ANÁLISE DOS REQUISITOS PARA A IMPLANTAÇÃO DA FILOSOFIA *LEAN GREEN CONSTRUCTION* EM EDIFICAÇÕES DE PEQUENO PORTE[1]

GONTIJO, D. S. M., Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, e-mail: dayanasmg29@gmail.com; SANTANA, J. C., Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, e-mail: jhonvaldo@gmail.com; PRADO, A. A., Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, e-mail: andpradoarq@gmail.com

ABSTRACT

The Lean Green Construction philosophy consists in a fusion of the concepts of lean and sustainable construction. While the Lean Construction is concerned about its ventures planning and management, aiming for the reduction of stages that don't add value to the final product, as well as the minimization of the wastes related to production process, the Green Building takes into account the project sustainability in all its stages, since the natural resources extraction until the end of its lifespan, caring not only about the building, but also about the surrounding environment. In this context, certifications that utilize criteria to assess how much "green" a building is were created. The present work has as purpose to analyze the requirements to the Lean Green Construction philosophy deployment, aiming to direct the appropriateness of these small size single-family residential constructions to this philosophy. To this end, a bibliographic review was taken place, evaluating the influence of the Lean Construction concepts in to the sustainable building constructions, besides a comparative analysis among the LEED, AQUA – HQE and Casa Azul seals, looking for criteria to the Lean Green concepts deployment to small size projects.

Keywords: *Lean Construction. Green Building. Sustainability. Small Building. Single-Family Residence.*

1 INTRODUÇÃO

Diversos setores produtivos vêm procurando meios de aperfeiçoarem seus processos com vista a reduzir a quantidade de recursos despendidos, bem como torná-los mais ágeis. Neste contexto, a preocupação com o conceito de sustentabilidade e questões que perpassam o âmbito ecológico se tornaram, também, pontos que influenciam na tomada de decisões, tanto no processo produtivo quanto na utilização do produto final.

Na construção civil, o cenário não é diferente. Por ser um setor que gera grandes impactos ambientais, consumindo cerca de 75% dos recursos naturais e 44% da energia produzida no país, sendo que 22% desse total são destinados às instalações residenciais (LAURIANO; TELLO, 2011), este teve que se adequar aos novos paradigmas de planejamento e gestão de obras, adotando os princípios da Lean Construction, além de metodologias para construção sustentável.

Com o objetivo de trilhar um caminho rumo à construção de edifícios sustentáveis e com a necessidade da adequação aos princípios Green Building, surgiram os chamados "selos verdes", certificações com base em critérios que avaliam o desempenho das edificações, procurando verificar o quão "verdes" –

[1] GONTIJO, D. S. M., SANTANA, J. C., PRADO, A. A. Análise dos Requisitos para a Implantação da Filosofia *Lean Green Construction* em Edificações de Pequeno Porte. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2018.

sustentáveis – elas são.

Portanto, o presente trabalho pretende realizar um comparativo entre os selos AQUA-HQE, LEED (Leadership in Energy & Environmental Design) e Casa Azul, buscando estabelecer pontos que possam ser aplicados a projetos de edificações residenciais unifamiliares de pequeno porte, com vista à implantação dos princípios da *Lean Green Construction*.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A produtividade da construção civil brasileira sempre foi um obstáculo para a eficiente realização das diferentes atividades construtivas. A dificuldade para se contratar mão-de-obra qualificada, bem como falhas no planejamento e controle de qualidade, fazem com que o setor apresente baixa produtividade (ROSENBLUM, 2008, p.1). Por isso, o emprego de novas técnicas de gestão e de metodologias que visem melhorias contínuas no processo construtivo é essencial para que as empresas atendam ao que lhes é esperado.

Koskela (2012) destaca que, historicamente, os fluxos na construção foram negligenciados, resultando numa produção significativa de resíduos, perda de valor e atividades que não agregam valor. Assim, com o intuito de aperfeiçoar o sistema de gestão e planejamento de obras, Koskela estabeleceu 11 princípios, que norteiam a implementação da *Lean Construction*, citados por Bernardes (2011):

- Redução da parcela de atividades que não agregam valor;
- Aumentar o valor do produto através de uma consideração sistemática dos requisitos do cliente;
- Redução da variabilidade;
- Redução do tempo de ciclo;
- Simplificação pela minimização do número de passos e partes;
- Aumento da flexibilidade na execução do produto;
- Aumento de transparência;
- Foco no controle de todo o processo;
- Estabelecimento de melhoria contínua em todo o processo;
- Balanceamento da melhoria dos fluxos com a melhoria das conversões;
- *Benchmarking*.

Por sua vez, o conceito *Green Building* surgiu nos Estados Unidos nos anos 70, ganhando força no início dos anos 90 através da criação do *United States Green Building Council* (USGBC). Segundo Degani e Cardoso (2002), o USGBC avalia o desempenho ambiental de edifícios sob cinco enfoques: planejamento sustentável da área construída; economia de água e eficiência em sua utilização; eficiência energética e emprego de energia renovável; conservação de materiais e fontes de recursos; qualidade do ambiente interior.

3 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento desta pesquisa, foram realizados levantamentos bibliográficos relacionados às filosofias *Lean Construction* e *Green Building*, bem como uma busca nos websites das instituições que regulamentam os selos: LEED, AQUA-HQE e Casa Azul. Então, realizou-se uma verificação comparativa entre as três certificações, buscando encontrar a sinergia existente entre elas.

Com os dados dessa comparação, fez-se um agrupamento dos objetivos em temas relacionados a cada critério dos referidos selos, identificando quais desses temas eram trabalhados pelas três certificações concomitantemente. Por fim, procurou-se integrar conceitos *lean* às práticas sustentáveis, de forma a somar conceitos referentes às duas filosofias aplicáveis a obras residenciais unifamiliares de pequeno porte.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Através do levantamento bibliográfico sobre os princípios da filosofia *Lean,* foi possível identificar que, apesar da divergência entre alguns autores em relação aos benefícios da Construção Enxuta para construções mais sustentáveis, há aqueles que identificam que a aplicação desses princípios possa contribuir nos três aspectos da sustentabilidade: ambiente, sociedade e economia (BAE; KIM, 2007 apud CARNEIRO et al., 2012).

Comparando os três selos, levando em consideração temas por eles abordados, percebe-se que os critérios que possuem objetivos semelhantes estão dispersos por diferentes categorias. É interessante destacar que, em geral, quando se encontra alguma semelhança, esta é identificada em todas as três certificações, ou seja, a maior parte dos critérios com objetivos comuns entre o LEED e o Selo Casa Azul, por exemplo, também são abordados pelo AQUA-HQE. O Quadro 1 apresenta o paralelo feito entre as três certificações analisadas.

Quadro 1 – Comparativo dos requisitos de cada certificação

Tema	AQUA-HQE	Casa Azul	LEED
Seleção do Terreno			
Impactos do Entorno na Edificação			
Adequação às Condições Físicas do Terreno			
Localização Preferencialmente Desenvolvida			
Preservação ou Restauração do Habitat			
Reabilitação de Imóveis			
Melhorias no Entorno			
Redução de Impactos no Terreno			
Controle do Solo Durante a Construção			
Flexibilidade do Projeto e sua Relação com a Vizinhança			
Favorecimento à Ecomobilidade			
Projeto Integrado e Planejamento			
Orientações de Arquitetura Bioclimática			
Organização do Canteiro			
Coordenação Modular			
Desempenho Mínimo do Ambiente Interno			

Medida do Nível de Higrometria			
Controle de Umidade Local			
Conforto em Períodos de Sazonalidade Térmica			
Ventilação			
Conforto Térmico			
Conforto Lumínico			
Conforto Acústico			
Conforto Olfativo			
Redução de Ilha de Calor			
Paisagismo			
Iluminação Artificial e Natural			
Eficiência dos Elevadores			
Energia Renovável			
Fontes de Aquecimento de Água Eficientes			
Sistema de Irrigação Eficiente			
Sistema de Aquecimento a Gás			
Equipamentos Eletrodomésticos Eficientes			
Sistemas de Automação Residencial			
Dispositivos Economizadores de Água e Energia			
Medição Básica de Energia			
Comissionamento dos Sistemas Instalados			
Uso Eficiente da Água			
Medição Única do Consumo de Água			
Medição do Consumo de Água por Setores			
Controle e Gerenciamento de Águas pluviais			
Gestão das Águas Servidas			
Qualidade Sanitária dos Espaços			
Áreas Permeáveis			
Concreto com Dosagem Otimizada			
Qualidade dos Materiais, Componentes e Equipamentos			
Declaração Ambiental do Produto			
Componentes Industrializados ou Pré-fabricados			
Facilidade na Manutenção da Fachada			
Gestão de Resíduos de Construção e Demolição (RCD)			
Pavimentação com RCD			
Manutenção da Área de Armazenamento de Resíduos			
Controle das Fontes de Poluição Internas			
Medição da Qualidade do Ar			
Boas Práticas Sociais para Projeto e Obra, Operação e Manutenção			
Orientação aos Moradores			
Segurança dos Usuários			
Saúde e Bem-Estar do Ambiente			
Educação Ambiental dos Moradores			
Desenvolvimento Pessoal dos Empregados			
Participação da Comunidade na Elaboração do Projeto			
Mitigação de Riscos Sociais			
Geração de Emprego e Renda			
Acessibilidade			
Créditos Regionais Específicos para cada Região			

Fonte: Os autores

A partir dessa análise, e com base nos objetivos comuns encontrados nessas certificações, é possível indicar diretrizes para que residências unifamiliares de

pequeno porte possam, também, se adequar a filosofia *Lean Green Construction*, visto que a maior parte das edificações contempladas por esses selos são multifamiliares e/ou de grande porte.

4.1 Proposição de diretrizes

Nota-se que os métodos da *Lean Construction* vêm ao encontro à sustentabilidade em seus três níveis: social, econômico e ambiental. Social: ao promover a segurança no local de trabalho. Econômica: reduzir custos, economizar recursos e aumentar a capacidade de desempenho. E ambiental: ao eliminar o desperdício, reduzir o esgotamento de recursos, promovendo assim a preservação ambiental (BAE; KIM, 2007 apud CARNEIRO et al., 2012).

Com isso, durante as fases de planejamento e execução da obra, o emprego dos princípios da filosofia *Lean* poderiam contribuir para melhorar a disposição das várias frentes de trabalho, favorecendo a logística e reduzindo as parcelas que não agregam valor. Além disso, a aplicação do *lead time*, por exemplo, tornaria o processo construtivo mais ágil e eficiente.

Frente a isso, o *Green Building*, aliado à *Lean Construction*, busca incorporar aspectos sustentáveis às diferentes fases da vida útil da edificação. Neste sentido, e tendo como base os critérios comuns entre as três certificações analisadas, podem ser sugeridas medidas a serem consideradas nas etapas de projeto, construção, uso e manutenção, tais como:

- Construção de edificações em locais com infraestrutura já implantada;
- Emprego da arquitetura bioclimática;
- Paisagismo;
- Iluminação natural e artificial eficientes;
- Energia renovável;
- Uso dispositivos economizadores;
- Gerenciamento de águas pluviais;
- Uso de materiais de qualidade;
- Gestão dos RCDs;
- Orientação aos moradores e fornecimento de manual de operação, uso e manutenção.

5 CONCLUSÕES

Atualmente, muito mais do que se avaliar os custos e melhorar a produtividade do setor da construção civil, as empresas do ramo devem encarar a produção de seus empreendimentos com uma visão ambiental, voltada ao desenvolvimento sustentável e a avaliação dos impactos, positivos e negativos, de suas obras no meio onde se inserirem. Diante disso, alguns autores passaram a avaliar as possíveis relações que podem ser estabelecidas entre os princípios elencados por Koskela e uma abordagem sustentável.

Dessa forma, tomando como edificações de pequeno porte as residências unifamiliares, ao reunir os princípios da construção enxuta com os objetivos do *Green Building*, aqui sendo representados pelos critérios avaliados nas três certificações, é possível melhorar o desempenho desses empreendimentos, oferecendo benefícios aos três pilares da sustentabilidade: sociedade, ambiente e economia.

REFERÊNCIAS

BERNARDES, M. M. e S. **Planejamento e Controle da Produção para Empresas de Construção Civil.** Rio de Janeiro: LTC, 2011.

CARNEIRO, S. B. M. et al. **Lean and green:** a relationship matrix. In: Proceedings of the 20th Annual Conference of the International Group for Lean, San Diego, CA, US, 2012. p. 18-20. Disponível em: < http://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/5813/1/2012_eve_jpbarrosneto_lean.pdf>. Acesso em: 31 mar. 2017.

DEGANI, C. M.; CARDOSO, F. F. **A sustentabilidade ao longo do ciclo de vida de edifícios**: a importância da etapa de Projeto Arquitetônico. In: NUTAU 2002 – Sustentabilidade, Arquitetura e Desenho Urbano. Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2002. Disponível em: < http://www.pcc.usp.br/files/text/personal_files/francisco_cardoso/Nutau%202002%20Degani%20Cardoso.pdf>. Acesso em: 05 out. 2017.

KOSKELA, L. **Aplication of the New Production Philosofy to Construction**. Austin, Texas: The Construction Industry Institute (CII), 1992. (Techinical Report, 72). Disponível em: < https://stacks.stanford.edu/file/druid:kh328xt3298/TR072.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2018.

LAURIANO, L.A.; TELLO, R. **O setor da construção e o mercado da sustentabilidade incitado pelo isomorfismo institucional**. Nova Lima: Caderno de Ideias, 2011.