

AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO (APO) INTEGRADA AO PROJETO DE RETROFIT SUSTENTÁVEL: ESTUDO DE CASO PARA UM EDIFÍCIO PÚBLICO EM GOIÂNIA-GO¹

SOUSA, L. B. S., Universidade Federal de Goiás, email: larisosabarbosa@gmail.com; CALDAS, L. R., Universidade Federal do Rio de Janeiro, email: lrc.ambiental@gmail.com; HORA, K. E., Universidade Federal de Goiás, email: karlaemmanuela@gmail.com

ABSTRACT

Many of the existing buildings in Brazil were designed with some important architectural characteristics, such as bioclimatic strategies. However, some of them are currently modified or already obsolete. Nowadays, energy-efficient buildings are increasingly desired by low carbon public policies and for this purpose they need to have adequate conditions of thermal and luminous comfort. In this context, this paper aims to evaluate some thermal and luminous comfort conditions of a public building in Goiânia-GO, by the assessment of constructive, behavioral and user's aspects. For this, the Post-Occupancy Evaluation (POE) methodology was employed in this study by walkthrough visits and 60 questionnaires application. The questionnaire's responses showed that 63% of the interviewed users had a mild stress during their activities in the building. In terms of thermal comfort, the building not presented internal temperature values as stipulated by NR17 (1990) nor by ISO 9241 (ISO, 2011). For luminous comfort, the value of 1000 Lux are also not archived. In addition, almost 30% of the responses indicated that the building is in bad conditions of maintenance. In the end, we proposed an integrated model for the use of POE for sustainable retrofit building designs.

Keywords: Public buildings. Post-Occupancy Evaluation. Thermal comfort. Luminous comfort. Sustainable retrofit.

1 INTRODUÇÃO

No município de Goiânia-GO, em 2014, 5,5% do consumo de energia elétrica total do município esteve ligado ao consumo de edifícios públicos (IMB, 2017). Em 2015, 50,8% da energia elétrica consumida no Brasil esteve ligada aos setores residencial, público e comercial (BEN, 2016), mostrando que os edifícios são responsáveis por significativa parcela do consumo de energia elétrica nacional. Considerando isto, a avaliação dos edifícios é essencial quando se pensa em uma forma de tornar a construção civil mais sustentável em termos de consumo e eficiência energética no seu produto final. Aliando a isto, o conforto do usuário.

O local de trabalho, seja ele qual for, deve ser sadio e confortável, para as pessoas que nele permanecem. Além de apresentar segurança e ser satisfatório para as atividades que ali serão desenvolvidas. As edificações públicas/comerciais, dificilmente ficam isentas de condicionamento artificial de ar devido a características, tais como, elevada densidade ocupacional, presença de máquinas e uso de vestimentas, muitas vezes, formais, que

¹ SOUSA, L. B. S., CALDAS, L. R., HORA, K. E. R. Avaliação Pós-Ocupação (APO) Integrada ao Projeto de Retrofit Sustentável: Estudo de Caso para um Edifício Público em Goiânia-GO. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2018.

tendem a aumentar o desconforto térmico dos usuários (KEELER; BURKE, 2010). A percepção dos usuários sobre tais ambientes é relevante para as avaliações de conforto e eficiência energética, uma vez que, ao realizar essa avaliação considera-se, além do desempenho técnico dos edifícios, a relação com seus usuários. A Avaliação Pós Ocupação (APO), dessa forma, é um método importante para avaliar futuras adequações no edifício e proposição de medidas de *retrofit* (ANDRADE *et al.*, 2002).

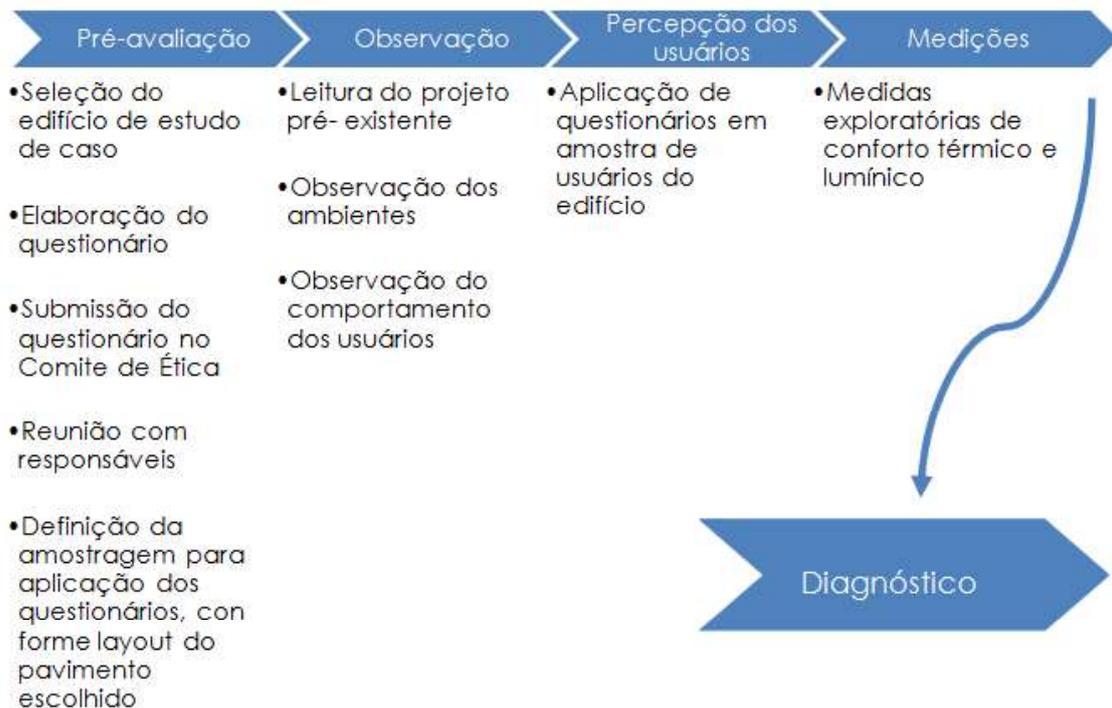
Um exemplo é o edifício sede do órgão de gestão ambiental do município de Goiânia-GO. Trata-se de uma construção localizada em área adensada. Este edifício já passou por inúmeras reformas visando atender as demandas do próprio órgão. Não obstante, alguns fatores visuais, já remetem questionamentos com relação ao conforto ambiental dos usuários e às preocupações relativas à eficiência energética.

Neste contexto, o presente artigo tem como objetivo avaliar um edifício público municipal de Goiânia, a partir do diagnóstico da construção atual, através da APO, avaliando aspectos construtivos, comportamentais e características dos usuários que estão diretamente relacionados com o conforto térmico e lumínico. Ao final, foi pensado em um modelo que integre a APO ao processo de projeto para *retrofit* sustentável de edificações.

2 METODOLOGIA

A APO foi realizada considerando o fluxograma apresentado na Figura 1, sendo realizado vistorias do tipo *walkthrough*, aplicação de questionários e medições no local.

Figura 1 - Metodologia para aplicação do APO

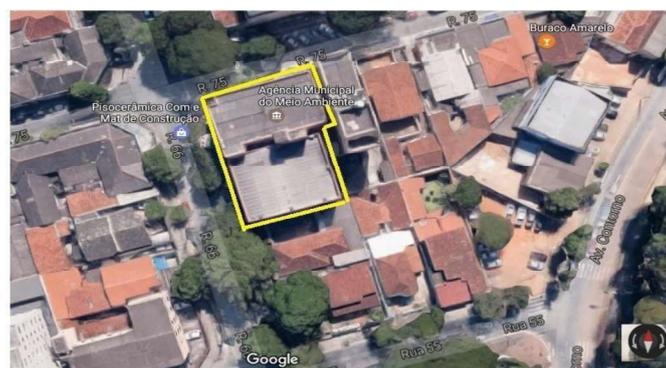


Fonte: Autores (2018)

2.1 Caracterização do edifício

Goiânia, capital do estado de Goiás, situa-se na Região Centro-Oeste do país. Em termos de clima, possui “duas estações sazonais” conhecida como “estação chuvosa”, que começa na segunda quinzena de outubro e se estende até março, e “estação seca” que tem início no mês de abril e vai até a primeira quinzena de outubro (INMET, 2018). O edifício estudado está localizado no Setor Central da cidade (Figura 2).

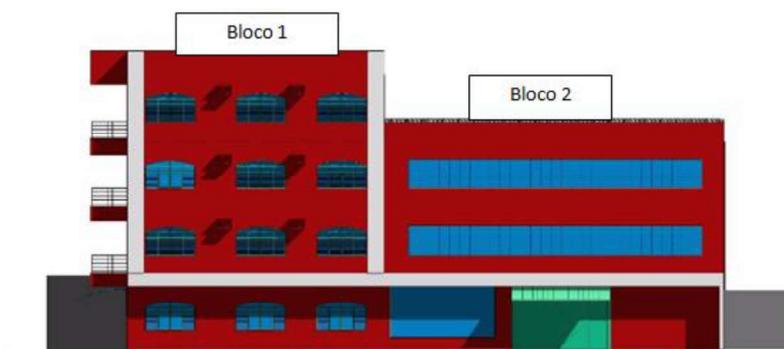
Figura 2 - Localização edifício em estudo



FONTE: Google Earth (2017)

A edificação compõe-se de dois blocos (Figura 3) com sistema construtivo convencional. O bloco 1 possui quatro pavimentos, enquanto o bloco 2 possui três pavimentos. Para a APO, escolheu-se o segundo pavimento do bloco 2, onde estão localizadas uma recepção e 12 gerências, o que equivale em média 40 funcionários. A área total do edifício é de 2.101,45 m², o segundo pavimento possui 613,57 m², onde o questionário foi aplicado.

Figura 3 - Representação dos Blocos do edifício



FONTE: HORA et al. (2016)

O edifício possui estrutura de concreto armado e alvenaria em tijolos cerâmicos. As fachadas são compostas por grandes janelas de alumínio, sem elementos de proteção solar. O Bloco 2 possui sua fachada composta por vidros temperados verdes. A ventilação mecânica do segundo pavimento do edifício é realizada por sete aparelhos de ar condicionado. Na fachada oeste não existe elementos de sombreamento.

2.2 Elaboração do questionário

Para avaliação da percepção de conforto termo-lumínico dos usuários foram utilizados questionários. O questionário foi elaborado a partir das indicações da ISO 7730 (ISO,2005) e revisão de questionários pré-existentes como o utilizado por Xavier e Lamberts (2008). Parte do questionário está representado nas Figuras 4 e 5.

Figura 4 - Questão 6 do questionário

6) Avaliação térmica

Horários: 1) __ hora(s) e __ minuto(s)

2) __ hora(s) e __ minuto(s)

Horário da avaliação	Opções	
	1	2
Algum equipamento está em uso?		
		Ar condicionado
		Ventilador
		Umidificador de ar
Como você se sente agora?		Com muito calor
		Com calor
		Com pouco calor
		Nem calor/nem frio
		Com pouco frio
		Com muito frio
Como você se encontra nesse momento?		Extremamente desconfortável
		Muito desconfortável
		Desconfortável
		Pouco desconfortável
		Confortável
Como você preferia estar se sentindo agora?		Muito mais aquecido
		Mais aquecido
		Um pouco mais aquecido
		Assim mesmo
		Um pouco mais refrescado
		Mais refrescado
	Muito mais refrescado	

Horário da avaliação	Opções	
	1	2
Como você preferiria que a temperatura do ar estivesse?		Mais baixa
		Assim mesmo
		Mais alta
		Não sei dizer
Como você preferiria que a umidade do ar estivesse?		Mais seco
		Assim mesmo
		Mais úmido
		Não sei dizer
Em relação ao vento, como você preferiria que estivesse?		Mais fraco
		Assim mesmo
		Mais forte
		Não sei dizer
Em relação à radiação solar, como você preferiria que estivesse?		Mais branda
		Como está
		Mais intensa
		Não sei dizer

Fonte: Autores (2018)

Figura 5 - Questão 6 do questionário

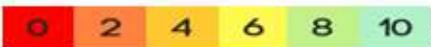
8) **Nível de stress**

As escalas de 10 a 0 serão representadas por palavras que definem seus extremos. Assinale o número que mais se relaciona com o que você sentiu no último mês:

- **Quão preocupado ou interessado acerca de sua saúde você tem estado?**

Nada  Muito preocupado

- **Quão relaxado ou tenso você tem se sentido?**

Bastante relaxado  Bastante tenso

- **Quanta energia, animação e vitalidade você tem tido?**

Muita  Nenhuma

- **Quão deprimido ou alegre você tem estado?**

Muito alegre  Muito deprimido

Fonte: Autores (2018)

Para aplicação dos questionários o projeto fora submetido à avaliação e autorização da Plataforma Brasil cujo número de cadastro é 77479817.7.0000.5083.

2.3 Aplicação dos questionários

Foi distribuído um total de 60 questionários de maneira homogênea no segundo pavimento do edifício, considerando posição do ambiente em relação à orientação solar e posição dos aparelhos de condicionadores de ar. A fim de abranger maiores possibilidades relacionadas ao tempo, os questionários foram aplicados semanalmente durante o mês de março de 2018.

2.4 Análise dos dados obtidos através dos questionários

Os dados dos questionários foram tabulados utilizando a ferramenta *Microsoft*

Excel, apresentados em quadros distintos para cada um dos “horários médios” em análise.

Os valores encontrados nas medições *in loco* levaram em conta as normas ISO 9241 (ISO, 2011) e NBR 5413 (ABNT, 92) para determinar se o ambiente se encontrava confortável.

2.5 Medições realizadas no local

Aliado aos questionários foi realizado medições no local com o *Instruterm THA Multifuncional* a fim de obter variáveis como temperatura do ar, umidade relativa e níveis de iluminância. Para as medições foram pré-estabelecidos nove pontos de maneira a coletar variáveis que agregariam maior número de possíveis condições que os usuários estariam expostos.

2.6 Proposição de um modelo integrado da APO para o retrofit sustentável de edificações

Para a proposição do modelo foi realizada pesquisa bibliográfica, sendo embasado principalmente nos estudos de Romero (2011) e Hora *et al.* (2017),

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Resultados da Avaliação Pós-Ocupação (APO)

Em relação ao conforto térmico, mesmo com aparelhos de ar condicionado a média do mês de março foi de 26,4°C, conforme Quadro 1.

Quadro 1 - Temperatura média aferida com aparelho multifuncional

Data	Temperatura Média (°C)
09/03	24,32
14/03	25,7
21/03	28,1
26/03	27,9

Fonte: Autores (2018)

Mais de 42% dos entrevistados declararam se sentir “neutros” em relação à temperatura; Outros 42% sentiam-se “levemente com calor” ou “com calor” e 16% “levemente com frio” ou “com frio”. De acordo com a Figura 6 mais de 40% dos entrevistados desejariam uma temperatura mais baixa.

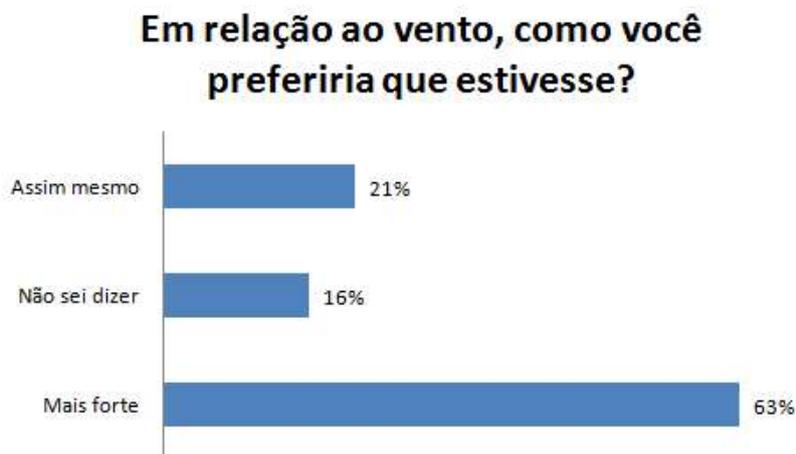
Figura 6 - Percentual em relação ao desejo da temperatura



Fonte: Autores (2018)

Em relação à umidade relativa do ar, durante o mês de março, as medições realizadas constataram valores na faixa 52-73%. Cerca de 21% dos entrevistados declararam confortáveis em relação à umidade, entretanto mais de 26% prefeririam um ambiente mais úmido. Quase 53% dos entrevistados não souberam se posicionar em relação ao item. Em relação à ventilação o equipamento *Instruterm THA Multifuncional* não conseguiu registrar nenhum valor significativo, mas a Figura 7 mostra que mais de 60% dos entrevistados desejariam que o vento estivesse mais forte.

Figura 7 - Percentual em relação ao desejo do vento



Fonte: Autores (2018)

Sobre o conforto visual 37% desejariam um ambiente com incidência solar mais branda. Os usuários localizados nos pontos A, B e C (próximos à fachada Oeste) demonstraram grande incômodo visual devido ao reflexo nos monitores dos computadores, causada pela ausência de persianas em parte das janelas (Figura 8) ou quando as demais persianas encontram-se abertas. O escritório conta, hoje, com cerca de 50% de suas lâmpadas em funcionamento. O Quadro 2 mostra valores médios de níveis de iluminância

medidos em cada ponto de medição in loco no segundo pavimento do edifício. Os valores medidos estão abaixo do indicado (1000 Lux) pela NBR 5413 (ABNT, 92).

Figura 8 - Visão interna do edifício no segundo pavimento do bloco 2



Fonte: Autores (2018)

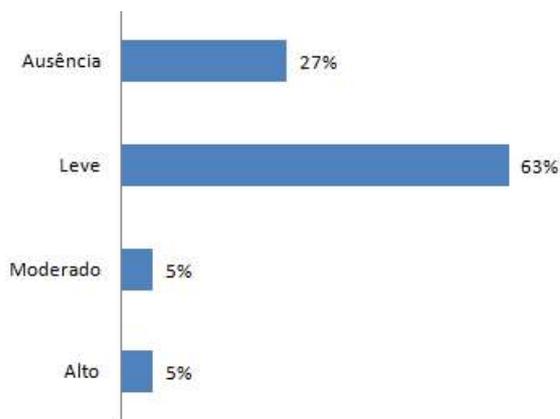
Quadro 2 - Luminância medida em cada ponto de amostragem

Ponto	Lux
A	218
B	358
C	275
D	50
E	109
F	40
G	25
H	49
I	29

Fonte: Autores (2018)

O nível de stress geral dos usuários é “leve”, conforme Figura 9.

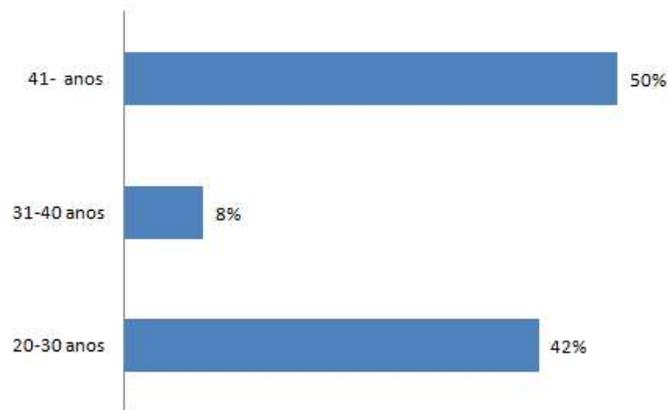
Figura 9 - Nível de stress



Fonte: Autores (2018)

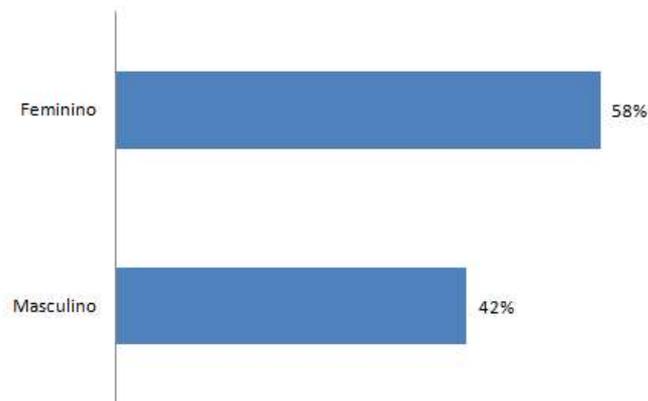
As Figuras 10 e 11 indicam as relações do stress com idade e sexo.

Figura 10 - Stress leve- Comparação faixa etária



Fonte: Autores (2018)

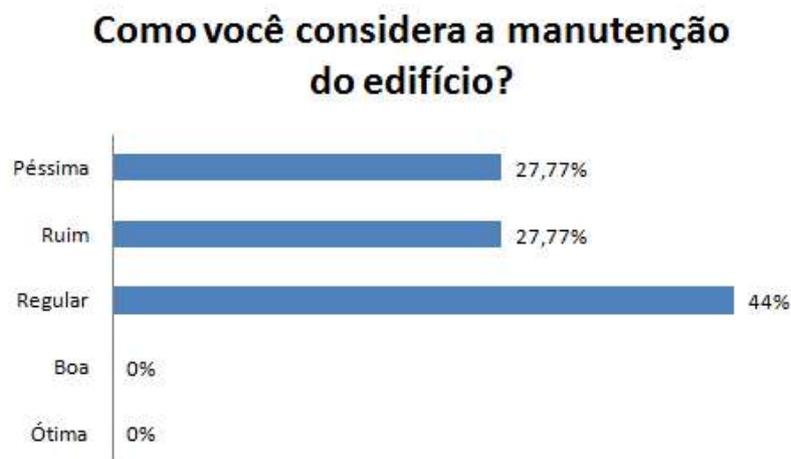
Figura 11 - Stress leve- Comparação sexo



Fonte: Autores (2018)

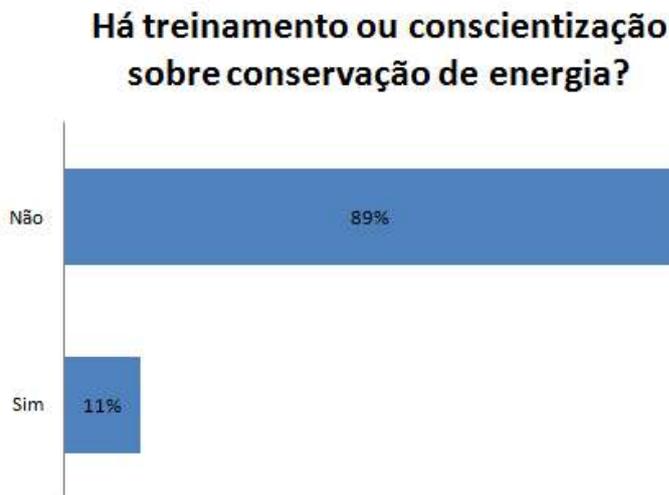
Para mais de 40% dos entrevistados, o edifício encontra-se com manutenção em péssimas condições e quase 90% alega não receber treinamento ou conscientização sobre conservação de energia. Esses resultados foram representados nas Figuras 12 e 13.

Figura 12 - Percentual referente à manutenção do edifício



Fonte: Autores (2018)

Figura 13 - Percentual em relação à presença de treinamento ou conscientização sobre conservação de energia



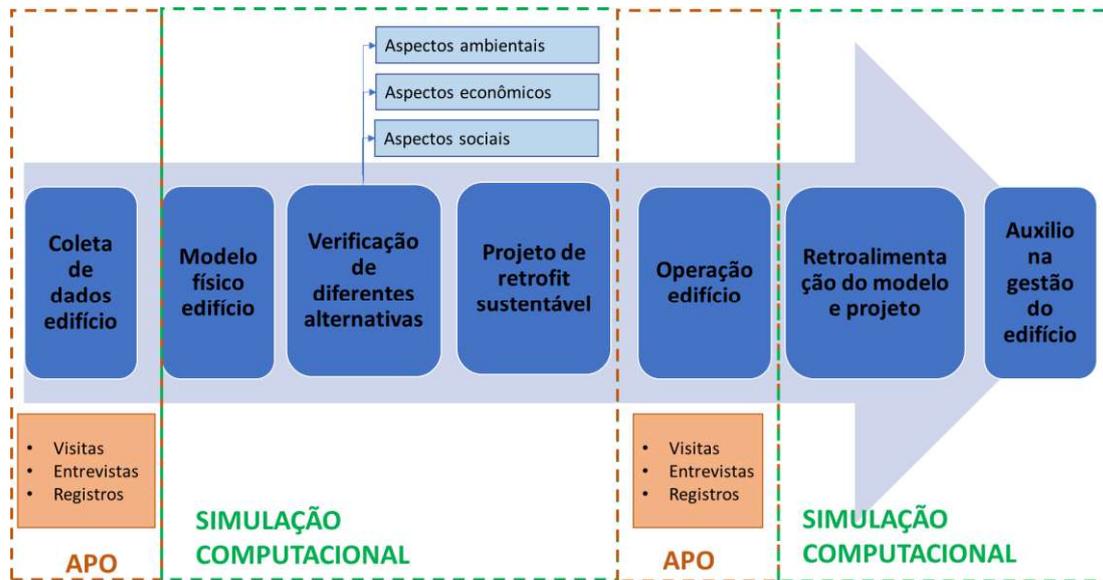
Fonte: Autores (2018)

Embora o município de Goiânia seja relativamente novo (tendo completado em 2018, 85 anos), muitas de suas edificações estão começando a ficar obsoletas, necessitando passar por *retrofits*. Neste sentido, a APO realizada para essa edificação poderá ser aplicada para outras edificações públicas do município, o que pode levar a diretrizes para a gestão pública.

3.2 Modelo Integrado da APO para o processo de projeto de *retrofit* sustentável de edificações

A APO torna-se um método valioso para o diagnóstico dessas edificações para posterior simulação computacional e avaliação de diferentes estratégias para um *retrofit* sustentável. Esse pode avaliar indicadores ambientais (energia, emissões de CO₂ e consumo de água), custos e aspectos sociais (relacionados ao bem estar dos usuários). Ainda neste contexto, a APO pode ser utilizada em conjunto com o *Building Information Modeling* (BIM), como apresentam Sales e Ruschel (2014). A Figura 14 mostra a proposição dessa integração.

Figura 14 - Integração da APO ao processo de simulação computacional para projetos de *retrofit* sustentável



Fonte: Autores (2018)

A partir deste modelo proposto observa-se que a APO tem papel em dois momentos: anterior ao projeto de *retrofit* e posteriormente para a avaliação se as estratégias pensadas foram efetivas, além da retroalimentação do modelo utilizado na simulação computacional.

4 CONCLUSÕES

Este estudo se propôs a avaliar a rotina e os usuários de um edifício municipal localizado na cidade de Goiânia – GO. A partir de uma avaliação pós-ocupacional (APO). Por meio de um questionário aplicado aos usuários foi verificado que o edifício não oferece condições adequadas de conforto ambiental. Em relação ao conforto térmico o edifício não apresentou valores de temperatura conforme estipulado pela NR17 (1990) do Ministério do Trabalho, nem pela ISO 9241 (ISO, 2011). Para o conforto lumínico, os valores presentes na NBR 5413 (ABNT, 92) também não estão sendo atendidos.

Os resultados encontrados nesta pesquisa servirão de *inputs* para a simulação computacional do edifício estudado, visando o estudo de diferentes alternativas para um *retrofit* sustentável. Um modelo de integração da APO ao processo de simulação computacional para o apoio de projetos de *retrofit* foi proposto.

Por fim, cabe ressaltar que metodologia e processo realizado será aplicada em outros edifícios municipais da cidade de Goiânia e por isso esta pesquisa tem o potencial de ter uma relevância a nível municipal, com contribuição para a tomada de decisão da gestão pública.

REFERÊNCIAS

- ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5413**: Iluminância de interiores. Rio de Janeiro, 1992.
- ANDRADE, C. M.; LEITE, B. C.C.; ORNSTEIN, S. W.; MALERONKA, C. G. Avaliação Pós-Ocupação (Apo) Aplicada em Edifício Antigo Requalificado para Abrigar Centro de Teletendimento 24 Horas. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9., 2002, Foz do Iguaçu. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2002.
- BARDELIN, C. E. A., **Os efeitos do Racionamento de Energia Elétrica ocorrido no Brasil em 2001 e 2002 com ênfase no Consumo de Energia Elétrica**, Dissertação (Mestrado em Engenharia)- Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2004.
- BEN, Balanço Energético Nacional- **Relatório síntese (ano base 2015)**-Empresa Energética- EPE, Rio de Janeiro,RJ, Junho de 2016- Disponível em: <<http://www.cbdb.org.br/informe/imag/63socios7.pdf>> Acesso: 27/05/2017.
- EPE, Empresa de Pesquisa Energética. **O Compromisso do Brasil no Combate às Mudanças Climáticas: Produção e Uso de Energia**. Ministério de Minas e Energia, Junho, 2016.
- HORA, K., CALDAS, L., PAULSE, P., SILVA, C., SPOSTO, R., Emprego do Green BIM para conservação de energia em edificações: estudo de caso para um estabelecimento de assistência de saúde em Goiânia-GO, In: EURO ELECS, **Anais...** São Leopoldo, 10 a 13 de maio de 2017.
- HORA, K. E. R., NAVES, E. R., SILVA, C. P. C., PAULSE, P. C., ARAÚJO, P. R. F. de, ESTRELA, C. de C., SOUZA, J. V. B., ALMEIDA, T. C., **Análise do Baseline sede da AMMA, Goiânia, Brasil**, Relatório, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil, 2016.
- INSTITUTO MAURO BORGES – **IMB**. Disponível em: <http://www.imb.go.gov.br/down/godados2014.pdf>. Acesso em: 20/03/2017.
- KEELER, M.; BURKE, B. **Fundamentos de Projeto de Edificações Sustentáveis**. 1ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.
- Norma Regulamentadora Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-17 - Ergonomia**. 1990.
- PROCEL, **Edificações Públicas** (2017). Disponível em: <<http://www.pbeedifica.com.br/etiquetagem/publica>>. Acesso dia 01/06/2017.
- 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.
- SALES, A. A.; RUSCHEL, R. BIM no suporte a Avaliação Pós-Ocupação. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15., 2002, Maceió. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2014.

XAVIER, A. A. DE P., LAMBERTS, R., **Conforto e stress térmico**, Universidade Federal de Santa Catarina- Centro Tecnológico, Departamento de Engenharia Civil. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, 2008, Florianópolis-SC, Brasil.