

## A RELAÇÃO ENTRE A MATURIDADE SUSTENTÁVEL DAS EMPRESAS CONSTRUTORAS E A FILOSOFIA *LEAN CONSTRUCTION*

Ivna B. Campos<sup>(1)</sup>; Deborah M. O. Lins<sup>(2)</sup>; Sarah B. M. Carneiro<sup>(3)</sup>; Ana Beatriz L. de Carvalho<sup>(4)</sup>; José P. Barros Neto<sup>(5)</sup>

(1) Universidade Federal do Ceará, [ivnabaquit@gmail.com](mailto:ivnabaquit@gmail.com)

(2) Universidade Federal do Ceará, [deborahmo@gmail.com](mailto:deborahmo@gmail.com)

(3) Universidade Federal do Ceará, [sarah\\_bmc@yahoo.com.br](mailto:sarah_bmc@yahoo.com.br)

(4) Universidade Federal do Ceará, [an.abc@hotmail.com](mailto:an.abc@hotmail.com)

(5) Universidade Federal do Ceará, [jpbarros@ufc.br](mailto:jpbarros@ufc.br)

### **Resumo**

*No atual contexto econômico, a influência da globalização nos negócios exige do empreendedor a adoção de postura competitiva no mercado. Assim, na indústria da construção civil, sabe-se que as empresas buscam novos processos, produtos e ferramentas para maximizar sua eficiência. A filosofia lean e a gestão ambiental são adotadas como práticas estratégicas e buscam reduzir os desperdícios em função da eficiência organizacional. Devido à aplicação das filosofias exigirem investimentos por parte das empresas, faz-se necessário sua mensuração contínua. O presente estudo tem como objetivo a análise da relação entre os conceitos da Lean Construction (LC) e construções sustentáveis, através de ferramentas de avaliação que mostrem indicadores de maturidade das empresas quanto às duas abordagens. Com relação aos procedimentos metodológicos, trata-se de uma pesquisa qualitativa, com enfoque exploratório. Adotou-se o estudo de caso múltiplo como estratégia de pesquisa, em duas empresas construtoras situadas em Fortaleza, Ceará. Como resultados, observa-se que a aplicação de princípios lean e Green possuem similaridades e complementaridades. Portanto, a principal contribuição deste estudo é a constatação de que as empresas poderiam ter seus processos mais eficientes e com maior qualidade ao implementar princípios lean e sustentáveis simultaneamente.*

**Palavras-chave:** *Sustentabilidade, lean construction, indústria da construção, indicadores.*

### **Abstract**

*In the current economic context, the influence of globalization on business requires the entrepreneur to adopt competitive posture in market. Thus, in the civil construction industry, it is known that companies seek new processes, products and tools to maximize efficiency. The Lean philosophy and the environmental management are considered strategic practices and seek to reduce waste due to the organizational efficiency. The application of these philosophies requires investments by companies, making substantial to measure it continuously. This study aims to analyze the relationship between Lean Construction (LC) concepts and sustainable construction, by the use of assessment tools that show maturity indicators of the companies involving both approaches. About the methodological procedures, this is a qualitative research with an exploratory approach. The multiple case studies were used as research strategy in two construction companies located in Fortaleza, Brazil. As results, was observed that application of Lean and Green have similarities and complementarities. Therefore, the main contribution of this research is the fact that companies could achieve their process more efficient and with more quality when they implement Lean and sustainable principles simultaneously.*

**Keywords:** *Sustainability, Lean Construction, Construction Industry, Indicators.*

## 1. INTRODUÇÃO

A relação entre os princípios da *Lean Construction* (LC) e da sustentabilidade são objetos de estudo deste artigo. Horvath (2004) afirma que a indústria da construção civil é uma das mais poluidoras por gerar desperdício durante seu ciclo de vida, considerado como forma de ineficiência (RAO; HOLT, 2005). Portanto, a implementação do LC pode garantir vantagem competitiva para empresas da construção (LEWIS, 2000), assim como a busca pela sustentabilidade.

O LC surgiu do trabalho de Lauri Koskela (1992), com a adaptação dos princípios da *Lean Production* para a construção civil. Busca otimizar os fluxos da produção, considerando atividades de conversão, inspeção, espera e movimentação, reduzindo o desperdício de tempo e recursos. São priorizados o conceito de valor com foco nas necessidades do cliente e a busca contínua por qualidade (KOSKELA, 2000).

Sobre a sustentabilidade na construção, Asiedu et al. (2009) a destaca como um processo que busca a harmonia entre ambientes naturais e construídos, com quatro atributos: social, econômico, biofísico e técnico. Kibert (2007) reforça os sete princípios necessários para uma construção verde: reduzir, reutilizar e reciclar o consumo de recursos, proteger a natureza, eliminar produtos tóxicos, aplicar a análise do custo do ciclo de vida e o foco na qualidade.

A adoção das práticas *Lean* e Sustentável depende da visão do gestor de cada organização. Existem empresas que adotam exclusivamente o LC, enquanto outras focam as práticas sustentáveis. Também existem empresas que não buscam de forma alguma as duas práticas, enquanto outras buscam adotar simultaneamente os princípios do LC e da sustentabilidade em projetos de construção, gerando efeitos positivos na Arquitetura, Engenharia e Construção (YANG et al, 2010; MAO e ZHANG, 2008; GUTIÉRREZ, 2007; KOHLER e LÜTZKENDORF, 2002).

Bae e Kim (2007) afirmam que o LC interfere na sustentabilidade nas perspectivas: econômica, devido à economia de recursos; social, por permitir saúde, segurança, comunicação e lealdade entre funcionários; e ambiental, pela eliminação de desperdícios e preservação de recursos.

Para perceber o nível de aplicação do LC e da sustentabilidade em empresas e as possíveis interações entre os dois, é importante utilizar modelos de mensuração. Entretanto, alguns autores destacam a dificuldade de mensurar a aplicação destas filosofias (OLIVEIRA et al, 2010; BELLEN, 2006). É importante afirmar que ao realizar este trabalho, não foram encontrados modelos que mensurem simultaneamente o LC e o nível de sustentabilidade.

Este trabalho analisa a relação entre *Lean* e *Green* através da aplicação de duas ferramentas e parte do pressuposto que a metodologia de avaliação proposta por Hofacker et al. (2008) é capaz de avaliar o grau de implantação do LC nas empresas construtoras e que o modelo de mensuração da sustentabilidade corporativa proposto por Farias Filho et al. (2009) é suficiente na quantificação da maturidade sustentável da organização pesquisada. Outros fatores podem impactar no desempenho de avaliação das empresas, porém não serão considerados.

Diante disso, este estudo tem como objetivo a análise da relação entre os conceitos da LC e sustentabilidade, através da aplicação de ferramentas de avaliação que mostrem indicadores de maturidade das empresas quanto às duas abordagens. Pretende-se testar a seguinte hipótese: a aplicação do LC, por si só, contribui para a maturidade sustentável da empresa, assim como a aplicação de procedimentos sustentáveis tornariam a obra mais *Lean*.

### 1.1. Ferramenta de Avaliação do *Lean Construction*

A implantação o LC por si só não é garantia de qualidade em obra, é preciso monitorar seus avanços. Diante da necessidade de avaliar a aplicação do LC nas empresas construtoras, várias metodologias foram criadas, tais como: *The Rapid Plant Assessment*, desenvolvido por Goodson em 2002; o modelo de avaliação do nível *Lean* das empresas industriais, determinado por Soriano-Meier e Forrester em 2001 (Oliveira et al., 2010); e o *Rapid Lean Construction-Quality Rating Model (LCR)*, proposto por Hofacker et al. (2008), ferramenta adotada por este trabalho.

A metodologia LCR propõe um modelo de avaliação da qualidade e do grau de aplicação da construção enxuta em empresas construtoras. Sua construção foi baseada em um *brainstorm*, responsável por definir as categorias do modelo e pontos de avaliação.

A avaliação é realizada com base em um questionário com trinta questões a serem respondidas pelos pesquisadores. O questionário foi desenvolvido a partir dos cinco princípios do *Lean Thinking* determinados por Womack e Jones e os 11 princípios *Lean Construction* estabelecidos por Koskela. Por razões de aplicabilidade, o questionário foi dividido em seis categorias: (1) Foco no Cliente, (2) Desperdícios, (3) Qualidade, (4) Fluxo de Materiais, (5) Organização, planejamento e fluxo de informações, (6) Melhorias contínuas.

Na avaliação das obras através desta ferramenta, deve ser atribuída pontuação de zero a seis para cada uma das questões. A contagem dos pontos permite atingir uma média, indicando a classificação da empresa quanto ao grau de aplicação dos conceitos da construção enxuta. As obras podem atingir doze graus numa escala de classificação, indo do grau D (mais baixo - menos *Lean*) ao grau AAA (mais elevado, mais *Lean*), de acordo com a Figura 1.

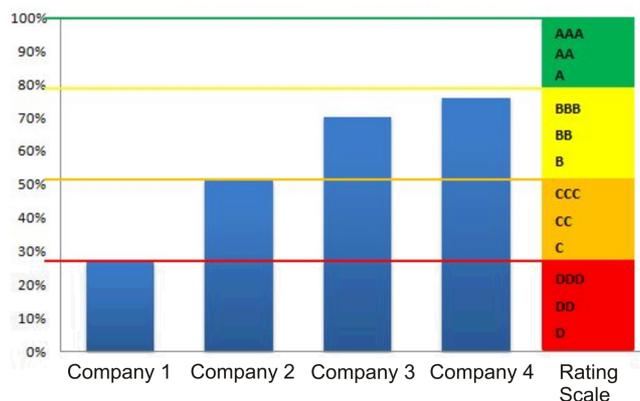


Figura 1: Comparação entre a classificação das obras das empresas

Fonte: Oliveira et al. 2010

## 1.2. Ferramenta de Avaliação da Sustentabilidade

Ao considerar o desenvolvimento sustentável, envolvendo o equilíbrio entre o socialmente desejável, economicamente viável e ecologicamente correto, percebe-se como vantajosa a implementação dos seus princípios no ambiente corporativo. Existem algumas ferramentas de mensuração da sustentabilidade em empresas, tais como: *Global Reporting Initiative*; Métricas de Sustentabilidade do *Institution of Chemical Engineers (IchemE)*; Índice *Dow Jones* de Sustentabilidade; Guia para empresas Multinacionais da *Organization for Economic Cooperation and Development (OECD)*; e Indicadores Ethos de Responsabilidade Social Empresarial (DELAJ; TAKAHASHI, 2008).

Devido a aplicação destas ferramentas exigir investimentos por parte das empresas, faz-se necessário sua mensuração contínua; Diante disto, Farias Filho et al. (2009) desenvolveram

uma ferramenta de autoavaliação para realizar esta mensuração, focando em empresas da indústria da construção civil que adotaram estratégias sustentáveis, mas que dispõem de poucos recursos para investir em outros instrumentos.

A ferramenta é uma matriz de três dimensões, de ordem 3x4x4. Cada eixo contém uma das três dimensões de avaliação, descritas abaixo. No conteúdo estão 48 elementos, com características sustentáveis que devem ser alcançadas pelas empresas, derivadas do relacionamento destas dimensões, a saber:

- 1) Tripé da Sustentabilidade: considera as dimensões econômica, ambiental e social;
- 2) Pilares estratégicos do *Balanced Scorecard*: aborda os principais indicadores de desempenho das organizações, considerando as perspectivas "financeira", "clientes", "processos internos" e "aprendizado e conhecimento" das partes interessadas;
- 3) Critérios do Índice de Sustentabilidade Empresarial da Bovespa (ISE): caracterizam a organização através da "perspectiva de política e planejamento", "perspectiva de gestão", "perspectiva de desempenho" e a "Perspectiva de cumprimento legal".

O gestor responsável pela empresa deverá avaliar todos os elementos da matriz, atribuindo valor de zero a quatro em cada sentença. Quanto maior o valor atribuído, mais sustentável é a empresa. É importante afirmar que cada elemento interfere de forma diferente na sustentabilidade organizacional, exigindo a atribuição de pesos relativos que devem ser multiplicados pelos resultados da autoavaliação. Assim, é gerada a pontuação final, que enquadra a empresa em um dos níveis de maturidade sustentável definidos na Figura 2:

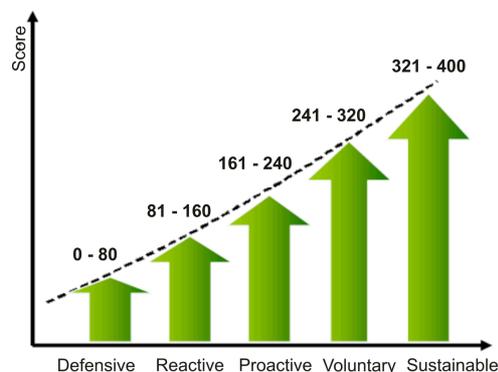


Figura 2: Níveis de maturidade da Sustentabilidade Empresarial

Fonte: Farias Filho et al. 2009

## 2. METODOLOGIA DE PESQUISA

Este trabalho possui abordagem qualitativa e adotou como estratégia de pesquisa o estudo de caso múltiplo exploratório. Segundo Yin (2005), este enfoque é utilizado quando se colocam questões do tipo “como” e “porque”, quando o pesquisador possui pouco controle sobre os eventos e quando o foco aborda fenômenos contemporâneos dentro de um contexto real.

O enfoque exploratório para Gil (2009) busca tornar o problema mais explícito, proporcionando maior familiaridade com o mesmo e a consideração de vários aspectos relativos ao fato. Para isto, na maioria das vezes, são necessários levantamentos bibliográficos, entrevistas com pessoas que tiveram experiências com o problema e a análise de exemplos que auxiliem a abrangência do assunto.

Para alcançar os objetivos propostos, foram seguidos os seguintes passos: (1) Realização de revisão bibliográfica envolvendo os princípios do LC e o estudo da inserção da gestão

ambiental nas empresas. (2) Escolha das metodologias de avaliação a serem utilizadas na pesquisa: *Rapid Lean Construction-Quality Rating Model* (LCR) por Hofacker et al. (2008), para avaliar o nível de aplicação da filosofia LC nas construções; e a ferramenta de avaliação do nível de maturidade da sustentabilidade empresarial, de Farias Filho (2009). Ambos os instrumentos foram escolhidos nesta pesquisa devido à sua utilização específica no setor da construção civil. (3) Aplicação das metodologias através de dois estudos de caso. (4) Análise e discussão das relações encontradas entre os conceitos da LC e maturidade sustentável das empresas.

A ferramenta de avaliação da sustentabilidade não se propõe a estudar as formas de implantação da sustentabilidade na empresa, mas sim, avaliar uma estratégia sustentável já implantada. Assim sendo, o uso desta ferramenta na pesquisa é justificado por permitir a empresas de qualquer porte a avaliação do seu desempenho sustentável de um modo simples e completo, proporcionando melhorias.

Já o LCR avalia o grau de aplicação da LC em obras de forma categorizada, com fácil visualização e interpretação dos resultados. Oliveira et al. (2010) aplicaram o LCR em quatro canteiros de obras: dois em Curitiba/PR – os quais não adotavam o LC –, um em Porto Alegre/RS e um em Herrenberg (Alemanha) –com a presença da filosofia. O uso do LCR na pesquisa justifica-se pelo tempo de aplicação não ser maior que uma hora; pelos itens agrupados em categorias e pela interface de preenchimento simples e resumida, exigindo apenas a observação direta dos pesquisadores e uma entrevista com o engenheiro da obra.

### 2.1. Caracterização da Amostra

A pesquisa envolveu a realização de estudos de caso em duas obras de edifícios comerciais localizadas na cidade de Fortaleza, estado do Ceará, Brasil. Cada obra é produzida por uma das duas empresas construtoras, denominadas "Empresa A" e "Empresa B". Ambas são de médio porte, com aproximadamente 24 anos de existência e focadas em produzir empreendimentos comerciais e residenciais, voltados para as classes A e B.

A obra da "Empresa A" possui quatro subsolos e dezenove pavimentos tipo. A construção encontra-se em fase de estrutura, tendo sido concretado o último subsolo. O empreendimento analisado está em processo de certificação, almejando o nível LEED *Silver*. Já a obra da "Empresa B" é caracterizada por dois subsolos, com dezoito pavimentos tipo. A construção encontra-se em fase de estrutura, com dez pavimentos tipos já concretados e executando as alvenarias. Vale ressaltar que a "Empresa B" aplica os conceitos da filosofia LC em todas as suas obras.

## 3. RESULTADOS

### 3.1. Resultados empresas quanto à aplicação do Lean Construction

As empresas A e B apresentaram pontuações bastante distintas durante a aplicação do LCR. A Tabela 1 apresenta as seis categorias analisadas, assim como a pontuação de cada empresa.

Com relação à categoria “Foco no cliente”, a "Empresa B" esteve em vantagem devido ao programa de limpeza do canteiro de obras (5S). A "Empresa A", por exigência da certificação LEED, deveria implementar o referido programa, porém não havia sido contemplado até o final do estudo. Outros quesitos relacionados aos desejos dos clientes, em termos de vendas, marketing, foco estratégico e flexibilidade, não geraram pontuação nas duas empresas, pelo fato destas considerarem como cliente o incorporador, em vez do usuário final. Assim, a categoria foco no cliente refletiu no pior desempenho de ambas as empresas.

Quanto aos "Desperdícios", a empresa B apresentou alta pontuação, estando muito à frente da "Empresa A". Ambas possuem Plano de Gerenciamento de Resíduos, exigência da legislação brasileira através da resolução 307/2002 do Conama. Porém, a "Empresa B" ganha vantagem por aplicar os princípios LC, refletindo especialmente na organização do *layout* de canteiro.

EMPRESA		A	B
<b>Foco no cliente</b>	Envolve a detecção do que é valor para o cliente, refletindo em ações de vendas, <i>marketing</i> , implantação de flexibilidade, determinação do foco estratégico e limpeza de canteiro.	8,3%	25,0%
<b>Desperdícios</b>	Corresponde à detecção dos desperdícios através da consciência do canteiro, estimulando o gerenciamento dos resíduos, organização do espaço e diminuição do tempo desperdiçado.	50,0%	93,3%
<b>Qualidade</b>	Busca o alcance da qualidade através de certificações, qualidade de execução de serviços, segurança no canteiro, prevenção de retrabalhos, padronização dos processos, gerenciamento visual e mecanização.	85,4%	70,8%
<b>Fluxo de materiais e produção puxada</b>	Engloba aplicação de ferramentas <i>Lean Construction: Kanban</i> , JIT, concreto usinado, sistemas de pedidos considerando o tempo de reposição dos materiais, mecanização e padronização dos transportes.	50,0%	63,3%
<b>Organização, planejamento e fluxo de informação</b>	Corresponde ao conhecimento da alta gerência sobre <i>Lean Construction</i> , motivação e responsabilidade dos empregados e estímulos para comunicação, difusão de informação e reuniões.	19,4%	52,8%
<b>Melhorias contínuas</b>	Envolve a busca da empresa por perfeição e educação continuada.	50,0%	66,7%

Tabela 1: Características avaliadas pelo LCR

Fonte: Autores

Na categoria “Qualidade”, a "Empresa A" teve destaque, obtendo sua maior pontuação pelo seu alto grau de mecanização, através do uso de grua e elevador cremalheira e da elaboração de relatórios de não conformidade para procurar as causas dos erros, preocupação ausente na "Empresa B". Ambas as empresas possuem sistemas de gestão da qualidade, com a "Empresa A" certificada pelo Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade (PBQP-H) e ISO9000, enquanto a "Empresa B", além de possuir o ISO9000, desenvolveu seu próprio sistema de qualidade, chamado PS37. Por fim, o gerenciamento visual como garantia de qualidade existe nas duas obras, mas de maneira deficiente.

Analisando a categoria “Fluxo de Materiais e Produção Puxada”, as empresas tiveram desempenho mediano. A "Empresa A" atingiu pontuação devido ao uso de concreto usinado, sistema de pedidos de material semanal, suporte e padronização de transportes, com grua e *pallets*. A "Empresa B", além de cumprir com os quesitos da "Empresa A", ganhou destaque pela implementação dos conceitos *Just-in-Time*, com medições diárias de quantidade de armazenamento e uso de cartões *Kanban* de forma preliminar.

Com relação a “Organização, Planejamento e Fluxo de informações”, a "Empresa A" apresentou desempenho fraco, enquanto a "Empresa B" foi mediana. Os pontos da "Empresa B" foram garantidos pela aplicação dos princípios do LC, com uso de funcionários polivalentes, sistemas de informação vertical e horizontal e pagamentos através de pacotes de trabalho. Já a "Empresa A" desconhece as ferramentas do LC, realizando ações convencionais, utilizando funcionários com tarefas específicas e sistema de comunicação deficiente. Ressalta-se que as duas empresas buscam melhorias contínuas. A "Empresa B" atingiu melhor pontuação, por efetivar melhorias de maneira mais adequada, com incentivos à

educação de seus empregados através de cursos e treinamentos.

Após avaliação baseada nas seis categorias apresentadas, a "Empresa A" atingiu nível CC, com 43,6% dos quesitos atingidos. A "Empresa B" atingiu nível B, alcançando 62,0% dos quesitos como pode ser observado na Figura 3.

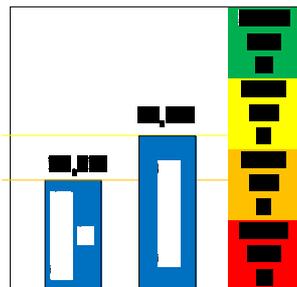


Figura 3: Nível da aplicação lean nas Empresas A e B

Fonte: Autores

Mesmo desconhecendo os princípios do LC, a "Empresa A" apresentou resultados medianos, devido ao fato da certificação LEED contemplar estratégias do LC, como gestão de resíduos, busca pela qualidade e treinamento dos funcionários. Já a "Empresa B" atingiu pontuação contextualizada com a aplicação do LC. Porém, melhorias ainda podem ser feitas, principalmente na consideração das necessidades dos clientes, incremento da sinalização, análise de retrabalhos e maior mecanização.

### 3.2. Resultados empresas quanto à Maturidade Sustentável

Ao analisar o nível de maturidade sustentável das empresas, observou-se que a "Empresa A" apresentou melhor desempenho que a "Empresa B", atingindo quase o dobro dos pontos, como pode ser observado na Figura 4.

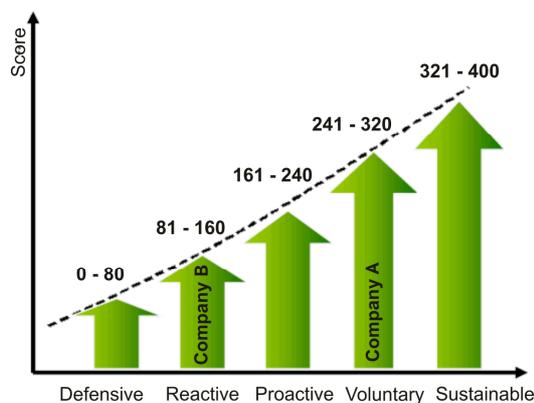


Figura 4: Níveis de maturidade Sustentável das Empresas A e B

Fonte: Adaptado de Farias Filho et al. 2009

A "Empresa A" atingiu 242,1 pontos, sendo assim classificada como "voluntária". Este destaque deve-se ao fato de a organização buscar o selo LEED *Silver*, estimulando os executivos e funcionários da obra a adotarem uma postura proativa. O alcance da certificação LEED exige o cumprimento de uma série de critérios e requisitos que exigem aprendizado integrado e aproveitamento das oportunidades de sustentabilidade existentes.

A "Empresa B" atingiu nível de maturidade "Reativa", com 123,2 pontos, porque esta não adota uma abordagem sustentável em suas estratégias. Porém, a implantação do LC e exigências da legislação local fazem com que sejam adotadas condutas sustentáveis, tais

como: otimização de processos produtivos, medidas de gestão de resíduos e organização do trabalho, além de redução de desperdícios.

É importante enfatizar que dentre os três pilares da sustentabilidade (ambiental, social e econômico), as duas empresas obtiveram maior pontuação nos quesitos econômicos.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do objetivo desta pesquisa, verificou-se a existência de similaridades entre as duas ferramentas de avaliação, tais como: a busca pela qualidade e melhorias contínuas; redução de desperdício; e fluxo de informações entre funcionários e gestores.

Algumas empresas do setor da construção podem utilizar o LC e a sustentabilidade como uma vantagem competitiva pela alta gerência, mas para alcançar resultados é necessária a conscientização e comprometimento de todos os funcionários envolvidos, assim como a transparência nos processos.

A partir do desenvolvimento do trabalho, constatou-se que a "Empresa B" atingiu o nível "reativo" na ferramenta de medição sustentável, mesmo sem focar a questão ambiental. Seu resultado na avaliação da sustentabilidade se deu pela busca da redução dos desperdícios, otimização dos processos produtivos e maior nível de interação entre os funcionários.

Por sua vez, a "Empresa A" atingiu nível mediano na ferramenta do LCR, uma pontuação razoável quando se trata de uma empresa onde a alta gerência e os funcionários desconhecem a importância de aplicação dos princípios do LC. A empresa se destacou na avaliação *Lean* por ter implementado diretrizes de sustentabilidade em busca da certificação LEED.

Diante do exposto, confirma-se a hipótese lançada por esta pesquisa, ou seja, a aplicação do LC contribui para a maturidade sustentável da empresa, assim como a adoção de procedimentos sustentáveis tornam a obra mais lean.

Portanto, através das evidências fornecidas por este estudo, observa-se que os dois conceitos possuem similaridades e complementaridades. A aplicação da sustentabilidade em determinada obra não garante o alcance de benefícios *Lean* integralmente, mas reforça bom desempenho nos quesitos que as duas filosofias têm em comum. O mesmo vale para o *Lean Construction* em relação à sustentabilidade. Entretanto, as empresas poderiam ter seus processos mais eficientes e com maior qualidade caso implementassem o LC e princípios sustentáveis ao mesmo tempo.

O presente trabalho apresenta as seguintes limitações:

- A pesquisa realizou dois estudos de caso em empresas construtoras, analisando uma obra de cada uma delas. Uma amostra mais ampla, com uma quantidade maior de empresas estudadas, poderia apresentar resultados mais aprofundados sobre a relação *Lean x Green*;
- Uma das obras utiliza princípios *Lean* e a outra busca certificação ambiental. A inclusão de uma empresa na pesquisa que não utilizasse nenhuma dessas estratégias poderia ser uma referência e contribuir na comparação entre os estudos de caso;
- O modelo de mensuração da sustentabilidade consiste numa ferramenta de autoavaliação respondida diretamente pelos sócios diretores da empresa. Por este motivo, pode haver tendência de elevação das notas, diferentemente se a avaliação fosse realizada por terceiros.

A partir do exposto, sugere-se para trabalhos futuros o atendimento das limitações supracitadas. Sugere-se ainda a proposição de um estudo teórico para unir as duas ferramentas

de avaliação, resultando em uma metodologia única de análise. Também seria importante a aplicação desta pesquisa em edifícios residenciais, onde há maior foco nas necessidades dos clientes.

## REFERÊNCIAS

- ASIEDU, W.G.; SCHEUBLIN; F.J.M.; VAN EGMOND DE WILDE, E.L.C. The Elements in Sustainable Construction Industry: Building Criteria and Indicators for Performance Assessment. In: Cib International Conference on Smart And Sustainable Built Environments, 3., 2009, Delft. *Proceedings...* Delft: CIB, 2009, 9p.
- BAE, Jin-Woo; KIM, Yong-Woo. Sustainable Value on Construction Project and Application of Lean Construction Methods. In: IGLC, 15., 2007, Michigan. *Proceedings...* Michigan: IGLC, 2007, 10p.
- BELLEN, H. **Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa**. Rio de Janeiro: FGV Editora, 2006.
- DELAI, I.; TAKAHASHI, S. Uma proposta de modelo de referência para mensuração da sustentabilidade corporativa. In: Encontro Nacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, 9., 2007, Curitiba. *Anais...* Curitiba: ENGEMA, 2007.
- FARIAS FILHO, J. R., OLIVEIRA, J. T., GABRIELE, P. D. Proposta de ferramenta de avaliação preliminar do nível de maturidade da sustentabilidade empresarial no setor de construção civil. In: Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 5., 2009, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: CNEG, 2009.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de Pesquisa**. São Paulo: Ed. Atlas, 2009.
- GUTIÉRREZ, A. **Las Ciudades de Gutiérrez**. In: Revista Qué Pasa, Chile, Octubre 2007, pp. 41-44. 2007.
- HOFACKER, A.; OLIVEIRA, B. F.; GEHBAUER, F.; FREITAS, M. C. D.; MENDES JÚNIOR, R.; SANTOS, A.; KIRSCH, J. Rapid lean construction-quality rating model (LCR). In: IGLC, 16., 2008, Manchester. *Proceedings...* Manchester: IGLC, 2008.
- HORVATH, A. **Construction Materials and the Environment**. Annual Review of Environment and Resources. Vol. 29, pp. 181-204. 2004.
- KIBERT, C. J. **Sustainable construction: green building design and delivery**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2008.
- KOHLER N.; LÜTZKENDORF, T. **Integrated life-cycle analysis**. Building Research & Information, 30 (5), pp. 338-348. 2002.
- KOSKELA, L. **Application of the New Production Philosophy to Construction**. Stanford University, CIFE Technical Report #72, 87 pp. 1992.
- KOSKELA, L. **An exploration towards a production theory and its application to construction**. D. Tech thesis, Helsinki University of Technology, Espoo, 296 p. 2000.
- LEWIS, M.A. **Lean production and sustainable competitive advantage**. University of Warwick, Coventry, UK. International Journal of Operations & Production Management. Vol. 20 No. 8. pp. 959-978. 2000.
- MAO, X.; ZHANG, X. **Construction Process Reengineering by Integrating Lean Principles and Computer Simulation Techniques**. Journal of Construction Engineering and Management, ASCE, Vol. 134, No. 5, pp. 371-381. 2008.
- OLIVEIRA, B. F.; FREITAS, M. C. D.; HOFACKER, A.; GHEBAUER, F.; MENDES JUNIOR, R. **Um modelo de avaliação do grau de aplicação de ferramentas lean em empresas construtoras: o rapid lean Construction-quality rating model (LCR)**. Revista Iberoamericana de Engenharia Industrial, Florianópolis, Vol. 2 No. 2. pp. 156-174. 2010.
- RAO, P.; HOLT, D. **Do green supply chains lead to competitiveness and economic performance?** International Journal of Operations & Production Management. Emerald Group Publishing Limited Vol. 25 No. 9. pp. 898-916. 2005.
- YANG, M. G.; HONG, P.; MODI, S. B. **Impact of lean manufacturing and environmental management on business performance: An empirical study of manufacturing firms**. Department of Information, Operations and Technology Management, College of Business Administration, University of Toledo, Toledo, OH 43606, USA. 2010.
- YIN, Robert K. **Estudo de caso – planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2003.