ESG - ENVIRONMENTAL,SOCIAL AND GOVERNANCE
SINGEURB
IV Simpósio Nacional de Engenharia Urbana

Rio de Janeiro, 22 a 24 de novembro de 2023

RETROFIT PARA OTIMIZAÇÃO TÉRMICA DE UM EMPREENDIMENTO RESIDENCIAL

RETROFIT FOR THERMAL OPTIMIZATION OF A RESIDENTIAL DEVELOPMENT

(ALVES, Isabela)[1];(Vazquez, Elaine)[2];(NAJJAR, Mohammad)[3];(AMARIO, Mayara)[4]

[1] POLI/UFRJ, isabelaguatimozim@poli.ufrj.br
[2] PEU/POLI/UFRJ, elaine@poli.ufrj.br
[3] PEA/POLI/UFRJ,mnajjar@poli.ufrj.br
[4]PEA/POLI/UFRJ,mayara_amario@poli.ufrj.br

RESUMO

O retrofit é o processo de remodelação da edificação que visa solucionar a obsolescência da mesma. Pela relevância no consumo da energia e recursos nos edifícios, a execução de um retrofit pode ser aproveitada como um recurso auxiliar para mitigar os impactos ambientais. O objetivo deste trabalho é apresentar um estudo prático para a otimização de consumo de energia através de um retrofit. O empreendimento Belle Dame é um condomínio residencial de 34 casas individuais localizado na cidade de Nantes-França. Construído em 1989 e propriedade do grupo CDC Habitat Grand Ouest. A motivação para a realização do retrofit se deu pela necessidade de adequação das edificações antigas às novas normas e para a melhoria no conforto térmico. Neste contexto, foi realizado um estudo prático de projeto de retrofit, com o foco na otimização térmica incluindo as etapas de pré-diagnóstico e diagnóstico. A metodologia inclui análise e coleta de dados, apresentação dos parâmetros normativos, aplicação desses conceitos no objeto de estudo e como resultado têm-se o cenário a ser adotado na formulação dos projetos subsequentes. O estudo conduziu principalmente a atualização de tecnologias como isolamento do telhado, novas esquadrias com melhor performance e modernização do sistema de calefação.

Palavras-chave: Retrofit, Otimização térmica, Eficiência energética.

ABSTRACT

The retrofit is the process of remodeling the building that aims to solve its obsolescence. Due to the importance of energy consumption and resources in buildings, the execution of a retrofit can be used as an auxiliary resource to mitigate environmental impacts. The objective of this work is to present a practical study for the optimization of energy consumption through a retrofit. The Belle Dame development is a residential condominium of 34 individual houses located in the city of Nantes-France. Built in 1989 and owned by the CDC Habitat Grand Ouest group. The motivation for carrying out the retrofit was due to the need to adapt old buildings to the new standards and to improve thermal comfort. In this context, a practical study of a retrofit project was carried out, with a focus on thermal optimization, including the pre-diagnosis and diagnosis stages. The methodology includes analysis and data collection, presentation of normative parameters, application of these concepts in the object of study and, as a result, we have the scenario to be adopted in the formulation of subsequent projects. The study mainly led to the updating of technologies such as roof insulation, new frames with better performance and modernization of the heating system.

***Keywords**: Retrofit, Thermal Optimization, Energy Efficiency.*

1 INTRODUÇÃO

Segundo a NBR 15575-1(ABNT, 2021)retrofit é a remodelação ou atualização do edifício ou de sistemas, através da incorporação de novas tecnologias e conceitos, normalmente visando à valorização do imóvel, mudança de uso, aumento da vida útil e eficiência operacional e energética.

A otimização térmica em edificações visa melhorar a eficiência energética através da redução do consumo de energia. Isso pode ser alcançado por meio de diversas técnicas, como a utilização de isolamento térmico, vidros duplos, sistemas de ventilação eficientes, entre outros (Ardiani et al., 2018). A otimização térmica em edificações é importante para tornar o uso da energia mais sustentável e para reduzir seu impacto ambiental (Basu et al., 2017).

Segundo a Global Status Report for BuildingsandConstruction no ano de 2020 o setor de construção civil foi responsável mundialmente pelo consumo de 36% da energia final total consumida e 37% das emissões totais de dióxido de carbono (CO2). Destacam-se as edificações residenciais que são responsáveis por 22% da energia final total consumida mundialmente, assim como 27% das emissões totais de CO2 (Costa-Carrapiço et al., 2020). Nessa perspectiva há a urgente demanda no setor de construção civil por diminuir o consumo de energia assim como as emissões de gases nocivos na atmosfera.

O desenvolvimento sustentável desejado mundialmente demanda cada vez mais edifícios mais verdes e vai de encontro com preconizações como: melhorias do isolamento térmico dos edifícios, instalação de sistemas de aquecimento eficientes, iluminação eficiente, inclusão de fontes renováveis de energia, entre outros.

Retrofit, no âmbito da eficiência energética, significa uma revisão no sistema elétricos da edificação, com o intuito de conservação e redução do consumo de energia elétrica, sem prejudicar o conforto do usuário.(Ghisi, 1997).

Assim, o isolamento térmico do envelope da edificação abrange o isolamento das paredes externas, do piso e da cobertura, bem como a melhoria ou substituição das portas e janelas da edificação (Costa-Carrapiço et al. 2020; Pombo et al. 2016; Zhou et al., 2016).

O presente trabalho objetiva exemplificar o uso de retrofit para otimização térmica em um conjunto de casas unifamiliares em Nantes-França por meio da apresentação do estudo prático focado nas fases de pré-diagnóstico e diagnóstico.

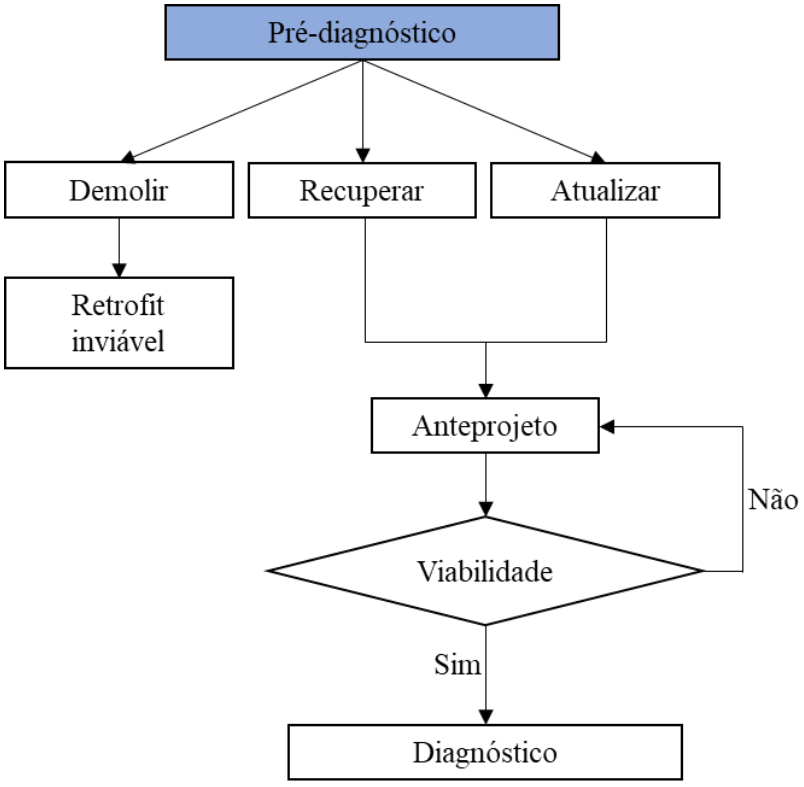
2 MÉTODO

A metodologia aplicada no presente trabalho se baseia principalmente no estudo prático do retrofit e otimização térmica do conjunto de casas em foco. O tema será abordado com a caracterização do objeto de estudo seguido da coleta de dados, nas fases de pré-diagnóstico e diagnóstico, e finalmente análise e adequação dos parâmetros normativos baseados na RT 2012.

2.1 Pré-diagnóstico

Para Barrientos e Qualharini (2004) o pré-diagnóstico representa uma ideia inicial da qualidade e do estado de conservação da edificação. Em geral, de custo reduzido. Opré-diagnóstico deve ser realizado através da investigação de documentos e plantas existentes e uma avaliação in situ que permitirá determinar o estado das obras e estruturas existentes. Esse pré-diagnóstico permitirá ao profissional escolher a opção que melhor se adequa à situação. A Figura 1 apresenta um fluxograma ilustrando as etapas de um pré-diagnóstico.

Figura 1 – Fluxograma de um pré-diagnóstico



Fonte: Adaptado de Barrientos, Qualharini, 2004

Ao iniciar essa etapa duas avaliações devem ser executadas, de recuperação e de atualização.

O processo "Recuperar" busca indícios de possibilidade de recuperar partes danificadas da edificação. Enquanto que "Atualizar" é usado para melhorar as condições de uso do edifício, independentemente do seu estado de degradação, podendo agregar novas tecnologias que promovem maior conforto e economia.

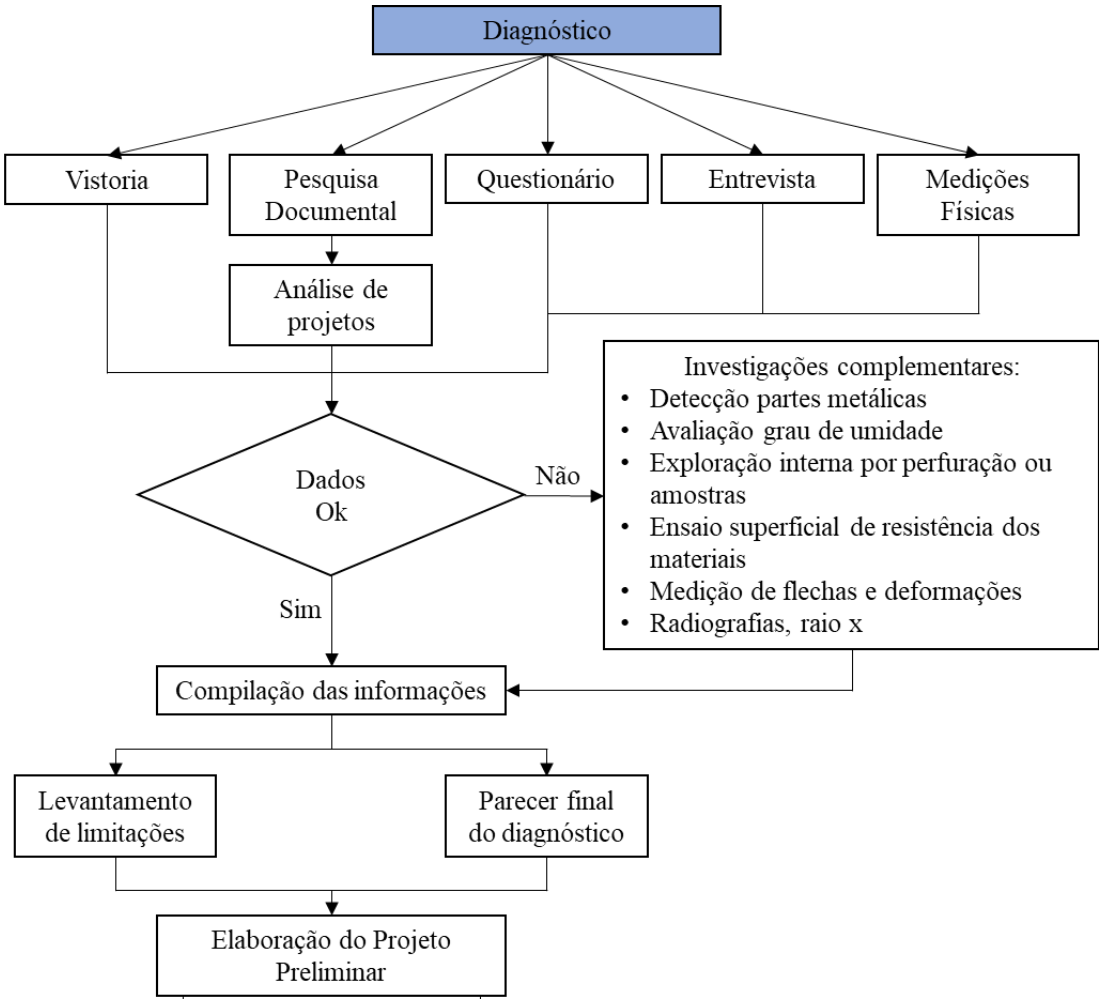
Demolição, para posterior reconstrução, é recomendada quando a estrutura está tão danificada que configura uma ameaça à estabilidade da construção. Esta opção só deve ser considerada se a modernização não for possível tanto do ponto de vista técnico quanto financeiro, resultado que o retrofit é inviável.

2.2 Diagnóstico

Vale (2006) define o diagnóstico como sendo a descrição do problema patológico incluindo sintomas, causas, mecanismo e caracterização da gravidade do problema. Para esta fase, Lanzinha et al. (2003) estabelecem um método de diagnóstico que forneça uma abordagem adequada para caracterizar o existente e a intervenção necessária, levando em consideração a globalidade do ambiente.

A Figura 2 exemplifica um fluxograma de atividades do diagnóstico defendida por Barrientos, Qualharini 2004 até alcançar seu resultado: a elaboração do projeto preliminar.

Figura 2 – Fluxograma de um diagnóstico



Fonte: Adaptado de Barrientos, Qualharini, 2004.

3 ESTUDO PRÁTICO

3.1 Caracterização do Empreendimento

O empreendimento no qual este trabalho se baseia é denominado La Belle Dame e está inserido no escopo da renovação de um conjunto de 34 casas unifamiliares construído em 1989 e situado na Avenue de la Belle Dame em Nantes-França, logo atrás de um loteamento, também construído na mesma época, cujas habitações foram vendidas e pertencem a outros proprietários. Na Figura 3 pode-se observar a vista aérea da propriedade.

Figura 3 – Conjunto de casas situado na Avenue de la Belle Dame.



Fonte:(Google Maps,2021)

As residências são compostas de uma estrutura de madeira e placas de cimento com o telhado formado por telhas sintéticas de fibra de ardósia e amianto sobre uma estrutura de madeira. Elas são no total 4 casas térreas de 3 quartos, que aqui serão chamados de T4, e 30 casas de dois andares com 4 quartos, chamadas T5, e são todas similares, podemos então generalizar 2 tipos de casas no conjunto. Entretanto, o objeto de estudo será na casa T4 com 79m² de área habitável, pois é o caso menos favorável nos aspectos térmicos e energéticos.

3.2 Pré-diagnóstico energético

Seguindo as etapas apresentados no fluxograma da figura 1, a coleta de dados para avaliação de demolição, recuperação e atualização seguida da constituição do anteprojeto é indispensável para a realização de um retrofit.

Alguns dados foram coletados no sistema de planejamento, criado na conclusão da construção. Estes dados incluíram: quantidade de janelas, áreas de piso, áreas de muro, áreas de vãos. Em complemento foram consultadas as planilhas técnicas, que informam sobre todos os materiais utilizados e sua duração esperada, tais como: janelas com vidro duplo, esquadrias em PVC, esquadrias em alumínio, esquadrias em madeira, paredes de concreto, drywall, estrutura de madeira do telhado etc.

Com isso foi possível identificar os sistemas com necessidade de substituição, e a oportunidade de ser escolhido um novo objeto substituto melhor (mais eficiente,

que vai de encontro com a redução do impacto ambiental, que consome menos, que dura mais etc.).

Foi feita também uma auditoria energética, nas residências T4, seguindo as diretrizes RT2012, englobando as seguintes fases: acordo do cliente, análise de documentos já em mãos sobre a construção, visita ao local, modelização do estado atual assim como as opções de melhoria, realização de relatório, apresentação dos cenários de melhoria.

No Quadro 1 é apresentado parte do diagnóstico da casa modelo estudada. Indicam-se os coeficientes de transferência térmica existentes das superfícies assim como o preconizado pela RT 2012 e que se deve ter como base. No Quadro 2 também é indicado a avaliação dos equipamentos em uso, baseando-se no manual técnico de cada equipamento, o qual já especifica sua performance. A partir das avaliações realizadas agrupam-se os pontos apresentando baixa e média performance e que devem ser priorizados no projeto para substituição: baixa performance (laje inferior, porta de entrada, porta da garagem e exaustor); média performance (paredes interiores entre os cômodos e a garagem, janelas, portas do jardim e boilers).

Quadro 1 – Características e performances dos sistemas da edificação.

Tipo de superfície	**Coeficiente U (W/m².K)**	**Avaliação**
Paredes exteriores: Estrutura de madeira com placas cimentícias. Presença de um material isolante no interior desta de 8cm entre o montante e o interior e 4cm para o exterior.	0,337	Boa
	Valor limite ideal RT 2012: 0,44	
Laje inferior: Concreto, sem isolamento.	0,74	Ruim
	RT 2012: 0,50	
Paredes interiores entre cômodos e a garagem: Estrutura de madeira com placas cimentícias. Presença de um isolante de 5cm.	0,7	Média
	RT 2012: 0,50	
Telhado: Teto horizontal isolado com duas camadas de 20cm de isolante entre as estruturas de madeira no sótão.	0,139	Boa
	RT 2012: 0,22	
Janelas e Portas para o Jardim: Esquadrias em PVC e vidro duplo (datando de 1989).	2,8	Média
	RT 2012: 2,3	
Portas de entrada e porta da garagem: Portas de madeira (mdf)	3,5	Ruim
	RT 2012: 2,3	

Fonte: Os autores

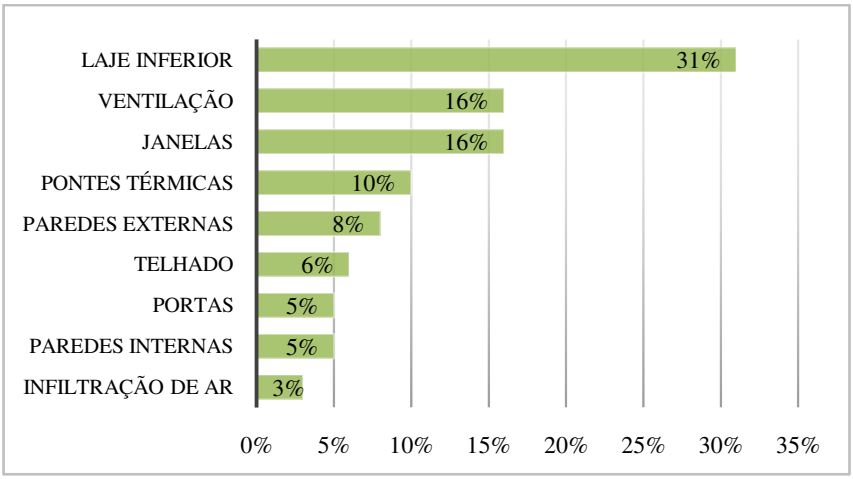
Quadro 2 - Características e performances dos equipamentos da edificação.

Equipamentos	Avaliação
Boiler de produção de água quente para calefação e uso direto. Marca: Saunier Duval Modelo: ThermaPlus	Média
Emissores da calefação: Radiadores de aço	Boa
Termostato digital: Termostato de ambiente localizado no hall de entrada.	Boa
Exaustor: Renovador de ar autorregulável Marca: Aldes	Ruim

Fonte: Os autores

A partir do pré-diagnóstico foi possível estimar o percentual das perdas de calor nos elementos construtivos, e como consequência de energia,

Figura 4 - Divisão das perdas energéticas por elemento construído.



Fonte: Os autores

3.3 Diagnóstico

O consumo energético anual da residência, foi fracionado em relação ao destino da energia gasta, como pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1: Resumo de consumo energético por uso.

Uso	Consumo por uso	
Calefação	12.640	kWhEP/ano
Água quente para uso pessoal (ECS)	2.501	kWhEP/ano
Iluminação	1.272	kWhEP/ano
Ventilação	863	kWhEP/ano
Auxiliares	379	kWhEP/ano
Total	17.655	kWhEP/ano

Fonte: Os autores

O aquecimento de água para calefação e água quente para usos domésticos (ECS) representam aproximadamente 85% de todo o consumo de eletricidade. Eles provem de aquecedoras a gás de baixa temperatura, que foram instalados nas casas em 2009, com uma nova substituição prevista para dez anos.

3.4 Proposições

A análise de dispersão do calor por tipo de elemento e por áreas em conjunto com o consumo por uso permitiu destacar áreas primordiais para melhoria. Nos Quadros 3 e 4 são apresentados comparativos das proposições, com suas vantagens e desvantagens.

Quadro 3 - Comparativo de proposições de instalações técnicas com suas vantagens edesvantagens.

Proposições de Instalações Técnicas:		
THE 1	Instalação de exaustores com sensor de umidade	Vantagens:
		- Redução na demanda de calefação
		- Investimento moderado
		- Melhoria no conforto dos habitantes
		Desvantagens:
		- Intervenção dentro da habitação
		- Extração de ar reduzida
THE 2	Instalação de aquecedor a gás com condensação	Vantagens:
		- Redução do consumo de energia do aquecedor
		-Intervenção relativamente simples
		Desvantagens:
		-Intervenção dentro da habitação
THE 3	Instalação de placas solares para aquecimento de água para uso pessoal em complemento do aquecedor	Vantagens:
		- Redução na demanda de uso do aquecedor
		-Melhoria no conforto dos habitantes
		-Integração de uma energia renovável
		Desvantagens:
		-Intervenção dentro da habitação
		-Custos e cuidados com manutenção
		-Investimento alto

Fonte: Os autores

4 CONCLUSÕES

O presente estudo prático La Belle Dame evidenciou que a adoção de medidas para redução das perdas térmicas e energéticas é uma boa estratégia a ser adotada visando um retrofit com otimização energética.

A realização do retrofit no presente trabalho foi mostrado como resultado de um conjunto de escolhas nas etapas chave com o objetivo de investir em tecnologias modernas ao invés de realizar simples substituições dos aparelhos obsoletos. Esse conjunto de aprimoramentos selecionados ao longo das etapas de pré-diagnóstico e diagnóstico resultou em uma melhoria geral dos imóveis: aumento do conforto, redução de gastos energéticos e redução do impacto ambiental a longo prazo.

Verifica-se ainda que as melhorias planejadas visam atingir o objetivo de aumentar a eficiência energética por meio de uma avaliação em etapas descritas na metodologia.

No estudo prático, depois de descrever as características do objeto de estudo, seu contexto e objetivos, foi realizada a etapa de avaliação energética prévia, apresentando informações sobre o estado inicial das construções.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT. **NBR 15575-1**: Edificações habitacionais - Desempenho, Rio de Janeiro, 2021.

ARDIANI, N. A., SUHENDRI, KOERNIAWAN, M. D., BUDIARTO, R., *Building retrofit to improveenergy performance from office to accommodation. Case study: Tower Building, Nottingham, UK*. MATEC WEB OF *CONFERENCES*, v. 206, 2018, artigo 02010.

BARRIENTOS, Maria Izabel G. G., QUALHARINI, Eduardo L., *Retrofit* de Construções: Metodologia de Avaliação. X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO-ENTAC, São Paulo, 2004.

BASU, C., PAUL, V. K., SYAL, M. G. M., 2017, *Innovations for energyefficiencyretrofittingfinancing in construction sector:Indian perspective*. *INTERNATIONAL CONFERENCE ON SUSTAINABLE INFRASTRUCTURE*, Nova Iorque, Estados Unidos, 2017.

BERG, F., FLYEN, A., GODBOLT, A. L., BROSTRÖM, T., *User-drivenenergyefficiency in historicbuildings:areview*. ***Journal of Cultural Heritage***, v. 28, p. 188-195. 2017.

COSTA-CARRAPIÇO, I., RASLAN, R., GONZÁLEZ, J., A systematic review of genetic algorithm-based multi-objective optimisation for building retrofitting strategies towards energy efficiency. **Energy and Buildings**, v. 210, artigo 109690, 2020.

E-RT2012, 2012, **Historique des RéglementationsThermiques**. Disponível em: <https://www.e-rt2012.fr/explications/generalites/precedentes-reglementations-thermiques/>. Acesso em: 20 de janeiro de 2023.

FARAH, M.F.S. **Tecnologia, processo de trabalho e construção habitacional.** 1992. 297f. Tese (Doutorado em Sociologia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo.

GHISI, E., 1997, **Desenvolvimento de uma metodologia para retrofit em sistemas de iluminação: estudo de caso na Universidade Federal de Santa Catarina**. Dissertação de Mestrado no Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

LANZINHA, J. C., FREITAS, V. P., CASTRO GOMES, J. P., 2003, Metodologia de DiagnósticoExigencialAplicada à Reabilitação de Edifícios de Habitação. 1º EncontroNacional sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios – PATORREB 2003, Porto, Portuga, 2003l.

VALE, M., **Diretrizes para Racionalização e Atualização das Edificações: Segundo o conceito da qualidade e sobre a ótica do *Retrofit***. 2006. Dissertação de mestrado apresentada a FAU/UFRJ, Rio de Janeiro.

POMBO, O.; RIVELA, B.; NEILA, J., 2016, The challenge of sustainable building renovation: assessment of currentcriteria and future outlook. ***Journal of Cleaner Production****, v. 123, p. 88-100.*

ZHOU, Z., ZHANG, S, WANG, C., ZUO, J., HE, Q., RAMEEZDEEN, R., 2016, Achieving energy efficient buildings via retrofitting of existing buildings: a case study. ***Journal of Cleaner Production****, v. 112, n. 5, p. 3605-3615.*