

# EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E NOVAS TECNOLOGIAS PARA A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

*Data de aceite: 03/07/2023*

### **Everton Augusto Gonçalves**

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul; Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia (FAENG), Mestrado Profissional em Eficiência Energética e Sustentabilidade

### **Andréa Teresa Riccio Barbosa**

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul; Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia (FAENG), Mestrado Profissional em Eficiência Energética e Sustentabilidade

**RESUMO:** O alto consumo energético, o esgotamento dos recursos naturais e a alta taxa de resíduos gerados são problemas causados pela construção civil, evidenciando a necessidade de uma mudança no ato de construir, seja através da adoção de novas tecnologias construtivas ou intervenções no planejamento. Dessa forma, pode-se afirmar que o raciocínio imediatista na fase de planejamento e execução da obra podem resultar em construções pouco eficientes no quesito energético e de conforto térmico, se tornando o principal problema no que tange a eficiência energética. Este artigo apresenta uma discussão sobre o tema do

combate ao desperdício energia elétrica e insumos, e aplicações de novas tecnologias ao longo de todo o processo construtivo das edificações. Verificou-se que os métodos construtivos utilizados no Brasil são os mesmos utilizados a décadas e o setor de construção civil é reconhecidamente conservador e tradicionalmente contrário a inovações e adoção de mudanças. Evidenciou-se, entretanto, que há necessidade de se adotar princípios sustentáveis e soluções tecnológicas que possam reduzir o consumo de energia. Um bom planejamento do canteiro de obras, adoção de indicadores de sustentabilidade e uma equipe consciente e engajada são as chaves para uma obra sustentável.

**PALAVRAS-CHAVE:** Eficiência energética, tecnologias inovadoras, construção civil.

### ENERGY EFFICIENCY AND NEW TECHNOLOGIES FOR THE CIVIL CONSTRUCTION INDUSTRY

**ABSTRACT:** High energy consumption, or natural resources generated to use are the high civil construction problems, evidencing the need for a change in the construction act, either through the new construction technologies adoption or interventions

in planning. In this way, it can be said that the problem is not be efficient in the planning and execution phase of the work can result in bad energy efficiency. This article presents a discussion on the combating waste electricity issue and inputs, and new technologies applications throughout the buildings construction process. It was found that the methods used in Brazil are the same used in the decades and the civil construction sector is admittedly conservative and did not change the innovation and adoption of changes in Brazil. It was evidenced, however, there is a need to improve technologies and improve solutions that can reduce energy consumption. A good planning the construction site, adoption of sustainability indicators and a conscious and engaged team are the keys to a sustainable work.

**KEYWORDS:** Energy efficiency, innovative technologies, civil construction.

## 1 | INTRODUÇÃO

Em função do progressivo aumento da demanda por energia, a matriz energética mundial vem se baseando em combustíveis fósseis e no consumo de energia elétrica, degradando o meio ambiente pela poluição, modificação dos ecossistemas e emissões de gases de efeito estufa na atmosfera (MOURA e MOTTA, 2013).

Além do alto consumo energético, o esgotamento dos recursos naturais e a alta taxa de resíduos gerados são problemas causados pela construção civil, evidenciando a necessidade de uma mudança no ato de construir, seja através da adoção de novas tecnologias construtivas ou intervenções no planejamento.

Dessa forma, pode-se afirmar que o raciocínio imediatista na fase de planejamento e execução da obra podem resultar em construções pouco eficientes no quesito energético e de conforto térmico, se tornando o principal problema no que tange a eficiência energética. A decisão pela implantação de novas tecnologias é um processo por meio do qual um indivíduo conhece uma inovação, forma a opinião de rejeitar ou adotar uma nova ideia, e confirma esta decisão (TOLEDO *et al.*, 1999).

Cada país apresenta um comportamento de resposta diferente ao avanço tecnológico, sendo importante entender o modelo ao qual cada um está inserido. De acordo com Toledo *et al.* (1977), o Brasil se insere dentro do Sistema Nacional de Aprendizado (SNA) analisando o processo de inovação tecnológica de outros países, considerando o padrão nacional: do nível de educação ambiental da mão de obra, da capacidade técnica dos profissionais e empresas de aquisição de tecnologia e o comprometimento de recursos em aprendizagem.

De acordo com Betts *et al.* (2004, p.1) a palavra tecnologia é um termo que envolve o conhecimento técnico científico e as ferramentas, processos e materiais criados e/ou utilizados a partir de tal conhecimento. Ainda segundo os mesmos autores citados, as inovações tecnológicas no cenário da construção civil só começam a ocorrer a partir da década de 1980 impulsionado pelas exigências do mercado e das políticas ambientais, bem como pelo questionamento da indústria que percebe um atraso tecnológico com

relação as mudanças socioeconômicas que ocorrem no contexto global levando o setor a repensar seu processo de gestão e produção.

Com o atraso nas inovações tecnológicas o Brasil viveu o que ficou conhecido como “década perdida” sem grandes façanhas econômicas buscando uma constante reestruturação econômica e o fortalecimento da indústria nacional (JUNIOR, 2008).

Com isso, a indústria nacional se viu inserida em uma grande crise que levou a falências de várias empresas devido a baixas qualidades nas construções, posteriormente demolidas. Potti *et al.* (2017) ressaltam que para superar esse contexto, o setor da construção civil teve que se adequar primando pela racionalização do seu sistema de processos, investir em novos produtos e, principalmente na melhoria da qualidade dos produtos finais.

Souza (2015, p. 13) sugere que a inovação tecnológica está ligada ao desenvolvimento de novas funcionalidades e efetivos ganhos de qualidade e produtividade resultando em “maior competitividade”. Entretanto, para que isso ocorra de forma eficiente e eficaz é necessário, de acordo com Thomaz (2002) aliar as novas técnicas da construção com os conhecimentos tradicionais para que os projetos não apresentem insucessos, sempre capacitando os profissionais para atenderem as novas tendências do setor.

Por décadas o setor elétrico brasileiro foi marcado por forte influência governamental e pela aplicação de tarifas reduzidas, em consequência disso haviam poucos interesses em medidas de redução de consumo ou aumento da eficiência de alguns processos até alguns anos.

Com o passar do tempo o setor elétrico passou por uma reestruturação trazendo à tona a preocupação com a redução de consumo de energia, tanto por parte de órgãos públicos como por parte de iniciativas privadas.

Considerando a introdução acima, este artigo visa apresentar uma análise ampla sobre o consumo energético no setor da construção civil, com exposição de algumas técnicas construtivas inovadoras e sustentáveis que contribuam para a melhoria do desempenho do processo construtivo.

## 2 | DESENVOLVIMENTO

Soluções sustentáveis podem ser adotadas para minorar os impactos do uso da energia, concebendo a racionalidade consciente desse recurso. Na fase do projeto arquitetônico, citam-se: priorização da ventilação e iluminação naturais, reduzindo a dependência dos sistemas de iluminação e climatização e consequente consumo de energia; adoção de energias renováveis (solar, eólica, entre outras); opção por materiais com menores níveis de emissões e de fornecedores que apresentem menores níveis de emissões na produção de materiais; previsão de mecanismos de controle de consumo de energia; e previsão de plantio de árvores e reflorestamento para resgate de carbono (BRANCO, 2013) (MORISHITA, 2011).

Na fase de construção e gerenciamento da obra, são citados: implemento de técnicas de manejo do solo, que combinadas com o reflorestamento, podem controlar as emissões de CO<sub>2</sub>; reaproveitamento de recursos e utilização de materiais renováveis; emprego de técnicas de reciclagem de resíduos por meio das quais é possível reduzir o consumo de energia, obtendo-se economia energética (tanto porque os resíduos frequentemente incorporam grandes quantidades de energia quanto porque reduzem-se as distâncias com transporte de matérias-primas); e uso de combustíveis com menores níveis de emissões nos equipamentos (BRANCO, 2013) (MORISHITA, 2011).

Já na fase de uso, recomenda-se, entre outros: substituição de sistemas elétricos ou a gás por energia solar; utilização de equipamentos de condicionamento de ar mais eficientes e que utilizam gases menos agressivos à camada de ozônio e com menor impacto no efeito estufa; implantação de sistemas de iluminação mais eficientes, com luminárias e lâmpadas de alto desempenho e eficiência energética; e utilização de produtos economizadores de energia (BRANCO, 2013) (MORISHITA, 2011).

A tecnologia e os materiais empregados nas construções brasileiras são os mesmos utilizados a décadas, com pouca racionalidade e grande geração de resíduos, o que pode ser justificado pela alta quantidade de construções informais, a baixa escolaridade e capacitação técnica da mão de obra. Em toda a cadeia produtiva, que envolve desde a extração da matéria prima até a decomposição (Figura 1), são observados altos níveis de consumo energético.

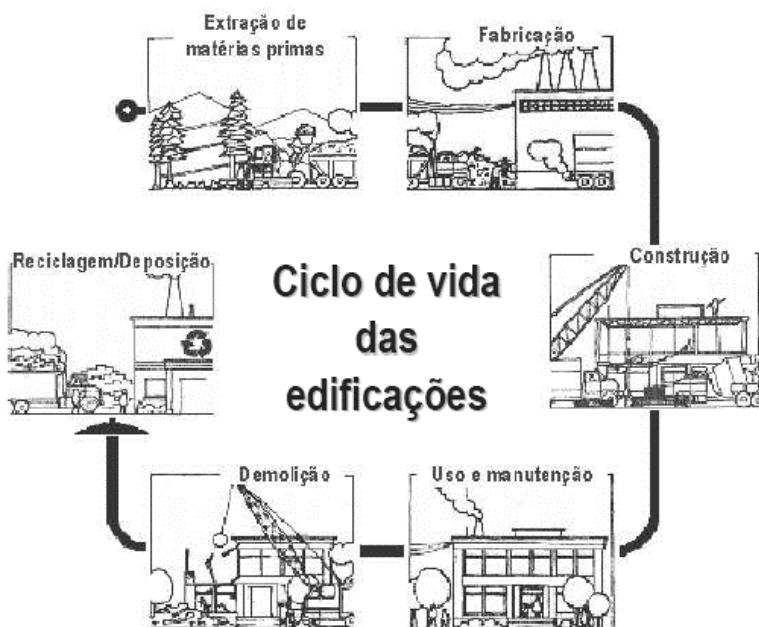


Figura 1. Ciclo de Vida das Edificações.

Fonte: modificado de TAVARES (2007).

Para melhor entendimento da real demanda de energia durante o ciclo de vida das edificações, tem-se o seguinte enquadramento:

- Energia incorporada: na fabricação dos materiais de construção, dos seus sistemas e componentes necessários para construir;
- Energia cinza: na distribuição e transporte dos materiais e sistemas;
- Energia induzida: na construção do edifício;
- Energia operativa: no funcionamento do edifício incluindo equipamentos e eletrodomésticos dos usuários.

Toda essa energia despendida nas diferentes etapas do ciclo de vida das edificações pode ser observada na Figura 2, onde é possível verificar que a maior parcela de energia gasta se encontra na fase operativa da edificação.

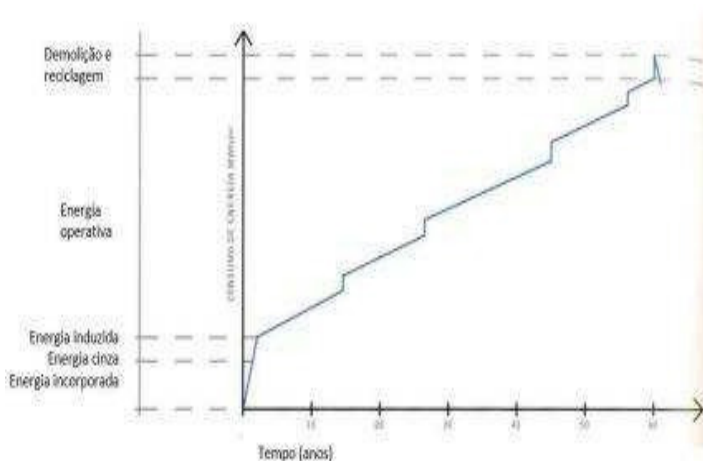


Figura 2. Energia no Ciclo de vida das edificações.

Fonte: MOURA E MOTTA (2013).

Em uma visão mais ampla, na Europa, cerca de 50% da energia consumida é utilizada na produção e manutenção de edifícios, enquanto que, no mundo corresponde a cerca de 32% da demanda global energética de acordo com IEA (do inglês, *International Energy Agency*) (2012).

No Brasil, em 2017, o consumo energético em edificações comerciais, residenciais e públicas foi responsável por 14,5% do consumo total de energia e cerca de 50,8% do consumo de eletricidade neste mesmo ano (BEN, 2019).

A Empresa de Pesquisa Energética (EPE) prevê um incremento de aproximadamente 57% do consumo de energia *per capita* entre os anos de 2014 até 2030. Para atender essa expectativa de demanda, será necessário um incremento na geração distribuída, na geração *on grid* e na auto geração, além da provável economia gerada com o aumento das ações nas áreas de eficiência energética, como mostra a Figura 3.

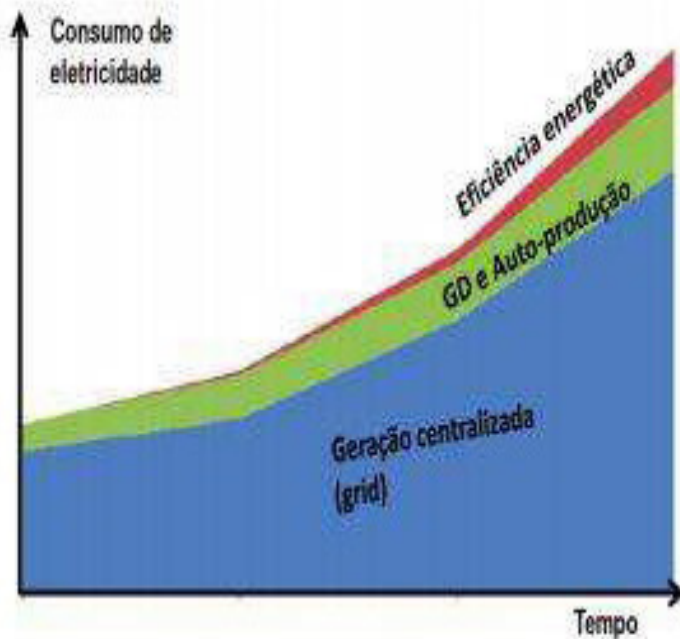


Figura 3. Demanda de eletricidade e fontes de atendimento à demanda de energia.

Fonte: BEN (2019).

A produção industrial, que inclui a construção civil, e o transporte de carga/passageiros respondem por aproximadamente cerca de 64% do consumo de energia de todo o país, de acordo com a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) em seu último Balanço Energético Nacional (BEN) de 2019 (Figura 4).



Figura 4. Uso da energia no Brasil.

Fonte: BEN (2019).

Segundo Morishita (2011), o consumo de energia também sofre variação de acordo com a finalidade da edificação, seja ela, pública, comercial ou residencial. De acordo com Moura e Motta (2013), a fase de projeto pode ser determinante para a implementação de soluções que trarão melhorias significativas ao conforto térmico durante a utilização das edificações.

Outros aspectos importantes que auxiliam na eficiência energética são citados por Betts *et al.* (2019), como por exemplo: janelas e portas com aberturas maiores, telhados voltados para o norte geográfico, aberturas zenitais (claraboias), controle de irradiação solar por brises fixos, vegetação externa para redução da temperatura e telhados verdes com superfícies gramadas que retardam o aquecimento e resfriamento do telhado.

### 3 | CONFORTO TÉRMICO

O uso de técnicas para melhoramento do conforto térmico de ambientes construídos proporciona um ganho que diz respeito à eficiência energética, uma vez que é o maior responsável pelo elevado consumo de energia elétrica.

Além disso o desempenho energético está ligado às trocas de calor de uma edificação com o meio ambiente que variam de acordo com a temperatura ambiente, velocidade dos ventos, radiação solar e umidade relativa do local que se encontra inserida a construção. Portanto, faz-se necessário a adoção de medidas que proporcionem a racionalização no uso de energia, eliminando desperdícios. Então, pode-se afirmar que a preocupação com conforto térmico é dividida em dois princípios, o aquecimento e o resfriamento.

O aquecimento pode utilizar meios artificiais, como energia elétrica e queima de combustíveis fósseis nas instalações de caldeiras ou, naturais que consiste no aproveitamento do calor gerado pelo sol.

Dentre as estratégias para o uso de recursos naturais, tem-se: amplas aberturas com vidro, uso de vidros de múltiplas camadas, uso de cores escuras nas superfícies externas para maior absorção dos raios solares, uso de paredes do tipo trombe (paredes de acumulação), que consiste em criar uma convecção induzida pelo aquecimento do ar no espaço do vidro e a parede, jardins de inverso que distribuem a radiação solar para o interior dos ambientes, e a calefação por meio de água quente.

Quando a preocupação é voltada para a variação de temperatura em dias frios e quentes outras alternativas podem ser utilizadas, bem como: varandas fechadas com vidros, coberturas com inclinações acentuadas e voltadas para o norte, compartimentação de ambientes em dias frios, aberturas zenitais, aberturas que possibilitam a ventilação cruzada, janelas com bandeiras basculantes e telhados verdes.

Além das estratégias de projeto apresentadas, a construção civil dispõe de outros princípios da eficiência energética como, por exemplo, o aquecimento solar e a energia solar fotovoltaica.

## 4 | EFICIENCIA ENERGETICA NO CANTEIRO DE OBRAS E INDICADORES

Um dos maiores desafios em se tratando de Sustentabilidade no ambiente construído é trazer a eficiência energética para dentro do canteiro de obras. Isso porque, de acordo com uma pesquisa desenvolvida pela Universidade Federal de Santa Catarina, 44% de toda energia elétrica consumida no país é destinada ao setor da construção civil, seja nos setores residenciais, públicos ou comerciais.

Isso torna uma necessidade urgente de utilizações de métodos construtivos mais eficientes e ecologicamente corretos como, por exemplo, o uso de blocos ecológicos e reutilização de água.

Aliada a fase de planejamento, a aplicação de práticas de eficiência energética no canteiro de obras não visa somente a redução do custo pontual, mas a garantia de que a edificação utilizará a energia de forma inteligente, mesmo depois da entrega.

Essas medidas valorizam o imóvel e garantem a sustentabilidade na construção civil. A exemplo das ações tecnológicas, estas estariam relacionadas à substituição de sistemas e aos componentes com melhor eco eficiência; as ações econômicas envolveriam subsídios externos como redução de tarifas para usos de sistemas e componentes economizadores; e as ações sociais estariam focadas na conscientização e na educação ambiental do uso dos recursos.

Thomas e Costa (2017) argumentam que para melhorar a sustentabilidade dos canteiros de obras, o projeto de instalações provisórias deve ter as soluções adotadas nos edifícios sustentáveis, que a cadeia de suprimentos deve estar engajada exigindo o compromisso dos envolvidos, e que deve haver treinamento nas equipes com foco na sustentabilidade.

Sendo o canteiro de obras parte de um sistema complexo, de desenvolvimento social e de envolvimento empresarial (TIBAUT e ZAZULA, 2018), o conceito de desenvolvimento sustentável passou a desempenhar um papel importante na indústria da construção moderna (KALUARACHCHI, 2018).

Em virtude do aumento da necessidade de se implantar um Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ), o Governo Federal instituiu o PBQP-h – Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat - baseado na norma NBR ISO 9001, especialmente para incentivar a Construção Civil (BRANCO, 2013).

Um dos projetos do PBQP-h é o SIAC - Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras - que objetiva avaliar a conformidade do Sistema de Gestão da Qualidade das empresas no setor da construção civil no Brasil, contribuindo para intensificar a qualidade, produtividade e sustentabilidade no setor (SIAC, 2018). O programa prevê o uso de indicadores de eficiência energética e a redução da geração de resíduos.



## 5 | O USO DO BIOGÁS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

O biogás é um gás combustível constituído em média por 60% de metano e 40% de CO<sub>2</sub>, obtido pela degradação biológica anaeróbica dos resíduos orgânicos ou mais conhecido como a decomposição da matéria orgânica de micro-organismos de animais. E a produção de Biogás ocorre através da digestão anaeróbia de matéria orgânica, e esta digestão ocorre em quatro etapas básicas: Hidrólise, Fermentação, Oxidação Anaeróbica e Formação de Metano e subprodutos (Biogás).

Com a vinda do conceito de sustentabilidade, a baixa racionalidade construtiva precisou ser revista, o que de fato implicaria em novos conceitos, tanto na utilização de matérias que como no descarte correto dos insumos.

A reciclagem dos RCDs (Resíduos de Construção e Demolição), aumenta a problemática do que fazer com os resíduos orgânicos gerados naturalmente pela construção e demolição.

A alternativa mais viável, com a finalidade de promover uma construção o mais sustentável possível, seria transformar a matéria orgânica industrial em energia, produzindo o chamado biogás.

Este é um subproduto da bio digestão, atingindo de 4 a 7% do peso da matéria orgânica inicial utilizada no processo, resultando da digestão anaeróbica, da fermentação na ausência de oxigênio, de material orgânico presente em dejetos animais, resíduos vegetais, lixos orgânicos residenciais, efluentes ou lixos industriais, entre outros. Materiais esses que, sob as condições adequadas de temperatura, agitação, massa, alcalinidade e pH composto produzem mistura de gases (contendo gás metano, dióxido de carbono, nitrogênio, gás sulfídrico e hidrogênio) capaz de gerar energia (COELHO *et al.*, 2006).

O biogás produzido por meio dos biodigestores pode ser utilizado como fonte de energia primária, especialmente para o acionamento de turbinas e motores, os quais acoplados à geradores elétricos, produzem energia.

Essa energia elétrica pode ser utilizada localmente, no canteiro de obras ou na indústria local e, havendo excedentes, pode ser vendida para concessionárias de energia elétrica local (COELHO *et al.*, 2006). Não obstante, o biogás também pode ser utilizado como combustível para veículos, os quais, em se tratando de construção civil, são utilizados para deslocamento de materiais (COELHO *et al.*, 2006).

A utilização do biogás proveniente de materiais da própria construção reverte em benefícios ao meio ambiente, minorando os impactos ambientais causados pela construção civil. Além de baratear o uso da energia no setor da construção civil, isso sem contar que, o uso do biogás favorece a diminuição de emissão de agentes causadores do efeito estufa, contribuindo, portanto, com o desenvolvimento sustentável.

## 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção civil é um setor de grande contribuição para a economia brasileira, a mesma proporcionou um aquecimento significativo no mercado de trabalho e a ascensão de projetos inovadores que passaram a pautar-se no conceito de sustentabilidade. É um setor reconhecidamente conservador e tradicionalmente contrário a inovações e adoção de mudanças.

Entretanto, também é evidente a necessidade do momento de se adotar princípios sustentáveis e soluções tecnológicas que possam reduzir o consumo de energia. Algumas medidas podem ser adotadas como fontes alternativas de energia, e ainda, adaptações técnicas de projeto podem ser realizadas para que haja melhor desempenho das edificações e o consumo passe a ser mais eficiente. Um bom planejamento do canteiro de obras, adoção de indicadores de sustentabilidade e uma equipe consciente e engajada são as chaves para uma obra sustentável.

## DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

Os autores são os únicos responsáveis por este trabalho.

## REFERÊNCIAS

BEN - Balanço Energético Nacional, 2019, Departamento Nacional de Política Energética, Ministério das Minas e Energia, Governo Federal, Brasília, Brasil.

BETTS, André et al.; As Tecnologias e as Novas Formas de Subjetivação. 2004. Disponível em: <[http://www.ufrgs.br/e-psico/subjetivacao/tecnologia/tecnologias\\_texto.html](http://www.ufrgs.br/e-psico/subjetivacao/tecnologia/tecnologias_texto.html)>. Acesso 12 de mar 2019.

BRANCO, M. T. C. As adaptações de uma construtora decorrentes da nova revisão do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do habitat: PBQP-H. 2013. 33p., 2013. TCC (trabalho de conclusão de curso). Administração de Empresas do UniCEUB – Centro Universitário de Brasília, Brasília.

COELHO, S. T.; VELÁZQUEZ, S. M. S. G.; SILVA, O. C.; ABREU, F. C. A conversão da fonte renovável biogás em energia. V Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, 31 de maio a 2 de julho de 2006, Brasília-DF. IEA - International Energy Agency. Energy efficiency: The global exchange for energy efficiency policies, data and analysis. Acesso em: 02 out.2018.

JUNIOR, Ivan Franklin. Inovação tecnológica e modernização na indústria da construção civil. Ciência ET Praxis, v. 1, n. 02, p. 11-16, 2008.

KALUARACHCHI, R. K. D. G. *Analysis of Construction Waste Generation and Its Effect in a Construction Site*. World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Architectural and Environmental Engineering, v.12, n., 2018, p. 508-511.

MORISHITA, C. Impacto do regulamento para eficiência energética em edificações no consumo de energia elétrica do setor residencial brasileiro. 2011. 232p. Dissertação de (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2011.

MOURA, A.; MOTTA, A. L. T. S. O Fator Energia na Construção Civil. In: *IX CONGRESSO NACIONAL DE EXCELENCIA EM GESTÃO*, 2013.

OLIVEIRA, L. H.; GONÇALVES, O. M. Metodologia Para a Implantação de Programa de Uso Racional de Água em Edifícios. São Paulo, 1999. Boletim Técnico PCC/247.

POTT, Luana Mariana; EICH, Monique Costa; ROJAS, Fernando Cuenca. Inovações tecnológicas na construção civil. XXII Seminário interinstitucional de ensino, pesquisa e extensão. Universidade de Cruz Alta – UNICRUZ. 2017.

SIAC – Sistema de Avaliação da Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil, SIAC, Regimento Geral. 14, jun 2018. Acesso em: 05 set.2018

SOUSA, R. F., Inovações Tecnológicas na Construção Civil. 64 f. il. 2015. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015.

TAVARES, D. A. C. Gestão Pública de Resíduos Sólidos da Construção Civil em Aracajú: um desafio ambiental. Sergipe, 2007. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Núcleo de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, 2007.

THOMAS, N. I. R.; COSTA, D. B. Adoption of environmental practices on construction sites. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 17, n. 4, 2017, p. 9-24.

THOMAZ, E. Tecnologia, Gerenciamento E Qualidade Na Construção. São Paulo: Editora PINI, 1ª Edição, 2ª Tiragem. 2002.

TIBAUT, A.; ZAZULA, D. *Sustainable management of construction site big visual data*. *Sustainability Science*, v. 13, 2018, P. 1311–1322.

TOLEDO, RAQUEL, et al. A difusão de inovações tecnológicas na indústria da construção civil. Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Trindade, Florianópolis, 1999.