



Futuro da Tecnologia do Ambiente Construído e os Desafios Globais

Porto Alegre, 4 a 6 de novembro de 2020

TÉCNICAS E TECNOLOGIAS PARA MITIGAÇÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA EM EDIFICAÇÕES EXISTENTES À LUZ DO LEED¹

**Silva, Marcus Vinicius Rosário da (1); MEIRIÑO, Marcelo Jasmim (2);
CASTANÕN, José Alberto Barroso (3); PINA FILHO, Armando Carlos de (4)**

(1) LATEC/UFF, marcusrosario@yahoo.com.br

(2) LATEC/UFF, marcelojm@id.uff.br

(3) Engenharia/UFJF, jose.castanon@ufjf.edu.br

(4) POLI/UFRJ, armando@poli.ufrj.br

RESUMO

O setor de Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO) é o principal contribuinte para as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), sendo os edifícios responsáveis pela emissão de aproximadamente 50% em alguns países. A certificação Ambiental Leadership in Energy and Environmental Design for Existing Building (LEED EB: O&M) considera requisitos que impacta positivamente as emissões de GEE. Diante disto, que técnicas e tecnologias podem contribuir para mitigar as emissões de GEE em edificações existentes à luz dos requisitos da certificação ambiental LEED? A pesquisa tem como objetivo identificar técnicas e tecnologias que contribuam para a mitigação da emissão de GEE em edificações existentes à luz dos requisitos do LEED. Trata-se de uma pesquisa bibliográfica e documental. Como resultado, aponta-se um conjunto de técnicas e tecnologias que tem potencial para mitigação de GEE em edificações existentes, cabe destaque para o escopo 2 – compra de energia, uma vez que a certificação LEED EB: O&M e as tecnologias aportadas concentram-se na redução do consumo de energia. Para estudos futuros, sugere-se levantamento e mensuração de impacto das atividades inerentes ao uso, operação e manutenção de edifícios com aporte tecnológico (tipo de pesquisa: 2 - produto de disciplina - concluído).

Palavras-chave: Gases de Efeito Estufa. GEE. LEED. Edifícios Existentes. Tecnologias.

ABSTRACT

The Architecture, Engineering, Construction and Operation (AECO) sector is the main contributor to the assessment of Greenhouse Gases (GHG), with buildings emitted by the emission of approximately 50% in some countries. The Environmental Leadership in Energy and Environmental Design for Existing Building (LEED EB: O&M) certification considers requirements that positively impact so-called GHG. Given this, what techniques and technologies can contribute to mitigate as a GHG base in existing editions in light of the LEED environmental certification requirements? The research aims to identify techniques and technologies that contribute to the mitigation of GHG emissions in existing buildings in light of LEED requirements. It is a bibliographic and documentary research. As a result, we point out a set of techniques and technologies that have the potential to mitigate GHG in existing buildings, highlighting

¹ SILVA, Marcus Vincius Rosário da, MEIRIÑO, Marcelo Jasmim; CASTANÕN, José Alberto Barroso; PINA FILHO, Armando Carlos de. Técnicas e tecnologias para mitigação de gases de efeito estufa em edificações existentes à luz do LEED. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2020.

scope 2 - purchase of energy, since LEED EB: O&M certification and the technologies contributed are concentrated in reducing energy consumption. For future studies, it is necessary to survey and measure the impact of the activities inherent to the use, operation and maintenance of buildings with the help of technologies.

Keywords: Greenhouse Gases. GHG. LEED. Existing Buildings. Technologies.

1 INTRODUÇÃO

Reconhecendo a contribuição dos Gases de Efeito Estufa (GEE) de base antropogênica para as mudanças climáticas, a conferência das Nações Unidas de 2015 sobre as mudanças climáticas, realizada em Paris, desenvolveu um quadro climático sem precedentes, e um acordo foi assinado por 180 países (SCHMIDT; AHLUND, 2018). Muitos estudos concluem que o setor AECO (arquitetura, engenharia, construção e operação) é o principal contribuinte para as emissões GEE, sendo os edifícios com 43% do CO₂ nos EUA, mais de 50% na China e Reino Unido, 23% na Austrália (WANG *et al.*, 2016).

Complementarmente, na fase de operação e manutenção (O&M) da edificação há serviços de limpeza, segurança, paisagismo e hospitalidade que utilizam eletricidade, bem como, combustíveis, equipamentos, sendo necessários o transporte de pessoal e materiais (insumos e resíduos), gerando emissões adicionais de Dióxido de Carbono equivalente (CO₂eq) a partir do uso dos espaços (PELZETER, 2019).

A despeito das novas edificações que podem desde sua concepção abarcar soluções técnicas e tecnológicas que contribuem para mitigação de emissões de GEE, este estudo centra-se em edificações existentes com certificação ambiental LEED, e pergunta-se: que técnicas e tecnologias podem contribuir para mitigar as emissões de GEE em edificações existentes à luz dos requisitos da certificação ambiental LEED?

Dentre as diferentes versões do LEED para edifícios existentes, o relatório de emissões GEE está presente em todas elas, especificamente na categoria de Energia e Atmosfera. Alçando *status* de pré-requisito, isto é, atendimento obrigatório no processo de certificação, na mais recente versão: LEED v4.1 O+M Beta (USGBC, 2019). A pesquisa tem como objetivo identificar técnicas e tecnologias que contribuam para a mitigação da emissão de GEE em edificações existentes à luz dos requisitos do LEED EB:O&M.

2 METODOLOGIA DA PESQUISA

Inicialmente, foi realizada análise da literatura a partir de artigos científicos publicados e evidenciados na plataforma Periódicos CAPES, utilizando o método de revisão narrativa (CORDEIRO *et al.*, 2007). Para a busca, foram utilizadas as palavras-chave, das quais foram encontrados 4.538 artigos, filtrados “por pares” (3.185). Posteriormente, foram selecionados os 50 artigos mais relevantes de cada composição de palavras-chave, totalizando 150 artigos. Após a leitura do título e resumo, foram identificados 24 artigos aderentes a pesquisa, por tratarem de edifícios existentes certificados LEED e com aporte de tecnologia (Quadro 1).

Concomitantemente, a pesquisa documental foi conduzida a fim de esgotar todas as pistas capazes de fornecer informações relevantes sobre o processo de certificação LEED EB: O&M por meio dos guias de referência (SÁ-SILVA, ALMEIDA e GUINDANI, 2009).

Tabela 1 – Fluxo de seleção de artigos

Palavras-chave	Total sem filtro	Revisados por pares	50 + relevantes	Leitura do título e resumo
<i>green building AND existing building</i>	1.087	737	50	12
<i>green building AND greenhouse gas</i>	2.607	1.711	50	5
<i>existing building AND greenhouse gas</i>	844	737	50	7
Total	4.538	3.185	150	24

Fonte: Elaborado pelos autores

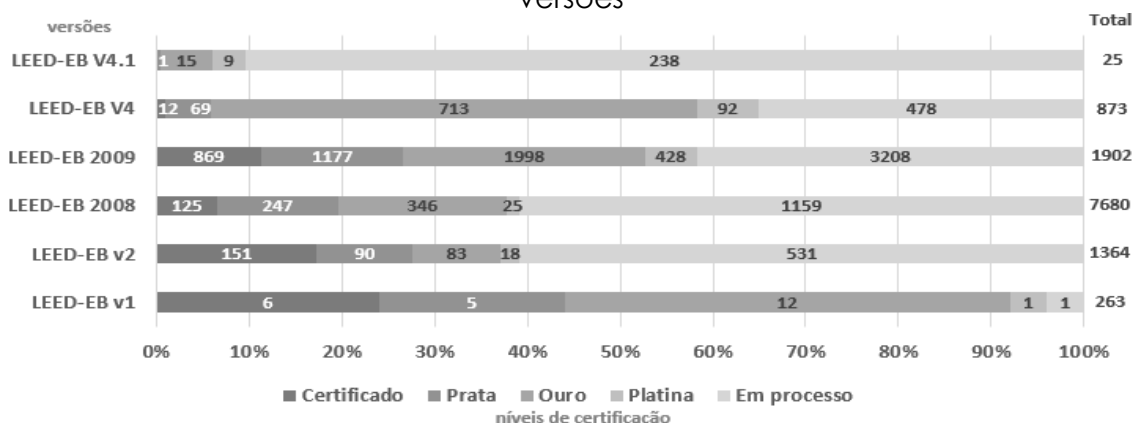
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Edifícios existentes certificados ambientalmente

A maioria dos edifícios existentes ainda estará em uso para os próximos 50 – 100 anos, devido sua longa vida útil. Sendo assim, a adequação / modernização / *retrofit* é interessante e seus custos menos dispendiosos do que demolir e reconstruir (JAGARAJAN *et al.*, 2017). As atividades de O&M são fundamentais para manter a intenção do edifício existente verde (EVV), mitigando desperdícios de energia significativos, redução da vida útil dos equipamentos e baixa qualidade ambiental interna (PUTNAM; PRICE, 2005).

O sistema de classificação *Leadership Energy and Environmental Design for Existing Buildings: Operations and Maintenance* (LEED EB: O&M) é um conjunto de padrões de desempenho para adequações e operações sustentáveis dos edifícios não submetidas à grandes reformas (EBERLY, 2008). Atualmente, há no mundo 12.107 edificações registradas junto ao *United States Green Building Council* (USGBC), conforme pode ser observado na Figura 1.

Figura 1 – Quantitativo de certificações LEED EB:O&M, destacando suas diferentes versões



Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados extraídos do USGBC (2019b)

3.2. Relatos GEE

O Relato GEE no LEED EB:O&M identifica os parâmetros de desempenho do edifício que reduzam o uso de energia e consequentemente às emissões GEE. São aceitos os métodos provenientes da *UNITED States environmental Protection Agency*, *ENERGY STAR*, *Carbon Disclosure Project*, *World Resources Institute / World Business Council for Sustainable Development* (WRI/WBCSD) ou a norma internacional ISO 14064-1: Gases de efeito estufa: Especificação e orientação a organizações para quantificação e elaboração de relatórios de emissões e remoções de gases de efeito estufa (USGBC, 2009).

O LEED EB: O&M passou por seis versões desde sua criação em 2000, tais quais: (a) LEED EB piloto (dados atualmente não disponibilizados); (b) LEED EB v2.0; (c) LEED EB: O&M 2008; (d) LEED EB: O&M 2009; (e) LEED O+M v4; e (f) LEED v4.1 O+M (CHENG; 2015; MA, 2015), e a abordagem sobre as emissões GEE sofreu alterações com o decorrer das versões. Entretanto, como pode ser observado no Quadro 1, quantificação das emissões GEE está exclusivamente relacionada ao consumo energético da edificação.

Quadro 1 – GEE e as versões LEED para Edifícios Existentes

Versão	Crédito GEE	Requisitos
LEED EB v2.0 (USGBC, 2004)	EAc5.4 – Performance Measurement: Emission Reduction Reporting	Identificar parâmetros de desempenho do edifício para redução da energia e emissões GEE.
LEED EB:O&M 2008 (USGBC, 2008)	EAc6 – Emissions Reduction Reporting	Identificar parâmetros de desempenho do edifício a partir da quantificação da redução do uso de energia e emissões GEE. Essas reduções e relato GEE devem ser rastreadas a partir de um programa formal.
LEED EB: O&M 2009 (USGBC, 2009) – versão atual	EAc6 – Emissions Reduction Reporting	Identificar parâmetros de desempenho do edifício a partir da quantificação da redução do uso de energia e emissões GEE.
LEED O+M v4 (USGBC, 2018) – versão atual	EA c – Renewable Energy and Carbon offsets	Demonstrar um ou ambas medidas para redução do uso total de energia do edifício.
LEED v4.1 O+M Beta (USGBC, 2019)	EA prerequisite – Energy Performance	Registrar e comparar as emissões GEE do edifício. A pontuação é um valor de 1-100 com base em emissões GEE do edifício por ocupante e emissões GEE por área útil.
	LT prerequisite – Transportation performance	Conduzir uma pesquisa junto aos ocupantes sobre os padrões de traslado.

Fonte: elaborado pelos autores a partir dos dados extraídos no USGBC (2004; 2008; 2009; 2018; 2019a)

O relato de emissões GEE deve contemplar todas as fontes e sumidouros de emissões inerentes à edificação. Devem ser monitorados os gases: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hexafluorsulfúrico (SF₆), hidrofluorcarbonos (HFC), perfluorcarbonos (PFC) e trifluoreto de nitrogênio (NF₃). As emissões são agrupadas por escopo, sendo: (a) escopo 1 – emissões controladas diretamente pela equipe gestora da edificação; (b) escopo 2 – emissões indiretas, relacionadas a geração de energia para a edificação; e (c) escopo 3 – emissões indiretas, sob controle de locatários ou atividades de empresas terceirizadas (ANBT; 2015; ABNT; SEBRAE, 2015).

3.3. Análise crítica do escopo

No Quadro 2 são apresentados os requisitos do processo de certificação correlacionando aos escopos da norma ABNT NBR ISO 14.064-1: 2015, a fim de subsidiar um relato de GEE completo sobre o uso, operação e manutenção da edificação em processo de certificação LEED EB:O&M.

3.4. Identificação de tecnologias para redução de emissões de GEE

Além dos esforços apresentados nas versões do sistema de classificação LEED EB: O&M para monitoramento e controle da energia, e consequentemente do registro de dados de escopo 2 para relatos GEE em EEV, há outras oportunidades para intensificar estes registros, inclusive atendendo a fontes emissoras das categorias 1 e 3. Em geral, os componentes, elementos e sistemas caracterizados como novas tecnologias têm o potencial para auxiliar a quantificação e redução de emissões de GEE são apresentados no Quadro 3.

Quadro 2 – Escopos do relato GEE x requisitos LEED EB:O&M

	Categoria	LEED EB: O&M 2009	LEED O+M v4	LEED v4.1 O+M Beta
Escopo 1	Combustão estacionária (ex: caldeiras e geradores)	EAc2.1: Comissionamento – investigação e análise EAc3.2: Medição de Desempenho energético	EAp: Medição de Desempenho energético EAc: Comissionamento - Análise EAc: Medição Avançada de Energia	EAp: Melhores práticas de eficiência energética
	Combustão móvel (ex: veículos corporativos)	SSc4: Transporte Alternativo	LTC: Transporte Alternativo	-
	Emissões fugitivas (ex: vazamento de fluido refrigerante e extintores)	EAp3 eEAc5: Gerenciamento de fluidos refrigerantes	EAp3 eEAc5: Gerenciamento de fluidos refrigerantes	EAp3 eEAc5: Gerenciamento de fluidos refrigerantes
	Processos industriais e uso de materiais	EAc2.2-2.3: Comissionamento IEQp3 *: Política de Limpeza Verde	EAc: Comissionamento – implementação, contínuo	EAp e EQ Limpeza Verde
	Tratamento de efluentes e resíduos sólidos (ex: ETE, compostagem)	SSc6: Controle de águas pluviais SSc2: gerenciamento de superfícies externas IOc1: Inovação em Operações	SSp e SSC: Gerenciamento do sítio SSc: Gestão da Água da Chuva INc: Inovação	SSc: Gerenciamento do sítio SSc: Água da chuva INc: Inovação
	Remoções de GEE (ex: recomposição de vegetação, queima de biogás)	SSc5: Proteger ou Restaurar Habitat Aberto IOc1: Inovação em Operações	SSp e SSC: Gerenciamento do sítio SSc: Proteger ou Restaurar Habitat INc: Inovação	SSc: Gerenciamento do sítio INc: Inovação
Escopo 2	Uso de energia (ex: eletricidade, calor ou vapor comprados)	EAp2 e EAc1: Desempenho de eficiência energética RPC1: Prioridade Regional	EAp e EAc: Desempenho de energia RPC: Prioridade Regional	EAp: Desempenho de energia
Escopo 3	Atividades relacionadas à energia não incluídas anteriormente (controle do locatário ou energia limpa)	EAp1: Planejamento, documentação e avaliação de melhores práticas na gestão energética EAc4: Energia renovável	EAp: Melhores práticas de gestão energética EAc: energia renovável	EAp: Melhores práticas de gestão energética
	Emissões geradas para a produção dos insumos (terceirizados e supply chain)	SSc2 *: gerenciamento de superfícies externas SSc3 *: Controle de Pragas, Controle de Erosão e Paisagem MRp1, MRC2.1, MRC2.2, MRC3 3 MRC3.5.: CompraSustentáveis IEQc3.3, IEQc3.4 e IEQc3.6: Limpeza verde	SSc:Gerenciamento do sítio MRp: Compra Resíduos MRp, MRC: Manutenção e Renovação EAp, EQc: Limpeza Verde EQc: Controle de Pragas	SSc: Gerenciamento do sítio MRp: Política de Compras, e de Manutenção e Renovação MRC: Compras EQ: Limpeza Verde EQ: Controle de Pragas
	Emissões resultantes do tratamento de resíduos gerados a partir de atividades organizacionais (autarquia de água e esgoto, e coleta de resíduos sólidos)	WEp1 e WEc2: Eficiência das instalações hidrossanitárias WEc4.1-4.2: Torre de Resfriamento MRp1, MRC6, MRC7, MRC8, MRC9: Gerenciamento de Compras e Resíduos Sólidos – Auditoria e suprimentos RPC1: Prioridade Regional	WEp e WEc: uso de água WEc: torre de resfriamento WEc: Medição de Água MRC: Gerenciamento de Resíduos Sólidos RPC: Prioridade Regional	WEp: Desempenho da Água MRp: Manutenção e Renovação de Instalações
	Transporte dos insumos adquiridos (ex: compras)	MRp1, MRC 2.1, MRC2.2, MRC 3 e MRC 5: Compra Sustentável	MRp e MRC: Compras e Resíduos MRp: Manutenção e Renovação	MRp:de Compras MRp: Manutenção e Renovação
	Uso de produto pelos clientes (ex: locatários)	IEQp2: Controle de uso do Tabaco IEQp3, IEQc3.1, IEQc3.2: Limpeza Verde	EQp: Controle de uso do Tabaco EQp e EQc: Limpeza Verde	EQp: Controle de uso do Tabaco EQ: Limpeza Verde
	Fim da vida útil do produto (ex: descarte de bens)	MRp2: Gerenciamento de Resíduos Sólidos	MRp: Compra e Resíduos MRp: Manutenção e Renovação	MRp: Manutenção e Renovação MRp: Desempenho de Resíduos
	Deslocamento de funcionários	SSc4: Transporte Alternativo	LTC *: Transporte Alternativo	LTP: Desempenho de transporte
	Outras emissões ou remoções indiretas (ex: emissões s da obra)	SSc1: Projeto e construção com certificação LEED	-	-

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados extraídos em USGBC (2009; 2018; 2019a) e ABNT; SEBRAE (2015)

Quadro 3 – Tecnologias aplicáveis ao ambiente construído para redução de energia e emissões de GEE

Tecnologia	Descrição
Controle de Iluminação por sensor	Economiza energia por meio da redução de luzes acesas.
Sistema de controle ideal para todo o edifício	Preve demanda e consumo elétrico para potenciais cenários operacionais .
Controle de iluminação a partir de foto-sensor	Resposta à luz visível, natural e artificial, por meio de foto-sensor
Ventilação controlada por demanda	No sistema de volume de ar variável, reduzindo também o consumo de energia do ventilador.
Portadores de linha de energia	Baixo custo de funcionamento, instalados na infraestrutura atual
Tecnologias de sensores Microeletromecânicos	Controle de iluminação natural no edifício
Modelagem da Informação da Construção - BIM	Criação de simulações precisas de desempenho energético.
Instrumentos de medição (calibrados)	Imagens por infravermelho térmico, Medidores de vazão ultrassônicos e Wattímetro para calcular o Coeficiente de Desempenho.
Sistemas Ciber-físicos	Representações computacionais para implementar estratégias de controle preditivo eficientes.
Fachadas inteligentes	Serve como um painel coletor fotovoltaico que é resfriado por um sistema de circulação de água

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de Roth et al. (2009), Panopoulou; Papadopoulos (2015), Ahmad et al. (2016), Sanhudo et al. (2018), Kim; Kim (2016),

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho atende ao objetivo geral, uma vez que identifica as técnicas e tecnologias que contribuam para a mitigação da emissão de GEE em edificações existentes à luz dos requisitos do LEED EB: O&M. Por meio da pesquisa bibliográfica e documental foi possível verificar quais requisitos do LEED são sinérgicas à classificação de fontes emissoras, preconizadas pela norma ABNT NBR ISO 14064:2015. Bem como, evidenciar às tecnologias aportadas na edificação para mitigar a emissão de GEE. Cabe destaque para o escopo 2 – compra de energia, uma vez que a certificação LEED EB: O&M e as tecnologias aportadas concentram-se na redução do consumo de energia. Para estudos futuros, sugere-se levantamento e mensuração dos impactos das fontes emissoras de GEE a partir das atividades inerentes ao uso, operação e manutenção de edifícios com aporte tecnológico voltados para redução de emissões.

AGRADECIMENTOS

Aos programas de pós-graduação em: (a) Engenharia Urbana (PEU) da UFRJ; e (b) Ambiente Construído (PROAC) da UFJF pelo acolhimento do mestrando da UFF nas disciplinas isoladas de Introdução à Automação Urbana e Técnicas do Ambiente Construído. Esta pesquisa tem o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) – Chamada Universal 01-2016, *Process Number*: 430119/2016-0.

REFERÊNCIAS

- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 14064-1**. Gases de efeito estufa – Parte 1: Especificação e orientação as organizações para quantificação e elaboração de relatórios de emissões e remoções de gases de efeito estufa. 2015.
- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS; SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Guia de implementação: Gestão de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa**. Rio de Janeiro, 2015.
- AHMAD, M. W.; MOURSHED, M.; MUNDOW, D.; SISINNI, M.; REZGUI, Y. Building energy metering and environmental monitoring – A state-of-the-art review and directions for future research. **Energy & Buildings**, 2016. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778816302158>>. Acesso em: 14 abr 2019. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.03.059>
- CHENG, J. C.P. A data-driving study of important climate factors on the achievement of LEED-EB credits. **Building and Environment**, v. 90, PP. 232-244 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/289556979_Data-driven_Study_on_the_Achievement_of_LEED_Credits_Using_Percentage_of_Average_Score_and_Association_Rule_Analysis>. Acesso em: 12 abr 2019, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.11.029>
- CORDEIRO, A. M.; OLIVEIRA, G. M.; RENTERIA, J. M.; GUIMARÃES, C. A. **Revisão Sistemática: uma revisão narrativa**, Comunicação Científica. 2007
- EBERLY, D. A. P.E. LEED EB Case Study: Achieving Platinum and the Energy Star Label for Corporate Headquarters. **Energy Engineering**, v. 105, n. 3, PP.23-37, 2008. Disponível em: xxx, Acesso em: 13 abr 2019, doi: <http://dx.doi.org/10.1080/01998590809509376>
- JAGARAJAN, R.; ASMONI, M. N. A. M.; MOHAMMEND, A. H.; JAAFAR, M. N.; MEI, J. L. Y.; BABA, M. Green retrofitting – A review of current status, implementations and challenges. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 67, PP. 1360-1368. 2017. Disponível em: <https://econpapers.repec.org/article/eeeerensus/v_3a67_3ay_3a2017_3ai_3ac_3ap_3a1360-1368.htm>. Acesso em: 12 abr 2019, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.091>
- KIM, S.; KIM, S. H. Lessons Learned from the Existing Building Energy Optimization Workshop: An Initiative for the Analysis-driven Retrofit Decision Making. **Journal of Civil Engineering**, 2016. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s12205-016-0727-7>>. Acesso em: 14 abr 2019 doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s12205-016-0727-7>
- MA, Z; COOPER, P.; DALY, D.; LEDO, L. Existing building retrofits: methodology and state-of-the-art. **Energy Build**, v.55, PP.889-902, 2012. Disponível em: <<https://ro.uow.edu.au/engpapers/5244/>>. Acesso em: 13 abr 2019. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.08.018>
- PANOPOULOS, K; PAPADOPOULOS, A. M. Smart facades for non-residential buildings: an assessment. Advances in **Building Energy Research**, 2015. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17512549.2015.1119058>>. Acesso em: 14 abr 2019 doi: <http://dx.doi.org/10.1080/17512549.2015.1119058>
- PELZETER, A.; SIGG, R. CO2 emissions from facility services. **Facilities**, v. 37, n. 3/4, PP. 216-233, 2019. Disponível em: <<https://www.emeraldinsight.com/doi/abs/10.1108/F-12-2017-0132>>. Acesso em: 13 abr 2019. doi: <https://doi.org/10.1108/F-12-2017-0132>
- SÁ-SILVA, J. R.; ALMEIDA, C. D.; G., J. F. Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. Revista Brasileira de História & Ciências Sociais, v. I, n. 1, p. 1-15, Rio Grande do Sul, jul. 2009.
- USGBC. UNITED STATES GREEN BUILDING COUNCIL. **Green Building Rating System for Existing Buildings: Upgrades, Operations and Maintenance**. Washington: U. S. Green Building Council. 2004. pp. 125

_____. **LEED for Existing Buildings: Operations & Maintenance.** Washington: U. S. Green Building Council. 2008. pp. 84

_____. **LEED 2009 for Existing Buildings: Operations and Maintenance.** Washington: U. S. Green Building Council. 2009. pp. 111

_____. **LEED v4 Operations and Maintenance:** Getting started guide for beta participants. Washington: U. S. Green Building Council. 2018. pp. 116

_____. **LEED v4.1 Operations and Maintenance:** Getting started guide for beta participants. Washington: U. S. Green Building Council. 2019a. pp. 83

_____. **Projects.** Disponível em: < <https://www.usgbc.org/projects>> Acesso em: 17 de abr 2019b

WANG, T.; SEO, S.; LIAO, P. C.; FANG, D. GHG emission reduction performance of state-of-the-art green buildings: Review of two case studies. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 56, PP. 484-493, 2016. Disponível em: <https://econpapers.repec.org/article/eeerensus/v_3a56_3ay_3a2016_3ai_3ac_3ap_3a484-493.htm>. Acesso em: 13 abr 2019 doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2015.11.037>