer responsabilidades para cada envolvido no processo mercadológico do negócio imobiliário como um todo.

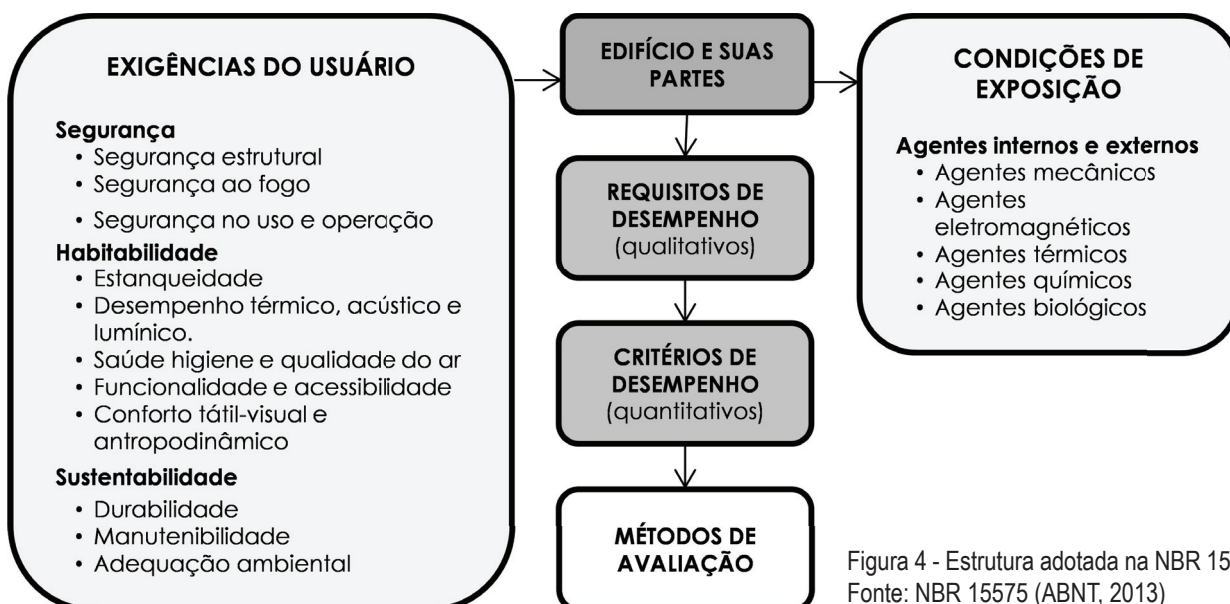


Figura 4 - Estrutura adotada na NBR 15575 (ABNT, 2013)
Fonte: NBR 15575 (ABNT, 2013)

O responsável técnico pela construção deve estabelecer o produto final a ser construído e as premissas de projeto atendendo requisitos e critérios da NBR 15575 (ABNT, 2013). Os fabricantes de materiais utilizados na construção, por sua vez, com um envolvimento indireto, são responsáveis por comprovar as características técnicas do seu produto, através de ensaios de caracterização de desempenho, controle de produção, certificados adquiridos, nível de confiabilidade e conformidade.

Já a construtora, na fase final da construção, é a responsável por orientar o usuário final sobre a qualidade incorporada ao projeto do edifício, assim como fornecer todas as informações sobre a edificação e como ela deve ser gerida no período de uso, esta orientação é realizada por meio do manual de uso, operação e manutenção.

A NBR 14037 (ABNT, 2011) estabelece as recomendações para elaboração e apresentação do Manual de Operação, Uso e Manutenção das Edificações. Consta na norma que, a elaboração do Manual é de responsabilidade do construtor. Deve ser entregue ao proprietário um exemplar do Manual com informações sobre cada unidade autônoma e outro exemplar específico das áreas comuns ao síndico, incluindo os projetos do empreendimento.

Por fim, o usuário final fica responsável por conservar ou melhorar as condições de desempenho da edificação, com execução correta e regular das manutenções, também conforme orientação da construtora. De acordo com Bocchile (2002), estudos apontam que o mau uso dos imóveis é consequência da desinformação dos moradores e usuários, e é uma das maiores causas de ocorrências de necessidade de manutenção.

Mesmo considerando o fato de que norma não é lei, ASBEA (2014) afirma que sua eficácia está descrita em muitos regulamentos legais. Tanto no Código de Defesa do Consumidor (1990) como o Código Civil Brasileiro (2002) estabelecem situações em que, especificamente, as normas da ABNT devem ser aplicadas. Sobre as responsabilidades por vício do produto e serviços o Código do consumidor (1990), por exemplo, no artigo 39, da seção II, é claro ao estabelecer que o bem deve ser produzido e entregue conforme as normas dos órgãos competentes.

Del Mar (2014) ressalta que a responsabilidade por acidentes construtivos, causados por fatores funcionais diante de níveis

consideráveis, por negligência com a manutenção das edificações, está atribuída diretamente aos proprietários ou síndicos. O art. 132 do Código Penal dispõe esta questão da seguinte forma: “Expôr a vida ou a saúde de outrem a perigo direto e iminente pode gerar pena de três meses a um ano de detenção”.

1.3 Premissas de Projeto

A preocupação com o desempenho da edificação deve estar presente desde a fase de projeto. Sanches (2010) afirma que durante esta etapa se determinem estratégias e objetivos de manutenção, bem como os meios para alcançá-los. Ressalta ainda que, quanto mais se discutir, levantar e estudar alternativas mais eficientes, por decisões projetuais de maior manutenibilidade, durabilidade e desempenho, com foco na qualidade final do produto, melhor a operacionalização da manutenção durante o período de uso.

Segundo Barros Filho (2018), o grande desafio da construção civil é a mudança cultural no segmento empresarial. No Brasil, hoje, a cultura não é de agregar valor, mas ganhar dinheiro no curto prazo sem sustentabilidade empresarial. Porém outra problemática encarada pela gestão da qualidade na construção civil é a cultura de análise da obra somente pelos gastos óbvios, como preço do projeto básico, executivo e o valor da obra em si, do empreendimento até se dar o início do uso, também conhecido como custo pré-operacional.

A figura 5 ilustra três exemplos de LCC (*Life Cycle Cost*, em português Análise do Custo de Ciclo de Vida), onde percebe-se que o barato pode sair caro. Tem-se no exemplo A uma edificação com um baixo custo de construção, porém um custo elevado no período de uso, característica corriqueira de países subdesenvolvidos, que apesar de ter um custo de construção menor, no somatório com o período de uso acaba tendo um LCC maior que os outros exemplos B e C. O exemplo B, típico de países emergentes, apresenta uma edificação com custo pré-operacional maior, porém mais econômico no período de uso. O empreendimento C, por sua vez, é característico de países desenvolvidos, como o Japão, onde o custo de construção e de uso é menor do que nos outros exemplos. Isto se deve a cultura centrada no custo do ciclo de vida já estabelecida nestes países com a qualidade e sustentabilidade intrínsecas as construções.

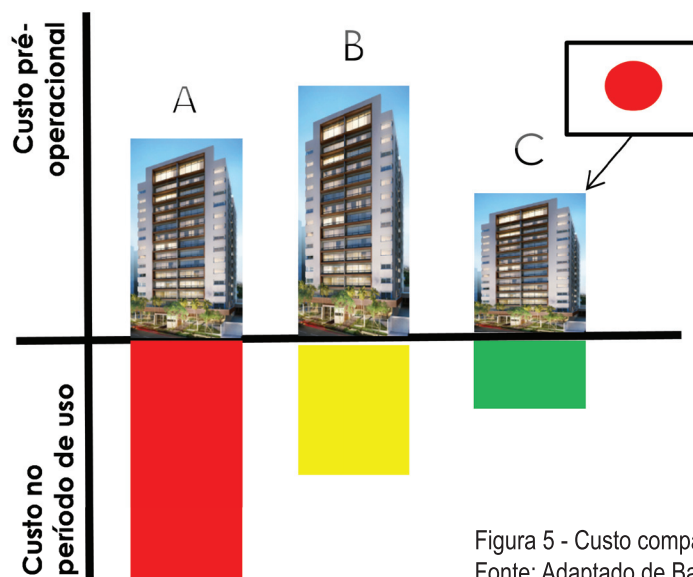


Figura 5 - Custo comparativo do ciclo de vida
 Fonte: Adaptado de Barros Filho (2018)

2 Estudo de Caso

Para o desenvolvimento deste estudo de caso, escolheu-se uma edificação de médio alto padrão, com custo de unidades privativas entorno de R\$ 2.000.000,00, localizada em bairro nobre da cidade de Porto Alegre no estado do Rio Grande do Sul, cujo nome da construtora responsável será mantido em sigilo. O edifício trata-se de um empreendimento de uso residencial, composto por uma torre com 52 apartamentos, sendo 4 por pavimento, 1 estacionamento térreo e 2 subsolos, com 143 vagas para veículos, todas cobertas.

2.1 Método Adotado

Neste trabalho foi analisado o plano de manutenção elaborado pela construtora e entregue ao condomínio, referente a área condominial excluindo unidades privativas, considerando-se as condições ideais de manutenibilidade do projeto executado para que se realizem corretamente as manutenções indicadas, segundo a bibliográfica estudada. Para cada manutenção indicada no plano de manutenção se verificou através de um *check list* se o projeto apresenta condições de manutenibilidade favoráveis, conforme o Quadro 1.

Item	Local	Descrição da manutenção	Período	Condições de manutenibilidade						
				P	I	S	CA	A	V	

Quadro 1 – *Check list* modelo quanto às condições de manutenibilidade.

Foram avaliados seis itens genéricos para cada manutenção indicada:

- P - disponibilização do projeto por parte da construtora
- I - equipamentos e componentes com identificação adequada
- S - ambiente de inspeção / manutenção com condições seguras
- CA - o ambiente apresenta condições antropodinâmicas favoráveis
- A - condições favoráveis de acesso ao local de inspeção ou manutenção
- V - visibilidade adequada no ambiente

Estes itens foram avaliados em três níveis, são eles:

- A - o sistema apresenta condições favoráveis para manutenção em todos os níveis;
- P – atende parcialmente, ou seja, quando o projeto executado possibilita a execução das manutenções, mas apresenta alguma falha que poderia ser corrigida ou executada de outra forma;
- N - não atende, é quando o projeto executado não possibilita condições adequadas ou favoráveis para a manutenção.

Foram ainda realizados registros fotográficos, como evidência dos itens que não apresentaram condições de manutenção favoráveis.

Item	Local	Descrição da manutenção	Período	Condições de manutenibilidade					
				P	I	S	CA	A	V
1	Reservatórios de água potável	Verificar o nível dos reservatórios e o funcionamento das boias	Semanal	A	A	A	A	A	A
2	Grupo gerador	Verificar após o uso do equipamento o nível de óleo combustível e se há obstrução nas entradas e saídas de ventilação	Semanal	A	A	A	A	A	A
3	Bombas de água potável, água servida e piscina	Fazer drenagem de água no equipamento / fazer revezamento	Quinzenal	A	A	A	A	A	A
4	Grupo gerador	Efetuar teste de funcion. dos sistemas conforme instruções do fornecedor	Quinzenal	A	A	A	A	A	A
5	Ar condicionado	Manutenção recomendada pelo fabricante	Mensal	A	A	A	A	A	A
6	Iluminação de emergência	Efetuar teste de funcionamento	Mensal	A	N	A	P	A	A
7	Automação dos portões	Manutenção geral dos sistemas conforme instruções do fornecedor	Mensal	A	A	A	A	A	A
8	Dados, informática, voz, telefonia, vídeo, tv, cftv e segurança perimetral	Verificar funcionamento conforme instruções do fornecedor	Mensal	A	A	A	A	A	A
9	Pedras naturais (mármore, granito e outros)	Verificar necessidades de encerramento das peças polidas	Mensal	A	A	N	A	A	A
10	Ralos, grelhas, calhas e canaletas	Limpar o sistema de águas pluviais	Mensal	A	A	P	P	A	A
11	Bombas de incêndio	Teste de funcionamento conforme legislação	Mensal	A	A	A	A	A	A
12	Caixas de esgoto, de gordura e de águas servidas	Efetuar limpeza geral	Trimestral	A	A	A	A	A	A
13	Porta corta-fogo	Aplicar óleo lubrificante nas dobradiças e maçanetas / verificar a abertura e o fechamento a 45°	Trimestral	A	A	A	A	A	A
14	Lajes, pilares e vigas	Verificar a integridade estrutural conforme NBR 15575	Anual	A	A	A	A	A	A
15	Sistema de segurança	Manutenção conforme fornecedor	Anual	A	A	A	A	A	A
16	Sistemas de proteção contra descargas atmosféricas	Verificar a integridade e reconstituir, caso necessário	Anual	A	N	P	P	P	P
17	Impermeabilização das áreas molhadas (piscinas, reservatórios, coberturas, espelhos d'água)	Inspeccionar sua integridade e reconstituir o sistema de medição da resistência conforme legislação. Fazer medição ôhmica	Anual	A	A	A	A	A	A
18	Rejuntamentos e vedações	Verificar integridade e reconstituir a proteção mecânica, sinais de infiltração ou falhas na impermeabilização exposta	Anual	A	A	N	P	P	A
19	Paredes externas, fachadas e muros	Verificar a integridade e reconstituir, caso necessário	Anual	A	A	N	P	P	A
20	Piso acabado, revestimento de parede e teto	Verificar a integridade e reconstituir, caso necessário	Anual	A	A	A	A	A	A
21	Itens em madeira	Verificar a integridade e reconstituir, caso necessário	Anual	A	A	A	A	A	A
22	Quadro de distribuição de circuitos	Reapertar todas as conexões	Anual	A	A	A	A	A	A
23	Esquadrias em geral	Verificar falhas na vedação, reapertar parafusos, lubrificar, sempre atend. especificações do fornecedor	Anual	A	A	A	A	A	A
24	Vídeos e seus sistemas de fixação	Verificar fissuras, falhas nas vedações, caixilhos	Anual	A	A	A	A	A	A
25	Tubulações hidrossanitárias	Detectar obstruções, entupimento e vazamentos	Anual	A	A	A	A	A	A
26	Metais e registros	Verificar as vedações	Anual	A	A	A	A	A	A
27	Extintores de incêndio	Recarregar os extintores	Anual	A	A	A	A	A	A
28	Cobertura	Verificar a integridade dos componentes e vedações	Anual	A	P	P	N	N	P
29	Reservatórios limpeza	Limpeza e desinfecção bacteriológica	Anual	A	A	A	A	A	A
30	Mangueiras de incêndio	Teste hidrostático	Anual	A	A	A	A	A	A
31	Tomadas, interruptores e pontos de luz	Verificar conexões, contatos elétricos e componentes	Bienal	A	A	A	A	A	A
32	Fachada	Lavagem, verificar elementos e, se necessário, solicitar inspeção	Trienal	A	A	N	P	P	A

Quadro 2 – Checklist quanto às condições de manutenibilidade.

2.2 Resultados do Estudo de Caso

No Quadro 2, é apresentado o *check list* de apresentação das condições de manutenibilidade, com o preenchimento dos dados obtidos a partir do levantamento de dados do edifício estudo de caso.

Apartir da análise do Quadro 2, aos itens atendidos, não se realizaram maiores comentários, e aos itens não atendidos ou atendidos parcialmente, se elencaram sugestões de melhoria para viabilizar a manutenção predial da edificação. Na figura 6, estão apresentados os registros fotográficos daqueles itens da edificação estudada que não apresentaram condições favoráveis de manutenibilidade.

As luminárias de emergência (Figura 6.a) estão instaladas no teto distante no piso e o acesso para execução das manutenções somente é possível com auxílio de escada. O problema poderia ser facilmente resolvido com a instalação da luminária em um ponto mais baixo.

Os granitos itaúnas são elementos porosos com alta absorção de umidade e conseqüentemente favorecem o aparecimento de manchas, conforme verificado nos Figuras 6.b e 6.c. O problema poderia ter sido evitado, se fosse definido, ainda em projeto, outro tipo de pedra ou material para o piso mais adequado. De forma corretiva, uma solução seria aplicar algum tipo de hidrofugante, que seria



Figura 6 – Registros fotográficos dos itens não conformes
 Fonte: Autoria própria (2019)

necessário ser reaplicado periodicamente, após o desgaste do mesmo com o atrito.

Conforme mostra a Figura 6.d, a calha localizada em frente a porta da brinquedoteca não possui fechamento, o que propicia o acúmulo de sujidades. Uma solução pertinente seria a instalação de uma grelha de fechamento encaixada à calha, diminuindo assim o aparecimento de sujidades na parte interna da calha e minimizando a frequência da necessidade de limpeza.

As grelhas dos estacionamentos (Figura 6.e) são fixadas com parafusos, o que dificulta a remoção das mesmas, para a tarefa de limpeza interna, por exemplo. Uma simples solução para o problema apresentando seria alterar o sistema de fixação das grelhas para um modelo com encaixe. E como se vê na Figura 6.f no interior da grelha já há resíduos, como o cigarro identificado pela seta vermelha.

O SPDA deveria ser identificado, em toda sua extensão, já que está presente também na área comum, onde transitam condôminos. A figura 6.g mostra um segmento do sistema instalado junto ao capeamento que facilmente poderia ser confundido por um leigo com um cabo qualquer, podendo inclusive ser cortado inadequadamente. A fixação do sistema SPDA utiliza somente parafusos. Uma solução interessante seria a utilização além dos parafusos, de buchas e algum tipo de selante, para que evite que a folga e soltura do parafuso de fixação, demonstrado na figura 6.h o que permite a entrada de água.

A cobertura é composta, de um lado, por uma cobertura verde, e do outro, por piso de concreto. O ambiente que apresenta cobertura vegetal no piso não foi projetado para que pessoas transitem sobre ele, diante da presença de vegetação. O local apresenta também alguns acessos com largura inadequada para que pessoas

possam realizar a manutenção do local (registros 6.i e 6.j). O projeto, portanto, não previu dimensões adequadas ou traçados para viabilizar a manutenção.

As portas de acesso ao telhado verde apresentam um sistema ineficiente quanto à entrada e ao escoamento de água. Foi instalada uma canaleta junto ao peitoril, conforme se observa na figura 6.k que bloqueia a única saída de água através da soleira inclinada. Em dias chuvosos ocorrem infiltrações entre a canaleta e a parte debaixo da folha da porta, propiciando a formação de manchas na parede externa como registrado na figura 6.l. O problema poderia ser evitado com a instalação de portas e soleiras devidamente projetadas.

Na cobertura ainda há um segundo ambiente onde estão localizados o totem com o logo da construtora, os para-raios e algumas saídas de ventilação. As hastes de fixação dos para-raios (Figuras 6.m, 6.n e 6.o) estão alocadas no centro da cobertura, e os cabos presos ao capeamento da platibanda. O local foi considerado perigoso, é propício à queda de quem for realizar manutenções no local, uma vez que é possível tropeçar nos cabos do SPDA que estão pelo piso e ainda pelo fato das platibandas apresentarem baixa altura. Se evitaria o problema, prevendo-se, ainda em projeto, de forma adequada, a disposição dos cabos do SPDA bem como a altura platibanda.

A figura 6.p apresenta o alçapão de acesso à cobertura, rente à fachada, sem guarda-corpo lateral, o que implica em risco de queda.

Como pode ser visto nas figuras 6.q e 6.r. O produto utilizado no revestimento da fachada, textura sem pintura, pode ser considerado ineficiente, pois com menos de seis meses de uso, a edificação já apresenta regiões com manchas de eflorescência e de sujidades além de fissuras. Uma medida paliativa seria realizar o tratamento destas fissuras, executando a selagem das mesmas para que não ocorra infiltração e a posterior pintura da fachada com a utilização de uma tinta elastomérica com elevada capacidade de deformação.

Outra questão importante, não levada em consideração no projeto da edificação, foi a previsão de sistema de ancoragem para manutenção da fachada. Sendo restrito tanto para o acesso à exaustão das churrasqueiras das unidades de cobertura, quanto aos segmentos da fachada que apresentam guarda-corpo de vidro junto a platibanda nas coberturas, como visto nas figuras 6.s e 6.t. Nestes casos algumas soluções pertinentes seriam a instalação de pontos de ancoragem em posições pertinentes na fachada, e abaixo do guarda-corpo de vidro; a instalação de escada vinculada a fachada e/ou ainda previsão de outra posição para as chaminés.

3 Considerações Finais

A boa prática das manutenções não se trata apenas de executar uma manutenção corretiva, mas de estabelecer um plano de manutenção pensado em todo o ciclo de vida da edificação, segundo as diretrizes da NBR 5674 (ABNT, 2012). Desde a entrada em vigor da NBR 15575 (ABNT, 2013), as construtoras estão obrigadas a colocar no mercado produtos com desempenho mínimo aceitável com prazos de vida útil condizentes com o longo período de uso. Está se tornando uma grande ferramenta de mudança cultural na construção civil do Brasil promovendo impactos como a previsão de projetos cada vez mais sustentáveis. No entanto, o processo de mudança ainda é lento, as construtoras ainda tendem a pensar majoritariamente no lucro, assim como os usuários tendem a executar manutenções somente após o surgimento de falhas, tendo assim maiores gastos, desgastes e maior tempo para realizar as correções.

O estudo de caso da edificação residencial multipavimentada permitiu identificar falhas em relação ao manual de uso, operação e manutenção entregue pela construtora. Ao analisar-se as sugestões de manutenções, notou-se que apresentam limitações de detalhamentos.

Verificaram falhas também nas condições de manutenibilidade dos itens identificados, principalmente os relacionados à fachada, demonstraram a negligência em projeto quanto às manutenções e conseqüentemente com o usuário. Se a gestão da qualidade ou manutenção estivessem presentes efetivamente desde a elaboração dos projetos, tais equívocos provavelmente seriam evitados ou pelo menos minimizados.

Tendo em vista que ainda existem grandes desafios para os construtores, empreendedores, estudantes e até mesmo usuários do setor sobre manutenibilidade, sugerem-se alguns temas para estudos futuros:

- Proposição de detalhes construtivos que viabilizem a manutenção predial de áreas comuns e privativas em edificações;
- Avaliação estatística dos principais problemas levantados a partir do banco de dados de empresas que oferecem serviços de manutenção condominial.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 5674: **Manutenção de edificações — Requisitos para o sistema de gestão de manutenção**. Rio de Janeiro, 2012.
- _____. NBR 14037: **Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações — Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos**. Rio de Janeiro, 2014.
- _____. NBR 15575-1: **Edificações habitacionais - Desempenho - Parte 1: Requisitos gerais**. Rio de Janeiro, 2008.
- BARROS FILHO, L. C. **É preciso planejar, garantir e controlar a qualidade**. AEC Web. 2018. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/e-preciso-planejar-garantir-e-controlar-a-qualidade_9791_3_0>. Acesso em: out. 2019.
- BOCCHILE, C. **Dinheiro pelo ralo**. Revista Construção Mercado. São Paulo: 2002.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA RIO GRANDE DO SUL (ASBEA). **Caderno técnico ASBEA – RS: norma de desempenho**. Porto Alegre: ASBEA-RS, 2014.
- HELENE, P. **Vida útil das estruturas de concreto**. In: Congresso Ibero Americano de Patologia das Construções, 4, Congresso de Controle da Qualidade, 6, 1997, Porto Alegre. Proceedings... Porto Alegre: CONPAT-97, 1997, v. 1, p.1-30.
- NEELAMKAVIL, J. **Condition-based maintenance in facilities Management**. Computing in civil engineering (2011), [s.l.], p.33-40.
- POSSAN, E.; DEMOLINER, C.A. **Desempenho, durabilidade e vida útil das edificações: abordagem geral**. Revista Técnico-Científica do CREA-PR - ISSN 2358-5420 - 1ª edição – Out. 2013.
- ROSA, E. **Indicadores de desempenho e sistema ABC – O uso de indicadores para uma gestão eficaz do custeio e das atividades de manutenção**. Dissertação de Doutorado - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo: 2006.
- SANCHES, I.D. **Gestão da manutenção em EHIS. Dissertação de Mestrado**. Universidade de São Paulo. São Carlos: 2010.
- SILVA, L.F.B. **Revestimento não-aderido: critérios de desempenho estrutural, drenabilidade e manutenibilidade**. Dissertação de Mestrado – Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo. São Paulo: 2016.

USO DO *EXCELLENCE IN DESIGN FOR GREATER EFFICIENCIES (EDGE)* COMO FERRAMENTA DE APOIO PARA PROJETOS DE *RETROFIT* SUSTENTÁVEL

Lucas Rosse Caldas

A pesquisa teve como objetivo avaliar o potencial do *Excellence in Design for Greater Efficiencies (EDGE)* como uma ferramenta de apoio para projetos de retrofit mais sustentáveis de edificações, considerando o contexto brasileiro. Foi realizado um estudo de caso de uma edificação de escritórios, sendo analisadas duas cidades de condições climáticas diferentes: Rio de Janeiro e Curitiba. Foram avaliadas diferentes estratégias de retrofit para envoltória da edificação, iluminação e ar condicionado. A modelagem foi realizada na plataforma online do EDGE considerando o caso de edificações existentes. Foram analisados dados de saída relativos à redução do consumo de energia, custos incrementais, tempo de retorno e um indicador de eficiência energética para a escolha das diferentes estratégias. A alternativa de troca dos equipamentos de ar condicionado apresentou ser a mais vantajosa em termos de custos benéficos. No entanto, para casos de maior eficiência energética outras medidas são necessárias. O uso do EDGE para o apoio de projetos de retrofit de edificações se mostrou bastante prático para a ajuda da escolha de diferentes estratégias nas primeiras fases do desenvolvimento do projeto (envoltória, iluminação, ar condicionado e combinações entre elas). A ferramenta se apresentou sensível a diferentes realidades climáticas brasileiras. No entanto, para definições mais precisas, por exemplo a escolha de um dado sistema construtivo a ser utilizado na fachada, deve ser realizada com base em outras ferramentas. Ao final, foram elencadas as principais vantagens e limitações do uso do EDGE para o apoio de projetos de retrofit. Essa pesquisa contribui por mostrar uma nova ferramenta para o auxílio de projetistas e outros envolvidos da indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC).

Palavras-chave: Edificações existentes, Eficiência energética, Custos.

1 Introdução

As cidades brasileiras estão passando por modificações em seu estoque de edificações, sendo que muitas delas vêm se tornando obsoletas, principalmente em termos de elevado consumo de energia. Isso se deve, dentre outros fatores, a o uso de equipamentos (iluminação, climatização, etc.) pouco eficientes e um projeto da envoltória pouco condizente com a realidade climática local (SOUZA et al., 2018).

A busca por cidades de baixo carbono e metas relacionadas aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), em especial o objetivo 11, que trata de cidades mais sustentáveis, estão impulsionando a melhoria de edificações existentes. Em muitas cidades brasileiras é perceptível o crescimento dos vazios urbanos decorrente da mudança e abandono de áreas que no passado serviam como polo de desenvolvimento econômico e industrial, sendo muito delas localizadas nos centros urbanos (LEITE, 2010). Por outro lado, tem crescido também o número de projetos que buscam a revitalização desses locais, inclusive a melhoria das edificações localizadas nessas áreas. Nessa ótica, essa prática, sendo chamada no presente trabalho de retrofit, que pode ser definida como o processo de modernização de uma edificação já existente, que pode ser desde mudanças em elementos construtivos, como nova pintura, instalação de elementos de sombreamento, troca de vidros, mudanças nas fachadas etc, até substituição dos equipamentos, da iluminação, entre outros (ROMERO, 2011; SOUZA et al., 2018). Nesse contexto, o projeto de retrofit merece atenção especial de toda a indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC).

Em termos de edificações sustentáveis, nos últimos anos, os selos de certificação ambiental, como o *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED), *Building Research Establishment Environmental Assessment Method* (BREEAM), Alta Qualidade Ambiental (AQUA-HQE) e Casa Azul ganharam força no contexto brasileiro, tanto em termos de aplicação no mercado como em pesquisas acadêmicas (SALGADO et al., 2012). Todos esses selos trazem listas na forma de *checklists* de diversos critérios associados a melhoria do desempenho ambiental das edificações, considerando aspectos de energia, água, materiais, resíduos, qualidade do ar, entre outros. Embora todos esses critérios

sejam importantes quando se pensa em um projeto de alta qualidade ambiental, a inclusão de muitos critérios pode levar a dificuldade de aplicação prática por projetistas e construtores ou restringir a um certo nicho do mercado, por exemplo, edificações corporativas e comerciais. Nesse contexto, surgiu no mercado um sistema de certificação mais simples e de menor custo de certificação, que é apoiado pelo Banco Mundial, o *Excellence in Design for Greater Efficiencies* (EDGE). Em todas essas certificações, a questão de eficiência energética aparece como um dos principais requisitos do projeto.

Nessa ótica, a busca por ferramentas de apoio para projetos que buscam melhoria da eficiência energética, inclusive relacionados a estratégias de *retrofit*, tem sido objeto de pesquisa de muitos estudos, sendo que nos últimos anos observa-se especial foco no uso do *Building Information Modeling* (BIM), como apontam Sanhudo et al. (2018). No entanto, o uso de ferramentas BIM pode não ser uma tarefa tão trivial, já que é necessário o domínio de *softwares* específicos, como o *Autodesk Revit* ou *ArchiCAD* ou *softwares* especializados em simulações termodinâmicas. Nessa ótica, esse modelo tende a ser mais utilizado por projetistas e, conseqüentemente com limitação para os outros agentes da indústria da AEC, como construtores, incorporadores e etc. O EDGE também pode ser visto como uma ferramenta, no entanto, com uma forma de uso bastante simplificada quando comparada a *softwares* específicos de simulação. Não há a necessidade que o usuário possua conhecimentos aprofundados, sendo requerido apenas dados sobre o projeto, que serão inseridos em uma plataforma online gratuita capaz de ser utilizada por qualquer parte envolvida do projeto de uma edificação.

A partir do contexto apresentado, o presente estudo teve como objetivo avaliar a potencialidade do uso do EDGE como ferramenta para a elaboração de projetos de *retrofit* mais sustentáveis (considerado aqui somente o aspecto ambiental relacionado ao consumo de energia e a vertente econômica) ainda nas etapas de concepção do projeto (definição das estratégias de intervenção). Foi avaliado um estudo de caso de uma edificação de escritórios localizadas em duas cidades de condições climáticas consideravelmente diferentes: Rio de Janeiro e Curitiba. Ao final foram elencados os principais vantagens e limitações do EDGE para o apoio desse tipo de projeto.

2 Excellence in Design for Greater Efficiencies (EDGE): Apresentação da Ferramenta

O EDGE pode ser definido como uma plataforma de edificações verdes, que inclui uma forma de normatização dessas edificações, uma aplicação na forma de *software* (ferramenta), e um programa de certificação. Ele é uma inovação desenvolvida pelo *International Finance Corporation* (IFC) que é um membro do *World Bank Group*. Embora seja uma certificação global, é adaptado as regras ambientais e de eficiência energética locais e já é adotado por mais de 150 países (EDGE, 2019).

Como ferramenta, ele pode ser utilizado por todos os envolvidos da indústria da AEC (projetistas, incorporadores, construtores, etc.) e como certificação tem adesão voluntária. Para atender os requisitos do EDGE para que o projeto seja certificado é preciso reduzir, em pelo menos 20%, o consumo de: energia, água e energia incorporada dos materiais, em comparação a um projeto de referência. Atualmente já existe a certificação EDGE avançada que exige uma redução maior do item de eficiência energética, que deve atingir 40%. O

EDGE engloba diferentes tipologias de projeto, sendo elas: residencial, hoteleira, hospitalar, vendas/comercial, escritórios e escolar. Para o projeto ser certificado ele precisa ser avaliado por um auditor credenciado ao EDGE nas etapas de projeto e pós-construção.

Os cálculos do EDGE são baseados em três características principais: condições climáticas do local, tipologia e padrão de ocupação da edificação, projeto e especificação. Para a avaliação do desempenho energético é utilizado o modelo do tipo *Steady-state model*, que é uma forma intermediária entre modelos empíricos e simulação termodinâmica. A principal vantagem desse tipo de modelo é facilidade de modelagem pelo usuário (relativamente poucos dados de entrada, processo rápido, etc.), é o método normalmente utilizado para certificação de edificações, e consegue fornecer bons resultados de cálculo de demanda energética, principalmente para fins comparativos.

No presente artigo será explorado somente questões relacionadas às estratégias de eficiência energética do projeto de edificações (Figura 1), sendo escolhidas aquelas mais indicadas para projetos existentes.



Figura 1 – Detalhamento da plataforma online EDGE para o item de eficiência energética.
Fonte: Adaptado pelo autor com base em GBCI (2019)

As principais vantagens quando comparadas aos outros selos de certificação ambiental são: é uma ferramenta online gratuita, de fácil interface, com custos de formação de auditores e de certificação inferiores, já possui indicadores que considera o ciclo de vida dos materiais (energia incorporada), incorpora os custos relacionados às estratégias de projeto, é adaptado a realidade local dos países, além de ser possível avaliar diferenças climáticas à nível da cidade.

A principal desvantagem em relação aos outros selos de certificação ambiental é o fato dele estar limitado somente a questões do consumo de energia e água. No entanto, o escopo do EDGE pretende incluir questões relacionadas às mudanças climáticas em suas próximas versões (EDGE, 2019).

3 Método

O método de pesquisa foi dividido em: (1) pesquisa bibliográfica e (2) avaliação de um estudo de caso.

3.1 Pesquisa Bibliográfica

A pesquisa bibliográfica foi realizada a partir da revisão da literatura, sendo consultados dissertações, teses, artigos publicados em anais e periódicos, nacionais e internacionais. Foram utilizadas as seguintes bases de buscas: Portal de Periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), SciELO (*Scientific Electronic Library Online*), *Science Direct*, *Google Acadêmico*. Foram pesquisados trabalhos utilizando as seguintes palavras-chave: Edificações e *retrofit*, edificações existentes, eficiência energética, EDGE. Os trabalhos foram escolhidos com base na avaliação dos resumos (*abstracts*), verificando a pertinência com o tema do presente estudo.

3.2 Estudo de Caso

A partir da pesquisa bibliográfica realizada as estratégias de projeto foram

classificadas em: (1) Envoltória - ENV, (2) Climatização - CLI e (3) Iluminação - ILU. Essa classificação foi realizada pelo fato de serem os itens que estão diretamente relacionados ao consumo de energia de uma edificação de escritórios, a mesma divisão utilizada pelo Regulamento Técnico de Edifícios Comerciais (RTQ-C) do PROCEL (ELETROBRAS, 2015). A edificação estudada possui 15 pavimentos acima do térreo, com pé direito de 3,5 m e área interna bruta de 5000 m². Foi adotada a configuração *default* da ferramenta. Na Figura 2 é apresentada a divisão de ambientes por área.

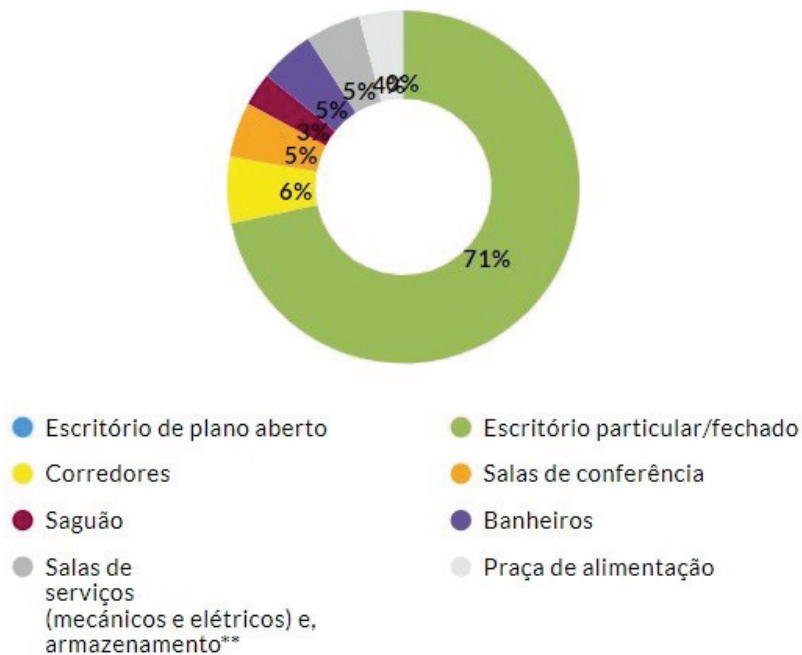


Figura 2 – Divisão dos ambientes por área da edificação de escritórios avaliada. Fonte: EDGE APP (2019)

Foram avaliadas duas cidades brasileiras localizadas em zonas bioclimáticas (ZB) distintas, Rio de Janeiro (ZB 8) e Curitiba (ZB1), de acordo com a classificação da NBR 15220-3 (ABNT, 2005). No Quadro 1 são apresentadas as estratégias de projeto consideradas.

Item do projeto	Estratégia do projeto
Envoltória	Uso de sombreamento externo
Envoltória	Tinta reflexiva para cobertura
Envoltória	Tinta reflexiva para fachada
Envoltória	Isolamento da cobertura
Envoltória	Uso de vidros low-e
Climatização	Uso de ventiladores de teto
Climatização	Aumento da eficiência do sistema de ar condicionado
Iluminação	Uso de lâmpadas eficientes LED
Iluminação	Sensores de iluminação nos ambientes internos
Iluminação	Sensores de iluminação nos corredores e escadas

Quadro 1 – Estratégias de projeto consideradas no estudo de caso

Como dados de saída foram medidos os seguintes itens:

- Economia de energia (kWh/mês);
- Custo incremental (R\$);
- Tempo de retorno (anos);
- Indicador de eficiência custo-energética (R\$/kWh/mês).

O Indicador de eficiência custo-energética (IE) foi calculado conforme Equação 1. Esse indicador representa o custo incremental unitário (em R\$) para a economia de 1kWh de energia ao mês das estratégias de projeto utilizadas. Em outras palavras, quanto menor esse indicador, mais eficiente é a estratégia adotada.

$$IE = \frac{CI}{EE} \quad (1)$$

onde, IE = indicador de eficiência custo-energética;
 CI = custo incremental;
 EE = economia de energia.

4 Resultados e Discussão

4.1 Avaliação da Potencialidade do uso do EDGE como Ferramenta para a Elaboração de Projetos de *Retrofit*

Nas Figuras 3 e 4 são apresentados os resultados encontrados para o estudo de caso avaliado.

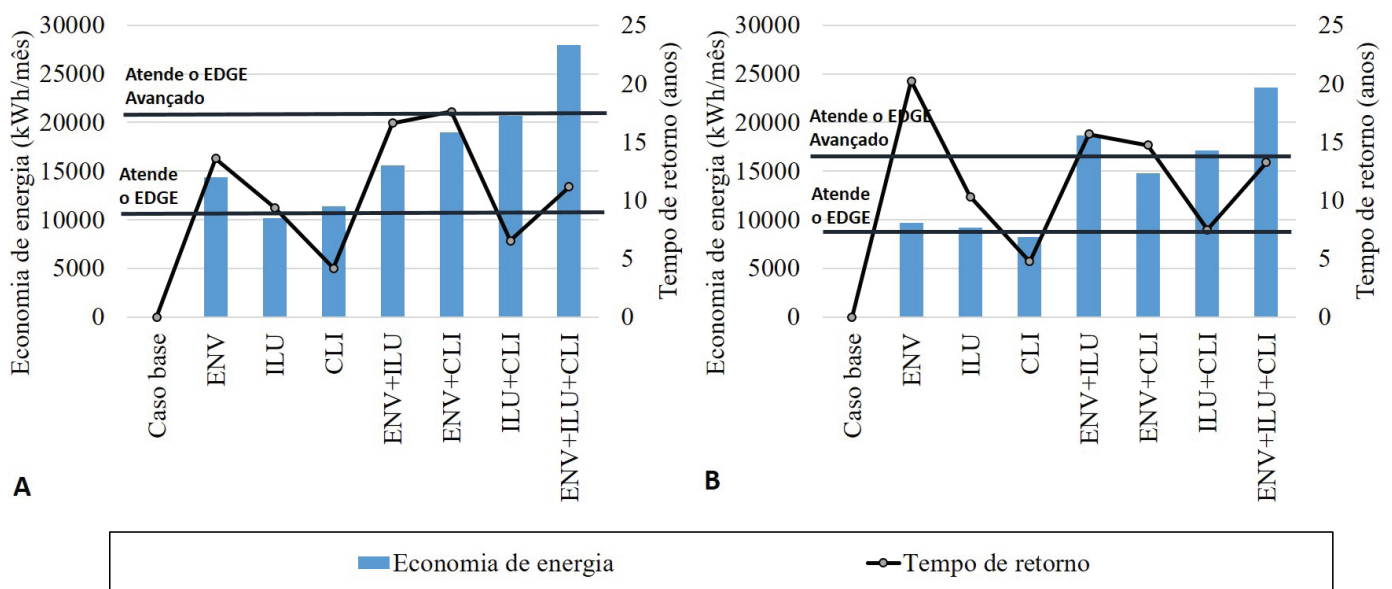


Figura 3 – Economia de energia e tempo de retorno para os diferentes cenários. (A) Rio de Janeiro. (B) Curitiba.

ENV – Envolvória. ILU – Iluminação. CLI - Climatização.

Fonte: Autor (2019)

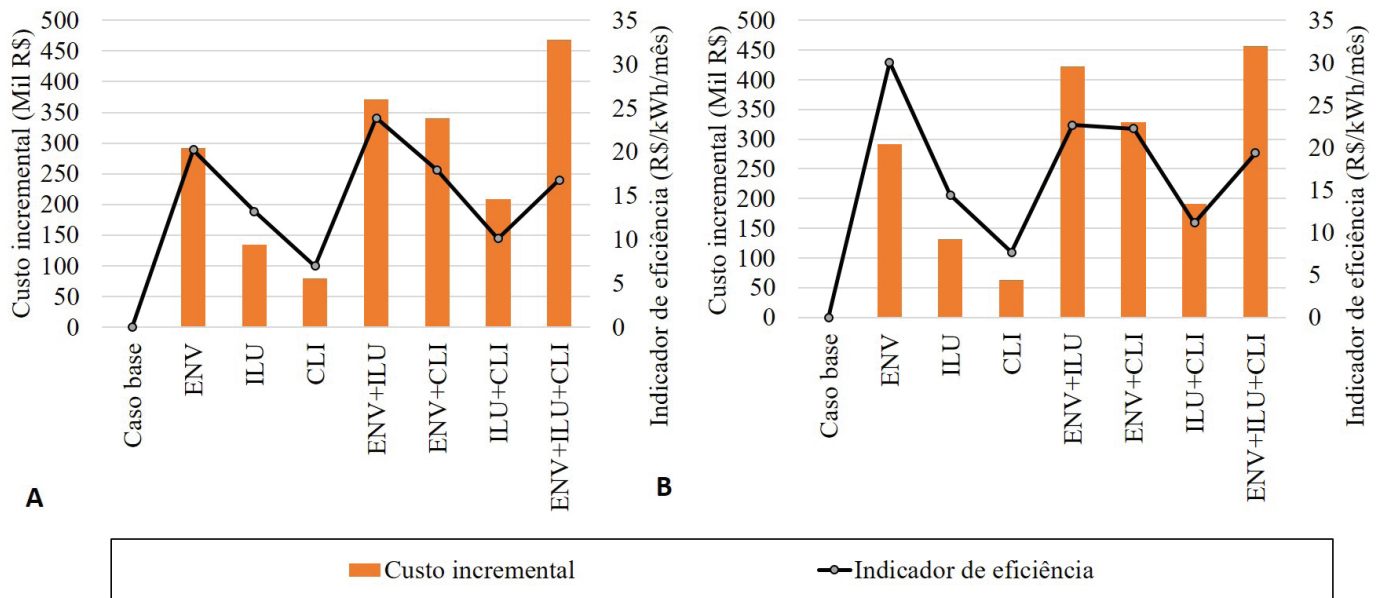


Figura 4 – Avaliação do custo incremental e indicador de eficiência para os diferentes cenários. (A) Rio de Janeiro. (B) Curitiba. ENV – Envolvória. ILU – Iluminação. CLI - Climatização. Fonte: Autor (2019)

O cenário com a adoção de todas as alternativas é a que conseguiu maior economia de energia (53,3% para a cidade do Rio de Janeiro e 56,69% para a cidade de Curitiba, em relação ao caso original), como era-se de se esperar. No entanto, os custos incrementais aumentam proporcionalmente e o tempo de retorno tende a aumentar. Dessa forma, a meta de redução de energia deve ser acompanhada com uma avaliação econômica.

Para ambos os casos a medida mais eficiente seria o aumento da eficiência dos equipamentos de ar condicionado e instalação de ventiladores, que apresentaram maior economia de energia para cada 1R\$ investido. No entanto, dependendo da meta de redução do consumo de energia serão necessárias outras medidas, que aumentarão os custos incrementais. Caso o projeto tenha interesse em obter a certificação EDGE quase todos os cenários conseguem atender, a não ser o caso somente de iluminação (ILU) para o Rio de Janeiro e o de climatização (CLI) para a cidade de Curitiba. Para o caso da certificação EDGE nível avançado apenas o cenário com todas as estratégias de projeto consegue atender para a cidade do Rio de Janeiro, enquanto que para Curitiba existe mais opções. Esses resultados mostram que medidas de eficiência energética para a primeira cidade, e, considerando a tipologia de escritórios, são mais difíceis devido principalmente as maiores temperaturas e umidade ao longo do ano. Esses achados corroboram com os de Caldas et al. (2017) que mostraram, a partir de simulação computacional dinâmica termoenergética, maior consumo

de energia para climatização artificial de edificações localizadas no Rio de Janeiro quando comparadas com Curitiba.

Para os cenários de maior economia de energia o tempo de retorno estimado foi de 11,14 anos para o Rio de Janeiro e 13,23 anos para Curitiba. Ambos os valores são razoáveis se for pensado os benefícios indiretos que uma certificação pode trazer para a empresa, como questões relacionadas ao *marketing*, comunicação com os clientes e facilidade de vendas, além da redução dos custos operacionais nos próximos anos, como também apontam Mendes *et al.* (2014). Além do mais, se o custo da energia elétrica continuar a aumentar no Brasil, devido, principalmente à redução da participação na matriz de fontes menos custosas, como a energia hidráulica (observada desde 2012), esse tempo de retorno tende a ser diminuído. Ou seja, para esse cenário, o investimento inicial realizado nas intervenções de *retrofit* serão pagos em um menor tempo.

Em relação ao custo incremental a envoltória é o item mais caro, principalmente devido ao vidro *low-e* (baixa emissividade), seguido pelo sombreamento, tintas e isolamento da cobertura. Se a cidade é mais fria, como Curitiba, a iluminação acaba ganhando maior participação no consumo de energia total da edificação, sendo assim, a redução do seu consumo traz ganhos mais consideráveis. Um item importante quando se pensa no uso de tintas é a frequência de reposição, pois tintas claras tendem a escurecer e perder parte do seu poder reflexivo (SLEIMAN,

M. *et al.*, 2011). Nesses casos, é preciso incluir os custos de reposição no orçamento.

A ferramenta conseguiu ser sensível as diferenças climáticas das duas cidades, mostrando que algumas estratégias são mais eficientes para dada condição climática, como por exemplo, a climatização artificial. É importante ressaltar que existem muitas limitações no estudo, já que o objetivo do estudo não era saber de fato qual o consumo e custos para as soluções adotadas e, sim saber se a ferramenta consegue avaliar de forma rápida diferentes alternativas de projeto. No entanto, para as etapas iniciais de um projeto de retrofit, para a escolha de diferentes estratégias, em termos de custo benefício, a ferramenta se mostrou bastante útil. Durante a pesquisa bibliográfica realizada não foram encontrados trabalhos acadêmicos e/ou científicos sobre o uso do EDGE, provavelmente por ser uma certificação/ferramenta ainda recente no mercado.

Para estudos mais detalhados é recomendado que sejam utilizadas outras ferramentas, normalmente aquelas com simulação termodinâmica e de preferência que trabalhem no processo BIM, como pode ser visto na pesquisa de Sanhudo et al. (2018).

4.2 Principais Vantagens

Dentre as vantagens observadas podem ser citadas:

- É um *software* gratuito, com *interface* amigável, com disponibilidade de diversos idiomas (inglês, espanhol, português, francês, mandarim, etc.).
- O *software* pode ser utilizado por projetistas, incorporadores, construtores, consultores e até estudantes de graduação.
- Por ser um software online facilita seu uso pois não precisa ser instalado ou problemas relacionados à compatibilidade e licenças.
- O projeto realizado pode ser compartilhado com outros usuários, o que facilita um processo de projeto colaborativo.
- Já possui em sua organização a possibilidade de trabalhar com edificações existentes.
- O processo de projeto é relativamente fácil (com inserção de parâmetros, como espessura, condutividade térmica, CoP, etc.) e são gerados resultados e indicadores de projeto automaticamente.
- Possibilita a entrada de dados manuais, mais adequados à realidade do projeto.
- Possui certa sensibilidade para diferentes condições climáticas, inclusive cidades brasileiras.

- É bastante útil para casos comparativos, em termos de cenários com inclusão de custos benefícios.
- Possui análise integrada de redução do consumo de energia, emissões de CO₂-eq de operação, custos correlatos e quantificação do tempo de retorno.

O último item talvez seja uma das principais vantagens do EDGE, pois possibilita uma análise mais sistêmica e de viabilidade do projeto, integrada das estratégias de projeto utilizadas.

4.3 Principais Limitações

Dentre as limitações observadas podem ser citadas:

- Falta de um projeto gráfico da edificação (por exemplo o projeto da planta e vistas).
- O modelo não prevê a vida útil de alguns dos equipamentos de menor duração, como por equipamentos de ar condicionado, ou tintas utilizadas na envoltória, o que resultará em aumento dos custos incrementais.
- São disponíveis estratégias genéricas, por exemplo: uso de isolante térmico na cobertura e fachada. No entanto, não é possível criar novas estratégias de projeto ou detalhar sistemas construtivos específicos, típicos da realidade brasileira.
- Como o custo é calculado com base em valores médios e premissas (definidos no guia), ele provavelmente pode ter uma grande variação para casos de avaliação de custos mais preciso.

Como qualquer *software*/ferramenta de projeto ele passa por revisões e atualizações, em que se espera que parte dessas limitações sejam solucionadas. Uma característica importante dessa ferramenta é que ela embora seja de caráter global, utiliza questões locais dos países para a melhoria da qualidade dos dados. Atualmente, ela já utiliza requisitos específicos de certificações de desempenho energético existentes na China, a *China's Green Evaluation Label* (GBL) e na África do Sul, a *SANS Building Regulations*. Nessa ótica, questões relacionadas a ENCE do PROCEL podem ser incorporadas no futuro, aproximando ainda mais das necessidades específicas brasileiras, inclusive podendo facilitar a obtenção dessa etiqueta de eficiência energética.

5 Conclusões

O EDGE se mostrou uma ferramenta bastante prática e útil para apoio de projetos de *retrofit*, principalmente para as primeiras etapas desse processo. Embora o foco do presente estudo tenha sido somente o aspecto da eficiência energética, existe ainda a possibilidade de avaliar consumo de água e energia incorporada da construção, que será a próxima etapa da pesquisa. No entanto, para análises mais detalhadas e robustas sugere-se o emprego em conjunto de simulação termoenergética e avaliação de diferentes cenários de incertezas.

O trabalho apresenta como contribuição científica um maior detalhamento do EDGE, que ainda é uma certificação/ferramenta pouco difundida no ambiente acadêmico e bastante recente para o contexto do mercado brasileiro. Além de apresentar uma forma de auxiliar o processo de projeto para um *retrofit* mais sustentável. Nessa ótica, espera-se que os achados desse estudo ajudem a difusão do EDGE tanto para o contexto acadêmico como o de mercado. As limitações observadas foram evidenciadas e, portanto, estão disponíveis publicamente para os desenvolvedores da ferramenta, que podem utilizá-las para a sua atualização e melhoria.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15220-3. **Zoneamento Bioclimático Brasileiro**. Rio de Janeiro, Brasil, 2005.
- CALDAS, L. R.; LIRA, J. S. de M. M.; SPOSTO, R. M. **Avaliação do ciclo de vida de habitações de alvenaria estrutural de blocos cerâmicos e painéis pré-moldados de concreto considerando diferentes zonas bioclimáticas**. LALCA - Revista Latino-amer. em Aval. do Ciclo de Vida, Brasília, v. 1, n. 1, p. 138-167, jul./dez. 2017. DOI: <https://doi.org/10.18225/lalca.v1i1.3823>
- EDGE APP. **Site oficial**. Disponível em: <<https://app.edgebuildings.com>> Acesso em 09 set. 2019.
- ELETOBRÁS. **PROCEL EDIFICA. 4.1 Manual para Aplicação do RTQ-C**. Versão 2, com base na Portaria nº 372/3013. 2015.
- EXCELLENCE IN DESIGN FOR GREATER EFFICIENCIES (EDGE). **Site oficial**. Disponível em: <<https://www.edgebuildings.com/>> Acesso em 09 set. 2019.
- GBCI. **Construções sustentáveis para um mundo melhor**. Disponível em: <https://gbc-edge.s3.amazonaws.com/edge-online/s3fs_public/resources/gbc-edge-brochure-portuguese.pdf> Acesso em: 08 set. 2019.
- LEITE, Carlos. **Cidades sustentáveis? Desafios e oportunidades**. **ComCiência**, Campinas, n. 118, 2010.
- MENDES, P. R. G.; FARIAS, M. H. M.; TAVARES, S. F. **Certificação Ambiental de Habitações: Comparação entre Leed for Homes, Processo Aqua e Selo Casa Azul**. **Ambiente & Sociedade**, vol. XVII, núm. 2, abril-junio, 2014, p. 195-214.
- ROMERO, Marcelo de Andrade. **Retrofit e APO-conforto ambiental e conservação de energia/eficiência energética**. In: **Tecnologia e sustentabilidade para a humanização dos edifícios de saúde** [S.l: s.n.], 2011.
- SALGADO, M. S.; CHATELET, A.; FERNANDEZ, P. **Produção de edificações sustentáveis: desafios e alternativas**. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 12, n. 4, p. 81-99, out./dez. 2012.
- SANHUDO, L.; RAMOS, N. M. M.; MARTINS J. P.; ALMEIDA, R. M. S. F.; C, BARREIRA, E.; SIMÕES, M. L.; CARDOSO, V. **Building information modeling for energy retrofitting – A review**. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 89, p.249-260, 2018.
- SLEIMAN, M. *et al.* **Soiling of Building Envelope Surfaces and Its Effect on Solar Reflectance: part I: analysis of roofing product databases**. **Solar Energy Materials and Solar Cells**, v. 95, n. 12, p. 3385-3399, 2011.
- SOUZA, L. B.; CALDAS, L. R.; HORA, K. E. R. **Avaliação pós ocupação e projeto de retrofit sustentável de edificações: estudo de alternativas para redução das emissões de CO₂e**. Anais...14ª Jornada Urbanere. 2ª Jornada Cires, Brasil, Vitória-ES, 2018.

VIABILIDADE DA APLICAÇÃO DE COMPÓSITOS DO TIPO SHCC PARA MELHORIA DA DURABILIDADE DE ESTRUTURAS DE CONCRETO

Matheus Pimentel Tinoco e Flávio Andrade Silva

Compósitos cimentícios do tipo SHCC são materiais especiais de matriz cimentícia, geralmente reforçados por microfibras poliméricas e caracterizados por elevada ductilidade e tenacidade, com ganho de resistência pós-fissuração. A produção de tais compósitos demanda a utilização de elevados volumes de cimento e fibras, o que torna o seu custo elevado, sendo necessários estudos para avaliar a sua aplicabilidade em obras correntes de engenharia. Neste sentido, o trabalho apresenta as vantagens e desvantagens deste material e avalia a sua viabilidade como substituto do concreto em estruturas, avaliando aspectos técnicos, como produção e aplicação e aspectos econômicos, considerando os custos dos materiais. Verificou-se que o material possui possibilidades de aplicações pontuais, como a realização de reparos e reforços estruturais.

Palavras-chave: SHCC, Fibras Poliméricas, Reparos estruturais.

1 Introdução

O Concreto pode ser definido como um material compósito cimentício produzido a partir da mistura de água, cimento Portland, agregados (areia, brita, entre outros) e eventualmente, aditivos e adições minerais, sendo um dos materiais de construção mais amplamente utilizados pela humanidade nos dias atuais, com consumo anual de cerca de 25 bilhões de toneladas, perdendo apenas para a água, em termos de volume total consumido a cada ano (Gursel *et al.*, 2014). O material, entretanto, possui a desvantagem de apresentar comportamento frágil e baixa resistência à tração, o que o deixa suscetível à ocorrência de fissuração gerada por retração e por solicitações mecânicas, demandando a utilização de reforços para viabilizar a sua aplicação como material estrutural (BENTUR e MINDESS, 2007).

Uma alternativa à aplicação de reforços convencionais é a utilização de fibras dispersas aleatoriamente no concreto, que podem substituir parcialmente as armaduras de aço e atuar no sentido de reduzir a fissuração e aumentar a ductilidade, contribuindo para aumentar a durabilidade do elemento estrutural. Por utilizarem reforços discretos, os concretos fibrosos possuem uma versatilidade de aplicação muito maior e já vêm sendo utilizados em muitas situações práticas, como em pisos industriais, concreto projetado, barragens e estruturas pré-moldadas.

Dentro do contexto de materiais cimentícios fibrosos, os compósitos cimentícios com comportamento de “endurecimento” ou *Hardening*, conhecidos em inglês como *Strain Hardening Cementitious Composites* (SHCC) são uma classe especial de compósitos de alto desempenho caracterizados por elevada ductilidade e

tenacidade, geralmente formados por uma matriz a base de cimento e reforçados por microfibras poliméricas de alto desempenho, como fibras de PVA, polietileno de alto peso molecular, aramida e PBO (Curosu *et al.*, 2017), as quais permitem que o material mantenha ou aumente sua resistência mesmo após o surgimento da primeira fissura.

Outra característica importante deste material é a ocorrência de múltiplas fissuras com abertura controlada, menores que $100\mu\text{m}$ (Li, 2003), o que pode impedir ou reduzir a penetração de agentes agressivos, contribuindo para melhoria da durabilidade, tornando promissor o seu uso para realização de *retrofits* e reparos em elementos estruturais. Neste sentido, este trabalho apresenta as principais vantagens e desvantagens deste tipo de material e avalia a sua viabilidade como substituto do concreto em estruturas, avaliando aspectos técnicos, como produção, transporte e aplicação e aspectos econômicos, considerando os custos dos materiais utilizados em sua produção.

2 Revisão Bibliográfica

2.1 Compósitos Cimentícios do Tipo SHCC

Compósitos cimentícios com comportamento de *strain hardening* são materiais especiais de matriz cimentícia reforçados por fibras, caracterizados pela ocorrência de múltiplas fissuras de abertura controlada e aumento ou manutenção da resistência após a ocorrência da primeira fissura, o que lhe confere elevada ductilidade e tenacidade e o difere dos concretos reforçados por fibras tradicionais, que apresentam queda de resistência (*strain softening*) após a fissuração da matriz cimentícia, como mostrado na Figura 1.

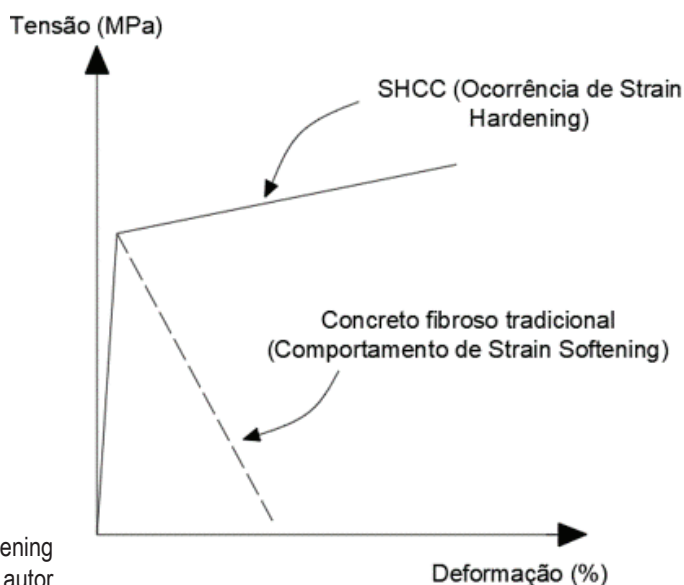


Figura 1 – Comportamento de Strain Hardening
Fonte: própria do autor

As primeiras ocorrências desse tipo de material datam da década de 70. Em 1975, ALI *et al.* relataram a obtenção do comportamento de múltipla fissuração com ganho de resistência em compósitos cimentícios utilizando fibras de vidro de 10 a 40mm e frações em volume entre 2 e 8%. Apesar dos ganhos de resistência e de capacidade de deformação observados, a deformação máxima não ultrapassou 1%.

Em 1978, Kasparkiewicz utilizou pela primeira vez o termo “*strain hardening*” para descrever ganho de resistência e ductibilidade observado em compósitos cimentícios ensaiados a tração, produzidos com 2% de fibras de aço com ganhos nas extremidades, 0,4 mm de diâmetro e 25 mm de comprimento. Nos anos de 1980, foi desenvolvido um material com esse comportamento denominado SIFCON (LANKARD, 1984) , obtido a partir

da utilização de elevados volumes de fibras de aço, entre 5 e 12%. Apesar de atingir uma elevada resistência à compressão e elevadas capacidades de deformação, o volume excessivo de fibras utilizadas e a necessidade de técnicas especiais de produção, como o processo de infiltração de pasta de cimento (*slurry-infiltrated technique*) tornavam a aplicação desse tipo de compósito limitada.

O grande salto no desenvolvimento do SHCC se deu a partir da década de 90, em grande parte devido ao desenvolvimento do método de dosagem micromecânico (LI *et al.*, 1984), que utiliza conceitos de mecânica da fratura e propriedades da interface fibra-matriz para otimizar o volume de fibras a ser utilizado no concreto (LI *et al.*, 1995). Atualmente, as fibras mais utilizadas para a produção desse tipo de compósito são as microfibras PVA, as quais são mostradas na Figura 2.



Figura 2 – Microfibras de PVA (própria do autor)
Fonte: própria do autor

Outras fibras comumente utilizadas na produção de SHCC são as fibras de polietileno de alta densidade (HDPE, do inglês *High Density Polyethylene*), fibras de Aramida e PBO, além de microfibras de aço. A Tabela 1, a seguir, mostra as características das principais fibras utilizadas.

Material	PVA	HPDE	Aramida	PBO-HM
Marca	Kuralon	Dyneema	Technora	Zylon
Fabricante	Kuraray	DSM	Teijin	Toyobo
Diâmetro (µm)	40	20	12	13
Comprimento (mm)	12	6	6	6
Densidade (g/cm ³)	1,26	0,97	1,39	1,56
Resistência (MPa)	1600	2500	3400	5800
Módulo de elast. (GPa)	40	80	74	270

Tabela 1 – Fibras Utilizadas para produção do SHCC
Fonte: Curosu et al., 2017

2.2 Utilização de SHCC para Melhoria da Durabilidade

Como mostrado anteriormente, materiais cimentícios do tipo SHCC possuem comportamento mecânico e características especiais que potencializam seu uso para melhoria da durabilidade de estruturas de concreto. Entre elas, a abertura controlada de fissuras, que reduz ou impede a penetração de agentes agressivos no concreto, reduzindo também a corrosão da armadura (VAN ZIJL, 2010).

PAUL *et al.* (2017) realizaram ensaios de corrosão induzida por cloreto, verificando a corrosão da armadura a partir do decaimento da corrente que passa pela armadura à medida que esta sofre corrosão. Os ensaios foram realizados para a matriz sem fibras e para compósitos do tipo SHCC, carregados e descarregados. De acordo com o autor, o elevado número de fissuras, com pequena abertura, fizeram com que a área disponível para a formação de anodos e catodos se reduza, o que reduz significativamente a corrosão da armadura.

SAHMARAN *et al.* (2011) investigaram as propriedades de transporte íons de cloretos em compósitos cimentícios do tipo SHCC sob carregamentos mecânicos e ambientais combinados. Para tanto, foram realizados testes de imersão em solução salina de corpos de prova previamente carregados. As amostras pré-carregadas de SHCC desenvolveram microfissuras inferiores a 50 μm e um coeficiente de difusão significativamente menor que de argamassa similarmente pré-carregada devido ao controle rígido da largura de fissuras. Além disso, a formação de microfissuras permitiu a ocorrência de autocicatrização na região das fissuras sujeitas à exposição à solução de NaCl.

LI (2008) estudou a durabilidade de amostras carregadas de SHCC em ambiente alcalino. Para tanto, as amostras foram inicialmente carregadas em tração direta e mantidas em ambiente alcalino por 3 meses a 38°C e depois recarregadas até a ruptura. Os resultados mostraram que as amostras recuperaram quase completamente sua rigidez quando ensaiadas novamente, o que pode estar associado ao fenômeno de autocicatrização. Os resultados apresentados confirmaram o bom desempenho do material em ambiente altamente alcalino.

2.3 Utilização de SHCC para Reparo e Reforço Estrutural

A elevada capacidade de deformação aliada à elevada resistência residual faz com que compósitos com comportamento de *strain hardening* sejam alvo de diversos

estudos para atestar sua viabilidade como material de reparo. LIM (1997) estudou a viabilidade de aplicação de compósitos do tipo SHCC reforçados com fibras de PVA para como material de reparo estrutural. Para tanto, os autores avaliaram o efeito da aplicação de camadas de SHCC sobre amostras já fissuradas e submetidas a carregamento de flexão. Os autores demonstraram que a presença do SHCC na região da fissura retarda consideravelmente a abertura das fissuras, fazendo com que as amostras tenham uma capacidade de deflexão muito superior às amostras não-reforçadas.

KAMAL *et al.* (2008) avaliaram a aplicação de SHCC como material de reparo, aplicando camadas do material na fase inferior de vigas pré-fissuradas. Os autores também demonstraram que presença do SHCC na região fissurada do substrato retarda consideravelmente a abertura das fissuras existentes, contribuindo para a durabilidade do elemento estrutural.

HUSSEIN *et al.* (2012) avaliaram a aplicação de SHCC de alta resistência, reforçados por polietileno de alta densidade, como reforço estrutural em vigas de concreto armado. Os autores demonstraram que a formação de fissuras no substrato acaba por levar à localização da fissura na região do reforço e, conseqüentemente, à sua ruptura. Entretanto, quando são utilizadas armaduras de aço na camada de reforço, a localização da fissura retardada, o que pode ser atribuído à boa resistência da camada de reforço. Resultados semelhantes foram obtidos no estudo de (KHALIL, 2017), que avaliou a viabilidade desse tipo de reforço para carregamentos cíclicos.

2.4 Análise de Custos e Ciclo de Vida

A partir da revisão da literatura relacionada a custos e ao ciclo de vida de compósitos do tipo SHCC fica evidente que o material possui um custo inicial muito superior ao concreto convencional, chegando a ser até quatro vezes mais caro (LI, 2002). Entretanto, é possível observar que o comportamento mecânico superior e a ocorrência de múltiplas fissuras com abertura controlada, fazem com que este possua durabilidade muito superior e seja mais vantajoso no que diz respeito aos custos de longo prazo, demandando menos manutenção, entre outros.

ZHANG *et al.* (2008) avaliaram a aplicação de compósitos do tipo SHCC como material de pavimentação. Para tanto, o material foi comparado com o concreto convencional e com um pavimento asfáltico (HMA) no que diz respeito a custos, consumo de energia na produção e a emissão de poluentes durante 40 anos de ciclo de vida. Os resultados indicam que o sistema com SHCC reduz a

energia total do ciclo de vida em 15% e 72%, as emissões de gases de efeito estufa (GEE) em 32% e 37% e os custos em 40% e 58% em comparação com o sistema de pavimentação de concreto e de HMA, respectivamente, durante todo o ciclo de vida de 40 anos.

KEOLEIAN *et al.* (2005) estudaram a aplicação desse tipo de material em juntas de dilatação de pontes, quando comparadas a juntas de dilatação convencionais de aço. As juntas de dilatação de pontes são necessárias para evitar o desenvolvimento de esforços devido a retração e dilatação térmica na superestrutura de pontes. Entretanto, essas regiões acabam por se tornar pontos de entrada agentes agressivos, que podem vir a deteriorar esse tipo de estrutura. Os autores mostraram que aplicação de SHCC nessa região pode reduzir em até 50% a geração de resíduos sólidos e em 38% o consumo de matéria-prima, além de reduzir em até 40% o consumo energético em toda a vida útil.

KENDALL *et al.* (2008) também avaliaram a aplicação de SHCC como material de preenchimento em juntas de pontes. Os autores mostraram que a utilização do SHCC nessa aplicação reduz em até 17% os custos de manutenção da ponte, além de reduzir o consumo total de energia e a emissão de gases em até 40% durante um ciclo de vida de 60 anos. Os estudos citados mostram que o material SHCC é promissor no sentido de reduzir os custos, o gasto energético e a emissão de gases das estruturas ao longo de toda sua vida útil.

3 Metodologia: Desenvolvimento de SHCC com Materiais Locais

Baseado na revisão bibliográfica apresentada, buscou-se produzir compósitos que tenham comportamento de SHCC, a fim de avaliar a viabilidade técnica de sua produção utilizando materiais locais. Para tanto, foi produzido um material reforçado por fibras de PVA baseado no traço utilizado por Jun (2010), o qual é mostrado na Tabela 3, a seguir. Em seguida, foram realizados ensaios de tração direta para avaliar o comportamento mecânico de um compósito

Material	kg/m³
Cimento CP - V ARI	505
Cinza Volante (CV)	621
Areia Diâmetro máximo 200microns	534
Superplastificante Glenium 51 (BASF)	11,7
Aditivo Modificador de Viscosidade (MasterMatrix UW 410)	1,20
Fibras de PVA (2% em volume)	26
Água	336

Tabela 3 – Traço Utilizado na Mistura

Os materiais utilizados foram cimento do tipo CPV-ARI, fornecido pela empresa Lafarge-Holcim, cinza volante fornecida pela empresa Pozofly, de Santa Catarina e areia quartzosa de rio com diâmetro entre 0,06 e 0,2mm. Além disso, foi utilizado superplastificante Glenium 51 com teor de sólidos de 30% com objetivo de oferecer a trabalhabilidade necessária para a moldagem dos compósitos e aditivo modificador de viscosidade MasterMatrix UW 410, a fim de evitar a segregação das fibras na mistura. Foi utilizada fibra de PVA de 12mm de comprimento e 40µm de diâmetro, da empresa Kuraray, em uma proporção de 2% em volume.

Para verificação da reologia do material no estado fresco foram realizados ensaios de *Flow Table*, conforme a NBR 13276 (2005). Também foram realizados ensaios de compressão com três amostras da matriz aos 14 dias, de 100mm de altura e 50mm de diâmetro, conforme mostrado na Figura 4.

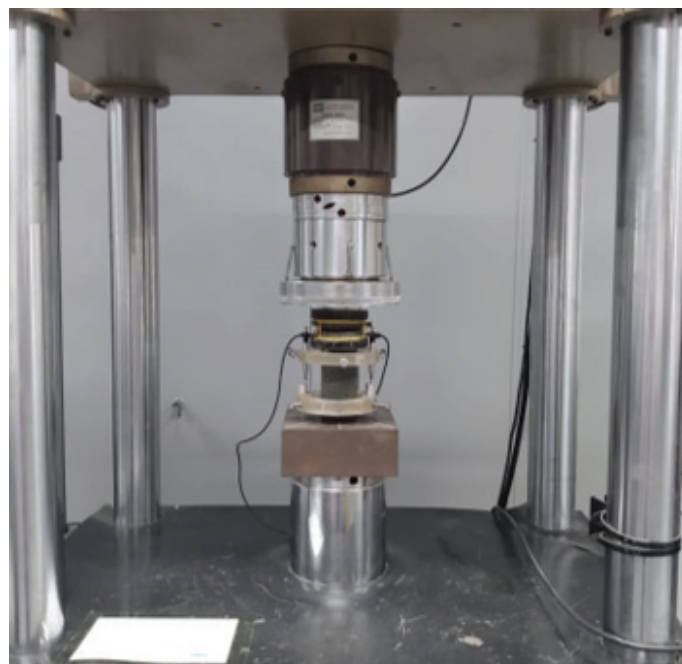


Figura 4 – Arranjo do ensaio de compressão

Fonte: própria do autor

As amostras para o ensaio de tração foram mantidas seladas em cura controlada a temperatura de 21°C por 12 dias. No 12º foram retiradas para realização de furos na parte inferior e superior para colocação de barras de aço, as quais são utilizadas para auxiliar na transferência de carga das garras do atuador para a amostra, como mostrado na Figura 3. As amostras retornaram para a sala com temperatura controlada até o 14º dia, quando foram ensaiadas.

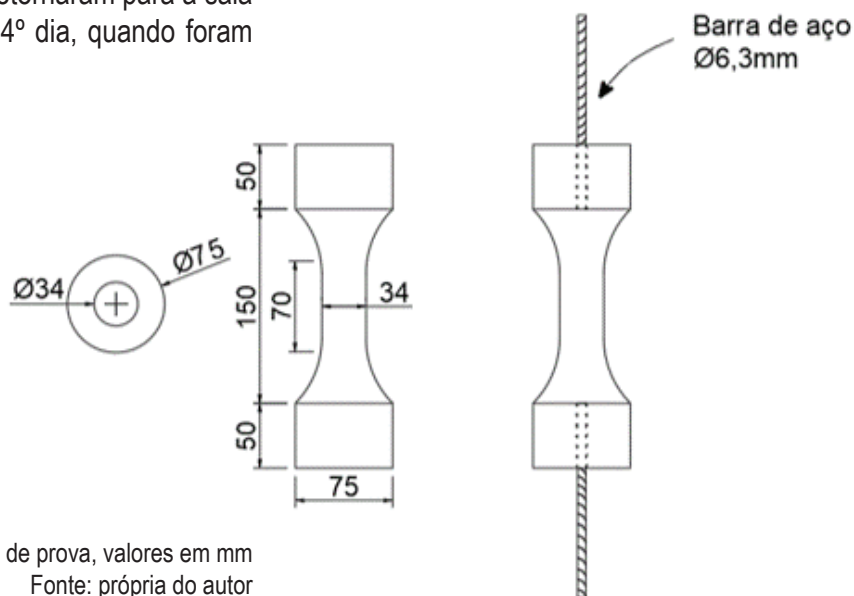


Figura 3 – Dimensões do corpo de prova, valores em mm
Fonte: própria do autor

Em seguida as amostras foram ensaiadas em tração direta em um atuador servo-hidráulico modelo MTS 311, a uma velocidade constante de 0,3mm/min. No ensaio foi utilizado controle por deslocamento e os deslocamentos foram medidos em uma região central do corpo de prova de 65mm, utilizando dois LVDT's de 5mm de curso. Foram ensaiadas 3 amostras no total. O arranjo do ensaio é mostrado na Figura 4, a seguir.



Figura 4 – Arranjo do ensaio de tração direta
Fonte: própria do autor

4 Resultados

A partir da realização do ensaio de espalhamento (flow table), chegou-se a um espalhamento de 235mm, que está de acordo com valores obtidos na literatura (Oliveira, 2015). Nos ensaios de compressão, foi possível obter uma resistência de 39,4MPa (desvio padrão = 1,8MPa). A Figura 5, a seguir, mostra os resultados do ensaio de tração direta.

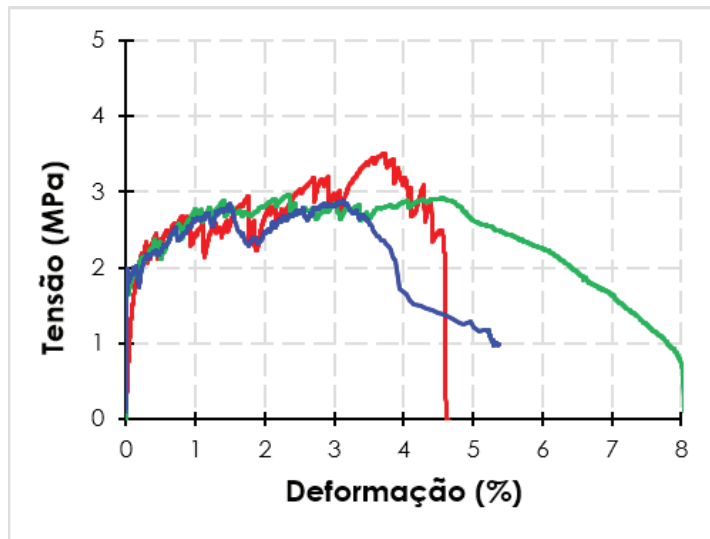


Figura 5 – Resultados do ensaio de tração direta
Fonte: própria do autor

A tabela 4, a seguir, mostra de forma resumida os resultados obtidos para o material em questão. Para a tração direta, foi possível obter uma resistência de primeira fissura de 2,01MPa e um ganho de resistência pós-fissuração, chegando-se a uma resistência última de 3,12MPa, um comportamento que se diferencia de concretos fibrosos convencionais, que apresentam queda de resistência após a fissuração.

		Desvio Padrão	Unidade
Resistência a compressão	39,4 (1,8)	1,8	MPa
Resistência de primeira fissura	2,01	0,29	MPa
Resistência última	3,12	0,35	MPa
Deformação Última	3,96	0,63	%
Flow Table	325	-	mm

Tabela 4 – Resultados Obtidos

Conforme apresentado por Li (2008), a elevada capacidade de deformação do material, com ganho de resistência pós-fissuração está associada ao fenômeno conhecido como “ponte entre fissuras”, onde as fibras passam a realizar a transferência de tensões na região das fissuras, permitindo ganho de resistência, com elevada capacidade de deformação.

5 Conclusões

A partir dos ensaios mecânicos realizados, fica evidente que os compostos cimentícios do tipo SHCC reforçados por fibras de PVA possuem um comportamento mecânico muito superior a matrizes a base de cimento convencionais, uma vez que este apresenta ganho de resistência após o surgimento da primeira fissura, com manutenção da resistência até elevados valores de deformação.

A partir da revisão bibliográfica realizada, foi possível concluir que a aplicação do material é viável para a realização de reparos e reforços estruturais, uma vez que o material atinge deformações e resistências últimas muito superiores ao concreto convencional. Além disso, ficou evidente que o mesmo possui um custo inicial altamente elevado, em grande parte devido ao custo das fibras poliméricas, mas que no longo prazo pode apresentar benefícios no que diz respeito a aumento à redução do número de manutenções necessárias, reduzindo o custo final da estrutura e o consumo total de energia, sendo um material promissor para melhoria da durabilidade das edificações.

Referências

- BENTUR, A.; MINDESS, S. **Fibre Reinforced Cementitious Composites**. , n. Taylor & Francis, 2007.
- CUROSU, I.; LIEBSCHER, M.; MECHTCHERINE, V.; BELLMANN, C.; MICHEL, S. **Tensile behavior of high-strength strain-hardening cement-based composites (HS-SHCC) made with high-performance polyethylene, aramid and PBO fibers**. *Cement and Concrete Research*, v. 98, n. December 2016, p. 71–81, 2017. Elsevier.
- DE OLIVEIRA, A. M.; **Fluência a Altas Temperaturas, Aderência Fibras-Matriz e Comportamento Mecânico Sob Ações Higrotérmicas de Compósitos Cimentícios Reforçados Com Fibras de PVA**. , n. COPPE/UFRJ, 2015.
- HUSSEIN, M.; KUNIEDA, M.; NAKAMURA, H. **Strength and ductility of RC beams strengthened with steel-reinforced strain hardening cementitious composites**. *Cement and Concrete Composites*, v. 34, n. 9, p. 1061–1066, 2012. Elsevier Ltd.
- JUN, P.; MECHTCHERINE, V. **Behaviour of strain-hardening cement-based composites (SHCC) under monotonic and cyclic tensile loading: Part 1 - Experimental investigations**. *Cement and Concrete Composites*, v. 32, n. 10, p. 801–809, 2010. Elsevier Ltd.
- KAMAL, A.; KUNIEDA, M.; UEDA, N.; NAKAMURA, H. **Evaluation of crack opening performance of a repair material with strain hardening behavior**. *Cement and Concrete Composites*, v. 30, n. 10, p. 863–871, 2008. Elsevier Ltd.
- KENDALL, A.; KEOLEIAN, G. A.; LEPECH, M. D. **Materials design for sustainability through life cycle modeling of engineered cementitious composites**. *Materials and Structures/Materiaux et Constructions*, v. 41, n. 6, p. 1117–1131, 2008.
- KEOLEIAN, G. A.; KENDALL, A.; DETTLING, J. E.; et al. **Life cycle modeling of concrete bridge design: Comparison of engineered cementitious composite link slabs and conventional steel expansion joints**. *Journal of Infrastructure Systems*, v. 11, n. 1, p. 51–60, 2005.
- KHALIL, A. E. H.; ETMAN, E.; ATTA, A.; ESSAM, M. **Behavior of RC beams strengthened with strain hardening cementitious composites** (SHCKHALIL, A. E. H.; ETMAN, E.; ATTA, A.; ESSAM, M. **Behavior of RC beams strengthened with strain hardening cementitious composites (SHCC) subjected to monotonic and repeated**. *Engineering Structures*, v. 140, p. 151–163, 2017. Elsevier Ltd.
- LI, V. C. **Reflection on the research and developmnet of ECC. Proceedings of the JCI International Workshop on Ductile Fiber Reinforced Cementitious Composites (DFRCC) - Application and Evaluation**, 2002.
- LI, V. C. **On Engineered Cementitious Composites (ECC) A Review of the Material and Its Applications**. *Journal of Advanced Concrete Technology*, v. 1, n. 3, p. 215–230, 2003.
- LI, V. C. **Durability of mechanically loaded engineered cementitious composites under highly alkaline environments**. , v. 30, p. 72–81, 2008a.
- LI, V. C. **Engineered cementitious composites (ECC) material, structural, and durability performance**. , n. June 2011, 2008b.
- LI, V. C.; MISHRA, D. K.; WU, H. C. **Matrix design for pseudo-strain-hardening fibre reinforced cementitious composites**. *Materials and Structures*, v. 28, n. 10, p. 586–595, 1995.
- LI, V.; WU, H. C.; MAALEJ, M.; MISHRA, D. K.; HASHIDA, T. **Tensile Behavior of Engineered Cementitious Composites with Discontinuous Random Steel Fibers**. , v. 79, n. January, p. 74–78, 1984.
- LIM, Y. M.; LIB, V. C. **Durable Repair of Aged Infrastructures Using Trapping Mechanism of Engineered Cementitious Composites**. , v. 19, p. 373–385, 1997.
- PAUL, S. C.; PIETER, G.; GREEFF, A. **Corrosion Deterioration of Steel in Cracked SHCC**. *International Journal of Concrete Structures and Materials*, v. 11, n. 3, p. 557–572, 2017. Springer Netherlands.
- PETEK GURSEL, A.; MASANET, E.; HORVATH, A.; STADEL, A. **Life-cycle inventory analysis of concrete production: A critical review**. *Cement and Concrete Composites*, v. 51, p. 38–48, 2014.
- SAHMARAN, M.; LI, M.; LI, V. C. **Transport Properties of Engineered Cementitious Composites Under Chloride Exposure**. , n. June, 2011.
- ZHANG, H.; KEOLEIAN, G. A.; LEPECH, M. D. **An integrated life cycle assessment and life cycle analysis model for pavement overlay systems**. *Life-Cycle Civil Engineering - Proceedings of the 1st International Symposium on Life-Cycle Civil Engineering, IALCCE '08*, , n. June 2008, p. 907–912, 2008.
- ZIJL, G. P. A. G. VAN; WITTMANN, F. H. **On Durability of SHCC**. *Journal of Advanced Concrete Technology*, v. 8, n. 3, p. 261–271, 2010.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) –Código de Financiamento 001, pelo financiamento do trabalho realizado.

Recomendações para Submissão de Artigos e Matérias Técnicas na revista “Gestão & Gerenciamento”

Para enviar seu material para a revista, cadastre-se em nossa plataforma online: <http://nppg.org.br/revistas/gestaoegerenciamento>

Condições Básicas:

- O artigo deve ser original e inédito em publicações e exclusivo da Gestão & Gerenciamento;
- O texto obedecerá a padrões e requisitos bibliográficos, conforme o arquivo modelo, disponível no site <http://nppg.org.br/revistas/gestaoegerenciamento> ;
- Na submissão, a identificação dos autores deve ser removida do artigo (em Word), inclusive na opção de propriedades, visando não ser possível identificar os autores, e garantindo a avaliação por “pares cegos”;
- Os direitos autorais pertencem aos autores, mas estes devem aceitar que a publicação se dará através da revista Gestão & Gerenciamento, em primeira publicação;
- Os autores devem indicar no material enviado a seção mais adequada para a sua avaliação e publicação.



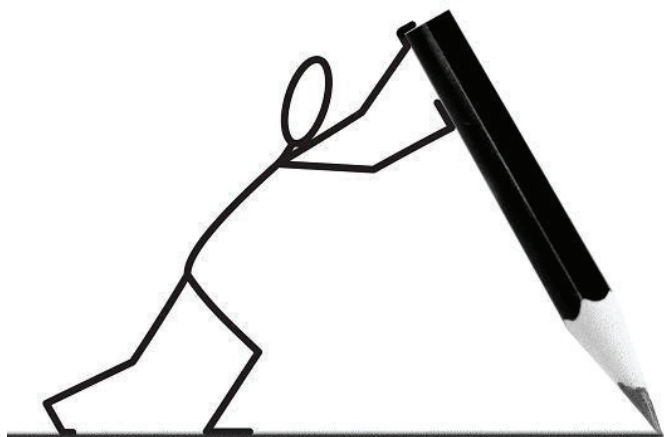
Linhas de Publicação:

Gestão

- Gestão da Sustentabilidade;
- Gestão de Resíduos;
- Gestão da Produtividade e da Inovação;
- Gestão de Riscos;
- Reabilitação do Ambiente Construído.

Gerência

- Análise dos Cenários Econômicos em Projetos;
- Estratégia Empresarial;
- Tópicos em Maturidade no Gerenciamento de Projetos;
- Gerência de Empreendimentos



Pós-Graduação

lato sensu

Inscrições
abertas

Especialização
em

**Planejamento, Gestão
e Controle de Obras Civis**

360 h

Fundão-RJ

três sábados sim e um folgando

Condições diferenciadas para ex-alunos da UFRJ.



Núcleo de Pesquisas em Planejamento e Gestão
www.nppg.org.br

CONTATO:

Tel.: 3938-7966 / 99703-9511

email: inscricao.nppg@poli.ufrj.br

O sucesso de um empreendimento civil é função direta de um planejamento efetivo que, associado a instrumentos de gestão, permite o controle da administração e da execução da obra.

CURTA DURAÇÃO



Núcleo de Pesquisas em Planejamento e Gestão

Capacitação na

Gestão de *Facilities*

72 h



“Aos colaboradores e prestadores de serviços em condomínios e grandes corporações.”

Esta Capacitação apresenta o benefício de oferta de conhecimentos dos recursos adequados (*peçoas, dinheiro, tempo, logística, formas de manutenção*) necessários para a realização do conjunto de atividades denominado de Gestão de *Facilities*.

Capacite sua equipe *in company*

Áreas:

Condomínios
Hotelaria
Conservação
Corporações

Fundão - RJ

aos sábados



Universidade Federal
do Rio de Janeiro
Escola Politécnica

Tel.: +55 (21) 3938-7966 / 99703-9511
email: inscricao.nppg@poli.ufrj.br
facebook.com/nppg.ufrj
www.nppg.org.br