



# RBES

Revista Brasileira de  
Engenharia e Sustentabilidade

ISSN 2448-1661

Pelotas, RS, UFPel-Ceng

<https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/RBES/index>

**v.5, n.2, p.14-20, dez. 2018**

## APLICAÇÃO DO SOFTWARE EDGE PARA IDENTIFICAR O NÍVEL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE UMA EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL UNIFAMILIAR

MUTA, L. F.

Engenheiro Civil

**Palavras-chave:** construção sustentável, consumo de água, consumo de energia, energia incorporada, impactos ambientais.

### Resumo

A construção civil é um setor de alta relevância para a economia, afetando de forma direta e indireta outros setores. Entretanto, as atividades e processos da construção civil consomem demasiados recursos naturais, acarretando em impactos ambientais, econômicos e sociais. Faz-se necessário o emprego de medidas que reduzam os impactos causados pelo setor, assim, tornando a construção civil um ramo mais sustentável e menos impactante. Nesse âmbito é apresentado o software EDGE, que demonstra de forma simples e rápida o dispêndio energético de uma edificação residencial unifamiliar, objeto de estudo, e propõe medidas para ampliar a eficiência energética. Foram simuladas três propostas para otimizar a eficiência energética da edificação. Após a adoção das estratégias, a melhor proposta apresentou redução de 33,16% no consumo de energia, 77,59% no consumo de água e 75,41% na energia incorporada na edificação.

## APPLICATION OF EDGE SOFTWARE FOR THE ENERGY EFFICIENCY LEVELING OF A SINGLE-FAMILY RESIDENTIAL BUILDING

**Keywords:** sustainable construction, water consumption, energy consumption, embodied energy, environmental impacts.

### Abstract

Civil construction is a sector of great relevance to the economy, affecting directly and indirectly other sectors of the economy. However, construction activities and processes consume too many natural resources, resulting in environmental, economic and social impacts. It is necessary to mitigate measures that reduce the impacts caused by the sector, thus making construction a more sustainable and less impacting branch. In this context, EDGE software is presented, which demonstrates in a simple and fast way the energy expenditure of a single-family residential building, object of study, and proposes measures to amplify energy efficiency. Three proposals were simulated to optimize the energy efficiency of the building. After the adoption of the strategies, the best proposal presented a reduction of 33.16% in energy consumption, 77.59% in water consumption and 75.41% in energy incorporated in the building.

## INTRODUÇÃO

Os recursos energéticos são imperativos para os setores da economia e, conseqüentemente, para os seres humanos. As fontes de energia são o alicerce para realizar todas as atividades e serviços que compõem o sistema da sociedade (SILVA et al., 2003).

Embora a geração de energia seja essencial, Fragomeni e Goellner (2009) afirmam que o processo de implantação de uma fonte energética gera diversos impactos ambientais e sociais. Por exemplo, a instalação de uma usina hidrelétrica, principal fonte de energia elétrica do Brasil, acarreta o alagamento de uma grande área, ocasionando a decomposição da vegetação local, contribuindo para o aquecimento global (NAIME, 2012).

De acordo com Teixeira e Carvalho (2010), a construção civil desempenha uma função de alta relevância para a economia, gerando empregos e representando uma parcela considerável do produto interno bruto da nação. Além disso, impacta outros setores econômicos, ou seja, é um ramo de alta significância para a sociedade.

Embora a construção civil possua grande relevância, consolidando a infraestrutura urbana do país, também constitui um setor que gera volumes exorbitantes de resíduos e causa diversos impactos ambientais (MORAES; SOUZA, 2015).

Os fatores negativos da construção de um empreendimento se refletem desde a extração da matéria-prima dos insumos e se alastra até a operação e demolição da edificação, ou seja, todo o processo relacionado à construção civil gera algum tipo de impacto ambiental (SPADOTTO et al., 2011).

Segundo Cortês et al. (2011), a construção civil, por ser um setor altamente impactante, precisa assumir um compromisso com a sociedade e o meio ambiente, de forma a assimilar conceitos de sustentabilidade e eficiência energética no processo de construção.

De acordo com Bombonato e Nogueira (2014), a eficiência energética é um conceito associado ao crescimento econômico e desenvolvimento sustentável, além disso, é um dos indicadores de sustentabilidade que visa reduzir o consumo energético de um serviço sem prejudicar o desempenho, inclusive visa ampliar o rendimento através da redução do dispêndio

energético.

Através do Balanço Energético Nacional, elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2017), pode-se afirmar que o setor de edificações demandou, em 2016, 265,4 Terawatt-hora (TWh) de energia elétrica, representando 45,9% do total fornecido pela rede. As edificações residenciais, comerciais e públicas consumiram 21,4%, 15,41% e 7,48% respectivamente, da energia total produzida que equivale, a aproximadamente, 578,9 TWh.

Nas edificações residenciais, os maiores consumidores de energia são os sistemas de refrigeração, aquecimento de água e condicionamento de ar, representando 27%, 24% e 20% respectivamente, enquanto que a iluminação e outros eletrodomésticos consomem 29% (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014).

Através das informações de consumo energético nas edificações percebe-se que a eficiência energética é de grande valia para reduzir os impactos causados ao meio ambiente pelos processos, diretos e indiretos, causados pela construção civil.

De acordo com Agopyan e John (2011), a construção civil é um setor que demanda quantidades elevadas de recursos naturais, utilizados para a produção da matéria-prima consumida nas construções. Em virtude dessa demanda exorbitante de materiais e em consequência dos impactos ambientais, foram implementados diversos selos e certificações de sustentabilidade e eficiência energética para a construção civil.

Além da eficiência energética reduzir os impactos ambientais causados pela produção de energia, também é possível observar uma economia nos recursos financeiros, o que é extremamente positivo pelo fato do custo da energia elétrica estar aumentando (KLAUS; SHERER, 2017).

Segundo Conto, Oliveira e Ruppenthal (2016), dentre as medidas implementadas para efetuar a sustentabilidade e eficiência energética, os mais reconhecidos, de origem nacional, são: Selo Casa Azul da Caixa Econômica Federal (CEF) e Etiqueta PBE Edifica.

De acordo com o guia Selo Casa Azul, da CEF (2010), o selo é destinado às edificações residenciais,

objetivando o emprego de materiais e técnicas que visam a eficiência energética e redução dos impactos ambientais, assim, caracterizando um padrão de certificação socioambiental. A certificação é de cunho facultativo, sendo que a entidade responsável pelo empreendimento deve demonstrar interesse em obtê-la. Além disso, existe a obrigatoriedade de seguir as diretrizes construtivas, impostas pela CEF.

Segundo o site do Programa Brasileiro de Etiquetagem de Edificações (PBE Edifica), a etiqueta é uma garantia que a edificação apresenta padrões de qualidade, segurança e eficiência energética. A etiqueta foi estabelecida através da parceria entre a Eletrobrás e o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro). A sigla “PBE” é referente ao Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), que é coordenado pelo Inmetro, enquanto que a palavra “Edifica” é herdada do Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações (Procel Edifica), vinculado à Eletrobrás.

Além dos programas, selos e etiquetas que visam a sustentabilidade e eficiência energética na construção civil, também existem aplicativos que auxiliam e objetivam a redução do dispêndio energético nas edificações (CANEPPELE; NOGUEIRA; VASCONCELLOS, 2013).

O software EDGE, de acordo com o EDGE Methodology Report, desenvolvido pela International Finance Corporation (IFC, 2016), realiza comparações de eficiência energética entre dois cenários distintos (caso básico e caso otimizado) de uma edificação, objetivando, através de uma análise de viabilidade, auxiliar na tomada de decisões que possibilitam a consolidação de edifícios sustentáveis, com dispêndio energético reduzido. A partir da inserção de dados, referentes as características construtivas da edificação e climáticas da região, o EDGE demonstra o dispêndio de energia elétrica e água que o edifício demandará. Além disso, o software também revela a energia incorporada nos materiais utilizados na construção do empreendimento.

Segundo Sposto e Paulsen (2014), a energia incorporada está intimamente relacionada com o ciclo de vida do material, representando toda a energia que foi aplicada ao insumo, desde a fase de extração

da matéria prima até a demolição do produto final. Os pesquisadores ainda afirmam que quanto menor a energia incorporada de um material, mais sustentável esse é.

Diante do cenário de impactos ambientais e escassez de recursos naturais, esse artigo visa empregar o EDGE, ferramenta que avalia o nível de eficiência energética em edificações e propõe estratégias para aprimorar esse nível, em uma edificação residencial unifamiliar, objetivando a redução do consumo de recursos energéticos.

O EDGE, desenvolvido pela IFC, além de ser gratuito possui uma interface extremamente intuitiva. A ferramenta demonstra, através da inserção de dados, o consumo de energia elétrica, água e materiais (energia incorporada) na edificação. A metodologia e os resultados apresentados nesse artigo demonstram, de forma mais detalhada, como a ferramenta funciona.

## MATERIAL E MÉTODOS

Partindo do objeto de estudo, foi adotado uma edificação residencial unifamiliar, composta exclusivamente por pavimento térreo, situada num terreno de 15x25 m (375 m<sup>2</sup>) e a área construída é de, aproximadamente, 190 m<sup>2</sup>.

A Figura 1 demonstra a planta baixa da residência.



Figura 1. Planta baixa do objeto de estudo

A primeira etapa consiste em fornecer os dados requisitados pelo EDGE, referentes à localização da edificação, área dos ambientes, temperaturas mensais da região, dentre outros. A partir dos dados fornecidos é calculada a demanda energética da edificação, gerando o caso básico.

A Tabela 1 apresenta os parâmetros mais relevantes para simular o caso básico.

Tabela 1. Principais parâmetros solicitados pelo *software*

Parâmetro	Dado
País	Brasil
Cidade	São Paulo
Categoria de renda	Médio mais alta
Tipo de unidade	Casa
Área média da unidade (m <sup>2</sup> )	113.35*
Número de ocupantes	3
Combustível para aquecimento de água	Resistência elétrica
Combustível para aquecimento ambiental	Eletricidade

\* Refere-se às áreas fechadas

No parâmetro “Cidade”, existem poucas opções de escolha, sendo São Paulo a cidade mais próxima de Jacareí, local onde está situado o objeto de estudo.

A segunda etapa visa ampliar o nível de eficiência energética da edificação através da adoção de estratégias propostas pelo EDGE, assim, concebendo os casos otimizados. Foram elaboradas três propostas para otimizar a edificação.

A Tabela 2 demonstra as estratégias adotadas para a criação dos modelos otimizados.

Tabela 2A. Estratégias adotadas para reduzir o consumo de energia; Tabela 2B. Estratégias adotadas para reduzir o consumo de água

A. Energia		
Proposta 1	Proposta 2	Proposta 3
Refrigeradores e máquinas de lavar roupa de baixo consumo de energia	Isolamento térmico das paredes externas	Coletores solares de água quente
Lâmpadas de baixo consumo	Vidros de alto desempenho térmico	Células fotovoltaicas solares
Células fotovoltaicas solares	Ventilação natural	Fonte de energia eólica
B. Água		
Proposta 1	Proposta 2	Proposta 3
Torneiras de vazão reduzida para pia da cozinha	Chuveiros de vazão de reduzida	Chuveiros de vazão reduzida
Torneira de vazão reduzida para pia do banheiro	Vasos sanitários com descarga única	Vasos sanitários com duplo acionamento
Vasos sanitários com duplo acionamento	Água de reuso cinza para descarga	Aproveitamento da água da chuva

Após a seleção das estratégias, referentes ao consumo de energia e água, foi efetuada a seleção dos materiais construtivos da edificação, para o caso otimizado, objetivando empregar materiais com baixa energia incorporada.

A Tabela 3 apresenta os materiais adotados.

Tabela 3. Materiais empregados para redução da energia incorporada da edificação

Parâmetro	Material		
	Proposta 1	Proposta 2	Proposta 3
Laje	Concreto reforçado in-situ	Enchimento de concreto	Pré-moldada de núcleo oco

Telhado	Telhas de argila sobre vigas de madeira	Telhas asfálticas sobre vigas de madeira	Microtelhas de concreto sobre vigas de madeira
Paredes externas	Blocos cerâmicos de argila com emboço interno e externo	Blocos celulares de concreto leve	Blocos de concreto aerado autoclavado
Paredes internas	Blocos cerâmicos de argila com emboço interno e externo	Blocos de concreto oco	Blocos de concreto aerado autoclavado
Piso	Ladrilho cerâmico	Piso vinílico	Assoalho de tacos
Esquadrias da janela	Madeira	UPVC	Madeira

Após a adoção das estratégias desejadas, o EDGE efetua uma comparação entre o caso básico e otimizado, demonstrando o quanto a eficiência energética da edificação melhorou com as medidas selecionadas na segunda etapa.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Inicialmente foram inseridos os dados solicitados pela interface do EDGE, demonstrados na metodologia. A partir da inserção, a ferramenta apresentou a demanda da edificação por recursos energéticos e, assim, foi gerado o caso básico. Posteriormente, a partir da adoção das estratégias, foram elaboradas três propostas de casos otimizados.

A Figura 2 demonstra o consumo de energia do caso básico e dos três casos otimizados.

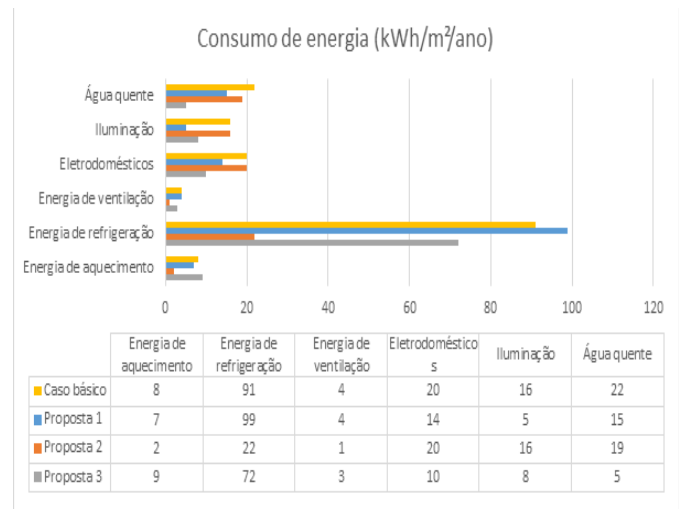


Figura 2. Consumo de energia do caso básico e dos casos otimizados

Embora não exista sistema de condicionamento de ar na edificação o EDGE efetuou o cálculo de consumo de energia de refrigeração, simulando uma situação em que o sistema existe. Esse mecanismo é muito útil, pois permite efetuar estudos de viabilidade referentes a implantação de sistemas de condicionamento de ar.

A Figura 3 demonstra o consumo de água do caso básico e dos três casos otimizados.

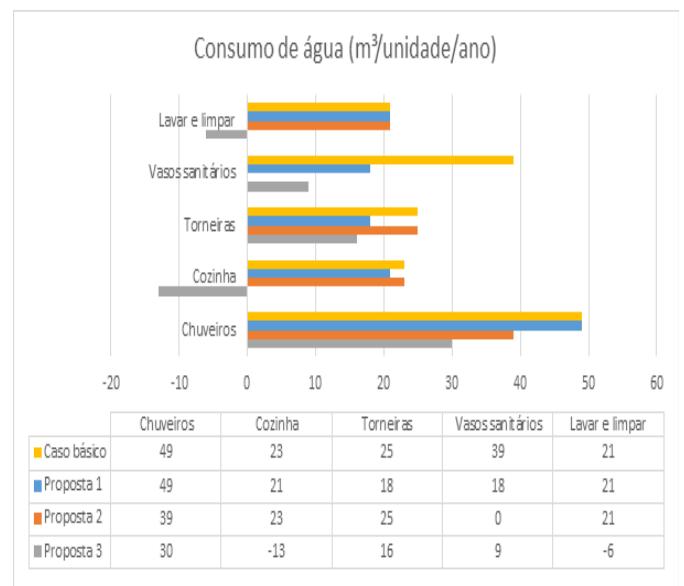


Figura 3. Consumo de água do caso básico e dos casos otimizados

A Proposta 2 apresenta consumo zero de água para os vasos sanitários pois foi adotada a estratégia de reuso de água cinza. Assim, o EDGE desconsiderou o consumo para essa proposta.

A Proposta 3, apresentada na Figura 3, apresenta valores negativos de consumo água. O fato é dado

valores negativos de consumo água. O fato é dado pois foi selecionada a estratégia de aproveitamento de água da chuva, ocasionando um excedente de água que pode ser aproveitado para outras finalidades além da lavagem de áreas externas, limpeza e utilização na cozinha.

A Figura 4 demonstra a energia incorporada do caso básico e dos três casos otimizados.

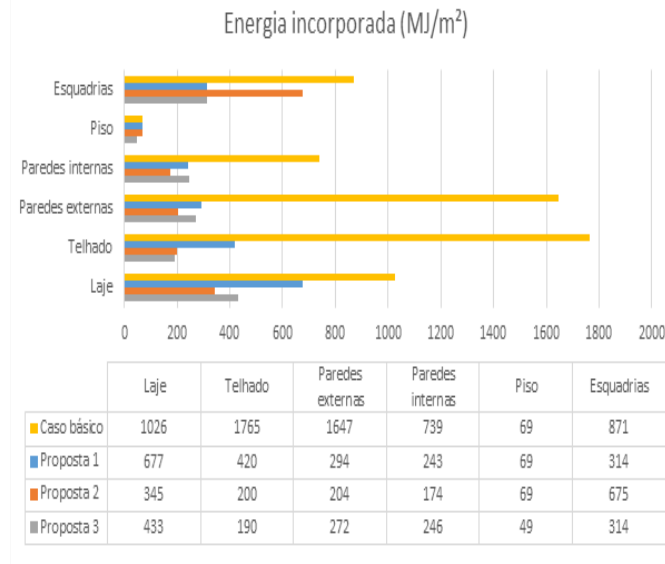


Figura 4. Energia incorporada do caso básico e dos casos otimizados

Por fim, é realizada a comparação entre os casos simulados a fim de demonstrar o quanto a eficiência energética foi otimizada

A Tabela 4 demonstra a relação entre as três propostas simuladas pelo EDGE.

Na Tabela 4. Eficiência energética das propostas simuladas para os casos otimizados

Proposta	Redução no consumo (%)		
	Energia	Água	Material (energia incorporada)
1	10,48	18,70	67,03
2	49,75	31,31	72,74
3	33,16	77,59	75,41

Embora a Proposta 2 apresente a maior redução no consumo de energia, as estratégias adotadas são voltadas para a economia de energia no sistema de refrigeração da residência. Portanto, as estratégias do tópico “Energia” da Proposta 2, não são aplicáveis à edificação abordada, que não possui sistema de refrigeração, servindo apenas como um estudo de viabilidade.

## CONCLUSÃO

Com base na aplicação do EDGE foi percebido que é possível reduzir consideravelmente a demanda energética de uma edificação através de medidas relativamente simples de serem executadas, como demonstrou a Tabela 2. Tais medidas envolvem a utilização de equipamentos mais eficientes, assim, não são necessárias grandes alterações no projeto. Entretanto, foi evidenciado que medidas mais complexas, que necessitam de mais planejamento na fase de projeto e execução da edificação, geram resultados mais satisfatórios, como exemplo: aproveitamento da água da chuva, adoção de fontes alternativas de energia (eólica), isolamento térmico das paredes e telhado, dentre outros.

Também foi percebido que a ferramenta possui certas limitações quanto a simulação do caso básico, pois ela não permite selecionar os materiais a serem empregadas na edificação, opção disponível apenas para o caso otimizado. Os materiais considerados para o caso básico, como demonstra o *User Guide for Homes*, elaborado pela IFC (2017), são estabelecidos pelo banco de dados do *software*, em função da região selecionada para o projeto, entretanto os métodos e materiais construtivos de uma edificação variam de obra para obra.

A metodologia, adotada pela ferramenta, para adoção dos insumos do caso básico, pode acarretar em incoerências no tópico de análise dos insumos, uma vez que os materiais adotados pela ferramenta, no caso básico, podem não corresponder à realidade da edificação.

Apesar da limitação apresentada, o EDGE continua sendo uma ferramenta interessante pela sua interface intuitiva, demonstrando possíveis medidas para

reduzir os custos decorrentes da utilização de recursos energéticos, além disso é uma ferramenta gratuita. Outrossim, o *software* expõe de forma sucinta o quanto o dispêndio foi reduzido, como demonstrou o presente artigo, em que a melhor proposta apresentou redução de 33,16% no consumo de energia, 77,59% no consumo de água e 75,41% na energia incorporada da edificação.

O empecilho apresentado pelo caso básico, referente à incoerência de materiais adotados, será contornado em trabalhos futuros.

## LITERATURA CITADA

- AGOPYAN, V.; JOHN, V. M. O desafio da sustentabilidade na construção civil. 1ª ed. São Paulo: Blucher, 2011.
- BOMBONATO, F.; NOGUEIRA, C. E. Estudos sobre a energia elétrica, eficiência energética e a sustentabilidade na construção civil. *Revista Théma et Scientia*, v. 4, n. 2, p. 120-126, 2014.
- BRASIL (2017). Balanço energético nacional 2017: ano base 2016. Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro. 296p.
- CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. SELO CASA AZUL Boas Práticas para Habitação Mais Sustentável. 2010. Disponível em: <[http://www.cbcs.org.br/userfiles/download/Guia\\_Selo\\_Casa\\_Azul\\_CAIXA.pdf](http://www.cbcs.org.br/userfiles/download/Guia_Selo_Casa_Azul_CAIXA.pdf)>. Acesso em: 27 jun. 2018.
- CANEPPELE, L. B.; NOGUEIRA, M. C. DE J. A.; VASCONCELLOS, A. B. DE. Avaliação da eficiência energética e custo benefício no uso de coberturas metálicas em supermercados empregando o software EnergyPlus. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v. 9, n. 9, p. 1971-1979, 2013.
- CONTO, V. DE; OLIVEIRA, M. L. DE; RUPPENTHAL, J. E. Certificações ambientais: Contribuição à sustentabilidade na construção civil no Brasil. *Revista GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, v. 11, n. 4, p. 100-127, 2016.
- CORTÊS, R. G.; FRANÇA, S. L. B.; QUELHAS, O. L. G.; MOREIRA, M. M.; MEIRINO, M. J. Contribuições para a sustentabilidade na construção civil. *Revista Eletrônica Sistemas & Gestão*, v. 6, n. 3, p. 384-397, 2011.
- FRAGOMENI, C.; GOELLNER, C. O impacto no meio ambiente pela atividade da geração de energia elétrica pelo uso de recursos hídricos. *Revista Justiça do Direito*, v. 23, n. 1, p. 75-85, 2009.
- INTERNATIONAL FINANCE CORPORATION. EDGE Methodology Report. 2016. Disponível em: <<https://www.edgebuildings.com/wp-content/uploads/2016/01/edge-methodology-01-2016.pdf>>. Acesso em: 28 jun. 2018.
- INTERNATIONAL FINANCE CORPORATION. Excellence in Design For Greater Efficiencies. 2018. Disponível em: <<https://app.edgebuildings.com/#/>>. Acesso em: 01 jun. 2018.
- INTERNATIONAL FINANCE CORPORATION. User Guide for Homes. 2017. Disponível em: <<https://www.edgebuildings.com/wp-content/uploads/2017/07/170726-00101-Homes-User-Guide-Version-2-0.pdf>>. Acesso em: 03 jun. 2018.
- KLAUS, C. B.; SHERER, O. L. DA S. Redução de custos através do uso eficiente da energia elétrica: Estudo de caso em uma empresa do ramo alimentício do Vale dos Paranhana/RS. *Revista Eletrônica de Ciências Contábeis*, v. 6, n. 1, p. 167-194, 2017.
- LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. Eficiência Energética na Arquitetura. 3ª ed. Rio de Janeiro: ELETROBRAS/PROCEL, 2014.
- MORAES, P.; SOUZA, C. R. DE. O impacto ambiental de uma edificação. *Revista Organização Sistemática*, v. 7, n. 4, p. 173-187, 2015.
- NAIME, R. IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DE HIDRELÉTRICAS E RESERVATÓRIOS NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS BRASILEIRAS. *Revista Monografias Ambientais*, v. 9, n. 9, p. 1924-1937, 2012.
- PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM DE EDIFICAÇÕES (PBE EDIFICA). O que é a etiqueta PBE Edifica?. Disponível em: <<http://www.pbeedifica.com.br/conhecendo-pbe-edifica>>. Acesso em: 22 ago. 2018.
- SILVA, E. P. DA; CAMARGO, J. C.; SORDI, A.; SANTOS, A. M. R. Recursos energéticos, meio ambiente e desenvolvimento. *Revista MultiCiência*, v. 1, n. 1, p. 1-22, 2003.
- SPADOTTO, A.; NORA, D. D.; TURELLA, E. C. L.; WERGENES, T. N. DE; BARBISAN, A. Os Impactos ambientais causados pela construção civil. *Revista Unoesc&Ciência – ACSA*, v. 2, n. 2, p. 173-180, 2011.
- SPOSTO, R. M.; PAULSEN, J. S. Energia incorporada em habitações de interesse social na fase de pré-uso: o caso do programa Minha Casa Minha Vida no Brasil. *Revista Oculum Ensaios*, v. 11, n. 1, p. 39-50, 2014.
- TEIXEIRA, L. P.; CARVALHO, F. M. A. A indústria de construção e o nível de desenvolvimento econômico regional: Análise para o período 1990-2006. *Revista de Desenvolvimento Econômico*, v. 12, n. 21, p. 51-61, 2010.